

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科(二)

佳作

082902

畫出『洋』相-洋菜薄膜之探討

學校名稱：臺南市新市區新市國民小學

作者： 小六 蔡詠晨 小六 田芯 小六 李汧沛	指導老師： 邵裕雯
--	------------------

關鍵詞：薄膜、可分解、洋菜

摘要

透過實作找出洋菜薄膜最佳的配方與脫水方式並進行拉力、耐彎折、耐衝擊、耐酸、透氣、溶解、燃燒、土壤分解與餵魚實驗，最後利用其可食用且易分解的特性設計產品。由實驗得知，水和洋菜粉在適當的比例下，分別添加甘油、可食用甘油或蔬菜甘油混合加熱的洋菜凝膠，都能利用冷凍脫水，均勻且快速的乾燥成薄膜。拉力、耐酸、耐衝擊和耐溶解實驗，無添加甘油的洋菜薄膜效果最佳；耐折實驗，添加蔬菜甘油 4g 的洋菜薄膜效果最好；此外，各式洋菜薄膜都能在 14 天內被土壤分解。我們根據以上實驗結果，將洋菜薄膜製成提網、藥包、洗衣精包裝袋等產品應用在生活中，希望能取代一次性的塑膠製品，減輕地球的負擔。

壹、研究動機

看完醫生後，最痛苦的事應該就是吃藥了，打開藥袋，有五顏六色的藥丸，其中膠囊藥丸是我的救星，因為它可以讓我避免嚐到藥的苦味，但那觸感有如塑膠般的外殼，到底是什麼呢？上課時，問了自然課老師才知道，那層可食用的外殼是明膠(又稱吉利丁)，是以動物皮、骨內的蛋白質製成，常用於軟糖以及其他食品。收集資料後發現，除了糯米紙可以用來包裝食品，取自於植物性膠質的洋菜，它能取代動物性膠質的明膠來包裝食品或作為其他的用途嗎？這便激發了我們的研究動機與興趣。

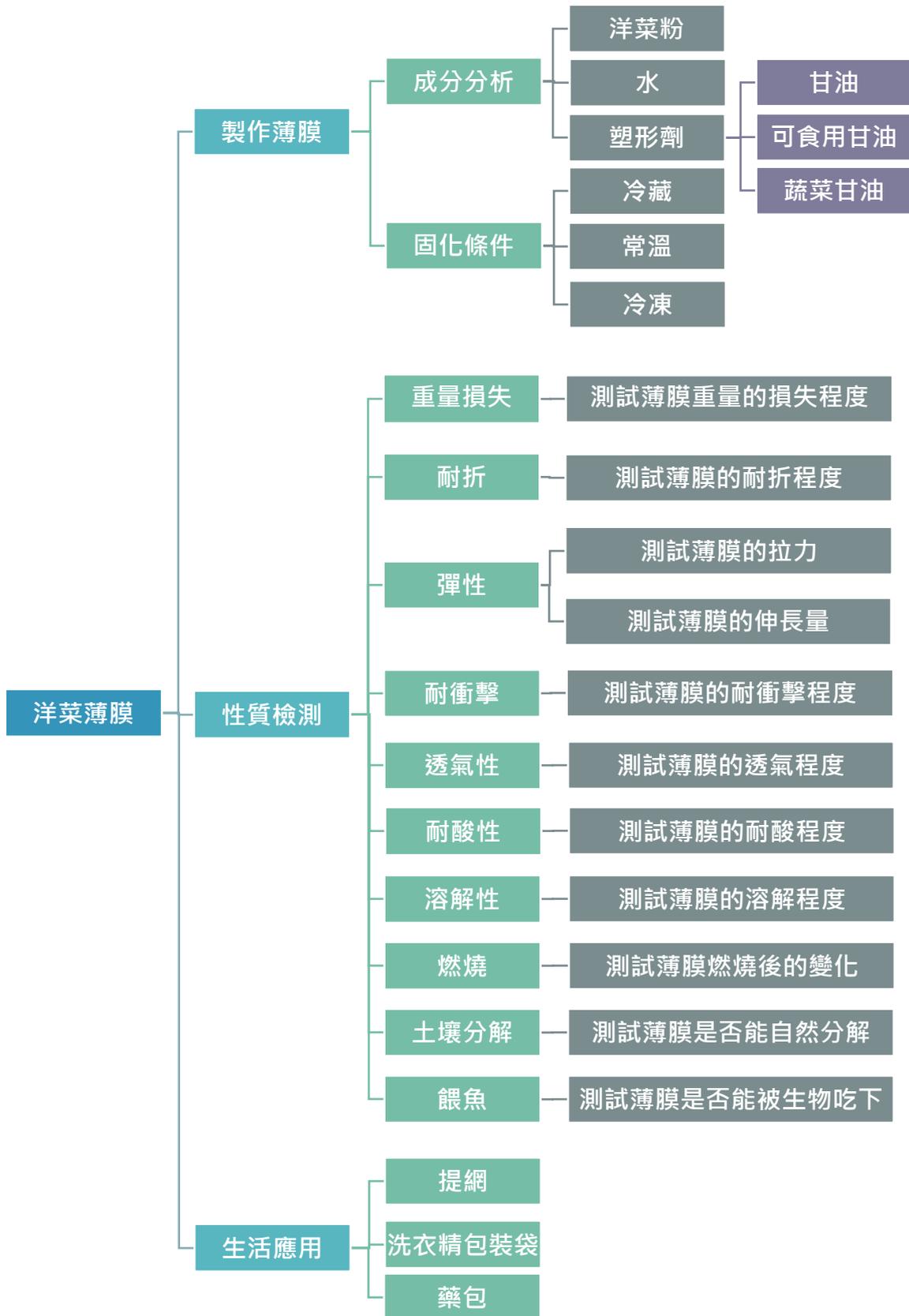
貳、研究目的

- 一、實作洋菜薄膜並找出黃金配方
- 二、檢測洋菜薄膜的性質
- 三、將洋菜薄膜應用在生活中

參、問題探究

提出要探討的問題	解決問題的實驗名稱	自然課程參考(南一版)
如何讓洋菜薄膜固化？	實驗 1.製作洋菜薄膜	三年級(上) 第四單元【溶解】
洋菜薄膜固化後重量變輕了？	實驗 2.檢測重量損失百分率	四年級(下) 第二單元【水的移動】
添加不同種類的甘油對洋菜薄膜成形的影響？	實驗 3.耐折實驗	三年級(上) 第二單元【生活中有趣的力】
洋菜薄膜的彈性如何？	實驗 4.拉力與伸長量實驗	五年級(下) 第四單元【力與運動】
洋菜薄膜的耐衝擊程度？	實驗 5.耐衝擊實驗	五年級(下) 第四單元【力與運動】
洋菜薄膜的密封效果如何？	實驗 6.透氣實驗	四年級(下) 第二單元【水的移動】
洋菜薄膜的耐酸程度？	實驗 7.耐酸實驗	五年級(下) 第三單元【水溶液的性質】
洋菜薄膜在水中的溶解性？	實驗 8.溶解實驗	三年級(上) 第四單元【溶解】
洋菜薄膜的耐燃性質如何？	實驗 9.燃燒實驗	六年級(上) 第二單元【熱和我們的生活】
洋菜薄膜會自然分解嗎？	實驗 10.土壤分解實驗	六年級(下) 第三單元【永續家園】
洋菜薄膜是安全可食用的嗎？	實驗 11.餵魚實驗	六年級(上) 第三單元【防鏽與防腐】
如何將洋菜薄膜應用在生活中？	實驗 12.產品設計與應用	六年級(下) 第三單元【永續家園】

肆、研究架構



伍、研究設備與器材

一、設備與器材：

	洋菜粉	純水	蔬菜甘油	可食用甘油	甘油
相片					
	雪碧汽水	食用色素	培養土	小魚(朱魚)	濾網、竹筷
相片					
	藍色石蕊試紙	VHB 雙面膠	電池	試管、試管架	白鐵圓形切膜
相片					
	金屬束環	塑型模具	電子秤	水質檢測筆	土壤檢測器
相片					
	糯米紙、烘焙紙	燒杯、量杯、 培養皿	酒精燈、陶瓷纖維網、 三腳架	熨斗	溫度計、游標卡 尺、直尺
相片					

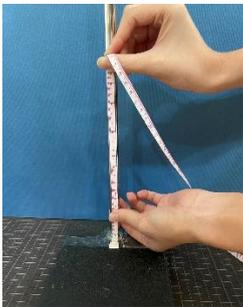
二、自製設備與工具：

(一)拉力與伸長量測量工具

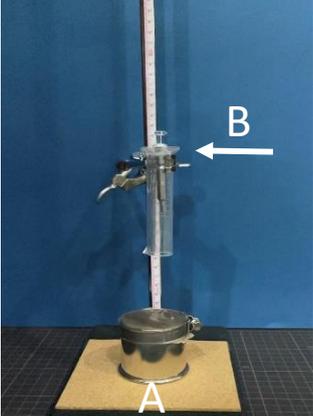
拉力檢測工具照片	說明
	<p>A. 用 VHB 雙面膠將試片上下兩端(長度各 2 cm)分別黏在有強力磁鐵的金屬片上，以避免操作時，試片滑落。</p> <p>B. 電池每個約 17.3g，每放入一個電池需計時 5 秒後，再放置下一個電池，最後統計當試片斷裂時，掛鈎下方的物品總重。</p> <p>C. 利用針測量試片長度的變化。</p>

(二)耐衝擊檢測工具

1.耐衝擊檢測工具的製作流程

	檢測工具製作		試片安置	
照片				
說明	黏貼捲尺	製作緩衝底座	用金屬環固定試片	試片放置底座

2.耐衝擊檢測工具

耐衝擊檢測工具照片	說明
	<ol style="list-style-type: none"> 試片包覆在直徑 5cm 圓形切模上方，用金屬束環固定後，再將模具放置底座 A。 將落錘固定在支架上的刻度 B(距離底座高度 20cm)，每次調高 5 cm。 在內徑 2cm，高 10 cm 的量筒內放入 10.8 g 重的金屬錘並用強力磁鐵固定。 移走強力磁鐵，測量金屬錘掉落後，破壞試片的高度。

陸、資料收集與分析

一、資料收集

(一)資料收集與文獻探討

我們查閱了近年科展與薄膜、洋菜 相關的主題研究，將各研究的結論整理於下表：

比賽項目	題目名稱	研究結論
第 62(2022)屆中小學科學展覽會	好事多「膜」-吉利丁膠膜之探討	利用吉利丁和各種甘油製作膠膜，檢測其物理和化學性質。應用吉利丁膠膜的特性製成提網、調味料包裝袋、飲料杯的封膜等產品應用在生活中。
第 61(2021)屆中小學科學展覽會	見塑不見鱗-魚鱗環保薄膜的研發及應用	利用魚鱗萃取出明膠製成魚鱗薄膜，以可食性泡麵調味包為構想著手，製作出可以包覆乾燥粉末及油料醬之包裝薄膜。
第 61 屆(2021)中小學科學展覽會	果真如此-果凍塑膠之探討	果凍的成分與甘油添加量會影響果凍塑膠固化後的材質與特性。當加熱溫度達 90°C 時，冷卻後固化的果凍塑膠。其中來源為吉利丁的果凍塑膠塑型與物理性質最佳。
第 59 屆(2019)中小學科學展覽會	洋洋得益--以洋菜冷凍鍍膜製作防水紙吸管	用道林紙和粉彩紙作為紙吸管的主體，再將紙吸管浸泡於洋菜液體中，經冷凍與冷藏，讓紙吸管具備防水功能，也增強耐用性。
第 58 屆(2018) 中小學科學展覽會	渾身解塑-以回收紙漿和洋菜製作可分解垃圾袋	利用紙漿和洋菜，製作可分解垃圾袋，並進行土壤分解、燃燒、耐拉和耐穿刺等實驗，與市售的垃圾袋一較高下。

(二)依據以上的資料，我們選用由植物性膠質的洋菜作為本實驗的主要原料，添加了甘油、可食用甘油和蔬菜甘油，透過觀察與檢測，來比較固化後薄膜的差異性。

1. 洋菜(Agar)：是從海藻植物中提煉的膠質，又稱為寒天、石花菜、海燕窩…等，可作為魚膠的代替品，常被用於沙拉、洋菜糕或果凍等甜品。

2. 甘油(丙三醇)：無色、有甜味的粘性液體，無毒，具有吸濕性。甘油可應用於食品添加劑、藥品和個人護理應用、製作塗料…等範圍非常廣泛。
3. 蔬菜甘油：在食品和飲料中，作為保濕劑、溶劑和甜味劑，可能有助於保存食品。它也被用作商業製備的低脂食品（如餅乾）的填充劑，以及利口酒中的增稠劑。
4. 可食用甘油(丙二醇)：無臭、無味的無色透明液體。美國食品與藥物管理局（the Food and Drug Administration, FDA）將丙二醇歸類為「通常認為是安全的」食品添加物。在一些食品、藥品或化妝品中，丙二醇可以用來吸收多餘的水分，並保持濕潤，也可以作為食品色素和香料的溶劑。

(四)討論：

由參考資料得知，洋菜與水混合加熱，冷卻的過程中會變成半流動的凝膠，脫水後會固化成形。不同脫水的方式、添加不同的甘油種類與不同甘油添加量會影響洋菜凝膠固化的狀態或性質嗎？

柒、研究過程與方法

一、製作洋菜薄膜

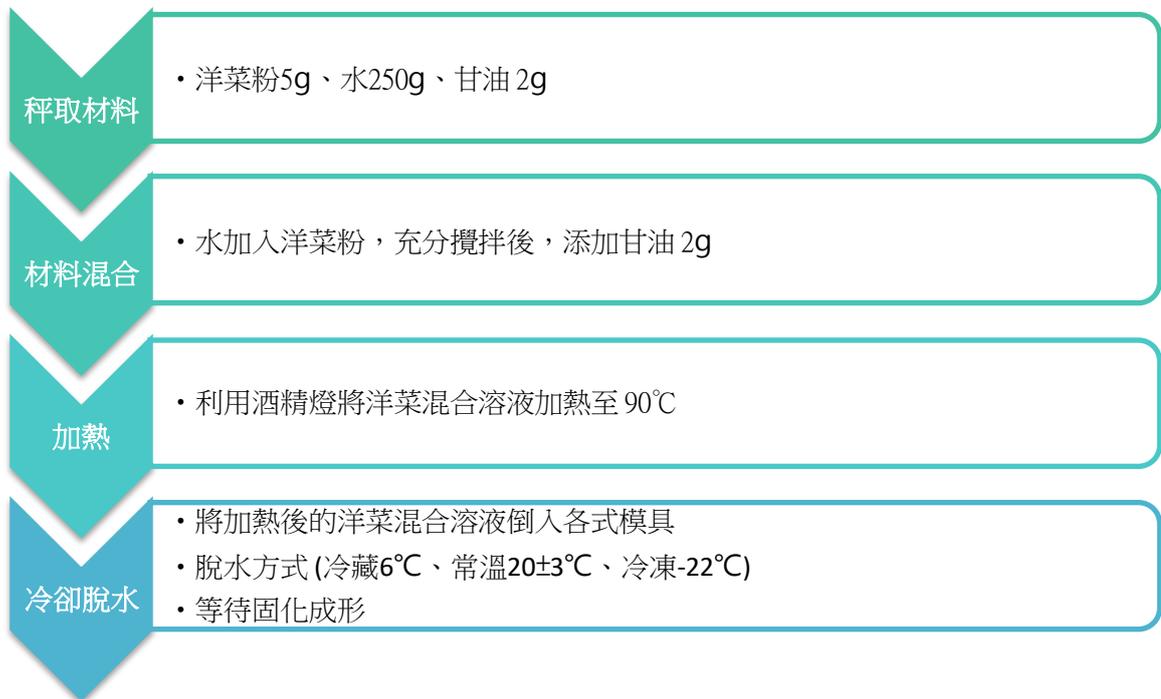
(一)實驗 1：製作洋菜薄膜

1. 實驗目的：找出洋菜薄膜最佳的脫水方式
2. 實驗設備與材料：
 - (1)設備：酒精燈、陶瓷纖維網、三腳架、燒杯、電子秤、量杯、量筒、溫度計、玻璃棒、湯匙、圓形塑型模具、長形塑型模具
 - (2)材料：洋菜粉、水、甘油
3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：洋菜薄膜原料配比(水：洋菜：甘油 =250：5：2，單位 g)、圓形模具、長形塑型模具、加熱溫度 90℃

(2)操作變因：冷卻脫水方式(冷藏 6℃、常溫 20±3℃、冷凍-22℃)

(3)實驗步驟：



4. 實驗結果：

(1)脫水方式對洋菜薄膜固化成形影響的照片與說明：

	常溫脫水		冷藏脫水		冷凍脫水	
照片						
說明	尚未乾燥 已經發霉	乾燥成膜 部分發霉	圓形模具 脫模成功	長形模具 脫水不均	表面結霜 凝膠固化	凝膠固化 乾燥成膜

5. 分析與討論：

- (1) 利用常溫、冷藏和冷凍的脫水方式都可以讓洋菜混合溶液由半流動的凝膠固化成形，最後乾燥變成薄膜。
- (2) 洋菜凝膠放置於冷凍庫表面會結霜，24 小時後取出放置室內，霜會融化成水，將水倒出，等待約 3 天乾燥成膜。
- (3) 放置冷藏室的洋菜凝膠愈靠近出風口的乾燥愈快，造成脫水速度不同，因此薄膜乾燥固化的狀態不均勻。
- (4) 常溫脫水的洋菜凝膠因為室內的溫度與濕度，不易控制，所以洋菜凝膠容易在還沒乾燥成薄膜就發霉了。
- (5) 根據上列分析，我們採用冷凍作為洋菜薄膜的脫水方式。

(二) 實驗 2. 檢測洋菜薄膜的重量損失百分率

1. 實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的重量損失的程度
2. 實驗設備與材料
 - (1) 設備：電子秤
 - (2) 材料：不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)的洋菜薄膜
3. 實驗方法與步驟：
 - (1) 控制變因：倒入模具的洋菜混合液重量 100 g、長形模具的尺寸、冷凍脫水
 - (2) 操作變因：不同種類的甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)的洋菜薄膜
 - (3) 實驗步驟：紀錄試片的重量並計算重量損失百分率
 - (4) 實驗結果：如表 1. 所示

表 1.洋菜薄膜的重量損失百分率

各式洋菜薄膜的重量損失百分率								
檢測項目		甘油			可食用甘油		蔬菜甘油	
		0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g
乾燥前 重量 m_0 (g)	試片 1	100	100	99.9	100	100	100.1	100
	試片 2	99.9	100.1	100	100	100.1	100	100.1
	試片 3	100.1	100	100.1	99.9	100	99.9	100
平均		100	100.03	100	100	100.03	100	100.03
乾燥後 重量 m_f (g)	試片 1	2.3	2.3	2.7	2.4	2.7	2.7	3.1
	試片 2	2.3	2.4	2.8	2.4	2.8	2.6	3.2
	試片 3	2.4	2.4	3.1	2.3	2.6	2.5	3.1
平均		2.33	2.37	2.87	2.37	2.70	2.60	3.17
重量損失 $\Delta m = m_0 - m_f$		97.67	97.66	97.13	97.63	97.33	97.40	96.86
重量損失百分 率(%)		97.67	97.63	97.13	97.63	97.30	97.40	96.83
備註		重量損失百分率(%)= $\Delta m/m_0 \times 100\%$						

5. 分析與討論：

- (1) 由表 1. 可得知，當不同種類甘油添加量 4g 時，重量損失率由大到小：可食用甘油洋菜薄膜 > 甘油洋菜薄膜 > 蔬菜甘油洋菜薄膜。
- (2) 由上表可得知，各種甘油添加量愈多，重量損失率變小。

二、檢測洋菜膠膜的性質

(一) 實驗 3. 耐折實驗

1. 實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的耐折程度

2. 實驗設備與材料：

- (1) 設備：酒精燈、陶瓷纖維網、三腳架、燒杯、電子秤、量杯、量筒、溫度計、培養皿、玻璃棒、攪拌棒、湯匙、滴管、塑型模具

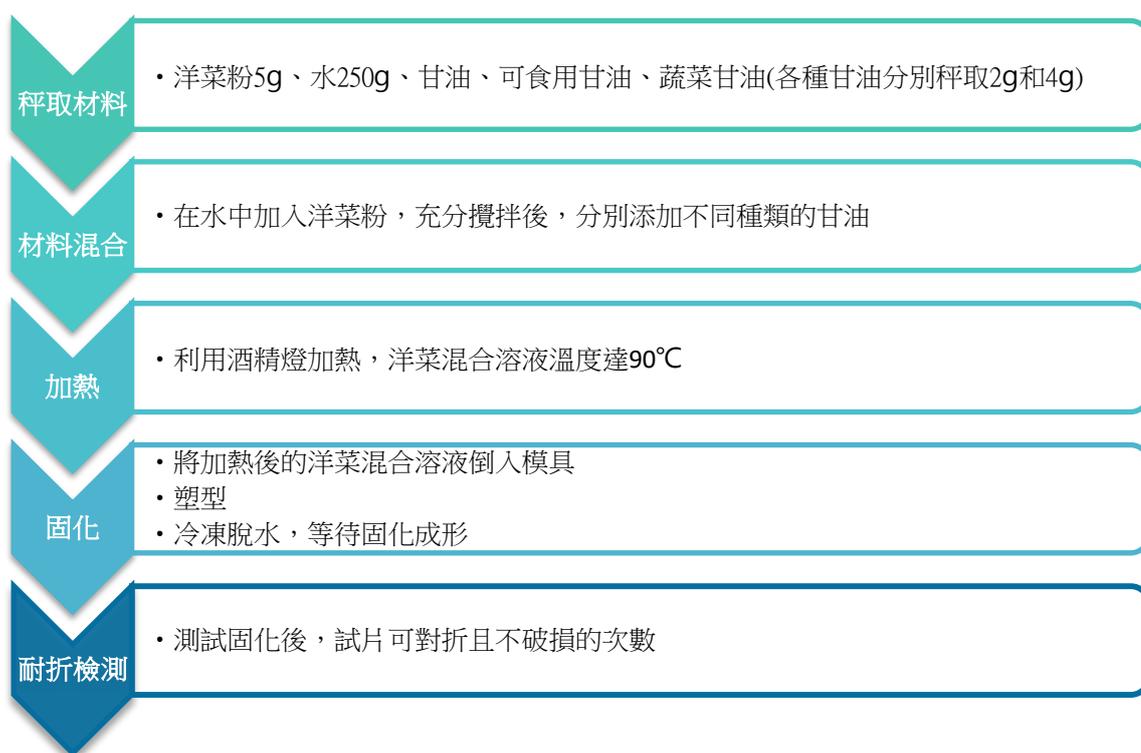
(2)材料：水、洋菜粉、甘油、可食用甘油、蔬菜甘油

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：洋菜薄膜原料配比(水：洋菜 = 250：5，單位 g)、塑型模具、冷凍脫水、加熱溫度。

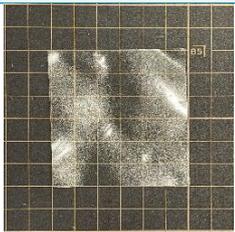
(2)操作變因：添加不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g) 的洋菜薄膜。

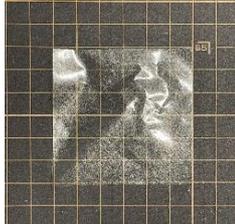
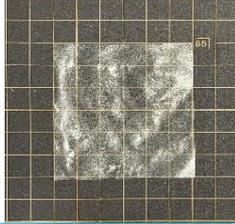
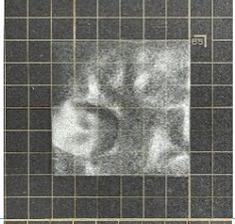
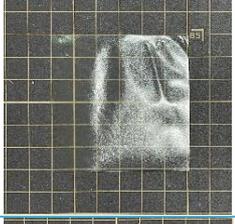
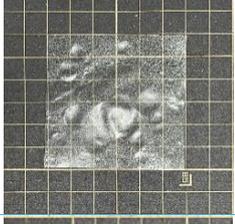
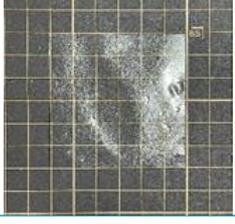
(3)實驗步驟：



4. 實驗結果：

(1)各式洋菜薄膜耐彎摺性質的照片與說明：

各式洋菜薄膜的耐折性質			
洋菜膠膜	固化的照片	對折次數	說明
甘油 0g		約 503 次	1.固化的試片光滑且平整 2.接近摺線的邊緣開始破損 3.摺線透明

	2g		約 612 次	<ol style="list-style-type: none"> 1.固化的試片光滑且平整 2.接近摺線的邊緣開始破損 3.摺線透明
	4g		約 750 次	<ol style="list-style-type: none"> 1.固化的試片光滑 2.接近摺線的邊緣開始破損 3.摺線透明
可食用 甘油	2g		約 618 次	<ol style="list-style-type: none"> 1.固化的試片光滑 2.接近摺線的邊緣開始破損 3.摺線透明
	4g		約 501 次	<ol style="list-style-type: none"> 1.固化的試片光滑 2.接近摺線的邊緣開始破損 3.摺線透明
蔬菜 甘油	2g		約 1000 次	<ol style="list-style-type: none"> 1.固化的試片光滑 2.接近摺線的邊緣開始破損 3.摺線透明不明顯
	4g		約 1223 次	<ol style="list-style-type: none"> 1.試片光滑平整 2.接近摺線的邊緣開始破損 3.摺線透明不明顯

5. 分析與討論：

- (1) 蔬菜甘油 4g 的洋菜薄膜可對折次數最多，表示耐折效果最好。
- (2) 各種甘油添加量增加，試片可對折的次數也變多，表示甘油可增加柔軟度使其耐折效果變好。

(二)實驗 4. 拉力與伸長量實驗

1. 實驗目的：檢測各式洋菜薄膜拉力與伸長量

2. 實驗設備與材料

(1)設備：塑膠支架、強力磁鐵、針、VHB 雙面膠、尺、掛勾、塑膠容器、電池

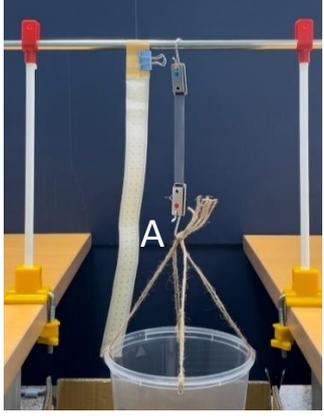
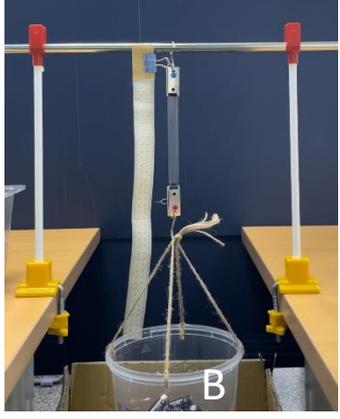
(2)材料：不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)的洋菜薄膜

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：試片尺寸(長 16cm，寬 1.5cm)、電池重量(每個約 17g)、掛勾重量、塑膠容器、自製拉力檢測工具。

(2)操作變因：添加不同種類的甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)的洋菜薄膜。

(3)拉力檢測操作的照片與說明：

試片檢測前照片	試片檢測中照片	說明
		<p>A. 試片固定後，測量試片檢測前的長度。</p> <p>B. 電池每個約 17g，每放入一個電池需計時 5 秒並測量試片長度，重複此步驟直到試片斷裂，取下塑膠容器並秤重。(塑膠容器重 65g)</p>

(4)實驗步驟：

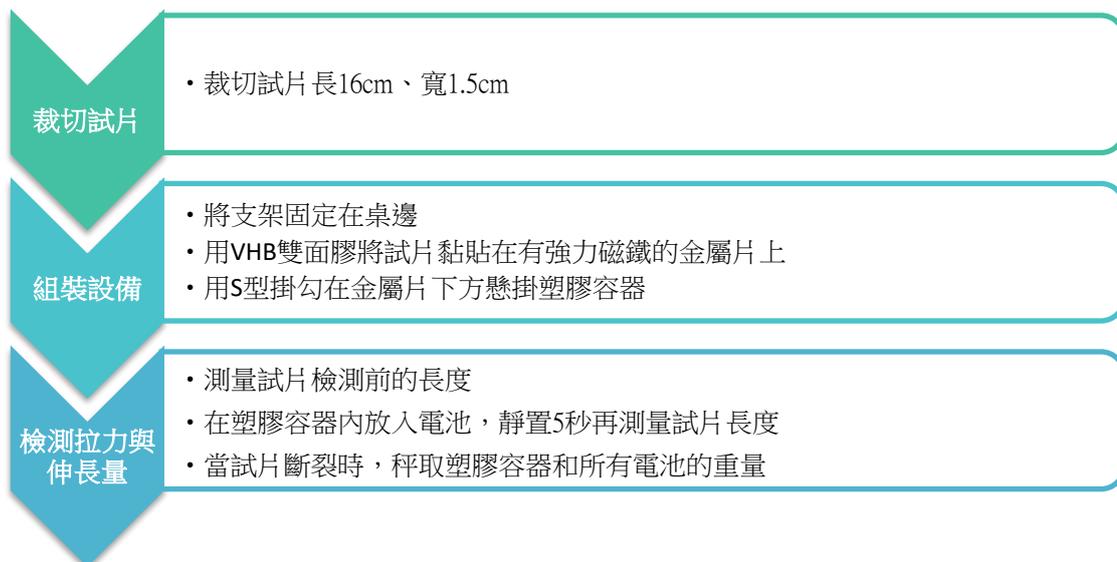


表 2.洋菜薄膜的拉力

各式洋菜薄膜的拉力							
檢測項目	甘油			可食用甘油		蔬菜甘油	
	0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g
拉力(gw)	2589.0	1851.1	1201.3	2365.9	1534.1	1662.3	947.5

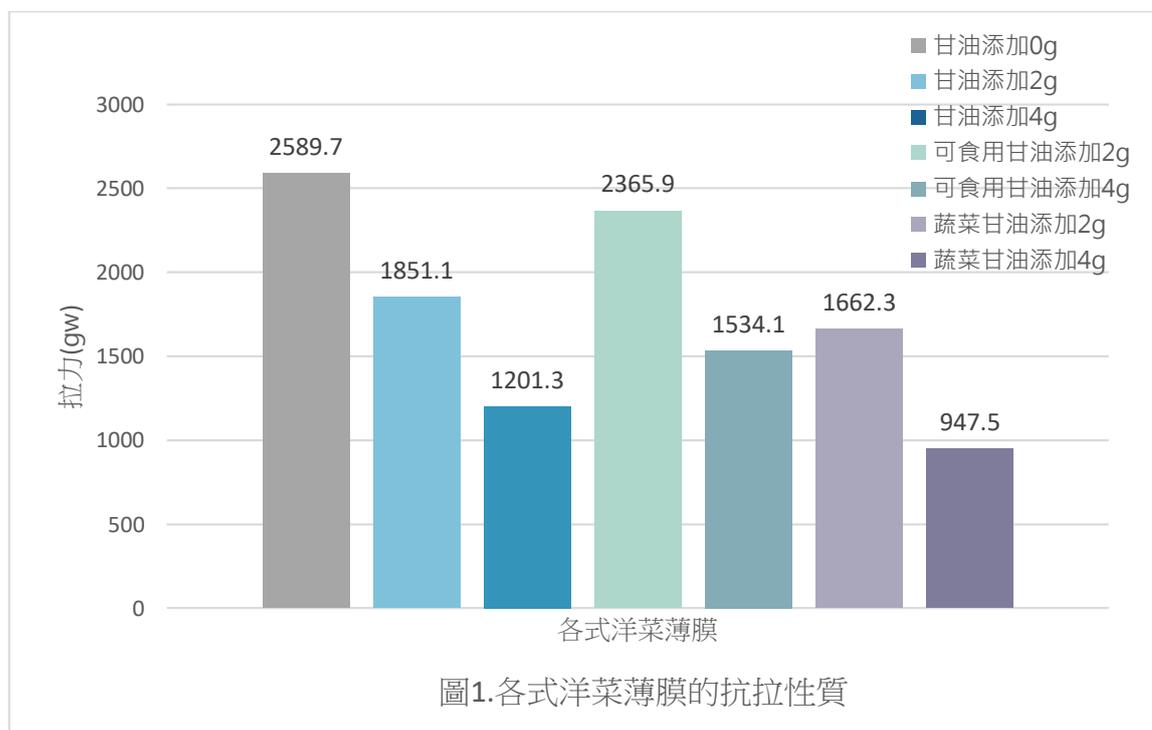
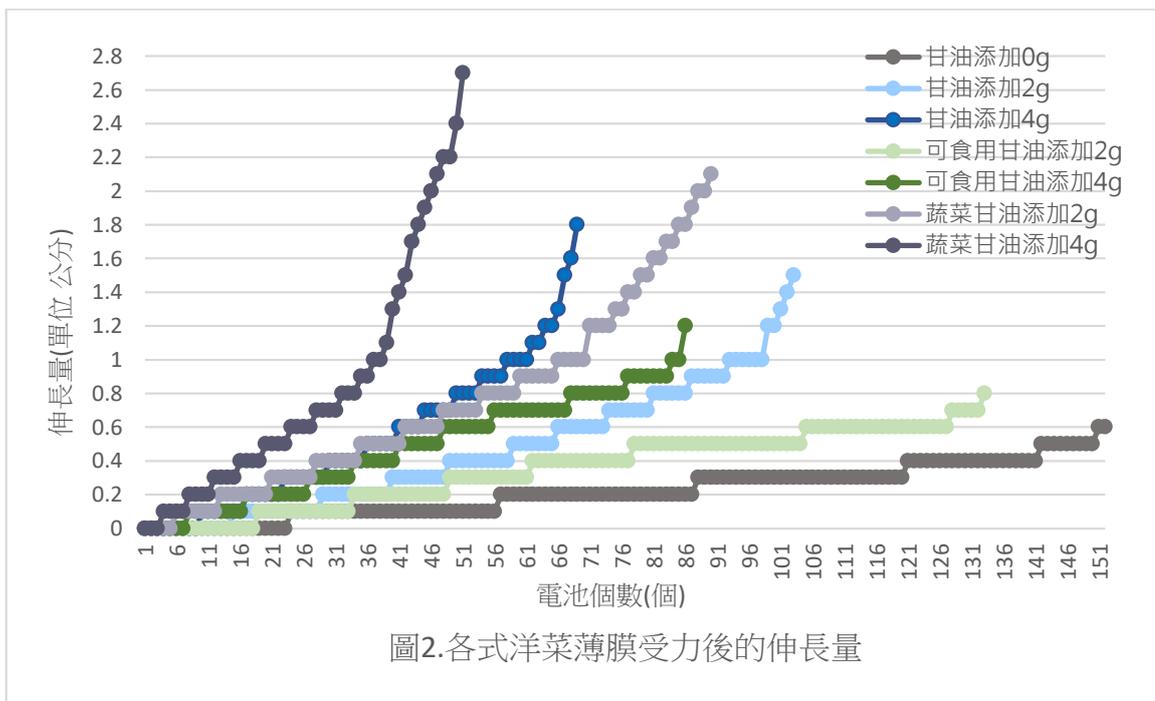


表 3.洋菜薄膜的伸長量

各式洋菜薄膜的伸長量							
檢測項目	甘油			可食用甘油		蔬菜甘油	
	0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g
電池數量(個)	152	103	69	133	86	90	51
伸長量(cm)	0.6	1.5	1.8	0.8	1.2	2.1	2.7



4. 實驗結果：如表 2、表 3.所示

5. 分析與討論：

- (1) 由圖 1.可得知，各式洋菜薄膜的拉力由大到小：甘油 0g >可食用甘油 2g > 甘油 2g > 蔬菜甘油 2g > 可食用甘油 4g > 甘油 4g > 蔬菜甘油 4g。
- (2) 由圖 2.可得知，各式洋菜薄膜檢測後的伸長量由大到小：蔬菜甘油 4g > 蔬菜甘油 2g > 甘油 4g > 甘油 2g >可食用甘油 4g > 可食用甘油 2g > 甘油 0g。
- (3) 我們發現添加甘油種類中，蔬菜甘油的洋菜薄膜抗拉性質最差；甘油添加量愈多，拉力會變小，伸長量明顯變大。

(三)實驗 5. 耐衝擊實驗

1. 實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的耐衝擊程度

2. 實驗設備與材料

(1)設備：自製耐衝擊檢測工具、圓形切模、金屬束環、金屬落錘(重量 10.8g)。

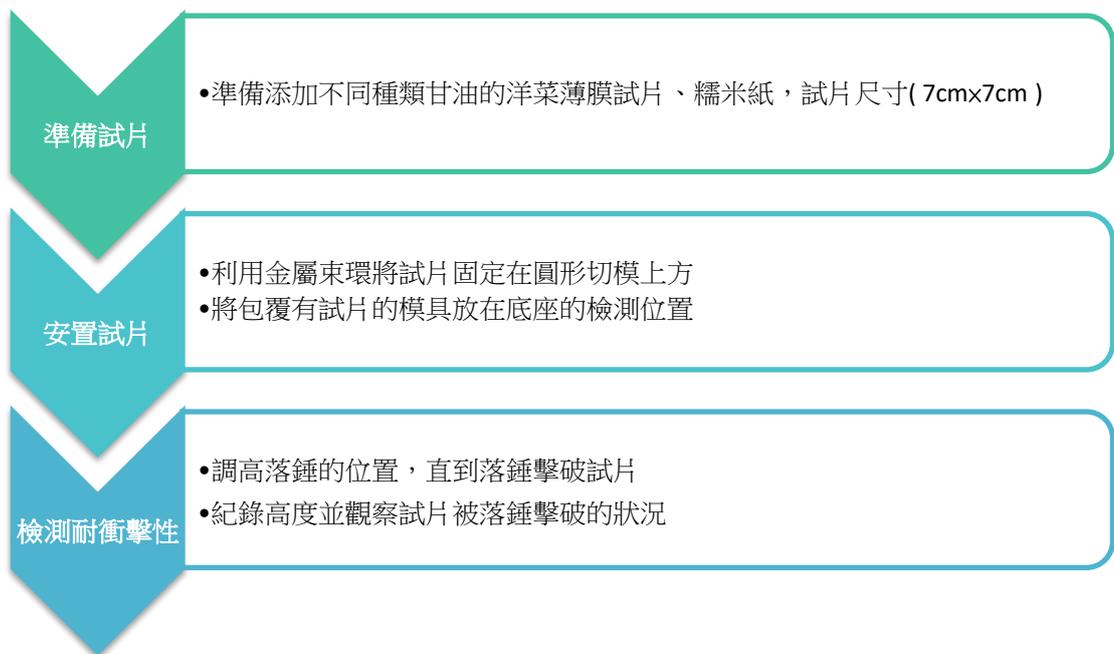
(2)材料：不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)的洋菜薄膜、糯米紙

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：試片尺寸(7cm×7cm)、落錘重量、接觸面積大小

(2)操作變因：添加不同種類的甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜、糯米紙

(3)實驗步驟：



(4)耐衝擊實驗操作的照片與說明

各式洋菜薄膜與糯米紙的耐衝擊檢測				
照片				
說明	落錘從 20cm 落下，擊中甘油 0g 的試片後彈開。	落槌擊中甘油 0g 試片後，留下的痕跡。	落槌擊中可食用甘油 2g 試片後，產生的裂縫。	落錘擊中蔬菜甘油 4g 試片，穿破一個洞。

4. 實驗結果：

表 4.洋菜薄膜的耐衝擊性

各式洋菜薄膜和糯米紙的耐衝擊性質								
檢測項目	甘油			可食用甘油		蔬菜甘油		糯米紙
	0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g	
衝擊平均高度 (cm)	60	35	40	45	50	25	30	20

5. 分析與討論：

- (1) 由表 4.可得知，各式洋菜薄膜與糯米紙的耐衝擊性：甘油 0g > 可食用甘油 4g > 可食用甘油 2g > 甘油 4g > 甘油 2g > 蔬菜甘油 4g > 蔬菜甘油 2g > 糯米紙。
- (2) 我們發現添加甘油種類中，可食用甘油的洋菜薄膜耐衝擊效果最好，而且甘油添加量愈多，洋菜薄膜的耐衝擊性會愈好。

(四)實驗 6. 透氣實驗

1. 實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的透氣程度

2. 實驗設備與材料

- (1)設備：塑膠試管(直徑 2.5cm，高 5cm)、燒杯、手機(計時功能)、電子秤、金屬束環(直徑 2.5cm)。

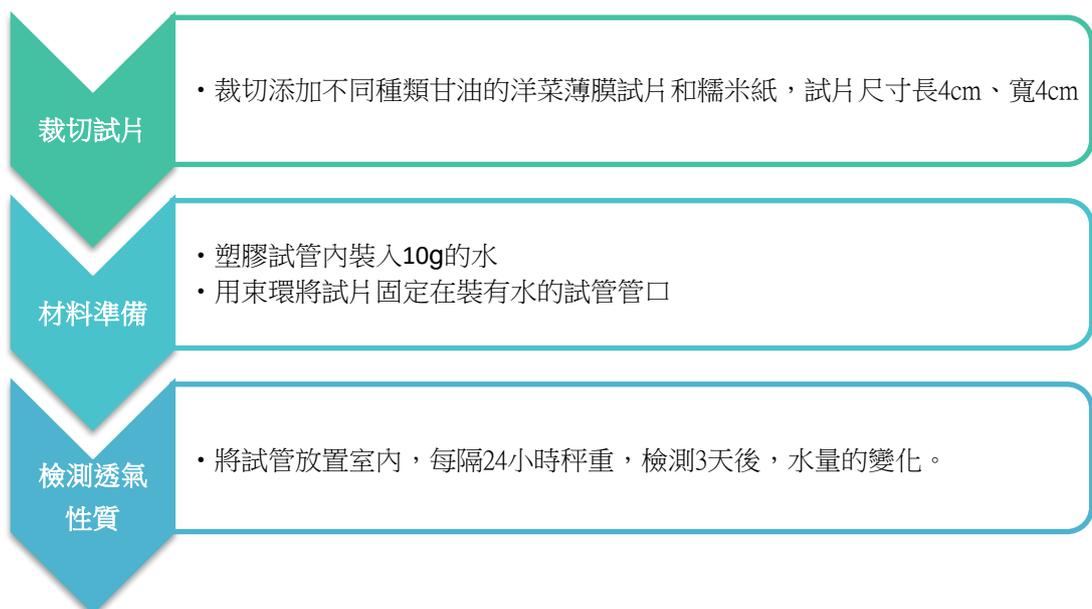
(2)材料：添加不同種類甘油(甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜、糯米紙

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：試片尺寸(長 4cm，寬 4cm)、試管尺寸、水 10g、放置地點和時間

(2)操作變因：添加不同種類的甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g) 洋菜薄膜和糯米紙

(3)實驗步驟：



(4)洋菜薄膜與糯米紙的透氣性檢測過程的照片與說明

各式洋菜膠膜與糯米紙的透氣檢測			
照片與說明			
	照片由左至右說明如下：		
	<ol style="list-style-type: none">1. 塑膠試管內裝水2. 用金屬束環固定試片3. 檢測前秤重，每隔 24 小時秤重，並記錄。		

表 5.洋菜薄膜與糯米紙的透氣性

各式洋菜薄膜與糯米紙的透氣性								
檢測項目	甘油			可食用甘油		蔬菜甘油		糯米紙
	0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g	
檢測前重量(g)	24.6	24.6	24.4	24.4	24.5	24.5	24.5	24.4
經過 24 小時重量(g)	24.1	24.3	24.1	24.1	24.2	24.3	24.3	24.0
經過 48 小時重量(g)	24	24	23.9	23.9	23.9	24	24	23.8
經過 72 小時重量(g)	23.8	23.8	23.6	23.6	23.6	23.7	23.6	23.2
減少的水量(g)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	1.2

4. 實驗結果：如表 5.所示

5. 分析與討論：

(1) 由表 5.可得知，各式洋菜薄膜的透氣性質沒有明顯的差異，但減少的水量都比糯米紙少，表示洋菜薄膜的密封效果比糯米紙好。

(2) 糯米紙減少的水量最多，表示水蒸氣最容易從糯米紙蒸散出去，密封效果最差。

(五)實驗 7. 耐酸實驗

1. 實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的耐酸程度

2. 實驗設備與材料

(1)設備：玻璃試管、量筒、金屬束環(直徑 2cm)、藍色石蕊試紙、VHB 雙面膠。

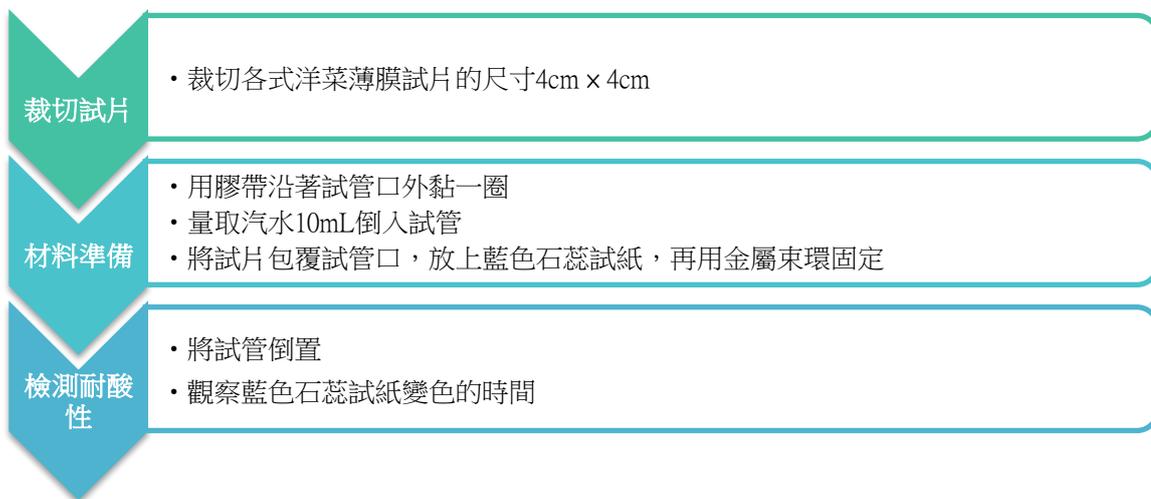
(2)材料：檢測添加不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜、汽水 10mL

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：試片尺寸 4cm × 4cm、汽水 10mL、試管直徑

(2)操作變因：添加不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)的洋菜薄膜

(3)實驗步驟：



(4)洋菜薄膜耐酸檢測的過程與說明

各式洋菜薄膜的耐酸檢測			
照片與說明			
	<p>照片由左至右說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 用金屬束環固定石蕊試紙 2. 用鏡子觀察藍色石蕊試紙開始變色的時間 3. 藍色石蕊試紙遇酸變紅色 		

表 6.洋菜薄膜的耐酸程度

各式洋菜薄膜的耐酸程度							
檢測項目	甘油			可食用甘油		蔬菜甘油	
	0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g
石蕊試紙變色的時間	65 分 12 秒	58 分 40 秒	51 分 27 秒	52 分 33 秒	47 分 19 秒	37 分 52 秒	32 分 08 秒

4. 實驗結果：如表 6.所示

5. 分析與討論：

(1) 由表 6.可得知，甘油 0g 的耐酸效果最好。

- (2) 我們發現添加甘油種類中，各式洋菜薄膜的耐酸性：甘油 2g > 可食用甘油 2g > 甘油 4g > 可食用甘油 4g > 蔬菜甘油 2g > 蔬菜甘油 4g。

(五)實驗 8. 溶解實驗

1. 實驗目的：檢測洋菜薄膜在不同水溫的溶解性

2. 實驗設備與材料

(1)設備：水質檢測筆、燒杯、量筒、計時器、酒精燈、陶瓷纖維網、三腳架、溫度計、培養皿、玻璃棒。

(2)材料：添加不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜、水 50mL、糯米紙

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：試片重量 0.5 g、純水 50mL、燒杯加蓋後靜置時間 5 分鐘

(2)操作變因：水溫(30°C、40°C、50°C)

(3)實驗步驟：



(4)洋菜薄膜溶解性質檢測過程與說明

各式洋菜薄膜和糯米紙的溶解性質檢測			
照片與說明			
照片由左至右說明如下： 1. 觀察洋菜薄膜被溶解的狀況 2. 觀察糯米紙被溶解的狀況 3. 檢測 TDS			

表 7.洋菜薄膜與糯米紙的溶解性質

各式洋菜薄膜與糯米紙的溶解性質									
檢測項目		甘油			可食用甘油		蔬菜甘油		糯米紙
		0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g	
TDS 單位 mg/L	檢測前	1	1	1	1	1	1	1	1
	水溫 30°C	3	2	3	5	6	3	4	8
	水溫 40°C	5	6	8	7	9	7	9	13
	水溫 50°C	6	9	11	10	15	10	12	20
說明		TDS(Total dissolved solids) 溶解總固體量： 數值表示一公升水中含有多少毫克溶解性總固體，即水中溶解物愈多，水的 TDS 值就愈大。							

4. 實驗結果：如表 7.所示

5. 分析與討論：

(1) 由表 7.可得知，水溫由 30°C 增加至 50°C 時，TDS 值變大，表示各種洋菜薄膜被水溶解出的物質會愈來愈多。

(2) 我們發現當水溫 50°C 時，甘油 0g 的洋菜薄膜的 TDS 值是最小的，表示它被水溶解出的物質最少，耐溶解效果最好。

(六)實驗 9. 燃燒實驗

1. 實驗目的：觀察各式洋菜薄膜的燃燒後的變化

2. 實驗設備與材料

(1)設備：計時器、酒精燈、鐵支架、夾子、培養皿、蠟燭。

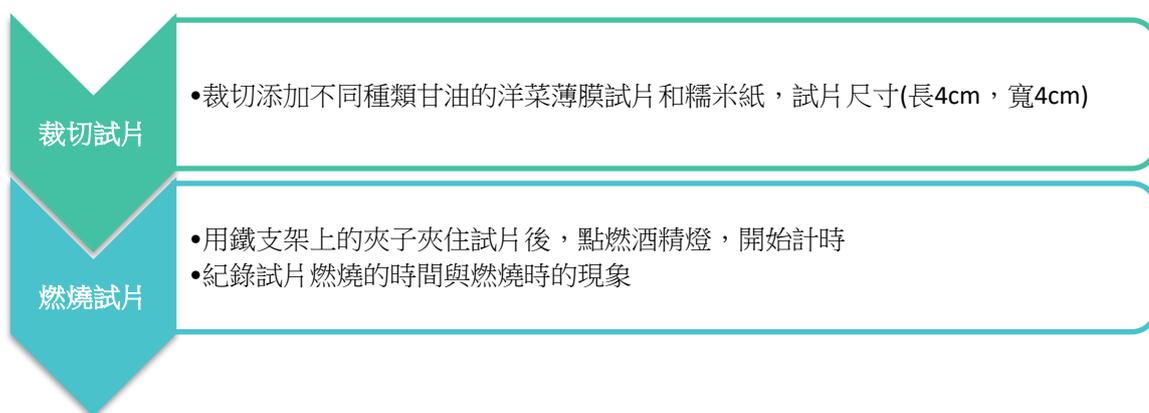
(2)材料：檢測添加不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜、糯米紙

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：試片尺寸、燃燒方式

(2)操作變因：添加不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜、糯米紙

(3)實驗步驟：



(4)洋菜薄膜燃燒實驗過程的照片與說明

各式洋菜薄膜與糯米紙的耐燃性質			
照片			
說明	試片夾在鐵支架的夾子上，可保持試片與酒精燈的距離	觀察試片燃燒時，火焰和煙的顏色	觀察試片燃燒後，灰燼的外觀並記錄時間
			洋菜薄膜燃燒後灰燼，一壓就碎成粉末

表 8.洋菜薄膜和糯米紙的燃燒實驗

各式洋菜薄膜和糯米紙的燃燒實驗							
檢測項目		火焰的顏色	煙的顏色	燃燒時的氣味	灰燼的外觀	燃燒平均時間(秒)	其他
甘油	0g	橘紅	白	食物烤焦的味道	黑色	約 20	著火時滋滋作響，受熱捲縮結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
	2g	橘紅	白	食物烤焦的味道	黑色	約 31	受熱收縮，著火後結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
	4g	橘紅	白	較淡的食物烤焦味	黑色	約 34	受熱收縮，著火後結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
可食用甘油	2g	橘紅	白	食物烤焦的味道	黑色	約 16	受熱收縮，著火後結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
	4g	橘紅	白	食物烤焦的味道	黑色	約 18	受熱收縮，著火後結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
蔬菜甘油	2g	橘紅	白	淡淡焦糖的香味	黑色	約 25	受熱產生氣泡，收縮結塊，灰燼壓就碎成粉末
	4g	橘紅	白	淡淡焦糖的香味	黑色	約 32	受熱產生氣泡，收縮結塊，灰燼壓就碎成粉末
糯米紙		橘紅	白	淡淡焦糖的香味	黑色	約 9	燃燒旺盛，受熱收縮結塊，灰燼一壓碎成粉末

4. 實驗結果：如表 8.所示

5. 分析與討論：

- (1) 由表 8.可得知，糯米紙的平均燃燒時間最短，表示其耐燃性質最差；甘油 4g 洋菜薄膜的平均燃燒時間最長，表示其耐燃性質最佳。
- (2) 我們發現甘油的添加量愈多，燃燒的平均時間會增加。

(七)實驗 10. 土壤分解

1. 實驗目的：各式洋菜薄膜土壤分解性質的影響

2. 實驗設備與材料

(1)設備：土壤檢測器、培養土、保麗龍盒、濾網、竹筷、電子秤、鏟子

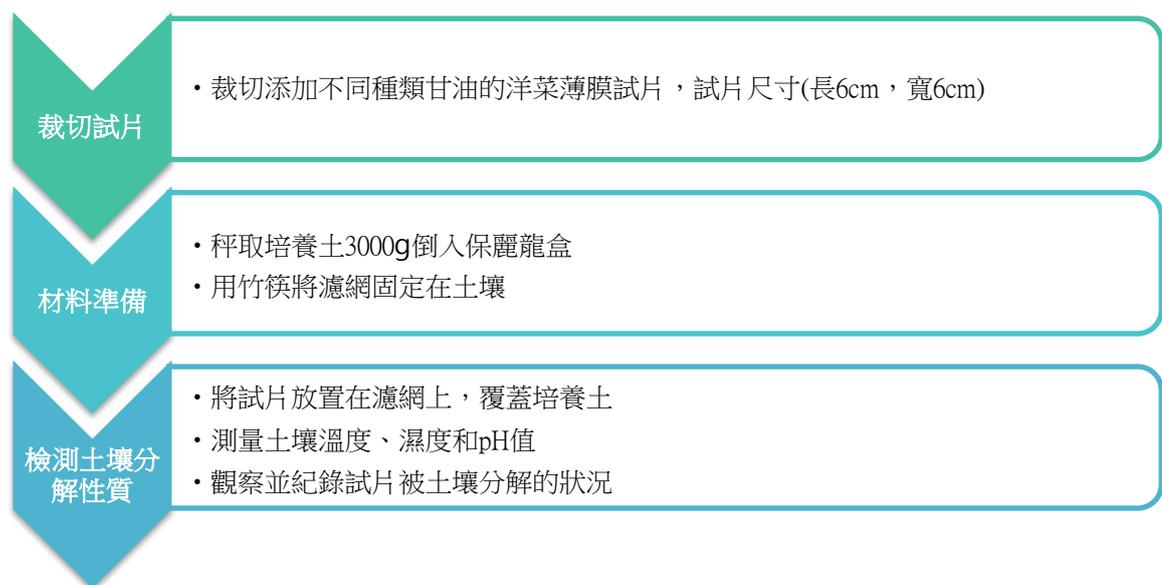
(2)材料：添加不同種類甘油(甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：試片尺寸(長 6cm，寬 6cm)、土壤的重量、土壤的性質(濕度、溫度和 pH 值)、試片放置在土壤中的位置

(2)操作變因：添加不同種類甘油 (甘油 0g、甘油 2g、甘油 4g、食用甘油 2g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 2g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜

(3)實驗步驟：



(4)洋菜薄膜土壤分解性質檢測過程與說明

各式洋菜薄膜的土壤分解性質檢測的照片與說明			
照片與說明			
	照片由左至右說明如下：		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在土壤中放置試片 2. 測量土壤溫度並控制土壤濕度 3. 觀察試片被土壤分解的狀況 		

表 9.洋菜薄膜的土壤分解性質

各式洋菜薄膜的土壤分解性質							
檢測項目	甘油			可食用甘油		蔬菜甘油	
	0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g
被分解時間 (天)	14	13	11	14	12	12	10

4. 實驗結果：如表 9.所示

5. 分析與討論：

(1) 由表 9.可得知，各式洋菜薄膜約 14 天可被土壤分解，其中蔬菜甘油 4g 洋菜薄膜被土壤分解的速度最快。

(八)實驗 11. 餵魚實驗

1. 實驗目的：檢測不同種類的甘油洋菜薄膜是否能被生物吃下

2. 實驗設備與材料

(1)設備：塑膠盒

(2)材料：朱魚、添加不同種類甘油(甘油 4g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 4g)洋菜薄膜、水。

3. 實驗方法與步驟：

(1)控制變因：小魚的數量和品種、試片尺寸(長 4cm 寬 4cm)、水量、塑膠盒的尺寸、放置的地點。

(2)操作變因：添加不同種類甘油(甘油 4g、食用甘油 4g、蔬菜甘油 4g) 的洋菜薄膜

(3)實驗步驟：

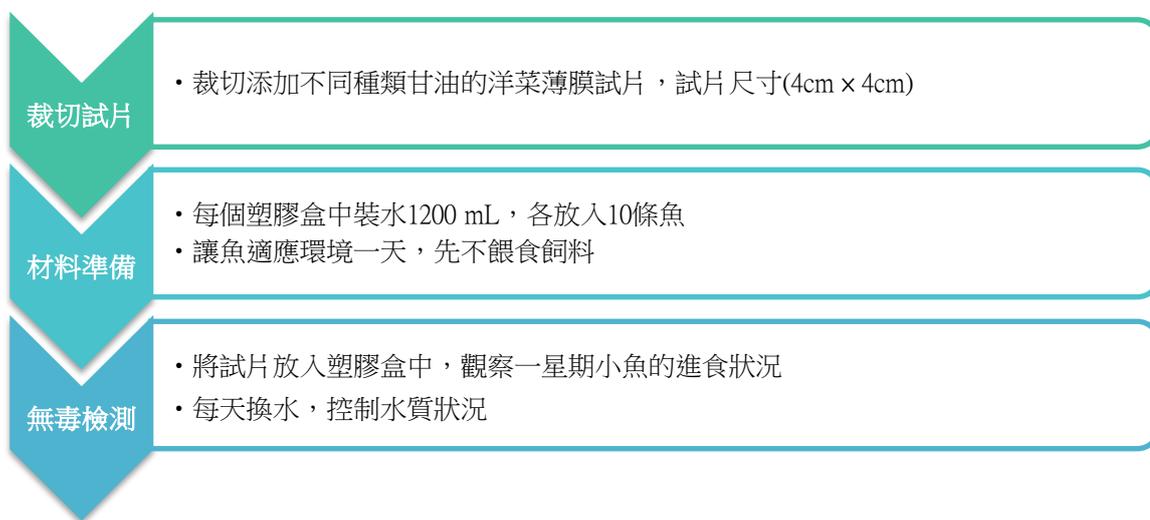


表 10.洋菜薄膜的餵魚實驗

各式洋菜薄膜的無毒檢測				
檢測項目	甘油		可食用甘油	蔬菜甘油
	0g	4g	4g	4g
試片被魚啃咬後的外觀	試片邊緣有些微被啃咬的痕跡	試片邊緣有些微被啃咬的痕跡	試片邊緣有些微被啃咬的痕跡	試片邊緣有許多被啃咬的痕跡
小魚存活率	100%	100%	100%	100%

4. 實驗結果：如表 10.所示

5. 分析與討論：

(1) 由表 10.可得知，用各式洋菜薄膜餵食 7 天，發現試片都有被魚咬過的痕跡，表示洋菜薄膜可被生物吃下且能存活，證明我們的薄膜是安全可食用的。

(2) 我們發現，一開始小魚的大便都是咖啡色或黑色的，但在餵食洋菜薄膜後，牠們的大便都變成白色的。

三、創意洋菜薄膜

(一)實驗 12.設計產品與應用

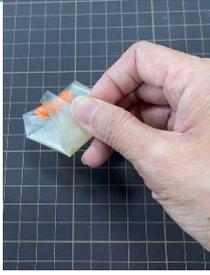
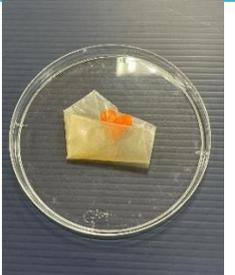
1. 實驗目的：利用洋菜薄膜的特性設計產品

2. 實驗設備與材料

(1)設備：酒精燈、陶瓷纖維網、三腳架、燒杯、電子秤、量杯、量筒、溫度計、玻璃棒、攪拌棒、湯匙、滴管、塑型模具、美工刀、熨斗、烘焙紙。

(2)材料：原料配比如下，洋菜：水= 5：250(單位 g)，依需求可添加甘油、可食用甘油或蔬菜甘油並調整其添加量。

3. 實驗方法與成果：

洋菜薄膜產品設計與製作說明				
項目	添加甘油種類	方法與步驟	製作過程照片	成果照片
提網	甘油 0g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在洋菜薄膜上畫記 2. 用美工刀沿著畫記的線條刻劃(如製作過程照片所示) 		
藥袋	蔬菜甘油 4g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將洋菜薄膜裁切成正方形(長 10 cm · 寬 10 cm) 2. 用摺紙的方式包裝藥丸(如製作過程照片所示) 		
洗衣精包裝	甘油 0g	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先用棉花棒沾水於洋菜薄膜邊緣，用熨斗隔著烘焙紙將洋菜薄膜封邊成袋狀 2. 用注射筒將洗衣精注入袋中(如製作過程照片所示) 3. 用熨斗將開口封閉。 		

4. 分析與討論：

- (1) 我們選用抗拉效果最好的甘油 0g 洋菜薄膜來製作提袋，不僅製作方便，也可以減少塑膠袋的使用。
- (2) 洋菜薄膜具有耐摺的性質，利用摺紙的方式就可以自製藥包，不僅可安全食用，攜帶也很方便。
- (3) 洋菜薄膜的密封和耐溶解性都有不錯的效果，可用來包裝洗衣精，讓洗衣服更加便利。

捌、研究結論

- 一、成膜方式：在相同原料配比下，將洋菜混合水溶液加熱至 90°C，利用常溫、冷藏或冷凍都能脫水成膜，但常溫脫水的薄膜容易發霉，而冷藏脫水的薄膜乾燥不均勻，使用冷凍的洋菜薄膜不僅脫水均勻且乾燥快速，因此我們採用冷凍脫水作為後續實驗的脫水方式。
- 二、物理測試：我們測試了自製洋菜薄膜的拉力、耐衝擊、耐折、透氣、溶解性等物理性質，發現其具有相當程度的彈性、耐衝擊性和耐折，並且在常溫下水蒸氣不易從薄膜散失出去，表示有不錯的密封效果。
- 三、土壤分解：約 14 天，各式洋菜薄膜就可以被土壤分解。
- 四、成膜配方：我們發現添加甘油可以增加膜的柔軟性和延展性，在添加甘油的種類中，蔬菜甘油的效果最佳。根據實驗結果，將不同的性質與最佳配方整理如表 11.所示。

表 11.洋菜薄膜不同的性質與最佳配方

性質	最佳配方(單位 g)
拉力、耐衝擊、耐酸、耐溶解	水：洋菜粉：甘油=250：5：0
耐折、延展性	水：洋菜粉：蔬菜甘油=250：5：4

- 五、生活應用：我們利用上述的性質，將洋菜薄膜製成提袋、藥包和洗衣精包裝袋，希望可以用來取代一次性的塑膠製品，減少環境的污染與破壞。此外，也可利用耐酸性質來取代飲料杯的封膜，不僅不用擔心塑化劑的食安問題，也不怕其他生物誤食而死亡。

六、整理歷屆科展作品資料如表 12 所示，本作品在可食用性、成本、製作流程、自製測量器具的部分都勝出。

表 12.本作品與歷屆科展作品之比較

比較項目	62 屆科展作品- 吉利丁膠膜	本作品
主要成份	吉利丁	洋菜粉
可食用性	可食用(葷)	可食用(素)
成本分析	約 1.5(元/克)	約 0.9(元/克)
製成流程	加熱時，有腥味	加熱時，無味道
自製耐衝擊測量器具	有，操作複雜	有，操作簡易
自製耐酸測量器具	無	有

玖、參考資料及其他

- 一、自然與生活科技五上，翰林出版社，2018。
- 二、自然與生活科技六下，康軒出版社，2018。
- 三、中華民國第 62 屆中小學科學展覽會作品說明書，好事多膜-吉利丁膠膜之探討，2022。
- 四、中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書，見塑不見鱗-魚鱗環保薄膜的研發及應用，2021。
- 五、中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書，果真如此-果凍塑膠之探討，2021。
- 六、中華民國第 58 屆中小學科學展覽會作品說明書，魚鱗塑膠，2018。
- 七、中華民國第 56 屆中小學科學展覽會作品說明書，蝦殼哇哇挖-幾丁聚醣薄膜之研究，2016。
- 八、中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品說明書，神奇的糯米紙，2012。

【評語】 082902

本作品以洋菜添加不同比例及種類的甘油製成薄膜，取代一次性塑膠製品，對環境保護具正向貢獻。能以自製儀器進行拉力、耐酸耐衝擊與耐溶解檢測，且具有生物可分解性，以其特性製成提網、藥包、包裝袋等產品，生活應用性極佳。建議甘油、食用性甘油及蔬菜甘油之物理化學特質應先釐清。

作品海報

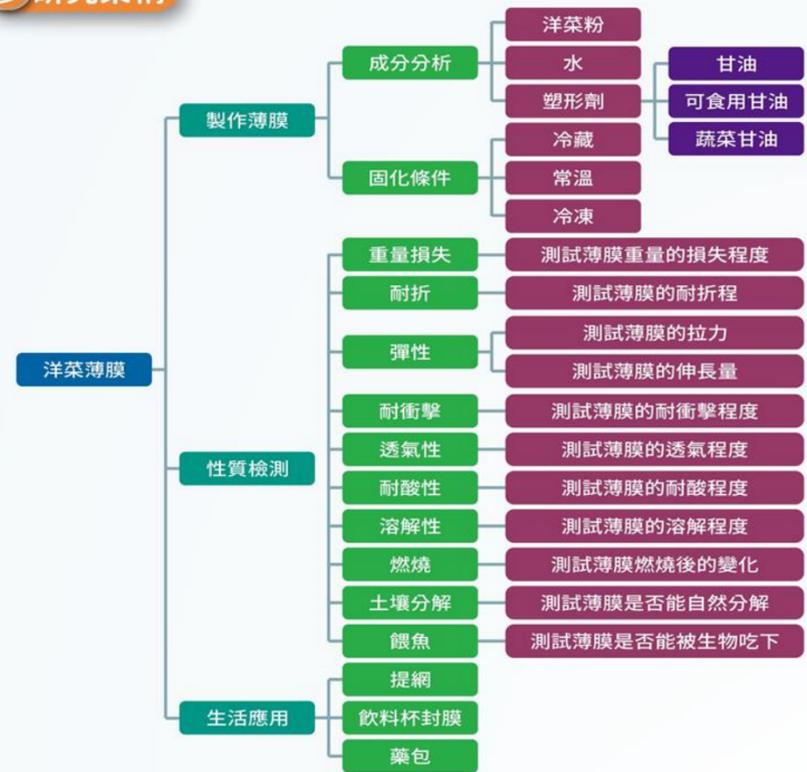
壹 研究動機

看完醫生後，最痛苦的事應該就是吃藥了，打開藥袋，有五顏六色的藥丸，其中膠囊藥丸是我的救星，因為它可以讓我避免嚐到藥的苦味，但那觸感有如塑膠般的外殼，到底是什麼呢？問了自然課老師才知道，那層可食用的外殼是動物性膠質的明膠（又稱吉利丁），常用於軟糖以及其他食品。收集資料後發現，除了糯米紙可以用來包裝食品，取自於植物性膠質的洋菜，它能取代動物性膠質的明膠來包裝食品或作為其他的用途嗎？這便激發了我們的研究動機與興趣。

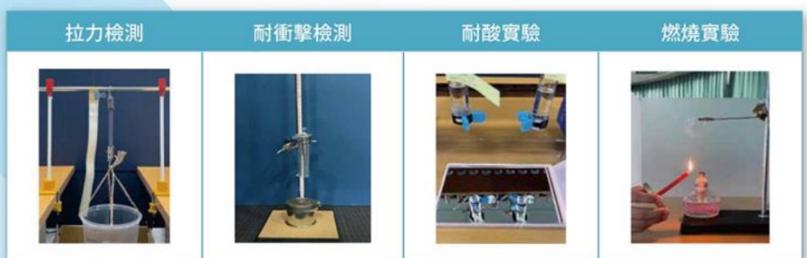
貳 研究目的

- 一、實作洋菜薄膜並找出黃金配方
- 二、檢測洋菜薄膜的性質
- 三、將洋菜薄膜應用在生活中

參 研究架構



肆 自製設備與器材

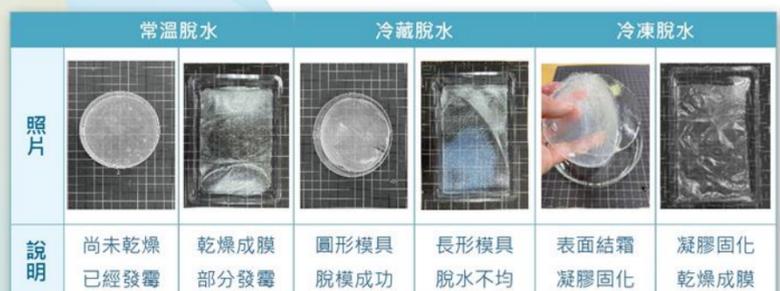
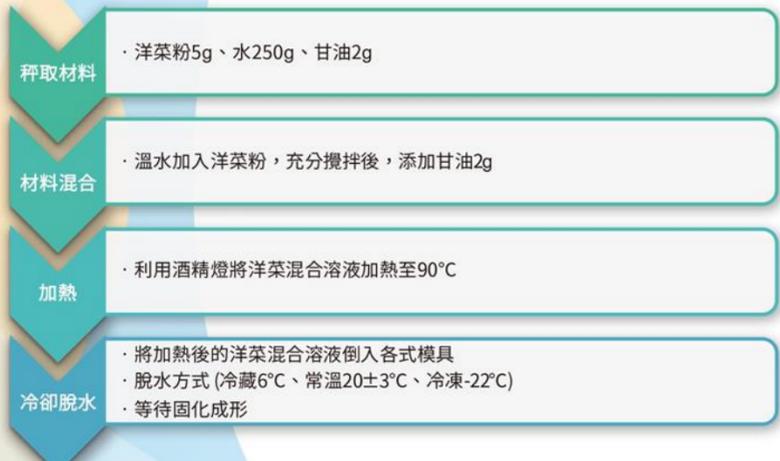


伍 研究過程與方法

一、製作洋菜薄膜

(一) 實驗1：製作洋菜薄膜

1. 實驗目的：找出洋菜薄膜最佳的脫水方式
2. 實驗方法與步驟：



3. 實驗結果：

常溫脫水的洋菜薄膜容易發霉，冷藏脫水的洋菜薄膜乾燥不均勻；冷凍脫水的洋菜薄膜乾燥快速又均勻。因此，我們採用冷凍作為洋菜薄膜的脫水方式。

(二) 實驗2. 檢測洋菜薄膜的重量損失百分率

1. 實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的重量損失百分率
2. 實驗方法與步驟：紀錄試片的重量並計算重量損失百分率。

表 1. 洋菜薄膜的重量損失百分率

檢測項目		各式洋菜薄膜的重量損失百分率						
		甘油			可食用甘油		蔬菜甘油	
		0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g
乾燥前 重量 m ₀ (g)	試片 1	100	100	99.9	100	100	100.1	100
	試片 2	99.9	100.1	100	100	100.1	100	100.1
	試片 3	100.1	100	100.1	99.9	100	99.9	100
平均		100	100.03	100	100	100.03	100	100.03
乾燥後 重量 m _f (g)	試片 1	2.3	2.3	2.7	2.4	2.7	2.7	3.1
	試片 2	2.3	2.4	2.8	2.4	2.8	2.6	3.2
	試片 3	2.4	2.4	3.1	2.3	2.6	2.5	3.1
平均		2.33	2.37	2.87	2.37	2.70	2.60	3.17
重量損失 Δm= m ₀ -m _f		97.67	97.66	97.13	97.63	97.33	97.40	96.86
重量損失百分 率(%)		97.67	97.63	97.13	97.63	97.30	97.40	96.83
備註		重量損失百分率(%)= Δm/m ₀ × 100%						

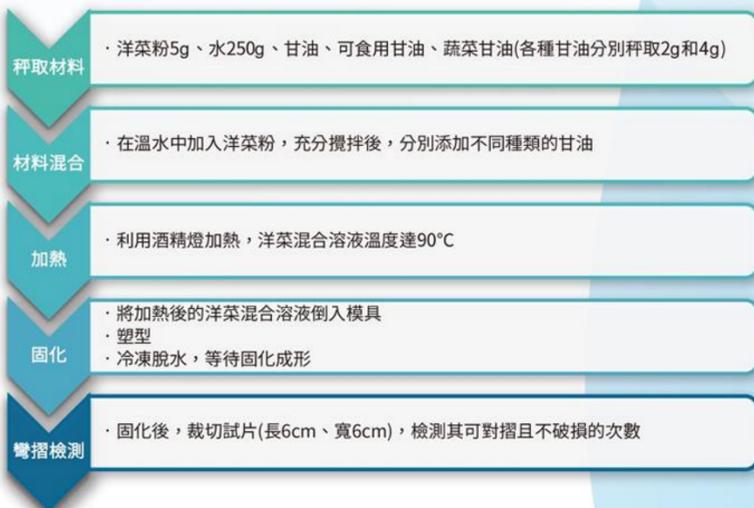
3. 實驗結果：

甘油0g的洋菜薄膜，重量損失率最大，各種甘油添加量愈多，重量損失率變小。

二、檢測洋菜薄膜的性質

(一) 實驗3. 耐折實驗

1. 實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的耐折性質
2. 實驗方法與步驟：



各式洋菜薄膜與糯米紙的耐折性質			
洋菜膠膜	固化的照片	對折次數	說明
甘油	0g	約503次	1. 固化的試片光滑且平整 2. 接近摺線的邊緣開始破損 3. 摺線透明
	2g	約612次	1. 固化的試片光滑且平整 2. 接近摺線的邊緣開始破損 3. 摺線透明
	4g	約750次	1. 固化的試片光滑 2. 接近摺線的邊緣開始破損 3. 摺線透明
可食用 甘油	2g	約618次	1. 固化的試片光滑 2. 接近摺線的邊緣開始破損 3. 摺線透明
	4g	約501次	1. 固化的試片光滑 2. 接近摺線的邊緣開始破損 3. 摺線透明
蔬菜 甘油	2g	約1000次	1. 固化的試片光滑 2. 接近摺線的邊緣開始破損 3. 摺線透明不明顯
	4g	約1223次	1. 固化的試片光滑 2. 接近摺線的邊緣開始破損 3. 摺線透明不明顯
糯米紙		約12次	1. 固化的試片光滑 2. 接近摺線的邊緣開始破損 3. 摺線透明不明顯

3. 實驗結果：

添加蔬菜甘油4g的洋菜薄膜，可對折次數最多，耐折效果最好。各種甘油添加量增加，試片可對折的次數也變多，表示甘油可增加柔軟度，使耐折效果變好。

(二)實驗4. 拉力與伸長量實驗

- 1.實驗目的：檢測各式洋菜薄膜拉力與伸長量
- 2.實驗方法與步驟：

裁切試片

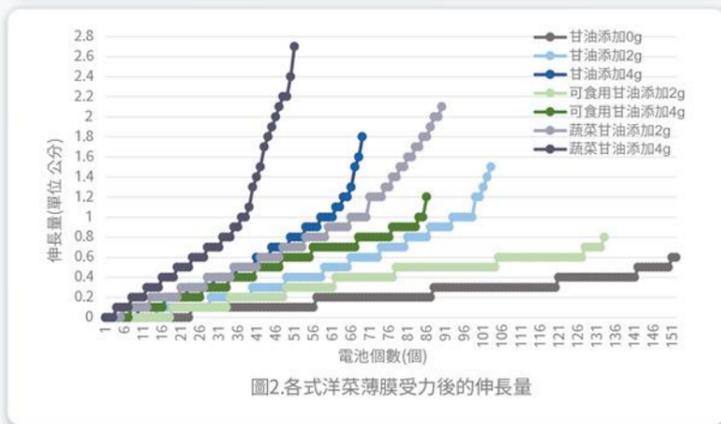
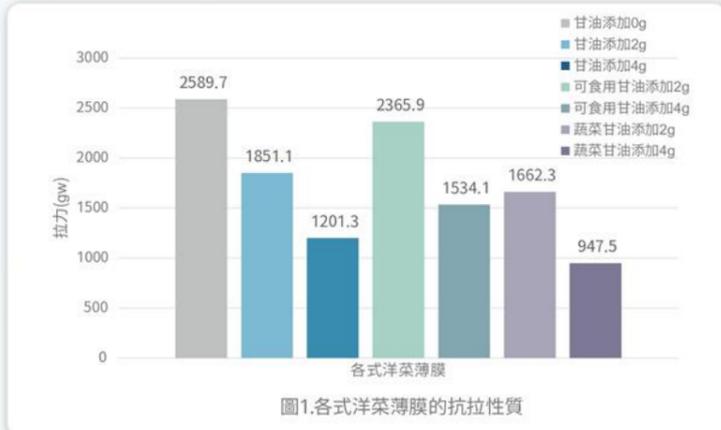
- 裁切各式洋菜薄膜試片，試片長16cm、寬1.5cm

組裝設備

- 將支架固定在桌邊
- 用VHB雙面膠將試片黏貼在有強力磁鐵的金屬片上
- 用S型掛勾在金屬片下方懸掛塑膠容器

檢測拉力與伸長量

- 測量試片檢測前的長度
- 在塑膠容器內放入電池，靜置5秒再測量試片長度
- 當試片斷裂時，秤取塑膠容器和所有電池的重量



- 3.實驗結果：
蔬菜甘油的洋菜薄膜抗拉性最差；甘油添加量愈多，拉力會變小，伸長量變大。

(三)實驗5. 耐衝擊實驗

- 1.實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的耐衝擊程度
- 2.實驗方法與步驟：

準備試片

- 準備各式洋菜薄膜試片和糯米紙，試片尺寸長7cm、寬7cm

安置試片

- 利用金屬束環將試片固定在圓形切模上方
- 將包覆有試片的模具放在底座的檢測位置

檢測耐衝擊性

- 調高落錘的位置，直到落錘擊破試片
- 紀錄高度並觀察試片被落錘擊破的狀況

各式洋菜薄膜與糯米紙的耐衝擊檢測

照片	說明
	落錘擊中甘油0g的試片後彈開
	試片留下被擊中的痕跡
	試片被擊中後，產生的裂縫
	落錘擊中試片，穿破一個洞

表 2.洋菜薄膜的耐衝擊性

檢測項目	甘油		可食用甘油		蔬菜甘油		糯米紙	
	0g	2g	4g	2g	4g	2g		4g
衝擊高度(cm)	60	35	40	45	50	25	30	20

- 3.實驗結果：
各式洋菜薄膜與糯米紙的耐衝擊性：甘油0g>可食用甘油4g>可食用甘油2g>甘油4g>甘油2g>蔬菜甘油4g>蔬菜甘油2g>糯米紙。

(四)實驗6. 透氣實驗

- 1.實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的透氣程度
- 2.實驗方法與步驟：

裁切試片

- 裁切各式洋菜薄膜試片和糯米紙，試片尺寸長4cm、寬4cm

材料準備

- 塑膠試管內裝入10g的水
- 用束環將試片固定在裝有水的試管管口

檢測透氣性質

- 將試管放置室內，每隔24小時秤重，檢測3天後，水量的變化。

表 3.洋菜薄膜與糯米紙的透氣性

檢測項目	甘油		可食用甘油		蔬菜甘油		糯米紙	
	0g	2g	4g	2g	4g	2g		4g
檢測前重量(g)	24.6	24.6	24.4	24.4	24.5	24.5	24.5	24.4
經過 24 小時重量(g)	24.1	24.3	24.1	24.1	24.2	24.3	24.3	24.0
經過 48 小時重量(g)	24	24	23.9	23.9	23.9	24	24	23.8
經過 72 小時重量(g)	23.8	23.8	23.6	23.6	23.6	23.7	23.6	23.2
減少的水量(g)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	1.2

- 3.實驗結果：
各式洋菜薄膜的透氣性質沒有明顯的差異，但減少的水量都比糯米紙少，表示洋菜薄膜的密封效果比糯米紙好。

(五)實驗7. 耐酸實驗

- 1.實驗目的：檢測各式洋菜薄膜的耐酸程度
- 2.實驗方法與步驟：

裁切試片

- 裁切各式洋菜薄膜試片，試片尺寸4cm × 4cm

材料準備

- 用膠帶沿著試管口外黏一圈
- 量取汽水10mL倒入試管
- 將試片包覆試管口，放上藍色石蕊試紙，再用金屬束環固定

檢測耐酸性

- 將試管倒置
- 觀察藍色石蕊試紙變色的時間

各式洋菜薄膜的耐酸檢測

照片與說明	說明
	1. 用金屬束環固定石蕊試紙
	2. 用鏡子觀察藍色石蕊試紙開始變色的時間
	3. 藍色石蕊試紙遇酸變紅色

表 4.洋菜薄膜與糯米紙的耐酸程度

檢測項目	甘油		可食用甘油		蔬菜甘油		糯米紙	
	0g	2g	4g	2g	4g	2g		4g
石蕊試紙變色的時間	65分 12秒	58分 40秒	51分 27秒	52分 33秒	47分 19秒	37分 52秒	32分 08秒	<1秒

- 3.實驗結果：
洋菜薄膜的耐酸性：甘油0g>甘油2g>可食用甘油2g>甘油4g>可食用甘油4g>蔬菜甘油2g>蔬菜甘油4g>糯米紙。

(六)實驗8. 溶解實驗

- 1.實驗目的：檢測洋菜薄膜在不同水溫的溶解性
- 2.實驗方法與步驟：

裁切試片

- 裁切各式洋菜薄膜試片和糯米紙，試片重量0.5g

材料準備

- 量取水50mL
- 利用酒精燈將水加熱至30°C、40°C、50°C

檢測溶解性

- 利用水質檢測器測量實驗前的TDS
- 將試片放入水中，杯口加蓋後，靜置5分鐘
- 檢測試片放入水中後的TDS

各式洋菜薄膜和糯米紙的溶解性質檢測

照片與說明	說明
	1. 觀察洋菜薄膜被溶解的狀況
	2. 觀察糯米紙被溶解的狀況
	3. 檢測 TDS

表 5.洋菜薄膜與糯米紙的溶解性質

檢測項目	甘油		可食用甘油		蔬菜甘油		糯米紙		
	0g	2g	4g	2g	4g	2g		4g	
TDS 單位 mg/L	檢測前	1	1	1	1	1	1	1	
	水溫 30°C	3	2	3	5	6	3	4	8
	水溫 40°C	5	6	8	7	9	7	9	13
	水溫 50°C	6	9	11	10	15	10	12	20
說明	TDS(Total dissolved solids) 溶解總固體量： 數值表示一公升水中含有多少毫克溶解性總固體，即水中溶解物愈多，水的TDS 值就愈大。								

- 3.實驗結果：
我們發現當水溫50°C時，甘油0g的洋菜薄膜的TDS值是最小的，表示它被水溶解出的物質最少，耐溶解性最好，而糯米紙的耐溶解性最差。

(七)實驗9. 燃燒實驗

- 1.實驗目的：觀察各式洋菜薄膜的燃燒現象
- 2.實驗方法與步驟：

裁切試片

- 裁切各式洋菜薄膜試片和糯米紙，試片尺寸長4cm，寬4cm

燃燒試片

- 用鐵夾架上的夾子夾住試片後，點燃酒精燈，開始計時
- 紀錄試片燃燒的時間與燃燒時的現象

照片	說明
	試片夾在鐵支架的夾子上，可保持試片與酒精燈的距離與高度
	觀察試片燃燒時，火焰和煙的顏色
	觀察試片燃燒後，灰燼的外觀並記錄時間
	洋菜薄膜燃燒後的灰燼，一壓就碎成粉末

表 6.洋菜薄膜和糯米紙的燃燒實驗

檢測項目	火焰的顏色	煙的顏色	燃燒時的氣味	灰燼的外觀	燃燒平均時間(秒)	其他	
甘油	0g	橘紅	白	食物烤焦的味道	黑色	約 20	著火時滋滋作響，受熱捲縮結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
	2g	橘紅	白	食物烤焦的味道	黑色	約 31	受熱收縮，著火後結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
	4g	橘紅	白	較淡的食物烤焦味	黑色	約 34	受熱收縮，著火後結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
可食用甘油	2g	橘紅	白	食物烤焦的味道	黑色	約 16	受熱收縮，著火後結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
	4g	橘紅	白	食物烤焦的味道	黑色	約 18	受熱收縮，著火後結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
蔬菜甘油	2g	橘紅	白	淡淡焦糖的香味	黑色	約 25	受熱產生氣泡，收縮結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
	4g	橘紅	白	淡淡焦糖的香味	黑色	約 32	受熱產生氣泡，收縮結塊，灰燼一壓就碎成粉末。
糯米紙	橘紅	白	淡淡焦糖的香味	黑色	約 9	燃燒旺盛，受熱收縮結塊，灰燼一壓就碎成粉末。	

3.實驗結果：

糯米紙耐燃性質最差；甘油4g洋菜薄膜的耐燃性質最佳。

(七)實驗10. 土壤分解

- 實驗目的：各式洋菜薄膜土壤分解性質的影響
- 實驗方法與步驟：



照片與說明	說明
	照片由左至右說明如下： 1. 在土壤中放置試片 2. 測量土壤溫度並控制土壤濕度 3. 觀察試片被土壤分解的狀況

表 7.洋菜薄膜的土壤分解性質

檢測項目	甘油		可食用甘油		蔬菜甘油		
	0g	2g	4g	2g	4g	2g	4g
被分解時間(天)	14	13	11	14	12	12	10

3.實驗結果：

各式洋菜薄膜約14天都可以被土壤分解。

(八)實驗11. 餵魚實驗

- 實驗目的：檢測不同種類的甘油洋菜薄膜是否無毒、可食用
- 實驗方法與步驟：



表 8.洋菜薄膜的無毒性質

檢測項目	甘油		可食用甘油	蔬菜甘油
	0g	4g	4g	4g
試片被魚啃咬後的外觀	試片邊緣有些微被啃咬的痕跡	試片邊緣有些微被啃咬的痕跡	試片邊緣有些微被啃咬的痕跡	試片邊緣有些微被啃咬的痕跡
小魚存活率	100%	100%	100%	100%

3.實驗結果：

用各式洋菜薄膜餵食7天，發現試片都有被小魚咬過的痕跡，表示洋菜薄膜可以被生物吃下且能存活，證明我們的薄膜是安全可食用的。

三、創意洋菜薄膜

(一)實驗12.設計產品與應用

- 實驗目的：利用洋菜薄膜的特性設計產品
- 實驗方法與成果：

產品名稱	添加甘油種類	方法與步驟	製作過程照片	成果照片
提網	甘油 0g	1.在洋菜薄膜上畫記 2.用美工刀沿著畫記的線條刻劃(如製作過程照片所示)		
藥袋	蔬菜甘油 4g	1.將洋菜薄膜裁切成正方形(長10 cm · 寬10 cm) 2.用摺紙的方式包裝藥丸(如製作過程照片所示)		
飲料杯封膜	甘油 0g	1.在飲料杯內倒入綠茶 2.棉花棒沾水塗抹在飲料杯的杯口邊緣。 3.用熨斗隔著烘焙紙將洋菜薄膜密封在杯口。(如製作過程照片所示)		

3.實驗結果：

利用洋菜薄膜的耐衝擊、耐溶解和耐酸的性質，製成提網、藥包和飲料杯封膜，可以取代一次性塑膠製品，降低環境污染。

陸 研究結論

- 成膜方式：在相同原料配比下，將洋菜混合水溶液加熱至90°C，利用常溫、冷藏或冷凍都能脫水成膜，但常溫脫水的薄膜容易發霉，而冷藏脫水的薄膜乾燥不均勻，使用冷凍的洋菜薄膜不僅脫水均勻且乾燥快速，因此我們採用冷凍脫水作為後續實驗的脫水方式。
- 物理測試：我們測試了自製洋菜薄膜的拉力、耐衝擊、耐折、透氣、溶解性等物理性質，發現其具有相當程度的彈性、耐衝擊性和耐折，並且在常溫下水蒸氣不易從薄膜散失出去，表示有不錯的密封效果。
- 土壤分解：約14天，各式洋菜薄膜就可以被土壤分解。
- 成膜配方：我們發現添加甘油可以增加膜的柔軟性和延展性，在添加甘油的種類中，蔬菜甘油的效果最佳。根據實驗結果，將不同的性質與最佳配方整理如表9.所示。

表 9.洋菜薄膜不同的最佳配方與生活應用

性質	最佳配方(單位 g)	生活應用
拉力、耐衝擊、耐酸、耐溶解	水：洋菜粉：甘油=250：5：0	提網、飲料杯封膜
耐折、延展性	水：洋菜粉：蔬菜甘油=250：5：4	藥包

- 生活應用：我們利用上述的性質，將洋菜薄膜製成提袋、藥包和飲料杯封膜，希望可以取代一次性的塑膠製品，減少環境的污染與破壞，不僅不用擔心塑化劑的食安問題，也不怕其他生物誤食而死亡。
- 將歷屆科展作品與洋菜薄膜比較，如表10.所示，洋菜薄膜在可食用性、成本、製作流程、自製測量器具的部分都勝出。洋菜薄膜與糯米紙相比較，如表11.所示，洋菜薄膜的耐折、耐衝擊、耐酸、耐溶解和生活應用都勝出。

表 10.本作品與歷屆科展作品之比較

比較項目	62 屆科展作品-吉利丁膠膜	洋菜薄膜
主要成份	吉利丁	洋菜粉
可食用性	可食用(葷)	可食用(素)
成本分析	約 1.5(元/克)	約 0.9(元/克)
製成流程	加熱時，有腥味	加熱時，無味道
自製耐衝擊測量器具	有，操作複雜	有，操作簡易
自製耐酸測量器具	無	有

表 11.洋菜薄膜與糯米紙之比較

比較項目	糯米紙	洋菜薄膜
耐折	約 12 次	約 1223 次
耐衝擊	20cm	60cm
耐溶解	TDS = 20 mg/L	TDS = 6 mg/L
耐酸	< 1 秒	65 分 12 秒
生活應用	糖果包裝	提網、飲料杯封膜、藥包

柒 參考資料及其他

- 自然與生活科技五上，翰林出版社，2018。
- 自然與生活科技六下，康軒出版社，2018。
- 中華民國第62屆中小學科學展覽會作品說明書，好事多膜-吉利丁膠膜之探討，2022。
- 中華民國第61屆中小學科學展覽會作品說明書，見塑不見鱗-魚鱗環保薄膜的研發及應用，2021。
- 中華民國第61屆中小學科學展覽會作品說明書，果真如此-果凍塑膠之探討，2021。
- 中華民國第58屆中小學科學展覽會作品說明書，魚鱗塑膠，2018。
- 中華民國第56屆中小學科學展覽會作品說明書，蝦殼哇哇挖-幾丁聚醣薄膜之研究，2016。
- 中華民國第52屆中小學科學展覽會作品說明書，神奇的糯米紙，2012。