

教育部109年度中小學科學教育計畫專案期中報告

計畫編號：2-7

計畫名稱：神奇膜力，減塑大作戰

主持人：王俊雄

執行單位：國立民雄農工

壹、計畫目的及內容：

1. 將科展作品-海藻膠取代塑膠製作保鮮用膜為題材，設計融入高中化學之實作課程。
2. 設計合適實作教材、教具融入高中化學課程的實際教學。
3. 運用合作學習、科學探究方法進行高中之實作課程教學。

貳、研究方法及步驟：

一、研究方法

1. 以現有科展團隊成立課程研究小組，開發不含塑膠成分保鮮用膜的適切課程及實作教學內容，教學內容以實作、創新、主題活動等方式進行。
2. 自化學課程導入環保議題及替代塑膠概念，引發學生對環境減塑的好奇與發想。
3. 課程設計進行「實作教學」，導入保鮮用膜成品製作課程，讓學生繼而發揮創意思考，達到「發想與創造」的教學目的。
4. 導入工科的實作元素，進行跨科合作的教學研究，增進學生在化學課程的實作技巧與知識。
5. 配合社團活動，指導學生進行創意發想，以對環境有幫助的題材參加比賽，藉此驗收學生的學習成效。

二、研究步驟

本研究依執行步驟分為下列5點重點進行：

1. 分析科展作品特色，思考如何運用海藻膠元素製作保鮮膜成品取代塑膠，兼具環保議題之創新題材融入化學課程與發展主軸。
2. 跨科合作團隊透過討論修正並創新實作方法，將既有特色之科學方法(科展創新作品)精緻化，並融入課程教學。
3. 透過食品加工科試行教學，有效整合實作方法，作為化學實作課程內容進而推廣他科試行教學。
4. 將化學課程融入專題實作，分組討論，開放教學，探索問題，再提出問題解決方案。
5. 運用海藻膠元素、透過實際動手製作，積極輔導學生創新發想，參與科學展覽，完成環保創新專題製作課程與作品。

參、目前研究成果：

一、教材

(一) 環保議題⁽¹⁾

「塑膠」可說是人類又愛又恨的現代文明產物，它帶來生活的便利，但也同時對地球環境生態造成極大的傷害。目前人類使用塑膠十分氾濫，其中超市賣場等各大零售通路，充斥著許多過度包裝的商品，製造著大量的塑膠垃圾，超市減塑運動正在全球各地啟動，臺灣環保署也已經啟動限塑政策。國外超市賣場近年來，也興起一陣「裸賣」風，但食材缺乏包裝，既不保鮮，也可能因雙手接觸或灰塵而影響食品安全與衛生，尤其目前正值防疫非常時期，「裸賣」食材恐怕會有安全與衛生上的疑慮。若想要同時兼顧環保限塑與安全衛生，恐怕是一大難題，如圖1所示。



圖1. 環保限塑與安全衛生之抉擇
(圖片來源：<https://www.greenpeace.org>)⁽¹⁾

(二) 食安議題

1. 保鮮膜⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾

由成功大學相關研究顯示，便利商店之微波加熱食品食品中的塑化劑，可能經由食品外包裝、保鮮膜之塑膠包材或容器滲出而污染食物。以PVC保鮮膜包覆油質較多的食物時，即使不加熱，溶出的DEHP含量竟高於歐盟每人每天每公斤可容忍的攝取量，食品本身之脂含量，可能為影響DEHP遷移之因素之一。塑膠包材或容器在微波、蒸煮、加熱、盛裝油脂含量較高的食物時，會有溶出污染食物之風險。到底該如何避免塑化劑之汙染呢？最好的方法就是不要用塑膠袋、塑膠容器、塑膠膜盛裝熱食或微波加熱，不要用保鮮膜進行微波或蒸煮，也不要用來包裝油性食物。此外，PVC由於是含氯物質，遇熱燃燒後會釋放有毒的戴奧辛，人體、生態環境之危害甚大。由於媒體許多相關報導，逐漸建立消費者正確觀念，市面上PE保鮮膜已逐步取代PVC保鮮膜，因此，環保署未來將會分階段逐步禁用PVC保鮮膜。但陽明大學相關研究顯示，PE塑膠膜加熱還是會有塑化劑溶出，總之，塑膠材質經過長時間加熱，就是會有塑化劑溶出之食安疑慮。

2. 塑化劑⁽⁴⁾⁽⁵⁾

純的塑膠因可塑性不足，不容易製成塑膠產品，通常須加入塑化劑改良其機械或加工特性。PVC是5大泛用塑膠（PE、PVC、PP、PS、ABS）中唯一的含氯塑膠，PVC如果沒有添加塑化劑，其質地較硬，所以通常會添加塑化劑增加其柔軟度。DEHP (Di(2-ethylhexyl) phthalate)，中文名是鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯，屬於塑化劑中鄰苯二甲酸酯類的一種。在製作塑膠時，若加入DEHP塑化劑可以讓產品變柔軟。

而在可食膜系統中常用的塑化劑有單糖、雙糖、寡糖、多元醇(如甘油、山梨糖醇、甘油酯衍生物)、脂質和其衍生物。由於多元醇的可食用膜加工性和靈活性，而被廣泛使用，其中甘油是最常用的塑化劑。衛生福利部食品藥物管理署所公告「應標示之食品器具、食品容器或包裝品項」，規定，產品材質如屬聚氯乙烯(PVC)或聚偏二氯乙烯(PVDC)，應註明使用於高油脂食品及高溫時，勿與食品直接接觸或等同意義之警語。因此，使用PVC或PVDC這類保鮮膜接觸油脂食材，或蒸煮微波加熱處理，恐怕會有食品安全上之疑慮，如圖2所示。



圖2. 保鮮膜接觸油脂或加熱有食安疑慮 (圖片來源：TVBS NEWS)⁽³⁾

(三) 海藻酸鹽⁽²⁾⁽⁹⁾

海藻酸鹽(alginate)是由 D-甘露糖醛酸(D-mannuronic acid)及 L-古羅糖醛酸(L-guluronic acid)鍵結而成之線性高分子多醣類聚合物，如圖3所示。經過二價陽離子金屬陽離子進行交聯反應，使海藻酸鹽轉變成不易溶於水的蛋盒(egg-box)凝膠結構，如圖4所示。

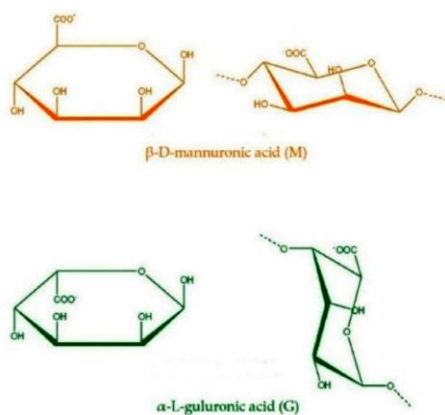


圖3. D-甘露糖醛酸(M)、L-古羅糖醛酸(G)之結構式⁽²⁾

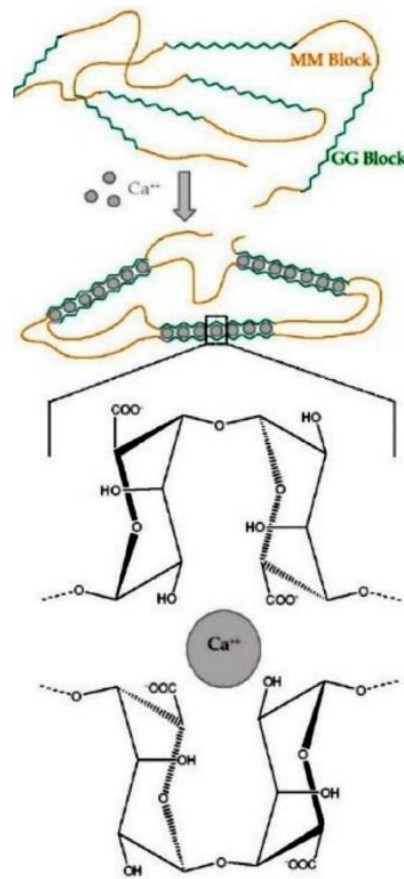


圖4. 海藻酸鹽蛋盒(egg-box)凝膠結構⁽²⁾

(四) 海藻膠薄膜製作流程之研發⁽⁷⁾

本團隊研發出新的製作流程，建立一套全新的成型模式來製作薄膜：

- (1) 將海藻酸鈉糊液塗抹於不鏽鋼平板上，以增高墊固定1mm 高度抹平糊液，如圖5A 所示。

- (2) 將10%的氯化鈣水溶液，均勻微噴到海藻酸鈉糊液表面，如圖5B所示。
- (3) 海藻酸鈉糊液與鈣離子反應，轉變成海藻酸鈣固態凝膠，如圖5C所示。
- (4) 進行熱風乾燥，使海藻酸鈣固態凝膠形成薄膜，如圖5D所示。
- (5) 熱風乾燥後，靜置冷卻，進行脫模，得到海藻膠薄膜成品，如圖5E所示。

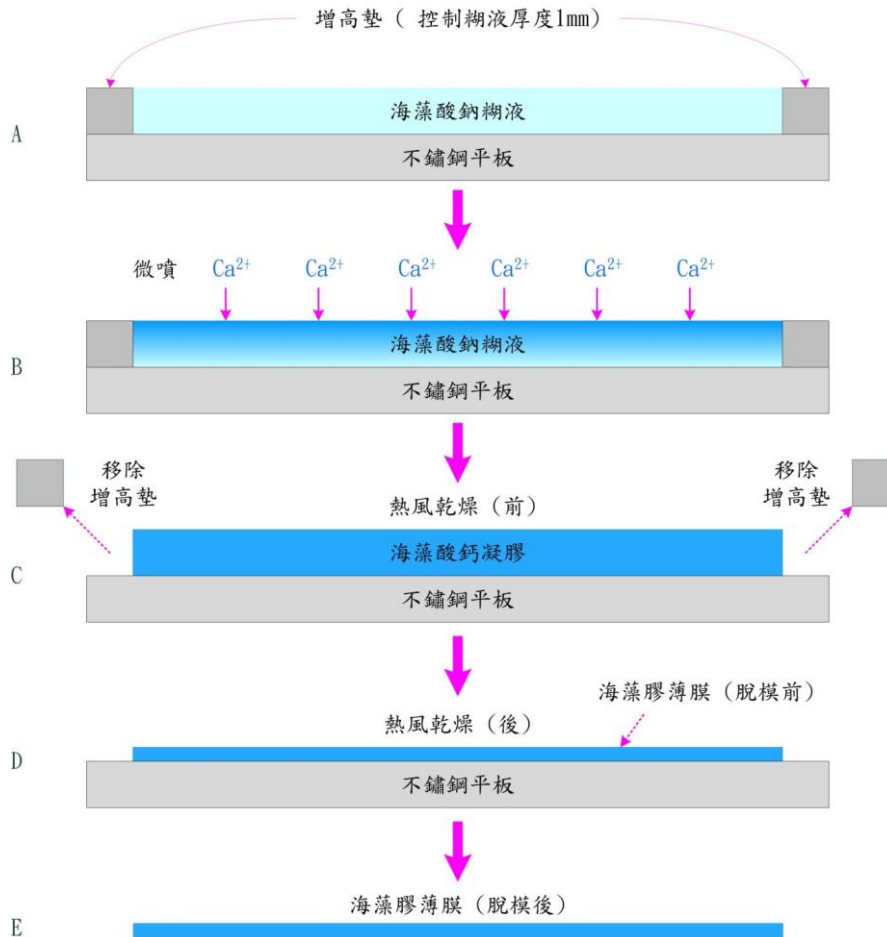
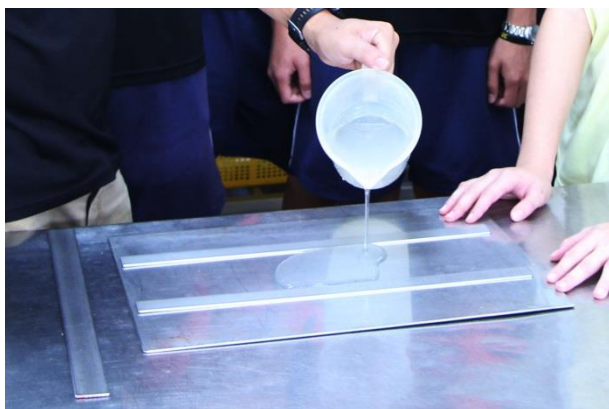


圖5. 本團隊所研發的海藻膠薄膜製作流程

二、教具



A. 將海藻酸鈉糊液塗抹於不鏽鋼平板



B. 以增高墊固定1mm 高度抹平糊液



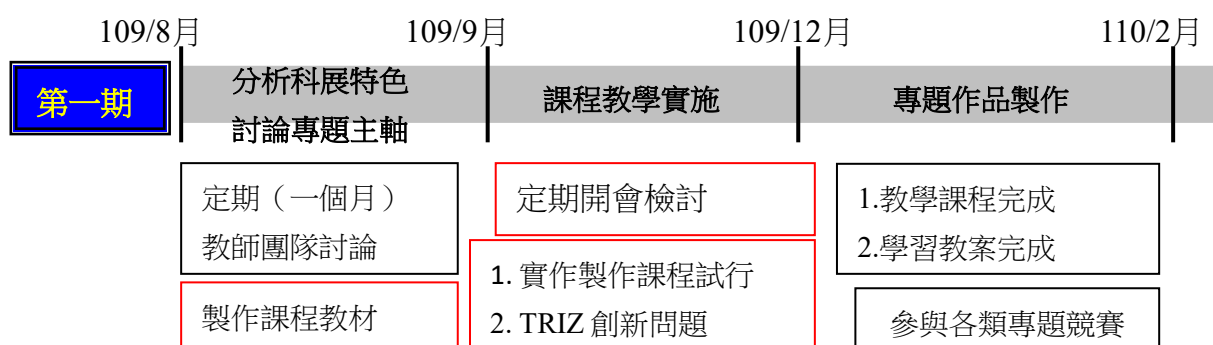
C.將氯化鈣溶液微噴到海藻酸鈉表面

B.進行熱風乾燥使糊液凝膠形成薄膜

圖5. 本團隊研發的海藻膠薄膜製作教具

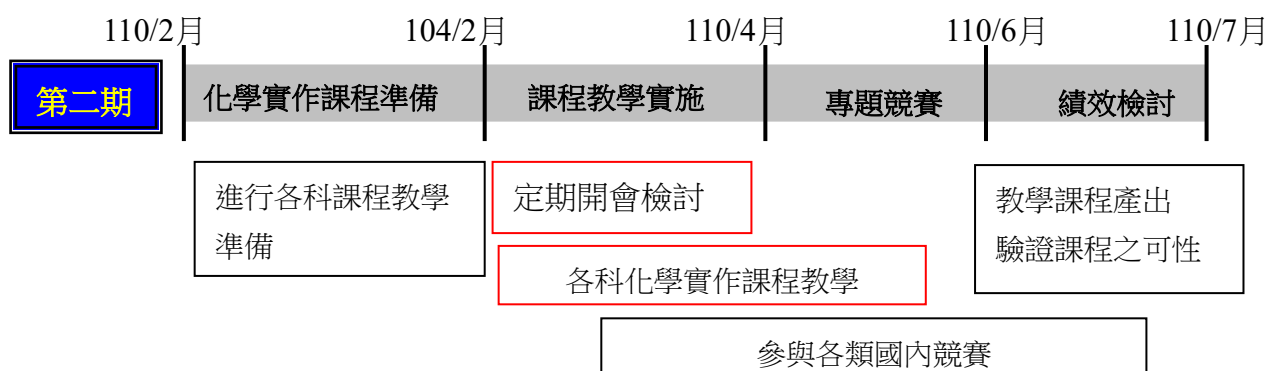
肆、目前完成進度

本研究分為二期進行，目前進行第一期程：在第一期完成實作課程實施課程試行教學，並定期開會檢討教學內容，提出修改與建議。



伍、預定完成進度

本研究分為二期進行，評估能夠完成第二期程：根據第一期之試行課程結果進行修正，作為各科實作課程之教學準備。期望學生於實作過程中更能創新發想出更具實用價值之作品，並積極參與競賽。最終完成創新實作課程教學產出，進行教學與課程總檢討與專題競賽成果之提出。



陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

(一) 遭遇之困難

使用海藻膠製作成薄膜，在製作海藻膠薄膜過程中，當海藻酸鈉接觸到鈣離子後，就會立即產生收縮現象。

(二) 解決之方法

為了克服海藻酸鈉接觸到鈣離子後，就會立即產生收縮現象這個難題，我們嘗試過許多種製作薄膜的方法。本團隊最後發現，採用不鏽鋼平板，提供薄膜適當之附着力，搭配微噴技術提供適量鈣離子，達到防止薄膜急速凝膠收縮、控制薄膜凝膠厚度之目的。

柒、參考資料

1. Greenpeace(2019)。超市要減塑，具體該做的 5 件事。專欄報導 減塑。
(<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/4396/超市減塑，從日常中開始改變的減塑運動。>)
2. Senturk Parreidt, T.; Müller, K.; Schmid, M. (2018). Alginate-Based Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications. *Foods* 2018, 7, 170.
3. TVBS NEWS 保鮮膜覆蓋食物易溶出塑化劑吃下肚
(<https://www.youtube.com/watch?v=89LeYUqj56k>)
4. 方柏翔(2015)。不同界面活性劑對糖質克弗爾多醣/小麥澱粉 可食膜物理性質的影響。國立中興大學 食品暨應用生物科技學系碩士學位論文。
5. 行政院環境保護署毒物及化學物質局全球資訊網
(<https://topic.epa.gov.tw/pops/cp-68-1338-55173-2.html>)
6. 吳冠良 (2019)。市售加工食品中鄰苯二甲酸酯濃度調查與國人暴露風險評估研究。國立成功大學環境醫學研究所碩士學位論文。
7. 林以真、林穎詩、張凱越 (2019)。擋不住的「吸」飲力—新型吸管之研發。中華民國第五十九屆中小學科學展覽會優勝作品。
8. 陳佳飛 (2002)。食品容器及包裝用塑膠材質之塑化劑溶出研究。國立陽明大學環境衛生研究所碩士學位論文。
9. 黃玉鈴、蔡豐富、張修銘、王文良、江伯源 (2012)。海藻酸—"鈣鹽"—微膠囊成型性及粒子品質比較。農林學報，第61卷，第02期，185-202。