

宜蘭高中 98 學年度學生數理自然科學專題研究

題目：

你不可不知的保濕秘訣

指導老師：

林怡奴

學生：

藍偉倫

胡子恒

徐子涵

莊新康

# 摘要

本實驗是以甲殼素製成出的幾丁聚醣、水膠作為實驗對象的研究，將其應用並將實驗成果帶入生活之中。在此研究中，藉由不同重量百分濃度的弱酸與不同重量、顆粒大小的甲殼素反應做出我們所需要的水膠，因天然交聯劑(Genipin)能使分子結構變緻密，加入天然交聯劑，來測試添加 Genipin 與否所製成水膠性質與效能的差別。

首先，調控制程條件合成出數十種水膠，加入硝酸鉀，烘乾製得成品，測得合成水膠的**吸水性及飽水性**。因全球暖化危機，我們設計了植物在水膠上成長情形的實驗，在富含水的土壤上，混合水膠，測量不加水能夠使綠豆持續生長幾天，並觀察綠豆的生長速率來判斷吸水度及飽水度，藉以了解所合成水膠是否能應用於我們所追求的**綠色建築**目標—會呼吸的建材。

## 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，這使得我們幻想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，因此我們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，讓我們考慮要怎麼讓有限的水資源發揮最多的功能。

當我們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。而我們根據尿布及衛生棉上都具有吸水性，猜測其上也有水膠，此一更證明了水膠的吸水功能，而要如何讓水膠能夠使用在我們的生活中並加以應用，這促使我們決定著手設計這個實驗。

## 貳、研究目的

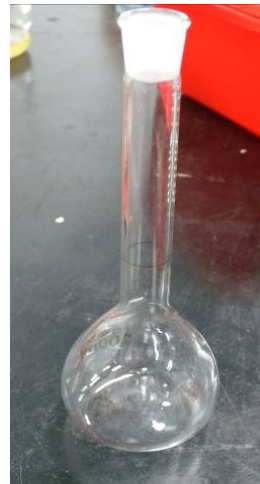
- 一、探討用不同
- |    |      |   |                           |
|----|------|---|---------------------------|
| 含量 | 顆粒大小 | } | 的幾丁聚醣(甲殼素)所合成之水膠的吸水性及保水度。 |
|    |      |   |                           |
| 醋酸 |      |   |                           |
| 磷酸 |      |   |                           |
| 鹽酸 |      |   |                           |
| 甲酸 |      |   |                           |
- 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 (Genipin)與硝酸鉀、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。

## 參、研究設備及器材

(一) 器材					
燒杯	玻棒	錐型瓶	吸量管	安全吸球	定量瓶
鑷子	塑膠滴管	玻璃試管	漏斗	蒸發皿	培養皿
cell瓶	塑膠杯	濾紙	鐵鍋	鏟子	攪拌磁石
蒸餾水	尺				
(二) 化學藥品					
甲酸	醋酸	磷酸	鹽酸	甲殼素粉末及顆粒	
Genipin(天然交聯劑)					
(三) 設備					
烘箱	加熱板	數位相機	尿布	衛生棉	綠豆
土壤	電子天平	減壓過濾裝置			



圖一 烘箱

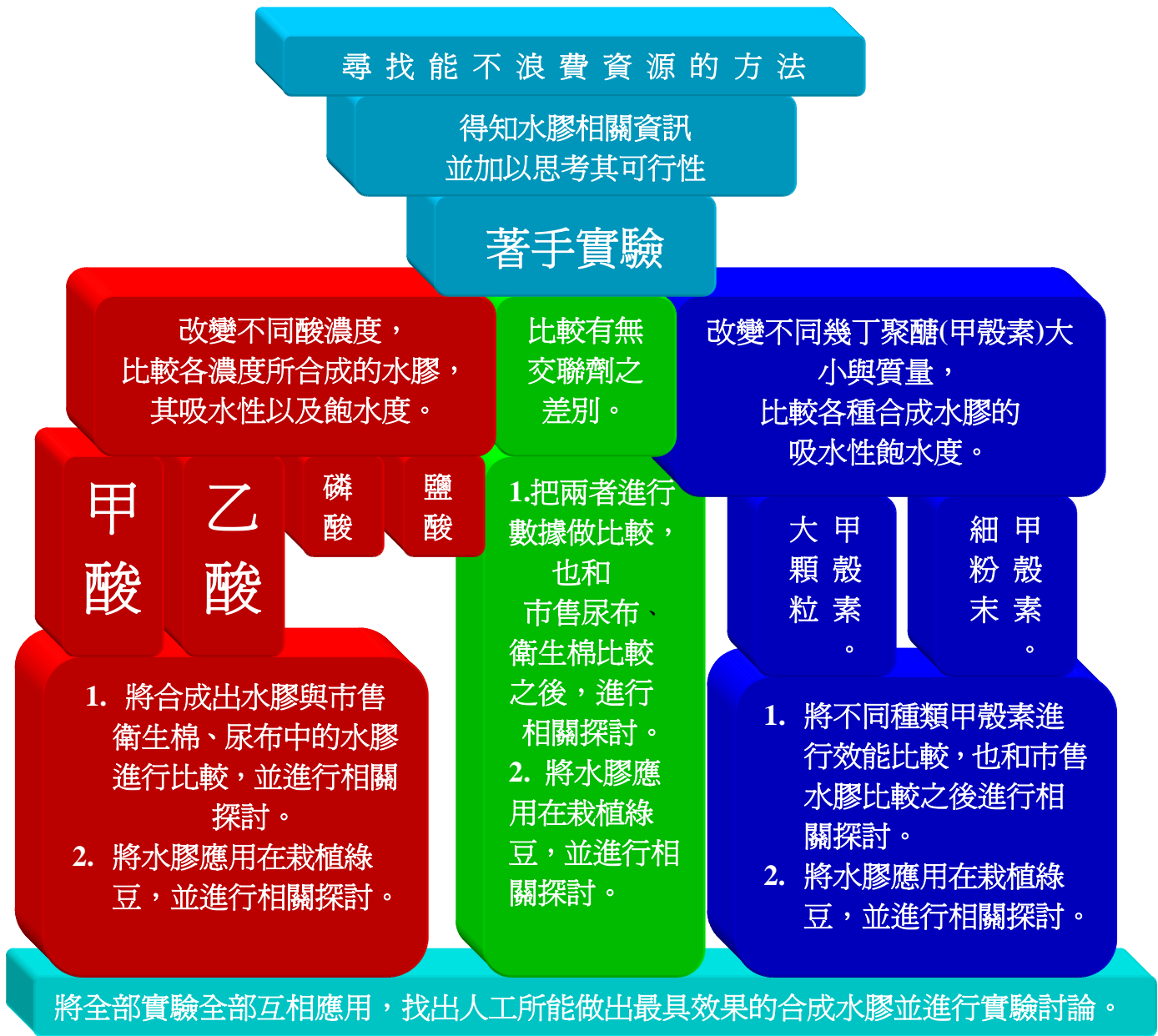


圖二 定量瓶



圖三 加熱板

## 肆、研究過程及方法



圖四 實驗流程圖

## 二、研究過程

一開始我們在網路上搜尋到了能使最少水資源達到最好的運用的方法，發現水膠也許能夠達到我們的期望，於是開始著手研究水膠。看了一些有關水膠的合成方法，我們開始懷疑也許不同酸濃度的水膠，對於其吸水性可能會有影響。於是我們動手調配水膠，將酸與幾丁聚醣(甲殼素)均勻混合，靜置一天後使合成水膠均勻反應後，將其放置於烘箱烘乾一至二天，所烘乾的水膠。

之後我們想到，也許改變不一樣的變因所合成出的水膠，其吸水性以及飽水度也會有所不同，於是我們嘗試改變了數種變因，試圖找出吸水性以及飽水度最佳的水膠。

## 實驗一、

(一)實驗器材：甲酸、乙酸、磷酸、鹽酸、幾丁聚醣(甲殼素)粉末、蒸餾水、燒杯、培養皿、蒸發皿、鑷子、塑膠滴管、玻棒、定量瓶、吸量管、安全吸球、攪拌磁石、加熱板、烘箱、濾紙、電子天平、漏斗、cell 瓶、玻璃試管。

(二)製作方法：

1. 秤量出 0.30 g 的甲殼素粉末，並以蒸餾水將甲酸、乙酸、磷酸、鹽酸分別稀釋成 1%、3%、5%、10%、15%、100% 的重量百分濃度。
2. 將甲殼素粉末與不同濃度之甲酸、乙酸、磷酸、鹽酸以磁石攪拌混合均勻。

(三)研究對象：

1. 以常見的幾種酸來測試甲殼素的溶解狀況。

## 實驗二、

(一)實驗器材：甲酸、乙酸、甲殼素粉末、蒸餾水、燒杯、培養皿、蒸發皿、鑷子、塑膠滴管、玻棒、定量瓶、吸量管、安全吸球、攪拌磁石、加熱板、烘箱、濾紙、電子天平、漏斗、cell 瓶、玻璃試管。

(二)製作方法：

1. 秤量出 0.30g 的甲殼素粉末，並以蒸餾水稀釋甲酸、乙酸為 3%。
2. 將 0.30g 的甲殼素粉末，與步驟 1 所稀釋之甲酸、乙酸 10ml 混合均勻，並靜置一天使其完全反應。
3. 將隔夜後的水膠半成品放入烘箱內，固定 50°C，使其烘乾一至二天製成水膠。
4. 將已烘乾的水膠以電子天平秤量其重量，並加水到飽和後秤量重量，靜置於常溫下。

(三)研究對象：

1. 觀察比較以同濃度甲酸與乙酸所合成的幾丁聚醣，其吸水性的差異。

## 實驗三、

(一)實驗器材：乙酸、甲殼素粉末、蒸餾水、燒杯、培養皿、蒸發皿、鑷子、塑膠滴管、玻棒、定量瓶、吸量管、安全吸球、攪拌磁石、加熱板、烘箱、濾紙、電子天平、漏斗、cell 瓶、玻璃試管。

(二)製作方法：

1. 取實驗二乙酸，以濃度當作變因，分成 1%、3%、5%、10%、15%。
2. 將 0.30g 的甲殼素粉末，與步驟 1 所稀釋之乙酸 10ml 混合均勻，並靜置一天使其完全反應。  
其餘製作方法同於實驗二步驟 3~4。

(三)研究對象：

1. 比較以不同濃度的乙酸所合成的幾丁聚醣，其吸水性的差異。

## 實驗四、

(一)實驗器材：同於實驗三。

(二)製作方法：

1. 取實驗二乙酸，以甲殼素粉末質量當作變因，分成 0.10g、0.20g、0.30g、0.40g、0.50g。

其餘製作方法同於實驗三步驟 2~4。

(三)研究對象：

1. 比較實驗三及實驗四所合成的幾丁聚醣，其吸水性的差異。

## 實驗五、

(一)實驗器材：同於實驗三。

(二)製作方法：

1. 取實驗二的甲酸，以濃度當作變因，分成 1%、3%、5%、10%、15%。

2. 將 0.30g 的甲殼素粉末，與步驟 1 所稀釋之甲酸 10ml 混合均勻，並靜置一天使其完全反應。

其餘製作方法同於實驗二步驟 3~4。

(三)研究對象：

1. 比較以不同濃度的甲酸所合成的幾丁聚醣，其吸水性的差異。

## 實驗六、

(一)實驗器材：甲酸、甲殼素粉末、蒸餾水、燒杯、培養皿、蒸發皿、鑷子、塑膠滴管、玻棒、定量瓶、吸量管、安全吸球、攪拌磁石、加熱板、烘箱、濾紙、電子天平、漏斗、cell 瓶、玻璃試管。

(二)製作方法：

1. 取實驗二甲酸，以甲殼素粉末質量當作變因，分成 0.10g、0.20g、0.30g、0.40g、0.50g。其餘製作方法同於實驗五步驟 2~4。

(三)研究對象：

1. 比較實驗五及實驗六所合成的幾丁聚醣其吸水性的差異。

## 實驗七、

(一)實驗器材：同於實驗六。

(二)製作方法：

1. 將再次合成出實驗二~六的幾丁聚醣，並在合成幾丁聚醣裡加上天然交聯劑 (Genipin) 0.003g，使其完全混合均勻，製成水膠。

其餘製作方法同於實驗三(五)步驟 1~4。

(三)研究對象：

1. 觀察比較添加 Genipin 與否所合成的水膠，其吸水性的差異。

## 實驗八、

(一)實驗器材：甲酸、乙酸、甲殼素顆粒、蒸餾水、燒杯、培養皿、蒸發皿、鑷子、塑膠滴管、玻棒、定量瓶、吸量管、安全吸球、攪拌磁石、加熱板、烘箱、濾紙、電子天平、漏斗、cell 瓶、玻璃試管。

(二)製作方法：

1. 將實驗二~七的甲殼素粉末，替換成顆粒狀的甲殼素。重新配製不同的水膠  
其餘製作方法同於實驗三(五)步驟 1~4。

(三)研究對象：

1. 比較實驗二~八所合成的幾丁聚醣與水膠，其吸水性的差異。

## 實驗九、

(一)實驗器材：實驗二~八所合成的幾丁聚醣與水膠、蒸餾水、電子天平、濾紙、培養皿。

(二)製作方法：

1. 取相同克數的實驗二~八所合成的幾丁聚醣與水膠，分別加入蒸餾水至飽和後，測量其重量。
2. 靜置於常溫同一地點三天後，測量其重量。

(三)研究對象：

1. 了解幾丁聚醣與水膠的水分蒸散速率。
2. 測量各種幾丁聚醣與水膠的飽水度差異。

## 實驗十、

(一)實驗器材：尿布、衛生棉、塑膠杯、減壓過濾裝置、濾紙。

(二)製作方法：

1. 將市售的尿布及衛生棉取出其高分子吸收體 0.20g，並加水至飽和，測得其重量。
2. 再把步驟 1 已飽和的高分子吸收體，與實驗二至八所烘乾的合成水膠比較其吸水性的差異。

(三)研究對象：

1. 測試所烘乾的合成水膠與幾丁聚醣的吸水性。
2. 比較市售尿布及衛生棉與我們所合成的水膠與幾丁聚醣其吸水性。

## 實驗十一、

(一)實驗器材：綠豆、土壤、培養皿、尺、自製水膠。

(二)製作方法：

1. 先用土壤培植綠豆，待綠豆發芽到同一高度。
2. 將發芽綠豆移植到鋪有等質量土壤的培養皿上，澆等量水(此後不再澆水)，再覆蓋上等質量實驗二~八所烘乾的合成水膠。
3. 觀察並紀錄綠豆的生長狀況。

(三)研究對象：

1. 依照綠豆的生長狀況觀察自製水膠與幾丁聚醣的飽水度。
2. 觀察自製水膠是否適合用來栽種植物。

※此實驗尚在進行當中

圖五 水膠覆蓋綠豆示意圖



## 實驗十二、

(一)實驗器材：磷酸鉀、甲酸、乙酸、甲殼素粉末及顆粒、蒸餾水、燒杯、培養皿、蒸發皿、鑷子塑膠滴管、玻棒、定量瓶、吸量管、安全吸球、攪拌磁石、加熱板、烘箱、濾紙、電子天平、漏斗、cell 瓶、玻璃試管、綠豆、土壤、培養皿、尺。

(二)製作方法：

1. 調配出 1%、3%、5%、10%、15% 的甲酸與乙酸。
2. 將各濃度的甲酸 10ml 與甲殼素 0.50g 混合均勻，並加入 0.003g 的 Genipin 與磷酸鉀；各濃度乙酸則與甲殼素 0.30g 混合均勻，同樣加入 0.003g 的 Genipin 與磷酸鉀，製成水膠。
3. 將水膠靜置一天後，放入烘箱烘乾一天。
4. 將烘乾水膠剪碎，與等質量土壤混合均勻，並移植先前已栽種發芽等高度的綠豆。
5. 觀察並紀錄綠豆的生長狀況。

(三)研究對象：

1. 觀察加入磷酸鉀的水膠種植綠豆的生長狀況
2. 與實驗十比較綠豆的生長狀況。

※此實驗尚在進行當中

## 實驗十三、

(一)實驗器材：硝酸鉀、甲酸、乙酸、甲殼素粉末及顆粒、蒸餾水、燒杯、培養皿、蒸發皿、鑷子塑膠滴管、玻棒、定量瓶、吸量管、安全吸球、攪拌磁石、加熱板、烘箱、濾紙、電子天平、漏斗、cell 瓶、玻璃試管、綠豆、土壤、培養皿、尺。

(二)製作方法：

將實驗十一步驟二：磷酸鉀替換成硝酸鉀，其餘步驟相同。

(三)研究對象：

1. 觀察加入硝酸鉀的水膠種植綠豆的生長狀況
2. 與實驗十、實驗十一比較綠豆的生長狀況。

※此實驗尚在進行當中



## 伍、研究結果

### 實驗一、

酸の種類 體積百分濃度	甲酸	乙酸	磷酸	鹽酸
1%	可溶	可溶	不可溶	不可溶
3%	可溶	可溶	不可溶	不可溶
5%	可溶	可溶	不可溶	不可溶
10%	可溶	可溶	不可溶	不可溶
15%	可溶	可溶	不可溶	不可溶
100%	難溶	難溶	不可溶	不可溶

※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。

### 實驗二、

測試項目 合成水膠種類	吸水性		吸水度
	吸水前	吸水後	
3%甲酸 + 0.30g 甲殼素粉末	0.20g	3.217g	15.085

測試項目 合成水膠種類	吸水性		吸水度
	吸水前	吸水後	
3%乙酸 + 0.30g 甲殼素粉末	0.20g	5.512g	26.560

※由此實驗可知，以乙酸合成水膠其吸水性大於以甲酸合成的幾丁聚醣。

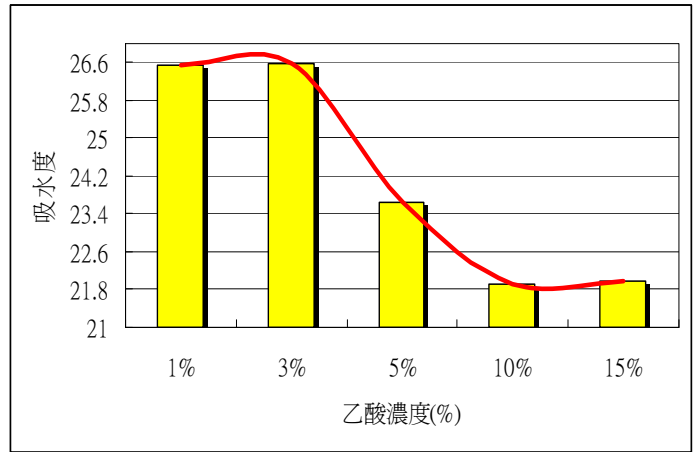
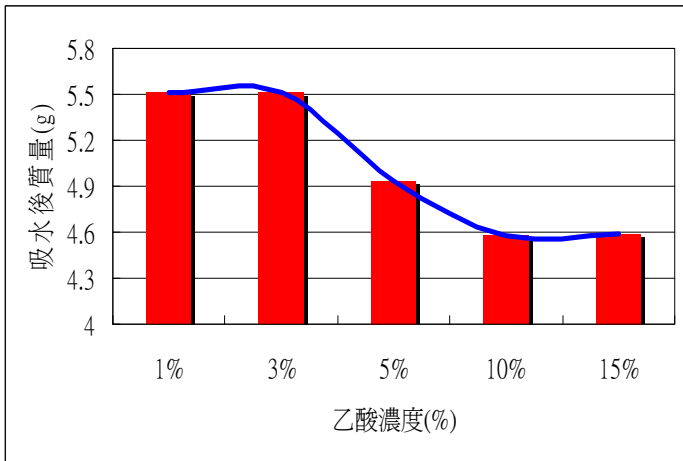
註解 1：吸水度 =  $\frac{W_h - W_d}{W_d}$

$W_h$ ：水膠溼重

$W_d$ ：水膠乾重

### 實驗三、

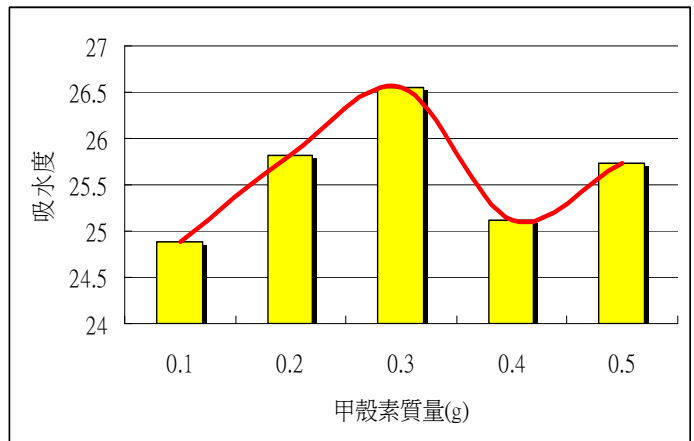
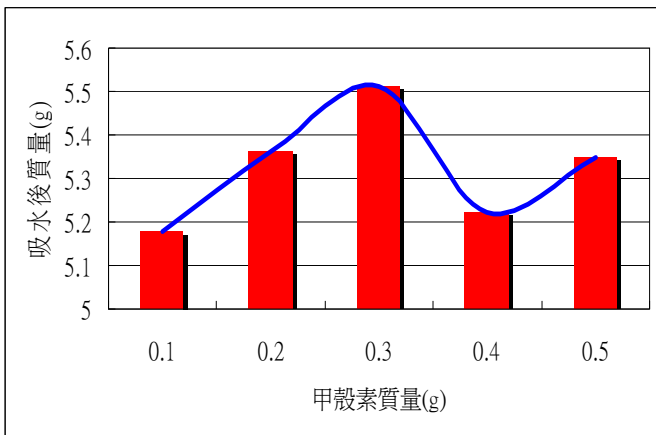
測試項目 體積百分濃度	吸水性		吸水度
	吸水前	吸水後	
1%	0.20g	5.510g	26.55
3%		5.512g	26.56
5%		4.928g	23.64
10%		4.580g	21.90
15%		4.594g	21.97



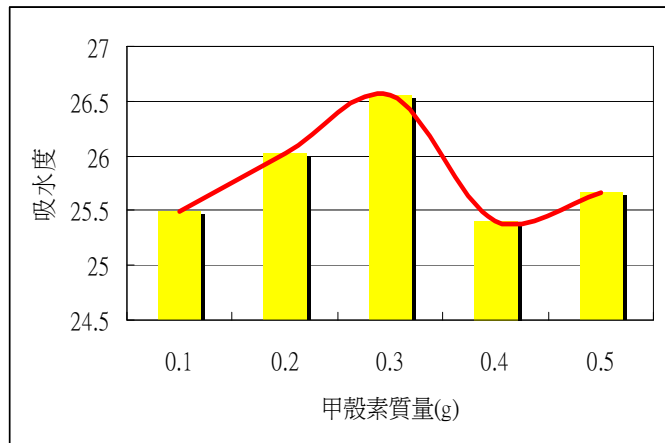
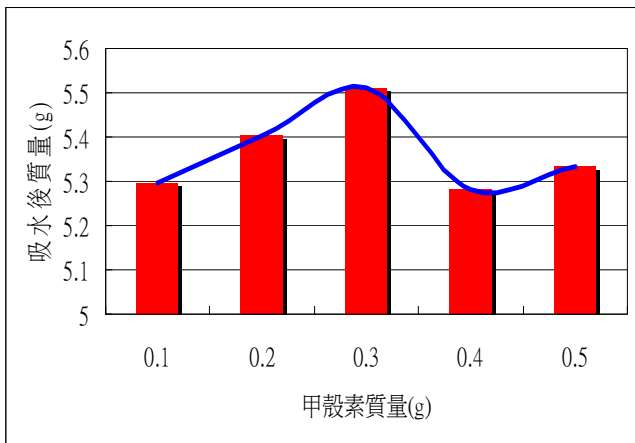
由此實驗得知，以濃度 1%、3%的乙酸所合成的幾丁聚醣，具有較佳的吸水性。

### 實驗四、

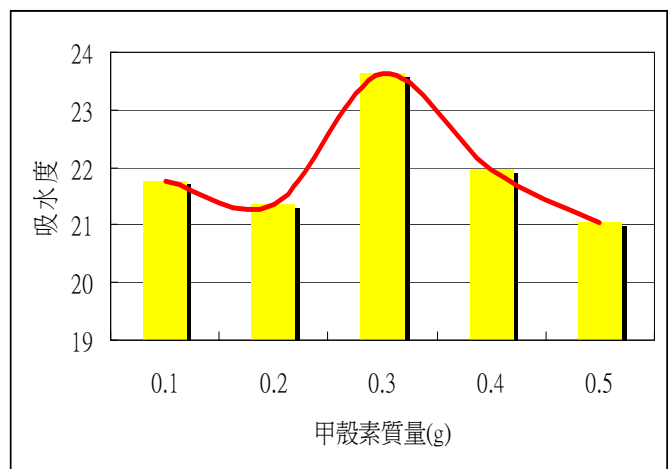
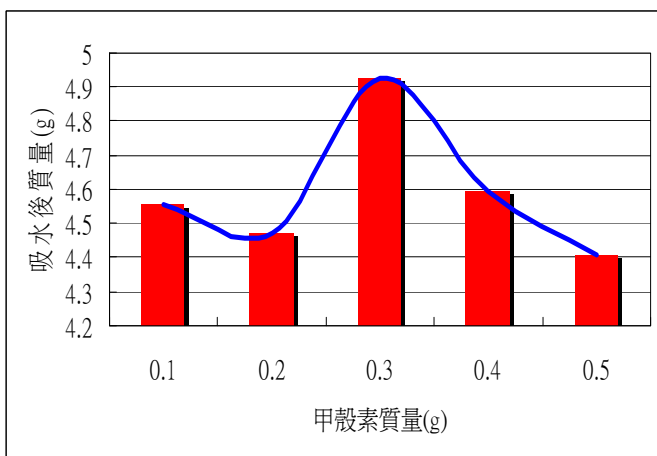
測試項目		吸水性		吸水度
甲殼素粉末質量		吸水前	吸水後	
1%乙酸	0.10g	0.20g	5.176g	24.88
	0.20g		5.363g	25.82
	0.30g		5.510g	26.55
	0.40g		5.224g	25.12
	0.50g		5.348g	25.74



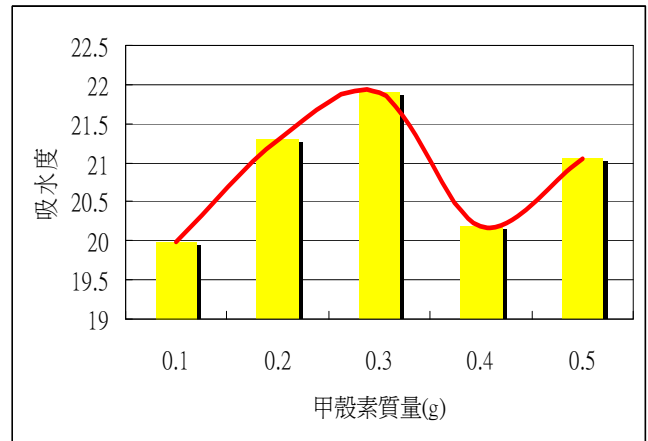
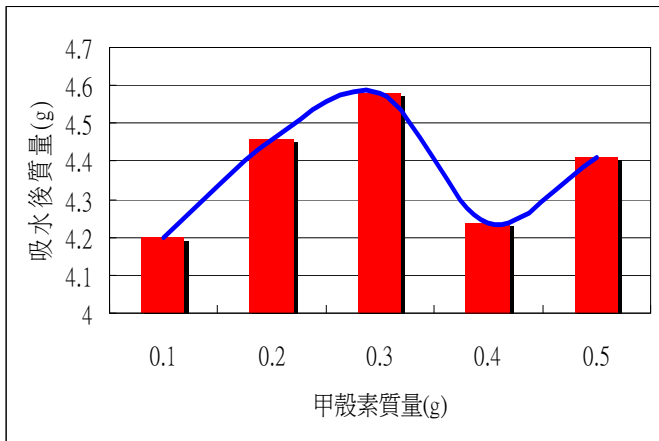
測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
3%乙酸	0.10g	0.20g	5.297g	25.485
	0.20g		5.404g	26.020
	0.30g		5.512g	26.560
	0.40g		5.281g	25.405
	0.50g		5.333g	25.665



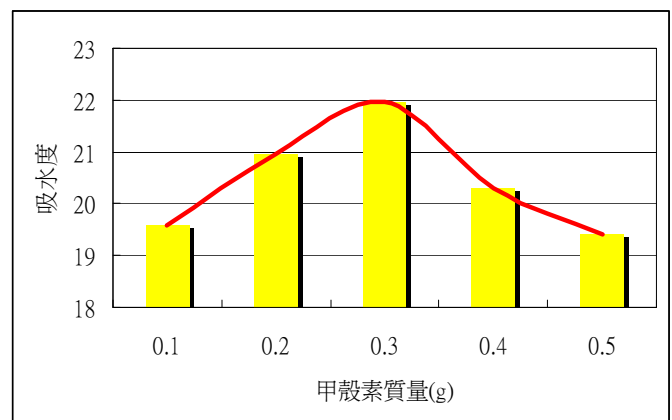
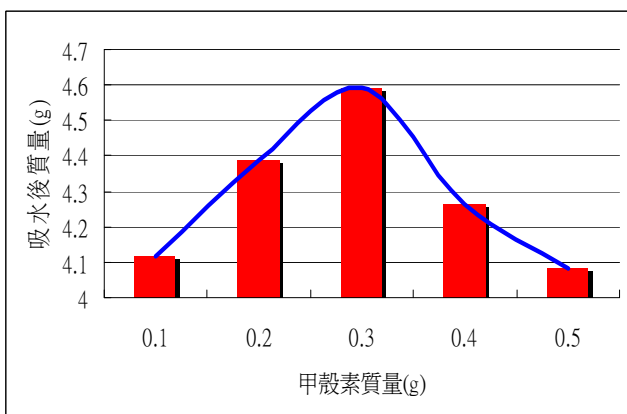
測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
5%乙酸	0.10g	0.20g	4.554g	21.770
	0.20g		4.472g	21.360
	0.30g		4.928g	23.640
	0.40g		4.593g	21.965
	0.50g		4.406g	21.030



測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
10%乙酸	0.10g	0.20g	4.198g	19.990
	0.20g		4.460g	21.300
	0.30g		4.580g	21.900
	0.40g		4.239g	20.195
	0.50g		4.411g	21.055



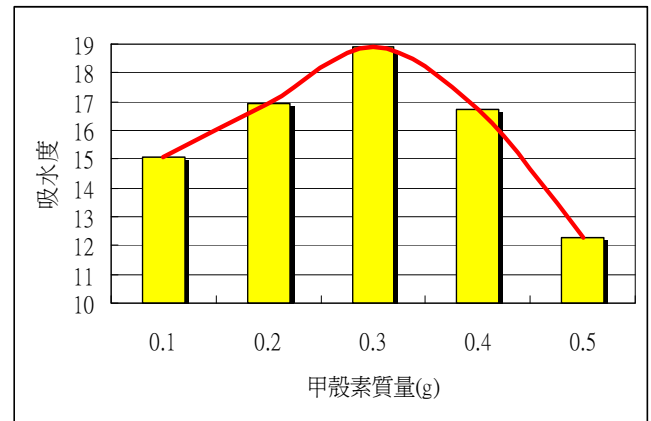
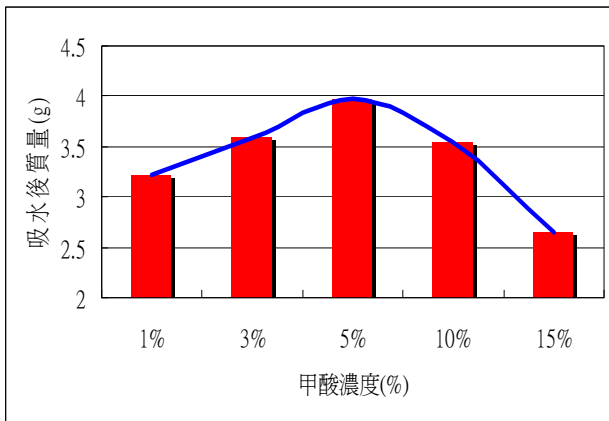
測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
15%乙酸	0.10g	0.20g	4.117g	19.585
	0.20g		4.390g	20.950
	0.30g		4.594g	21.970
	0.40g		4.262g	20.310
	0.50g		4.081g	19.405



※由此實驗結果得知，固定濃度的乙酸以 0.30g 所調配的幾丁聚醣，具有較佳的吸水性。

## 實驗五、

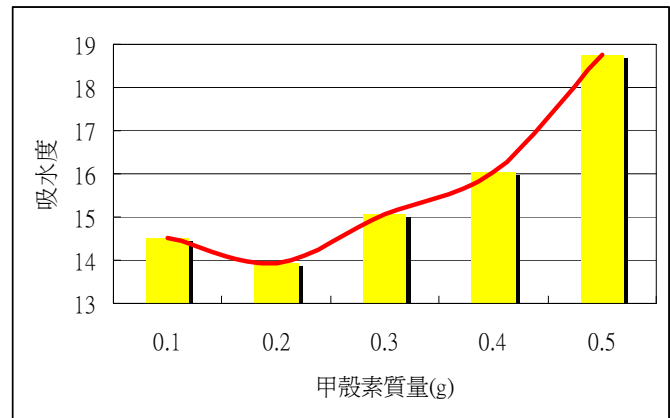
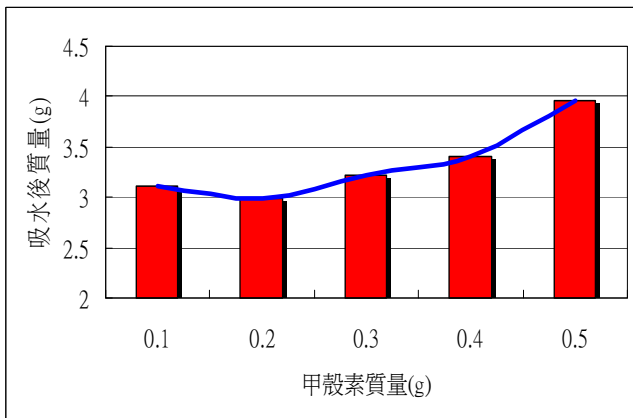
測試項目 體積百分濃度	吸水性		吸水度
	吸水前	吸水後	
1%	0.20g	3.217g	15.085
3%		3.585g	16.925
5%		3.982g	18.910
10%		3.543g	16.715
15%		2.654g	12.270



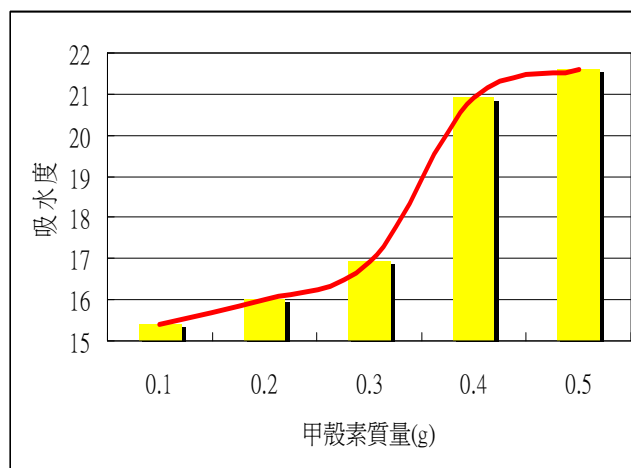
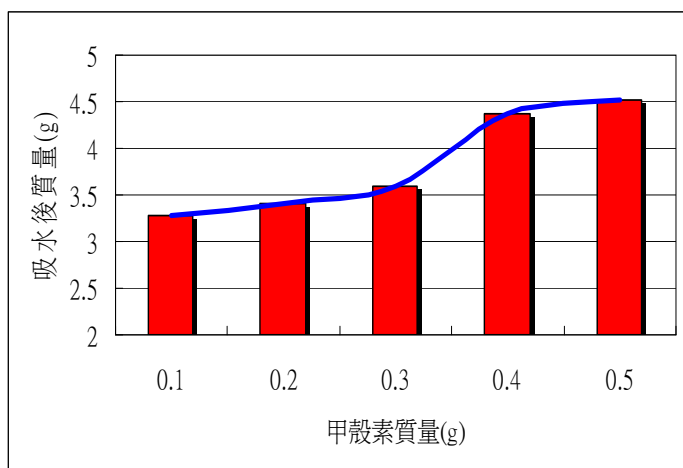
※由此實驗得知，以濃度 5% 的甲酸所合成的幾丁聚醣，具有較佳的吸水性。

## 實驗六、

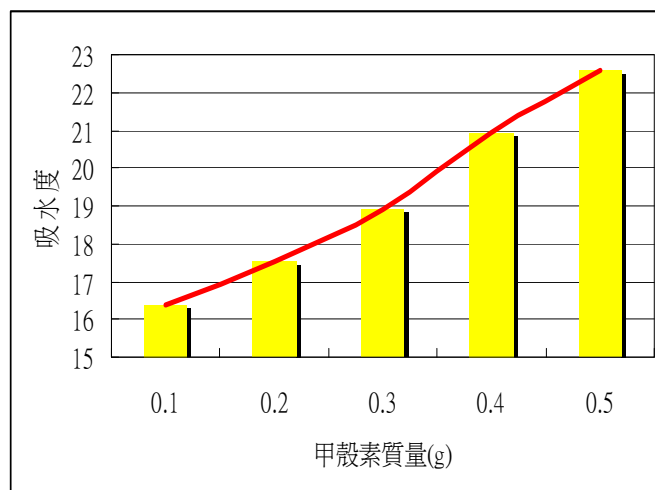
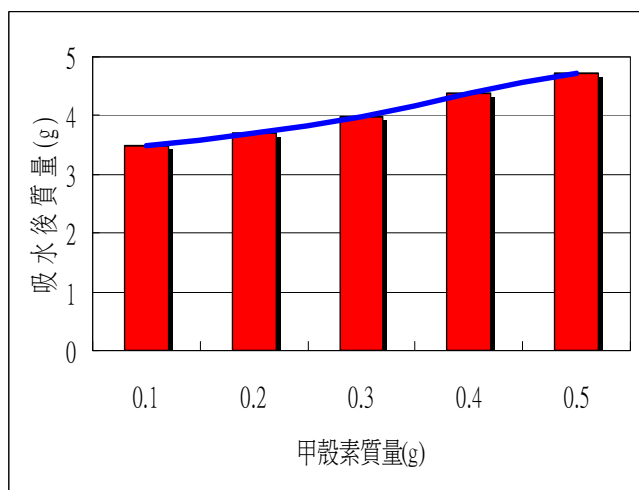
測試項目 甲殼素粉末質量	吸水性		吸水度
	吸水前	吸水後	
1%甲酸	0.20g	3.106g	14.530
		2.984g	13.920
		3.217g	15.085
		3.406g	16.030
		3.955g	18.755



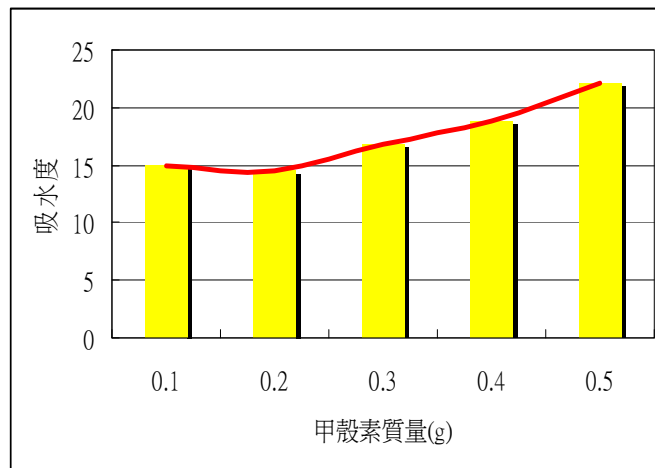
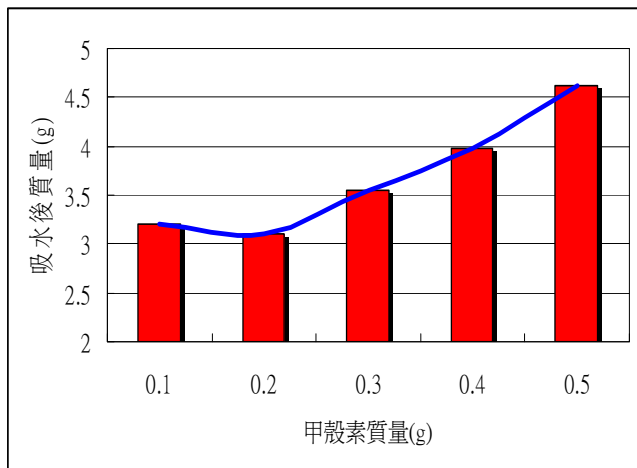
測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
3%甲酸	0.10g	0.20g	3.277g	15.385
	0.20g		3.405g	16.023
	0.30g		3.585g	16.925
	0.40g		4.379g	20.895
	0.50g		4.519g	21.595



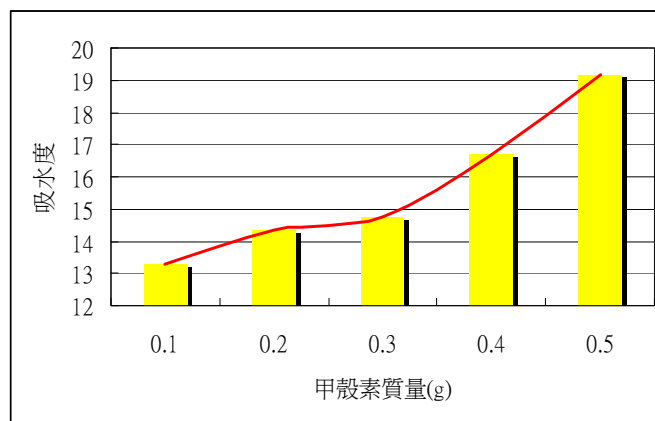
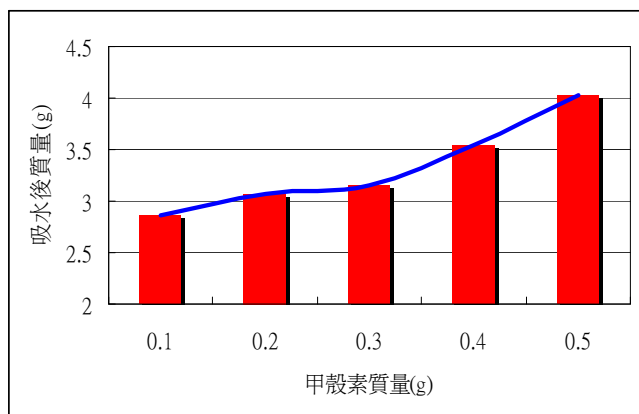
測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
5%甲酸	0.10g	0.20g	3.478g	16.390
	0.20g		3.710g	17.550
	0.30g		3.982g	18.910
	0.40g		4.386g	20.930
	0.50g		4.721g	22.605



測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
10%甲酸	0.10g	0.20g	3.201g	15.005
	0.20g		3.098g	14.490
	0.30g		3.543g	16.770
	0.40g		3.971g	18.855
	0.50g		4.629g	22.145



測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
15%甲酸	0.10g	0.20g	2.861g	13.305
	0.20g		3.066g	14.330
	0.30g		3.154g	14.770
	0.40g		3.536g	16.680
	0.50g		4.033g	19.165



※由此實驗結果得知，相同濃度的甲酸以 0.50g 所調配的幾丁聚醣，具有較佳的吸水性。

實驗七、

測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
1%甲酸 +Genipin	0.10g	0.20g	1.732g	7.660
	0.20g		1.987g	8.935
	0.30g		2.996g	13.980
	0.40g		2.483g	11.415
	0.50g		1.147g	4.730
3%甲酸 +Genipin	0.10g	0.20g	2.185g	9.925
	0.20g		3.022g	14.110
	0.30g		3.537g	16.870
	0.40g		2.312g	10.560
	0.50g		0.945g	3.725
5%甲酸 +Genipin	0.10g	0.20g	1.988g	8.940
	0.20g		2.731g	12.655
	0.30g		3.104g	14.520
	0.40g		2.628g	12.140
	0.50g		1.033g	4.165
10%甲酸 +Genipin	0.10g	0.20g	0.973g	3.865
	0.20g		1.542g	6.710
	0.30g		2.207g	10.035
	0.40g		1.425g	6.125
	0.50g		1.384g	5.920
15%甲酸 +Genipin	0.10g	0.20g	0.858g	3.290
	0.20g		1.473g	6.365
	0.30g		1.640g	7.200
	0.40g		1.588g	6.940
	0.50g		1.079g	4.395
測試項目 甲殼素粉末質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
1%乙酸 +Genipin	0.10g	0.20g	1.829g	8.145
	0.20g		2.010g	9.050
	0.30g		2.972g	13.860
	0.40g		1.349g	5.745
	0.50g		0.919g	3.595

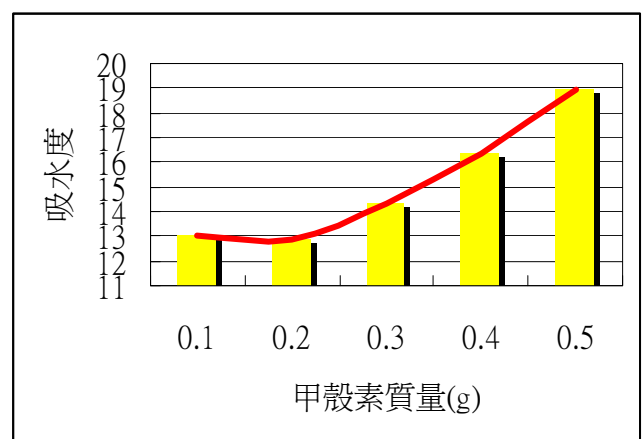
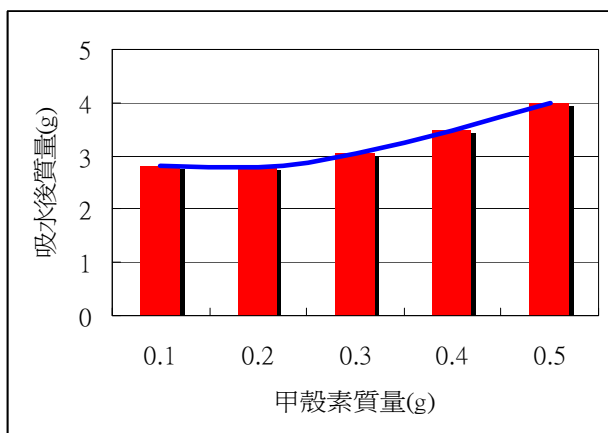


3%乙酸 +Genipin	0.10g	0.20g	0.938g	3.690
	0.20g		1.477g	6.385
	0.30g		3.939g	18.695
	0.40g		1.341g	5.705
	0.50g		1.784g	7.920
5%乙酸 +Genipin	0.10g	0.02g	1.415g	6.075
	0.20g		2.732g	13.660
	0.30g		4.667g	22.315
	0.40g		2.051g	9.255
	0.50g		0.704g	2.520
10%乙酸 +Genipin	0.10g	0.20g	1.415g	6.075
	0.20g		2.728g	12.640
	0.30g		3.753g	17.765
	0.40g		1.372g	5.860
	0.50g		0.552g	1.760
15%乙酸 +Genipin	0.10g	0.20g	0.988g	3.940
	0.20g		1.742g	7.710
	0.30g		3.968g	18.840
	0.40g		2.081g	9.405
	0.50g		1.178g	4.890

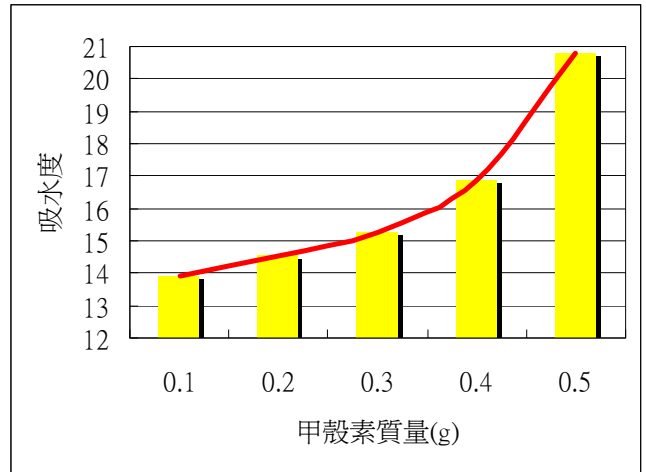
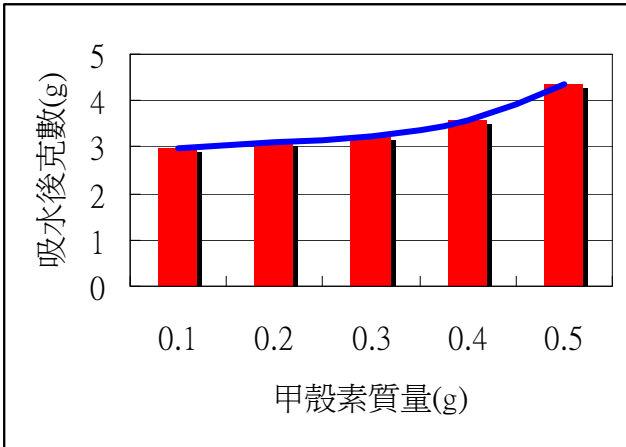
※由此實驗得知，加 Genipin 的水膠比幾丁聚醣其吸水性較差

### 實驗八、

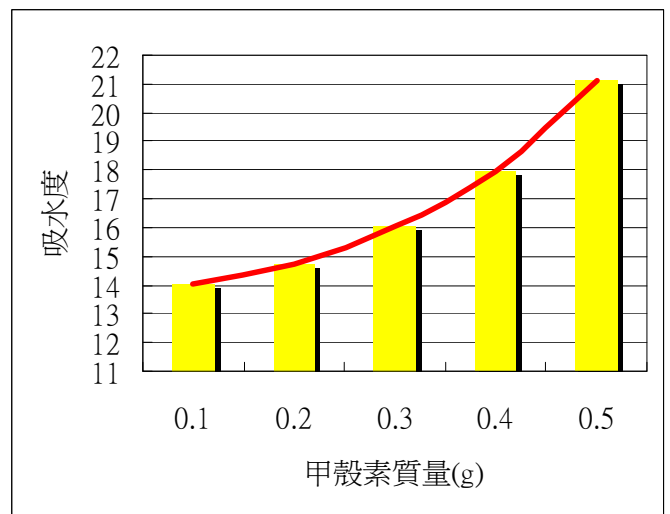
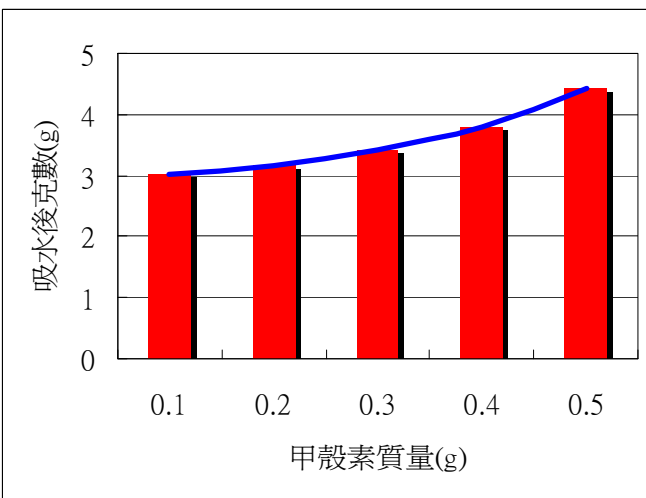
測試項目 甲殼素顆粒質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
1%甲酸	0.10g	0.20g	2.812g	13.060
	0.20g		2.774g	12.870
	0.30g		3.060g	14.300
	0.40g		3.475g	16.375
	0.50g		3.996g	18.980



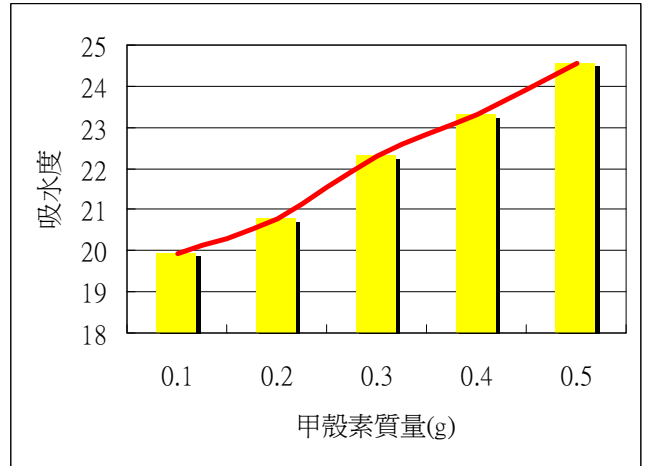
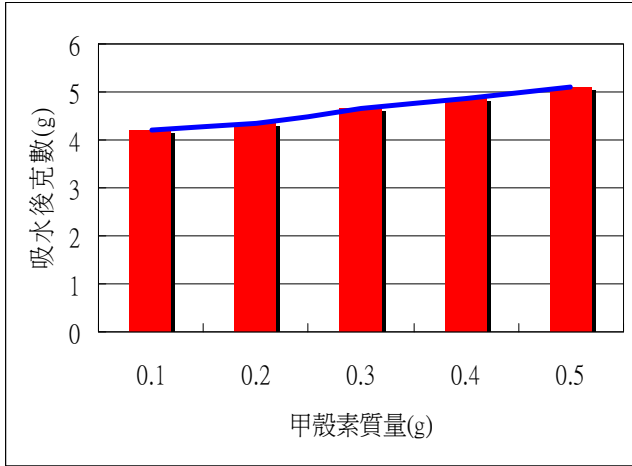
3%甲酸	0.10g	0.20g	2.983g	13.915
	0.20g		3.108g	14.540
	0.30g		3.252g	15.260
	0.40g		3.573g	16.865
	0.50g		4.358g	20.790



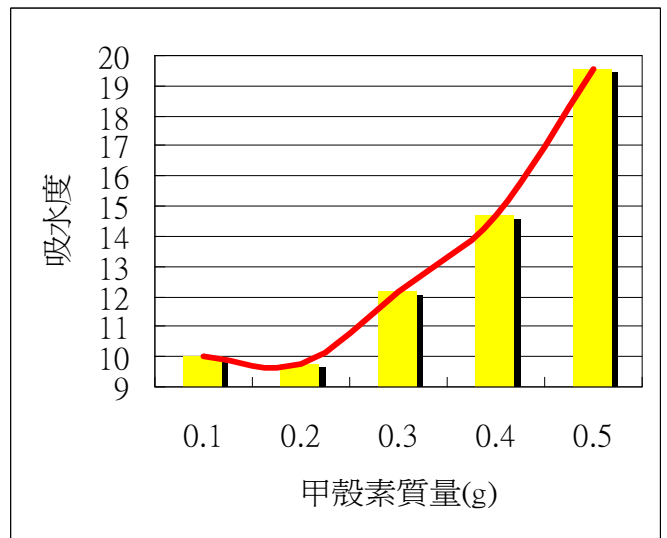
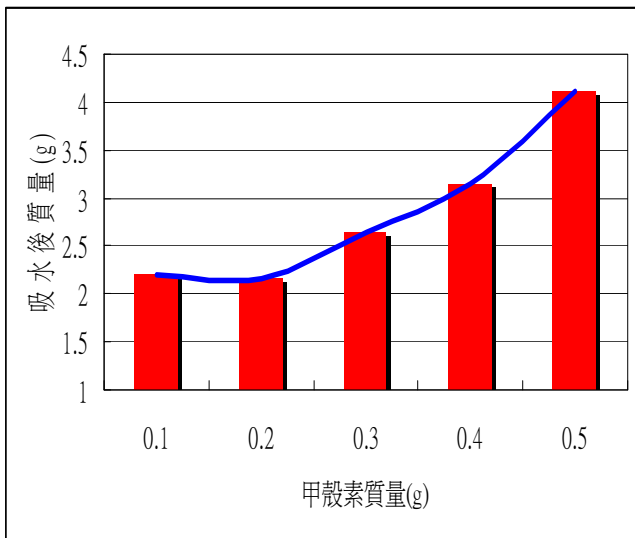
5%甲酸	0.10g	0.20g	3.007g	14.035
	0.20g		3.148g	14.740
	0.30g		3.410g	16.050
	0.40g		3.793g	17.965
	0.50g		4.417g	21.085



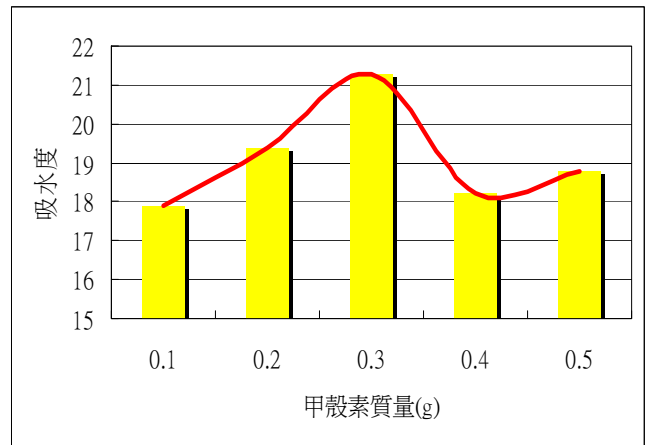
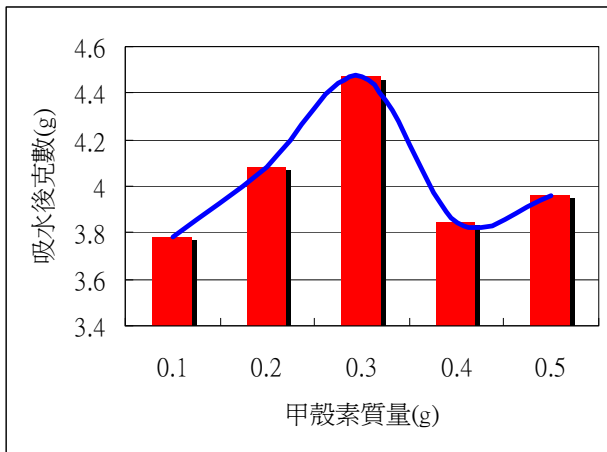
10%甲酸	0.10g	0.20g	4.190g	19.950
	0.20g		4.359g	20.795
	0.30g		4.662g	22.310
	0.40g		4.864g	23.320
	0.50g		5.114g	24.570



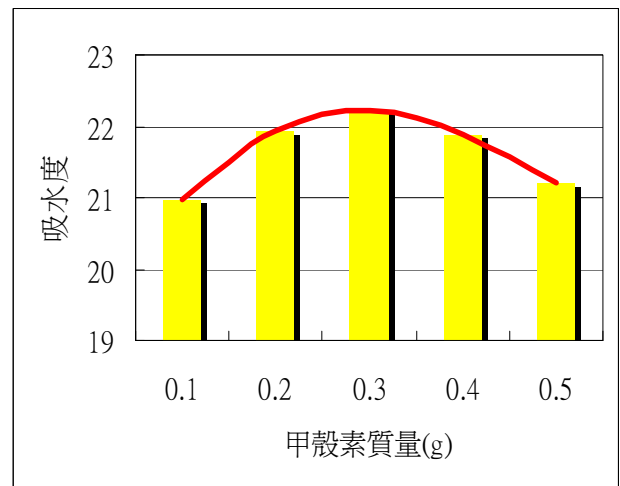
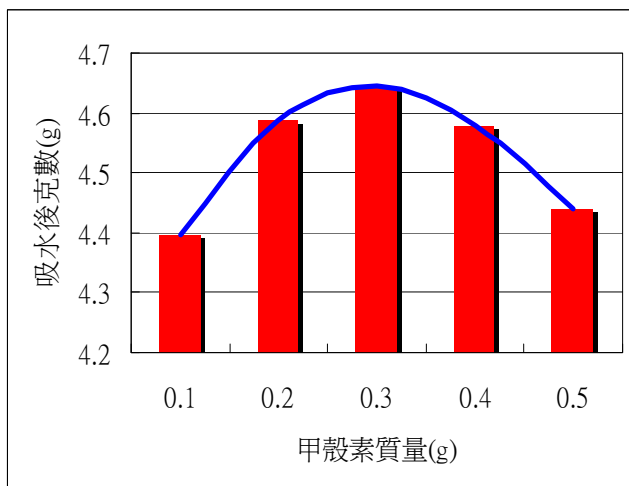
15%甲酸	0.10g	0.20g	2.201g	10.005
	0.20g		2.153g	9.765
	0.30g		2.636g	12.180
	0.40g		3.139g	14.695
	0.50g		4.108g	19.540



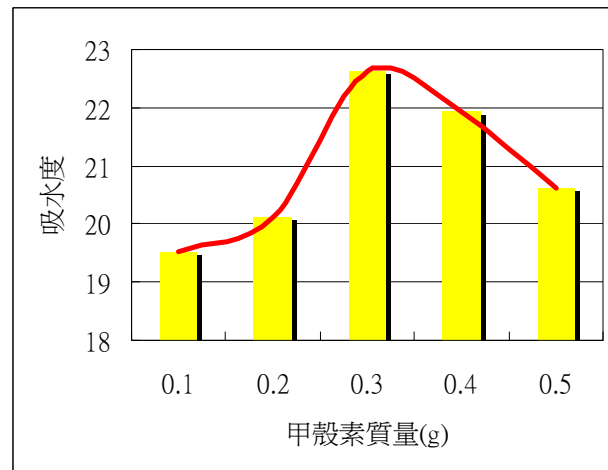
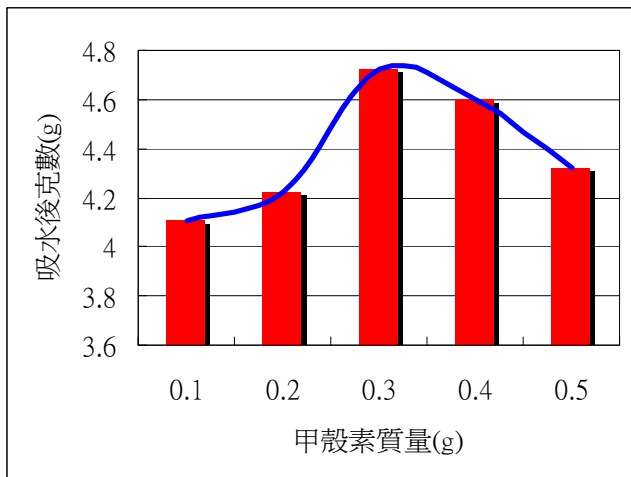
測試項目 甲殼素顆粒質量		吸水性		吸水度
		吸水前	吸水後	
1%乙酸	0.10g	0.20g	3.781g	17.905
	0.20g		4.079g	19.395
	0.30g		4.477g	21.285
	0.40g		3.844g	18.220
	0.50g		3.960g	18.800



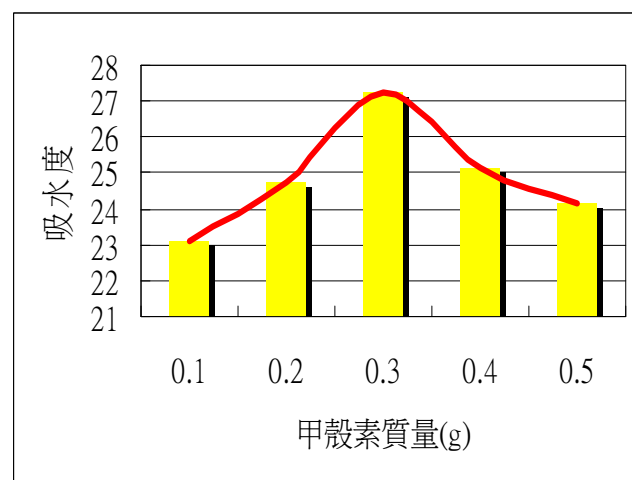
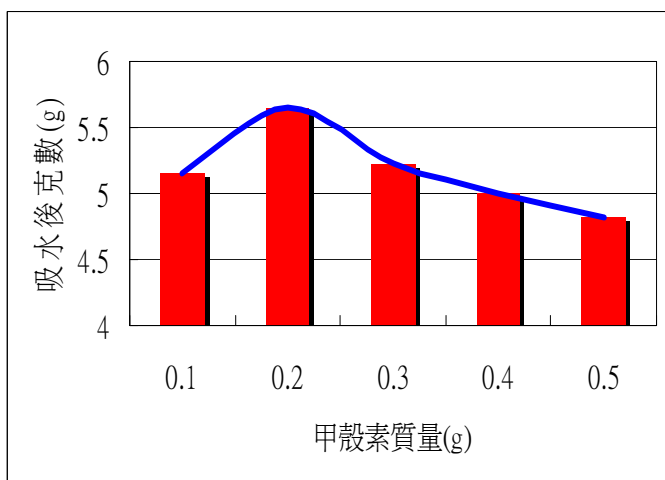
3%乙酸	0.10g	0.2g	4.397g	20.985
	0.20g		4.588g	21.940
	0.30g		4.645g	22.225
	0.40g		4.578g	21.890
	0.50g		4.439g	21.195



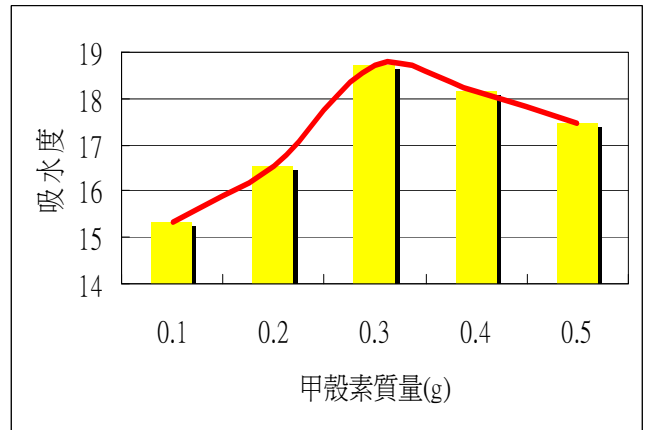
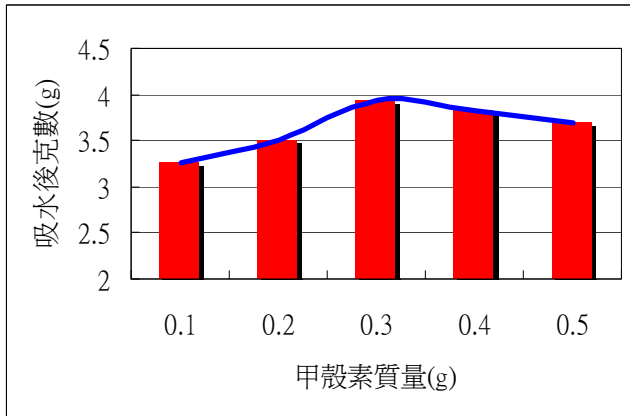
5%乙酸	0.10g	0.20g	4.106g	19.530
	0.20g		4.227g	20.135
	0.30g		4.725g	22.625
	0.40g		4.598g	21.950
	0.50g		4.323g	20.615



10%乙酸	0.10g	0.20g	4.816g	23.080
	0.20g		5.147g	24.735
	0.30g		5.652g	27.260
	0.40g		5.225g	25.125
	0.50g		5.003g	24.165



15%乙酸	0.10g	0.20g	3.265g	15.325
	0.20g		3.511g	16.555
	0.30g		3.941g	18.705
	0.40g		3.827g	18.135
	0.50g		3.692g	17.465



※ 由此實驗得知，以乙酸 5%、10%與甲殼素顆粒混合成的幾丁聚醣與水膠，具有較佳的吸水性。

### 實驗九、

測試項目		飽水度	測試項目		飽水度
甲殼素粉末質量			甲殼素粉末質量		
1%甲酸 +Genipin	0.30g	0.100689	1%乙酸 +Genipin	0.30g	0.437727
	0.40g	0.163296		0.40g	0.398726
	0.50g	0.232143		0.50g	0.306680
測試項目		飽水度	測試項目		飽水度
甲殼素粉末質量			甲殼素粉末質量		
3%甲酸 +Genipin	0.30g	0.094746	3%乙酸 +Genipin	0.30g	0.532448
	0.40g	0.246845		0.40g	0.454457
	0.50g	0.345863		0.50g	0.382591

測試項目		飽水度	測試項目		飽水度
甲殼素粉末質量			甲殼素粉末質量		
5%甲酸 +Genipin	0.30g	0.133673	5%乙酸 +Genipin	0.30g	0.421645
	0.40g	0.238765		0.40g	0.349294
	0.50g	0.446711		0.50g	0.291761

測試項目		飽水度	測試項目		飽水度
甲殼素粉末質量			甲殼素粉末質量		
10%甲酸 +Genipin	0.30g	0.191929	10%乙酸 +Genipin	0.30g	0.415215
	0.40g	0.282548		0.40g	0.387536
	0.50g	0.379321		0.50g	0.364872
測試項目		飽水度	測試項目		飽水度
甲殼素粉末質量			甲殼素粉末質量		
15%甲酸 +Genipin	0.30g	0.173571	15%乙酸 +Genipin	0.30g	0.340774
	0.40g	0.197654		0.40g	0.210982
	0.50g	0.365724		0.50g	0.126301

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

M<sub>o</sub>：乾水膠重量

M<sub>t</sub>：溼水膠重量

※由此實驗得知，吸水性越佳的水膠，其飽水度也越佳。

### 實驗十、

測試項目		尿布吸水性			水膠吸水性	
甲殼素粉末質量		加水前	加水至飽和後	吸水度	加水前	吸水度
1%甲酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	7.660
	0.20g					8.935
	0.30g					13.980
	0.40g					11.415
	0.50g					4.730
1%乙酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	8.145
	0.20g					9.050
	0.30g					13.860
	0.40g					5.745
	0.50g					3.595
3%甲酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	9.925
	0.20g					14.110
	0.30g					16.870
	0.40g					10.560
	0.50g					3.725
3%乙酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	3.690
	0.20g					6.385
	0.30g					18.695
	0.40g					5.705
	0.50g					7.920

5%甲酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	8.940
	0.20g					12.655
	0.30g					14.520
	0.40g					12.140
	0.50g					4.165
5%乙酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	6.075
	0.20g					13.660
	0.30g					22.315
	0.40g					9.255
	0.50g					2.520
10%甲酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	3.865
	0.20g					6.710
	0.30g					10.035
	0.40g					6.125
	0.50g					5.920
10%乙酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	6.075
	0.20g					12.640
	0.30g					17.765
	0.40g					5.860
	0.50g					1.760
15%甲酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	3.290
	0.20g					6.365
	0.30g					7.200
	0.40g					6.940
	0.50g					4.395
15%乙酸	0.10g	0.20g	56.53g	281.650	0.20g	3.940
	0.20g					7.710
	0.30g					18.840
	0.40g					9.405
	0.50g					4.890

※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，但也較不環保。



## 實驗十一、

測試項目		綠豆生長狀況	
		混合水膠克數	綠豆存活天數
1%甲酸	0.50g	0.25g	11 天
1%乙酸	0.30g	0.25g	11 天
3%甲酸	0.50g	0.25g	13 天
3%乙酸	0.30g	0.25g	14 天
5%甲酸	0.50g	0.25g	14 天
5%乙酸	0.30g	0.25g	13 天
10%甲酸	0.50g	0.25g	13 天
10%乙酸	0.30g	0.25g	12 天
15%甲酸	0.50g	0.25g	12 天
15%乙酸	0.30g	0.25g	12 天



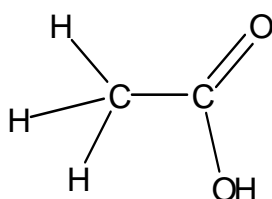
圖六 以水膠覆蓋綠豆

※由此實驗得知，自製水膠對於綠豆生長保水性效果佳，且一次澆水即可維持綠豆約兩個禮拜的壽命。

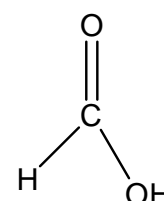
## 陸、討論

- 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：
- (一)、幾丁聚醣(甲殼素)只溶於稀酸當中。
  - (二)、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。

圖七 乙酸結構



圖八 甲酸結構



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。

- (一)、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。
- (二)、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。
- (三)、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。
- (四)、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。
- (五)、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：

- (一)、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。
- (二)、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：

- (一)、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。
- (二)、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。
- (三)、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、與高分子吸水樹脂比較：

- (一)、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，猜測含有之高分子吸水樹脂，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。
- (二)、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。

六、實驗九飽水度的研究結果呈現：

- (一)、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。故推測吸水性越佳的水膠，其分子間鍵結力較強，水分較不容易逸散；吸水性越差的水膠，其分子間鍵結力較弱，水分較容易逸散。

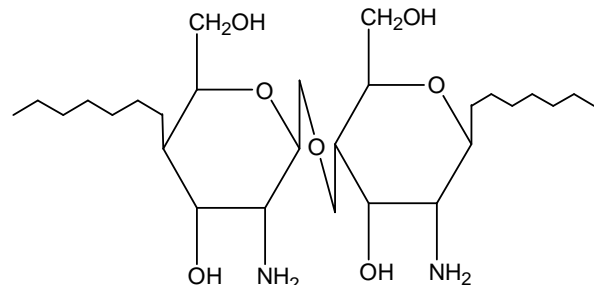
圖 未加 Genipin 的乙酸水膠 (烘乾後)



## 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)

圖九 甲殼素結構圖



- 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，並加入適當肥料硝酸鉀、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。

## 捌、參考資料及其他

### 一、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) 研究其機械強度及韌性延長率。

#### (四) 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。

### 二、參考資料：

#### 【資料庫資料】

##### (一)、維基百科

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B2%E9%85%B8>

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

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

#### 【媒體報導，無作者】

(一)、與環境對話，票選 2 0 0 9 最夯的綠市代話題( 民 98 年 12 月 30 日 )。YAHOO 奇摩。民 99 年 3 月 08 號，取自：

<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/091230/35/1xxnz.html>

(二)、旱災侵襲廣西山區，24 萬人缺水( 民 99 年 1 月 31 日 )。法新社。民 99 年 3 月 08 號，取自：<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/100131/19/1zqu8.html>

#### 【媒體報導】

(一)、尤美心( 民 99 年 3 月 26 )。陸旱情未解，災童:「做夢都想洗澡」。TVBS。民 99 年 4 月 01 號，取自：<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/100326/8/22t2b.html>

#### 【學位論文】

(一)、林怡伶( 民 94 )。化學修飾雙性幾丁聚醣衍生物及其持水特性研究。國立交通大學材料科學與工程研究所碩士論文，已出版，新竹縣。