

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 農業與食品學科

佳作

052202

蝦殼哇哇挖-幾丁聚醣薄膜之研究

學校名稱：國立大甲高級中學

作者： 高一 呂品葳 高一 王沛星 高一 洪佳妤	指導老師： 黃嘉男
---	------------------

關鍵詞：蝦殼、保鮮膜、幾丁質

摘要

以蝦殼為原料，清洗、晾乾，經鹽酸去除碳酸鈣、氫氧化鈉去除蛋白質後磨碎得幾丁質，再經去乙酰化後得幾丁聚醣。醋酸和水依照 5 種不同比例的溶液倒入模具晾乾成幾丁聚醣薄膜 A、B、C、D、E，與市售保鮮膜包覆吐司和蘋果做比較。幾丁聚醣薄膜能透氣但無法保留水分，保鮮吐司的狀況良好，蘋果反之。配置培養基，以幾丁聚醣薄膜和市售保鮮膜覆蓋，觀察細菌滋生狀況，發現幾丁聚醣薄膜 B 的菌絡數較少，其餘與市售保鮮膜無太大差異，自製幾丁聚醣薄膜在此方面可取代市售保鮮膜。將幾丁聚醣膜包覆在裝水的杯口後以高溫蒸煮，發現它完好如初，僅顏色稍有變化，變軟、富有彈性且不易破裂，幾丁聚醣薄膜能在蒸煮食物時取代市售保鮮膜避免塑化劑的危害。

壹、研究動機

每每到餐廳用餐時，我們最喜歡的菜餚便非雞湯莫屬，總是迫不及待的希望能夠儘快品嚐，但是這道佳餚總是以市售保鮮膜包覆著，這讓我們反思：「當市售保鮮膜遇到高溫時難道不會產生塑化劑嗎？」。因此，對於這樣的問題，我們一直困惑著如何找到解決之道……。



圖 1 包覆市售保鮮膜進行高溫炊煮的雞湯

於是在一次閱讀科學相關書籍的過程，我們意外地發現許多海底動物的外殼中都具有幾丁質這種成分，它是一種陽離子型含胺多醣類，具備高生物相容性、生物可分解性、生物黏著性以及抗菌性等實用特性。重要的是它無毒、無副作用，這實在是給了我們一個極大的靈感，讓我們絞盡腦汁許久的問題終於得到了滿意的解答。我們突發奇想，決定以它的抗黴菌性開始著手，以身邊容易取得又不需花費龐大金額的廢棄蝦殼作為材料，進行將幾丁質製成形似保鮮膜的幾丁聚醣薄膜實驗，希望可以透過廢棄物回收再利用的概念，取代現今市售的塑膠保鮮膜，避免塑化劑再度產生，以環保的廢棄蝦殼救地球。



圖 2 將廢棄蝦殼磨製成的幾丁質粉末

貳、研究目的





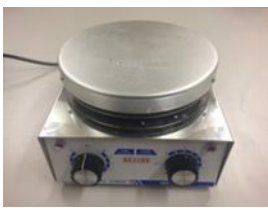



以廢棄蝦殼萃取出幾丁質，經由去乙酰化得幾丁聚醣進而製作成薄膜，並開始和市售保鮮膜進行比較測試。



















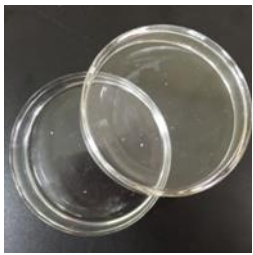
- 一、以幾丁聚醣薄膜包覆吐司，和市售保鮮膜進行比較，探討其保鮮程度。
- 二、以幾丁聚醣薄膜包覆蘋果，和市售保鮮膜進行比較，探討其保鮮程度。
- 三、以幾丁聚醣薄膜包覆固態培養基，和市售保鮮膜進行比較，探討其細菌滋生程度。
- 四、以幾丁聚醣薄膜和市售保鮮膜一同進行高溫炊煮一小時，探討其在高溫潮濕狀態下，是否能較市售保鮮膜不易破裂，並測試兩者在炊煮前後的耐重程度。

參、研究設備及器材

本研究使用的設備說明(如表 1)

表 1 本研究使用的相關設備、儀器、化學藥品

名稱	pH 質測量計	電子秤	研磨機	量筒
圖片				
備註	測量溶液酸鹼值	秤量粉末及溶液重量	將蝦殼磨碎成粉末	測量水的體積
名稱	電磁加熱攪拌器	500c. c. 燒杯	玻璃棒	鑷子
圖片				
備註	加熱物質	進行反應實驗	將溶液攪拌均勻	夾蝦殼

名稱	湯匙	滴管	畫筆	鐵盤
圖片				
備註	盛裝粉末	用來滴定溶液，減低誤差值	將氣泡去除	盛裝幾丁聚醣溶液
名稱	鹽酸 HCl	氫氧化鈉 NaOH	丙酮 C ₃ H ₆ O	醋酸 CH ₃ COOH
圖片				
備註	去除蝦殼中的碳酸鈣	去除蝦殼中的蛋白質	去除蝦殼中的蝦輕素	加入幾丁聚醣水溶液進行反應
名稱	電鍋	砝碼	杯子	模型
圖片				
備註	進行炊煮測試	測試薄膜耐重程度	裝水進行炊煮	製作吐司實驗
名稱	蛋白脛	酵母抽出物	葡萄糖	洋菜粉
圖片				
備註	提供培養基蛋白質	培養基中最為完整的發酵生物營養劑	提供培養基能量及合成細胞所需物質	使培養基的型態改變為固態
名稱	滅菌鍋	恆溫培養機	無菌操作台	培養皿
圖片				
備註	以高溫高壓消滅器材中的細菌	給予培養基適當的生長環境	進行培養基分裝	盛裝培養基

肆、研究過程或方法

本研究研究步驟流程圖(如下圖 3)，其說明及實驗方法敘述於後。

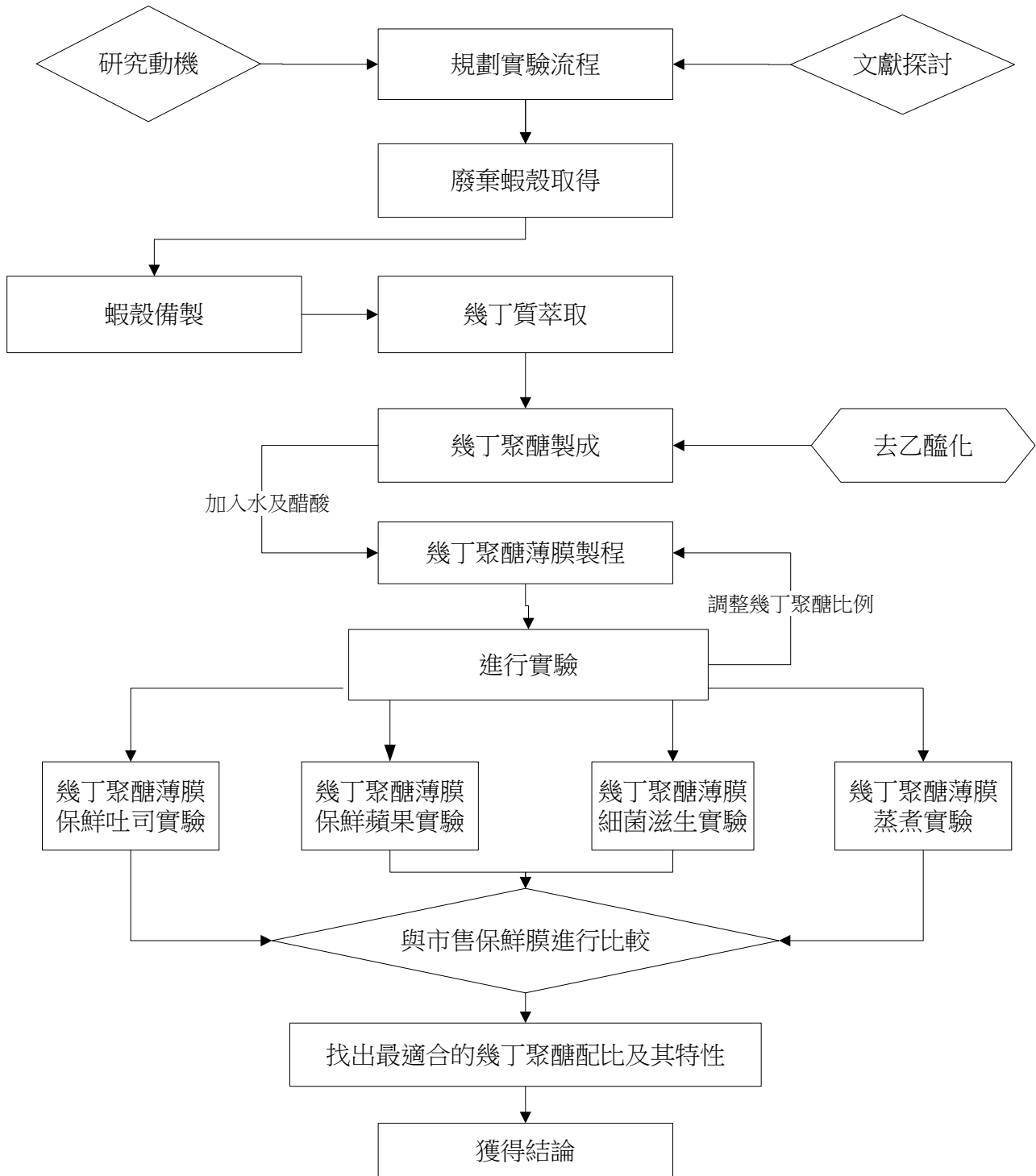


圖 3 實驗流程圖

一、蝦殼萃取幾丁質

要從蝦蟹殼中萃取出幾丁質，有兩種可行的方式：化學法&酵素法。化學法，以高濃度鹽酸溶液(強酸)和高濃度氫氧化鈉溶液(強鹼)先後作用，去除其所含的雜質後，所得到的物質即為成品。酵素法，以乳酸菌發酵後所產生的大量有機酸去除礦物質，再以蛋白酶生產的菌物進行去蛋白作用，得到的產物。從這兩項步驟中，我們所選擇的是「化學法」，其原因在於較於便利、材料取得較容易，操作快速等。不過相對的，其危險性高於酵素法。化學法萃取幾丁質，步驟如下：

(一) 蝦殼和鹽酸反應：將 4.5g 去頭蝦殼和 500c.c.10M 的鹽酸進行反應，均勻攪拌 30 分鐘後，以清水洗至 pH 值接近中性。目的：去除蝦殼中的碳酸鈣(如圖 3)。

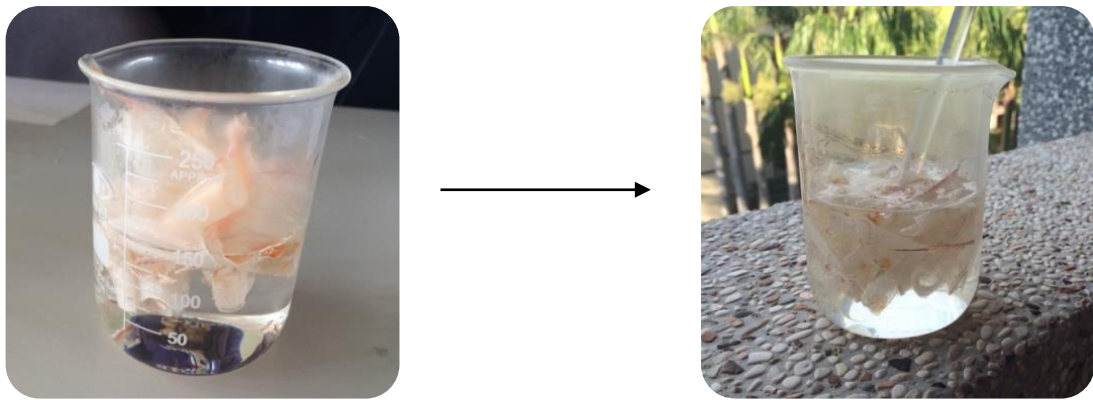


圖 4 蝦殼和鹽酸反應

(二) 蝦殼和丙酮反應：將上述洗淨後的蝦殼和少量丙酮反應，均勻攪拌 10 分鐘後，以清水洗至 pH 值接近中性。目的：去除蝦殼中的蝦青素，使蝦殼顏色呈現接近透明狀。

(三) 蝦殼和氫氧化鈉反應：將上述洗淨後的蝦殼和 500c.c.12.5M 的氫氧化鈉反應，均勻攪拌 60 分鐘後，以清水洗至 pH 值接近中性。目的：去除蝦殼中的蛋白質(如圖 4)。

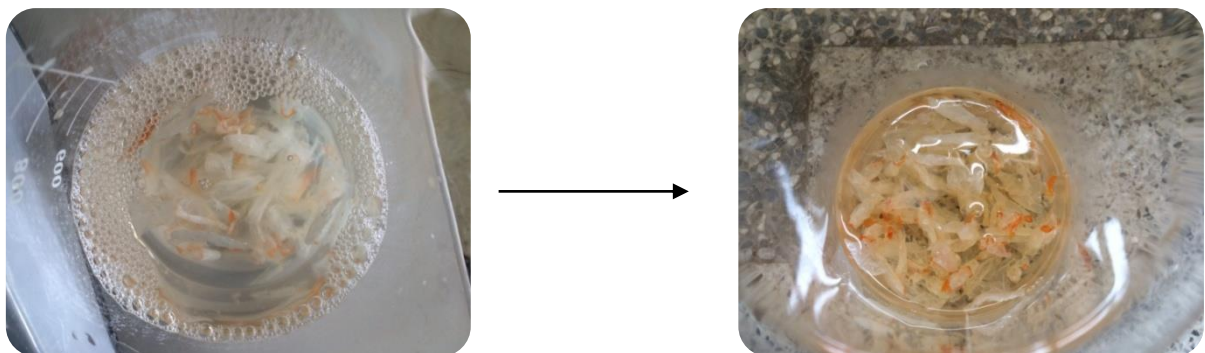


圖 5 蝦殼和氫氧化鈉反應

二、幾丁質去乙醯化得到幾丁聚醣

成功將幾丁質萃取出來後，必須經過去乙醯化才能得到幾丁聚醣。步驟如下：

- (一) 將已去除碳酸鈣和蛋白質的幾丁質，加入 50% 的氫氧化鈉水溶液，以 80°C 加熱 2 小時。
(如圖 6)。

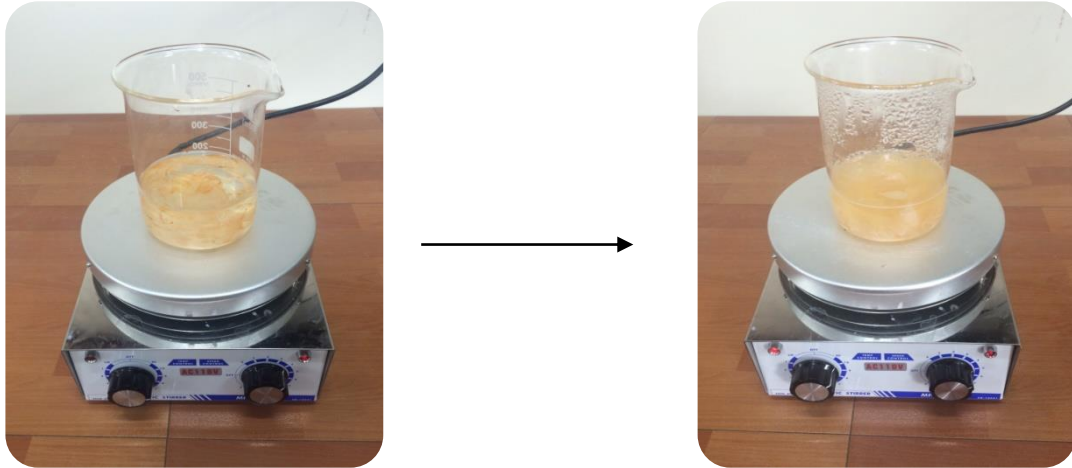


圖 6 將幾丁質置於氫氧化鈉水溶液中進行加熱

- (二) 再將原來幾丁質上的乙醯基 ($-\text{NHCOCH}_3$) 轉變為胺基 ($-\text{NH}_2$)，也就是去乙醯化後的蝦殼，將其從溶液中撈起。(如圖 7)。



圖 7 將去乙醯化後的蝦殼撈起，放入水中

- (三) 磨碎成粉末：將洗淨後 pH 值接近於 7 的蝦殼放入磨碎機絞碎成粉末狀。(如圖 8)。

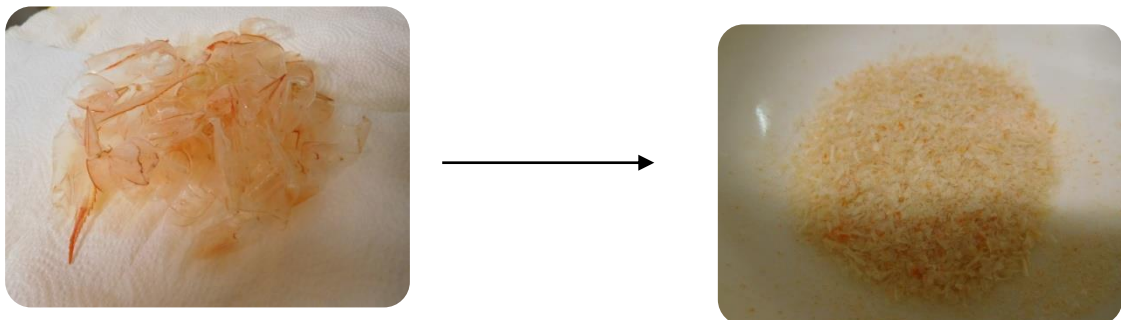


圖 8 蝦殼絞碎成粉末

三、幾丁聚醣製成幾丁聚醣薄膜

接著，我們將幾丁聚醣與水、醋酸融合，開始製作幾丁聚醣薄膜。幾丁聚醣製成薄膜，步驟如下：

表 2 幾丁聚醣製成幾丁聚醣薄膜實驗

- (1)將 6g 幾丁聚醣完全溶入 200ml 的水中，再加入 1g 的醋酸攪拌均勻後，將溶液倒入模具中，貼上幾丁聚醣薄膜 A
- (2)將 5g 幾丁聚醣完全溶入 100ml 的水中，再加入 1g 的醋酸攪拌均勻後，將溶液倒入模具中，貼上幾丁聚醣薄膜 B
- (3)將 10g 幾丁聚醣完全溶入 200ml 的水中，再加入 1g 的醋酸攪拌均勻後，將溶液倒入模具中，貼上幾丁聚醣薄膜 C
- (4)將 7g 幾丁聚醣完全溶入 100ml 的水中，再加入 1g 的醋酸攪拌均勻後，將溶液倒入模具中，貼上幾丁聚醣薄膜 D
- (5)將 14g 幾丁聚醣完全溶入 200ml 的水中，再加入 1g 的醋酸攪拌均勻後，將溶液倒入模具中，貼上幾丁聚醣薄膜 E



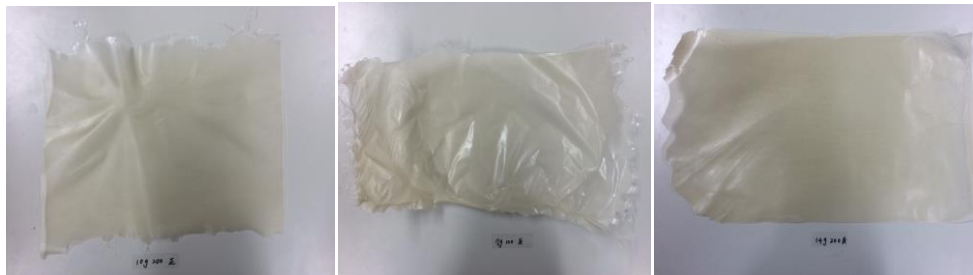
↓ 放置在室溫下使其自然烘乾 2-3 天，將膜一一撕下

表 3 編號 A 到 E 的幾丁聚醣薄膜成品



幾丁聚醣薄膜 A

幾丁聚醣薄膜 B



幾丁聚醣薄膜 C

幾丁聚醣薄膜 D

幾丁聚醣薄膜 E

實驗說明：

1. (1)先以 100g 的水為基礎，分別加入 3、5、7g 的幾丁聚醣粉末以及 1g 的醋酸來製作薄膜，在過程中我們發現若以 100 公克的水加入 3g 的幾丁聚醣粉末以及 1g 的醋酸，製作出來的薄膜會因為太薄而無法成功撕取，因此將它改為兩倍厚度，也就是 200g 的水加入 6g 的幾丁聚醣粉末以及 1g 的醋酸。
2. (2)(3)以 100g 的水含 5g 幾丁聚醣粉末和 1g 醋酸的量，製作幾丁聚醣 B 薄膜，再以相同比例、兩倍厚度製作幾丁聚醣 C 薄膜，來測試其保鮮的程度有無差異。
3. (4)(5)以 100g 的水含 7g 幾丁聚醣粉末和 1g 醋酸的量，製作幾丁聚醣 D 薄膜，再以相同比例、兩倍厚度製作幾丁聚醣 E 薄膜，來測試其保鮮的程度有無差異。

四、進行實驗

我們將製作出來的幾丁聚醣薄膜與市售保鮮膜開始進行實驗，探討幾丁聚醣薄膜中，最佳幾丁聚醣份量和保鮮食品的效果。幾丁聚醣薄膜成品，兩面具有不同觸感，一為粗糙面，一為光滑面，我們以粗糙面作為正面、光滑面作為背面。使用模具將實驗用的吐司裁成相同大小，為 4.5x4.5 平方公分，再以 10x10 平方公分的幾丁聚醣薄膜包覆之，開始進行以下實驗。實驗分為三個部分，分別是吐司、蘋果、培養基和蒸煮測試。

實驗步驟如下：

(一)吐司實驗

將吐司邊去除後裁成 4.5cmx4.5cm 的大小，將此設定為實驗對象，以幾丁聚醣薄膜 A、B、C、D、E 與市售保鮮膜各 100cm² 包覆之，進行 2016 年 4 月 9 日到 2016 年 4 月 14 日六天的觀察。為了增加準確度，我們做了 5 組實驗，相互對照，使實驗結果能更加精細。以下是我們以幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗時，測試其重量變化的詳細表格以及當日乾溼度詳表。

表 4 每日乾溼度



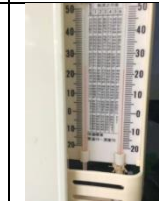



	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
乾溼溫度計						
溫度	27°C	25°C	24°C	24°C	25°C	25°C
濕度	92%	92%	91%	91%	91%	91%

表 5 幾丁聚醣包覆吐司實驗一

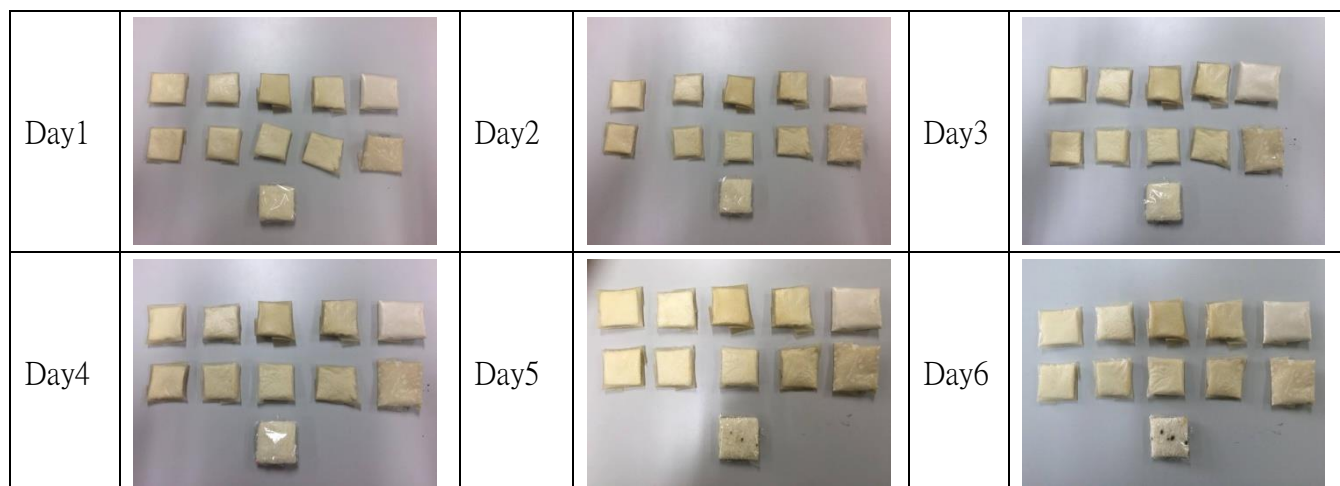


表 6 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗一之原始重量表

	幾丁聚醣薄膜(g)	吐司(g)	總重(g)
幾丁聚醣薄膜 A 正面	0.6	4.4	5.0
幾丁聚醣薄膜 A 背面	0.6	4.2	4.8
幾丁聚醣薄膜 B 正面	0.2	4.0	4.2
幾丁聚醣薄膜 B 背面	0.4	4.3	4.7
幾丁聚醣薄膜 C 正面	1.3	4.1	5.4
幾丁聚醣薄膜 C 背面	0.5	3.5	4.0
幾丁聚醣薄膜 D 正面	1.1	4.3	5.4
幾丁聚醣薄膜 D 背面	0.8	3.8	4.6
幾丁聚醣薄膜 E 正面	2.0	4.4	6.4
幾丁聚醣薄膜 E 背面	1.7	4.4	6.1
市售保鮮膜	0.4	3.9	4.3

表 7 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗一之吐司重量(g)變化情形

	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
幾丁聚醣薄膜 A 正面	4.4	3.3	3.1	3.2	3.2	3.3
幾丁聚醣薄膜 A 背面	4.2	2.9	3.0	2.9	2.9	3.1
幾丁聚醣薄膜 B 正面	4.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1
幾丁聚醣薄膜 B 背面	4.3	3.3	3.1	3.2	3.2	3.3
幾丁聚醣薄膜 C 正面	4.1	3.1	2.9	3.0	3.0	3.2
幾丁聚醣薄膜 C 背面	3.5	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7
幾丁聚醣薄膜 D 正面	4.3	3.2	3.0	3.1	3.0	3.1
幾丁聚醣薄膜 D 背面	3.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7
幾丁聚醣薄膜 E 正面	4.4	3.2	3.0	3.2	3.1	3.2
幾丁聚醣薄膜 E 背面	4.4	3.3	3.1	3.1	3.1	3.2
市售保鮮膜	3.9	4.3	4.1	4.0	3.9	3.9

表 8 幾丁聚醣包覆吐司實驗二

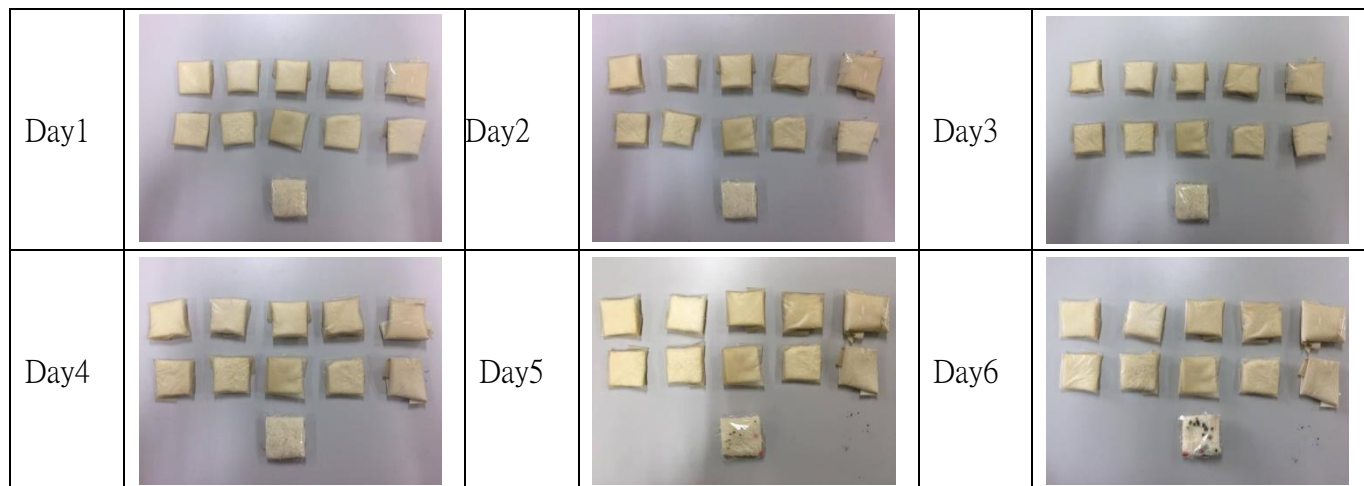


表 9 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗二之原始重量表

	幾丁聚醣薄膜(g)	吐司(g)	總重(g)
幾丁聚醣薄膜 A 正面	0.6	4.4	5.0
幾丁聚醣薄膜 A 背面	0.7	4.1	4.8
幾丁聚醣薄膜 B 正面	0.4	4.0	4.4
幾丁聚醣薄膜 B 背面	0.6	3.7	4.3
幾丁聚醣薄膜 C 正面	1.1	3.4	4.5
幾丁聚醣薄膜 C 背面	0.9	3.3	4.2
幾丁聚醣薄膜 D 正面	0.8	5.1	5.9
幾丁聚醣薄膜 D 背面	0.4	4.7	5.1
幾丁聚醣薄膜 E 正面	1.9	4.3	6.2
幾丁聚醣薄膜 E 背面	1.3	3.7	5.0
市售保鮮膜	0.4	3.9	4.3

表 10 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗二之吐司重量(g)變化情形

	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
幾丁聚醣薄膜 A 正面	4.4	3.1	3.0	3.1	3.0	3.1
幾丁聚醣薄膜 A 背面	4.1	2.9	2.8	2.8	2.8	2.9
幾丁聚醣薄膜 B 正面	4.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0
幾丁聚醣薄膜 B 背面	3.7	2.7	2.6	2.7	2.7	2.8
幾丁聚醣薄膜 C 正面	3.4	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6
幾丁聚醣薄膜 C 背面	3.3	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5
幾丁聚醣薄膜 D 正面	5.1	3.8	3.5	3.6	3.5	3.6
幾丁聚醣薄膜 D 背面	4.7	3.4	3.2	3.3	3.2	3.3
幾丁聚醣薄膜 E 正面	4.3	3.2	3.0	3.0	2.9	3.1
幾丁聚醣薄膜 E 背面	3.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6
市售保鮮膜	3.9	3.8	3.7	3.6	3.6	3.6

表 11 幾丁聚醣包覆吐司實驗三

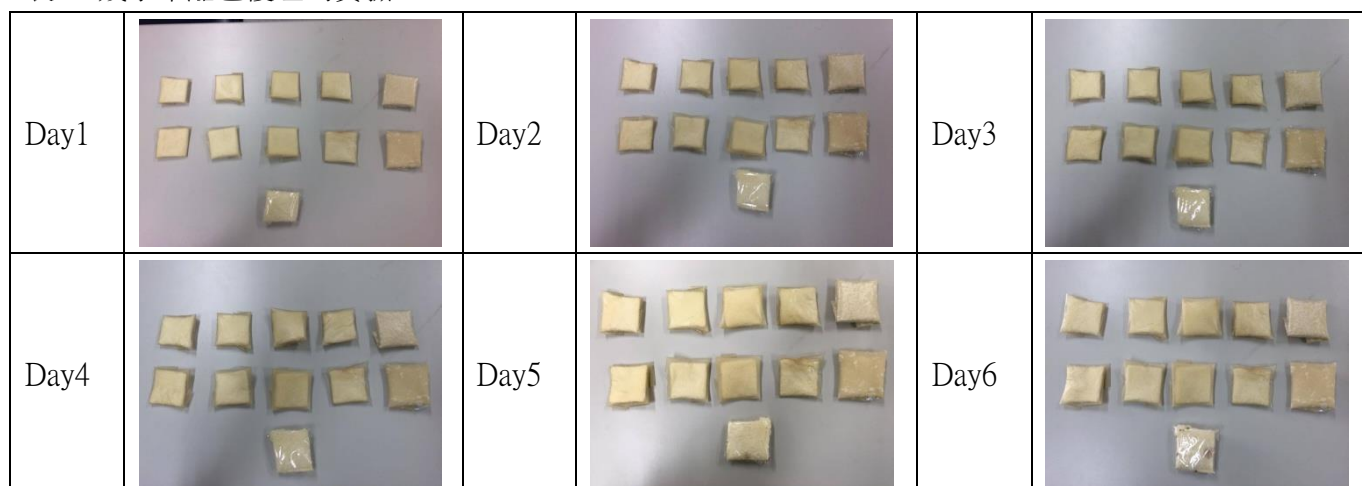


表 12 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗三之原始重量表

	幾丁聚醣薄膜(g)	吐司(g)	總重(g)
幾丁聚醣薄膜 A 正面	0.7	4.2	4.9
幾丁聚醣薄膜 A 背面	0.8	4.3	5.1
幾丁聚醣薄膜 B 正面	0.8	3.5	4.3
幾丁聚醣薄膜 B 背面	0.5	4.0	4.5
幾丁聚醣薄膜 C 正面	1.0	4.3	5.3
幾丁聚醣薄膜 C 背面	1.0	3.6	4.6
幾丁聚醣薄膜 D 正面	0.9	4.6	5.5
幾丁聚醣薄膜 D 背面	0.4	4.6	5.0
幾丁聚醣薄膜 E 正面	1.7	3.9	5.6
幾丁聚醣薄膜 E 背面	2.0	5.3	7.3
市售保鮮膜	0.4	4.0	4.4

表 13 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗三之吐司重量(g)變化情形

	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
幾丁聚醣薄膜 A 正面	4.2	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9
幾丁聚醣薄膜 A 背面	4.3	3.1	2.9	3.0	3.0	3.0
幾丁聚醣薄膜 B 正面	3.5	2.6	2.5	2.6	2.5	2.5
幾丁聚醣薄膜 B 背面	4.0	2.9	2.8	2.8	2.9	2.9
幾丁聚醣薄膜 C 正面	4.3	3.3	3.1	3.2	3.2	3.2
幾丁聚醣薄膜 C 背面	3.6	2.8	2.6	2.7	2.7	2.7
幾丁聚醣薄膜 D 正面	4.6	3.4	3.1	3.2	3.2	3.2
幾丁聚醣薄膜 D 背面	4.6	3.5	3.3	3.3	3.5	3.4
幾丁聚醣薄膜 E 正面	3.9	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7
幾丁聚醣薄膜 E 背面	5.3	5.6	5.3	5.4	5.5	5.4
市售保鮮膜	4.0	4.1	3.9	3.9	3.9	3.8

表 14 幾丁聚醣包覆吐司實驗四

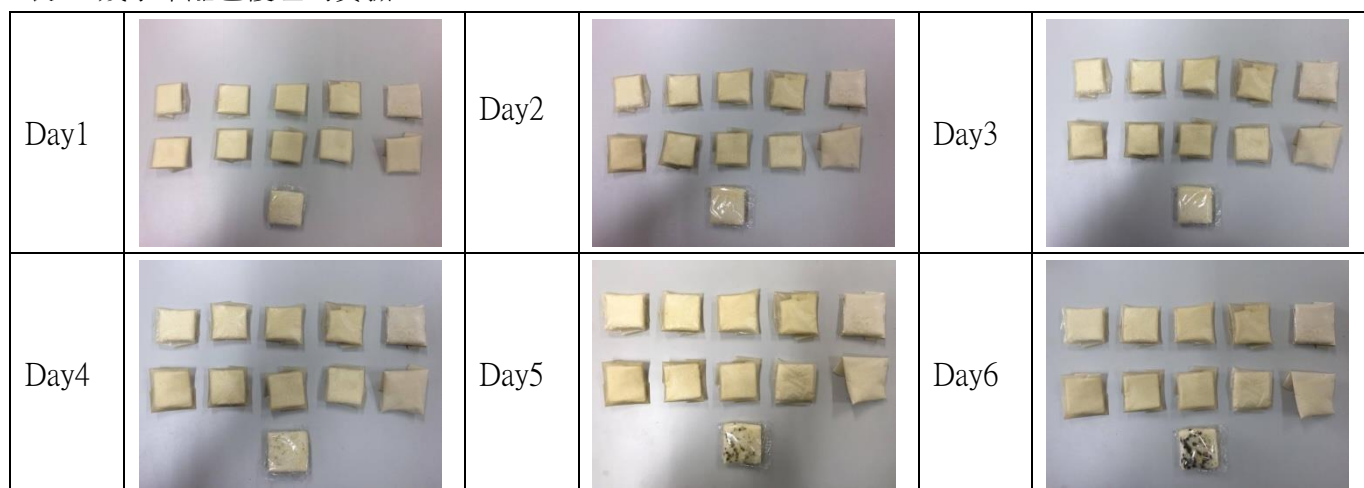


表 15 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗四之原始重量表

	幾丁聚醣薄膜(g)	吐司(g)	總重(g)
幾丁聚醣薄膜 A 正面	0.6	3.8	4.4
幾丁聚醣薄膜 A 背面	1.1	4.4	5.5
幾丁聚醣薄膜 B 正面	0.7	3.9	4.6
幾丁聚醣薄膜 B 背面	0.9	3.8	4.7
幾丁聚醣薄膜 C 正面	1.1	3.9	5.0
幾丁聚醣薄膜 C 背面	0.8	4.2	5.0
幾丁聚醣薄膜 D 正面	1.1	4.4	5.5
幾丁聚醣薄膜 D 背面	0.5	4.3	4.8
幾丁聚醣薄膜 E 正面	1.8	4.0	5.8
幾丁聚醣薄膜 E 背面	1.1	3.9	5.0
市售保鮮膜	0.4	3.9	4.3

表 16 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗四之吐司重量(g)變化情形

	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
幾丁聚醣薄膜 A 正面	3.8	2.7	2.6	2.7	2.8	2.7
幾丁聚醣薄膜 A 背面	4.4	3.2	3.0	3.1	3.2	3.1
幾丁聚醣薄膜 B 正面	3.9	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8
幾丁聚醣薄膜 B 背面	3.8	2.9	2.8	2.8	2.9	2.8
幾丁聚醣薄膜 C 正面	3.9	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9
幾丁聚醣薄膜 C 背面	4.2	2.9	2.7	2.8	2.8	2.7
幾丁聚醣薄膜 D 正面	4.4	3.1	2.9	2.9	3.0	3.0
幾丁聚醣薄膜 D 背面	4.3	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9
幾丁聚醣薄膜 E 正面	4.0	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7
幾丁聚醣薄膜 E 背面	3.9	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8
市售保鮮膜	3.9	4.2	4.0	2.9	2.8	2.7

表 17 幾丁聚醣包覆吐司實驗五

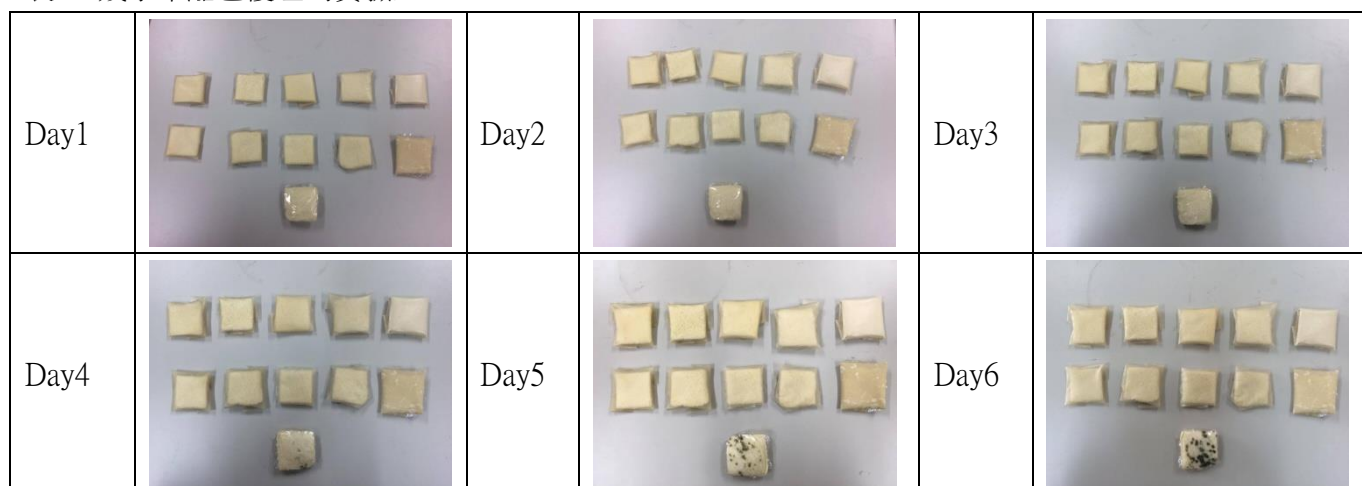


表 18 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗五之原始重量表

	幾丁聚醣薄膜(g)	吐司(g)	總重(g)
幾丁聚醣薄膜 A 正面	0.8	4.7	5.5
幾丁聚醣薄膜 A 背面	0.6	4.4	5.0
幾丁聚醣薄膜 B 正面	0.6	3.7	4.3
幾丁聚醣薄膜 B 背面	0.6	4.4	5.0
幾丁聚醣薄膜 C 正面	1.0	4.2	5.2
幾丁聚醣薄膜 C 背面	0.5	3.8	4.3
幾丁聚醣薄膜 D 正面	0.6	6.1	6.7
幾丁聚醣薄膜 D 背面	0.4	5.0	5.4
幾丁聚醣薄膜 E 正面	1.9	4.0	5.9
幾丁聚醣薄膜 E 背面	1.8	3.5	5.3
市售保鮮膜	0.4	3.8	4.2

表 19 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗五之吐司重量(g)變化情形

	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
幾丁聚醣薄膜 A 正面	4.7	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2
幾丁聚醣薄膜 A 背面	4.4	3.3	3.1	3.0	3.2	3.1
幾丁聚醣薄膜 B 正面	3.7	2.6	2.5	2.7	2.7	2.8
幾丁聚醣薄膜 B 背面	4.4	3.3	3.1	3.3	3.3	3.3
幾丁聚醣薄膜 C 正面	4.2	2.9	2.8	2.9	3.0	3.0
幾丁聚醣薄膜 C 背面	3.8	2.4	2.2	2.3	2.4	2.4
幾丁聚醣薄膜 D 正面	6.1	4.6	4.2	4.2	4.2	4.2
幾丁聚醣薄膜 D 背面	5.0	3.7	3.5	3.5	3.6	3.7
幾丁聚醣薄膜 E 正面	4.0	2.7	2.5	2.6	2.5	2.6
幾丁聚醣薄膜 E 背面	3.5	3.3	3.5	4.1	4.1	4.1
市售保鮮膜	3.8	3.6	3.5	3.6	3.5	3.3

最後將 5 次實驗總重量平均，得到下表

表 20 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗 1—5 之平均重量(g)變化情形

	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6
幾丁聚醣薄膜 A	100	71.3	69.2	69.9	70.6	70.9
幾丁聚醣薄膜 B	100	72.1	69.9	71	71.4	72.7
幾丁聚醣薄膜 C	100	73.5	71	73	73.2	74.7
幾丁聚醣薄膜 D	100	74.8	71.4	73.1	74	74.5
幾丁聚醣薄膜 E	100	73.8	69.9	71.7	72.1	74.8
市售保鮮膜	100	94.7	94.2	94.6	94.6	94.9

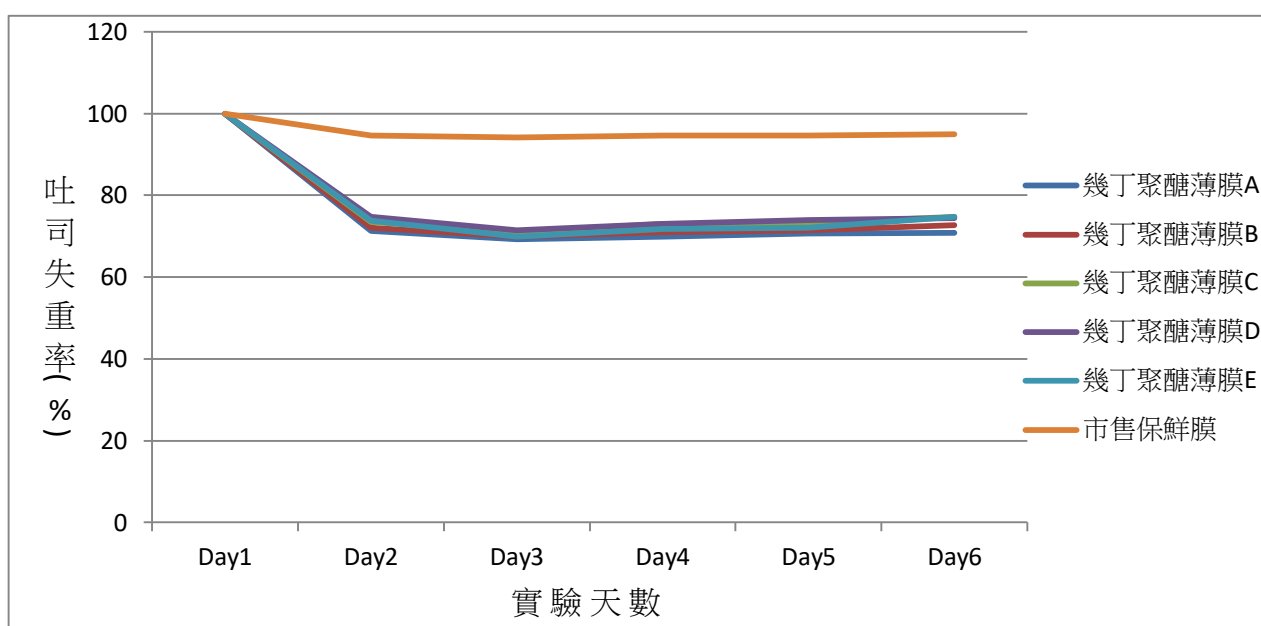


圖 9 幾丁聚醣薄膜包覆吐司實驗重量變化折線圖

表 21 吐司實驗對照組放大圖

	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天
市售保鮮膜組						
幾丁聚醣薄膜組						

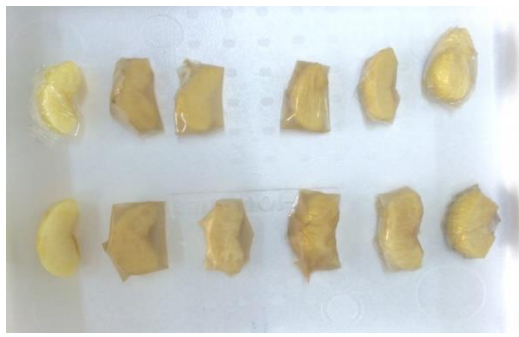
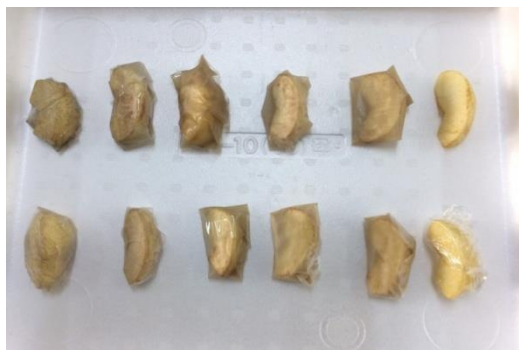
實驗結果：





1. 實驗情形我們發現以市售保鮮膜包覆的吐司，在實驗進行前三天，表面狀況良好無異狀，質地柔軟，看似一般剛做好的吐司。然而，在實驗進行到第四天時，吐司開始出現發霉小黑點，隨著時間的增長，其發霉面積也從 1/50 擴大成 2/3 的吐司總面積。由此可知，市售保鮮膜具有不透氣的效果，可將水分保留於食物中，但卻使麵包容易發黴。
2. 以我們製作的幾丁聚醣薄膜包覆的吐司，比起市售保鮮膜，大約在第二天開始出現相異點，質地變硬且乾燥，當以市售保鮮膜包覆的吐司開始發霉時，以幾丁聚醣薄膜包覆的卻沒有出現發霉的情形。由此可知，幾丁聚醣薄膜具有透氣、水分易散失的特性，不易造成麵包發霉。
3. 經由五組實驗可得知，以保鮮膜包覆的吐司其重量變化情形較為穩定，然而，以幾丁聚醣薄膜包覆者的重量，不論何種濃度或厚度，都有著極為相似的規律性，其中，為幾丁聚醣薄膜 E 較為特別，在最後一天時重量變輕許多，其他則照著自己的規律重量不定。
4. 實驗結果發現，以幾丁聚醣薄膜包覆的吐司，在前兩天其重量明顯下降，之後重量沒有明顯的變化。至於保鮮膜的重量隨著天數逐漸下降，但其變化幅度無較幾丁聚醣薄膜劇烈。

(二)蘋果

將蘋果切成片狀後設定為實驗對象，以幾丁聚醣薄膜 A、B、C、D、E 與市售保鮮膜包覆之，進行 2016 年 3 月 6 日到 2016 年 3 月 11 日為期一個禮拜左右的觀察。

表 22 幾丁聚醣薄膜包覆蘋果實驗

	蘋果實驗狀況	詳細說明
Day1		蘋果進行實驗 Day1 所有蘋果狀況良好，新鮮保有香氣。
Day2		蘋果進行實驗 Day2 以幾丁聚醣薄膜包覆的蘋果開始氧化，而包覆市售保鮮膜的蘋果看起來較為新鮮且富含水分。

Day3		<p>蘋果進行實驗 Day3</p> <p>以幾丁聚醣薄膜包覆的蘋果氧化程度加大，包覆市售保鮮膜的蘋果變化不大。</p>
Day4		<p>蘋果進行實驗 Day4</p> <p>以幾丁聚醣薄膜包覆的蘋果氧化程度持續擴張，包覆市售保鮮膜的蘋果看起來與第一天仍無太大差異。</p>
Day5		<p>蘋果進行實驗 Day5</p> <p>以幾丁聚醣薄膜 A 包覆的蘋果氧化程度最大，包覆市售保鮮膜的蘋果開始稍微氧化。</p>
Day6		<p>蘋果進行實驗 Day6</p> <p>以幾丁聚醣薄膜 A、B 包覆的蘋果腐爛最為嚴重，而市售保鮮膜的氧化程度較小。</p>

實驗結果：

1. 實驗情形我們發現以幾丁聚醣薄膜包覆的水果，在進行實驗的第二天便開始氧化，且隨著時間的增加，氧化程度也明顯變大不少，其中又以第五天起幾丁聚醣薄膜 A、B 的變化最為明顯，由此可知幾丁聚醣薄膜可能因為會透氣、無法保留水分，所以使得蘋果發霉情形嚴重。
2. 以市售保鮮膜包覆的蘋果，和幾丁聚醣薄膜包覆的相較之下，在第五天才開始稍微氧化，

且在時間增加的狀況下，氧化情況也沒有變得糟，可能跟市售保鮮膜可保留水分有關。

(三)「幾丁聚醣薄膜」與「市售保鮮膜」細菌滋生的比較實驗

配置固態培養基作為實驗對象，以經過紫外線殺菌過的幾丁聚醣薄膜 B、D、E 與市售保鮮膜包覆之，進行 2016 年 6 月 4 日至 2016 年 6 月 6 日為期 48 小時的觀察。為了增加準確度，我們做 4 組實驗，相互對照，使實驗結果能更加精細。

1、配置固態培養基

- (1) 先在 800ml 中的水加入 5g 的蛋白胨、2.5g 的酵母抽出物、1g 的葡萄糖和 15g 的洋菜粉，再加水直至總體積為 1000ml 為止。
- (2) 將其以 300°C 加熱 1 小時煮沸後放入滅菌鍋，以 1.1kg/cm² 的壓力和 121°C 的高溫進行滅菌處理。
- (3) 在無菌操作台將固態培養基分裝到 20 個培養皿，待其冷卻凝固，放置於空氣中暴露 10 分鐘。

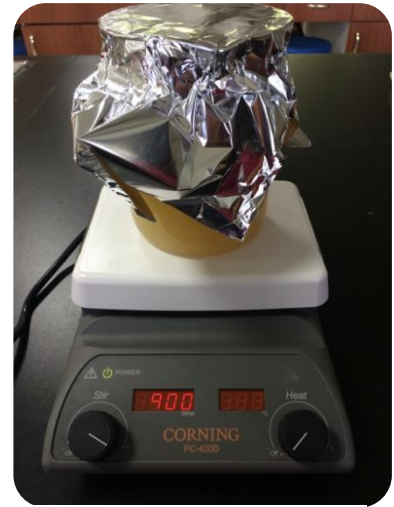


圖 9 配置固態培養基

- (4) 將已經過紫外線殺菌的幾丁聚醣薄膜 B、D、E 和市售保鮮膜包覆於培養皿上，與未加蓋培養皿和加蓋培養皿，各做 4 組實驗，一同放入 37°C 的恆溫培養機，進行為期 48 小時的細菌培養。

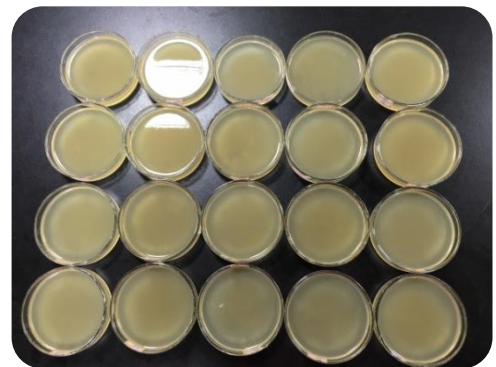


圖 10 固態培養基放置於空氣中暴露



圖 11 進行為期 48 小時的細菌培養

2、抗菌結果

表 23 未加蓋組（觀察結果：菌落數量 0 個）

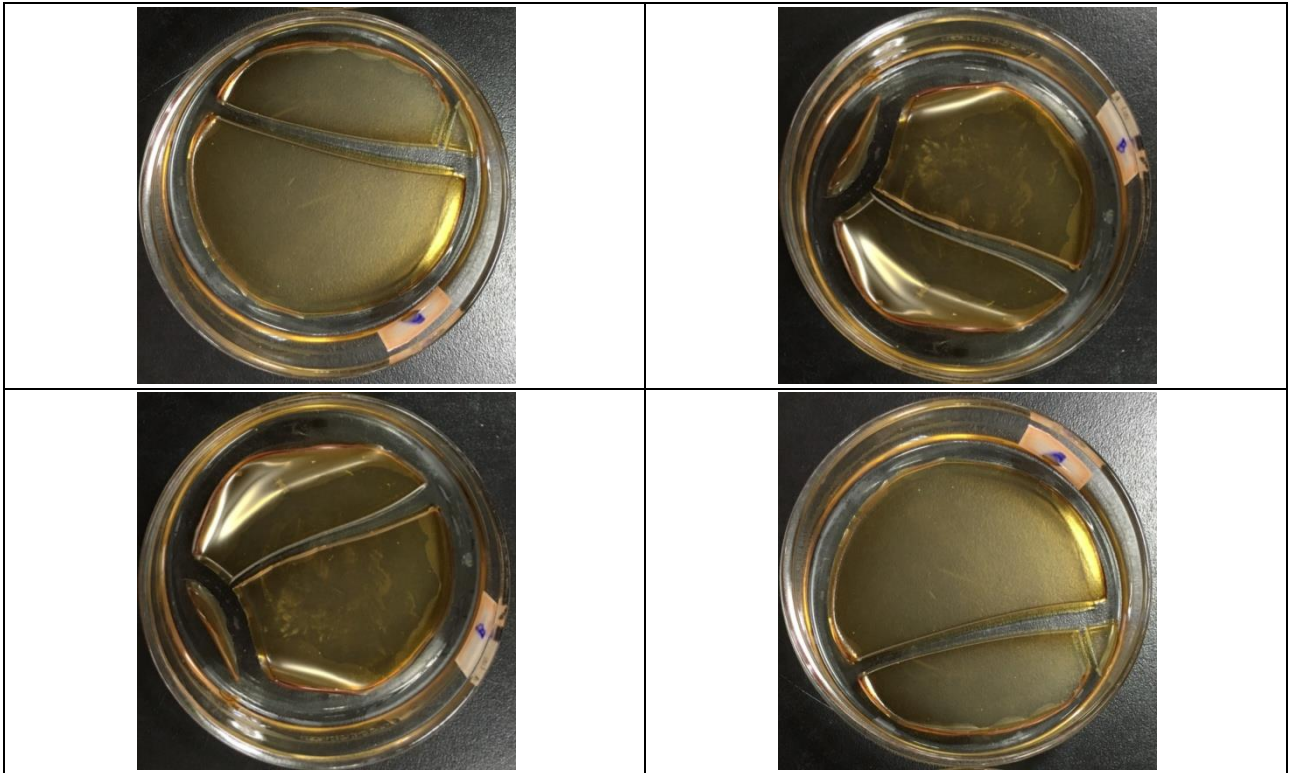


表 24 加蓋組（觀察結果：菌落數量 2 個）

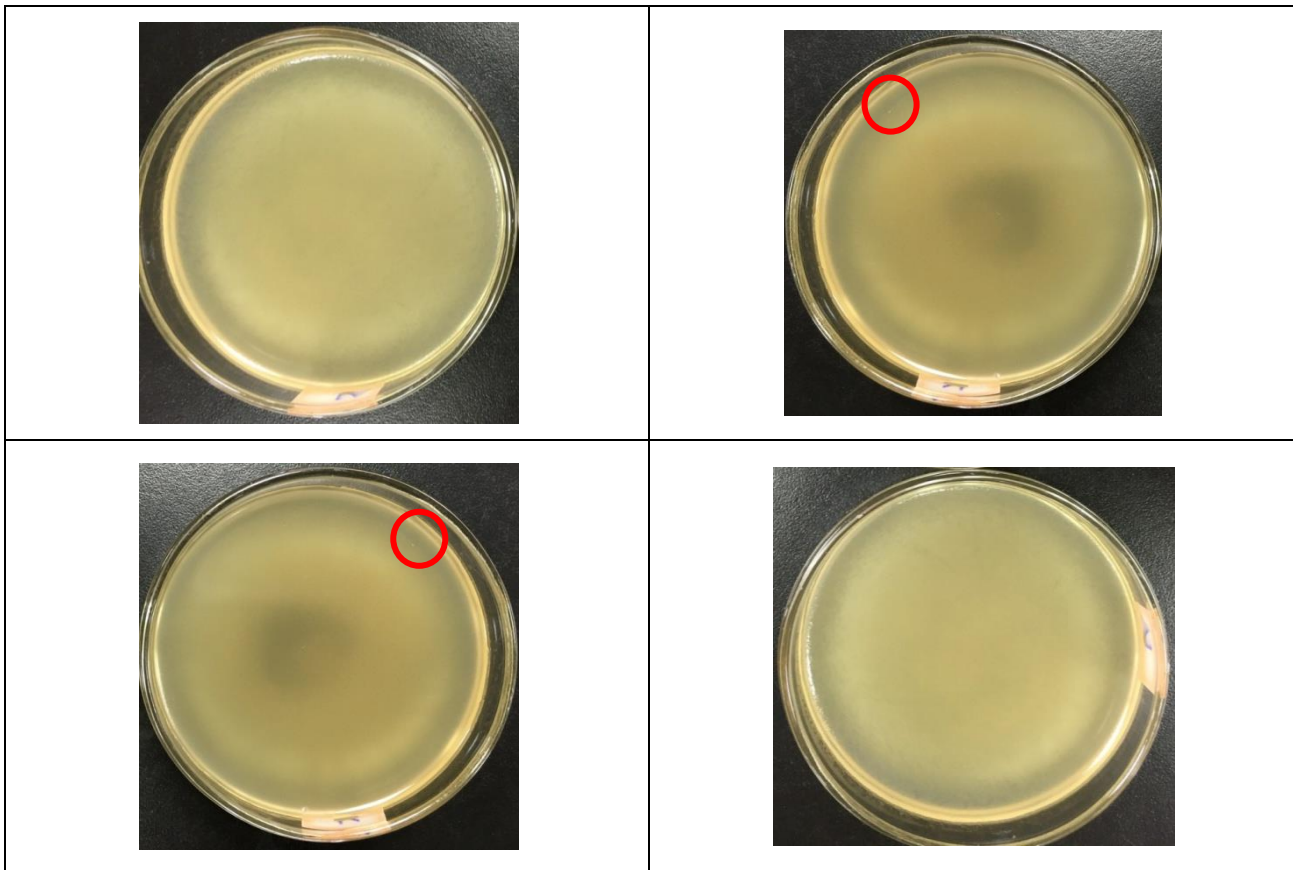


表 25 市售保鮮膜組 (觀察結果：菌落數量 6 個)

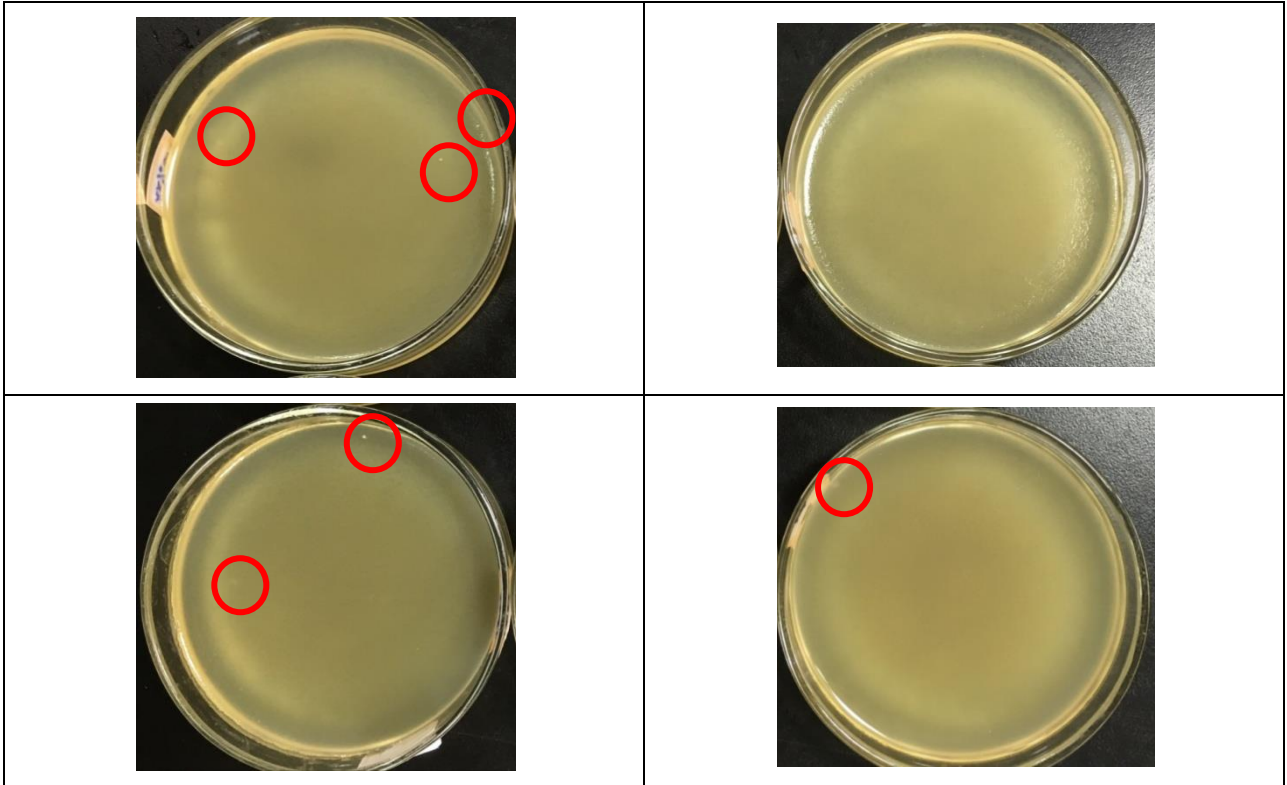


表 26 幾丁聚醣薄膜 B(5g 幾丁聚醣粉末溶於 100ml 的水)組 (觀察結果：菌落數量 1 個)

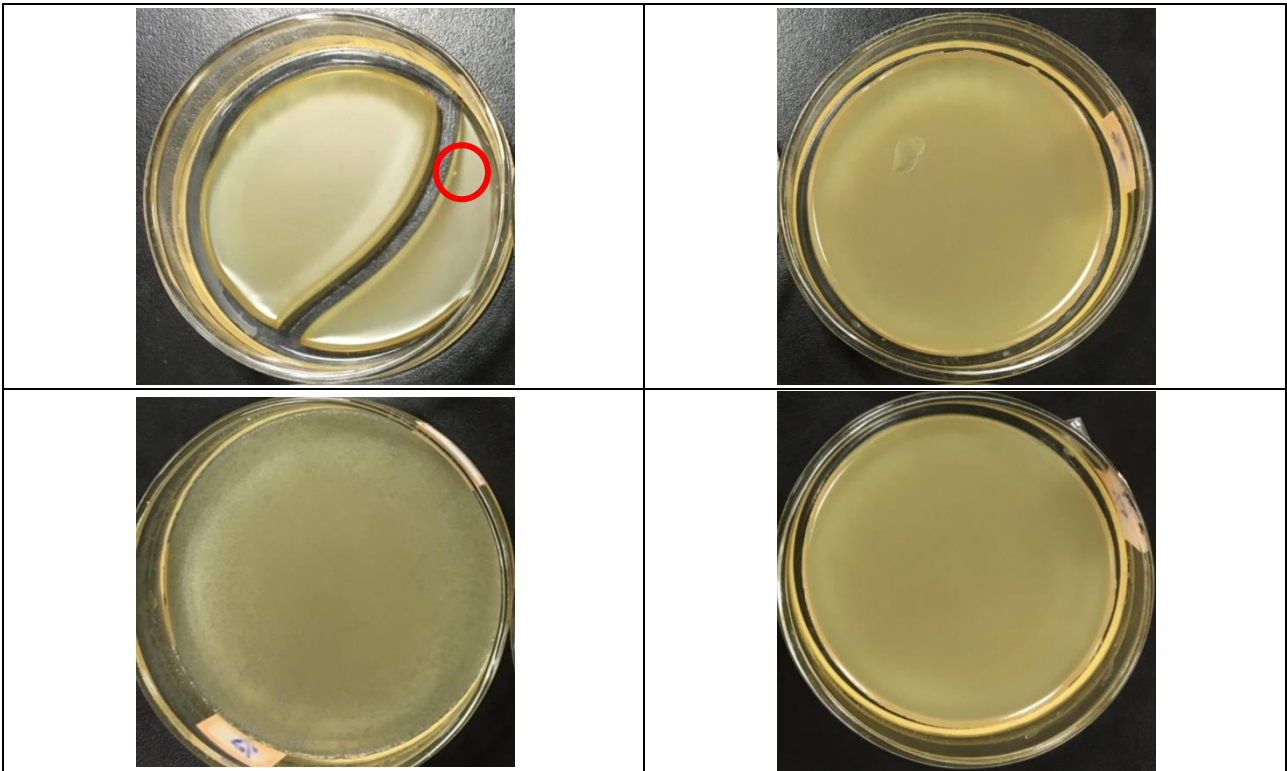


表 27 幾丁聚醣薄膜 D(7g 幾丁聚醣粉末溶於 100ml 的水)組 (觀察結果：菌落數量 5 個)

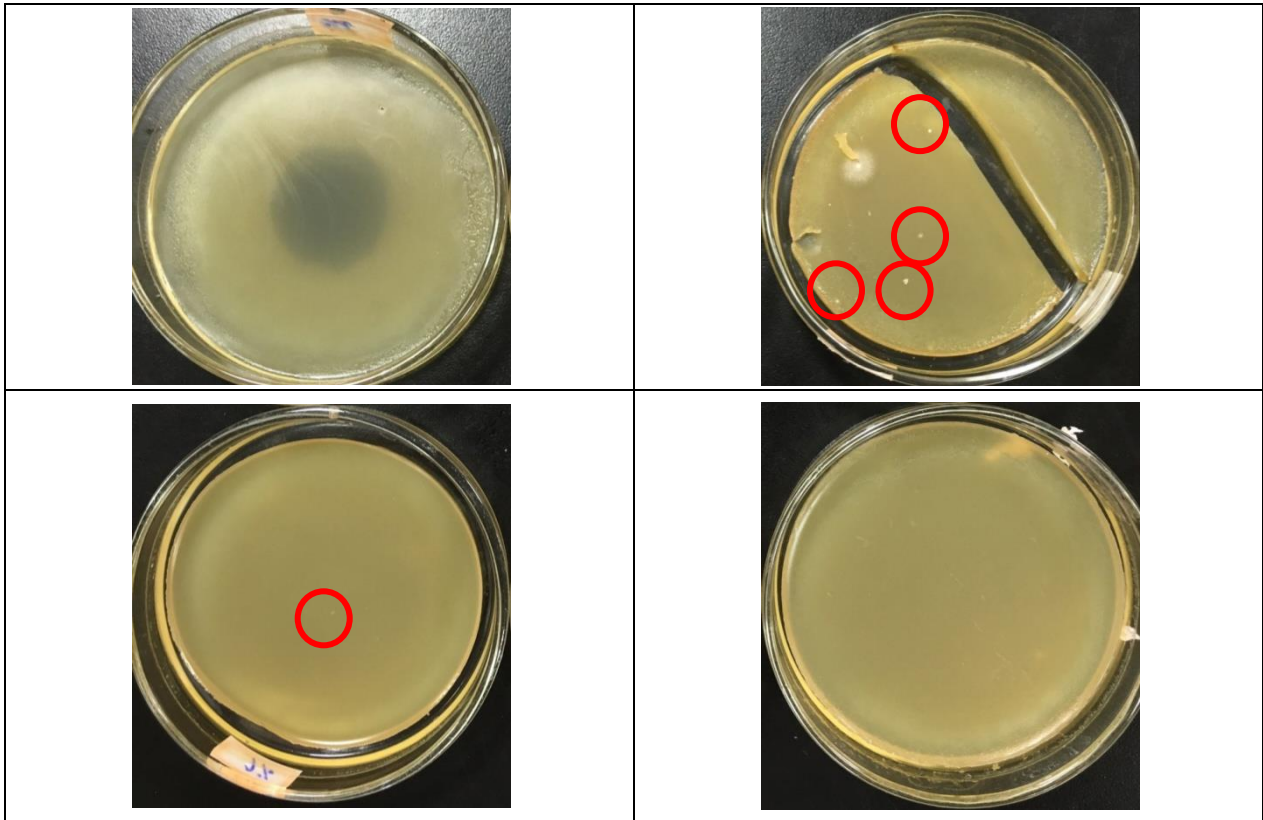
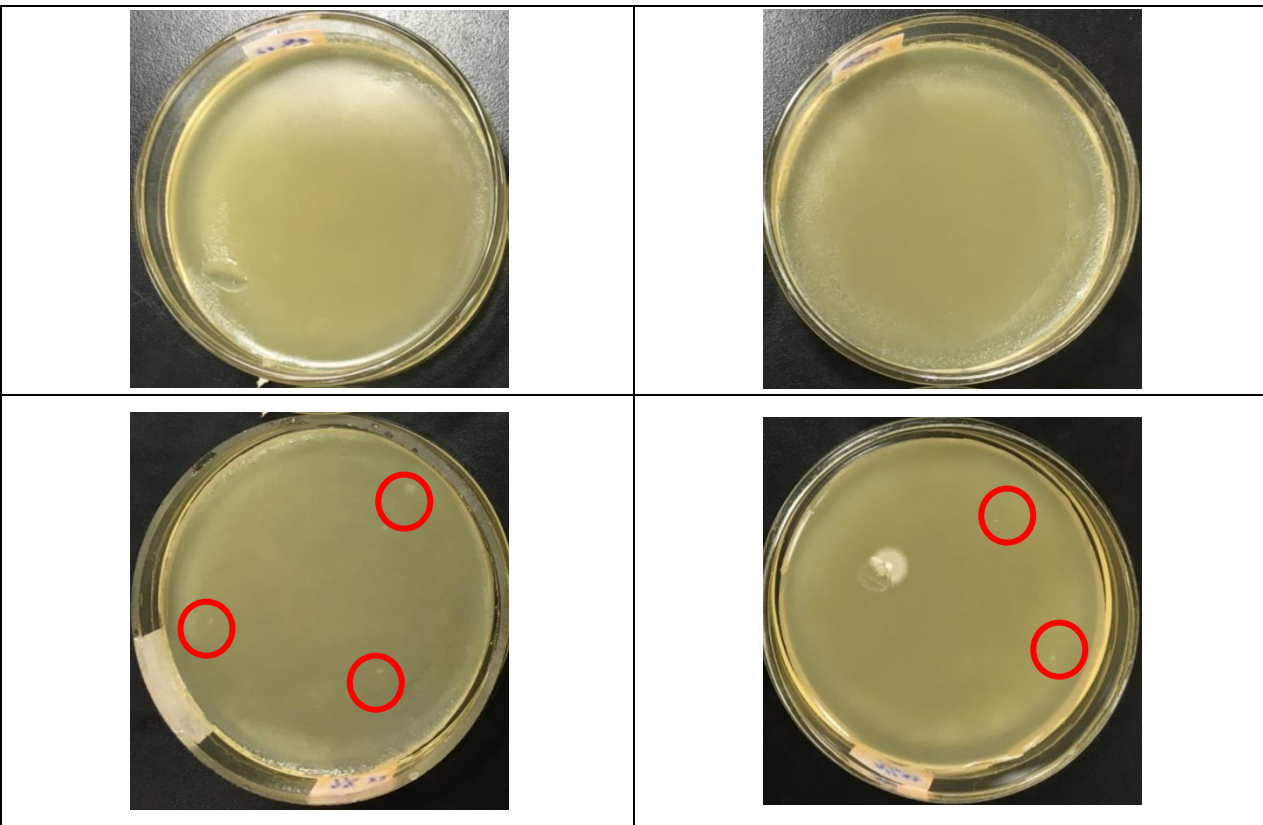


表 28 幾丁聚醣薄膜 E(14g 幾丁聚醣粉末溶於 200ml 的水)組 (觀察結果：菌落數量 5 個)



實驗結果：

1. 以幾丁聚醣薄膜 D (7g 幾丁聚醣溶於 100ml 水中)、E (14g 幾丁聚醣溶於 200ml 水中) 包覆的培養基，菌落的數目與市售保鮮膜接近、無明顯落差。
2. 以幾丁聚醣薄膜 B (5g 幾丁聚醣溶於 100ml 水中) 包覆的培養基菌落數目較其他濃度的幾丁聚醣薄膜來得少許多，這可能因幾丁聚醣薄膜 B 本身較薄，不易保留水分，導致細菌在過於乾燥的環境下不易滋生。

(四) 炊煮前後承受壓力測試

以市售保鮮膜和幾丁聚醣薄膜 B、D、E 剩下的幾丁聚醣薄膜，包覆於裝有 50c.c. 的水杯杯口，並放入電鍋中炊煮，統一電鍋的溫度後，炊煮 20 分鐘。此實驗是為了探討幾丁聚醣薄膜是否可以耐高溫炊煮，以及和市售保鮮膜比較之，記錄其炊煮情形。炊煮後以砝碼測試其最大承受重量為何，統一以口徑 7cm 的杯子，將砝碼置於中間 9cm^2 進行五次測試求平均值，探討其強韌度，並將其紀錄下來。



圖 12 以砝碼來測試其最大耐重量

表 29 薄膜炊煮前後情形





	炊煮前	炊煮後
保鮮膜		
幾丁聚醣薄膜 B		



表 30 炊煮之前的薄膜本身所能承受的最大重量(kg)

	試驗一	試驗二	試驗三	試驗四	試驗五	平均數	標準差
市售保鮮膜	2.674	2.659	2.502	2.359	2.264	2.492	0.162
幾丁聚醣薄膜 B	1.846	2.053	1.843	1.955	2.654	2.070	0.302
幾丁聚醣薄膜 D	3.356	2.856	2.856	3.409	3.136	3.123	0.236
幾丁聚醣薄膜 E	5.569	5.569	4.435	4.852	4.976	5.080	0.438

表 31 經高溫炊煮之後的薄膜所能承受的最大重量(kg)

	試驗一	試驗二	試驗三	試驗四	試驗五	平均數	標準差
市售保鮮膜	1.270	1.420	1.215	1.386	1.162	1.290	0.099
幾丁聚醣薄膜 B	0.824	0.804	0.664	1.058	0.982	0.866	0.139
幾丁聚醣薄膜 D	1.411	1.294	1.144	1.326	1.402	1.315	0.097
幾丁聚醣薄膜 E	1.537	1.857	2.133	1.980	2.002	1.902	0.202

實驗結論：

1. 無論是保鮮膜或是不同濃度、不同厚度的幾丁聚醣薄膜，經過水蒸氣高溫炊煮之後皆會變軟、較未炊煮前易破裂。
2. 保鮮膜炊煮前後顏色皆不改變；而幾丁聚醣薄膜 B、D、E 顏色則皆會變黃。
3. 由實驗可知，幾丁聚醣薄膜 B(5g 幾丁聚醣和 100ml 的水)進行炊煮後，其軟硬程度皆比市售保鮮膜軟，且市售保鮮膜在 9cm^2 中可承受 1290g 的砝碼，也就是保鮮膜可乘載 $143\text{g}/\text{cm}^2$ 的壓力；而幾丁聚醣薄膜 B 在 9cm^2 中可承受 866g 的砝碼，也就是幾丁聚醣薄膜 B 可乘載 $96\text{g}/\text{cm}^2$ 的壓力。因此幾丁聚醣薄膜 B 不適合代替保鮮膜進行炊煮。
4. 由實驗可知，以幾丁聚醣薄膜 D(7g 幾丁聚醣和 100ml 的水)、幾丁聚醣薄膜 E(14g 幾丁聚

醣和 200ml 的水)進行炊煮後，其軟硬程度皆比市售保鮮膜硬且市售保鮮膜在 9cm^2 中可承受 1290g 的砝碼，也就是保鮮膜可乘載 $143\text{g}/\text{cm}^2$ 的壓力；而幾丁聚醣薄膜 D 在 9cm^2 中可承受 1315g 的砝碼，也就是幾丁聚醣薄膜 D 可乘載 $146\text{g}/\text{cm}^2$ 的壓力；而幾丁聚醣薄膜 E 在 9cm^2 中可承受 1902g 的砝碼，也就是幾丁聚醣薄膜 E 可乘載 $211\text{g}/\text{cm}^2$ 的壓力。因此幾丁聚醣薄膜 D 和幾丁聚醣薄膜 E 很適合代替保鮮膜進行炊煮。

5. 由實驗可知，三種幾丁聚醣薄膜炊煮過後的耐重程度由小到大依次為：幾丁聚醣薄膜 B(5g 幾丁聚醣溶於 100ml 的水)、幾丁聚醣薄膜 D(7g 幾丁聚醣溶於 100ml 的水)、幾丁聚醣薄膜 E(14g 幾丁聚醣溶於 200ml 的水)，因此得知幾丁聚醣的量較多，可以使薄膜的厚度變厚，耐重程度也較大。
6. 由此可知，在 100ml 水中加入 5g 以下的幾丁聚醣粉末，形成的幾丁聚醣薄膜不適合進行炊煮；而在 100ml 水或 200g 水中加入 7g 以上或 14g 以上的幾丁聚醣粉末，形成的幾丁聚醣薄膜則適合進行炊煮。

伍、研究成果

- 一、製作幾丁聚醣薄膜的過程中，幾丁聚醣水溶液加了醋酸後會變得有黏性，而如果添加愈多幾丁聚醣，溶液會變得更加濃稠，自然烘乾所需要的時間也會縮短一些。
- 二、撕下各濃度的薄膜後，我們發現幾丁聚醣薄膜 A(6g 幾丁聚醣溶於 200ml 的水)的薄膜摸起來最光滑，最像市售保鮮膜，而幾丁聚醣薄膜 B(5g 幾丁聚醣溶於 100ml 的水)的薄膜則是最容易撕取。
- 三、經由保鮮吐司實驗，我們發現幾丁聚醣薄膜的透氣效果很好，導致容易散失水分。包覆幾丁聚醣薄膜的吐司無發霉的現象，但觸感變得很硬。而包覆市售保鮮膜的吐司發霉情形非常嚴重，但仍有 Q 軟的觸感。
- 四、保鮮蘋果實驗中，包覆幾丁聚醣薄膜與包覆市售保鮮膜相較之下，前者氧化程度較嚴重也較快，其中，包覆幾丁聚醣薄膜 A(6g 幾丁聚醣溶於 200ml 的水)和 B(5g 幾丁聚醣溶於 100ml 的水)的蘋果腐爛情形最為嚴重，而包覆市售保鮮膜的蘋果氧化程度最低，看起來最新鮮。
- 五、在幾丁聚醣薄膜炊煮實驗方面，幾丁聚醣薄膜 B(5g 幾丁聚醣溶於 100ml 的水)、幾丁聚醣薄膜 D(7g 幾丁聚醣溶於 100ml 的水)、幾丁聚醣薄膜 E(14g 幾丁聚醣溶於 200ml 的水)在高溫蒸煮後都無破裂的情況，相較於市售保鮮膜，幾丁聚醣膜蒸煮後反而較堅固、不易破裂。
- 六、在幾丁聚醣薄膜與市售保鮮膜細菌滋生的比較實驗中，我們發現以幾丁聚醣薄膜包覆的培養基，菌落數目與包覆市售保鮮膜的培養基並無明顯差異，兩者結果相似，未來在此方面可以用幾丁聚醣薄膜代替市售保鮮膜。

陸、討論

- 一、經實驗可發現，以幾丁聚醣薄膜包覆吐司，可以防止吐司發霉；但若是以幾丁聚醣薄膜保鮮蘋果，卻會導致加速腐敗。因此未來若是要以幾丁聚醣薄膜保鮮食品，應盡量避免水果類、富含豐富水分的食品，麵包類、冷藏食品為較佳選擇。
- 二、本次實驗使用工業用醋酸，因蝦殼無毒無副作用，因此若是以食用級醋酸來製作幾丁聚醣，未來或許能研發出食用級幾丁聚醣薄膜，變得更加環保。
- 三、本研究實驗得知，幾丁聚醣薄膜可用來代替保鮮膜進行食物的炊煮，因此，未來可以使用幾丁聚醣薄膜代替塑膠製品進行高溫程序，盡可能減少塑化劑的產生。
- 四、本研究實驗得知，以幾丁聚醣薄膜包覆培養基後的細菌孳生程度和市售保鮮膜包覆後的狀況並無明顯落差，因此驗證，在此方面幾丁聚醣薄膜是足以取代市售保鮮膜的。

柒、結論

由保鮮食物的過程中我們發現：幾丁聚醣薄膜雖然有良好的抗菌效果但因為能夠透氧，所以在保鮮食品方面會太過容易散失水分，尤其是在水果這一類，保鮮效果遠比市售保鮮膜還要差。因此，應當盡量避免保鮮水果。另外，在培養基的細菌滋生比較實驗中，以幾丁聚醣薄膜或是市售保鮮膜包覆的情況都沒有太大的差異，因此，在這方面幾丁聚醣薄膜是可以取代市售保鮮膜的。而幾丁聚醣薄膜中幾丁聚醣量的多寡並不影響保鮮效果。

雖說在保鮮食品上幾丁聚醣薄膜沒有我們預期的成功，但在蒸煮方面的成功卻是不可否認的，因為材質與厚度的相對關係，使得薄膜在電鍋的高溫炊煮下，絲毫沒有破裂，只有些許的顏色變化，再加上炊煮前後的承受壓力實驗中，幾丁聚醣薄膜能夠承受的重量明顯都較市售保鮮膜重許多，相較之下，市售保鮮膜不僅會因高溫炊煮軟化而破裂，過程中又會產生塑化劑，因此日後在炊煮方面可以用無毒、無副作用的幾丁聚醣薄膜代替現今的市售保鮮膜。

廢棄蝦殼是從大自然中取材，擁有廢物再利用以及無污染回歸自然等等的優點，用來製造幾丁聚醣薄膜或者是其他產品都是對大自然有益且無害的，不僅僅能減輕對人體的傷害，更進一步的降低石油的使用量，非常符合我們研究的目的，研發出理想又環保的薄膜。

捌、參考資料及其他

- (一) 陳澄河(2003)。蝦蟹殼 傳奇。科學月刊，369，62-67
- (二) 吳彰哲、黃瀚寧(2010)。蝦蟹殼中的寶貝— 幾丁質。科學月刊，448，12-19
- (三) 林佳弘(2016)。給予織物抗菌功能。科學月刊，553，50-51
- (四) 陳榮輝(2001)。幾丁質、幾丁聚醣的產生製造、檢測與應用。台灣海洋大學食品科學系。
- (五) 林怡伶(2004)。幾丁質。國立交通大學材料科學與工程學系。
- (六) 朱祐生(2004)。幾丁聚醣抑制細菌生長之機轉。台北醫學大學生物醫學材料研究所
- (七) 廖恬瑩(2012)。幾丁質與幾丁聚醣介紹與應用。國立屏北高中。
- (八) 黃國豪(2015)。幾丁聚醣薄膜的備製及其性質之研究。國立雲林科技大學化學工程研究所。
- (九) 黃韶偉、曾怡萍、林昱萱、王晉偉(2009)。蝦兵蟹將—讓「磷」不再有問題。國立台灣科學教育館。2016年3月26日，取自 <http://www.ntsec.gov.tw/User/index.aspx>
- (十) 維基百科。甲殼素。2016年3月2日。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B2%E6%AE%BC%E7%B4%A0>

【評語】 052202

1. 本研究以蝦殼製備幾丁聚醣薄膜，期能取代市售保鮮膜。結果發現幾丁聚醣薄膜之透氣性較高，無法應用於高水分含量之蔬果，但有潛力應用於水分含量較低之食品。
2. 實驗內容充實並能具體完成。
3. 實驗設計與執行方法嚴謹度有待加強。
4. 相關理論基礎可再加強以合理解釋實驗結果。