

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 ( 職 ) 組 成果報告表單

題目名稱：抗菌甘安捏？——用海藻酸鈣膜抵禦黴菌入侵

一、摘要

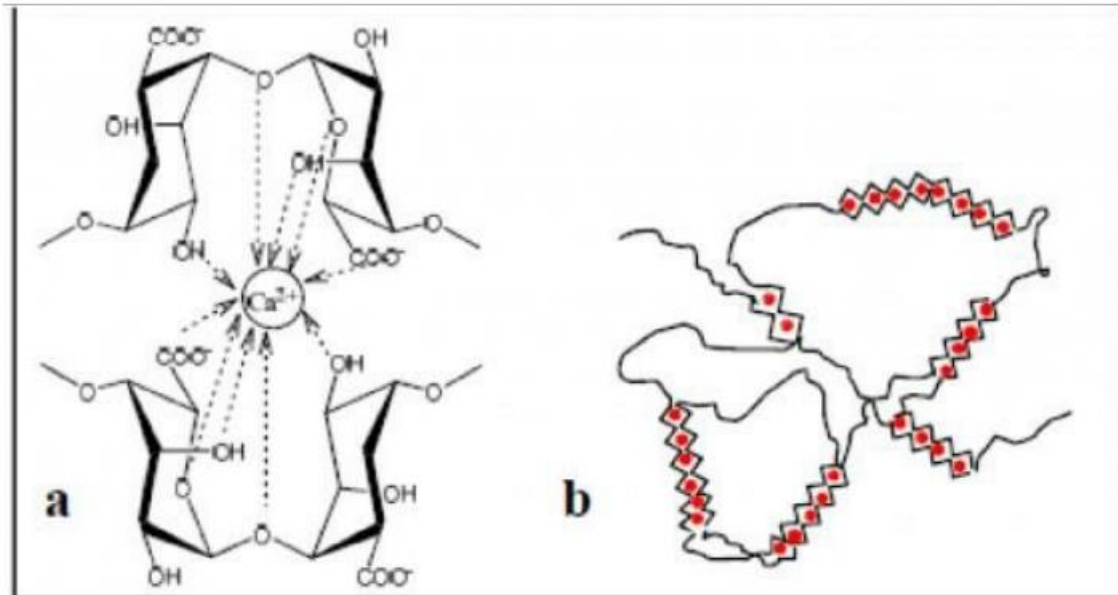
在偶然看到分子料理的資料時，我們進一步蒐集有關晶球的資料，並且在查找資料的途中得知晶球具有抑菌性，出於對晶球抑菌性的好奇下，我們對此做了兩種實驗，實驗對象分別為柳丁和米飯，而根據我們的實驗結果推論，未來晶膜或許有機會取代保鮮膜，但仍需更深入的研究支持這樣的假設。

二、探究題目與動機

近年分子料理風靡全球，我們在瀏覽 youtube 的過程中，偶然看到了其中一種分子料理，海藻酸鈉的晶球化作用，我們對那一顆顆的晶球感到好奇。查找資料的過程中，在一篇論文裡看到海藻酸鈉對大腸桿菌(*Escherichia coli*)是具有抑菌性的，並以此為發想形成了本次的實驗。

海藻酸鈉的晶球化作用：當海藻酸鈉溶液滴入氯化鈣溶液，產生交聯作用

(Cross linking)，鈣離子會取代海藻酸鈉羧基上的鈉離子 ( $\text{Na}^+$ )，再結合另一醣醛酸分子上的羧基，形成離子架橋、一個三度空間的網狀組織結構。(如圖一)



圖一 / Ahirrao and others (2014)

a. 海藻酸鈉與鈣離子的交連作用。

b. 連續 G-G 組合與鈣離子形成的蛋盒模式與 M-M 組合形成的平滑聚合物鏈之示意圖。

三、探究目的與假設

在晶球化與抑菌性的條件下，我們假設晶球化之所以可以抑菌的原因是因為其隔絕的內外，使細菌、黴菌無法造成汙染。

為了驗證這樣的假設，我們設計了實驗，將我們所製作的、晶球化的膜，覆蓋到水果、米飯之上，看看有覆蓋膜的地方是否會有長黴菌的情況。

#### 四、探究方法與驗證步驟

##### 一、晶膜的製作方式：

1. 取 1g 海藻酸鈉加入 100mL 蒸餾水中，配成海藻酸鈉水溶液。
2. 取 1g 氯化鈣加入 100mL 蒸餾水中，配成氯化鈣水溶液。
3. 取一培養皿在其加入氯化鈣水溶液後再加入海藻酸鈉水溶液，使其反應形成海藻酸鈣晶膜。(如圖二)



圖二

##### 二、柳丁的實驗：

1. 在同一柳丁上以圓規畫出兩個相同大小的圓並去除其圓內的果皮。
2. 將製作好的晶膜覆蓋上其中一個圓。
3. 放於噴過水的塑膠袋中（未封閉）。
4. 定期拍照觀察。

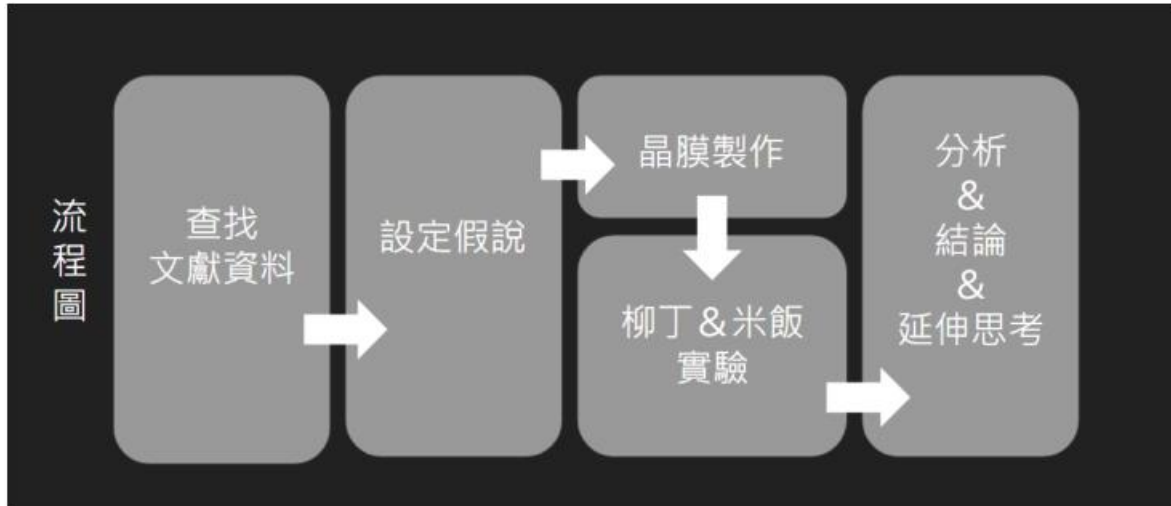
##### 三、米飯的實驗：

1. 將差不多重量的米飯（四組）至於培養皿中。
2. 將製作好的晶膜覆蓋上其中兩組。
3. 對每個培養皿噴一次水。
4. 定期拍照觀察。

細流				
項目	儀器	材料	步驟	備註
晶球膜試做	燒杯 玻棒 電子秤 培養皿 鐵盤	海藻酸鈉 氯化鈣 蒸餾水	<p>一、液體配置：</p> <p>A 製作海藻酸鈉溶液：粉狀海藻酸鈉：蒸餾水 = 1g：100ml，海藻酸鈉分次加入蒸餾水混和。</p> <p>B 製作氯化鈣溶液：氯化鈣：蒸餾水 = 1g：100ml，將氯化鈣加入蒸餾水中攪拌溶解。</p> <p>二、晶球膜成形：</p> <p>首先，將氯化鈣溶液倒入培養皿，在完整覆蓋培養皿底部後倒入海藻酸鈉水溶液，靜置五分鐘使其成形。</p>	紀錄比例
柳丁實驗+米飯實驗	燒杯 玻棒 電子秤 培養皿 鐵盤 解剖刀	海藻酸鈉 氯化鈣 蒸餾水 柳丁 米飯	<p>一、樣品準備：</p> <p>A 柳丁：將準備好的四顆柳丁分別在其兩側以圓規畫出兩個相同大小的圓並去除其圓內的果皮。</p> <p>B 米飯：將準備好的熟飯秤重，平均分裝至四個培養皿。</p> <p>二、加上晶球膜：</p> <p>A 柳丁：將符合孔洞大小的晶球膜覆蓋到柳丁其中一側的孔洞上，並將其放於噴過水的塑膠袋中。</p> <p>B 米飯：保留兩個樣品作為對照組，實驗組的兩個樣品，其一是將已形成膜的晶球膜覆蓋到米飯之上，而另一個是將氯化鈣水溶液以及海藻</p>	

			酸納水溶液直接倒到培養皿中使其成膜。	
--	--	--	--------------------	--

### 流程圖



此連結裡有更多的實驗照片：

<https://drive.google.com/drive/folders/18zHdwXmoMSnTA29JcCpNFBiwPZEF0ZwZ?usp=sharing>

## 五、結論與生活應用

### 一、實驗結果

1. 柳丁：經過七天的觀察，從外表可以發現在貼膜的外圈，膜有浮起來的現象，但果肉的部份仍在覆蓋範圍內。在柳丁的兩塊果肉當中，其中未覆蓋上膜的一側，四顆有三顆長了黴菌；而有覆蓋上膜的一側亦有三顆表面上是有黴菌的。為確認我們的晶球膜是否具有阻隔的功效，我們用鑷子將表面上的膜撕除，發現即使膜的表面是有黴菌的，但果肉實則未受汙染。因此我們認為晶球確實是有阻隔內外的功效，只是其時效仍續進行探討。

2. 米飯：經過一個周末後回到學校看，就已發現四個培養皿內的飯都已長黴菌，而在經過七天的觀察後，我們發現有覆蓋膜的樣本較沒有覆蓋膜的樣本長了更多黴菌。因此我們推測米飯之所以會長黴菌，可能是因為海藻酸鈉水溶液以及氯化鈣水溶液所形成的晶球膜是帶有水分的，導致黴菌更容易生長。



## 二、生活應用

根據上述的實驗結果，雖然因為晶球膜帶有水分間接促使米飯上的黴菌生長，但在柳丁的實驗中我們也發現晶球膜確實有一定的阻隔效果，那這恰好是我們生活中經常用到的保鮮膜的功用嗎？

其實保鮮膜的使用往往都有環保的疑慮，那如果今天有一種材料是可以在短時間內防止食物遭到黴菌棲息，又同時不會因為其造成對環境的傷害，未來晶膜或許就有機會取代保鮮膜，但這也仍需更深入的研究支持這樣的假設。

## 六、參考資料

晶球製備材料與方式：中華民國第 58 屆中小學科學展覽會—鈣多晶球

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-080204.pdf>

晶球抑菌性：

<https://www.airtilibrary.com/Publication/alDetailedMesh?docid=10007075-201004-201009210047-201009210047-102-108>

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, 61(2), 185-202.

天氣資訊：<https://www.accuweather.com/zh/tw/taichung-city/315040/march-weather/315040?year=2021>