

中華民國 第50屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030807

國王的新衣—幾丁聚醣在水果保鮮之研究

學校名稱：高雄縣立林園中學(附設國中)

作者：	指導老師：
國二 林昱萱	李岳澤
國二 曾怡萍	
國二 陳澧萱	
國二 陳沛享	

關鍵詞：保鮮、幾丁聚醣

壹、摘要：

蝦蟹殼中有幾丁質，重量約佔三分之一，本實驗以蝦蟹殼做為原料，經清洗、粉碎後，再以鹽酸去碳酸鈣與氫氧化鈉去蛋白質處理後，最後再經高濃度氫氧化鈉去乙醯化，製造出幾丁聚醣，由於幾丁聚醣如溶於酸中可以得到比較高的正電，所以我們嘗試將幾丁聚醣溶於工研醋中，進行水果保鮮的測試，並找出最佳的保鮮條件為：0.5g的幾丁聚醣溶於工研醋中(使用2.5m l的工研醋配成50m l的水溶液)，對於桔子、木瓜、棗子有比較好的保鮮能力，至於橘子與香蕉則有加速腐敗的情形，還有對於柳丁的保鮮能力無法看出。最後又仿照市售PE保鮮膜的方式，嘗試做成幾丁聚醣PVA薄膜進行保鮮的測試，發現製成薄膜的保鮮能力並不理想。

貳、研究動機：

在之前的研究中，我們學會了如何從蝦蟹殼中製造幾丁聚醣，並且成功的製備薄膜進行磷酸鹽的吸附。本組同學也在想幾丁聚醣還可做什麼，無意間看到PE保鮮膜，興起了製備幾丁聚醣薄膜來進行水果的保鮮測試實驗，畢竟在這環保意識高漲的年代，使用可被環境分解的材料是未來的趨勢。增加廢棄物的回收再利用，減少對石油的依賴，也是未來必須面對的課題，而幾丁聚醣有著生物可分解之特性，如能用來做為保鮮材料，相信對於地球暖化可盡一份心力。

參、研究目的：

一、探討保鮮液中，最佳幾丁聚醣的量和工研醋的保鮮效果

二、不同水果保鮮的情形

三、Chitosan /PVA 薄膜保鮮的情形

肆、研究設備及器材：

1. 幾丁聚醣(蝦蟹殼製成)
2. 工研醋
3. 大型蒸發器具
4. 50m l、100m l、250m l量瓶數個
5. 瓷石
6. 攪拌機
7. 市售保鮮模(對照用)
8. 蒸餾水
9. 各式水果
10. 鹽酸、醋酸



工研醋

11.50m l、100m l、250m l、500m l、燒杯數個

12.秤量紙

13.蝦蟹殼(提製幾丁聚醣用)

14.1m l、5m l、10m l 吸量管及安全吸球

15.電子天平

伍、研究過程或方法：

一：研究原理與方法

幾丁聚醣是一帶正電的天然高分子，與一般不帶電或帶負電之天然高分子(如澱粉)不同，除了具有一般天然高分子所具備之生物相容性高、低毒性，以及易生物分解等特性，亦具有生物活性高、抗菌力強，以及保濕性良好等特質。

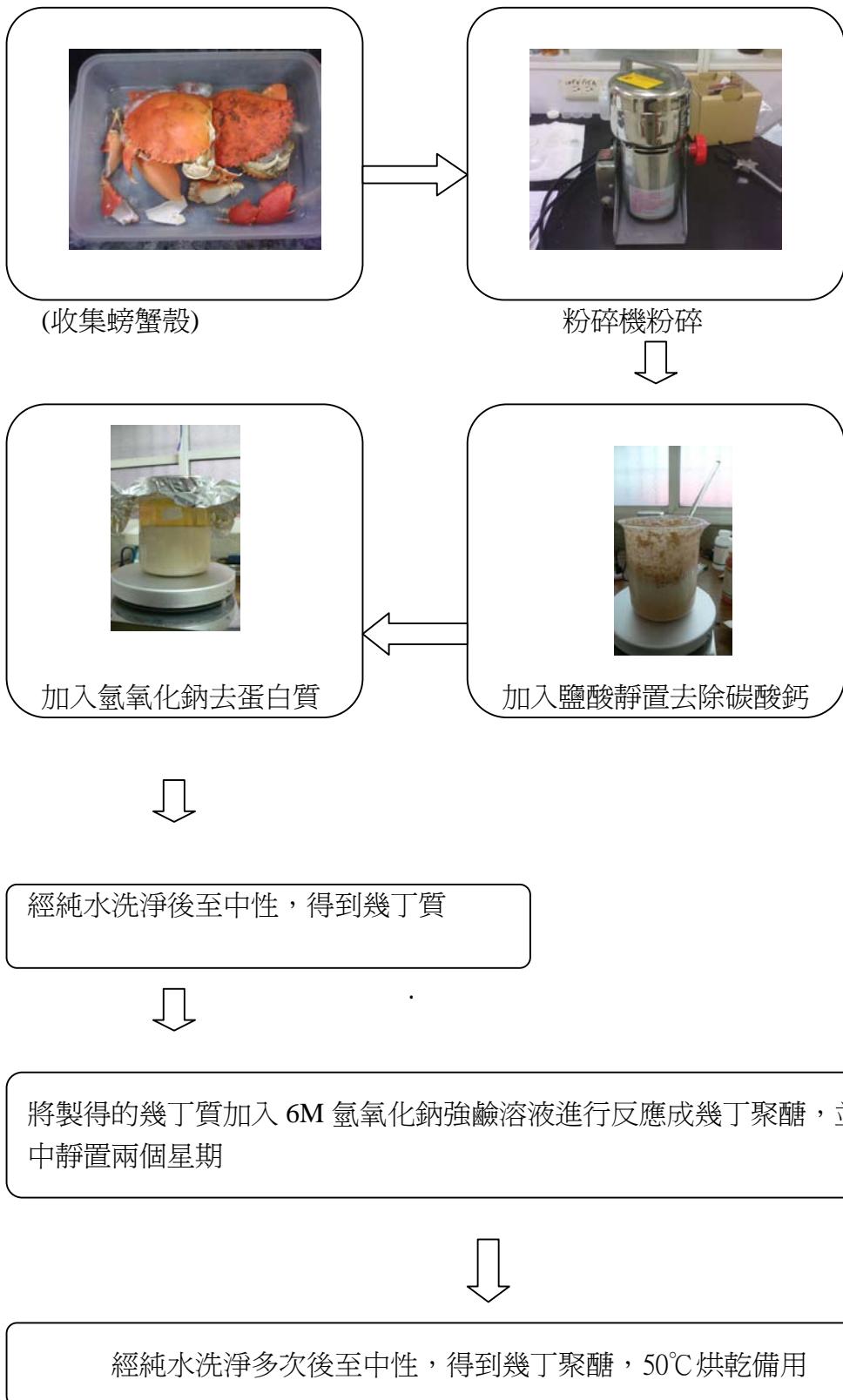
據研究指出其抗菌性及抑制效果相當顯著。當幾丁聚醣用量增加時，其抗菌力亦隨之增強。因此幾丁聚醣薄膜證明在食品上有保護作用。此外，由於具反應性的官能基，且改質容易，且可溶於弱酸性的水溶液中，其主要的功能性是提供生物科技的需要，特別是在食品應用過程中。依用途製成薄膜、珠球、纖維，以及膠狀等情形，因此為一明星生物材料。而幾丁聚醣膜已經表現用於製作多種食品的品質保存的一種包裝素材。而且，已經廣泛地被利用在抗菌薄膜裡使用，以提供食用食品的防護塗層，而它的抗菌特性是應用在於食品的浸漬、噴灑過程中，以展現出其高抗菌性、抑制多種病原菌及微生物，包括真菌、革蘭氏陽性菌、革蘭氏陰性菌等。

許多研究指出：結構對細菌細胞壁結構具有影響而具有抑菌效果產生。幾丁聚醣為帶正電陽離子聚合物，與細菌表面陰電荷分子因靜電作用進而互相吸引而有附著作用發生，形成凝聚現象，導致細胞壁組織鬆散而改變其通透性，造成細菌內部物質如蛋白質、核甘酸及酵素等流出，導致細菌死亡。幾丁聚醣去乙醯度越高，所帶 NH_3^+ 會越多，其與細菌表面陰電性物質作用力會越強，抑菌效果越佳。

目前，食品之抗菌包裝材料上應限制在合適抗微生物劑、環保聚合物材料、期許在環保上能盡一份心力，高抗菌性是否即是高保鮮能力，極具探討的空間，本實驗就是在嘗試將幾丁聚醣應用於水果保鮮上之應用。

二：研究過程

(一)幾丁聚醣製備：以蝦及蟹外殼為原料，經高溫高濃度的鹼液和酸液加工處理而得，步驟大概包含三大部分：1.鹽酸去除碳酸鈣；2.高溫熱鹼去蛋白質；3.高濃度鹼液去乙醯基反應，並放置多天後經純水多次洗淨至中性，最後以 60°C 烘乾後備用。



(二) 探討保鮮液中，最佳幾丁聚醣的量和工研醋的保鮮效果實驗過程

探討最佳幾丁聚醣的量/工研醋的保鮮效果

1. 固定變因 溫度(放置冰箱)、工研醋濃度 操縱變因：幾丁聚醣量

使用水果：桔子

※ 將桔子放入 50m l 幾丁聚醣保鮮液

(1) 取 3.75m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

0.25g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 1

(2) 取 3.75m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

0.5g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 2

(3) 取 3.75m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

0.75g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 3

(4) 取 3.75m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

0.875g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 4

(5) 取 3.75m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

1g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 5

※ 使用各標籤的 50m l 幾丁聚醣保鮮液塗抹至桔子上，並

紀錄每天壞的水果數目(每一標籤至少 10 顆桔子)，並定時照相

2. 固定變因 溫度(放置冰箱)、幾丁聚醣量 操縱變因：工研醋濃度

使用水果：桔子

(1) 取 1.5m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

0.5g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 1

(2) 取 2m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

0.5g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 2

(3) 取 2.5m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

0.5g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 3

(4) 取 3m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

0.5g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 4

(5) 取 3.75m l 工研醋(4.5% 醋酸)，加水配製到 50m l

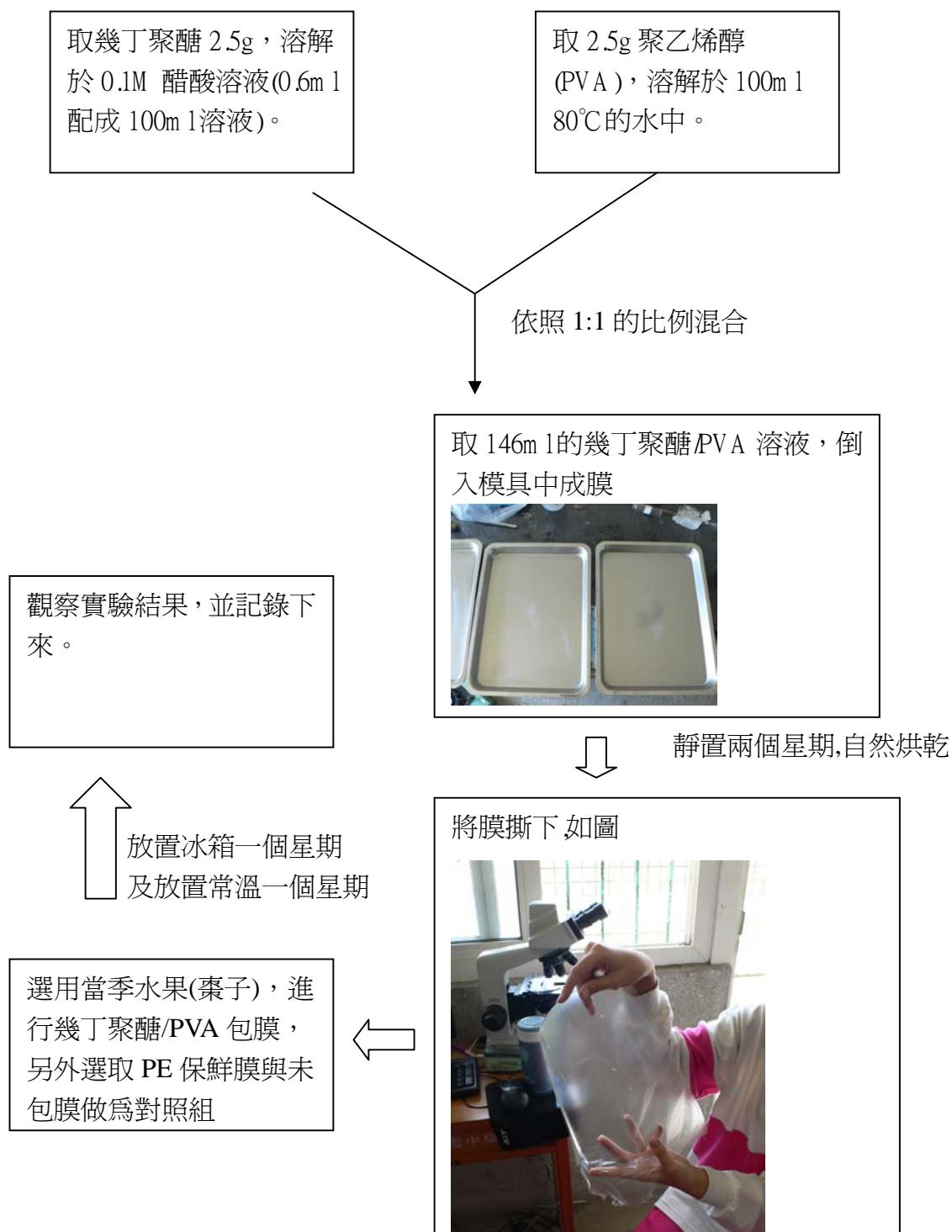
0.5g 幾丁聚醣溶於上述溶液中，用燒杯裝著，貼上標籤 5

※ 使用各標籤的 50m l 幾丁聚醣保鮮液塗抹至桔子上，並

紀錄每天壞的水果數目(每一標籤至少 10 顆桔子)，並定時照相

(三).將實驗過程(二)中最適合的保鮮的幾丁聚醣量(0.5ml)/2.5ml 工研醋，配成 50ml 溶液，分別使用香蕉、橘子、柳丁、木瓜及棗子，將保鮮溶液塗抹至水果上，經過多日後觀察。

(四).幾丁聚醣/PVA 薄膜製備與水果包膜保鮮測試過程



陸、研究結果：

一、探討最佳幾丁聚醣的量/工研醋的保鮮效果

(一)固定變因 溫度(放冰箱)、醋濃度 操縱變因：幾丁聚醣量

紀錄每天腐壞的水果數目(每一標籤至少 10 顆以上)98/10/23~98/11/3

標籤 Day	10/23	10/26	10/28	10/29	10/30	10/31	11/2	11/3	沒壞比率
標籤 1 15 顆	0	1	1	4	4	7	9	10	33%
標籤 2 15 顆	0	1	1	1	1	1	2	4	73%
標籤 3 15 顆	0	1	1	1	1	3	4	5	67%
標籤 4 15 顆	0	2	4	4	4	6	7	8	47%
標籤 5 15 顆	0	0	8	8	8	8	9	9	40%
對照組 50 顆	4	11	14	16	18	17	20	21	58%

	10/23	10/26	10/28	10/29	10/31	11/3
標籤 1						
標籤 2						
標籤 3						
標籤 4						
標籤 5						

對照組						
-----	---	---	---	--	---	---

※ 判斷腐敗標準為：1. 顏色變黑 2. 腐爛 3. 臭酸 等都歸為腐敗

結果：可以知道標籤二最好，沒壞比率為 $(15-4)/15 = 73\%$ 最佳，另外以標籤 1 及標籤 5 都只有約 30~40% 沒壞比率比對照組的 58% 還要差

幾丁聚醣最佳的克數量約是在標籤 3 (0.5g) 時
幾丁聚醣克數過多過少皆不適宜

(二) 固定變因 溫度(放冰箱)、幾丁聚醣量 操縱變因：醋濃度

紀錄每天腐敗的水果數目(每一標籤至少 15 顆以上) 98/11/4~98/11/18

	11/11	11/18	沒壞比率
標籤 1 10 顆	0	5	50%
標籤 2 10 顆	0	4	60%
標籤 3 10 顆	0	1	90%
標籤 4 10 顆	0	5	50%
標籤 5 10 顆	0	10	0%
對照組 50 顆	5	19	62%

98/11/18 觀察其中標籤 4 仍有 5 顆很翠綠的，但標籤 3 有 9 顆沒有壞掉，可以很清楚的知道，最好的工研醋濃度為標籤 3。醋酸濃度太高，會加速桔子的腐敗，醋酸的濃度太低，反倒沒有保鮮的能力，可能是因為幾丁聚醣帶正電強度不佳，保鮮能力較差。

實驗圖片：

	11/11	11/18
標籤 1		
標籤 2		
標籤 3		
標籤 4		
標籤 5		

二、不同水果保鮮的情形

我們更近一步的將其應用於香蕉、橘子、柳丁、木瓜及棗子上。實驗中，我們將幾丁聚醣溶液塗抹至瓜果表皮實驗後，



(一).香蕉

我們發現香蕉實驗組的部份表皮已嚴重潰爛、發黑然而，對照組的部份雖無特顯優良，但與實驗組相較之下確實是良好了許多。

實驗前 98/11/25	放置一個禮拜多(98/12/4)
	
(左為對照組，右為實驗組)	

由此可知，此實驗再香蕉方面並無助益我們認為或許是因為「香蕉表皮滲水不易」導致水及醋酸殘留於香蕉表皮，造成表皮的腐爛。反而，成了種催化劑

(二)橘子

實驗前 98/11/25	放置一個禮拜多(98/12/4)
	
(上為對照組，下為實驗組)	

然而在橘子實驗組的部份，表面鮮綠依舊
 但再將其剖開進一步觀察時，卻發現裡頭已發出異味。
 再對照組的部份雖然表面乾癟，泛黃但切開後並無發現惡臭的現象。



我們推測，或許是因為「橘子表皮可涵養水分」所以在實驗組的部份橘子涵養了幾丁聚醣溶液中的水分，讓表面看起來保持新鮮，但也由於易滲水的特性，導致醋酸等嚴重滲透造成內部的腐壞。

而在對照組的部份上，則是因「缺少水分而造成表乾癟」但對其內部卻尚未有任何影響。

(三)棗子與木瓜

但當我們把幾丁聚醣溶液應用至棗子上時，卻得到了相當不錯的效益

實驗前 98/12/9	放置一個禮拜後 98/12/16

實驗組部份棗子表面尚可，但對照組部份確實已泛黃潰爛。

在木瓜的部份也得到不錯的反應，

實驗組部份表面依舊鮮綠，但對照組部份已有泛黃及表面發生變化的

(四)柳丁

因為柳丁的保存期限太長，不知道是不是有加防腐劑的關係，一個禮拜的時間也看不出差異，最後不做討論。

使用幾丁聚醣溶液來進行對水果的保鮮的方法，似乎還得考慮到水果的特性。所以，綜合了以上結論並經過研討後，我們決定改以製成幾丁聚醣薄膜的方式。來減少溶液對果皮的直接接觸，或許可改善其不便之處。並將應用範圍增廣。我們將幾丁聚醣溶液倒入大型鐵盤中，但考慮到薄膜韌性不佳、易碎裂等問題便添加了聚合物-聚乙烯醇，使的幾丁聚醣PVA 薄膜具有易分解，且低污染的特性與市售保鮮膜相較之下，確實環保了許多，十分符合現今正夯的環保議題。

三、 Chitosan /PVA 薄膜保鮮的情形

(一) 99/2/1~99/2/8 室溫 28°C

	無 (對照組)	包覆保鮮膜 (實驗組)	包覆幾丁聚醣PVA 薄 膜
99/2/1			
99/2/5			
99/2/8			

看起來在室溫下，不管有沒有包膜，保存狀況都不理想。

(二). 99/2/1~99/2/8 冰箱溫度 5°C

	無 (對照組)	包覆保鮮膜 (實驗組)	包覆幾丁聚醣PVA 薄 膜
99/2/1			
99/2/5			
99/2/8			

看起來在冰箱的環境，不管是有沒有包膜，顏色或者水果的硬度都比室溫下好，看起來包覆幾丁聚醣PVA 薄膜的表現上並不佳，反倒是 PE 保鮮膜的效果還比較好一點。

柒、討論：

一. 在尋找最佳保鮮條件時(幾丁聚醣的量與工研醋的量)，之所以會選擇桔子的原因是因為桔子有下列優點：便宜、可以量化，顏色易觀察，其實在實驗前有用

檸檬做過測試，但是單價高，每一個實驗與對照組的顆數只能 3~5 顆，最後在要量化的想法下選擇了桔子這種水果。

二. 因為要使用大量的水果做為實驗，幾乎都採當季台灣較為便宜的水果，不過有些水果似乎有浸潤過類似防腐劑的東西(像柳丁)，保存期限超長，就沒辦法看出差異。

三. 一般製作幾丁聚醣薄膜都是使用醋酸當溶劑，但是再找最佳條件時，我們選擇了可以食用的工研醋做為醋酸的替代品(大約 4.5% 醋酸濃度)，因為考量到如果可以應用，還是要選擇較為天然的物品比較好。

四. 選擇了工研醋之後，幾丁聚醣溶解的能力會比較差一點。

五. 在各種水果保鮮的實驗中，發現不是對每個水果都有保鮮的能力，甚至對於香蕉而言還會加速催熟的情形。醋酸的存在使的橘子雖然表皮很漂亮完整，也沒有失去水分的情形，但是因為醋酸滲透進橘子內部，導致橘子提前腐敗。至於木瓜與棗子倒是在顏色上與保存上有好一點的表現。

六. 因為直接塗抹自製的保鮮劑保鮮情形並不是很理想，我們嘗試將幾丁聚醣參雜在塑膠內，做成像市售的保鮮膜一樣，但是因為學校沒有塑膠射出的設備，最後就想到水溶性塑膠--聚乙烯醇(PVA)來作為與幾丁聚醣來參雜，做成類似 PE 保鮮膜的薄膜，並與真正的 PE 保鮮膜做保鮮測試的比較。

七. 實驗也發現，溫度其實是很重要保鮮的因素，在高溫下即使使用保鮮膜 PE 或自製的幾丁聚醣 PVA 保鮮膜，都沒有太大的效果，腐敗速度很快。

八. 實驗中也有想要嘗試使用幾丁聚醣粉末來進行保鮮測試，但是據文獻研究顯示，幾丁聚醣銨基的質子化是幾丁聚醣保鮮的重要條件，所以我們最後就還是使用幾丁聚醣溶於工研醋中去做測試。

捌、結論：

一. 幾丁聚醣保鮮液的最佳配製條件為 0.5g 的幾丁聚醣溶於工研醋中(使用 2.5m l 的工研醋配成 50m l 的水溶液)

水果	塗抹幾丁聚醣保鮮液保鮮情形
桔子	會形成一層保護膜保護水果外部，顏色與保鮮能力算不錯，故拿來作為尋找最佳條件的水果
柳丁	不管有沒有塗抹保鮮液，存放時間都很久，可能柳丁在採下後有浸潤過防腐劑，看不出來保鮮的能力
橘子	保鮮液對於橘子的外表的顏色或光澤極具有保鮮的能力，但是對於橘子內部卻有加速腐敗的情形，反觀沒有塗保鮮液的橘子雖然乾扁，但是內部並沒有腐敗的情形，所以保鮮液對橘子沒有保鮮能力。
香蕉	保鮮液對於香蕉沒有保鮮的能力，反而加速香蕉的成熟。
棗子	保鮮液對於顏色具有保鮮的能力，內部保存的也不錯
木瓜	保鮮液對於顏色具有保鮮的能力，內部保存的也不錯

總而言之，幾丁聚醣醋酸保鮮液對於水果的保鮮的應用上，僅對部分水果有用，而且在保鮮上效益仍然很有限，實驗組與對照組的差異並不會太大，但是卻看到幾丁聚醣醋酸保鮮液對於水果的顏色保存確有不錯的表現，也許可以用來做為保色劑，應用應該會比較廣

二. 因為保鮮液對於水果保鮮效益不明顯，我們又嘗試了製成塑膠PVA 薄膜來仿照市售 PE 保鮮膜的形式來進行保鮮，結果發現製作成薄膜效益並不佳，在棗子上遠比用保鮮液塗抹的來的差。

玖、參考資料：

- 一. 曾鶯芳(民 97) 以相對電壓探討 Chitosan/PVA 薄膜去除水中餘氯之效能
，國立高雄師範大學化學教學碩士論文
- 二. 王笠安、黃彥樺、陳彥蒲、蘇宸(民 97)，看不見的保鮮膜——幾丁聚醣的萃取與應用，2008 全國科展高中生物(生命科學)科
- 三. 生物資源生物技術期刊第十卷第 3/4 期(2008)，幾丁聚醣抗菌能力探討，淡江大學生命科學研究中心。

【評語】030807

1. 簡易的構想與實驗，得到還不錯之效果。
2. 對於水果腐壞情形，若能設計更具科學性的量測方法，則實驗數據將更具說服力。