

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：海藻酸鈉薄膜之性質與應用探討

一、摘要

本研究探討海藻酸鈉與氯化鈣進行交聯反應製成袋子之可能性。首先探討了海藻酸鈉溶液本身之流動性，發現海藻酸鈉的流動性與濃度呈現負相關。再利用氯化鈣溶液與其進行交聯反應，以製作鈣冰的方式做出面積較大的薄膜，且測量在交聯過程中鈣離子的消耗情形。最後測試製膜完成時用以烘乾的時間，最終預計製作出日常生活中可使用之環保袋。

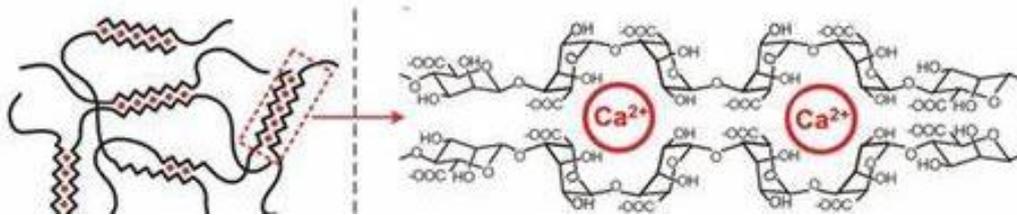
二、探究題目與動機

日常生活中隨處可見塑膠製品的使用，但他們卻大多難以分解，容易對生態造成危害。我們在知道海藻酸鈉薄膜並對其進行初步認識後，探討將其與鈣離子進行交聯反應製作薄膜的可行性，經過測試我們以氯化鈣－海藻酸鈉－氯化鈣的搭配製作目前的雙層膜，用來取代塑膠產品，在維持方便生活的同時，降低對環境的破壞。

三、探究目的與假設

交聯反應原理

當海藻酸鈉碰到鈣離子時，鈣離子會取代海藻酸鈉的鈉離子，並抓住海藻酸鈉粒子之間的羧酸離子，發生交聯反應，如圖(一)所示。此時含鈣物質就是一種促凝劑，將原本的鏈狀聚合物變成網狀聚合物，流動性降低而固化，形成一種晶球薄膜。



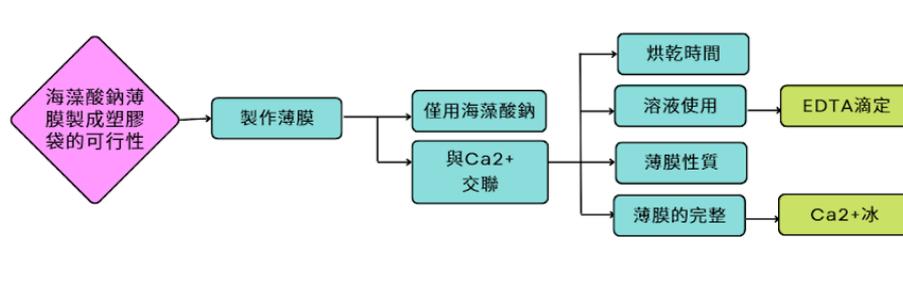
圖(一)

我們在查找文獻時看見很多關於海藻酸鈉的資訊，同時我們認為它與鈣離子交聯後所形成的薄膜具有製成易分解袋子的潛力，因此著手開始研究海藻酸鈉以及所製成薄膜的狀態之性質。

- (一)探討交聯劑使用方式對所製成薄膜狀態之影響
- (二)探討烘乾時間對薄膜含水量的影響
- (三)探討交聯過程中過程中鈣離子的消耗情形

四、探究方法與驗證步驟

實驗流程



實驗一、將海藻酸鈉薄膜製成塑膠袋 製作雙層膜

以一層鈣離子溶液、一層海藻酸鈉溶液、一層鈣離子的形式製作，如圖(二)所示，形成如袋子般的容器：

- 1.在培養皿中加入 0.08M 氯化鈣溶液 15mL

- 2.加入第二層（1.90%海藻酸鈉溶液）20mL
- 3.利用層析管加入第三層（0.08M 氯化鈣溶液）15mL
- 4.等待三十分鐘後取出雙層膜
- 5.將雙層膜的一邊剪開，如圖（三），倒出內部未反應海藻酸鈉溶液後用蒸餾水洗淨



圖(二)



圖(三)

實驗二、交聯劑使用方式對所製成薄膜狀態之影響

在製作雙層膜時，我們在倒入第二層(海藻酸鈉溶液)時，發現海藻酸鈉會沉到容器底部，中央接觸 Ca^{2+} 的時間過短，而在拿起成型的膜時底層破洞，導致內部海藻酸鈉流出的情形，無法維持平面形狀。

為了解決此種情況，我們想到了以下解決方法:

1.鈣冰

透過將底層鈣結成冰的方式使海藻酸鈉維持在上層

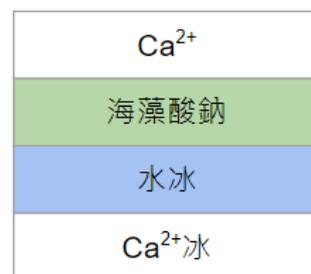
一開始我們單以鈣冰接觸海藻酸鈉，發現其融化速度太快，而且在冰的狀態下鈣離子就能夠與海藻酸鈉發生反應。這樣會使海藻酸鈉溶液在完全擴散完畢前就進行交聯作用，做出的膜尺寸也較小。

實驗步驟

- 1.在培養皿中加入 0.08M 氯化鈣溶液 15mL，置於冰箱中使其凝固
- 2.取出培養皿，加入第二層（海藻酸鈉溶液）20mL
- 3.利用層析管加入第三層（0.08M 氯化鈣溶液）15mL
- 4.待 30 分鐘後取出

2.鈣冰+水冰

我們嘗試在鈣冰上再加一層由水結成的冰以避免在海藻酸鈉在擴散出較大面積前反應，並且因水結成的冰融化速度較慢，所以同時也能讓海藻酸鈉在尚未融化的水冰上慢慢擴散，如圖(四)所示。為了掌握何時加入上層鈣溶液才能讓雙層膜最為完整，我們設計了以下兩組實驗:



圖(四)

1.冰不熔

- (1)在培養皿中加入 0.08M 氯化鈣溶液 15mL，置於冰箱中使其凝固
- (2)待鈣冰成形後，加入 10mL 蒸餾水，置於冰箱中使其凝固

- (3)取出培養皿，利用層析管加入 1.90%海藻酸鈉溶液 20mL，待其擴散
- (4)在兩層冰皆尚未融化前利用層析管(從離培養皿高 1cm 處)加入 0.08M 氯化鈣溶液 15mL
- (5)待 30 分鐘後取出

2.冰全熔

- (1)在培養皿中加入 0.08M 氯化鈣溶液 15mL，置於冰箱中使其凝固
- (2)待鈣冰成形後，加入 10mL 蒸餾水，置於冰箱中使其凝固
- (3)取出培養皿，利用層析管加入 1.90%海藻酸鈉溶液 20mL，待其擴散
- (4)待兩層冰完全融化後利用層析管(從離培養皿高 1cm 處)加入 0.08M 氯化鈣溶液 15mL
- (5)待 30 分鐘後取出

實驗三、探討交聯過程中鈣離子的消耗情形

使海藻酸鈉濃度與鈣冰融化情形分別為 1.90%不熔、1.90%全熔、3.86%不熔及 3.86%全熔與氯化鈣中的鈣離子進行交聯反應後，利用 EDTA 滴定剩餘溶液中鈣離子的方式，探討反應中鈣離子消耗情形。

實驗步驟

(一)製作標準鈣溶液：

- 1.秤取 0.50g 無水碳酸鈣，放入 250mL 錐形瓶中，加入 1+1 鹽酸(10mL 鹽酸與 10mL 水)將所有固體溶解。
- 2.倒入 100mL 蒸餾水
- 3.煮沸溶液至沸騰，以排除二氧化碳。
- 4.使用 pH 計，利用 1+1 鹽酸(10mL 鹽酸與 10mL 水)與 3M 氫氧化銨調整 pH 值至 4.4 和 6.2 之間。
- 5.移入 500ml 容量瓶中，加入蒸餾水至刻度，即為標準鈣溶液。

(二)標定 EDTA：

- 1.量取 15mL 標準鈣溶液
- 2.加入 1~2mL pH10 的氨-氯化氨緩衝溶液使溶液 pH 值介於 9.9 與 10.1 之間，計時五分鐘。
- 3.加入 2 滴羊毛銻黑 T 指示劑溶液，以 EDTA 滴定並同時攪拌，直至溶液淡紅色消失後，每滴間隔 3 到 5 秒，溶液呈藍色時結束滴定。
- 4.計算 EDTA 濃度

(三)滴定自設的鈣離子溶液

- 1.量測經交聯反應後所剩餘含鈣離子溶液體積。
- 2.量取 5mL 自設含鈣離子溶液。
- 3.加入 1~2ml 緩衝溶液使溶液 pH 值介於 9.9 與 10.1 之間，計時五分鐘。
- 4.加入 2 滴羊毛銻黑 T 指示劑溶液，以 EDTA 滴定並同時攪拌，直至溶液淡紅色消失後，每滴間隔 3 到 5 秒，溶液呈藍色時結束滴定。

5.計算自設溶液中所含鈣離子莫耳數，推得交聯反應消耗鈣離子莫耳數。

實驗四、探討不同濃度海藻酸鈉在第四層鈣的衝擊下製作成膜的完整性

- 1.在培養皿中加入 1.90%氯化鈣溶液 15mL，置於冰箱中使其凝固
- 2.待鈣冰成形後，加入 10mL 蒸餾水，置於冰箱中使其凝固
- 3.取出培養皿，加入 3.86%海藻酸鈉溶液 20mL，待其擴散
- 4.待兩層冰完全融化後利用層析管加入 1.90%氯化鈣溶液 15mL
- 5.待其反應一小時後取出，拍照記錄
- 6.用 imagej 分析雙層部分與總面積並計算其占比
- 7.將步驟 3 之海藻酸鈉替換為 1.90%、0.86%、0.43%，重複步驟 1~6

實驗五、探討烘乾薄膜所需時間

- 1.將 0.08M 氯化鈣 15mL 倒入培養皿中
- 2.再以層析管加入 20mL 的 0.43%海藻酸鈉溶液
- 3.靜置十分鐘後撈出
- 4.將薄膜放入烘箱以 70°C 進行烘乾，每十分鐘取出測量質量及拍照記錄
- 6.分為兩組放入烘箱中，一組間隔 30 分鐘取出測量質量，一組間隔 20 分鐘取出測量質量，一共烘 60 分鐘。

實驗六、探討烘乾薄膜時間隔不同時間取出對失水情形的影響

- 1.將 0.2M 氯化鈣 15mL 倒入培養皿中
- 2.再倒入 20mL 的 0.43%海藻酸鈉溶液
- 3.靜置十分鐘後撈出
- 4.將薄膜裁成 4cm*4cm 的正方形以控制面積大小相同
- 5.以衛生紙吸水的方式控制薄膜初始質量相同
- 6.分為兩組放入烘箱中，一組間隔 30 分鐘取出測量質量，一組間隔 20 分鐘取出測量質量，一共烘 60 分鐘。

五、結論與生活應用

- 一、使用鈣冰進行雙層膜的製作時，可以有效防止第二層海藻酸鈉溶液向下沉，做出的膜底部也較為完整。
- 二、在鈣冰上加一層水冰能有效避免在海藻酸鈉在擴散出較大面積前反應，並製作出面積較大之薄膜
- 三、不同濃度海藻酸鈉、不同鈣冰溶化情形所消耗的鈣離子莫耳數差異不大。
- 四、烘乾海藻酸鈉薄膜的最少需求時間為一小時。
- 五、間隔二十或三十分鐘取出不影響最終烘乾效果，故選擇較方便的三十分鐘為佳。

參考資料

一、吳, 宗. (n.d.). 不「球」「滲」「解」.

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/030203.pdf>

二、吳, 佳. (2015). 目不轉「晶」—探討海藻酸鈉薄膜的形成與其相關應用.

[目不轉「晶」—探討海藻酸鈉薄膜的形成與其相關應用 - 臺灣網路科教館](#)

[\(ntsec.edu.tw\)](http://ntsec.edu.tw)

三、伍, 亭. (2018). 鈣多晶球.

[鈣多晶球 - 臺灣網路科教館 \(ntsec.edu.tw\)](#)

四、林, 鈺. (2018). Ooho!「內」個「膜」法—凝膠薄膜性質之探討.

[Ooho!「內」個「膜」法—凝膠薄膜性質之探討 - 臺灣網路科教館 \(ntsec.edu.tw\)](#)

五、李, 羿., & 鄭, 佳. (2019). 「混」是「膜」王—探討海藻酸鈉及澱粉混和薄膜的特性.

[「混」是「膜」王—探討海藻酸鈉及澱粉混和薄膜的特性 - 臺灣網路科教館](#)

[\(ntsec.edu.tw\)](http://ntsec.edu.tw)

六、鍾, 逢彧. “「泡膜」雲起「膜」登寶「澱」—澱粉起泡、成膜性質的探討及應用.” 臺灣網路科教館, 2014,

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=12032&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=4&sid=12057>. Accessed 13 February 2023.