

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

080215

「果」然「塑」這樣-農業廢棄物回收自製果膠
保鮮膜之探究

學校名稱： 高雄市楠梓區楠陽國民小學

作者： 小五 黃靖晴 小五 黃幸妍 小五 葉依潔 小四 王映婷 小四 吳重均	指導老師： 李雪因 龔士琦
---	-------------------------

關鍵詞： 果膠、自製保鮮膜、可生物降解

「果」然「塑」這樣-農業廢棄物回收自製果膠保鮮膜之探究

摘要

目前正值疫情後時代食安及衛生與大眾的生活密不可分，日常所用之難以生物降解塑膠因環保及限塑法令應設法減量，故本研究冀望能實驗出市售保鮮膜之替代品。

研究使用醇沉澱法將回收之農業廢棄物過濾出果膠，再將果膠、海藻酸鈉、甘油、純水以比例 1：1：4：100 混合，可得不沾黏且易脫模之自製保鮮膜，再將其進行物理、化學性質、生物降解等測試，試驗其能於空氣中耐熱至少 122 °C，會於 85°C 熱水中部份溶解；經黴菌生長測試 13 日發現其不會於空氣中生長黴菌；經拉力測試發現添加橘子保鮮膜拉力佳且優於 PVC 保鮮膜；經滲水實驗發現柚子果膠保鮮膜的滲水速度最慢；經掩埋測試三週後可完全降解，證明果膠保鮮膜可生物降解，對環境無害。

關鍵字：果膠、自製保鮮膜、可生物降解

壹、前言

一、研究動機

世界各國為了環保推起了限塑法令，而目前使用的塑膠，難以分解如使用焚化爐燒，塑膠的氣味則會造成人體的危害，而現代講求使用環保及可回收分解的塑膠，本研究採用容易提煉出果膠的農業廢棄物，加上海藻酸鈉製成糊液加入甘油低溫烘乾製作出薄膜，本研究稱之果膠保鮮膜，藉由延展性、防水度、保鮮等測試，驗證果膠保鮮膜可實際應用於一般日常之中，確認具備包裝功能並具有冷藏保鮮效果，且無須擔心使用塑膠保鮮膜產生的食安問題，再經掩埋測試，證明此保鮮膜可降解，是一種對環境十分友善的環保材質。

二、研究目的

- (一) 期望可以建立一套使用農業廢棄物回收使用之方式。
- (二) 能探討果膠保鮮膜成型之方式作為保鮮膜製作流程。
- (三) 探討果膠保鮮膜的物理性質以評估其應用於保鮮之效果及可行性。
 1. 探討自製保鮮膜之耐冷熱程度。
 2. 探討自製保鮮膜之抗拉性。
 3. 探討自製保鮮膜之親疏水性。
 4. 探討自製保鮮膜之保濕程度。
- (四) 探討果膠保鮮膜的化學性質以確保其使用安全性。
 1. 探討自製保鮮膜之耐酸性。
 2. 測試自製保鮮膜之黴菌生長情形。
 3. 探討自製保鮮膜之可生物降解性。
- (五) 探討食品保鮮效果以確保其在實際應用中的可行性。

三、文獻回顧

(一) 農業廢棄物

是指在農業生產過程中產生的不再需要或無法再利用的材料或物質，包括：植物廢棄物、動物廢棄物、農藥和肥料殘留、農業包裝物、農業設施廢棄物等。

(二) 果膠

果膠是一種水溶性纖維，屬於膳食纖維的一種，通常呈淡黃色或白色，具有凝膠、增稠和乳化等特性，大部分果膠存在於植物細胞壁中並可在高溫溶液中溶解，萃取後呈現膠狀狀態。

(三)醇沉澱過濾法

是一種用於分離和純化溶液中有機化合物的方法，基於有機化合物在有機溶劑中的溶解度較高，而在無機溶劑中的溶解度較低的特性。透過添加適量的有機溶劑到溶液中，有機化合物會逐漸沉澱出來形成固體，然後通過過濾分離固體和液體部分。

(四)海藻酸鈉(Alginic acid)

海藻酸鈉為一種高分子化合物，化學式為 $(C_6H_7O_6Na)_n$ ，結構式如圖 1-3-1 所示是一種天然多醣體，具有微溶於水的特性。通常會進行與二價陽離子（如鈣、鋇、鋇等金屬陽離子）的反應，將海藻酸鈉轉化為不易溶於水的緻密膠體結構。這種合成製品具有更好的穩定性、溶解性、黏性和安全性。外觀呈白色和淡黃色粉末，幾乎無臭、無毒、無味。

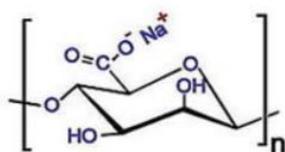


圖 1-3-1 海藻酸鈉結構式

圖片來源：儲詠宣和張詠絮 (2023)。【科學探究競賽-這樣教我就懂】國中組成果報告表單，題目：「食物的美好與交聯」。

(五)親疏水性

1. 親水性指物質對水的吸引力或相容性，親水性材料能有效地與水分子互動，形成一層薄膜或溶液層，這使得水能在其表面均勻分佈並迅速滲透；親水性材料具有良好的濕潤性、可溶性和吸附性。
2. 疏水性指的是物質與水的相容性較差或相互排斥的特性。疏水性物質不易溶於水，通常會在水中聚集形成疏水區域，試圖減少與水分子的接觸。這是由於疏水性物質通常具有非極性或低極性，缺乏與水分子形成氫鍵或其他極性相互作用的能力。

(六)相關研究主題的搜尋與分析

表 1-3-1 歷屆科展相關研究主題

屆別	題目	研究焦點
第 49 屆	Pitaya 的異想世界－ 火龍果莖多醣體之應用	研究多種蔬果中多醣體的含量和萃取方法，並探討了多醣體的應用。
第 52 屆	「蕉」慮變「膠」傲－ 香蕉果膠的探討與應用	探討了香蕉不同部位、成熟度和品種的果膠含量，以及香蕉切面面積大小對果膠萃取量的影響。

續表 1-3-1

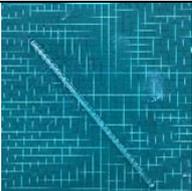
第 58 屆	Ooho!「內」個「膜」法— 凝膠薄膜性質之探討	使用 2.0%海藻酸鈉水溶液和 5%乳酸鈣水溶液反應 10 分鐘可得到表面平整一致的減塑膜。低溫烘乾能減少減塑膜性質的變異，提高其承受拉力的能力。
第 60 屆	把新鮮包起來-非塑料環保 薄膜之研發	研究找出海藻酸鈉膜配方比例為 2%海藻膠糊液、2%甘油和 1.5%醋酸具有良好的冷藏保鮮效果。

貳、研究設備及器材

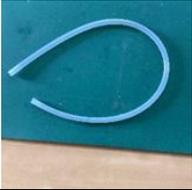
一、研究設備

實驗使用的設備有 35 項如表 2-1-1 所列：

表 2-1-1 本研究使用的相關設備、儀器

				
布式漏斗	抽真空馬達	燒杯	量筒	低溫烘烤箱
				
冰箱	湯匙	錐形瓶	電子秤	pH 值感測器
				
卡式爐	玻棒	方形模具	鍋子	鑷子
				
自動攪拌器	悶燒鍋	打標機	研磨機	藥匙

續表 2-1-1

				
玻璃罐	矽膠管	剪刀	橡皮塞	熱風槍
				
游標卡尺	漏斗	樣本瓶	滴定管架	砝碼
				
中型馬達	樂高零件	行李秤	長尾夾	螺絲

二、實驗器材

實驗使用的設備有 20 項如表 2-2-1 所列：

表 2-2-1 本研究使用的相關材料、化學藥品

				
一號定性濾紙	9 號咖啡濾紙	95%酒精	甘油	純水
				
棉布	海藻酸鈉	柚子果膠粉	橘子果膠粉	PVC 保鮮膜

續表 2-2-1

				
烘焙紙	矽膠手套	秤藥紙	動物性吉利丁粉	植物性吉利丁粉
				
泡棉膠	砂紙	壓克力板	棉繩	培養土

參、研究過程與方法

一、實驗架構設計

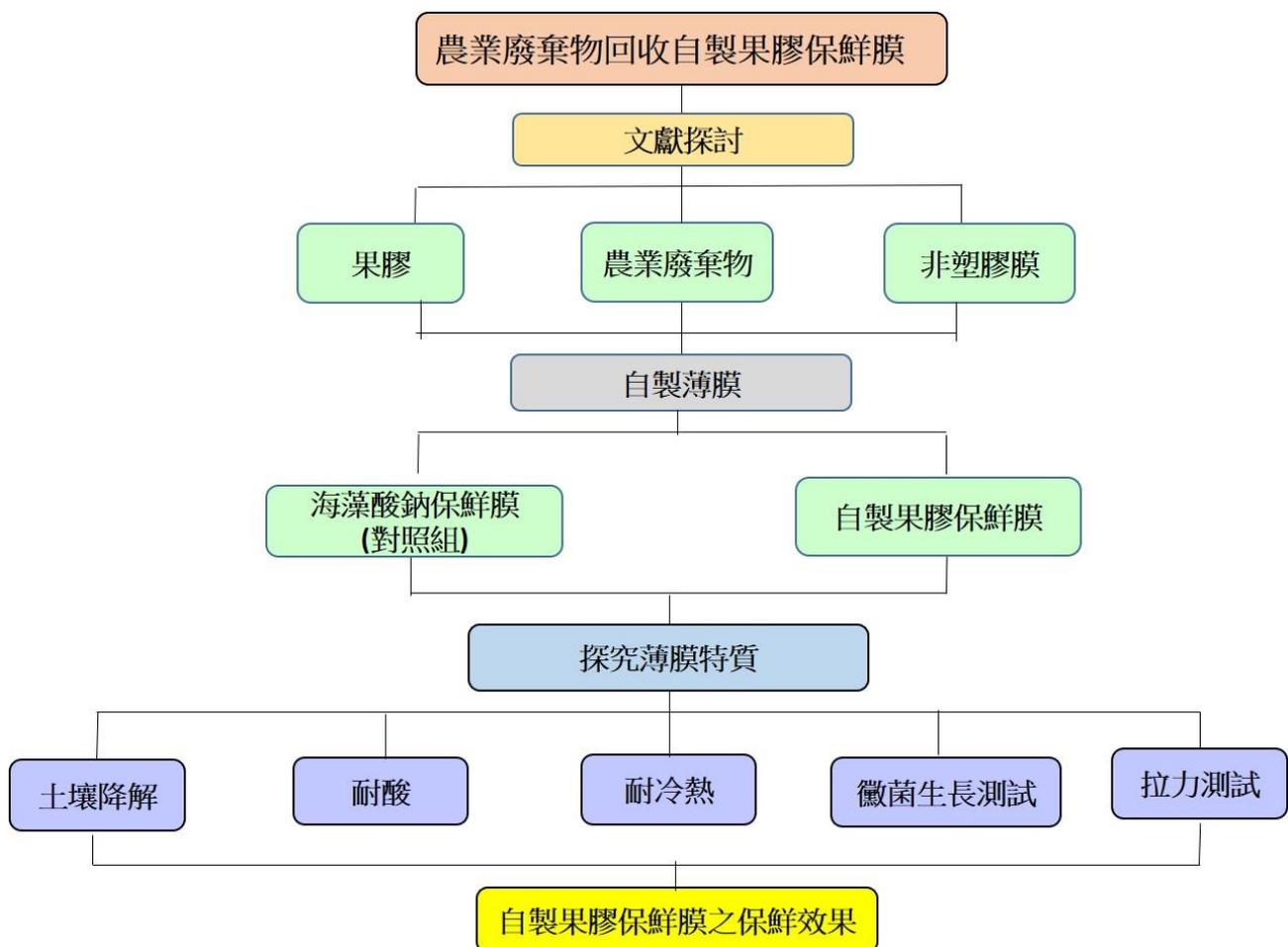


圖 3-1-1 研究架構圖

二、研究方法

實驗一 果膠粉製備

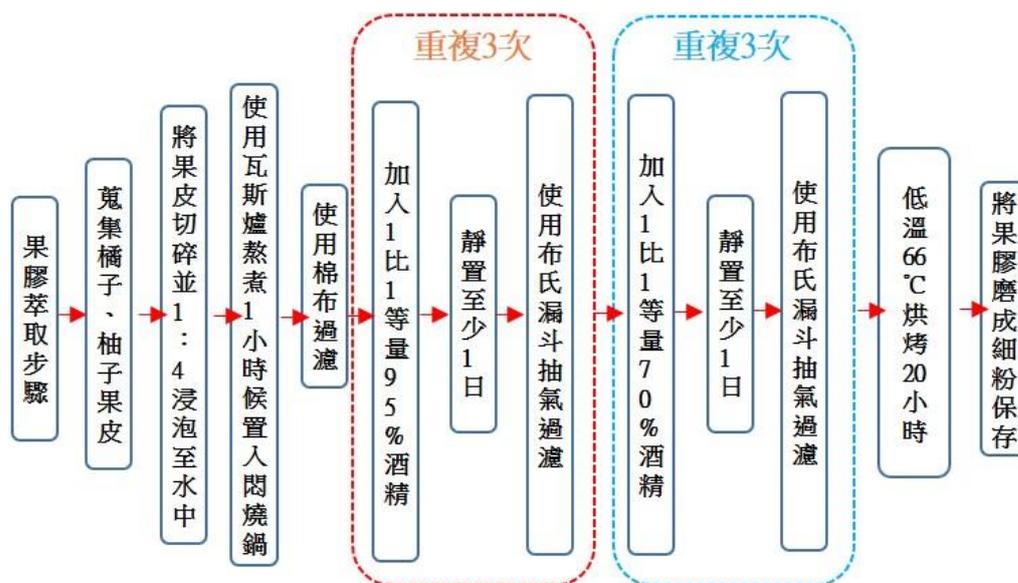


圖 3-2-1 實驗流程圖

實驗步驟：

1. 收集當季農業廢棄果皮，研究使用學校營養午餐水果蒐集來的文旦果皮、橘子果皮、蘋果皮、香蕉皮。
2. 將果皮切碎，定量水與果皮比例 4：1 取 RO 水 460g、果皮 115g, 水煮 1 小時後放入悶燒鍋 1 日後取出。
3. 以棉布進行過濾後加入 1 比 1 等量 95%酒精沉澱果膠 1 日。
4. 使用布氏漏斗抽氣過濾，抽取底部多餘酒精及雜質(3~4 步驟重複三次)。
5. 加入 70%酒精淡化色素、糖份、酸性，使用布氏漏斗抽氣過濾(重複三次)。
6. 進行低溫烘烤，定溫 66°C 乾燥 20 小時。
7. 取出果膠成品，並將果膠磨製為細粉。

表 3-2-1 果膠萃取紀錄表

單位：百分比(%)

農業廢棄物果膠萃取實驗				
果皮	文旦皮	橘子皮	蘋果皮	香蕉皮
果膠量	14.75	13.75	0.75	0.63



圖 3-2-2

抽氣過濾

圖 3-2-3

沉澱果膠

圖 3-2-4

萃取出果膠

圖 3-2-5

烘乾果膠薄膜

圖 3-2-6

製成果膠粉

小結

所取得的果膠量為柚子皮>橘子皮>蘋果皮>香蕉皮，研究取柚子果膠及橘子果膠進行後續研究，柚子果膠顏色較淺，橘子果膠顏色較深。

實驗二 海藻酸鈉膜製作與脫模測試

實驗二-1 海藻酸鈉膜製作

實驗步驟：

1. 取 2g 的海藻酸鈉粉、4g 的甘油與純水 100g。
2. 先將純水與甘油進行混合，待攪拌均勻後將海藻酸鈉加入其中。
3. 使用隔水加熱攪拌，將燒杯內的溫度加熱至 70°C，攪拌混合均勻，並將以上的完成品倒入模具。
4. 將糊液各取 10g 倒入 6*6 公分的模具，倒入後搖晃均勻。
5. 放進低溫烘烤箱烘乾，設定攝氏 66 度烘烤 20 小時。

實驗二-2 海藻酸鈉膜脫模測試

實驗步驟：

1. 測試薄膜是否可輕易取下，取下之後會不會沾黏在一起。
2. 將兩張薄膜黏貼在一起，觀察其是否能在相互黏貼後分開。



圖 3-2-7

隔水加熱攪拌



圖 3-2-8

海藻酸鈉糊液



圖 3-2-9

海藻酸鈉膜

小結

取下的海藻酸鈉薄膜厚度 0.18mm，海藻酸鈉薄膜透明度佳可在自黏後撥離，但較果膠薄膜之下自黏性較強，且較易斷裂。

實驗三 吉利丁膜製作與脫模測試

實驗三-1 吉利丁膜製作

實驗步驟：市售吉利丁粉分為植物性原料與動物性原料，實驗將兩種吉利丁作相同材料配比及步驟，判斷此兩種原料製成膜的差異及是否能於接下來所使用。

- 1.各取 2g 的吉利丁粉、4g 的甘油與純水 100g。
- 2.先將純水與甘油進行混合，待攪拌均勻後各將兩種吉利丁粉分別加入其中。
- 3.使用隔水加熱攪拌，將燒杯內的溫度加熱至 70°C，攪拌混合均勻，並將吉利丁液倒入模具。
- 4.將糊液各取 10g 倒入 6 公分*6 公分的模具，倒入後搖晃均勻。
- 5.放進低溫烘烤箱烘乾，設定攝氏 66 度烘烤 20 小時。



圖 3-2-10

動物性吉利丁糊液



圖 3-2-11

植物性吉利
丁糊液



圖 3-2-12 植物性

吉利丁透明度較
低



圖 3-2-13 動物性

吉利丁膜



圖 3-2-14 植物性

吉利丁膜

實驗三-2 吉利丁膜脫模測試

實驗步驟：

- 1.將烘烤後之吉利丁膜從烤盤中取下。
- 2.測試薄膜是否可輕易取下，取下之後會不會沾黏在一起。
- 3.將兩張薄膜黏貼在一起，觀察其是否能在相互黏貼後分開。

小結

實驗發現植物性吉利丁膜在進低溫烘烤箱前，已於室溫下形成凍狀，因此成膜時會有較多的孔洞，取下的厚度 0.08mm 植物性吉利丁膜較動物性吉利丁膜之下較易脫膜、較耐拉，但表面殘留甘油，而動物性吉利丁膜不易脫膜、自黏性強且易斷裂，取下的膜厚度為 0.2mm。因實驗設計須與果膠粉混合，考量降低甘油比例會導致自製果膠膜脫模不易，故經實驗二、三後，使用海藻酸鈉作為與果膠結合之材料。



圖 3-2-15 動物性吉利丁脫膜

圖 3-2-16 植物吉利丁可脫膜但

不易容易斷裂及沾黏

甘油會過殘留於表面

實驗四 果膠混合海藻酸鈉製膜

經文獻探討得知，如果單純使用果膠製成薄膜通常不具有很好的耐久性，且易受潮濕和高溫影響，故經實驗二、三的測試，研究使用易脫膜成型且不沾黏的海藻酸鈉作為混合，探討以此方式製膜是否會提升果膠薄膜的耐久性，以下為實驗步驟。

實驗步驟：

- 1.將果膠：海藻酸鈉：甘油：純水以比例 1：1：4：100 混合均勻。
- 2.使用隔水加熱，將燒杯溫度加熱至 70°C 攪拌至混合均勻。
- 3.將糊液各取 10g 倒入 6cm*6cm 的模具，倒入後搖晃均勻。
- 4.放進低溫烘烤箱烘乾，設定攝氏 66 度烘烤 20 小時。



圖 3-2-17

柚子果膠糊液



圖 3-2-18

橘子果膠糊液



圖 3-2-19

糊液色澤比較



圖 3-2-20

柚子果膠膜



圖 3-2-21

橘子果膠膜

小結

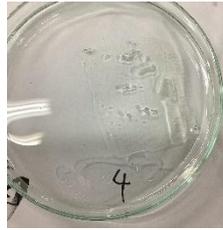
兩種果膠保鮮膜皆可從烤盤上輕易脫膜，且不易自黏，橘子果膠保鮮膜厚度 0.17mm，柚子果膠保鮮膜厚度 0.17mm，在同經 6 次酒精淡化抽氣過濾後，橘子果膠保鮮膜較柚子果膠保鮮膜之下透明度較差。

實驗五 果膠保鮮膜物性實驗設計及步驟

實驗五-1 果膠保鮮膜耐酸實驗

實驗步驟：取 pH7 的 RO 過濾水使用白醋將水溶液調製成 pH3~ pH7，每一組使用四個培養皿承裝水溶液及果膠膜，經 30 分鐘觀察其是否能與水溶液進行作用，並將實驗結果進行拍照紀錄。

表 3-2-2 薄膜耐酸實驗紀錄表

薄膜耐酸實驗					
酸鹼值	7	6	5	4	3
海藻酸 鈉薄膜					
柚子果 膠薄膜					
橘子果 膠薄膜					

小結

自製薄膜在 pH5 溶液中始有溶解現象，溶解速度為橘子果膠膜 > 柚子果膠膜 > 海藻酸鈉膜。

實驗五-2 果膠保鮮膜耐熱、耐冷測試

實驗五-2-1 果膠保鮮膜耐熱溶解度測試

實驗步驟：將果膠保鮮膜裁切為 4cm*1cm，分別將果膠保鮮膜，放入 80℃- 100℃ 熱水中，進行熱水溶解實驗。

表 3-2-3 果膠保鮮膜耐熱溶解度測試紀錄表

單位：(°C)

自製保鮮膜熱水溶解實驗						
水溫						
項目	23	80	85	90	95	100
柚子果膠 保鮮膜	無	捲曲 略溶解	捲曲 略溶解	捲曲 略溶解	破碎 部分溶解	破碎 部分溶解
橘子果膠 保鮮膜	無	無溶解	無捲曲 略溶解	破碎 部分溶解	破碎 近完全溶解	破碎溶解 近完全溶解
海藻酸鈉 保鮮膜	無	略溶解	30 秒 開始溶解	2 分 13 秒 完全溶解	完全溶解	完全溶解



圖 3-2-22



圖 3-2-23



圖 3-2-24

海藻酸鈉膜 85°C 完全溶解

柚子果膠膜 100°C 部分溶解

橘子果膠膜 100°C 近完成溶解

小結

在水中的耐熱溶解程度為柚子果膠膜 > 橘子果膠膜 > 海藻酸鈉膜，柚子果膠膜較橘子果膠膜不容易在熱水中破碎，橘子保鮮膜較不易在熱水中捲曲。

實驗五-2-2 果膠保鮮膜耐熱度測試

實驗步驟：將熱風槍使用滴定管架固定，距離放置測試樣本之培養皿高度 10 公分，進行自製果膠膜加熱，紀錄果膠膜邊緣捲曲時之溫度。

表 3-2-4 果膠保鮮膜耐熱度測試紀錄表

單位：(°C)

組別	果膠模種類		
	海藻酸鈉膜	柚子果膠膜	橘子果膠膜
組 1	123.35	130.5	125.6
組 2	135	145.65	135.6
組 3	125.5	123	122.2
組 4	127.5	135	130
組 5	132.5	140	132.5
平均	128.77	134.83	129.18
標準差	4.86	8.70	5.35



圖 3-2-25

使用熱風槍加熱自製保鮮膜

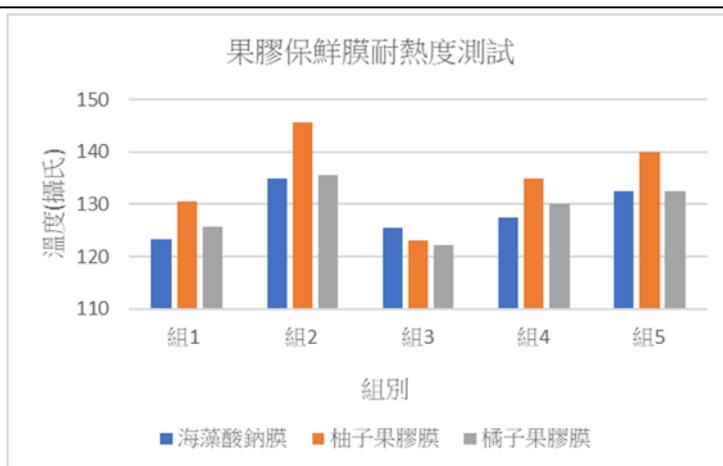


圖 3-2-26 果膠保鮮膜耐熱度測試

小結

自製果膠膜會在 122.2°C 開始邊緣燒焦，耐熱程度為柚子果膠保鮮膜 >橘子果膠保鮮膜>海藻酸鈉保鮮膜，耐熱程度皆佳；柚子保鮮膜耐熱效果最佳，平均可達 134.83°C；其次為橘子保鮮膜，平均溫可達 129.18°C；耐熱效果最低為海藻酸鈉保鮮膜，平均溫為 128.77°C。

實驗五-2-3 冷凍後自製果膠膜滲水實驗

實驗步驟：將自製果膠膜放置-11°C 冷凍，冷凍 1 日後取出，使用小漏斗、樣本瓶進行實驗設置，將 0.5mL RO 水滴在冷凍後之薄膜進行 RO 水滲透時間紀錄。



圖 3-2-27

-11°C 冷凍 1 日

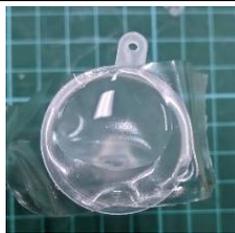


圖 3-2-28

海藻酸鈉膜滲水試驗



圖 3-2-29

柚子果膠膜滲水試驗



圖 3-2-30

橘子果膠膜滲水試驗

表 3-2-5 冷凍後自製果膠保鮮膜滲水試驗紀錄表

單位：(秒)

冷凍後自製果膠保鮮膜滲水試驗			
測量次數	薄膜種類		
	海藻酸鈉膜	柚子果膠膜	橘子果膠膜
1	132.5	453.7	132.5
2	154.6	327.6	205.8
3	130.3	342.5	145.8
4	177.8	392.1	138.5
5	109.9	437.9	118.3
平均	141.02	390.76	148.18
標準差	25.9	55.9	33.8

小結

使用 0.5mL 的純水進行滲水實驗，滲水效果為柚子保鮮膜 > 橘子保鮮膜 > 海藻酸鈉保鮮膜，比未冷凍的保鮮膜滲水速度略差。

實驗五-3 黴菌生長測試

實驗步驟：使用消毒烘乾後之培養皿盛裝薄膜，將薄膜點上以吐司培養出之黴菌菌落，將實驗設置未加蓋培養皿放置空氣中暴露，並使用實物投影機間格 1 小時拍照一次觀察其發霉狀況，紀錄時間為 2023.03.07 至 2023.3.20 總計 13 日。



圖 3-2-31

放置薄膜於消毒後的培養皿



圖 3-2-32

於右上角點上黴菌菌落



圖 3-2-33

海藻酸鈉膜 13 日後菌落變化



圖 3-2-34

柚子果膠膜 13 日後菌落變化



圖 3-2-35

橘子果膠膜 13 日後菌落變化

小結

經 13 日的觀察結果，新生的菌落數量 0 個，且點上的菌落沒有擴散的跡象，這可能是因為薄膜本身較薄，不易保留水分，導致黴菌在乾燥的環境下不易滋生，所以保存於乾燥處即可。

實驗五-4 自製果膠保鮮膜保濕實驗

實驗步驟：將蘋果使用模具切割成相同面積，切成統一厚度之片狀後設定為實驗對象，使用 PVC 保鮮膜為對照組，評估自製果膠保鮮膜是否具備實用價值，分別使用實驗變因 A.市售 PVC 保鮮膜、 B.自製海藻酸鈉保鮮膜、 C. 自製柚子果膠保鮮膜、D. 自製橘子果膠保鮮膜覆蓋蘋果片，間格 30 分鐘觀測失重情形，紀錄 6 小時。

實驗五-4-1.海藻酸鈉保鮮膜保濕實驗

表 3-2-6 海藻酸鈉保鮮膜保濕實驗記錄表

單位：失重百分比(%)

測量次數	保鮮膜種類				
	無	PVC 保鮮膜	海藻酸鈉 A	海藻酸鈉 B	海藻酸鈉 C
1	0.94	0.47	1.20	0.17	0.52
2	0.66	0.19	0.80	1.00	0.77
3	1.98	0.28	1.30	1.17	0.77
4	0.56	0.00	0.40	1.25	0.09
5	0.38	0.09	0.10	0.00	0.69
6	1.22	0.09	0.40	0.75	0.77
7	0.19	0.00	0.90	0.00	0.52
8	0.00	0.09	0.00	1.25	1.29
9	0.94	0.00	0.40	0.33	0.00
10	0.66	0.09	0.20	0.08	0.17
11	0.66	0.09	1.10	1.50	1.55
12	0.47	0.00	0.60	0.67	0.17
平均	0.72	0.12	0.62	0.68	0.61

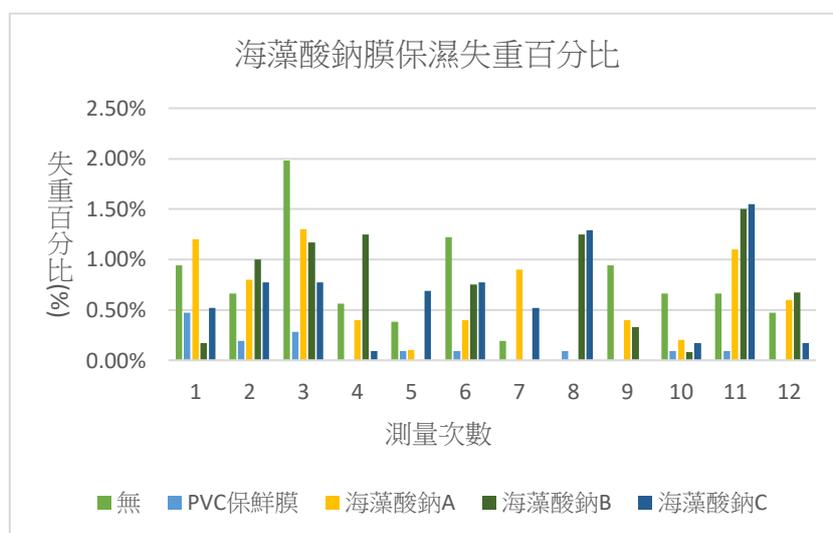


圖 3-2-36 海藻酸鈉膜保濕失重百分比

小結

水分流失最少的為 PVC 保鮮膜組>海藻酸鈉 C 組>海藻酸鈉 A 組。

實驗五-4-2 自製柚子果膠保鮮膜保濕實驗

表 3-2-7 柚子果膠保鮮膜保濕實驗記錄表

單位：失重百分比(%)

測量次數	保鮮膜種類				
	無	PVC 保鮮膜	柚子果膠 A	柚子果膠 B	柚子果膠 C
1	1.06	0.84	0.46	1.07	0.97
2	0.82	0.00	0.83	0.00	0.57
3	0.16	0.34	0.55	0.82	0.57
4	0.90	0.00	0.74	1.98	2.43
5	1.14	0.00	0.37	0.82	0.16
6	0.90	0.00	0.28	0.08	0.73
7	0.16	0.08	1.29	1.07	0.40
8	0.74	0.00	0.28	0.16	0.32
9	0.82	0.34	0.83	0.16	0.32
10	0.49	0.00	0.09	0.49	0.49
11	0.57	0.08	0.46	0.25	0.24
12	1.23	0.00	0.37	2.56	0.57
平均	0.75	0.14	0.55	0.79	0.65

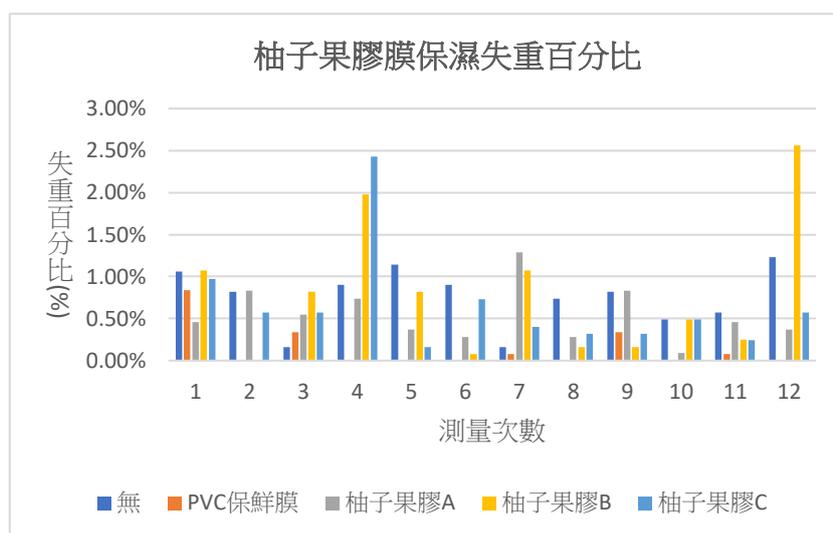


圖 3-2-37 柚子果膠膜保濕失重百分比

小結

保濕效果最好的為 PVC 保鮮膜，其次為柚子果膠 A，保濕效果最差為無保鮮膜。

實驗五-4-3 自製橘子果膠保鮮膜保濕實驗

表 3-2-8 橘子果膠保鮮膜保濕實驗記錄表

單位：失重百分比(%)

測量次數	保鮮膜種類				
	無	PVC 保鮮膜	橘子果膠 A	橘子果膠 B	橘子果膠 C
1	1.60	0.30	0.70	0.70	1.70
2	1.30	0.10	1.00	1.20	0.60
3	1.30	0.00	2.00	0.80	0.40
4	2.10	0.30	0.50	1.20	1.80
5	0.90	0.50	0.60	1.90	1.00
6	0.20	0.00	0.70	0.00	1.60
7	0.50	0.00	0.60	1.80	1.20
8	0.30	0.00	1.00	0.60	0.10
9	0.20	0.00	0.50	0.40	0.10
10	1.60	0.40	0.20	0.30	0.00

續表 3-2-8

11	0.00	0.00	0.40	0.30	0.20
12	0.00	0.10	0.50	0.10	0.00
平均	0.83	0.14	0.73	0.78	0.73

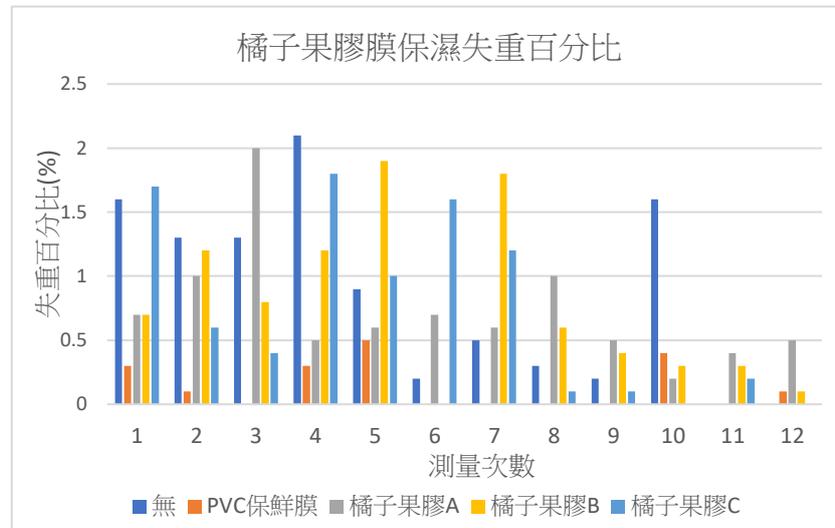


圖 3-2-38 橘子果膠膜保濕失重百分比

小結

綜合比較 5 組實驗數據得知水分流失最少為市售 PVC 保鮮膜>橘子果膠 C=橘子果膠 A。

表 3-2-9 自製果膠保鮮膜保濕失重比較表

單位：失重百分比(%)

測量次數	保鮮膜種類			
	PVC 保鮮膜	海藻酸鈉	柚子果膠	橘子果膠
1	0.54	0.63	0.83	1.03
2	0.10	0.86	0.47	0.93
3	0.21	1.08	0.65	1.07
4	0.10	0.58	1.72	1.17
5	0.20	0.26	0.45	1.17
6	0.03	0.64	0.36	0.77
7	0.03	0.47	0.92	1.20

續表 3-2-9

8	0.03	0.85	0.25	0.57
9	0.11	0.24	0.44	0.33
10	0.16	0.15	0.36	0.17
11	0.06	1.3	0.32	0.30
12	0.03	0.48	1.17	0.20
平均	0.12	0.59	0.66	0.74

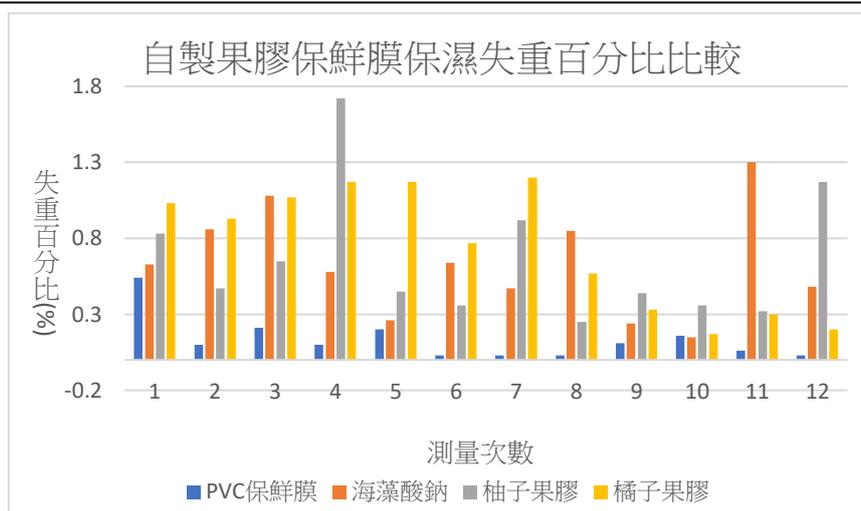


圖 3-2-39 自製果膠保鮮膜保濕失重比較

小結

綜合比較得知，保濕效果為 PVC 保鮮膜>海藻酸鈉保鮮膜>柚子果膠保鮮膜>橘子果膠保鮮膜。

實驗六、薄膜拉力測試

實驗步驟：

1.自製拉力機構：使用八齒正齒輪、12 齒雙錐齒輪、20 齒雙錐齒輪、24 齒正齒輪、36 齒雙錐齒輪和 40 齒正齒輪組裝成拉力測試裝置齒輪組，將扭力放大 45 倍，連結於轉速 405rpm 扭力 11 的 M 號樂高馬達，經拉力測試拉力輸出可達 1 公斤。

2.自製拉力固定架：使用滴定管架、長尾夾、棉繩、自製夾具及自製拉力裝置作為拉力測試裝置，裁切頭尾高 1cm 的砂紙貼於長尾夾內側，將薄膜切割至 1cm*6cm 後於薄膜上、下端使用夾具夾住 1cm 進行拉力測試，紀錄薄膜斷裂所需時間。

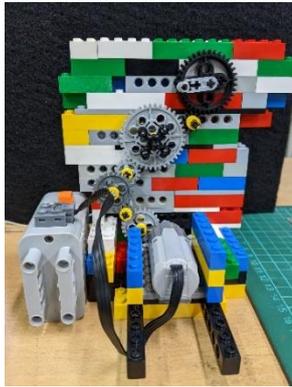


圖 3-2-40

自製拉力裝置



圖 3-2-41

拉力測試結果為 1kg



圖 3-2-42

自製夾具

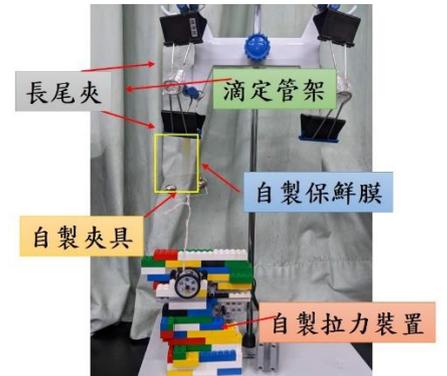


圖 3-2-43

自製拉力測試裝置

表 3-2-10 自製果膠保鮮膜拉力測試紀錄表

單位：(秒)

自製果膠保鮮膜拉力測試				
測量次數	薄膜種類			
	海藻酸鈉膜	柚子果膠膜	橘子果膠膜	市售保鮮膜
1	4.87	9.73	14.91	1.56
2	5.03	8.06	15.08	1.45
3	4.35	10.25	16.15	1.10
4	3.91	8.86	14.73	1.52
5	3.95	10.00	15.4	1.42
平均	4.42	9.38	15.25	1.41
標準差	0.46	0.81	0.50	0.18

小結

經實驗發現，使用 1 公斤的力測試，所有自製保鮮膜皆比市售保鮮膜耐拉，其中最佳拉力測試結果為橘子果膠保鮮膜。

實驗七、果膠保鮮膜生物降解實驗

實驗步驟：取養蚯蚓 3 個月之培養土模擬自然生態可生物降解之土壤，將 6*6 公分果膠薄膜放置於培養土表面，每週觀測其分解狀況。



圖 3-2-44

量測土壤溼度與肥力



圖 3-2-45

掩埋 7 日後的殘膠量



圖 3-2-46

掩埋 14 日後殘膠量



圖 3-2-47

掩埋 21 日後殘膠量

小結

於 pH7 的土壤中掩埋 7 日後，果膠膜呈碎狀，外表附有土壤，果膠膜重量減少；掩埋 14 日後，果膠膜大幅減少，外表附有土壤。掩埋 21 日後，果膠膜已完全分解，故推論，果膠膜具可生物降解性。

實驗八、果膠保鮮膜親疏水性實驗

實驗八-1-1 自製果膠保鮮膜滲水試驗

實驗步驟：使用 15mL 的樣本瓶與 3 公分漏斗進行滲水實驗，將薄膜覆蓋於漏斗上方，在薄膜上滴入 0.5mL 的 RO 水紀錄水何時會滴落於樣本瓶中。



圖 3-2-48

滲水實驗設置



圖 3-2-49

橘子果膠膜滴入水



圖 3-2-50

柚子果膠膜滴入水



圖 3-2-51

海藻酸鈉膜滴入水

表 3-2-11 自製果膠保鮮膜滲水試驗紀錄表

單位：(秒)

自製果膠保鮮膜滲水試驗			
測量次數	薄膜種類		
	海藻酸鈉膜	柚子果膠膜	橘子果膠膜
1	132.5	453.7	132.5
2	154.6	327.6	205.8
3	130.3	342.5	145.8
4	177.8	392.1	138.5
5	109.9	437.9	118.3
平均	141.02	390.76	148.18
標準差	25.9	55.9	33.8

小結

經實驗發現，果膠保鮮膜滲水實驗效果為柚子果膠膜>橘子果膠膜>海藻酸鈉膜，故推測加入果膠可提升保鮮膜疏水性。

實驗八-1-2 自製果膠保鮮膜吸水試驗

實驗步驟：將 3 公分乘以 3 公分的果膠保鮮膜放入 50 毫升水中，經過三分鐘後取出進行觀察。



圖 3-2-52

柚子果膠薄膜吸水膨脹



圖 3-2-53

橘子果膠薄膜吸水膨脹



圖 3-2-54

海藻酸鈉薄膜吸水液狀

小結

柚子、橘子果膠膜會吸收水膨脹程度約 1cm，海藻酸鈉膜則皆為液狀。保鮮膜成液狀情形為海藻酸鈉膜 > 柚子果膠膜 > 橘子果膠膜。

實驗九、果膠保鮮膜之實測

實驗步驟：將蘋果使用模具切割成相同面積，切成統一厚度之片狀後設定為實驗對象，使用PVC 保鮮膜對照組，評估自製果膠保鮮膜保鮮蔬果是否具備實用價值，間格 30 分鐘觀測蘋果褐變情形，觀察時間 6 小時。

表 3-2-12 保鮮實驗記錄表

單位：(時)

保鮮實驗					
保鮮膜種類					
時間	無覆蓋 保鮮膜	PVC 保鮮膜	海藻酸鈉 保鮮膜	柚子果膠 保鮮膜	橘子果膠 保鮮膜
0 時					
2 時					
4 時					
6 時					

小結

五組蘋果產生褐變最明顯為無覆蓋保鮮膜 > 海藻酸鈉保鮮膜 > 橘子果膠保鮮膜 > 柚子果膠保鮮膜 > PVC 保鮮膜，推論為自製保鮮膜較透氣以致蘋果褐變速度較覆蓋 PVC 保鮮膜快。

肆、研究結果

一、自製果膠保鮮膜耐酸實驗

果膠保鮮膜耐酸效果為橘子果膠保鮮膜 > 柚子果膠保鮮膜 > 海藻酸鈉保鮮膜，因此推論在自製薄膜中加入果膠有助於提升薄膜的耐酸性。

二、自製果膠保鮮膜耐熱實驗

使用熱風槍加熱後發現，果膠膜會在 122.2°C 以上薄膜邊緣開始燒焦，耐熱程度為柚子果膠保鮮膜 > 海藻酸鈉保鮮膜 > 橘子果膠保鮮膜，三種薄膜在空氣中耐熱程度皆佳。

三、自製果膠膜黴菌生長實驗

實驗設置經過 24 小時後，果膠保鮮膜無黴菌生長跡象，黴菌未能在果膠保鮮膜上滋生更多的黴菌；經過 5 日後，果膠保鮮膜無黴菌生長跡象，與 5 日前顏色彩度、明度相同，無明顯差異；經過一週後，果膠保鮮膜與 5 日後一樣無明顯差異，黴菌未能在果膠保鮮膜上滋生更多的黴菌菌落，因此推論，黴菌無法在果膠保鮮膜上滋生更多的黴菌菌落，經 13 日觀察果膠保鮮膜並無新生黴菌菌落。

四、自製果膠保鮮膜保濕實驗

因實驗結果顯示海藻酸鈉薄膜平均失重為 0.59% 保濕效果最佳，其次為柚子果膠保鮮膜平均失重為 0.66%，故推測海藻酸鈉疏水性佳，含果膠成分之薄膜吸水性較強，以致保濕效果比海藻酸鈉略差。

五、自製果膠保鮮膜拉力測試實驗

經 1 公斤的拉力測試，海藻酸鈉膜與市售 PVC 保鮮膜相比之下平均高出 3.01 秒，柚子果膠膜平均高出 7.97 秒，橘子果膠膜平均高出 13.84 秒；可知自製保鮮膜抗拉性皆比市售 PVC 保鮮膜佳。

六、果膠保鮮膜生物降解實驗

經實驗發現，果膠保鮮膜具有良好的生物相容性，能在三週將薄膜全數分解，且經 7 日後蚯蚓十分活躍，因此推測果膠保鮮膜能達到生物降解之效果且對土壤生物無害。

七、薄膜滲水實驗

經實驗發現，滲水速度為柚子果膠保鮮膜最佳平均為 390.76 秒，其次為橘子果膠保鮮膜平均為 148.18 秒；吸入水後，柚子、橘子果膠膜實驗後會向四周膨脹 1 公分左右，海藻酸鈉膜皆已被稀釋成液狀，故推論加入果膠可降低自製保鮮膜滲水度。

八、果膠保鮮膜保鮮之實測

經實驗發現，自製保鮮膜中褐變最明顯為海藻酸鈉保鮮膜，效果最佳為柚子果膠保鮮膜，故推論添入果膠能減少自製保鮮膜之透氣性。

伍、討論

一、為何選用柚子及橘子果皮當作是本次實驗的農業廢棄物？

我們一開始在選擇果皮時是參考學校營養午餐會發放的水果，在果皮部分原本是選擇四種果皮，分別是蘋果皮、香蕉皮、柚子皮、橘子皮，經醇沉澱法萃取果膠出的果膠量決定使用柚子皮、橘子皮作為實驗對象。

而後有農民提供的火龍果疏枝下的枝條，但因為它在製作後顏色過於深綠難以製作保鮮膜故放棄使用，但尚可以作為其他保濕實驗的材料，故暫時保存至冷藏。

二、果膠保鮮膜是否具可生物降解性？

如於土壤掩埋實驗中置入蚯蚓幼蟲，自製柚子果膠保鮮膜能在一週內已完全分解，表示土壤生物會取食，可不經掩埋分解；無蚯蚓組的果膠保鮮膜一週尚未全數分解完畢且呈破碎狀態，持續掩埋在 pH7 且土壤肥度佳的土壤中，果膠保鮮膜經過經 21 日後可完全降解，故推論果膠保鮮膜具可生物降解且掩埋時不傷害土壤生物之效果。

三、自製果膠保鮮膜親水性之強弱為何？

柚子、橘子果膠保鮮膜在滲水實驗中表現皆佳於海藻酸鈉保鮮膜，加入果膠粉可以讓薄膜降低滲水度吸水力強，而海藻酸鈉保鮮膜疏水性最佳，隔絕水分效果優於加入果膠之保鮮膜。

四、比較三種自製保鮮膜的保濕效果

已與保濕效果最佳的 PVC 保鮮膜保相比最接近為海藻酸鈉保鮮膜，再次佳為柚子保鮮膜，最差為橘子果膠保鮮膜，故在材料取得上以柚子皮為優先，次為橘子皮除較能萃取較多果膠外，製作成保鮮膜的效果亦是最佳。

五、比較三種自製保鮮膜的抗氧化效果

因自製的薄膜保鮮膜具透氣性，抗氧化的效果皆比 PVC 保鮮膜差，但比無覆蓋保鮮膜的狀況佳，如以褐變顏色與速度判斷為海藻酸鈉保鮮膜最佳，其次為橘子果膠保鮮膜。

陸、結論

一、能探討果膠保鮮膜成型之方式作為保鮮膜製作流程。

製作果膠保鮮膜使用 10g 由比例 1：1：4：100 之果膠、海藻酸鈉、甘油、純水混和之糊液，隨後放置於定溫 66℃ 之烘烤箱中烘烤 20 小時，取出即為自製果膠保鮮膜；本實驗使用農業廢棄製成果膠保鮮膜，其成分皆為天然成分且無塑膠，由耐熱實驗可知，其接觸熱氣不會散發任何有害物質。期望能藉由回收農業廢棄物製作果膠保鮮膜，達經濟循環之效果。

二、探討果膠保鮮膜的物理性質以評估其應用於保鮮的效果和可行性。

在熱水溶解及空氣加熱的實驗柚子果膠保鮮膜為最耐熱的保鮮膜；自製果膠保鮮膜拉力測試中承受時間平均最佳為橘子果膠膜，而自製保鮮膜承受時間皆比市售 PVC 保鮮膜長；在保濕實驗海藻酸鈉保鮮膜的效果最佳。

三、探討果膠保鮮膜的化學性質以確保其使用安全性。

經實驗發現，橘子果膠最為耐酸，故推論加入果膠可增強保鮮膜耐酸性，耐酸程度為柚子保鮮膜>橘子保鮮膜>海藻酸鈉保鮮膜。

四、探討食品保鮮效果以確保其在實際應用中的可行性。

在自製果膠保鮮膜保濕實驗中可得知，自製保鮮膜的保濕效果與 PVC 保鮮膜差異並不大，其中海藻酸鈉保鮮膜的保濕效果最佳；在果膠保鮮膜保鮮實驗中，無覆蓋保鮮膜之蘋果與有使用果膠保鮮膜覆蓋的蘋果相比，明顯氧化嚴重許多，因此推論自製果膠保鮮膜有蔬果保鮮之效果。

五、探討自製果膠保鮮膜對環境的影響。

在果膠保鮮膜生物降解實驗中，果膠保鮮膜在土壤中掩埋 21 日後，已完全分解，因此推論自製果膠保鮮膜可生物分解，對大自然都是有益無害的。

六、探討自製保鮮膜之可保存性

在黴菌生長實驗中，藻酸鈉薄膜與果膠薄膜皆不會在暴露空氣的條件中生長出黴菌，因此，自製薄膜是可在室溫乾燥環境中保存。

七、自製保鮮膜實用性

果膠薄膜雖不會生長黴菌，但因其較 PVC 保鮮膜透氣，所以在保鮮時會較容易散失水分，保濕效果較 PVC 保鮮膜還要差，所以建議可以使用在水分少的物品覆蓋保鮮上，水分多的食物保鮮上需減少使用。

柒、參考資料及其他

- 一、黃家澤、黃加妤 (2012)。「蕉」慮變「膠」傲－香蕉果膠的探討與應用。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 二、張馭荃、蔡玥漩 (2009)。「Pitaya 的異想世界－火龍果莖多醣體之應用」。中華民國第 49 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 三、林鈺純 (2018)。「Ooho! 「內」個「膜」法－凝膠薄膜性質之探討」。中華民國第 58 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 四、林國琰、蔡乙綾、莊凱堯 (2020)。「把新鮮包起來-非塑料環保薄膜之研發」。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 五、令人驚奇的分子料理是這樣來的：食品科學中的晶球技術（上）。2023 年 06 月 13 日取自 <https://pansci.asia/archives/164992>
- 六、取代水瓶、番茄醬包的生質包裝——「Notpla」不只可堆肥，還可吞下肚。2023 年 06 月 13 日取自 <https://www.seinsights.asia/article/3290/3270/6869>
- 七、什麼！你還在用寶特瓶？／可食用水球「Ooho」即將量產。2023 年 06 月 13 日取自 <https://npost.tw/archives/35924>

【評語】 080215

1. 該作品之新穎性在於將自製果膠與海藻酸鈉混合製作成保鮮膜，有別於僅使用海藻酸鈉製成膜的一般作法，利用農業廢棄物提煉出果膠製成保鮮膜，強調可自然分解，且減少農廢。
2. 屬於化學性質的探討較少，建議可在化學性質上多些著墨。
3. 在文獻資料探討部分略顯不足，宜參考先前資料再作加深推廣應用。
4. 數據長條圖的呈現應使用平均數值，才容易看出各種變因間的差異。

作品海報

「果」然「塑」這樣-

農業廢棄物回收自製果膠保鮮膜之探究

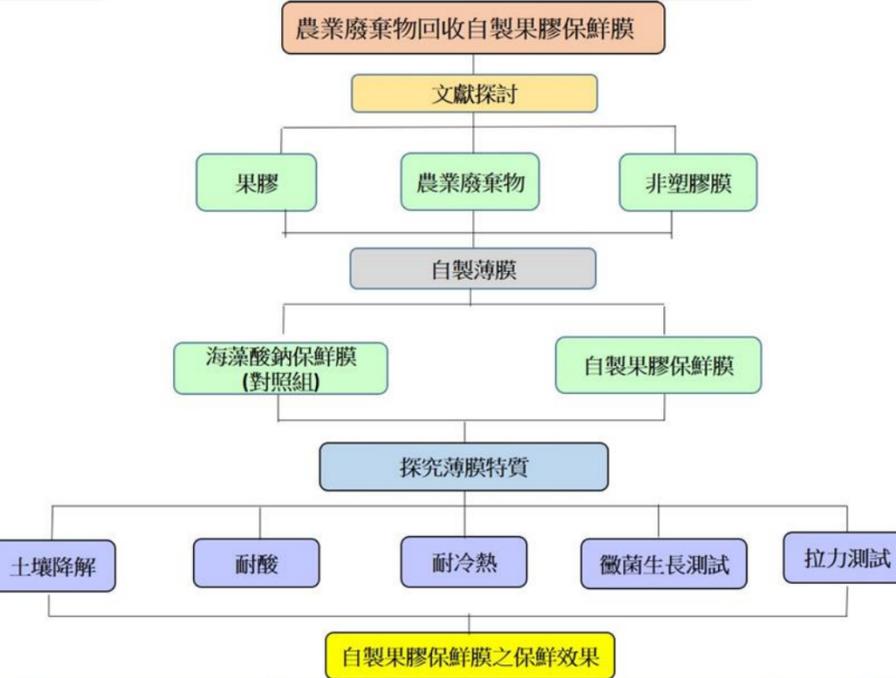
研究動機

世界各國為了環保推起了限塑法令，講求使用環保及可回收分解的塑膠，本研究採用容易提煉出果膠的農業廢棄物，加上海藻酸鈉製成糊液加入甘油低溫烘乾製作出薄膜，本研究稱之果膠保鮮膜，藉由延展性、防水度、保鮮等測試，驗證果膠保鮮膜可實際應用於一般日常之中。

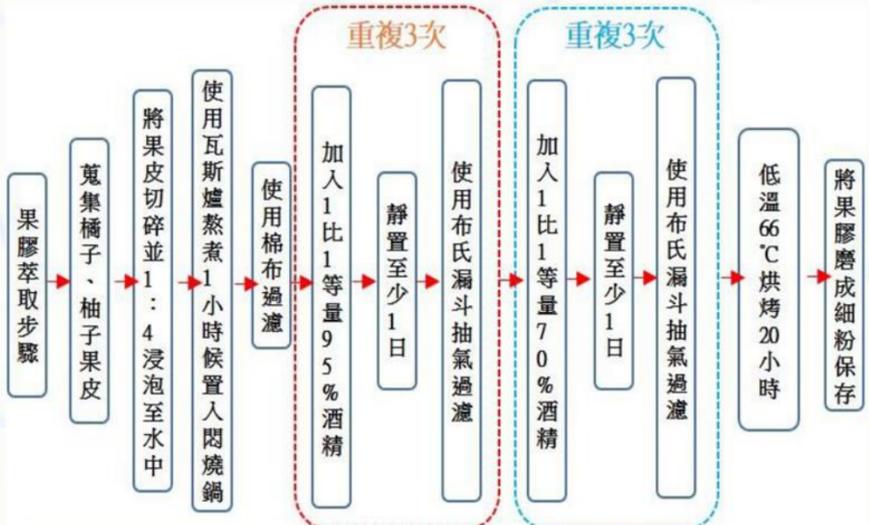
研究目的

- (一) 期望可以建立一套使用農業廢棄物回收使用之方式。
- (二) 探討果膠保鮮膜成型之方式作為保鮮膜製作流程。
- (三) 探討果膠保鮮膜的物理性質以評估其應用於保鮮之效果及可行性。
 - 1. 探討自製保鮮膜之耐冷熱程度。
 - 2. 探討自製保鮮膜之抗拉性。
 - 3. 探討自製保鮮膜之親疏水性。
 - 4. 探討自製保鮮膜之保濕程度。
- (四) 探討果膠保鮮膜的化學性質以確保其使用安全性。
 - 1. 探討自製保鮮膜之耐酸性。
 - 2. 測試自製保鮮膜之黴菌生長情形。
 - 3. 探討自製保鮮膜之可生物降解性。
- (五) 探討食品保鮮效果以確保其在實際應用中的可行性。

研究過程與方法



實驗一 果膠粉製備



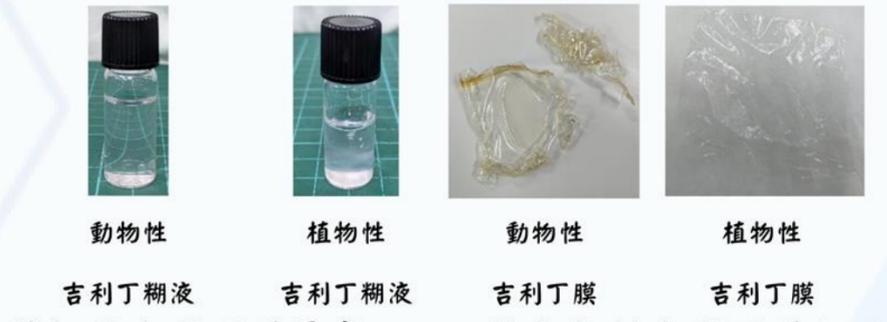
所取得的果膠量為柚子皮>橘子皮>蘋果皮>香蕉皮，研究取柚子果膠及橘子果膠進行後續研究。

實驗二 海藻酸鈉膜製作與脫模測試



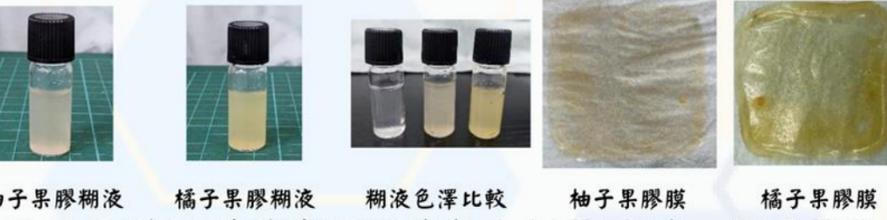
厚度 0.18mm，透明度佳可自黏後撥離，較易斷裂。

實驗三 吉利丁膜製作與脫模測試



植物性吉利丁膜厚度0.08mm較動物性吉利丁膜之下較易脫膜、較耐拉，但表面殘留甘油，而動物性吉利丁膜不易脫膜、自黏性強且易斷裂，取下的膜厚度為0.2mm。

實驗四 果膠混合海藻酸鈉製膜



兩種果膠保鮮膜皆可從烤盤上輕易脫膜，且不易自黏，橘子果膠保鮮膜厚度 0.17mm，柚子果膠保鮮膜厚度0.17mm。

實驗五-1 果膠保鮮膜耐酸實驗

酸鹼值	7	6	5	4	3
海藻酸鈉薄膜					
柚子果膠薄膜					
橘子果膠薄膜					

自製薄膜在pH5溶液中始有溶解現象，溶解速度為橘子果膠膜>柚子果膠膜>海藻酸鈉膜。

實驗五-2-1 果膠保鮮膜耐熱溶解度測試

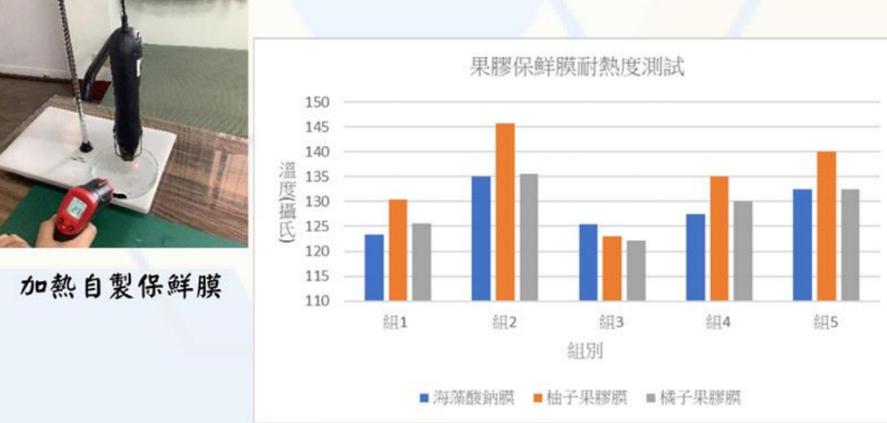
項目	水溫					
	23	80	85	90	95	100
柚子果膠保鮮膜	無	捲曲	捲曲	捲曲	破碎	破碎
橘子果膠保鮮膜	無	無溶解	無捲曲	破碎	破碎	破碎溶解
海藻酸鈉保鮮膜	無	略溶解	開始溶解	完全溶解	完全溶解	完全溶解

30秒
2分13秒
溶解完畢



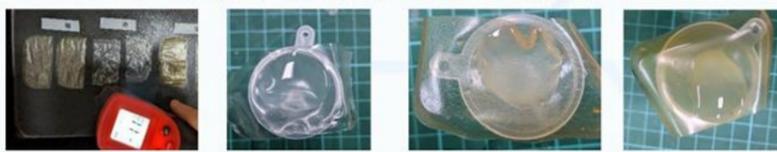
溶解程度為柚子果膠膜>橘子果膠膜>海藻酸鈉膜。

實驗五-2-2 果膠保鮮膜耐熱度測試



自製果膠膜會在122.2° C開始邊緣燒焦，耐熱程度為柚子果膠保鮮膜 >橘子果膠保鮮膜>海藻酸鈉保鮮膜，耐熱程度皆佳

實驗五-2-3 冷凍後自製果膠膜滲水實驗



-11°C 冷凍 1 日 海藻酸鈉膜滲水試驗 柚子果膠膜滲水試驗 橘子果膠膜滲水試驗

滲水效果為柚子保鮮膜 > 橘子保鮮膜 > 海藻酸鈉保鮮膜，比未經冷凍的保鮮膜滲水速度略差。

實驗五-3 微生物生長測試



放置薄膜於消毒後的培養皿

於右上角點上微生物菌落



海藻酸鈉膜菌落變化

柚子果膠膜菌落變化

橘子果膠膜菌落變化

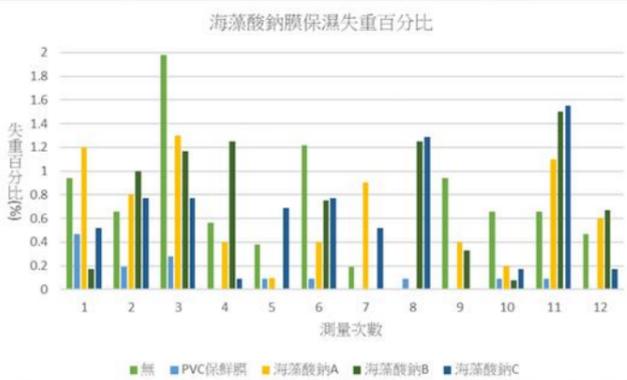
新生的菌落數量 0 個，且點上的菌落沒有擴散的跡象。

實驗五-4 自製果膠保鮮膜保濕實驗

實驗五-4-1 海藻酸鈉保鮮膜保濕實驗

單位：失重百分比(%)

測量次數	保鮮膜種類				
	無	PVC 保鮮膜	海藻酸鈉 A	海藻酸鈉 B	海藻酸鈉 C
1	0.94	0.47	1.20	0.17	0.52
2	0.66	0.19	0.80	1.00	0.77
3	1.98	0.28	1.30	1.17	0.77
4	0.56	0.00	0.40	1.25	0.09
5	0.38	0.09	0.10	0.00	0.69
6	1.22	0.09	0.40	0.75	0.77
7	0.19	0.00	0.90	0.00	0.52
8	0.00	0.09	0.00	1.25	1.29
9	0.94	0.00	0.40	0.33	0.00
10	0.66	0.09	0.20	0.08	0.17
11	0.66	0.09	1.10	1.50	1.55
12	0.47	0.00	0.60	0.67	0.17
平均	0.72	0.12	0.62	0.68	0.61

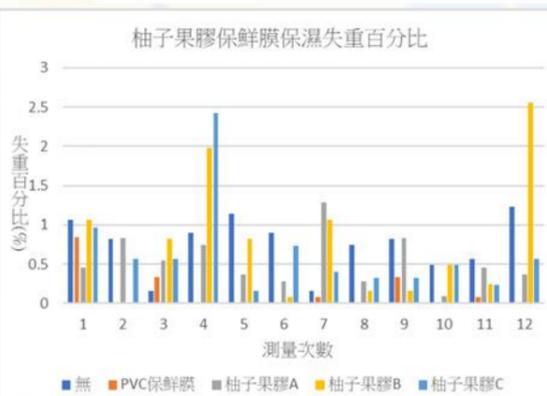


水分流失最少為 PVC 保鮮膜組 > 海藻酸鈉 C 組 > 海藻酸鈉 A 組

實驗五-4-2 自製柚子果膠保鮮膜保濕實驗

單位：失重百分比(%)

測量次數	保鮮膜種類				
	無	PVC 保鮮膜	柚子果膠 A	柚子果膠 B	柚子果膠 C
1	1.06	0.84	0.46	1.07	0.97
2	0.82	0.00	0.83	0.00	0.57
3	0.16	0.34	0.55	0.82	0.57
4	0.90	0.00	0.74	1.98	2.43
5	1.14	0.00	0.37	0.82	0.16
6	0.90	0.00	0.28	0.08	0.73
7	0.16	0.08	1.29	1.07	0.40
8	0.74	0.00	0.28	0.16	0.32
9	0.82	0.34	0.83	0.16	0.32
10	0.49	0.00	0.09	0.49	0.49
11	0.57	0.08	0.46	0.25	0.24
12	1.23	0.00	0.37	2.56	0.57
平均	0.75	0.14	0.55	0.79	0.65

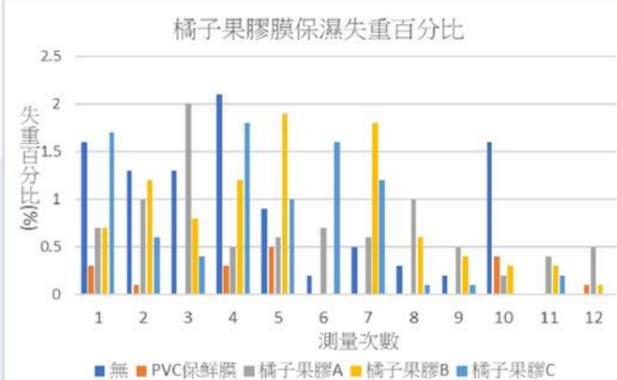


水分流失最少的為 PVC 保鮮膜組 > 柚子果膠 A 組 > 柚子果膠 C 組

實驗五-4-3 自製橘子果膠保鮮膜保濕實驗

單位：失重百分比(%)

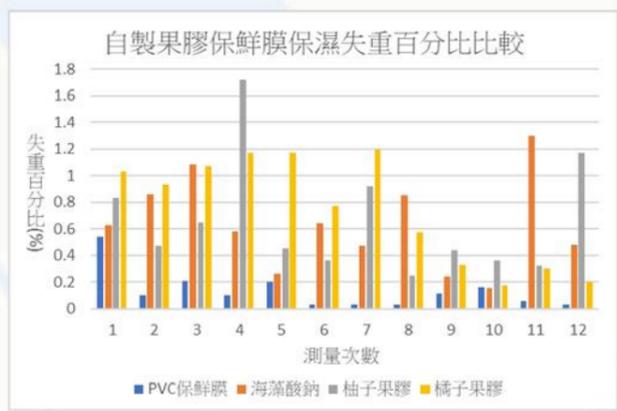
測量次數	保鮮膜種類				
	無	PVC 保鮮膜	橘子果膠 A	橘子果膠 B	橘子果膠 C
1	1.60	0.30	0.70	0.70	1.70
2	1.30	0.10	1.00	1.20	0.60
3	1.30	0.00	2.00	0.80	0.40
4	2.10	0.30	0.50	1.20	1.80
5	0.90	0.50	0.60	1.90	1.00
6	0.20	0.00	0.70	0.00	1.60
7	0.50	0.00	0.60	1.80	1.20
8	0.30	0.00	1.00	0.60	0.10
9	0.20	0.00	0.50	0.40	0.10
10	1.60	0.40	0.20	0.30	0.00
11	0.00	0.00	0.40	0.30	0.20
12	0.00	0.10	0.50	0.10	0.00
平均	0.83	0.14	0.73	0.78	0.73



水分流失最少為 PVC 保鮮膜組 > 橘子果膠 C 組 = 橘子果膠 A 組

單位：失重百分比(%)

測量次數	保鮮膜種類			
	PVC 保鮮膜	海藻酸鈉	柚子果膠	橘子果膠
1	0.54	0.63	0.83	1.03
2	0.10	0.86	0.47	0.93
3	0.21	1.08	0.65	1.07
4	0.10	0.58	1.72	1.17
5	0.20	0.26	0.45	1.17
6	0.03	0.64	0.36	0.77
7	0.03	0.47	0.92	1.20
8	0.03	0.85	0.25	0.57
9	0.11	0.24	0.44	0.33
10	0.16	0.15	0.36	0.17
11	0.06	1.3	0.32	0.30
12	0.03	0.48	1.17	0.20
平均	0.12	0.59	0.66	0.74



綜合比較得知，保濕效果為 PVC 保鮮膜 > 海藻酸鈉保鮮膜 > 柚子果膠保鮮膜 > 橘子果膠保鮮膜

實驗六 薄膜拉力測試



自製拉力裝置

拉力測試結果為 1kg

自製夾具

自製拉力測試裝置

單位：(秒)

自製果膠保鮮膜拉力測試

測量次數	薄膜種類			
	海藻酸鈉膜	柚子果膠膜	橘子果膠膜	市售保鮮膜
1	4.87	9.73	14.91	1.56
2	5.03	8.06	15.08	1.45
3	4.35	10.25	16.15	1.10
4	3.91	8.86	14.73	1.52
5	3.95	10.00	15.4	1.42
平均	4.42	9.38	15.25	1.41
標準差	0.46	0.81	0.50	0.18

所有自製保鮮膜皆比市售保鮮膜耐拉，其中最佳拉力測試結果為橘子果膠保鮮膜。

實驗七 果膠保鮮膜生物降解實驗



量測土壤溼度與肥力 掩埋 7 日後殘膠量 掩埋 14 日後殘膠量 掩埋 21 日後殘膠量

掩埋 21 日後，果膠膜已完全分解。

實驗八 果膠保鮮膜親疏水性實驗

實驗八-1 自製果膠保鮮膜滲水試驗



滲水實驗設置 橘子果膠膜滴入水 柚子果膠膜滴入水 海藻酸鈉膜滴入水 單位：(秒)

自製果膠保鮮膜滲水試驗			
測量次數	薄膜種類		
	海藻酸鈉膜	柚子果膠膜	橘子果膠膜
1	132.5	453.7	132.5
2	154.6	327.6	205.8
3	130.3	342.5	145.8
4	177.8	392.1	138.5
5	109.9	437.9	118.3
平均	141.02	390.76	148.18
標準差	25.9	55.9	33.8

試驗結果為柚子果膠膜>橘子果膠膜>海藻酸鈉膜。

實驗八-2 自製果膠保鮮膜吸水試驗



橘子果膠薄膜吸水膨脹 橘子果膠薄膜吸水膨脹 海藻酸鈉薄膜吸水液狀

保鮮膜成液狀情形為海藻酸鈉膜>柚子果膠膜>橘子果膠膜。

實驗九 果膠保鮮膜之實測

時間	保鮮實驗				
	保鮮膜種類				
	無覆蓋保鮮膜	PVC保鮮膜	海藻酸鈉保鮮膜	柚子果膠保鮮膜	橘子果膠保鮮膜
0時					
2時					
4時					
6時					

褐變最明顯為無覆蓋保鮮膜>海藻酸鈉保鮮膜>橘子果膠保鮮膜>柚子果膠保鮮膜>PVC保鮮膜。

研究結果

一、自製果膠保鮮膜耐酸實驗

耐酸效果為橘子果膠保鮮膜>柚子果膠保鮮膜>海藻酸鈉保鮮膜。

二、自製果膠保鮮膜耐熱實驗

果膠膜會在122.2°C以上薄膜邊緣開始燒焦，耐熱程度為柚子果膠保鮮膜>海藻酸鈉保鮮膜>橘子果膠保鮮膜。

三、自製果膠膜黴菌生長實驗

經13日觀察果膠保鮮膜並無新生黴菌菌落。

四、自製果膠保鮮膜保濕實驗

海藻酸鈉薄膜保濕效果最佳，其次為柚子果膠保鮮膜。

五、自製果膠保鮮膜拉力測試實驗

海藻酸鈉膜與市售PVC保鮮膜相比之下平均高出3.01秒，柚子果膠膜平均高出7.97秒，橘子果膠膜平均高出13.84秒。

六、果膠保鮮膜生物降解實驗

能在三週將薄膜全數分解，且經7日後蚯蚓十分活躍。

七、薄膜滲水實驗

滲水速度為柚子果膠保鮮膜最佳，其次為橘子果膠保鮮膜，推論加入果膠可降低自製保鮮膜滲水度。

八、果膠保鮮膜保鮮之實測

褐變最明顯為海藻酸鈉保鮮膜，效果最佳為柚子果膠保鮮膜。

討論

一、為何選用柚子及橘子果皮當作實驗的農業廢棄物？

一開始選擇蘋果皮、香蕉皮、柚子皮、橘子皮、火龍果枝條作為本實驗的農業廢棄物，以取得果膠量做為取捨，火龍果枝條果膠顏色過於深綠，故留下柚子皮跟橘子皮為實驗對象。

二、果膠保鮮膜是否具可生物降解性？

於土壤掩埋實驗中置入蚯蚓，自製果膠保鮮膜能在一週內已完全分解，表示土壤生物會取食；無蚯蚓組於21日後完全分解故推論果膠保鮮膜具可生物降解且掩埋時不傷害土壤生物之效果。

三、自製果膠保鮮膜親水性之強弱為何？

柚子、橘子果膠保鮮膜在滲水實驗中表現皆佳於海藻酸鈉保鮮膜，加入果膠粉可以讓薄膜降低滲水度。

四、比較三種自製保鮮膜的保濕效果

保濕效果最佳的為PVC保鮮膜，次佳為海藻酸鈉保鮮膜，再次佳為柚子保鮮膜，最差為橘子果膠保鮮膜。

五、比較三種自製保鮮膜的抗氧化效果

以褐變顏色與速度判斷為海藻酸鈉保鮮膜最佳，其次為橘子果膠保鮮膜。

結論

一、探討果膠保鮮膜成型方式作為保鮮膜製作流程

使用10g由比例1：1：4：100之果膠、海藻酸鈉、甘油、純水混和之糊液，隨後放置於定溫66°C之烘烤箱中烘烤20小時。

二、探討果膠保鮮膜的物理性質以評估應用於保鮮的可行性

熱水溶解及空氣加熱實驗發現柚子果膠保鮮膜最耐熱；拉力測試中承受時間平均最佳為橘子果膠膜，而自製保鮮膜承受時間皆比市售PVC保鮮膜長；在保濕實驗海藻酸鈉保鮮膜的效果最佳。

三、探討果膠保鮮膜的化學性質以確保其使用安全性

橘子果膠最為耐酸，故推論加入果膠可增強保鮮膜耐酸性。

四、探討食品保鮮效果以確保在實際應用中的可行性

自製保鮮膜中海藻酸鈉保鮮膜的保濕效果最佳；無覆蓋保鮮膜之蘋果與有使用果膠保鮮膜覆蓋相比，明顯褐變，因此推論自製果膠保鮮膜有蔬果保鮮之效果。

五、探討自製果膠保鮮膜對環境的影響

果膠保鮮膜在土壤中掩埋21日後，已完全分解，因此推論自製果膠保鮮膜可生物分解。

六、探討自製保鮮膜之可保存性

自製薄膜是可在室溫乾燥環境中保存。

七、自製保鮮膜之實用性

因其較PVC保鮮膜透氣，保濕效果較PVC保鮮膜差，所以建議可以使用在水分少的物品覆蓋保鮮上。