

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 化學科

030204

不是魔法!用紙中「膜」法創造風華絕「袋」— 以
海藻酸鈉薄膜混合自製環保袋

學校名稱：屏東縣立中正國民中學

作者： 國二 龔宥睿 國二 鍾明儒 國二 許定洲	指導老師： 李宗祐 許哲愷
---	-----------------------------

關鍵詞：海藻酸鈉、薄膜、紙漿

摘要

海藻酸鈉水溶液和乳酸鈣水溶液混合後可形成具有韌性的膜狀物質，本研究嘗試利用此特性來製成可分解的類塑膠。首先我們嘗試於薄膜添加其他物質來加強其載重、耐受性，發現到若是在海藻酸鈉溶液中混入紙漿，即能有效增加其載重能力。而後檢核自製薄膜若是承裝不同物質時是否影響其性質，本研究發現鹼性物質會造成自製薄膜結構弱化，以致載重能力變差；溫度對於薄膜載重能力無顯著影響；而接觸油脂類物品，隨著接觸的油量越多薄膜亦呈現弱化的趨勢。考量到此薄膜要能自動分解，我們最終探討薄膜在土壤中的分解速度以及不同環境下的分解速度，相較於塑膠袋，自製薄膜在埋入土壤5天後多能看見部分結構分解情形，且若環境趨向鹼性，分解效率將會越佳。

壹、前言

一、研究動機

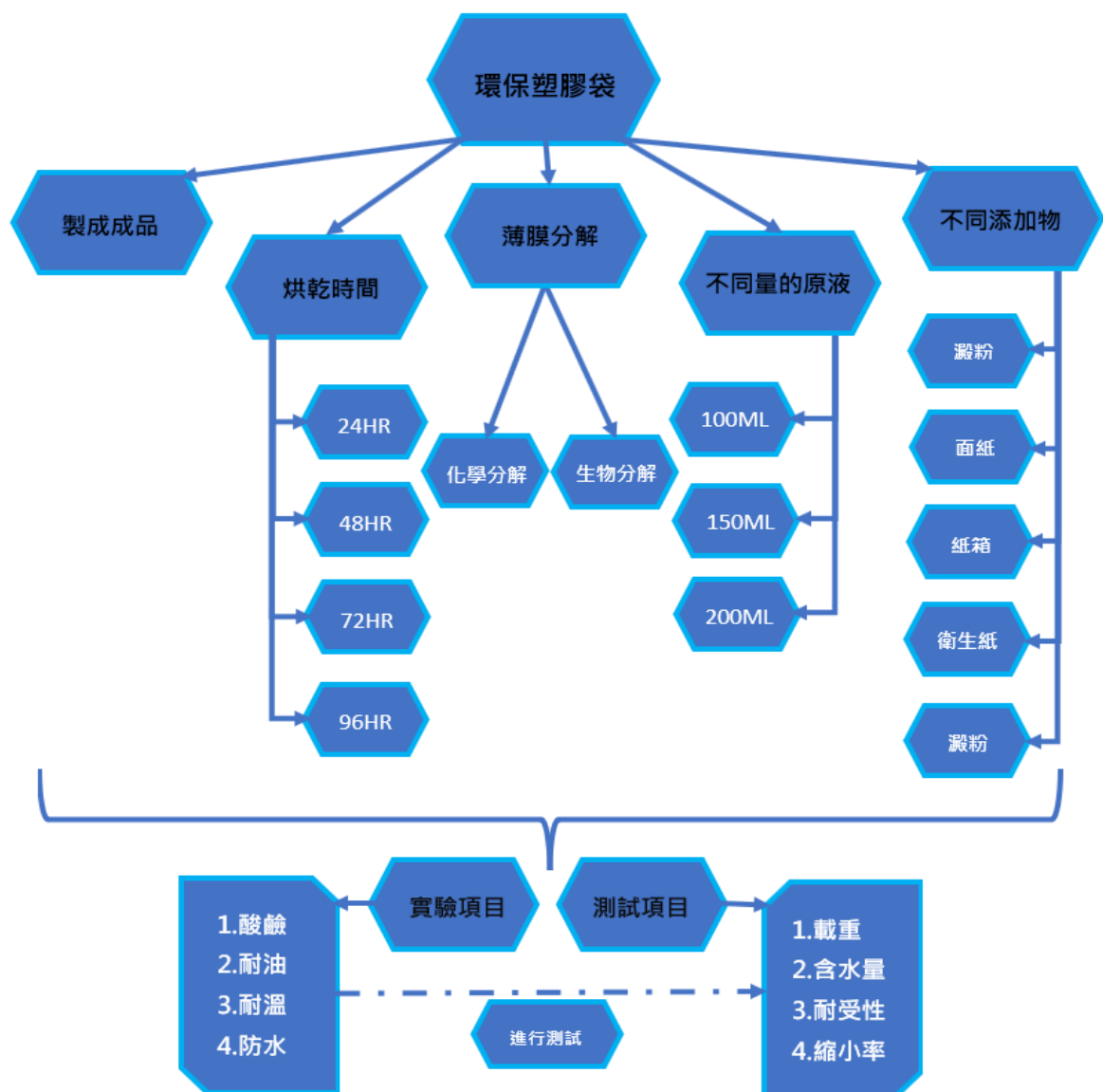
塑膠袋的問世為人類社會帶來顯著便利，至今日常生活裡已經普遍能見到塑膠袋的蹤跡。而享受便利的同時全球環境亦在承受方便的代價。隨著全球環境議題的日漸嚴重，越來越多的人開始關注塑膠製品對環境造成的影響，對於類塑膠替代材質的需求也越來越大。基於塑膠的不可分解性，已製成的塑膠袋儼然成為萬年垃圾，既無法在自然環境被天然分解，燃燒時又會產生有毒氣體。雖說塑膠製品對環境不友善，但要把塑膠袋完全在當前的生活中消失又會使大眾難以適應，因此我們萌生出想要製作類塑膠來替代日常中常用塑膠製品的想法。在物色各類塑膠替代材質的歷程，適逢學校理化課教到海藻酸鈉的特性，故本團隊以此為發想嘗試用海藻酸鈉製作出薄膜，並加入其他混合物質來強化其韌性。期許自製薄膜能成為塑膠袋的良善替代品，即便遭到丟棄亦可於環境中有效分解，讓方便的提袋不再是環保的負擔。

二、研究目的(含研究架構)

本研究要混合海藻酸鈉和乳酸鈣以及其它添加物來製成薄膜，並逐一測試其韌性、含水

性等材料特性。進而探討自製薄膜的強韌度和重複使用後是否能像塑膠袋一樣耐用，乃至評估其可用程度。最終根據薄膜可分解的特性，檢視哪些影響因子促成分解效率差異，待確認無環境危害後，方有望量產開發成環保提袋。研究目的如下：

- (一)探討不同烘乾時間對薄膜質地的影響
- (二)探討海藻酸鈉薄膜不同添加物對薄膜質地的影響
- (三)探討不同容量海藻酸鈉水溶液在托盤中對海藻酸鈉薄膜質地的影響
- (四)探討不同添加物的海藻酸鈉薄膜在草地下對其分解速度的影響
- (五)探討海藻酸鈉薄膜在不同環境下對分解速度的影響
- (六)探討將海藻酸鈉薄膜製作成塑膠袋後是否能運用在生活中



三、文獻回顧

(一)海藻酸鈉水溶液加乳酸鈣水溶液成膜原理：

海藻酸鈉是一種直鏈狀、多醣類的天然高分子聚合物，與乳酸鈣水溶液混合時，乳酸鈣中的鈣離子會取代海藻酸鈉水溶液表面上的鈉離子並抓住羧酸離子進行交聯作用，使原本的鏈狀聚合物變成網狀聚合物進而形成半透明薄膜。

(二)海藻酸鈉水溶液與乳酸鈣水溶液之比例：

根據文獻，海藻酸鈉和水的比例有 1:100、1:200 和 1:300，乳酸鈣水溶液和水的比例有 1:200 和 1:300 等，本實驗取中間值比例調製成海藻酸鈉水溶液與乳酸鈣水溶液，而後將前述二種溶液以 5:995 混合，形成 0.5%海藻酸鈉與乳酸鈣水溶液，來達到最佳效果薄膜。

(三)海藻酸鈉薄膜加麵粉(澱粉)特性：

在海藻酸鈉水溶液加入的麵粉未經糊化，會在製成的薄膜上看見未溶的澱粉顆粒，使薄膜變粗糙，且澱粉濃度越高，薄膜更易脆。經糊化的麵粉加入薄膜後形狀外觀光滑平整，但仍然易脆。

(四)海藻酸鈉薄膜之分解：

2cmx2cm 大小的薄膜放入土壤中約四週後有分解的情形發生，而將薄膜置於酸性溶液內不易分解，放置於鹼性溶液中，鈣離子會和氫氧根離子結合，進而使薄膜分解，因此薄膜在鹼性環境下易分解。

(五)海藻酸鈉薄膜之耐熱：

1:150 和 1:200(海藻酸鈉：水)製成的薄膜可承受 90 度的高溫，達到 70 度時薄膜上會有混濁、半透明現象，且 1:150 比 1:200 混濁，但韌性不受影響，50 度時，1:150 的薄膜開始吸水膨脹，1:200 的薄膜仍保持原樣，整體來說，1:200 的薄膜效果較佳。

(六)塑膠袋的製作過程，如下圖 1：

先將塑膠粒原料（聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）、聚氯乙烯（PVC）等）倒入方形置料桶內，接著下方的塑料擠壓機利用傳動式螺旋桿送料棒將塑膠粒送至圓形塑料熔融槽內，高溫熔融後吹出中空圓柱體的塑膠膜，將其頂端用繩子束綁並吊掛往上

拉送，拉送過程中利用空氣冷卻塑膠膜，之後往上拉至軸輪壓平後捲收成捲筒狀，最後加掛在封口機上的成捲中空塑膠袋裁切及封口成所需尺寸。

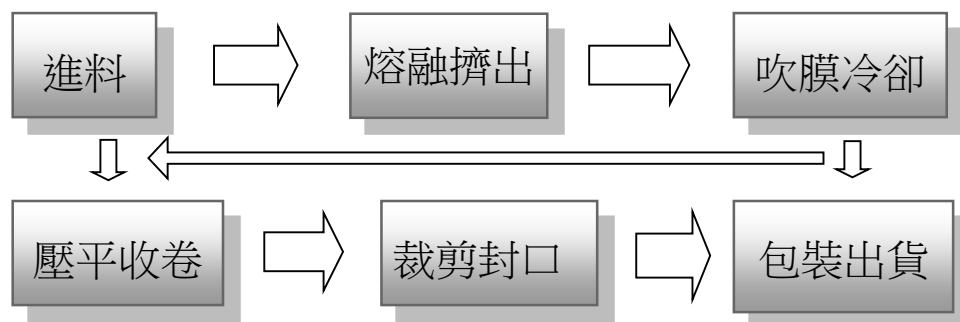
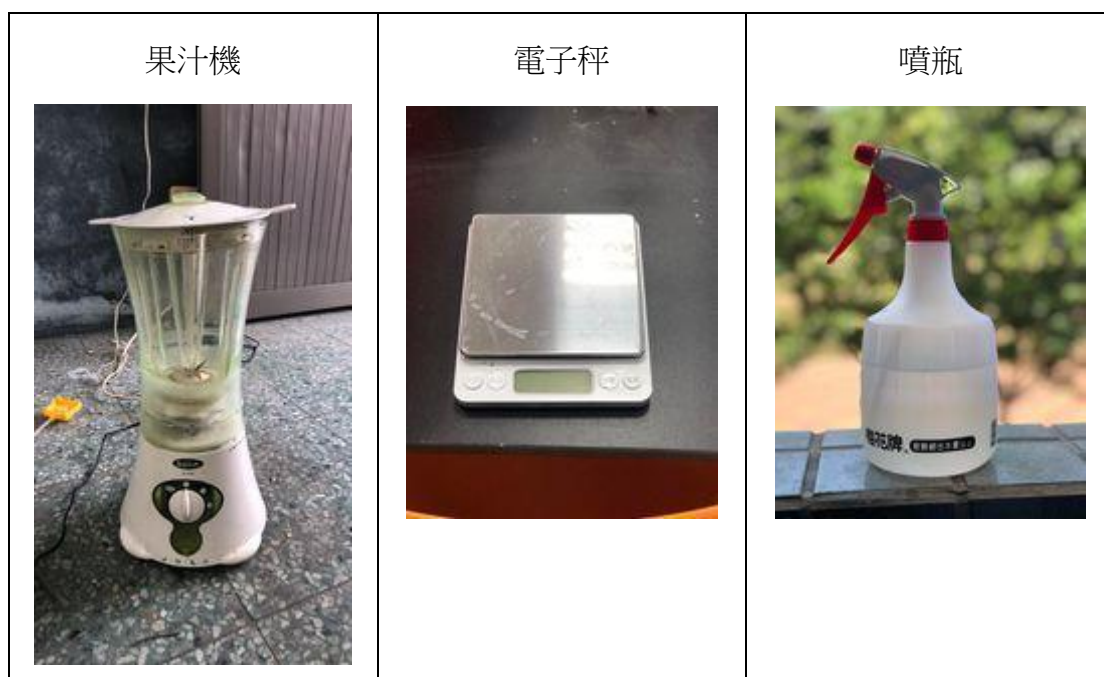
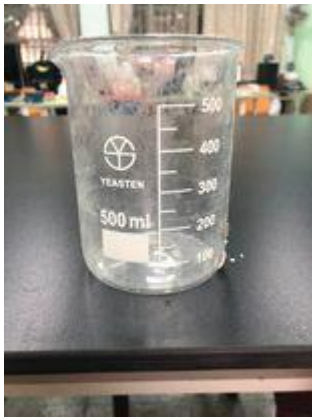


圖 1. 塑膠袋製作過程

貳、研究設備及器材



燒杯



海藻酸鈉



乳酸鈣



澱粉



衛生紙(水溶性)



面紙(非水溶性)



烘箱








托盤



蒸餾水



<p>紙箱</p> 	<p>影印紙</p> 	<p>氫氧化鈉</p> 
<p>檸檬酸</p> 	<p>長尾夾</p> 	<p>砝碼</p> 

參、研究過程或方法

一、海藻酸鈉薄膜製作步驟：

- (一)將 5g 海藻酸鈉與 5g 乳酸鈣分別加入 995g 水調配出 0.5%海藻酸鈉水溶液和乳酸鈣水溶液。
- (二)在海藻酸鈉水溶液中加入添加物(衛生紙纖維、麵粉等)。
- (三)倒入 150mL 海藻酸鈉水溶液在托盤中。
- (四)倒入 300mL 乳酸鈣水溶液在噴瓶中均勻噴灑在托盤上。
- (五)將薄膜放置 30 分鐘使其反應後將水倒掉並輕微擦乾薄膜後放入烘箱中 24 小時，溫度

40 度。

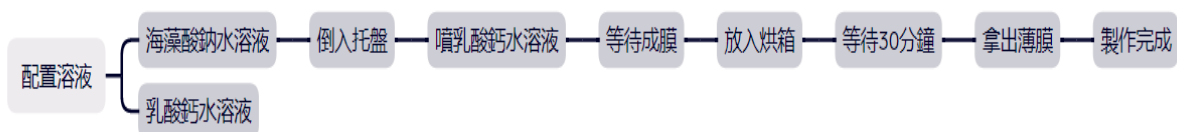


圖 2.薄膜製作流程圖



圖 3.調配海藻酸鈉水溶液



圖 4.倒入海藻酸鈉水溶液至托盤



圖 5.噴灑乳酸鈣水溶液



圖 6.將薄膜放入烘箱



圖 7.將薄膜拿出烘箱



圖 8.薄膜成品

二、薄膜的測量項目：

(一)載重測量步驟：

- 1.先裁切大小相同的薄膜(5cm X 10cm)，接著用長尾夾夾住薄膜兩端，並在一端掛上砝碼。

2.紀錄最大耐重共掛了幾公克及斷裂時的薄膜伸長量。

(二)含水量測量步驟：

- 1.將剛做好的薄膜測量其重量。
- 2.接著在放入烘箱使其乾燥，乾燥後秤量其重量。
- 3.將原薄膜重量減去乾燥後薄膜重量，即可測得含水量。

(三)耐受性測量步驟：

- 1.將薄膜(5cm X 10cm)對折 5 次，將薄膜攤開後重複 10 次前述動作。
- 2.將薄膜懸空固定並於中央放至重物，觀察薄膜是否出現裂痕，記錄其所能承載的重量。本實驗以無對折過的薄膜作為對照組。

(四)縮小率測量步驟：

- 1.將剛做好的薄膜測量其面積。
- 2.接著在放入烘箱使其乾燥，乾燥後秤量其面積。
- 3.將原薄膜面積減去乾燥後薄膜重面積後除去原薄膜面積。

(五)酸鹼性實驗步驟：

- 1.將薄膜(5cm X 10cm)分別各一片浸泡在酸性溶液、中性溶液及鹼性溶液並等待一段時間。
- 2.測量三片薄膜的載重、耐受性、含水量、縮小率。

(六)耐溫性實驗步驟：

- 1.將薄膜(5cm X 10cm)分別各一片浸泡在熱水、常溫水及冰塊中並等待一段時間。
- 2.測量三片薄膜的載重、耐受性、含水量、縮小率。

(七)耐油性實驗步驟：

- 1.將薄膜(5cm X 10cm)分別各一片浸泡在不倒油、少量油及多量油並等待一段時間。
- 2.測量三片薄膜的載重、耐受性、含水量、縮小率。

(八)防水性實驗步驟：

- 1.將薄膜(15cm X 20cm)懸空固定並於中央各一片少量水及多量水並等待一段時間。
- 2.在薄膜下方放置燒杯並觀察滴水情況。

肆、研究結果

實驗一、烘乾後放置不同時間對薄膜的影響

(一)實驗步驟：

- 1.製作出四張海藻酸鈉薄膜與四張加入水溶性衛生紙纖維的海藻酸鈉薄膜。
- 2.放置反應 30 分鐘後放入烘箱。
- 3.每隔 24 小時各拿出一片海藻酸鈉薄膜及加入水溶性衛生紙纖維的薄膜。
- 4.取大小(5cm X 10cm)測量其載重、縮小率、耐受性。

(二)實驗數據：

第一天

海藻酸鈉 測量項目	第一次	第二次	第三次	平均
載重(gw)	1040	1120	1080	1080
耐受性(gw)	1020	1040	1040	1033.33

第二天

海藻酸鈉 測量項目	第一次	第二次	第三次	平均
載重(gw)	1020	1080	1060	1053.33
耐受性(gw)	1000	1000	1020	1006.67

第三天

海藻酸鈉 測量項目	第一次	第二次	第三次	平均
載重(gw)	1020	1040	1040	1033.33

耐受性(gw)	1000	980	1000	993.33
---------	------	-----	------	--------

第四天

海藻酸鈉	第一次	第二次	第三次	平均
測量項目				
載重(gw)	1000	1020	1000	1006.67
耐受性(gw)	1000	980	960	980

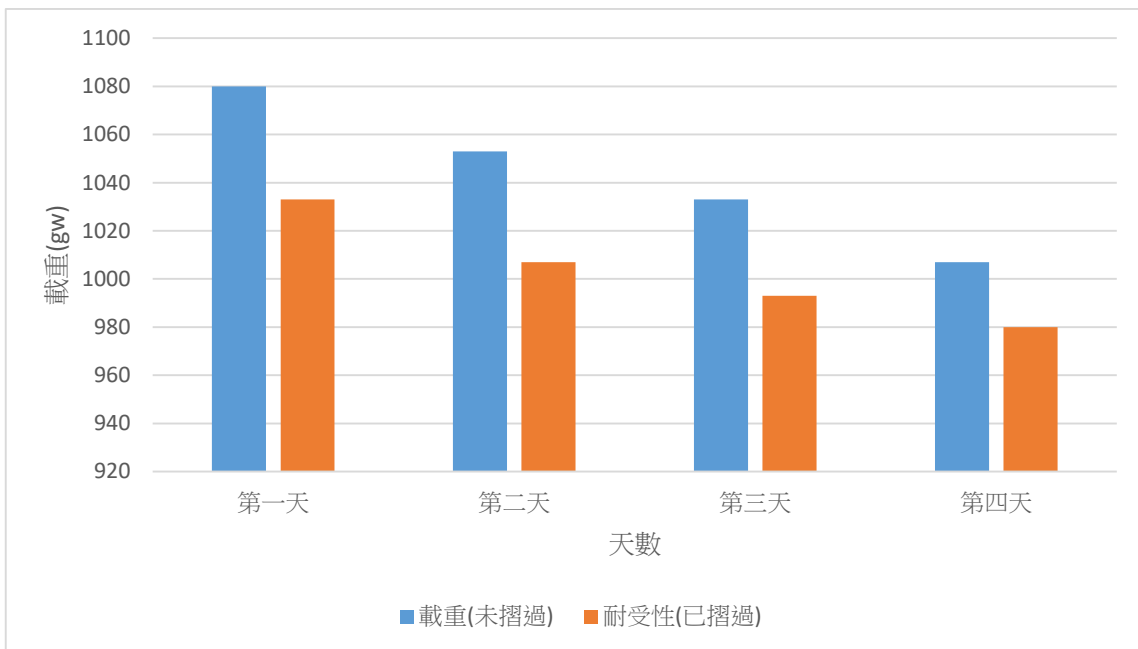


圖 9.烘乾後放置不同時間對薄膜載重的影響

結果分析

1. 由圖 9 可發現，薄膜放置時間越久，其能承受的載重越輕，減少的載重皆小於 50gw。
2. 經摺過的薄膜與未摺過的薄膜能承受的載重相差不超過50gw。

實驗二、不同添加物對薄膜質地的影響

(一)實驗步驟：

1. 製作十二張加入不同物質各 5 公克(澱粉、水溶性衛生紙、非水溶性衛生紙、紙箱、

影印紙)的薄膜。

2. 以塑膠袋為對照組各三片進行酸鹼性、耐油性、耐溫性、防水性實驗。

3. 取大小(5cm X 10cm) 測量十二片每種添加物的薄膜的載重、耐受性、含水量、縮小率。

(二)實驗數據：

酸鹼性

溶液酸鹼性	測量項目	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛生紙	非水溶性面紙	紙箱	影印紙
酸性溶液 (pH=5)	載重(gw)	2520	480	1700	1600	1620	1620
	含水量(g)	無	229.4	228.6	227.3	227.7	227.9
	耐受性(gw)	2480	0	1680	1520	1560	1600
	縮小率(cm ²)	無	0.23	0.33	0.31	0.3	0.28

溶液酸鹼性	測量項目	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛生紙	非水溶性面紙	紙箱	影印紙
中性溶液 (pH=7)	載重(gw)	2520	520	1960	1820	1860	1880
	含水量(g)	無	230.4	229.7	228.1	227.7	227.9
	耐受性(gw)	2500	0	1840	1680	1780	1720
	縮小率(cm ²)	無	0.21	0.31	0.32	0.31	0.29

溶液酸鹼性	測量項目	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛生紙	非水溶性面紙	紙箱	影印紙
鹼性溶液 (pH=9)	載重(gw)	2540	320	1380	1280	1320	1340
	含水量(g)	無	226.4	227.2	226.5	226.4	225.8
	耐受性(gw)	2540	1380	1260	1140	1180	1220
	縮小率(cm ²)	無	0.2	0.32	0.31	0.28	0.28

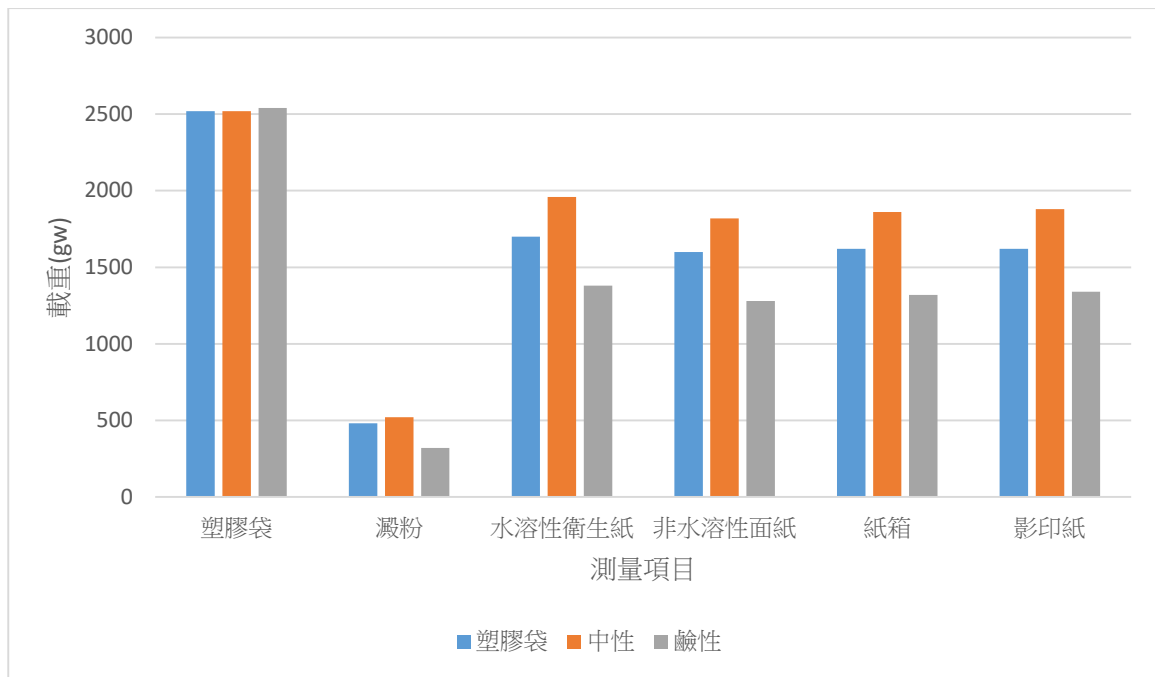


圖 10.不同 pH 值的水溶液對薄膜載重的影響

結果分析

- 由圖 10 可發現，浸泡不同 PH 值水溶液的薄膜載重大小排序為中性水溶液>酸性水溶液 >鹼性水溶液，但載重皆不低於 1kg。
- 浸泡過鹼性溶液的薄膜強度明顯降低，推測是鹼性溶液中的離子與薄膜中的鈣離子結合，進而導致薄膜所承受的最大限度載重降低。

因水溶性衛生紙是上述最好的部分，因此我們在縣賽後利用水溶性衛生紙再加做更多酸鹼性實驗

pH 值	載重(gw)	次數			平均值
		第一次	第二次	第三次	
1		3760	3880	3800	3813.33
2		3720	3860	3800	3793.33
3		3980	3820	3860	3886.67
4		3820	3860	3900	3860
5		3960	3880	3940	3926.67
6		4020	3960	4120	4033.33

7	3920	3960	4000	3960
8	3980	3500	3380	3620
9	2200	2320	1960	2160
10	1460	1880	1390	1576.67
11	無	無	無	3926.67
12	無	無	無	4033.33
13	無	無	無	3960
14	1620	無	1420	

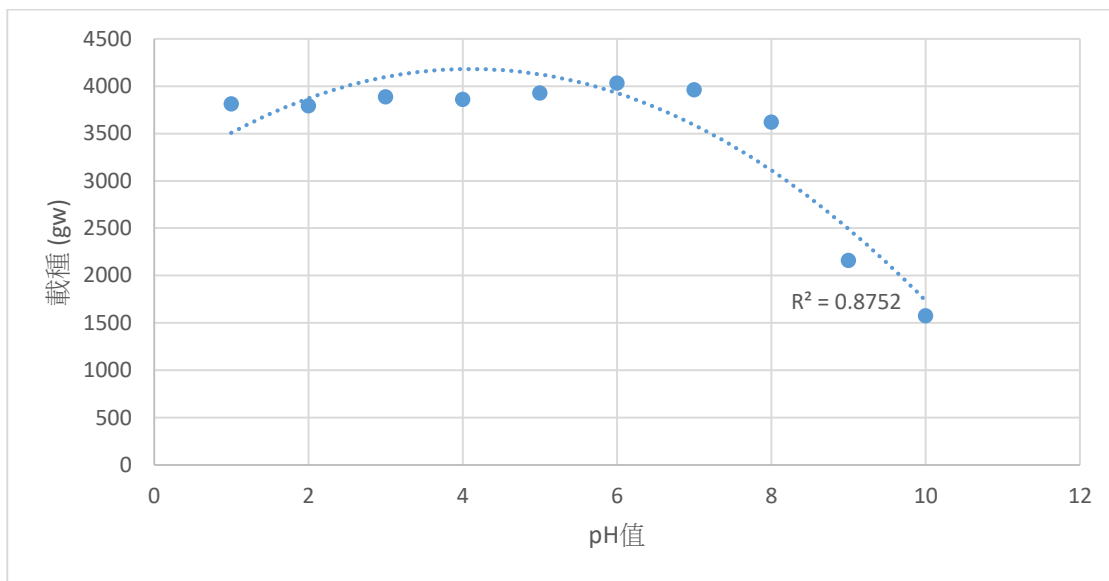


圖 11.pH 值與載重關係圖

結果分析

1. 薄膜在接觸 pH 值=11 以上的強鹼溶液後會使薄膜分解，無法測量載重，因此後續數據皆不採計。
2. 由圖 11 可發現 pH 值越高載重量越少，根據上圖可發現 R^2 非常高，因此 pH 值與載重的相關性非常高。
3. 薄膜在 pH 值越低的水溶液中對薄膜的載重並無明顯影響；在 pH 值=9 以上時薄膜可承受的載重明顯減弱，且薄膜接觸到 pH 值=11 以上的溶液後皆被分解，因此我們推論薄膜較適合裝載中性或酸性物質。

耐溫性

水溫度	測量項目	塑膠袋	澱粉	水溶性衛	非水溶性	紙箱	影印紙
-----	------	-----	----	------	------	----	-----

		(控制組)		生紙	面紙		
熱水 (70°C)	載重(gw)	2660	370	3280	3180	3200	3240
	含水量 (g)	無	226.4	224.9	225.4	225.7	225.9
	耐受性 (gw)	2660	0	3020	2920	2940	2980
	縮小率 (cm ²)	無	0.24	0.35	0.33	0.31	0.28

水溫度	測量項目	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛 生紙	非水溶性 面紙	紙箱	影印紙
常溫水 (30°C)	載重(gw)	2700	510	4020	3720	3800	3840
	含水量 (g)	無	226.4	225.2	225.4	225.6	225.6
	耐受性 (gw)	2620	0	3740	3620	3660	3680
	縮小率 (cm ²)	無	0.22	0.33	0.3	0.31	0.29

水溫度	測量項目	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛 生紙	非水溶性 面紙	紙箱	影印紙
冰塊 (0°C)	載重(gw)	2660	460	3840	3520	3600	3700
	含水量 (g)	無	225.7	224.7	224.6	224.7	224.9
	耐受性 (gw)	2300	0	3680	3540	3580	3620
	縮小率 (cm ²)	無	0.23	0.33	0.32	0.3	0.3

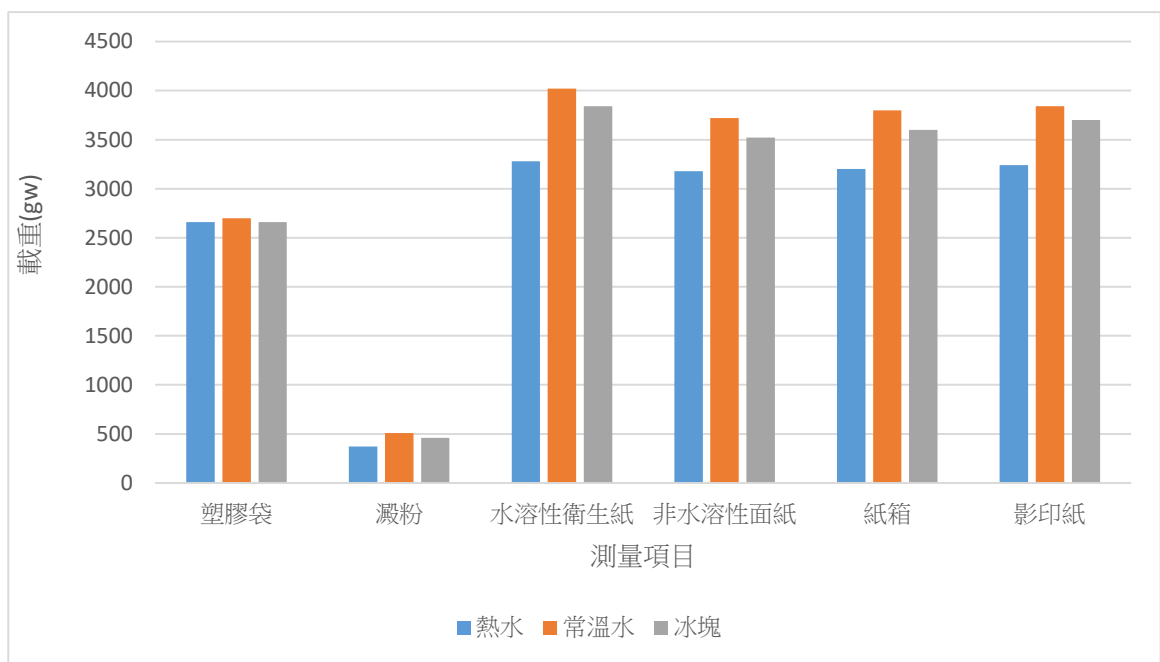


圖 12.不同溫度的水對薄膜載重的影

結果分析

1. 由圖 12 可發現，浸泡不同溫度的水對薄膜載重大小排序為常溫水>冰塊>熱水，載重皆不低於 3kg。
2. 浸泡不同溫度的水的薄膜載重差距皆小於200gw，因此推測水的溫度對薄膜不會有明顯的影響。

於縣賽後我們做更多有關溫度的實驗

溫度(°C) \ 載重	第一次	第二次	第三次	平均值
0	3960	3960	3960	3960
10	4000	3980	3980	3986.67
20	4020	4000	4000	4006.67
30	4020	4000	4000	4006.67
40	4000	4000	3980	3993.33
50	3960	3960	3980	3966.67
60	3940	3940	3940	3940
70	3900	3920	3920	3913.33

80	3900	3880	3900	3893.33
90	3860	3840	3860	3853.33
100	3800	3840	3840	3826.67

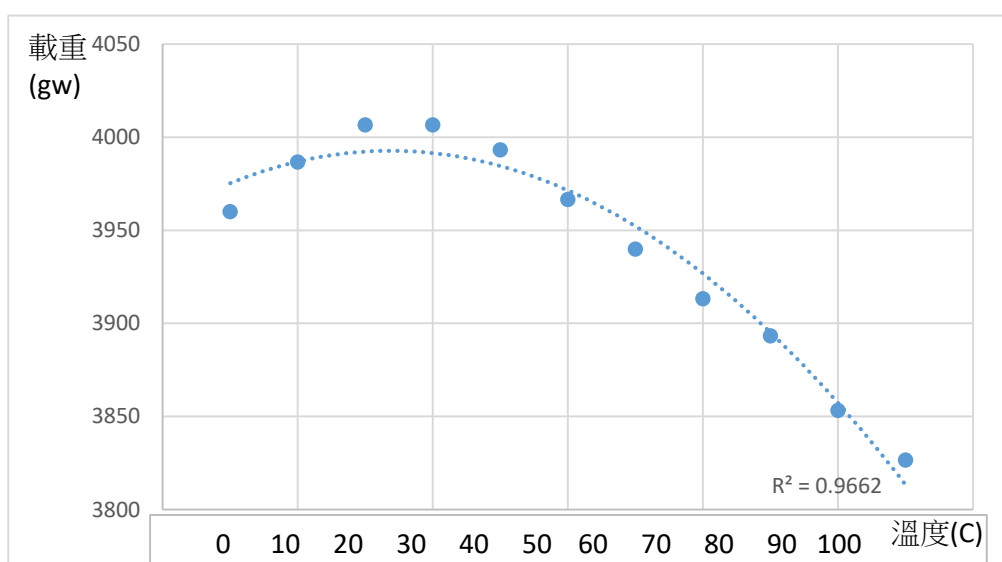


圖 13. 溫度與載重關係圖

結果分析

1. 由圖 13 可發現溫度越高載重量越少，根據上圖可發現 R^2 非常高，因此溫度與載重的相關性非常高。
2. 薄膜在不同溫度的溶液中載重在高溫時雖有弱化的趨勢，但不低於我們原先預設的載重量，因此我們推論溫度對薄膜雖有影響，但不影響產品的使用。

耐油性

油多寡	測量項目	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛 生紙	非水溶性 面紙	紙箱	影印紙
不倒油	載重(gw)	4200	560	3400	3320	3360	3360
	含水量 (g)	無	226.5	224.8	225.1	225.2	225.6
	耐受性 (gw)	4160	0	3240	3280	3300	3360

	縮小率 (cm ²)	無	0.23	0.31	0.3	0.33	0.29
--	---------------------------	---	------	------	-----	------	------

油多寡	測量項目	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛 生紙	非水溶性 面紙	紙箱	影印紙
少量油	載重(gw)	3840	440	2980	2800	2860	2900
	含水量 (g)	無	229.8	227.4	227.7	228.0	228.6
	耐受性 (gw)	3780	0	2740	2640	2680	2700
	縮小率 (cm ²)	無	0.23	0.36	0.33	0.31	0.3

油多寡	測量項目	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛 生紙	非水溶性 面紙	紙箱	影印紙
多量油	載重(gw)	3760	380	2840	2700	2740	2760
	含水量 (g)	無	228.1	227.3	227.4	227.4	227.8
	耐受性 (gw)	3700	0	2600	2480	2500	2540
	縮小率 (cm ²)	無	0.26	0.35	0.32	0.32	0.3

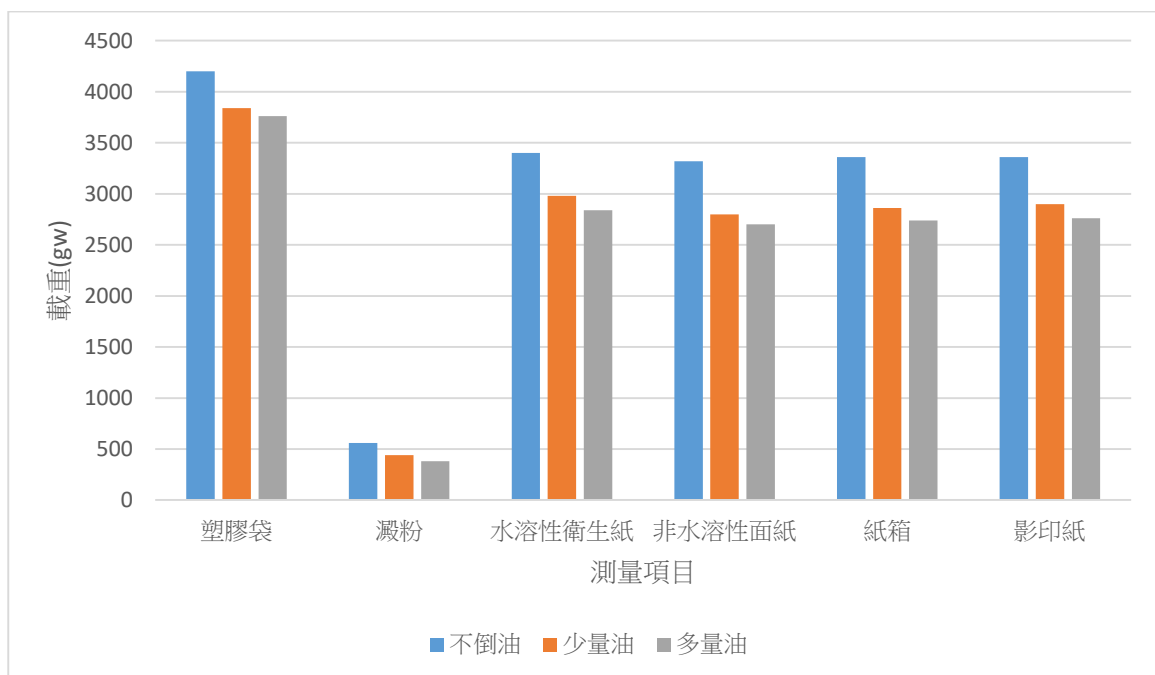


圖 14.不同量的油對薄膜載重的影響

結果分析	
1. 由圖 14 可發現，倒上不同量的油對薄膜載重大小排序為不倒油>少量油>多量油，載重皆不低於 2kg。	
2. 不同量的油對薄膜載重的差距雖然沒有太過明顯差距，但油的量也會造成薄膜弱化的影響。	

防水性(未摺過)

水多寡	測量項目	塑膠袋(控制組)	澱粉	水溶性衛生紙	非水溶性面紙	紙箱	影印紙
少量水	薄膜有無	0	0	0	0	0	0
多量水	滲水	0	0	0	0	0	0

防水性(已摺過)

水多寡	測量項目	塑膠袋(控制組)	澱粉	水溶性衛生紙	非水溶性面紙	紙箱	影印紙
少量水	薄膜有無	0	無	2	3	2	2
多量水	滲水	0	無	3	3	3	3

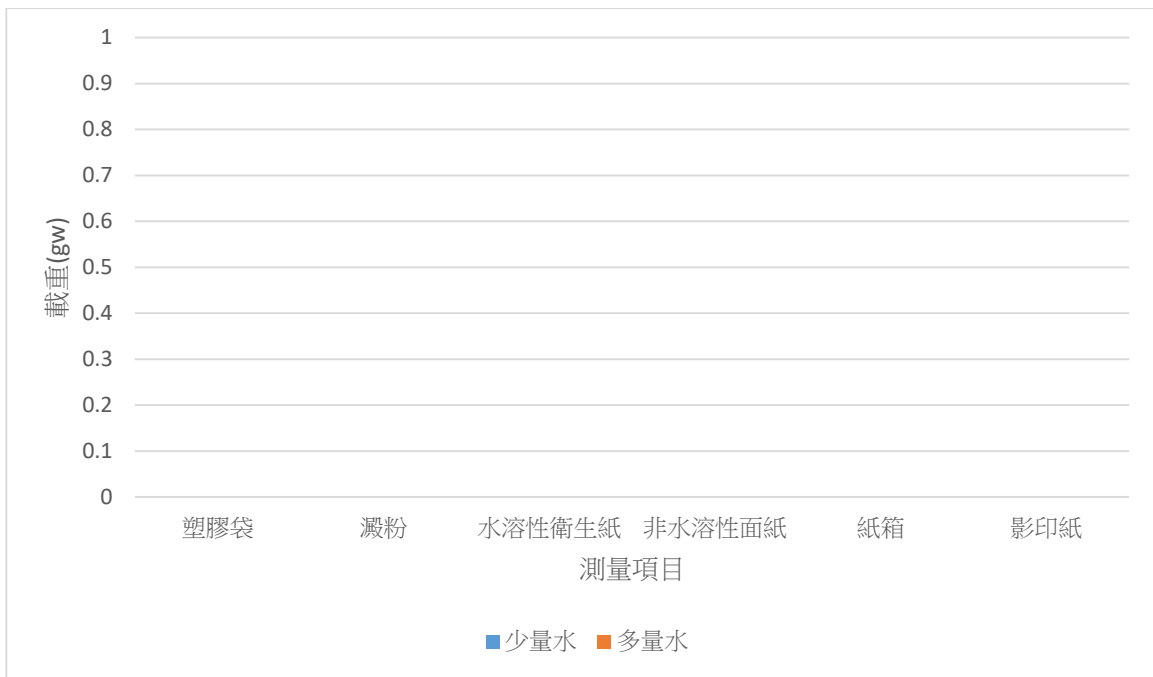


圖 15.不同量的水對未摺過的薄膜防水的影響

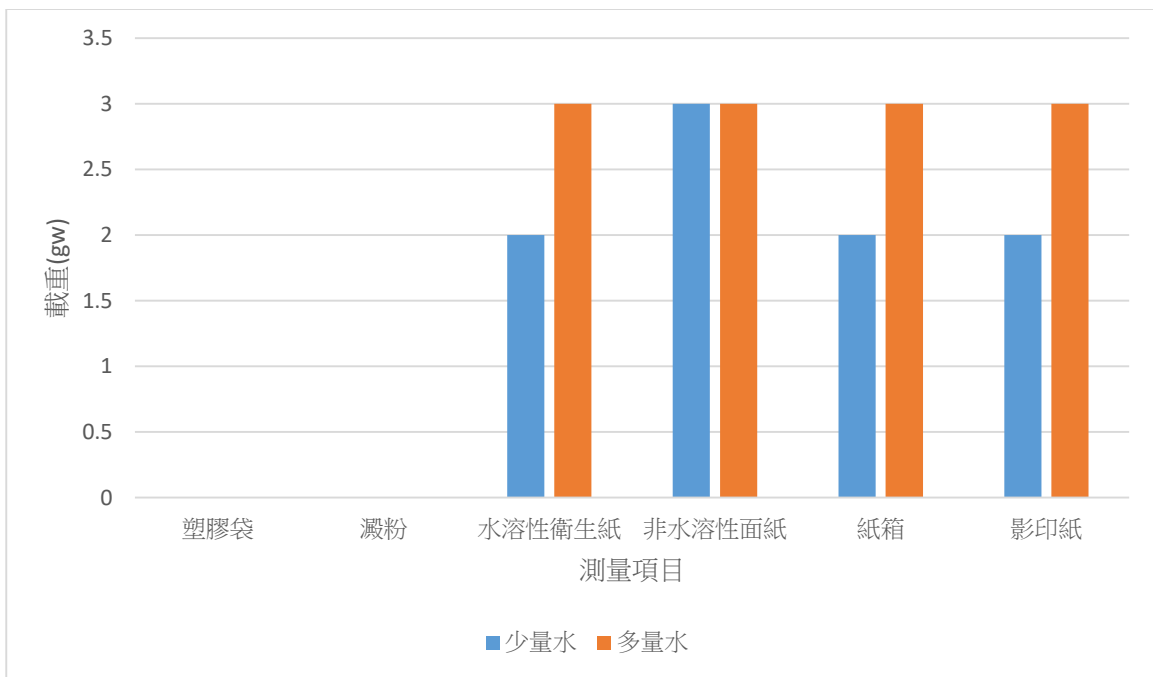


圖 16.不同量的水對已摺過的薄膜防水的影響

結果分析

1. 由圖 15 可發現，所有添加了其他物質的海藻酸鈉薄膜皆可以防止水漏出。
2. 由圖 16 可發現，經摺過的薄膜推測其薄膜的縫隙因摺過而產生破裂，導致水漏出。

(一)實驗步驟：

1. 調配出 0.5%海藻酸鈉水溶液及添加最佳效果添加物的海藻酸鈉水溶液
2. 在托盤中各倒入三個 100mL、150mL、200mL 海藻酸鈉水溶液
3. 用噴瓶分別噴200mL、300mL、400mL 乳酸鈣水溶液。
4. 將薄膜放置 30 分鐘使其反應後將水倒掉並輕微擦乾薄膜後放入烘箱中 24 小時，溫度 40 度。
5. 取大小(15cm X 20cm) 測量三片薄膜的載重、耐受性、含水量、縮小率。

(二)實驗數據：

海藻酸鈉水溶液 測量項目	100mL	150mL	200mL
載重(gw)	3780	3860	3880
含水量(g)	225.6	226.8	227.9
耐受性(gw)	3560	3640	3640
縮小率(cm ²)	0.36	0.34	0.37

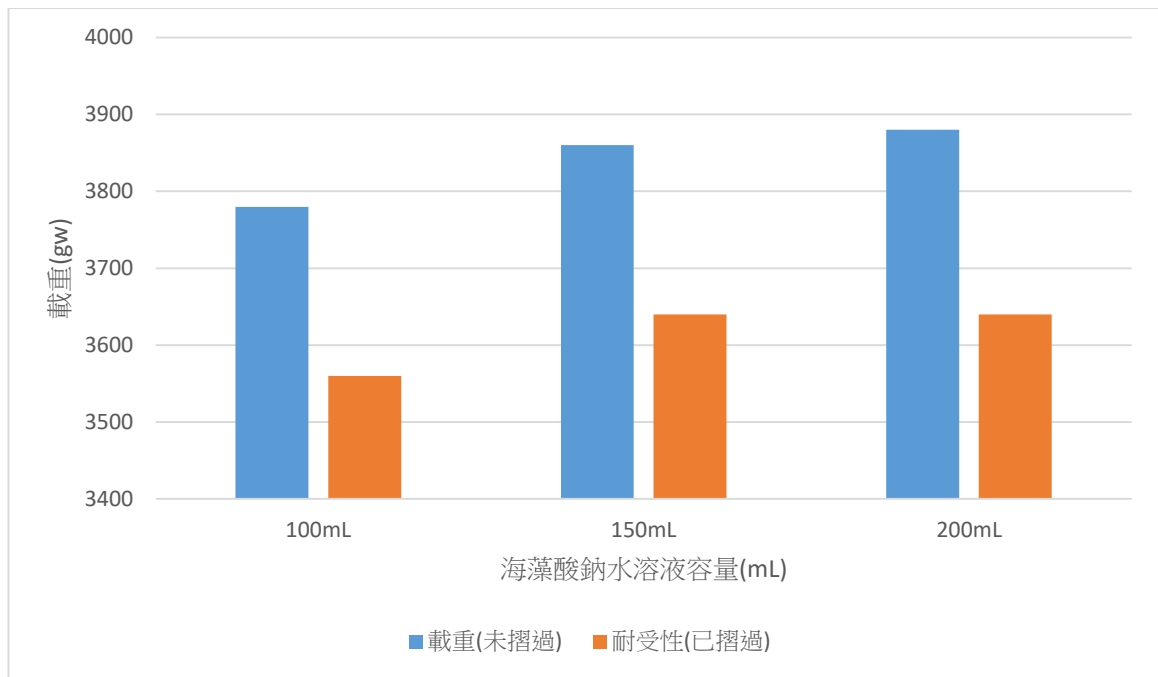


圖 17. 不同容量海藻酸鈉水溶液對薄膜載重的影響

結果分析

1. 由圖 17 可發現，不同容量海藻酸鈉水溶液對薄膜載重大小依序為 200mL>150mL>100mL。
2. 200mL 海藻酸鈉水溶液所製成的薄膜因其製成的薄膜厚度最厚，使其含水量最多，雖然載重最大，但跟 150mL 海藻酸鈉水溶液所製成的薄膜載重相差不多，且耐受性也與 150mL 海藻酸鈉水溶液相同。

實驗四、在土壤下不同薄膜的分解速度

(一)實驗步驟：

1. 製作一張無添加物及加入不同添加物(澱粉、水溶性衛生紙、非水溶性衛生紙、紙箱、影印紙)的薄膜。
2. 取大小(15cm X 20cm)埋進土壤下 5cm。
3. 每隔 24 小時將其挖出觀察分解情形並記錄。

(二)實驗數據：

實驗當天天氣條件

測量項目	天數	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
溫度(°C)	上午	26	25	25	25	28
	下午	26	26	26	26	29
濕度(%)	上午	72	73	71	72	74
	下午	73	73	71	71	75

薄膜於土壤中分解速率

時間 \ 薄膜種類	塑膠袋(控制組)	澱粉	水溶性衛生紙	非水溶性面紙	紙箱	影印紙
24 小時後 (cm ²)	300	300	300	300	300	300
48 小時後 (cm ²)	300	300	300	300	300	300
72 小時後 (cm ²)	300	298	300	300	300	300
96 小時後 (cm ²)	300	294	300	300	300	300
120 小時後 (cm ²)	300	290	298	298	298	298

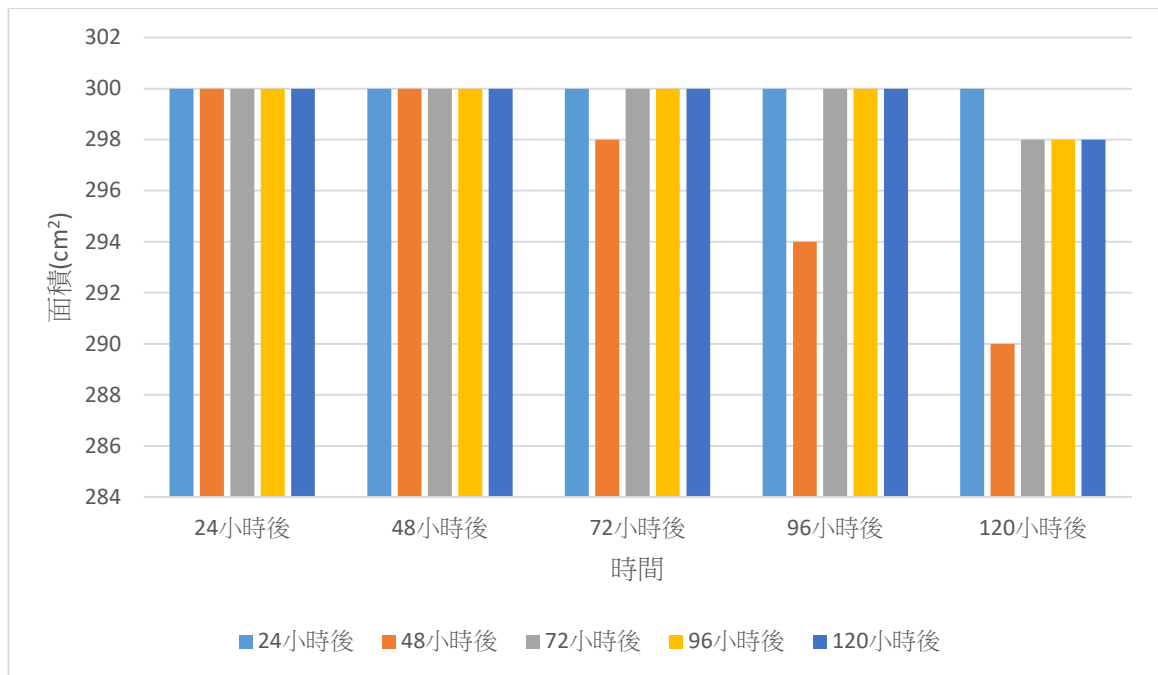


圖 18.在土壤下添加不同物質對薄膜分解速度的影響

結果分析

1. 由圖 18 可發現，澱粉製成的薄膜在土壤下分解速度最快，推測因其易脆的特性，進而導致分解的更快。
2. 添加了其他添加物的薄膜也可在土壤下分解，其分解速度較為緩慢。

實驗五、薄膜在不同環境或溶液下的分解速度

(一)實驗步驟：

1. 製作三張添加水溶性衛生紙的薄膜。
2. 取大小(15cm X 20cm)各一張埋進土壤下 5cm、泡進酸性溶液中及鹼性溶液中。
3. 每隔 24 小時觀察分解情形並記錄。

(二)實驗數據：

環境 \ 時間	土壤	酸性溶液	鹼性溶液
24 小時後(cm ²)	300	250	216
48 小時後(cm ²)	300	204	166
72 小時後(cm ²)	300	164	124

96 小時後(cm ²)	300	126	88
120 小時後(cm ²)	298	98	42

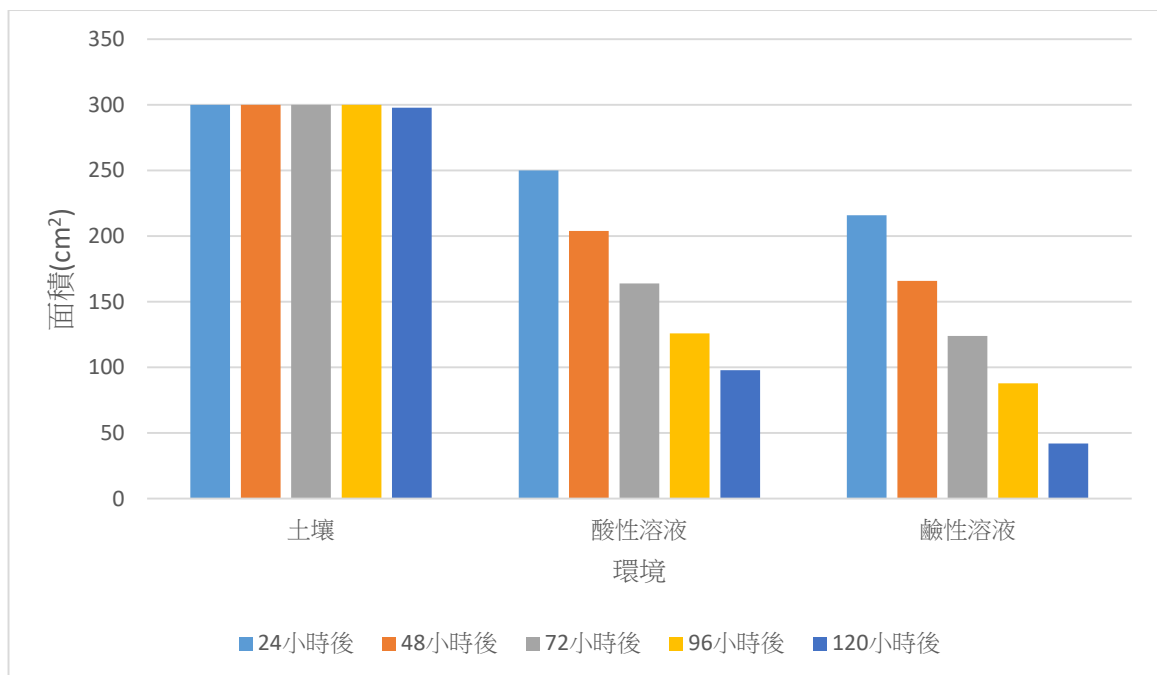


圖 19.不同環境下對薄膜分解速度的影響

結果分析'

1. 由圖 19 可發現，不同環境或溶液下的分解速度快慢依序為鹼性溶液>酸性溶液>土壤
2. 薄膜在鹼性溶液中更容易分解，推測是鹼性溶液中的離子與薄膜中的鈣離子結合，進而導致薄膜分解的更快。

實驗六、製成實體成品

(一)實驗步驟：

1. 塑膠袋製作步驟：

- (1) 倒入 200mL 的海藻酸鈉加入水溶性衛生紙的溶液，均勻噴灑 400mL 乳酸鈣水溶液。
- (2) 等表面凝固時輕輕左右搖晃托盤使乳酸鈣水溶液滲入海藻酸鈉水溶液下，使其形成

一個表面凝固，但中間上為液體的袋子，反應 30 分鐘。

(3)將袋子其中一面剪開，倒出其中未反應的海藻酸鈉水溶液，讓乳酸鈣水溶液進入袋中，反應 30 分鐘。

(4)將反應完的袋子擦乾並撐開放入烘箱中烘乾 24 小時。

2. 載重測量步驟：

(1)將塑膠袋兩邊固定於桌面，袋子懸空於中間。

(2)在袋子中間盛裝砝碼，直到袋子分裂。

(3)觀察並紀錄塑膠袋所能承受的載重。

3. 耐受性測量步驟：

(1)將塑膠袋摺疊五次並重複十次。

(2)將塑膠袋兩邊固定於桌面，袋子懸空於中間。

(3)在袋子中間盛裝砝碼，直到袋子分裂。

(4)觀察並紀錄塑膠袋所能承受的載重。

(二)實驗數據：

測量項目 \ 次數	第一次	第二次	第三次	平均
載重	4020	4040	3980	4013.33
耐受性	3760	3800	3740	3766.67

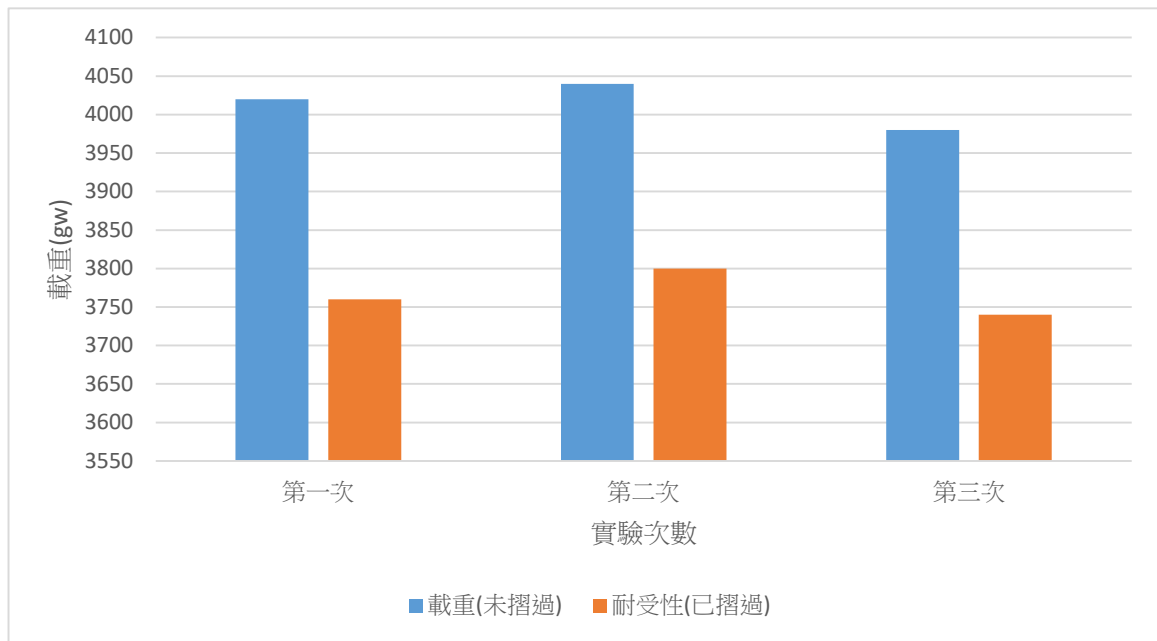


圖 20.海藻酸鈉塑膠袋的載重和耐受性測試

結果分析

1. 由圖 20 可知，塑膠袋可承受的最大限度載重約為 4kg，可承受日常生活中裝載的重量。
2. 塑膠袋經摺疊過後與未摺過的塑膠袋載重差距不大，因此塑膠袋經反覆摺疊還是可以使用。

未來展望

伍、討論

一、針對實驗一，我們的討論如下：

(一)有一次將薄膜放進烘箱烘乾時，因為溫度設定過高，一天過後再次取出時發現薄膜出現龜裂，我們推測是因為溫度過高使薄膜烘乾的同時縮小過於劇烈，薄膜中的添加物分散不夠平均，進而導致出現龜裂。

(二)一開始我們直接在薄膜上戳一個洞後掛上砝碼，結果才掛一個薄膜就裂開了，我們推測因為砝碼對薄膜單點受力，導致一掛砝碼薄膜就裂開，用長尾夾將薄膜夾著後掛上砝碼就可以使薄膜平均受力，使薄膜承受的載重變大。

二、針對實驗二，我們的討論如下：

- (一)原本要以 15cm X 20cm 大小的薄膜浸泡在水溶液中進行測量，但燒杯大小有限，只能將其切割成 5cm X 10cm 大小。
- (二)在調配溶液的 pH 值時，經過討論後因為日常生活中強酸、強鹼的水溶液不常見，因此我們調配出弱酸，中性及弱鹼的水溶液來進行載重實驗。
- (三)我們以冰塊代替冰水是因為考慮到日常生活中以塑膠袋裝魚及冰塊，而冰塊溫度也能更接近 0 度，與常溫水的溫度差距較大。
- (四)日常生活中一定會用塑膠袋裝有油的食物，經過討論後，我們決定分別以少量油及多量油來實驗，來觀察油的多寡是否會影響薄膜能承受的最大限度載重。
- (五)未摺過的薄膜可防水，而經摺過的薄膜會漏水，我們推測薄膜在摺疊時，其中間可能產生小縫隙，使薄膜漏水。
- (六)以澱粉製成的薄膜含水量最大，我們推測是因為澱粉的重量比纖維重，而薄膜烘乾後重量幾乎一樣，因此能吸收較多的水。
- (七)以澱粉製成的薄膜縮小率小，代表其薄膜烘乾後與添加其他添加物的薄膜較大，所能裝載的體積較大;而衛生紙、面紙等薄膜縮小率大，薄膜縮小較多，薄膜的面積平均所含纖維較密集，較能承受載重較大。
- (八)澱粉一經摺疊立即碎裂，我們推測因為澱粉使薄膜表面變粗糙，進而導致薄膜易碎，耐受性為 0。
- (九)水溶性衛生紙在酸鹼性、耐溫性等實驗中載重皆最大，我們推測其纖維分佈在薄膜中互相密集連結使薄膜強化，因此我們決定以水溶性衛生紙製成的薄膜來製作塑膠袋並更進一步測試。

三、針對實驗三，我們的討論如下：

- (一)150mL 海藻酸鈉水溶液所製成的薄膜與 200mL 海藻酸鈉水溶液所製成的薄膜載重及耐受性皆相差不大，因此我們以 150mL 海藻酸鈉水溶液視為最佳容量，之後的實驗也以 150mL 海藻酸鈉水溶液來製作薄膜。
- (二)一開始我們均以 200mL 乳酸鈣水溶液來噴灑在托盤上的海藻酸鈉薄膜，可能使海藻酸鈉水溶液中的羧酸離子無法與充分的鈣離子進行交聯作用，因此我們決定托盤上的海藻酸鈉水溶液和乳酸鈣水溶液的比例一致。

四、針對實驗四，我們的討論如下：

(一)以澱粉製成的薄膜分解速度較快，推測是因為澱粉使薄膜脆化，進而使其更容易分解。

(二)為了查看土壤中的溫度、濕度以及其他因素，我們使用溫度計和濕度計來檢測土壤，早上約 26 度，下午約 28 度，濕度約 70%到 80%。

五、針對實驗五，我們的討論如下：

(一)薄膜在鹼性溶液中更容易分解是因為鹼性溶液中的離子與薄膜中的鈣離子結合，導致薄膜加快分解速度;而薄膜在酸性溶液中被腐蝕，分解速度比在土壤中快。

(二)為了使薄膜分解速度更快，我們使用強酸及強鹼。

六、針對實驗六，我們的討論如下：

(一)一開始我們打算用三秒膠來黏剪塑膠袋，但在查閱塑膠袋製作過程的文獻後，決定在薄膜中間剪一個洞來製作塑膠袋，避免用到其他材料來加工黏貼。

(二)因為已製成塑膠袋，故不考慮其含水量及縮小率。

陸、結論

針對我們的實驗結果，我們提出以下總結:

(一)薄膜烘乾後放置時間越久，能承受的載重就越小，但差距不大於 50gw，而其耐受性經摺過後，與原本的薄膜載重差距也不大於 50gw，因此海藻酸鈉薄膜可重複利用數次。

(二)在酸鹼性實驗中，鹼性溶液中的離子會與海藻酸鈉薄膜中的鈣離子結合使薄膜弱化，進而導致載重比在酸性溶液中小，而酸性溶液會稍微腐蝕薄膜使其弱化，載重比在中性溶液中小;在耐溫性實驗中，水的溫度雖然不會使載重產生明顯差距，但也會降低薄膜的載重使其弱化;在耐油性實驗中，油的多寡雖然不會使載重產生明顯差距，但也會降低薄膜的載重使其弱化;所有添加不同物質的海藻酸鈉薄膜皆可成功防水，但經摺疊過後會產生一些小裂縫使其漏水;以澱粉製成的薄膜縮小率較小，製成塑膠袋盛裝體積較大但因其粗糙的表面，使其易脆，故一經折疊便裂開，而加入水溶性衛生紙的薄膜縮小率較大，平均分佈在薄膜的纖維較密集，故其耐受性最大;以澱粉製成的薄膜含水量最大，我們推測

是因為澱粉的重量比纖維重，而薄膜烘乾後重量幾乎一樣，因此能吸收較多的水，含水量較大；在實驗二的實驗中，添加水溶性衛生紙的薄膜載重和耐受性皆最大，是因為衛生紙纖維分佈在薄膜中互相密集連結使薄膜強化。

(三)200mL 海藻酸鈉水溶液製成的薄膜與 150mL 海藻酸鈉水溶液的載重、耐受性幾乎相同，因此薄膜製成最佳容量的海藻酸鈉水溶液為 150mL。

(四)觀察不同種類的薄膜在土壤下的分解速度，澱粉薄膜在土壤下分解速度最快，因為澱粉薄膜易脆的特性，使其更容易被微生物分解。此外，加入其他添加物的薄膜也能夠分解，但速度相對較慢。在測量項目方面，實驗度變化。從記錄中可以看出，溫度和濕度的變化對薄膜的分解速度有一定的影響，但需要也記錄了五天的溫度和濕進一步的研究探討。總體而言，使用不同的添加物可以影響薄膜在土壤下的分解速度。

(五)薄膜在鹼性溶液中最容易分解，是因為鹼性溶液中的離子會與海藻酸鈉薄膜中的鈣離子結合使薄膜加快分解速度，而酸性溶液會腐蝕薄膜使其加速分解速度。

(六)將薄膜製作成塑膠袋後，可承受的最大限度載重約 4kg，因此添加了水溶性衛生紙的海藻酸鈉薄膜可運用在日常生活中，而經摺疊後的塑膠袋與未摺疊的塑膠袋的載重差距不大，因此可重複折疊使用。

柒、未來展望

在科技和環保意識的進步，我們可以預見未來會有更多類塑膠替代材料的出現。藉由本實驗，希望我們的類塑膠薄膜可以再現實世界中有廣泛的應用，不過無論是何種材料，都需要在實際應用中經受得住考驗，具有良好的使用性能和生態可持續性。因此，海藻酸鈉薄膜除了在實驗室中取得成功之外，還需要進一步的研發和實踐驗證，以確保其在實際應用中的可行性和可持續性。海藻酸鈉還可以加入其他混合物質來強化韌性，如果進一步研究和開發，提高其實用性和延展性，增加使用壽命。這意味著它可以用於製造更多的產品，例如食品包裝、醫療材料和農業產品等。未來希望能夠在更廣泛的領域中得到應用，通過不斷地研究和創新，讓方便和環保不再成為矛盾。從而為全球環境保護事業做出貢獻。

捌、參考資料

一、[https://www.ntsec.edu.tw/Science-](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=65&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=15754)

[Content.aspx?cat=65&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=15754](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=65&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=15754)

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科 - 「混」是「膜」王—探討海藻酸鈉及澱粉混和薄膜的特性

二、[https://www.ntsec.edu.tw/Science-](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=12947&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=30&sid=12997)

[Content.aspx?cat=12947&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=30&sid=12997](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=12947&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=30&sid=12997)。吳佳蓉，陳

彥劭，吳郁婷，2016。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 國中組 化學科--目不轉「晶」

—探討海藻酸鈉薄膜的形成與其相關應用

三、[https://science.hc.edu.tw/fileUpload/winningEntries/110%E5%B9%B4%E5%BA%A6%](https://science.hc.edu.tw/fileUpload/winningEntries/110%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E5%9C%8B%E4%B8%AD%E7%B5%84%E5%8C%96%E5%AD%B8%E7%AC%AC%E4%BA%8C%E5%90%8D0811-01180951.pdf)

[E5%9C%8B%E4%B8%AD%E7%B5%84%E5%8C%96%E5%AD%B8%E7%AC%AC%E4%BA%8C%E5%90%8D0811-](https://science.hc.edu.tw/fileUpload/winningEntries/110%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E5%9C%8B%E4%B8%AD%E7%B5%84%E5%8C%96%E5%AD%B8%E7%AC%AC%E4%BA%8C%E5%90%8D0811-01180951.pdf)

[01180951.pdf](https://science.hc.edu.tw/fileUpload/winningEntries/110%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E5%9C%8B%E4%B8%AD%E7%B5%84%E5%8C%96%E5%AD%B8%E7%AC%AC%E4%BA%8C%E5%90%8D0811-01180951.pdf)。新竹市第三十九屆中小學科學展覽會 國中組 化學科 -- 解不開的「膜」

咒？海藻酸鈉薄膜之探討及應用

【評語】 030204

運用海藻酸鈉改良與應用於類塑膠，很有趣的探究問題，內容豐富，具創意及實用價值，對生活上有實質的幫助。建議針對鹼造成的影響，要能從化學結構與反應中解釋其分解機制。此外，環保塑料是現今產業關注的研究重點，值得探討。建議可增加化學鍵對於酸鹼及環境穩定性的探討。

研究中探討海藻酸鈉水溶液和乳酸鈣水溶液混合後形成具有韌性的膜狀物質，嘗試利用此特性製成可分解的類塑膠，即以海藻酸鈉薄膜混合自製環保袋。作品說明書總共 32 頁，具備研究論文的基本格式，摘要精簡，研究主題清楚，方法具實用價值、有環保的理念且對海藻酸鈉薄膜相關的研究領域有貢獻。實驗數據的表格建議編列號碼，並清楚說明表格的內容；此外，重複三次以上的實驗數據，建議在圖中要呈現出實驗的再現性與偏差值。參考文獻較少，僅 3 篇且與歷屆科展主題類似，建議再補充一些國內外相關研究的論文或報導。

對研究之其他建議如下：

- (1) 製備方式對結果應有很大影響。

(2) 海藻酸鈉薄膜，在酸性 $\text{pH} = 5$ 下，前後數據不符。

(3) 在鹼性條件下，薄膜容易分解的原因已在新竹的科展結果
探討過。

海報展示及表達能力：

(1) 海報資料具邏輯性及完整的研究架構。

(2) 海報發表時，提供清晰之圖、表、圖例或實體模型。

(3) 提供實驗紀錄簿(研究日誌)或參考文獻。

(4) 回答問題，清楚、簡要、有自信。

(5) 了解與作品相關之基本科學原理。

(6) 了解結果與結論之釋義或限制。

(7) 處理與執行作品具獨立性及團隊精神。

(8) 團體作品所有之作者對於作品都理解且都有貢獻。

作品海報

不是魔法!



用紙中「膜」法創造風華絕

「袋」

以海藻酸鈉薄膜混合自製環保袋

摘要

海藻酸鈉水溶液和乳酸鈣水溶液混合後可形成具有韌性的膜狀物質，本研究嘗試利用此特性來製成可分解的類塑膠，並嘗試於薄膜添加其他物質來加強其載重、耐受性，而後檢核自製薄膜若是承裝不同物質時是否影響其性質，最終探討薄膜在土壤中的分解速度以及不同環境下的分解速度。

壹、前言

一、研究動機

Why 塑膠袋為人類社會帶來便利，在日常生活裡普遍能見到塑膠袋的蹤跡。但基於塑膠的不可分解性，既無法在自然環境被天然分解，燃燒時又會產生有毒氣體。

What 因此我們萌生出想要製作類塑膠來替代日常中常用塑膠製品的想法。

How 適逢學校理化課教到海藻酸鈉的特性，故本團隊以此為發想嘗試用海藻酸鈉製作出薄膜，並加入其他混合物質來強化其韌性。

二、研究目的

質地

- (一) 探討不同**烘乾時間**對薄膜質地的影響
- (二) 探討海藻酸鈉薄膜不同**添加物**對薄膜質地的影響
- (三) 探討不同**容量**海藻酸鈉水溶液在托盤中對海藻酸鈉薄膜質地的影響

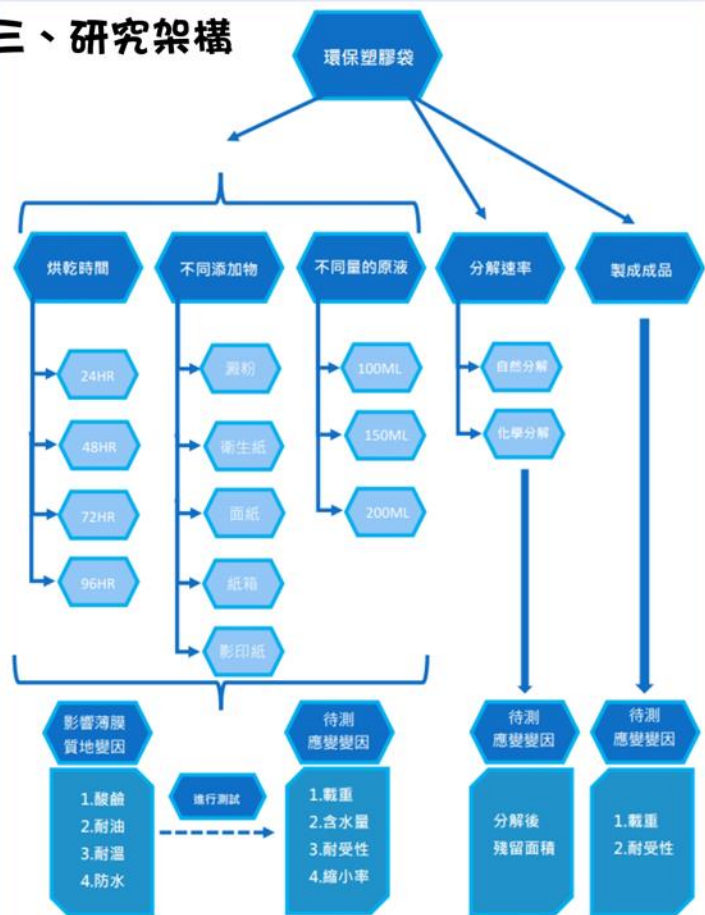
分解

- (四) 探討不同添加物的海藻酸鈉薄膜在草地對其分解速度的影響
- (五) 探討海藻酸鈉薄膜在不同環境下對分解速度的影響

應用

- (六) 探討將海藻酸鈉薄膜製成塑膠袋後是否能運用在生活中

三、研究架構



四、文獻回顧

(一) 海藻酸鈉水溶液加乳酸鈣水溶液成膜原理：

海藻酸鈉水溶液與乳酸鈣水溶液混合時，乳酸鈣中的鈣離子會取代海藻酸鈉水溶液表面上的鈉離子並抓住羧酸離子進行交聯作用，使原本的鏈狀聚合物變成網狀聚合物進而形成半透明薄膜。

(二) 海藻酸鈉水溶液與乳酸鈣水溶液之比例：

根據文獻，海藻酸鈉和水的比例有1:100、1:200和1:300，乳酸鈣水溶液和水的比例有1:200和1:300等，本實驗取中間值比例調製成海藻酸鈉水溶液與乳酸鈣水溶液，而後將前述二種溶液以5:995混合，形成0.5%海藻酸鈉與乳酸鈣水溶液，來達到最佳效果薄膜。

(三) 海藻酸鈉薄膜之分解：

2cmx2cm大小的薄膜放入土壤中約四週後有分解的情形發生，而將薄膜置於酸性溶液內不易分解，放置於鹼性溶液中，鈣離子會和氫氧根離子結合，進而使薄膜分解，因此薄膜在鹼性環境下易分解。

貳、研究設備及器材

藥劑/材料	海藻酸鈉	乳酸鈣	澱粉	氫氧化鈉	檸檬酸
	衛生紙(水溶性)	面紙(非水溶性)	影印紙	紙箱	蒸餾水
器材	果汁機	電子秤	噴瓶	烘箱	廣用試紙
	托盤	長尾夾	砝碼		



參、研究過程及方法

一、海藻酸鈉薄膜製作步驟：

- (一) 將5g海藻酸鈉與5g乳酸鈣分別加入995g水調配出0.5%海藻酸鈉水溶液和乳酸鈣水溶液。
- (二) 在海藻酸鈉水溶液中加入添加物(衛生紙纖維、麵粉等)。
- (三) 倒入150mL海藻酸鈉水溶液在托盤中。
- (四) 倒入300mL乳酸鈣水溶液在噴瓶中均勻噴灑在托盤上。
- (五) 將薄膜放置30分鐘使其反應後將水倒掉並稍微擦乾薄膜後放入烘箱中24小時，溫度40度。



圖1. 未完成交聯作用的海藻酸鈉薄膜



圖2. 已完成交聯作用的海藻酸鈉薄膜

二、薄膜的測量項目：

檢測標的	過程方法	應變變因 紀錄
載重	裁切大小相同的薄膜(5cm X 10cm)，接著用長尾夾夾住薄膜兩端，並在一端掛上砝碼。	紀錄薄膜共掛了幾公克砝碼(最大耐重)及斷裂時的薄膜伸長量。
含水量	1. 將剛做好的含水薄膜秤重測量其重量。 2. 接著在放入烘箱使其乾燥，乾燥後秤量其重量。	將原薄膜重量 - 乾燥後薄膜重量，即可測得含水量。
耐受性	1. 將薄膜(5cm X 10cm)對折5次，將薄膜攤開後重複10次前述動作。 2. 將薄膜懸空固定並於中央放至重物，觀察薄膜是否出現裂痕，本實驗以無對折過的薄膜作為對照組。	記錄其所能承載的重量。
縮小率	1. 將剛做好的薄膜測量其面積。 2. 接著在放入烘箱使其乾燥，乾燥後秤量其面積。	(原薄膜面積 - 乾燥後薄膜面積)/原薄膜面積。
薄膜對酸鹼耐性	將薄膜(5cm X 10cm)分別各一片浸泡在酸性溶液、中性溶液及鹼性溶液並等待一段時間。	測量三片薄膜的載重、耐受性、含水量、縮小率。
薄膜對溫度耐性	將薄膜(5cm X 10cm)分別各一片浸泡在熱水、常溫水及冰塊中並等待一段時間。	測量三片薄膜的載重、耐受性、含水量、縮小率。
薄膜對油脂耐性	將薄膜(5cm X 10cm)分別各一片浸泡在不倒油、少量油及多量油環境並等待一段時間。	測量三片薄膜的載重、耐受性、含水量、縮小率。
薄膜透水性	將薄膜(15cm X 20cm)懸空固定並於中央各一片少量水及多量水並等待一段時間。	在薄膜下方放置燒杯並記錄滴水量。

肆、研究結果

實驗一、烘乾後放置不同時間對薄膜的影響

(一) 實驗步驟：

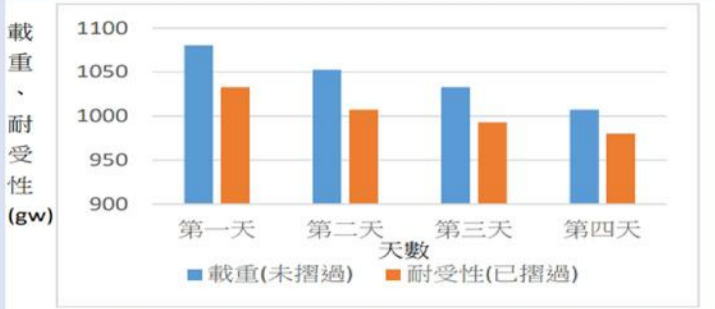


圖 3. 烘乾後放置不同時間對薄膜載重的影響

(二) 實驗數據：

表1. 烘乾後放置不同時間對薄膜載重的影響

第一天：					第二天：				
海藻酸鈉	第一次	第二次	第三次	平均	海藻酸鈉	第一次	第二次	第三次	平均
測量項目					測量項目				
載重 (gw)	1040	1120	1080	1080	載重 (gw)	1020	1080	1060	1053.33
耐受性 (gw)	1020	1040	1040	1033.33	耐受性 (gw)	1000	1000	1020	1006.67

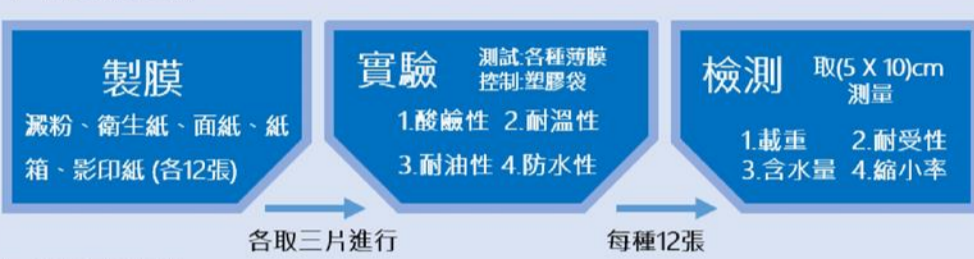
第三天：					第四天：				
海藻酸鈉	第一次	第二次	第三次	平均	海藻酸鈉	第一次	第二次	第三次	平均
測量項目					測量項目				
載重 (gw)	1020	1040	1040	1033.33	載重 (gw)	1000	1020	1000	1006.67
耐受性 (gw)	1000	980	1000	993.33	耐受性 (gw)	1000	980	960	980

數據分析：

- 由圖3，表1可發現，薄膜放置時間越久，其能承受的載重越輕，減少的載重皆小於50gw。
- 經摺過的薄膜與未摺過的薄膜能承受的載重相差不超過50gw。

實驗二、不同添加物對薄膜質地的影響

(一) 實驗步驟：



(二) 實驗數據：

不同pH值的水溶液對薄膜載重的影響

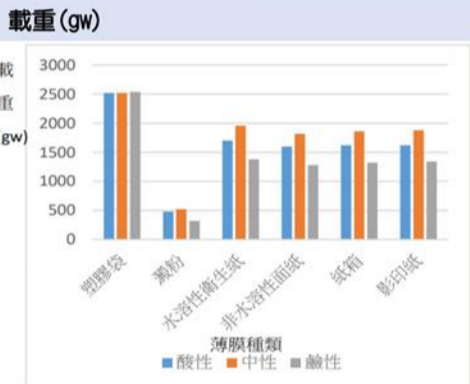


圖 4. 不同 pH 值的水溶液對薄膜載重影響

含水量量 (g)

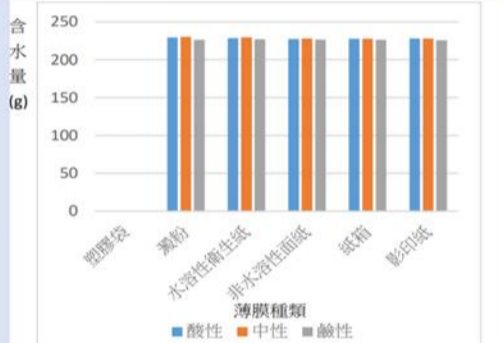


圖 5. 不同 pH 值的水溶液對薄膜含水量影響

耐受性 (gw)

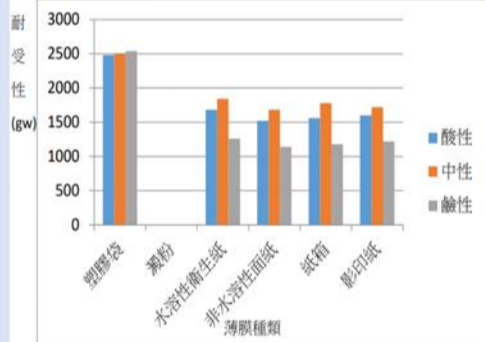


圖 6. 不同 pH 值的水溶液對薄膜耐受性影響

縮小率 (cm²)

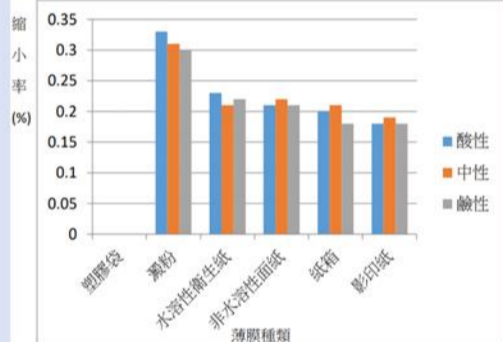


圖 7. 不同 pH 值的水溶液對薄膜縮小率影響

數據分析：

- 由圖4可發現，浸泡不同pH值水溶液薄膜載重大小排序為中性水溶液>酸性水溶液>鹼性水溶液，但載重皆高於1kgw。
- 浸泡過鹼性溶液的薄膜強度明顯降低，推測是鹼性溶液中的離子與薄膜中的鈣離子結合，進而導致薄膜所承受的最大限度載重降低。

根據上述實驗可發現水溶性衛生紙的載重最高，因此我們以水溶性衛生紙來進行對pH值做更廣泛的實驗

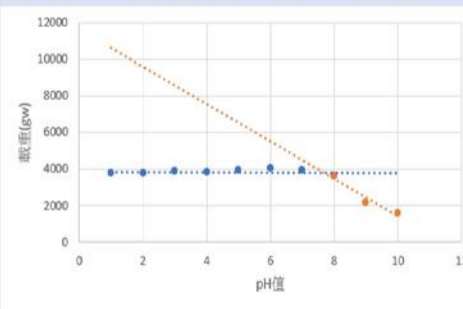


圖 8. pH 值 1 到 10 對薄膜載重的影響

數據分析：

- 由圖8可發現，薄膜在pH值越低的酸性溶液與pH值=7的中性溶液載重差距較小，約200gw；而隨著pH值升高，薄膜的載重有降低的趨勢，和中性溶液的載重差距漸大，因此我們推論水溶性衛生紙塑膠袋無法長時間盛裝鹼性物品。
- 在拿出浸泡於pH=11到14鹼性溶液的薄膜時，發現薄膜已被分解，無法取出並乾燥，因此無法測量載重。

不同溫度的水對薄膜載重的影響

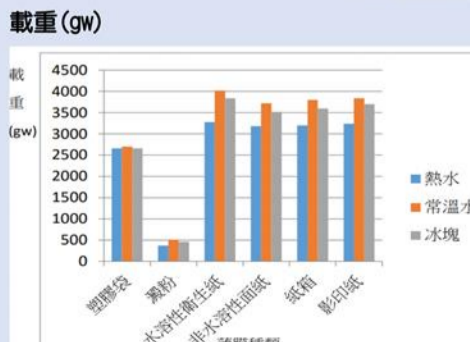


圖 9. 不同溫度的水對薄膜載重的影響

含水量量 (g)

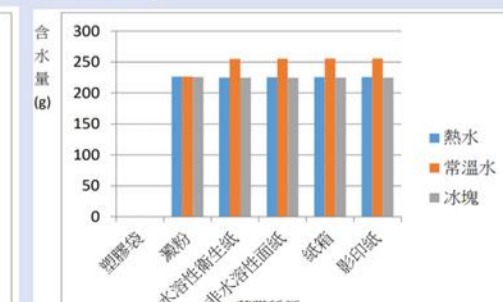


圖 10. 不同溫度的水對薄膜含水量量的影響

耐受性 (gw)

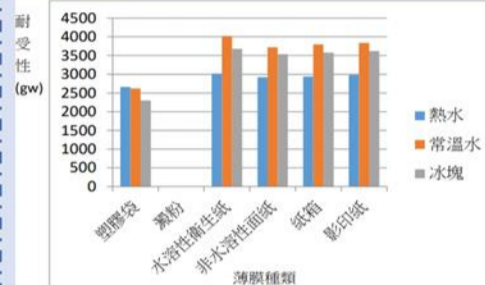


圖 11. 不同溫度的水對薄膜耐受性的影響

縮小率 (cm²)

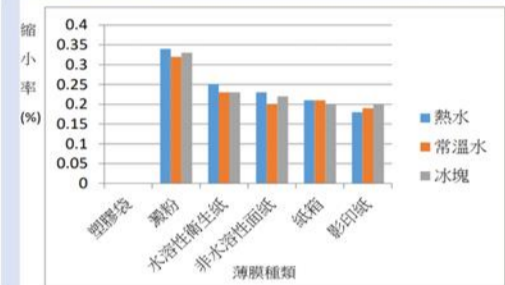


圖 12. 不同溫度的水對薄膜縮小率的影響

數據分析：

- 由圖9可發現，浸泡不同溫度的水對薄膜載重大小排序為常溫水>冰塊>熱水，載重皆不低於3kgw。
- 浸泡不同溫度的水的薄膜載重差距皆小於200gw，推測水的溫度對薄膜不會有明顯的影響。

根據上述實驗可發現水溶性衛生紙的載重最高，因此我們以水溶性衛生紙來進行對pH值做更廣泛的實驗

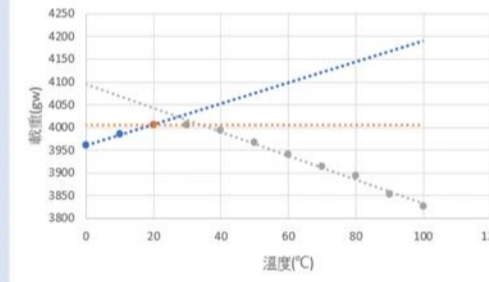


圖 13. 溫度 0°C 到 100°C 對薄膜載重的影響

數據分析：

- 由圖13可發現，薄膜在溫度20°C至30°C，接近室溫的水溶液中，載重最大約4kgw，隨著溫度升高或降低，薄膜的載重皆有降低的趨勢，但差距皆不大，約25gw，因此我們推論水溶性衛生紙塑膠袋可長時間盛裝0°C到100°C的物品。

不同量的油對薄膜載重的影響

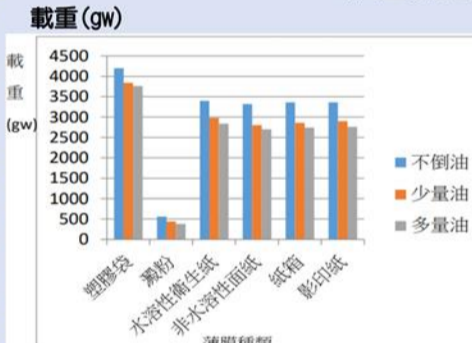


圖 14. 不同量的油對薄膜載重的影響

含水量量 (g)

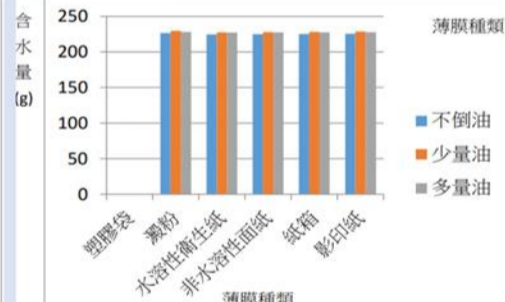


圖 15. 不同量的油對薄膜含水量量的影響

耐受性 (gw)

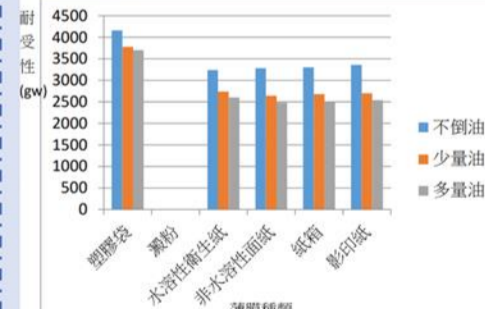


圖 16. 不同量的油對薄膜耐受性的影響

縮小率 (cm²)

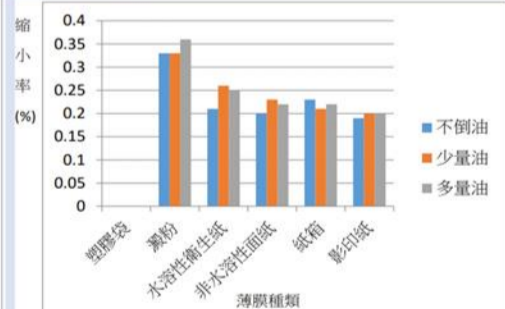


圖 17. 不同量的油對薄膜縮小率的影響

數據分析：

- 由圖14可發現，倒上不同量的油對薄膜載重大小排序為不倒油>少量油>多量油，載重皆不低於2kgw。
- 不同量的油對薄膜載重的差距雖然沒有太過明顯差距，但油的量也會造成薄膜弱化的影響。

薄膜是否摺過對防水性的影響

未折過

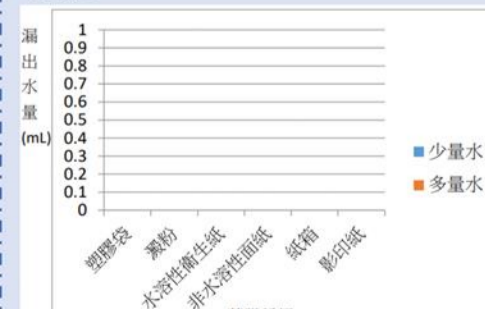


圖 18. 不同量的水對未折過薄膜防水的影響

已折過

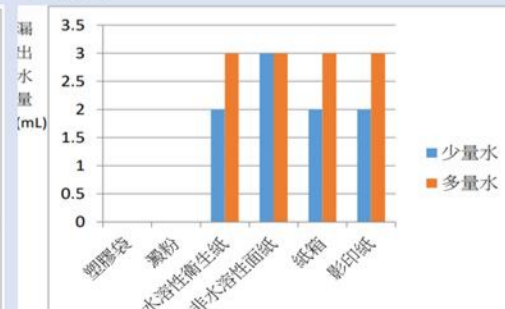


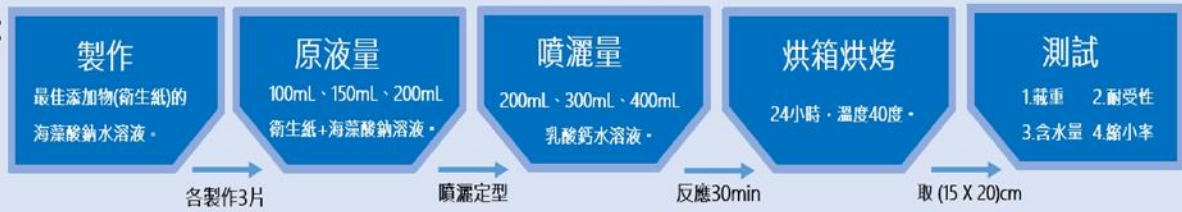
圖 19. 不同量的水對已折過薄膜防水的影響

數據分析：

- 由圖18可發現，所有添加了其他物質的海藻酸鈉薄膜皆可以防止水漏出。
- 由圖19可發現，經摺過的薄膜推測其薄膜縫隙因摺過而產生破裂，導致水漏出。

實驗三、不同容量海藻酸鈉水溶液製程薄膜的質地影響

(一) 實驗步驟：



(二) 實驗數據：

海藻酸鈉水溶液	100mL	150mL	200mL
測量項目			
載重 (gw)	3780	3860	3880
含水量 (g)	225.6	226.8	227.9
耐受性 (gw)	3560	3640	3640
縮小率 (cm ²)	0.36	0.34	0.37

載重、耐受性

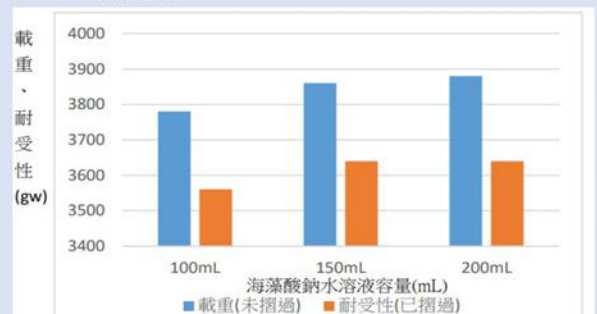


圖20.不同容量海藻酸鈉水溶液對薄膜載重的影響

數據分析: 1. 由圖20. 可發現, 不同容量海藻酸鈉水溶液對薄膜載重大小依序為 200mL>150mL> 100mL。

2. 200mL海藻酸鈉水溶液所製成的薄膜因其製成的薄膜厚度最厚, 使其含水量最多, 雖然載重最大, 但跟150mL海藻酸鈉水溶液所製成的薄膜載重相差不多, 且耐受性也與150mL海藻酸鈉水溶液相同。

含水量

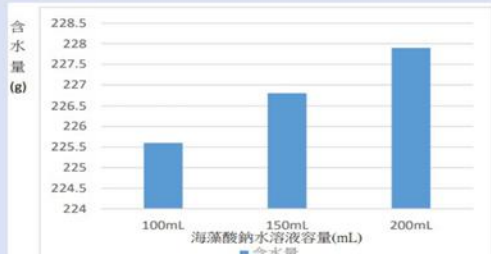


圖21.不同容量海藻酸鈉水溶液對薄膜含水量

縮小率

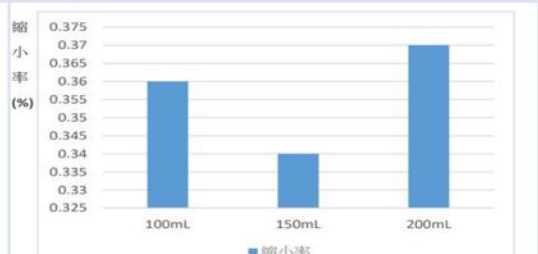


圖22.不同容量海藻酸鈉水溶液對薄膜縮小率的影響

實驗四、在土壤下不同薄膜的分解速度

(一) 實驗步驟：



(二) 實驗數據：



圖23.在土壤下添加不同物質對薄膜分解速度的影響

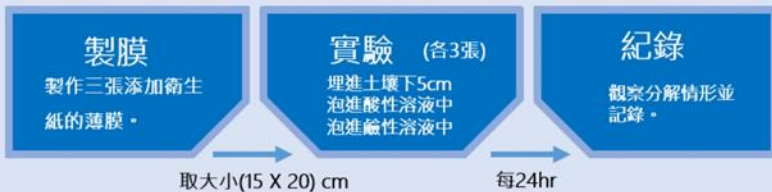
薄膜種類	塑膠袋 (控制組)	澱粉	水溶性衛生紙	非水溶性面紙	紙箱	影印紙
24 小時後 (cm ²)	300	300	300	300	300	300
48 小時後 (cm ²)	300	300	300	300	300	300
72 小時後 (cm ²)	300	298	300	300	300	300
96 小時後 (cm ²)	300	294	300	300	300	300
120 小時後 (cm ²)	300	290	298	298	298	298

數據分析：

- 由圖23. 可發現, 澱粉製成的薄膜在土壤下分解速度最快, 推測因其易脆的特性, 進而導致分解的更快。
- 添加了其他添加物的薄膜也可在土壤下分解, 其分解速度較為緩慢。

實驗五、薄膜在不同環境或溶液下的分解速度

(一) 實驗步驟：



(二) 實驗數據：

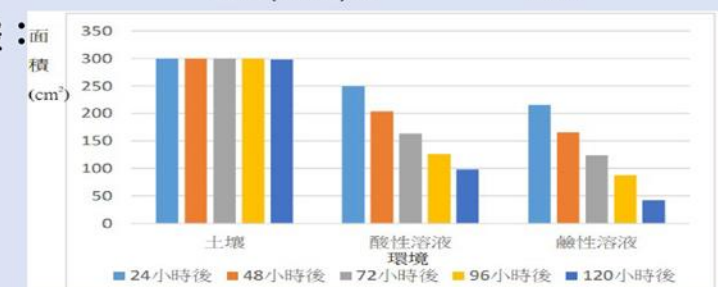


圖24.不同環境或溶液下對薄膜分解速度的影響

環境	土壤	酸性溶液	鹼性溶液
24 小時後 (cm ²)	300	250	216
48 小時後 (cm ²)	300	204	166
72 小時後 (cm ²)	300	164	124
96 小時後 (cm ²)	300	126	88
120 小時後 (cm ²)	298	98	42

數據分析: 1. 由圖24可發現, 不同環境或溶液下的分解速度快慢依序為 鹼性溶液>酸性溶液>土壤。

2. 薄膜在鹼性溶液中更容易分解, 推測是鹼性溶液中的離子與薄膜中的鈣離子結合, 進而導致薄膜分解的更快。

實驗六、製成實體成品

(一) 實驗步驟：



數據分析: 1. 塑膠袋可承受的最大限度載重約為4kg, 可承受日常生活中裝載的重量。
2. 塑膠袋經摺疊過後與未摺疊的塑膠袋載重差距不大, 因此塑膠袋經反覆摺疊還是可以使用。

(二) 實驗數據：

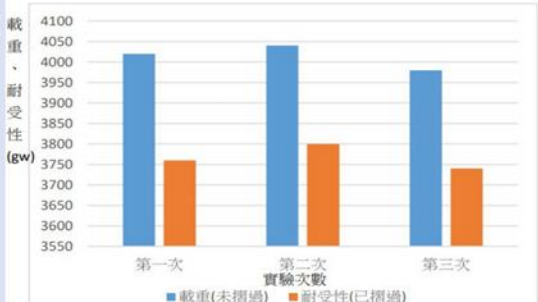


圖25.海藻酸鈉塑膠袋的載重和耐受性測試

陸、結論

問題	結論
實驗一 烘乾後放置不同時間對薄膜的影響	薄膜烘乾後放置時間與海藻酸鈉薄膜性質幾乎無影響。
實驗二之酸鹼性 酸鹼對不同添加物薄膜質地的影響	鹼性溶液中的離子與海藻酸鈉薄膜中鈣離子結合弱化薄膜。
實驗二之耐溫性 溫度對不同添加物薄膜質地的影響	熱水會使薄膜軟化, 導致泡在其中的薄膜載重最小。
實驗二之耐油性 油對不同添加物薄膜質地的影響	油的多寡不會使載重產生明顯差距, 但會降低薄膜的載重。
實驗二之防水性 不同添加物薄膜對防水的影響	所有添加不同物質的海藻酸鈉薄膜皆可成功防水, 但經摺疊過後會產生一些小裂縫使其漏水。
實驗三 不同容量海藻酸鈉水溶液對薄膜質地影響	200mL海藻酸鈉溶液與150mL製成薄膜的載重、耐受性幾乎相同, 因此以150mL視為最佳容量的海藻酸鈉水溶液。
實驗四 在土壤下不同薄膜的分解速度	澱粉薄膜易脆的特性, 使其在土壤下分解速度最快, 加入其他添加物的薄膜也能夠分解, 但速度相對較慢。
實驗五 薄膜在不同環境或溶液下的分解速度	薄膜在鹼性溶液中最容易分解, 是因為鹼性溶液中的離子會與海藻酸鈉薄膜中的鈣離子結合使薄膜加快分解速度。
實驗六 製成的塑膠袋能否承受日常生活中的使用	水溶性衛生紙塑膠袋可承受的最大限度載重約4kg, 因此可運用在日常生活中, 而經摺疊後的塑膠袋與未摺疊的塑膠袋的載重差距不大, 因此可重複摺疊使用。

柒、未來展望

藉由本實驗, 希望我們的類塑膠薄膜可再現實世界中有廣泛的應用, 海藻酸鈉薄膜除了在實驗室中取得成功之外, 還需進一步研發和實踐驗證, 以確保其在實際應用中的可行性和可持續性。海藻酸鈉還可加入其他混合物質來強化韌性, 如果進一步研究和開發, 提高其實用性和延展性, 增加使用壽命, 在更廣泛的領域中得到應用。

捌、參考文獻

<https://www.ntsec.edu.tw/ScienceContent.aspx?cat=65&a=6821&fId=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=15754>。
2019, 第 59 屆中小學科展國中組化學科 - 「混」是「膜」王—探討海藻酸鈉及澱粉混和薄膜的特性。