

新竹市第四十二屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活應用科學組(二) 生科與食品

組 別：國小組

作品名稱：取而《袋》之~生物塑膠膜之探究

關 鍵 詞：海藻酸鈉、生物膜、手提袋

編 號：

目錄

摘要.....	1
壹、研究動機.....	2
貳、研究目的.....	3
參、研究設備及器材.....	4
肆、研究過程或方法.....	5
伍、研究結果.....	17
陸、討論.....	24
柒、結論.....	25
捌、未來展望及後續處理.....	26
玖、參考資料.....	27
拾、附錄.....	28

摘要

本研究成功地利用了各種不同的天然材料做出類似塑膠袋的生物膜，並利用拉力裝置來測試。其中，利用海藻膠製作的生物膜較堅固耐用，可以用來製作手提袋、背帶等。使用完後，還可以慢慢地消失在水中或分解在土壤裡。糯米和洋菜無法做出完整的生物膜，吉利丁可以，但放久了易脆化。單海藻膠具有最高的透明度，但遇水會溶解，兩種材料混合的膜較完整。在製作海藻膠生物膜的過程中，使用盤子製作的膜烘乾後會縮小且變形，改用圓柱體的方式來製作。使用 4.5% 海藻膠製作的膜完整且具有防水性和透明度，但過程較為費時費工。海藻膠濃度太低無法沾黏在圓柱體上，5% 時濃稠到無法攪拌。根據材質的不同，生物膜的透明度、穩定性和降解性也會有所不同。

壹、研究動機

在學校舉辦的校慶園遊會活動中，學校設立了環保議題攤位，並邀請環保局推廣單位參與活動，鼓勵大家使用環保餐具。儘管提供了借用環保餐具的機會，但並沒有得到廣泛的認可。家長們在園遊會上購物時，提出可以租用環保袋等，以解決購物後的包裝問題。然而，儘管人們經常攜帶家中的環保袋，但從石油中提取塑膠仍會產生二氧化碳並污染環境。一旦袋子被丟棄，即使經過多年的掩埋，仍無法自然分解，甚至在大雨沖刷後，這些未分解的塑膠袋會流入海洋，對環境造成二次污染，甚至可能被海洋生物誤食。

因此，我們計劃製作環保手提袋，以減少污染並實現自然分解，從而減少垃圾量。我們首先考慮使用海藻膠這種自然材料，它可以被生物分解。此外，我們還想嘗試廚房中其他可生物分解的材料，如糯米粉、洋菜粉、吉利丁等，看它們是否也適合製作環保塑膠袋。我們還計劃嘗試混合兩種材料製作袋子，例如糯米粉+吉利丁、洋菜粉+吉利丁等。我們將使用不同比例的材料製作袋子，以期待製作出與塑膠袋相同強度和承重能力的環保袋，從而替代塑膠袋，減少對環境的危害。

參考課程自然五上第三單元水溶液，六下第一單元簡單的機械，第二單元微生物與食品保存，第三單元生物與環境。

貳、研究目的

本研究的主要目的是做出天然生物可分解的生物塑膠膜，實驗並探討下面的條件：

- 一、使用不同材料製作生物塑膠膜
- 二、探討海藻酸鈉的最佳比例
- 三、探討使用不同器材製作海藻膠生物塑膠膜
- 四、探討生物塑膠膜的實用性
- 五、探討生物塑膠膜消失的方式
- 六、探討製成透明手提袋可行性

參、研究設備及器材

一、工具：

冰箱、燒杯、試管、試管架、塑膠杯、電子秤、小湯匙、大湯匙、攪拌棒、玻璃棒、尺、自製測壓力器材、小碟子、箱子、大中小塑膠盤、熱溶膠、卡紙、雲彩紙、長尾夾、砂紙、水盤、水盆、濾網、焊槍、溫度計、布丁杯、刮刀、油土、木夾、椅子、桌子、標籤紙、美工刀、剪刀、水果刀、鑷子、保特瓶、滴管、大小玻璃棒、強力膠、奈米膠、針、線、木棒、水桶、顏料、鐵湯桶、布、乾紙巾、大小量筒、砝碼組、木頭、鐵鎚、水管、夾鏈袋、鋼盆、鐵盤、量匙、塑膠桶、熱熔膠槍、塑膠片、木工 T 型尺、電子尺、玻璃瓶。

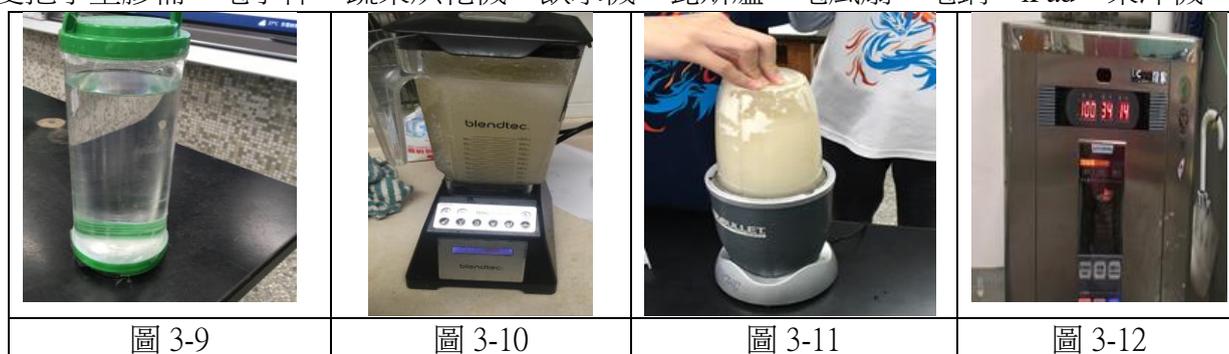
二、材料：

海藻酸鈉(食用級)(Taiwan)、氯化鈣(食用級)以及氯化鈣(一般測試用)、乳酸鈣、糯米粉、洋菜粉、吉利丁、甘油、鹽、年糕玻璃紙。



三、設備：

雙把手塑膠桶、電子秤、蔬果烘乾機、飲水機、瓦斯爐、電風扇、電鍋、iPad、果汁機。



肆、研究過程或方法

一、參考文獻資料

(一)名詞解釋:

名稱	特性	用途
海藻膠	褐藻膠，是由海帶中提取的天然多糖碳水化合物。海藻膠（Sodium Alginate）是提煉自褐藻的化學物質。	用途相當廣泛，可應用於食品工業：用作增稠劑和穩定劑。製藥和化妝品。生物技術和組織工程
氯化鈣	由氯和鈣構成，化學式為 CaCl_2 ，是典型的離子型鹵化物。其在室溫下為白色固體，水溶液呈中性。	製冷設備所用的鹽水、道路融冰劑和乾燥劑等。氯化鈣及其水合物和溶液在食品製造、建築材料、醫學和生物學等多個領域均有重要的應用價值。
吉利丁	使用吉利丁的甜點口感通常較為軟嫩，吉利丁的凝固點低，且具有凝膠還原性，所以在攝氏 25 度以上就會溶化成液體，其所製作甜點一般需要保存在低溫環境中以防融化。	常用在慕斯、奶酪、布丁等食品中
洋菜	洋菜含有豐富的膠質、礦物質、碳水化合物與蛋白質，有解鬱、降火氣、促進血液循環的功能，以及防止甲狀腺腫大的功效。	工業洋菜被製作成粉末狀或是薄片狀，常被用來當做洋菜的安定劑，也是製作糖果、果凍、果醬、羊羹、優格等食品的加工原料。
糯米	直鏈性澱粉值低、支鏈澱粉值（膠性澱粉）高，煮後的黏性相當高、口感卻比一般米更硬。	糯米多用於加工，如製作麻糬、草仔粿、紅龜粿、酒釀等。
食鹽	鹽化學式為 NaCl 是一種含有鹹味的物質，主要成份是氯化鈉，純粹的鹽是無色、透明、呈立方結晶體狀的。	鹽可以幫助消化，促使蔬菜水果味道更甜美，並且具有殺菌、防腐作用，可用來醃漬食物，和降低溫度。
沙拉油	一種精製的植物油，以適合使用於沙拉而得名。能在相對低溫的狀況下仍能保持液態。	不會結晶，以使用於沙拉上，作為調味油。
甘油	化學式為 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ，又稱丙三醇，是無色無臭有甜味的黏性液體，沸點為 290°C ，吸水性很強。	可作為玻璃紙的軟化劑。甘油用作壓力表的填充物以抑制振動。

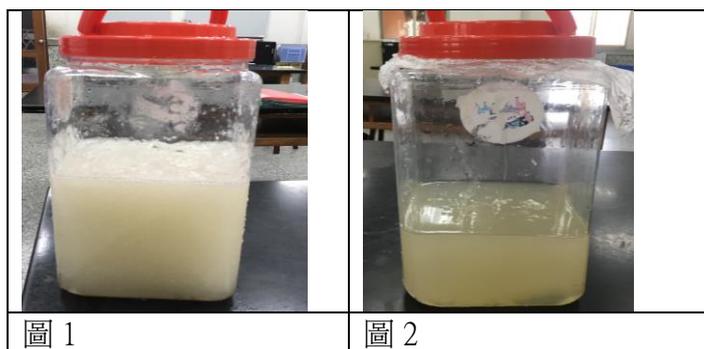
(二)市面上的袋子很多，簡單整理常見到的袋子如下表：

袋子材質	優點	缺點
塑膠袋	輕巧且承載力強、耐酸鹼、不易腐蝕、用來存放食物較為健康與安全、耐潮濕、保溫性佳、不導電，好的絕緣體、取得容易、價格低廉、重複使用度高。	對環境有害。塑膠袋廢物管理不當會損害環境，堵塞河流甚至城市的污水系統。它會造成到處都是垃圾，從街道到柵欄，再到樹木等等。
紙袋	廢棄之紙袋具可資源回收性。	重覆使用率低、承載力差、無法耐酸鹼、容易被腐蝕、不耐潮濕、不易保溫等。
帆布袋	實用、環保、耐用的袋子。	比較容易髒汙。
尼龍牛津布袋	高強度、耐磨、透氣、排濕，有些尼龍牛津布包裝袋更可以防水。	大部分的尼龍牛津布手提袋的原材料都是塑料所造的，原材料不屬天然物料。

(三)重量百分濃度，是以百分比來表示混合物中某成分濃度的方法

名詞說明	公式說明
也稱質量百分濃度，指溶質的質量/重量百分濃度。也表示為每 100 克溶液中所含的溶質克數。	溶質重量除以溶劑與溶質總重量之百分比值。 即: $\frac{\text{溶質重量}}{\text{溶質重量} + \text{溶劑重量}}$ 如：將 10g 的海藻酸鈉(溶質)溶於 90g 的水(溶劑)，求海藻膠的重量百分率濃度(%)？

(四)調配海藻膠的方式: 先加入 955 毫升的水在果汁機裡，啟動果汁機後，將 45 公克的海藻酸鈉的粉末，分四次，慢慢地倒入果汁機，攪拌均勻後，即 4.5% 的海藻膠，這時候海藻膠會充滿空氣如圖 1，放進冰箱，靜置 1~2 天，等待所有的空氣消失如圖 2，即可拿來做實驗。



(五)原來名稱和文中的簡稱

原來名稱	簡稱
海藻酸鈉水溶液+氯化鈣	海藻膠
海藻酸鈉水溶液	單海藻膠、海無氫
洋菜粉加吉利丁	洋加吉
糯米粉加吉利丁	糯加吉

(六) 海藻酸鈉簡介：

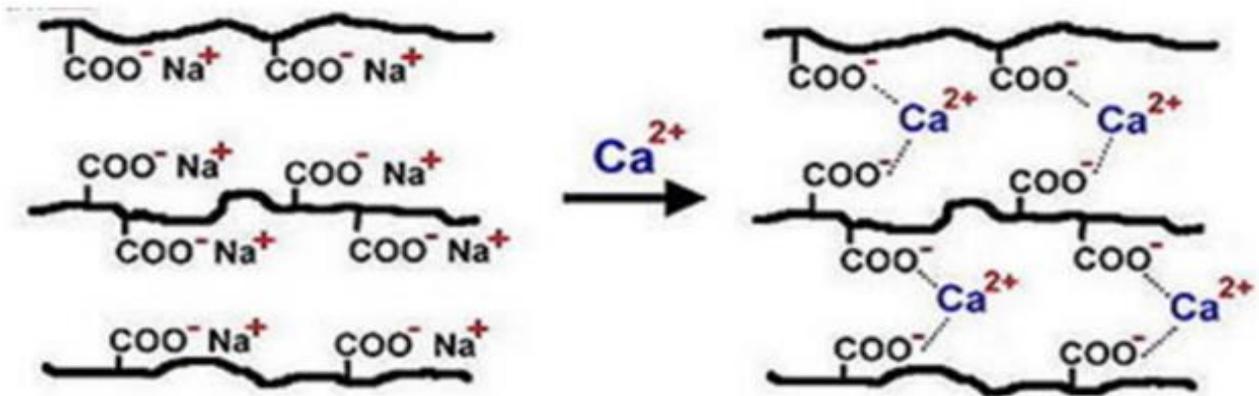
海藻酸鈉又稱為海藻膠、褐藻膠或藻膠化學式為 $C_6H_7O_6Na$ ，是存在於海洋褐藻細胞壁中的天然植物多醣，如海帶、馬尾藻、泡葉藻、巨藻等皆為海藻酸鈉主要來源。

海藻酸鈉為 β -D-甘露糖醛酸(M)及 α -L-古洛糖醛酸(G)兩種醣類單體聚合而成，以M-M，G-G或 M-G 三種組合方式(圖一)，透過 α -1,4 糖苷鍵形成的線性多醣。

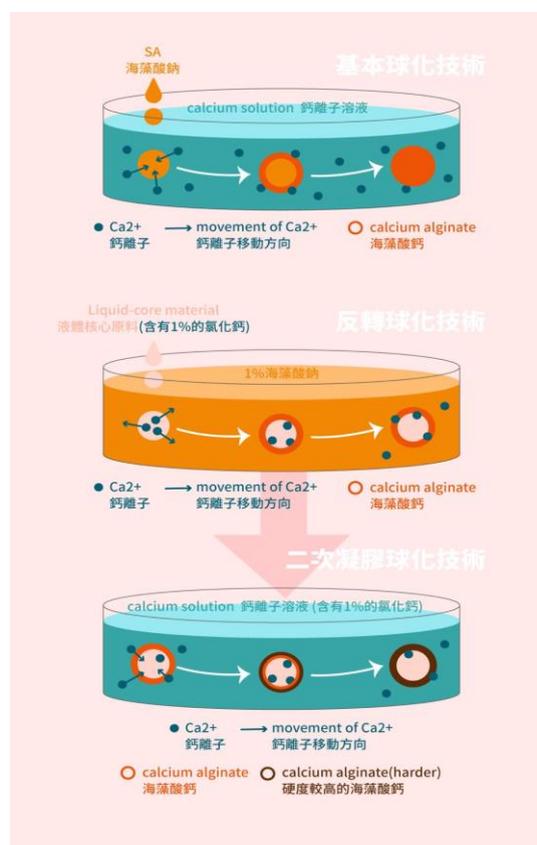
類。海藻膠是一種安全的食品添加物，作為增稠劑、穩定劑、保水劑及抗凍劑等。此種天然多醣除了作為食品添加劑，也廣泛應用於醫藥、紡織、印染、造紙、日用化工等產品。

凝膠原理：

海藻酸鈉因為有海藻酸和鈉離子所組成的特殊結構，如果把海藻膠放大來看，會發現海藻膠有很多的手，它可以抓住鈉離子形成一個特殊結構，但當海藻膠碰到含鈣的溶液水中的鈣就會像一條線把海藻膠和海藻膠的手連接在一起，最後就會形成一張大網子，這個網子就是海藻膠晶球外面的那層薄膜。

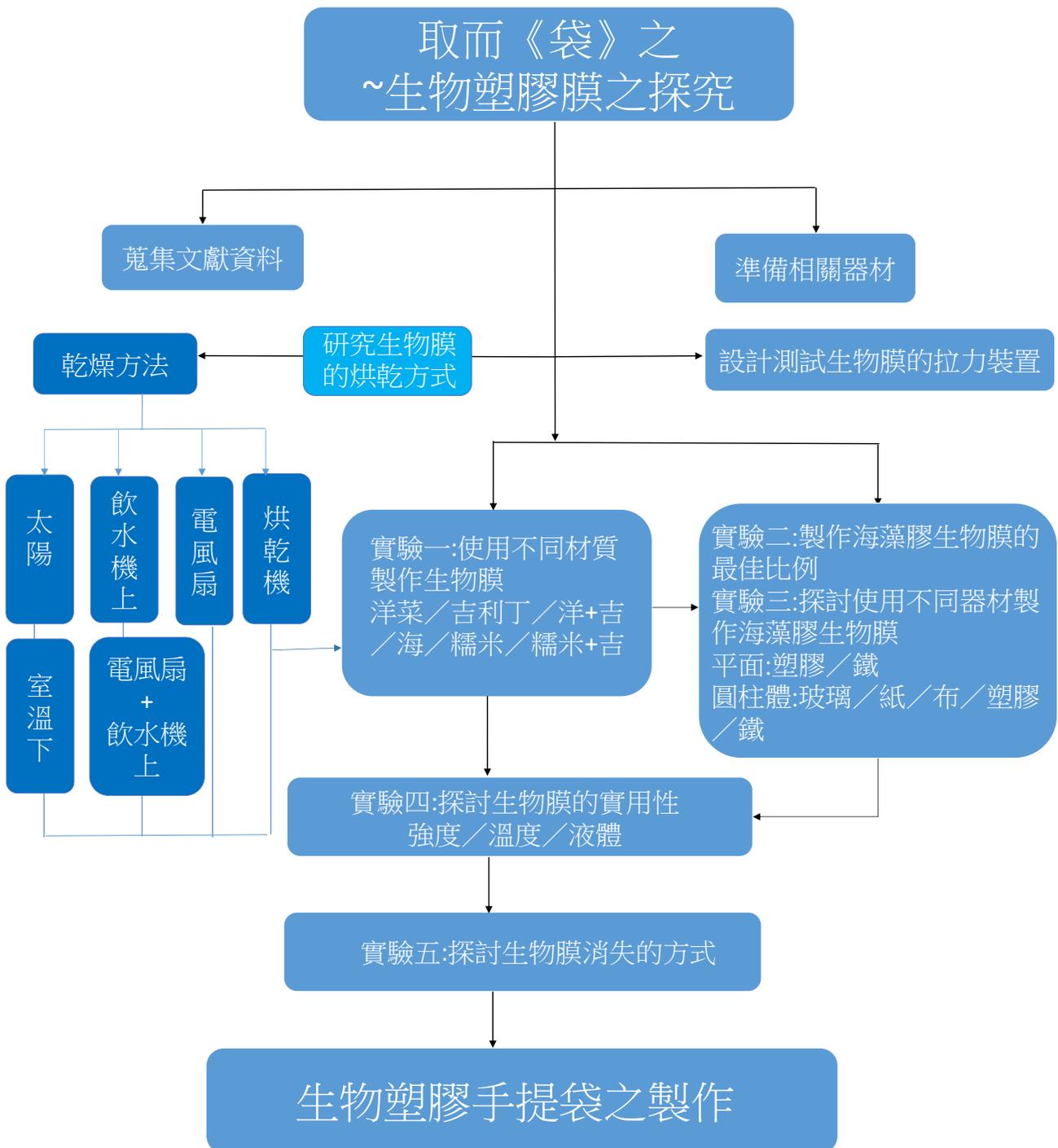


海藻膠和氯化鈣的作用原理



原圖參考資料Tsai et al 2017泛科學~食品科學中的晶球技術

二、研究流程



(一)烘乾方式實驗

烘乾機實驗

目的：測試不同的溫度，對生物膜的乾燥情狀況

操作變因：溫度20度、40度、60度、75度

控制變因：烘乾時間、3%海藻膠的重量、培養皿

應變變因：薄膜消失的的重量

實驗步驟:

- 1.加入相同高度的海藻膠，紀錄如圖4-6。
- 2.放入烘乾機中，分別設定溫度20度、40度、60度、75度。
- 3.設定烘乾時間每隔兩小時測量一次厚度。觀測八個小時。



圖 4-1



圖 4-2



圖 4-3

其他乾燥方式

目的：利用手邊的烘乾用具和設備，觀察日曬、飲水機上方、飲水機上方+電風扇、電風扇、室溫下烘乾後的情形。

操作變因：日曬、飲水機上方、飲水機上方+電風扇、電風扇、室溫下乾燥

控制變因：3%海藻膠，溫度 20 度

應變變因：烘乾所花費的時間。

實驗步驟：

- 1.將 3%海藻膠倒入托盤中，一盤放在陽光下、一盤放在飲水機上、一盤放在飲水機上加上電風扇、一盤放在電風扇前如圖 4-1~4、一盤放在教室桌上。
- 2.記錄五盤烘乾所花費的時間。



圖 4-4



圖 4-5



圖 4-6



圖 4-7

(二) 設計拉力測試裝置 1

- 1.利用教具在桌上架好兩邊支架如圖 4-10。
- 2.將棍子放在支架正中間
- 3.要測試的生物薄膜環掛在兩端的橫棍中間
- 4.在兩端的橫棍下放上有掛鉤的盤子
- 5.盤中陸續加入砝碼，直到生物薄膜環斷裂為止
- 6.測量砝碼的重量，記錄。

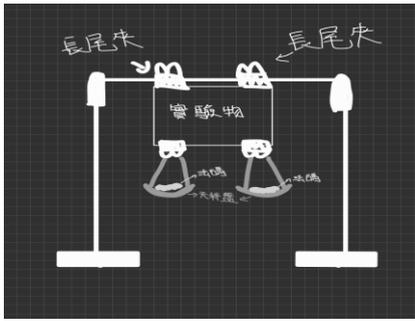


圖 4-9 設計圖

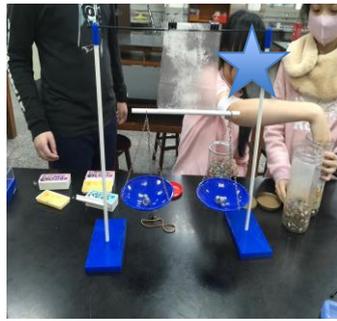


圖 4-10

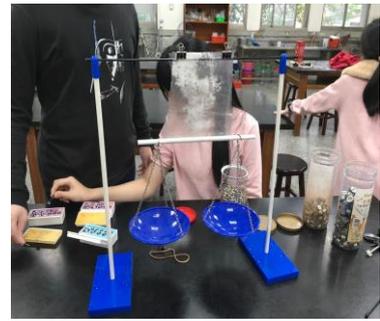


圖 4-11

缺點:

1. 砝碼不夠多，重量不夠重，無法使膠膜斷裂。
2. 支架的距離不夠大。

改良拉力測試裝置2：擴大拉力裝置範圍

1. 將麻繩綁在窗簾橫桿兩旁高度200公分。
2. 將一根90公分木棒綁在60公分麻繩下如圖4-12。
3. 把要測試的生物薄膜環掛在木棍上。
4. 把第二根90公分木棍掛在生物實驗環上，並在兩旁掛上4000毫升容量的水桶，在兩端的水桶下方各放上4張椅子，以免水桶掉下來時水灑出來。
5. 加水在兩旁的水桶（要平衡），直到生物薄膜環斷掉為止。
6. 測量水量（ml）。

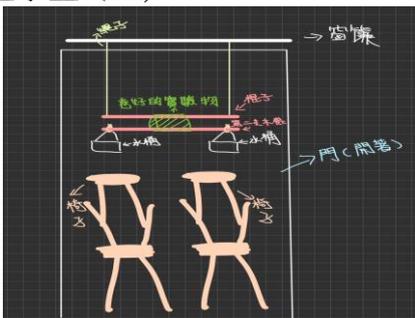


圖 4-12 設計圖



圖 4-13



圖 4-14

缺點:

1. 高度較高，不易控制水量。
2. 不需要這麼大的距離

改良拉力測試裝置3：

1. 先將兩張板凳分別倒放在兩張桌子中間距六十公分。
2. 將一根木棒放在兩端的板凳上。
3. 要測試的生物薄膜環掛在木棍上。
4. 把第二根木棒放入生物薄膜環下圈中，兩端掛上水桶(容量:8000毫升)。
5. 水桶下方再放另外兩張椅子，樣品斷裂時，就可以把水桶接住。
6. 分別在兩端的水桶，同時注入水量，直到生物薄膜環斷裂。

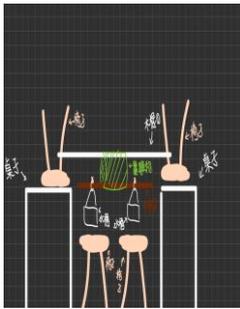


圖 4-15 設計圖



圖 4-16



圖 4-17



圖 4-18

操作原理:

1. 利用水量增加讓生物薄膜環斷裂，即該生物薄膜的強度

(三)實驗過程

【實驗一】:使用不同材料來製作生物塑膠膜

目的:製作不同材料的生物塑膠膜

實驗1-1使用不同材料來製作生物塑膠膜

操作變因: 糯米粉、洋菜粉、吉利丁、海藻酸鈉

控制變因:水600ml、烘乾時間兩天、烘乾器材飲水機上方、60x20公分塑膠盤。

應變變因: 生物膜的完整性

製作步驟:

1. 分別量出材料5公克、10公克、25公克，加入600毫升的水，放入電鍋中煮沸，分別調製出濃度1%、2%、3%吉利丁、糯米粉、洋菜粉的水溶液。
2. 量出海藻酸鈉10公克、20公克、30公克，加入990毫升、980毫升、970毫升的水，利用均勻攪拌均勻。
3. 將各項濃度水溶液倒在塑膠盤子上。
4. 放在飲水機上兩天，等候乾燥。
5. 兩天後觀察完整性，取下生物塑膠膜。



圖 4-1-1 海無氯 4%



圖 4-1-2 吉 3%



圖 4-1-3 洋 4%



圖 4-1-4 糯 3%

目的:做出兩種材料混合的生物塑膠膜

實驗 1-2 製作混合式的生物塑膠膜

操作變因: 糯米粉加吉利丁、洋菜粉加吉利丁、海藻膠 3%+氯化鈣。

控制變因:水 600ml、烘乾時間兩天、烘乾器材飲水機上方、60x20 公分塑膠盤。

應變變因: 生物塑膠膜的完整性

1. 分別量出所有混合材料 5 公克、10 公克、25 公克，加入 600 毫升的水，放入電鍋中煮沸，分別調製出濃度 1%、2%、3%糯+吉利丁、洋菜粉+吉的水溶液、海藻膠 3%+氯化鈣 10%水溶液。
2. 將各項濃度水溶液倒在塑膠盤子上。
3. 放在飲水機上兩天，等候乾燥。
4. 兩天後觀察完整性，取下生物塑膠膜。



圖 4-1-5 糯+吉



圖 4-1-6 洋+吉



圖 4-1-7 海藻膠加氯

【實驗二】製作海藻膠生物膜的最佳比例

目的:製造海藻膠生物膜的時候，需要附著力很強的海藻酸鈉濃度，到底哪一種濃度適合，又需要多少濃度？根據文獻資料將氯化鈣水溶液固定在10%，尋找海藻酸鈉的最佳比例。

操作變因:海藻酸鈉1%、2%、3%、4.5%

控制變因:氯化鈣10%

應變變因:玻璃試管實心的速度

實驗步驟:

- 1.準備氯化鈣10%、調製海藻酸鈉1%、2%、3%、4.5%如圖4-2-1。
- 2.先用做出利用4隻孔徑相同的玻璃試管沾取1%、2%、3%、4.5%海藻酸鈉。
- 3.將試管分別放入四個倒了100ml 10%氯化鈣的量筒。
- 4.每八分鐘切一次，一次切兩片，第一次切片前要先把前面切掉，(之後都從後往前切)。
- 5.將未成形的膠液洗乾淨，測量剩下的膜厚度並記錄，再放回量筒裡，。
- 6.重複4-5步驟直到玻璃試管管壁實心為止。

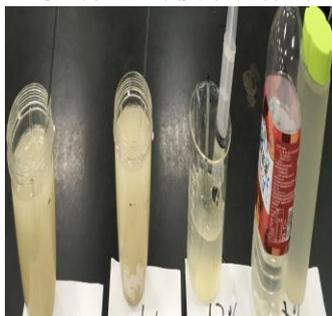


圖 4-2-3



圖 4-2-4



圖 4-2-5

【實驗三】使用不同器材製作海藻膠生物膜

目的：想要製作平整的海藻膠膜，並烘乾。

方法一:使用塑膠圓柱桶製作

- 1.在直徑20公分的圓柱筒裡注滿水，並蓋上有把手的蓋子，並在圓柱體的另外一頭也裝上有蓋子的把手，兩端用塑膠膠帶固定，一端的把手用小膠帶固定，使把手平整，不會掉落。
- 2.放入4.5%海藻膠，使圓柱體沾滿海藻膠，再將圓柱體取出，到放在平台上，利用重力讓海藻膠佈滿圓柱體。
- 3.用20%氯化鈣噴瓶，噴在圓柱體上，使海藻膠稍微凝固。
- 4.取下另一端把手的膠帶，將海藻膠柱體放入10%氯化鈣水溶液浸泡。
- 5.十分鐘後，取出放在平台上，調整厚度，調整完再放入氯化鈣水溶液浸泡。如圖4-3-2。
- 6.再十分鐘後取出，調整好海藻膠膜，置放在桌子上。
- 7.自然風乾後，取下來，觀察海藻膠膜的平整性。



圖 4-3-1



圖 4-3-2



圖 4-3-3



圖 4-3-4 雙把手

方法二使用鐵製湯桶製作

- 1.使用直徑25公分的湯桶，並在側面用刮刀使湯桶均勻沾滿4.5%海藻膠。
- 2.將湯桶取出，到放在平台上。
- 3.利用重力讓海藻膠佈滿湯桶側面如圖4-3-5。
- 4.在湯桶旁用噴瓶噴滿20%氯化鈣水溶液。
5. 10分鐘後用電風扇吹乾。
6. 自然風乾後，取下來，觀察海藻膠膜的平整性。



圖 4-3-5



圖 4-3-6



圖 4-3-7



圖 4-3-8

方法三使用厚紙板圓柱體製作

- 1.在直徑20公分的紙圓柱筒裡注滿水，並蓋上有把手的蓋子，並在紙圓柱體的另外一頭也裝上有蓋子的把手，兩端用塑膠膠帶固定，一端的把手用小膠帶固定，使把手平整，不會掉落。
- 2.放入4.5%海藻膠，使紙圓柱體沾滿海藻膠，再將圓柱體取出，到放在平台上，利用重力讓紙海藻膠佈滿圓柱體。
- 3.用20 %氯化鈣噴瓶，噴在紙圓柱體上，使海藻膠稍微凝固。
- 4.取下另一端把手的膠帶，將紙海藻膠柱體放入10%氯化鈣水溶液浸泡。
- 5.10分鐘後，取出放在平台上，調整厚度，調整完再放入氯化鈣水溶液浸泡。
- 6.10分鐘後取出，調整好海藻膠膜，置放在桌子上。
- 7.自然風乾後，觀察海藻膠膜的平整性。

方法四使用布材質圓柱體製作

- 1.使用直徑25公分的布圓柱體，並在側面沾滿4.5%海藻膠，使布圓柱體均勻裹上海藻膠，再將布圓柱體取出，到放在平台上，利用重力讓海藻膠佈滿湯鍋側面。
- 2.用20 %氯化鈣噴瓶，噴在圓柱體上，使海藻膠稍微凝固。
- 3.將海藻膠柱體放入10%氯化鈣水溶液浸泡。
- 4.10分鐘後，取出放在平台上，調整厚度，調整完再放入氯化鈣水溶液浸泡。
- 5.10分鐘後取出，用電風扇吹乾。
- 6.自然風乾後，取下來，觀察海藻膠膜的平整性。



圖 4-3-9 紙. 布



圖 4-3-10 餐巾紙



圖 4-3-11 紙



圖 4-3-12 布

方法五使用玻璃圓柱體製作

- 1.使用直徑25公分的玻璃圓柱體，並在側面沾滿4.5%海藻膠，使玻璃圓柱體均勻裹上海藻膠，再將玻璃圓柱體取出，到放在平台上，利用重力讓海藻膠佈滿湯鍋側面
- 2.用20%氯化鈣噴瓶，噴在玻璃圓柱體上，使海藻膠稍微凝固。
- 3.將海藻玻璃膠柱體放入10%氯化鈣水溶液浸泡。
- 5.10分鐘後，取出放在平台上，調整厚度，調整完再放入氯化鈣水溶液浸泡。
- 6.10分鐘後取出，用電風扇吹乾。
- 7.自然風乾後，取下來，觀察海藻膠膜圓柱體的平整性



圖 4-3-13



圖 4-3-14



圖 4-3-15

【實驗四】測量方式

實驗4-1 5種生物塑膠膜強度測試

目的：測試生物塑膠膜的強度

操作變因：5種生物薄膜環

控制變因：桌子的間距、高度、椅子的大小，水桶、水、木棍、繩子、生物薄膜環的大小

應變變因：水量多寡

實驗步驟

- 1.先將兩張板凳分別倒放在兩張桌子中間距六十公分，
- 2.將一根木棒放在兩端的板凳上。
- 3.要測試的生物薄膜環掛在木棍上
- 4.把第二根木棒放入生物薄膜環下圈中，兩端掛上水桶，
- 5.水桶下方再放另外兩張椅子，生物薄膜環斷裂時，就可以把水桶接住。
- 6.分別在兩端的水桶，同時注入水量，直到生物薄膜環斷裂如圖4-4-3。
- 7.測量水桶中的水量，紀錄。



圖 4-4-1 生物塑膠膜



圖 4-4-2



圖 4-4-3

實驗4-2探討5種生物薄膜在不同溫度下的情形

目的：觀察溫度對生物塑膠膜的影響。

操作變因：零度、20度、40度。

控制變因：保麗龍箱、布丁杯、水量、溫度計、時間

應變變因：重量變化

實驗步驟：

- 1.準備15個布丁杯，分別加入冰塊、20度的水、40度的水。
- 2.裁剪五種不同材料的生物膜成適當的大小，放入布丁杯中。
- 3.將20度放在室溫的桌上，40度0度的放在保溫箱中。
- 4.每隔30分鐘，測量一次重量。
- 5.測量三次觀察重量變化，紀錄。



圖 4-4-4

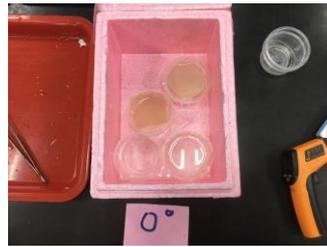


圖 4-4-5

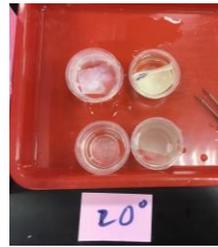


圖 4-4-6

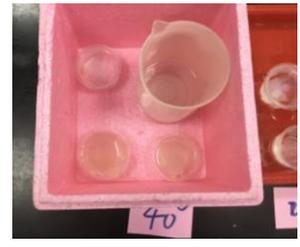


圖 4-4-7

實驗4-3生物塑膠膜液體測試

目的：測試五種生物塑膠膜沾水、沾油的實用性。

操作變因：水、油

控制變因：杯子大小、浸泡時間、溶液的量、生物塑膠膜的大小、生物塑膠膜的重量

應變變因：生物塑膠膜重量

實驗步驟：

- 1.準備5種生物薄膜。
- 2.分別加入150毫升的水杯當中，觀察浸泡油水後重量。
- 3.每隔5天測量一次重量。
- 4.觀察時間結束的浸泡物外觀及測量浸泡物的重量。
- 5.記錄分析數據。



圖 4-4-9

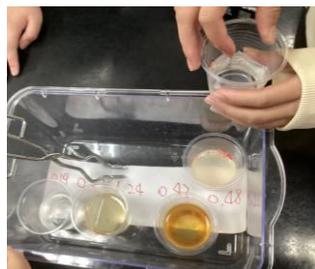


圖 4-4-10

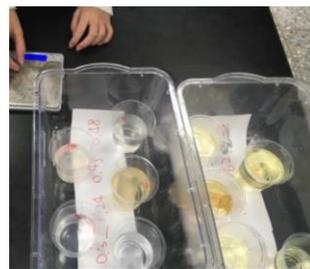


圖 4-4-11



圖 4-4-12

【實驗五】探討生物塑膠膜消失的方式

目的：比較4種的生物薄膜和紙、塑膠袋，埋在土中分解的狀況。

操作變因：埋在土裡12天、31天、38天，以日期記錄

控制變因：6種材料分成三組、埋在土堆的地點、紗網、實驗組和對照組的大小、重量。

應變變因：實驗物在土壤中消失的重量

實驗步驟：

- 1.將6種材料分別裁剪適當大小，測量重量，分成三組，裝入三個紗網中，在紗網中放入土壤，再將紗網埋到土裡。材料分別是：紙、塑膠、洋菜、糯米、吉利丁、海藻膠如圖4-5-1。
- 2.將三組個插上一根筷子做日期記號，以便取出的時候方便辨認。
- 3.設定日期，第一階段12天（配合學校作息時間）、第二階段31天、第三階段38天。
- 4.時間到時，把挖出的實驗物清洗乾淨烘乾。
- 5.測量重量、記錄。

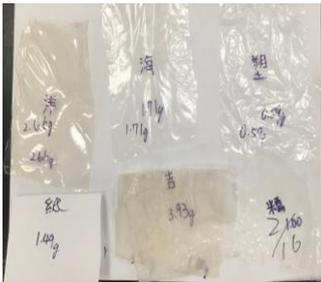


圖 4-5-1



圖 4-5-2



圖 4-5-3



圖 4-5-4



圖 4-5-5



圖 4-5-6



圖 4-5-7



圖 4-5-8

【實驗六】探討製成透明手提袋可行性

製作步驟：

- 1.設計手提袋、背帶、L型夾樣式
- 2.切割 30*60 公分的生物膜，數片。
- 3.使用針線縫起來，切割手把。
- 4.使用強力膠黏合，用夾子固定直到乾燥。
- 5.使用膠帶黏合。
- 6.觀察改良。

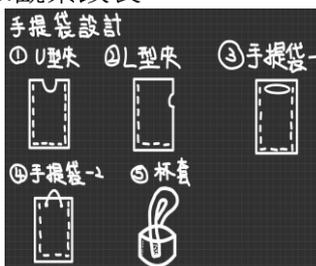


圖 4-6-1 設計圖



圖 4-6-2



圖 4-6-3



圖 4-6-4

伍、研究結果

【實驗一】使用不同材料來製作生物塑膠膜

實驗1-1使用不同材料來製作生物塑膠膜

材質/完整度/濃度	1%	2%	3%	4%
吉利丁				
完整度	全	全	全	全
洋菜粉				
完整度	小碎	中碎	很碎	中碎
糯米粉				
完整度	很碎	很碎	1/2	超碎
海藻膠				
完整度	全	全	全	全
海無氯				
完整度	全	全	全	全

材質/完整性/濃度	1%	2%	3%	4%
洋+吉				*
完整性	全	全	全	*
糯+吉				*
完整性	全	全	全	*

表 5-1

實驗結果:

- 1.吉利丁:一開始做好的時候是透明的，經過了三天之後，邊緣開始變成白色，吉利丁膜全部都是完整的，濃度3%以下比較軟，濃度4%比較硬。
- 2.洋菜：一開始以為洋菜沒有辦法做成透明膜，放在飲水機上面，兩天後，竟然變成裂開的玻璃紙，但是無論是4%或者是較低濃度的1%，皆無法形成完整的生物膜。
- 3.糯米:使用糯米粉無論調成任何濃度，都無法成為生物透明膜，是所有透明膜裡面最脆弱的生物膜。
- 4.海藻膠無氯:發現單海藻膠晾乾的時候會成為透明的膜，在4.5%以下，都可以形成生物膜 4.5%以上濃度越高，不容易成功，缺點碰到水就會融化，形成的膜比較薄，優點非常透明，很像玻璃紙。
- 5.利用盤子做出來的海藻膠+氯的生物膜，會縮小扭曲變形。
- 6.糯+吉:不是透明的，顏色黃白色，厚度較吉利丁厚，膜比較軟，較容易脆化。
- 7.洋+吉:洋菜做起來的時候容易破碎，所以加入吉利丁，很像布袋顏色。
- 8.部分生物膜可以用味道來辨認，如洋菜焦糖味，海藻膠酸酸的，糯米香香的，也可以用透明度辨認，例如單海藻膠生物膜，還可以用顏色來辨認，如白色糯+吉和黃色洋+吉。

【實驗二】製作海藻膠生物膜的最佳比例

滴管/mm/分鐘	1%	2%	3%	4.5%
20	2.2	3.1	2.9	3.1
40	2.9	3.5	3.9	3.7
60	3.5	4.6	5.0	4.5
80	4.2	5.1	5.8	5.6
100	4.8	6.0	6.3	6.5
120	5.0	7.0	7.5	8.3

表5-2

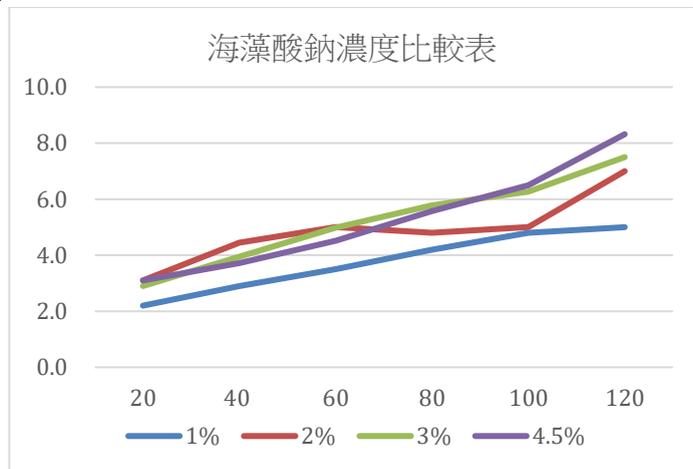


圖5-1

實驗結果:

利用試管來沾取海藻膠，浸泡氯化鈣之後，1%的厚度比較薄，未烘乾前5mm，海藻膠4.5%的時候厚度有8.3mm，太薄的海藻膠膜，烘乾後容易破裂，較厚的海藻膠膜，較適合拿來測試製作成袋子，海藻膠5%的時候，濃稠到無法攪拌。

【實驗三】使用不同器材製作海藻膠生物塑膠膜

實驗2-1探討使用不同材質的器材製作海藻膠膜

統整表

	塑膠盤	鐵盤	塑膠圓柱體	玻璃圓柱體	鐵鍋	紙圓柱體	濕紙巾圓柱體	布圓柱體
製作方式								
時間	約10秒	約10秒	約15秒	約15秒	約30秒	約15秒	約15秒	約15秒
成形	不好	不好	好	好	好	不好	不好	不好
切割	不用	不要	要	要	要	要	要	要
難易度	好做	不好做	不好做	不好做	不好做	不好做	不好做	不好做
優缺點	沒有支撐物，加上塑膠盤附著力不佳，所以容易捲曲變形	較塑膠盤平整，但還是沒有比圓柱體做好	增加雙邊把手，可以做出很大片的生物膜。較不透明	比較透明且完整。但是沒有較大的圓柱體玻璃瓶，只能做中型的透明玻璃膜	比塑膠透明。但是小於後來的玻璃透明膜，皺折較多	容易有坑坑窪窪的洞，且需要用水洗才能讓海藻膠膜脫落。	膜完整度也不錯，但是較不透明。	容易沾黏著海藻膠讓海藻膠膜不容易脫落
大小	小	小	大	中	大	中	中	小
完整度	差	差	好	好	好	好	好	差

表5-3

實驗結果:

使用**塑膠盤**製作海藻膠膜，因沒有支撐物，所以容易容易捲曲變形。使用鐵盤製作海藻膠膜也是不夠平整。**塑膠圓柱體**做出來的海藻膠膜比較大較不透明。**玻璃圓柱體**做出來的玻璃膜比較透明且完整。**鐵鍋**做出比較透明的塑膠膜，透明度比塑膠高，厚度比較薄。**紙、布、濕紙巾包裹住圓柱體**做出海藻膠膜，容易沾黏海藻膠膜不容易脫落。

【實驗四】測量方式

實驗4-1生物塑膠膜液體測試

泡水、泡油實驗

材質/重量g/日期	泡水前重量	2月17日	2月22日	2月28日
吉利丁	0.48	吸水膨脹	溶解消失	溶解消失
海無氯	0.19	溶解消失	溶解消失	溶解消失
洋+吉	1.24	吸水膨脹	吸水膨脹	吸水膨脹
糯+吉	0.43	吸水膨脹	吸水膨脹	吸水膨脹

表 5-4

材質/重量g/日期	泡水前重量	2月17日	2月22日	2月28日
海藻膠	0.32	0.46	0.76	0.77

表 5-5

材質/完整度/重量g	泡油前	2月17日	2月22日	2月28日	增加的重量
吉利丁	0.48	0.48	0.48	0.51	0.03
海藻膠	0.14	0.17	0.18	0.2	0.06
海無氯	0.13	0.35	0.21	0.21	0.08
洋+吉	1.51	1.6	1.42	1.67	0.16
糯+吉	0.65	0.65	0.6	0.65	0

表 5-6



圖 5-2

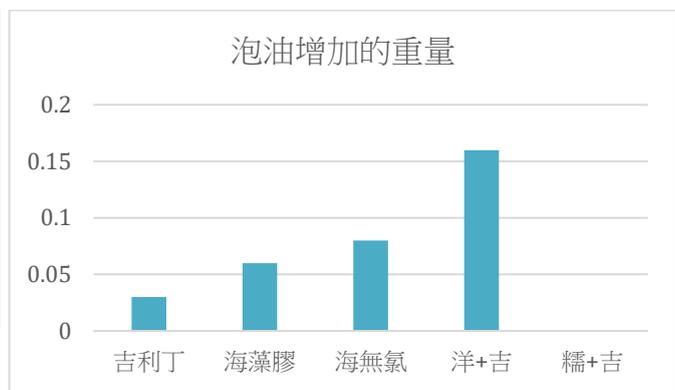


圖 5-3

實驗結果

泡水測試中，海藻膠膜比較不容易吸水，重量是緩慢的上升，可以拿起來秤重記錄。海藻膠無氯消失最快，吉利丁吸水膨脹，重量加重，夾起來的時候，很快就破掉，無法計算重量。洋菜+吉利丁、糯米加吉利丁變成果凍狀。泡油的實驗，不管是何種材質都沒有太大的改變，影響最小的是，吉利丁重量減少0.03g，其次是海藻膠0.06g。

實驗4-2生物塑膠膜強度測試

名稱	第1次	第2次	第3次	平均
海藻膠	14350	15200	13100	14217
塑膠	9400	9500	9300	9400
洋+吉	8600	7300	8300	8067
糯+吉	4000	4050	4200	4083
市售年糕紙(玉米粉)	3800	*	*	3800
吉利丁	3200	3500	3000	3233
海無氯	2700	2100	1100	1967

表 5-7

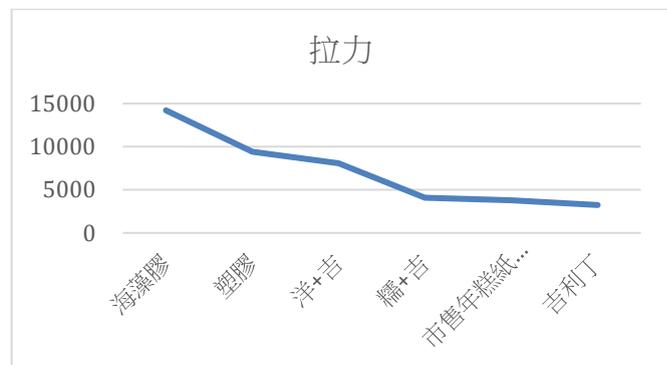


圖 5-4

實驗結果

拉力測試效果最強的是海藻膠膜，平均可以承受14217毫升的水，其次是洋+吉可以承受8067毫升的水，最差的是海藻膠無氯生物膜1967毫升，一般的塑膠可以承重9400毫升。

實驗4-3測試不同的溫度，對生物薄膜的影響

材料/重量g/分鐘	原重	30分鐘	60分鐘	90分鐘	狀態
糯加吉	2.16	4.37	5.32	5.7	吸水膨脹
海藻膠	0.71	1	1.17	1.81	變化不大
海無氯	0.35	0	0	0	溶解消失
洋加吉	1.5	3.12	3.16	3.18	吸水膨脹
吉利丁	0.43	1.51	2.06	2.67	吸水膨脹變白色

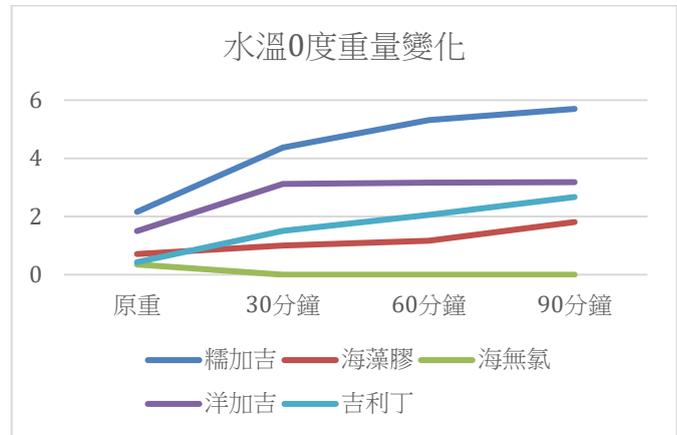


圖 5-5

表 5-8

材料/重量g/分鐘	原重	30分鐘	60分鐘	90分鐘	狀態
糯加吉	2.28	6.12	7.91	9.1	吸水膨脹
海藻膠	0.64	0.7	0.72	0.9	變化不大
海無氯	0.23	0	0	0	溶解消失
洋加吉	1.21	2.86	2.94	2.93	吸水膨脹
吉利丁	0.71	0.89	1.1	2	吸水膨脹變白色

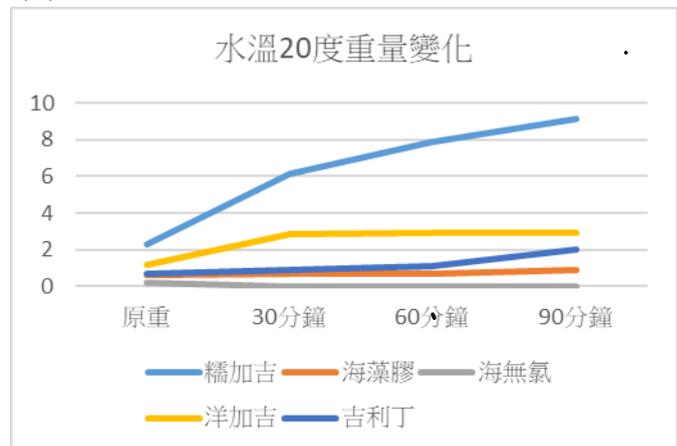


圖 5-6

表 5-9

材料/重量g/分鐘	原重	30分鐘	60分鐘	90分鐘	狀態
糯加吉	2.59	6.79	7.8	8.47	吸水膨脹
海藻膠	0.54	0.5	0.45	0.4	變化不大
海無氯	0.33	0	0	0	溶解消失
洋加吉	1.24	3.07	3.38	3.73	吸水膨脹
吉利丁	0.72	0.7	0.71	1	吸水膨脹變白色

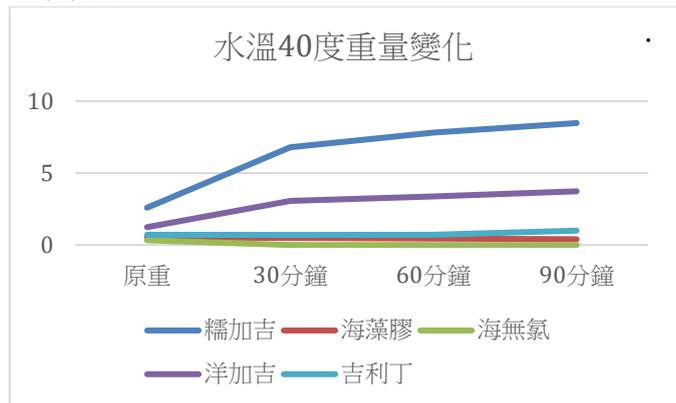


圖 5-7

表 5-10

實驗結果:

利用水溫0度20度40度的觀察生物膜的變化，泡水30分鐘，海無氯最早消失，糯加吉重量就增加了將近8倍，洋加吉重量其次，吉利丁吸水後變白色，有些增加體積和重量後會變軟，拿不起來如右圖。海藻膠膜最穩定，重量體積變化不大。



【實驗五】探討生物塑膠膜消失的方式

腐化實驗

材料/重量 g/日期	原重 1/5	現重 1/19	消失重 量	原重 1/5	現重 2/16	消失重 量	原重 1/5	現重 3/1	消失重 量
塑膠	0.76	0.75	0.01	0.59	0.58	0.01	0.54	0.54	0
海藻膠	1.79	1.24	0.55	1.71	1.13	0.58	2.18	1.34	0.84
紙	1.58	1.35	0.23	1.49	1.35	0.14	1.48	1.24	0.24
洋菜	1.64	1.25	0.39	2.88	2.66	0.22	2.69	2.36	0.33
吉利丁	3.85	0	3.85	3.93	0	3.93	4.64	0	4.64
糯米粉	0.65	0	0.65	1	0	1	1.05	0.03	1.02

表5-11

材料/重量g/日期	1月19日	2月16日	3月1日	平均
塑膠	0.01	0.01	0	0.01
海藻膠	0.55	0.58	0.84	0.66
紙	0.23	0.14	0.24	0.20
洋菜	0.39	0.22	0.33	0.31
吉利丁	3.85	3.93	4.64	4.14
糯米粉	0.65	1	1.02	0.89

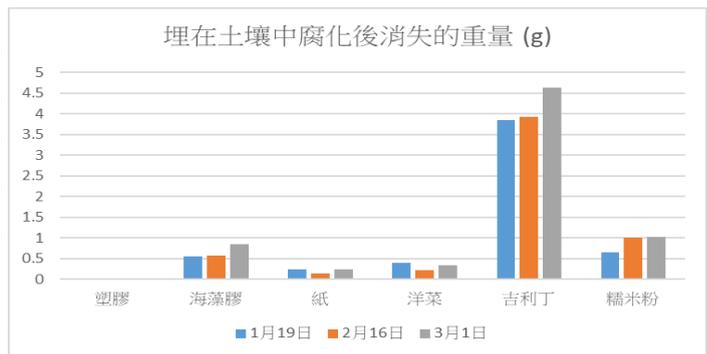


圖 5-8

表5-12

腐化實驗結果：

六種測試的材料中，重量消失最多的是吉利丁平均4.14公克，其次糯米粉平均0.89公克，再來是海藻膠平均0.66公克，最後是塑膠都沒有消失。

乾燥方式的實驗：

探討生物膜烘乾方式

1.烘乾機烘乾

海藻膠/厚度MM/時	烘乾前	2小時	4小時	6小時	8小時
藻膠膜1	10.49	7.46	7.34	6.03	3.15
藻膠膜2	11.05	7.10	6.72	5.42	3.69
藻膠膜3	8.09	4.87	3.18	2.68	2.25
藻膠膜4	6.72	5.27	4.28	3.34	3.09
藻膠膜5	7.02	6.63	5.28	4.04	3.81
藻膠膜6	9.14	4.45	3.79	3.11	1.90

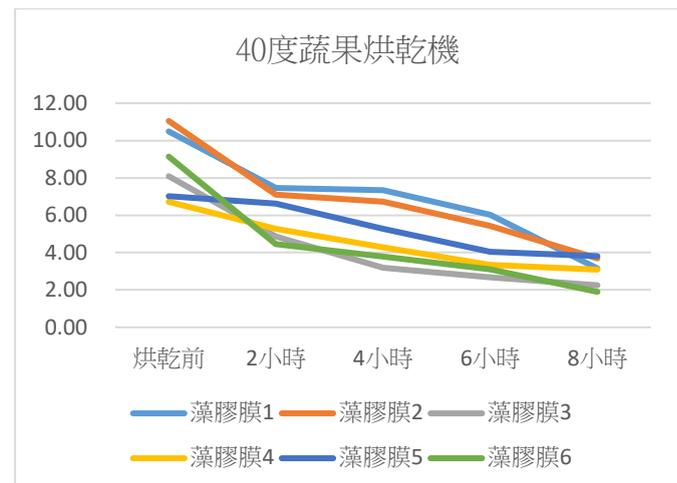


表 5-13

圖 5-9

海藻膠/厚度MM/時	烘乾前	2小時	4小時	6小時	8小時
藻膠膜1	7.97	8.60	4.85	4.42	3.80
藻膠膜2	8.34	8.60	6.35	2.40	1.42
藻膠膜3	7.62	8.14	7.85	3.16	3.12
藻膠膜4	7.56	8.66	7.22	1.99	0.22
藻膠膜5	7.64	8.19	8.35	5.99	4.51
藻膠膜6	7.60	7.33	3.24	2.56	2.36

表 5-14

海藻膠/厚度MM/時	烘乾前	1小時	2小時	3小時	4小時	5小時	6小時
藻膠膜1	7.9	7.1	6.3	5.7	4.1	1.9	1.3
藻膠膜2	8.0	7.6	5.9	5.4	4.6	3.0	1.6
藻膠膜3	9.0	8.6	8.2	6.4	6.2	4.7	2.7
藻膠膜4	8.5	9.2	8.2	6.5	5.2	2.9	2.2
藻膠膜5	7.9	7.1	6.3	5.7	4.1	3.9	2.4
藻膠膜6	8.2	7.6	7.1	6.6	5.1	3.4	3.0

表 5-15
實驗結果

使用蔬果烘乾機，以75度烘乾速度最快，再來是60度，最後是40度，雖然烘乾機的大小會限制生物膜，所以無法製作出較大張的膜，但是可以測出烘乾需要多少時間。

乾燥方式/小時/次數	第1次	第2次	第3次	平均
太陽	8	6	5	6.3
飲水機上加電風扇	24	36	30	30.0
電風扇	48	50	60	52.7
飲水機上	48	48	48	48.0
自然乾	96	84	80	86.7

表5-16
實驗結果

在晴朗日子下使用陽光，約5~8小時會乾燥，但有時候陽光太大會龜裂。放置戶外，會有落葉和風沙、昆蟲影響塑膠膜製成。使用電風扇和飲水機上方，因為溫度可以控制在20度左右，做出來的塑膠膜比較穩定，失敗率比較低，自然乾燥花費時間較久86.7小時，使用電風扇其次。

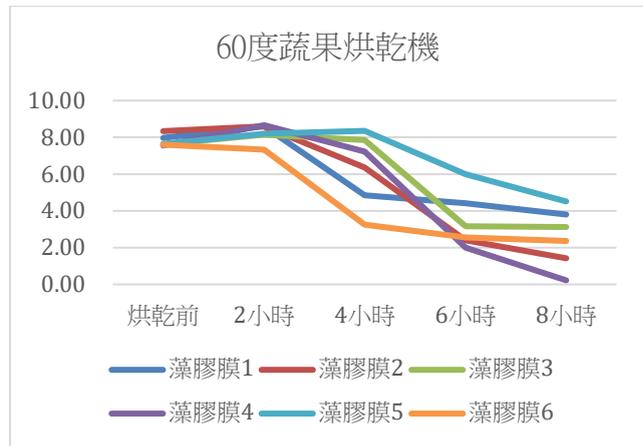


圖 5-10

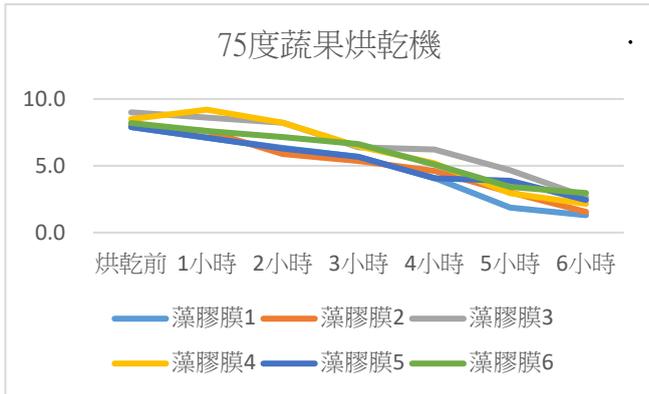


圖 5-11

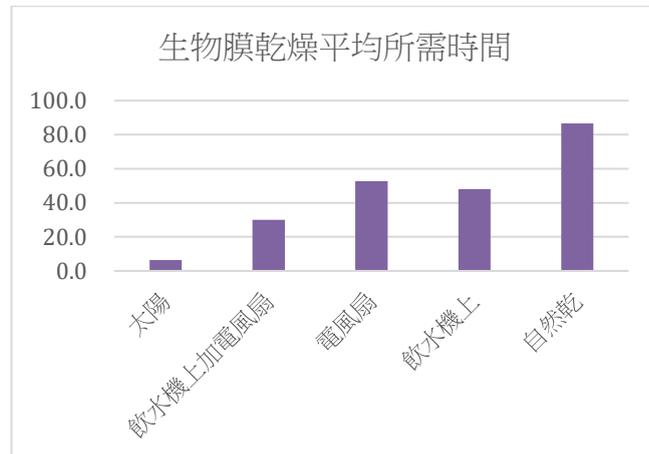


圖 5-12

陸、討論

一、各項實驗的討論:

1. 不同材料生物膜及相關實驗統整簡表

材質/完整度/濃度	1%	2%	3%	4%	味道	透明度	顏色	拉力	腐化	溫度
吉利丁	全	全	全	全	無		白		其次	
洋菜粉	小碎	中碎	很碎	中碎	甜		黃			
糯米粉	很碎	很碎	碎	*	米		白	最弱	消失最快	
海藻膠	全	全	全	全	酸	其次	透	最強	第三	不受影響
海無氯	全	全	全	全	無	最透明	透			
洋+吉	全	全	全	全	甜		黃	其次		
糯+吉	全	全	全	全	焦糖		白			

表6-1

糯米、洋菜無法做出一張完整的生物膜，做出來都很碎。吉利丁可做出完整的生物膜，但放久了容易脆化。海藻膠可做出一整片的生物膜，能防水，透明度也較高，但製作過程比較複雜。海藻膠無氯做出來的膜透明度是全部生物膜裡面最高的，但遇水就會溶掉。糯加吉和洋加吉都可以做出一張完整的生物膜，前者做出來會白白軟軟的，後者黃黃的且較硬，透明度也不高。這些生物膜都可以用味道來辨認如表 6-1。

- 利用試管來測試海藻膠濃度 1% 太低，無法沾黏在圓柱體上，或者做出來的海藻膠生物膜太薄容易破，濃度到 4.5% 左右做出來的海藻膠膜厚度較適合拿來製作成袋子，海藻膠 5% 的時候，濃稠到無法攪拌。
- 製作海藻膠生物膜的過程當中，最大困難是使用盤子做的海藻膠生物膜會縮小，乾燥後捲曲變形，導致無法做出平整的生物膜，所以改用圓柱體的方式來製作，因為圓柱體有張力可以讓海藻膠在拉平的過程中生物膜比較平整，但僅限於海藻膠，其他的材料不需要圓柱體來製作。
- 製作海藻膠生物膜支撐物的選擇，利用雙把手塑膠圓桶做出的海藻膠大片。利用玻璃圓桶做出的海藻膠膜雖然沒有很大片，不過透明度很高，因沒有較大的玻璃圓筒，只能做小塊的透明膜。利用鐵鍋做出的海藻膠較薄。用紙和布圓桶做出的膜很費時跟費力。利用布圓桶做出的海藻膠做好後無法取下，還會沾黏。
- 生物膜實用性測試，吉利丁、洋加吉和糯加吉都會因泡水而膨脹，無氯海藻膠碰到水就會融化，只有海藻膠較不會因為泡水而改變。這些生物膜泡在油裡面重量與外型並不會有過多改變。
- 拉力測試中，單片的海藻膠生物薄膜環的承重力是最好的，可承重 14.2 公升的水，再來是糯加吉，可承重 4.083 公升的水。
- 透過腐化實驗可得知，分解最快的是吉利丁和糯米，7 天就會消失。其次是海藻膠和洋菜消失大約 1~2g，紙 0.2g，最後是塑膠完全不會消失。
- 使用蔬果烘乾機時，以 75 度烘乾速度最快，再來是 60 度，最後是 40 度，因為烘乾機的太小，所以無法製作出大張的生物膜，但是可以測出烘乾需要多少時間，另外因為海藻膠生物膜必須使用圓柱體製作，所以生物膜無法放入烘乾機烘乾。所以使用其他方式乾燥，使用陽光無法控制溫度，會導致生物膜龜裂。放置戶外，會有落葉和風沙影響生物膜製成。使用電風扇和飲水機上方，因為溫度可以控制在 20 度左右，做出來的生物膜比較大片且失敗率較低。
- 製作生物膜塑膠手提袋，採用縫紉法、黏貼法成功製作出很像塑膠手提袋、飲料背袋也可以順利地提起 500 毫升的飲料杯。

柒、結論

1. 本研究成功利用海藻膠和氯化鈣的交互作用製作出的生物膜，具有良好的耐用性和環保性，用來製作手提袋、飲料袋等用途，並可在水中或在土壤裡分解。本實驗並且設計拉力裝置來測試各種生物膜。
2. 其他材料如糯米、洋菜和吉利丁也可製作生物膜，但各有優缺點，例如易碎、易脆或透明度差。混合兩種材料製作的膜較完整。海藻膠較完整具有防水性和透明度，製作過程較為費時費工。單海藻膠做出來的透明度最高的，但遇水就會溶掉。
3. 在製作海藻膠生物膜的過程中，使用盤子製作海藻膠生物膜，乾燥後會縮小且變形，改用圓柱體的方式來製作。其他材料不需要使用圓柱體。
4. 海藻膠濃度和製作過程：海藻膠濃度在 4.5% 左右適合製作袋子，而 5% 濃度時無法攪拌。使用圓柱體製作生物膜可以得到較平整的效果，其他材料則不需要使用圓柱體。
5. 製作海藻膠生物膜材質選擇，利用改良雙把手塑膠圓桶做出的海藻膠較大片，但透明度不高。利用玻璃圓桶做出的海藻膠雖然透明，因為沒有較大的玻璃圓筒，只能做小塊的生物膜。利用鐵鍋做出的膜較薄。利用紙桶和布圓桶做出的膜，費時跟費力做好後無法取下。
6. 薄膜實用性測試，吉利丁、洋菜加吉利丁和糯米加吉利丁都會因泡水而膨脹，單海藻膠碰到水就會融化，只有海藻膠不會因為泡水而改變。這些生物膜泡在油裡面重量與外型並不會有過多改變。
7. 實用性測試顯示，拉力測試中，海藻膠生物膜的承重力最好承重 14217 毫升，而單海藻膠生物膜的承重力最差 1697 毫升。在水中浸泡後，海藻膠生物膜的重量和外觀變化最小，並且具有較高的承重力。
8. 利用水溫觀察溫度對生物膜的影響，浸泡後，海藻膠生物膜穩定性最高，維持在 0.5 g，因水的關係，單海藻膠消失最快，糯米加吉力丁泡水會變軟，拿不起來。
9. 腐化實驗，吉利丁和糯米生物膜腐化速度最快，約一星期就會消失，海藻膠次之減少 0.66 g，第三紙減少 0.2g，而塑膠則完全不會腐化。
10. 使用蔬果烘乾機，以 75 度烘乾速度最快，再來是 60 度，最後是 40 度，雖然烘乾機的大小會限制生物膜，但是可以測出烘乾需要多少時間，但無法製作出較大張的生物膜。其次，海藻膠生物塑膠膜必須使用圓柱體製作，無法放入烘乾機。另外使用其他方式乾燥，陽光烘乾會導致生物膜龜裂，室外環境可能影響生物膜製作，而使用電風扇和飲水機上方能夠控制溫度。
11. 根據材質的不同，生物膜的透明度、穩定性和降解性也會有所不同。
12. 製作生物膜塑膠手提袋，採用縫紉法、黏貼法成功製作出很像塑膠手提袋、飲料背袋也可以順利地提起 500 毫升的飲料杯。

捌、未來展望及後續處理

1. 本研究現階段製作的生物塑膠膜，可以製作出貼近食物的加熱保鮮膜。
2. 本研究也製作出好玩的變色生物塑膠膜，也可以在酸鹼實驗時進行測試，讓實驗更有趣。或製作成玩具或裝飾品，可以增加趣味性。
3. 可以使用更多種的蔬果來製作調味，作成薄片，可以當零食吃掉，例如葡萄海藻膠生物薄膜。
4. 本實驗原料及成品均無毒無害，又可自然分解，且實驗製程手法操作簡易不需要用到昂貴的設備，實驗在廚房進行更方便，未來可以探討製作成可以吃的吸管、香腸或糯米腸的腸袋，期待未來的成品應用層面更廣，而且可以循環再用，減少因塑膠產品引起生態危機，讓地球的環境更美好。

玖、參考資料

文獻資料:

1. 中華民國第 60 屆把新鮮包起來-非塑料環保薄膜之研發
2. 中華民國第 62 屆「海」底「氣」蠟龜~生物可分解的吸管之探究
3. 中華民國第 58 屆 Ooho! 「內」個「膜」法—凝膠薄膜性質之探
4. 中華民國第 63 屆不是魔法!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
5. 中華民國第 56 屆國小化學組吃我一顆水球-探討無瓶水製造方式和性質檢測

參考影片:

1. 為未來設計塑膠：如何製作生物塑膠袋
<https://www.youtube.com/watch?v=fDStwxetx7Q>
2. 海藻膠生物膜 製作
<https://www.youtube.com/watch?v=bDNkjEYym4g>
3. 家中自製巨型爆漿分子料理【LIS 實驗室】
<https://www.youtube.com/watch?v=dQ9QIHdQqI&t=232s>
4. 泛科學從炫技料理到可食用水球：食品科學中的晶球技術
<https://pansci.asia/archives/165006>
5. 海藻酸鈉“耐熱性”的特點
<https://www.youtube.com/watch?v=yBFekiyPdZI>
6. 減塑挑戰／原生塑膠太便宜 氾濫主因，流出到海洋中的塑膠垃圾，多達 3.54 億噸
<https://www.youtube.com/watch?v=SwOCioZiHL4>

拾、附錄

一、測試探索實驗

製作膜的測試:



圖 10-1



圖 10-2



圖 10-3



圖 10-4

測試膜的實驗



圖 10-5 觀察水球



圖 10-6 乾燥平成膜



圖 10-7 其他材料 1



圖 10-8 其他材料 2



圖 10-9 烘乾洋菜



圖 10-10 撕下膜



圖 10-11



圖 10-12

二資料分析

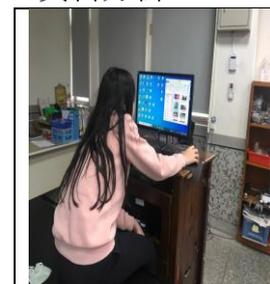


圖 10-13

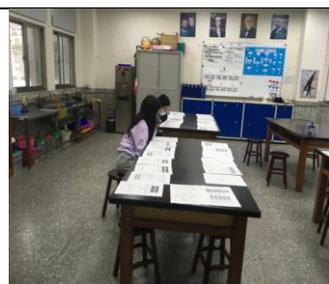


圖 10-14



圖 10-15



圖 10-16 成品分析

三、其他實驗



圖 10-17



圖 10-18



圖 10-19 水果膜保存實驗



圖 10-20