

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

海洋科學組 成果報告表單

題目名稱：從人工鮭魚卵 看分子料理 對海洋生態的影響

一、摘要：

全球海洋資源逐漸匱乏，是現今各國所需面對的重大問題，許多文獻指出過度捕撈是目前造成海洋生態危機的原因之一，雖然養殖漁業的發展看似能夠降低野生族群的生存壓力，然而卻存在潛在危機。本研究主旨，欲透過資料蒐集，了解漁業活動對環境所造成的影響，；藉由實驗，了解人工鮭魚卵的製作方法及原理，並探討不同因素對於人工鮭魚卵成型之影響，嘗試以分子料理代替人類對於海鮮的需求。希望讓大眾對於海洋議題更加重視期盼海洋危機能有好轉的一天。

二、探究題目與動機

生在海島國家，飯桌上出現海鮮已習以為常。研究指出吃海鮮對環境永續有幫助，因為多數魚類一次可以產出上百顆甚至上千顆的卵，加上生長期短，生殖潛能遠大於一般陸地上的動物，可以大量供應人們的需求，然而如果這些產品是由國外進口，碳排放量必定會高於國內生產。還記得紅極一時的「鮭魚之亂」嗎？鮭魚在主要生產國家(挪威、智利、蘇格蘭、加拿大、法羅群島等)和臺灣養殖所使用的飼料，成份多來自魚粉，雖然近幾年在養殖飼料上有所改革，替代性蛋白來源的開發、植物性蛋白利用的提升，降低了魚粉的使用量，但這些位於食物鏈底層的海洋生物仍然被大量捕撈，儘管養殖漁業並不會直接影響海洋生態中該魚種的族群大小，卻間接破壞了海洋環境的生態平衡。

有一陣子，網路上瘋傳分辨真假鮭魚卵，有許多黑心商人使用化工材料做出人工鮭魚卵。這使我們想到如果利用可食用性的原料，製造出安全衛生的人工鮭魚卵，藉由分子料理滿足人們口腹之慾，是否就能減少市場對於養殖與捕撈的需求，並使海洋資源得以永續。

三、探究目的與假設

- 1.比較進口鮭魚與臺灣鮭魚的碳排放量。
- 2.了解利用下雜魚做魚飼料對生態的影響。
- 3.探討如何做出人工鮭魚卵。
- 4.探討人工鮭魚卵的各項性質。

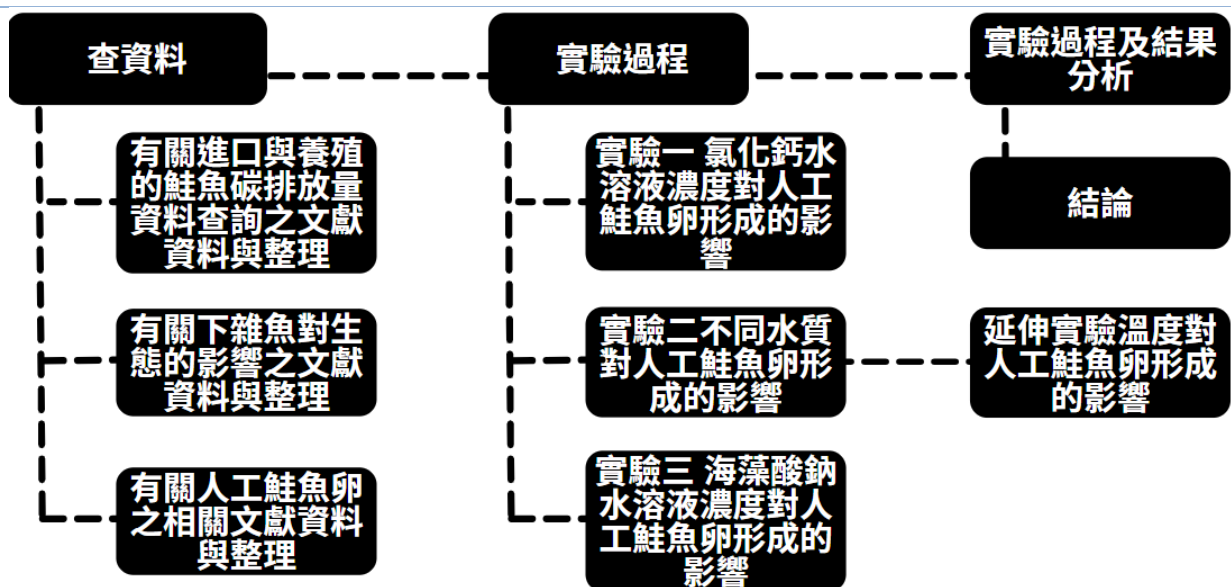
假設：(1)氯化鈣水溶液濃度越低，人工鮭魚卵越不容易成型。

(2)作為溶劑的水的來源(自來水、逆滲透水、蒸餾水)不影響到成型與否。

(3)海藻酸鈉水溶液濃度越低，人工鮭魚卵越不容易成型。

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗架構圖



二、研究方法

(一)進口鮭魚與臺灣鮭魚的碳排放量的比較

就我們一般的想法，會認為養殖漁業的碳排放量較低，但其實不然。

捕撈漁業的碳排分為以下三種：漁船柴油引擎、船上冷凍設備、餌料生產，其中又以漁船柴油引擎的碳排為最大宗，約占總碳排的 60% 至 90%。而水產養殖雖然能省下漁船出海的碳排，但也造成其他碳排的出現，其中包括打氣裝置、溫控設施、飼料所帶來的碳排。養殖漁業的碳排會因為養殖的水產類別、養殖地點，個別業者採納減碳科技的程度，而有所不同。

以鮭魚為例，因為可以預測野生鮭魚的洄游路線及時間，因而能夠減少漁船使用的油料，進而減少碳排量。相較來說，人工養殖鮭魚消耗大量飼料，還需裝設溫控設施，長年累積起來，養殖鮭魚的排放量未必低於捕撈野生鮭魚。而我國進口的鮭魚以挪威養殖鮭魚為主，而養殖的排放量加上長遠運輸的碳排，鐵定比我國捕撈和養殖的鮭魚來的高。

(二)使用下雜魚做魚飼料對生態的影響

養殖漁業使用的飼料成份大都是魚粉和魚油。魚粉的來源主要來自混獲、較無經濟價值、位於食物鏈底層的生物，這些生物基本上在市場沒有經濟價值，通稱為下雜魚。將下雜魚製成飼料，看似可以解決混獲所帶來食物浪費問題，又可以提供給水產養殖業利用，但這些海洋生物卻是支撐整個海洋生態系食物網的基礎，底層消費者大量減少，使得更多生物面臨食物不足的窘境，原本瀕危的物種甚至可能因此而消失，進而造成生物多樣性降低，破壞生態平衡。因此若是使用分子料理替代人類對養殖魚類的需求，是否就能減少破壞海洋生態，也能滿足大眾的口腹之慾呢？

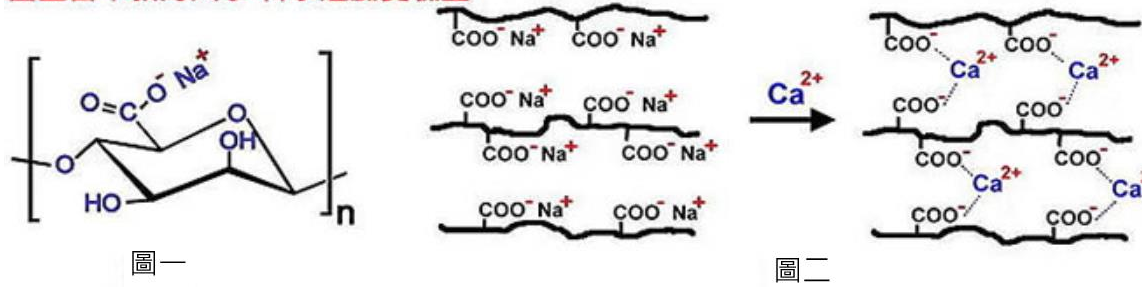
(三)如何做出人工鮭魚卵

我們希望能夠利用海藻酸鈉與鈣離子的結合，製造出類似鮭魚卵口感的分子食物。

海藻酸鈉是一種高分子，結構如圖一所示。當海藻酸鈉滴入氯化鈣中，鈣離子會取代

納離子，並且抓住海藻酸鈉分子之間的羧酸離子，使得分子間的聯結性更強（如圖二），此交聯作用使分子更為固定，流動性降低而固化（形成一種半透膜）。

國立台中教育大學 科學遊戲實驗室



由上圖可知只要是能解離出鈣離子的離子化合物，便能成為人工鮭魚卵的材料，因此在實驗三中，我們採用可食用的乳酸鈣，取代為化工材料的氯化鈣。

三、實驗過程

(一)實驗一 氯化鈣水溶液濃度對人工鮭魚形成的影響

目的：以不同濃度的氯化鈣水溶液加海藻酸鈉水溶液，觀察並比較人工鮭魚卵的成型程度及彈性大小。

1.實驗變因：

- (1)操縱變因：氯化鈣水溶液的濃度
- (2)控制變因：實驗器具、海藻酸鈉水溶液溫度及濃度、氯化鈣水溶液溫度
- (3)應變變因：人工鮭魚卵的成型狀態

2.實驗步驟：

- (1)以 2 克的海藻酸鈉加入 100 克的水並加熱，接著攪拌至海藻酸鈉完全溶解
- (2)為方便觀察，將完成的海藻酸鈉溶液加入顏料染色
- (3)將氯化鈣水溶液調至飽和，並過濾
- (4)將過濾後的飽和氯化鈣水溶液以十分之一稀釋法稀釋，連續稀釋 4 次
- (5)將海藻酸鈉水溶液用滴管吸起，分別滴入 5 種濃度的氯化鈣水溶液中
- (6)將各杯成型小球選出，放置於培養皿上觀察並紀錄結果

3.實驗結果：



實驗結果跟預期的一樣，濃度愈低的氯化鈣愈不易形成球狀，而有形成小球的外觀看起來差異不大，但濃度愈低的摸起來愈軟

(二)實驗二 不同水質對人工鮭魚卵形成的影響

目的：以不同種類的水製作海藻酸鈉水溶液，加入氯化鈣水溶液，觀察並比較人工鮭

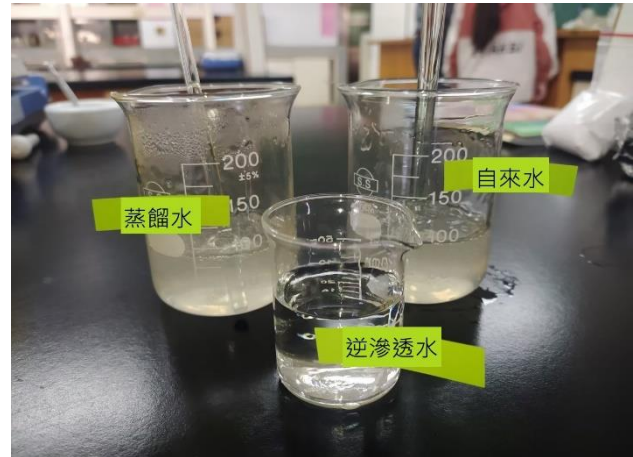
魚卵成型狀況。

1.實驗變因：

- (1)操縱變因：不同種類的水（自來水、逆滲透水、蒸餾水）
- (2)控制變因：實驗器具、氯化鈣濃度、海藻酸鈉濃度、水溶液溫度
- (3)應變變因：逆滲透水製成的人工鮭魚卵成型狀況

2.實驗步驟：

- (1)將 3.5 克的氯化鈣加入 500 克的水
- (2)分別將 100 克自來水、逆滲透水、蒸餾水加入 2 克海藻酸鈉，並攪拌至完全溶解
- (3)分別將不同水質所溶的海藻酸鈉以吸管吸起
- (4)分別滴入四個相同濃度的氯化鈣水溶液中



- (5)將各杯成型小球選出，放置於培養皿上觀察並紀錄結果

3.實驗結果：

使用逆滲透水所做出的海藻酸鈉水溶液，相比由自來水和蒸餾水所做出的海藻酸鈉水溶液，更為清澈較不黏稠，但較難形成球狀。

* 延伸實驗 溫度對人工鮭魚形成的影響

動機：某次實驗時，我們用逆滲透水作為溶劑，加上當時加熱到攝氏 100 度，結果做出的海藻酸鈉水溶液無法在氯化鈣水溶液中成型，因此便想了解其中的緣由。

目的：研究不同種類的水在比室溫高(攝氏 60 度)的情況下，所調配的海藻酸鈉水溶液加入氯化鈣水溶液後，能否做出人工鮭魚卵。

1.實驗變因：

- (1)操縱變因：不同種類的水（自來水、逆滲透水、蒸餾水）
- (2)控制變因：實驗器具、氯化鈣濃度、海藻酸鈉濃度、60 度的水溶液
- (3)應變變因：溫度不同，產物所呈現的狀態

2.實驗步驟：

- (1)以 2 克的海藻酸鈉分別加入 100 克不同種類的水，並加熱至攝氏 60 度，接著攪拌至海藻酸鈉完全溶解
- (2)以 3.5 克的氯化鈣加入 500 克的水
- (3)將各加熱至攝氏 60 度，不同種類(自來水、逆滲透水、蒸餾水)海藻酸鈉水溶液用滴管吸起，並滴入氯化鈣水溶液中

3.實驗結果：

溫度過熱，導致海藻酸鈉水溶液滴入氯化鈣水溶液時無法形成球狀

(三)實驗三 海藻酸鈉水溶液濃度對人工鮭魚形成的影響

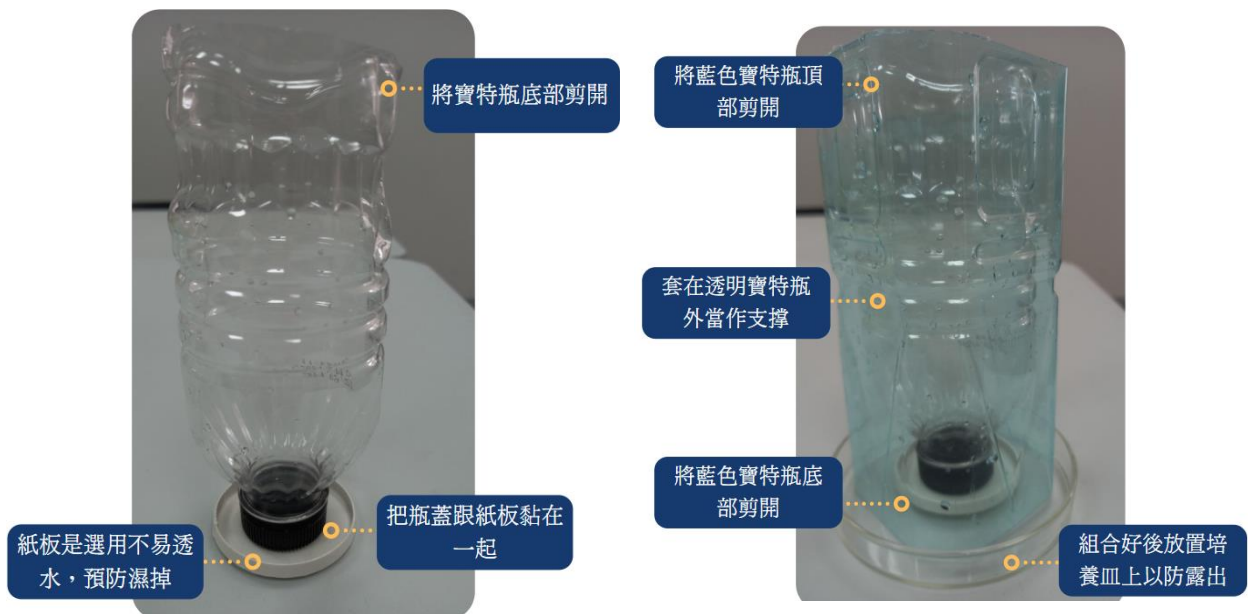
目的：以 3 種不同濃度的海藻酸鈉水溶液加入氯化鈣水溶液，測試人工鮭魚卵表面可承受的重量(準備砝碼總重量為 300 克)

1.實驗變因：

- (1)操縱變因：海藻酸鈉水溶液的濃度
- (2)控制變因：實驗器具、實驗地點、乳酸鈣濃度、空氣、溼度等
- (3)應變變因：不同濃度的海藻酸鈉水溶液產物形成的狀況

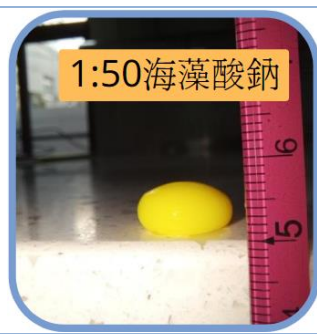
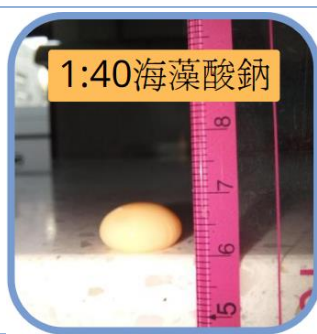
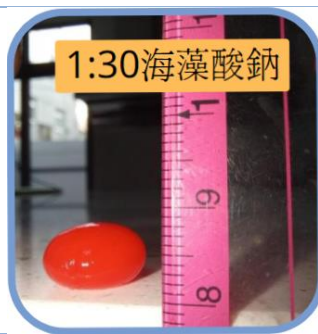
2.實驗步驟：

- (1)分別以 2 克、2.5 克、3.3 克的海藻酸鈉加入 100 克的水並加熱，接著攪拌至海藻酸鈉完全溶解
- (2)為方便觀察，將完成的海藻酸鈉溶液加入顏料染色
- (3)以 3.5 克的乳酸鈣加入 500 克的水
- (4)將各濃度(海藻酸鈉：水分別為 1：50、1：40、1：30)海藻酸鈉水溶液用滴管吸起，並滴入乳酸鈣水溶液中
- (5)將各杯成型小球選出，放置於培養皿上觀察並紀錄結果



- (7)測試人工鮭魚卵表面承受力
- (8)再將人工鮭魚卵放在培養皿上，使用自製機器測量
- (9)以 10 克的砝碼一個一個放進內部寶特瓶直到 300 克
- (10)重量達到 300 克時放置 1 分鐘，並觀察跟紀錄

3.實驗結果：3 種不同濃度的人工鮭魚卵表面承受同樣重壓時，無明顯改變故海藻酸鈉水溶液的濃度對人工鮭魚卵表面沒有太大的影響



五、結論與生活應用

經過此實驗可得到以下結論：

(一)氯化鈣水溶液濃度試驗結果

氯化鈣水溶液濃度越低越難成型，氯化鈣水溶液濃度越高，所形成的人工鮭魚卵越硬。

(二)不同水質對人工鮭魚卵的影響

以逆滲透水作為溶劑，會使得海藻酸鈉溶液滴入氯化鈣溶液後，無法型呈球狀。

(三)溫度對人工鮭魚卵的試驗結果

溫度過熱會導致海藻酸鈉變質，無法製成人工鮭魚卵。

(四)海藻酸鈉水溶液濃度試驗結果

改變海藻酸鈉濃度對人工鮭魚卵的影響不大。

(五)解決海洋危機和人們需求

減少進口和人工養殖鮭魚以及下雜魚的需求；讓素食者也可以嘗到魚卵的口感。

※實驗延伸

若要將人工鮭魚卵加以應用，還有許多的因素必須納入考量，未來我們將繼續進行以下幾種因素的探討：

- 1.欲了解是否適合冷藏保存，我們將探討在低溫環境對於人工鮭魚卵形狀與硬度的影響
- 2.欲了解是否能將此產品放在各種性質中的食物，因此探討酸鹼值對於海藻酸鈉的影響，使未來在製作分子料理時能應用到
- 3.試著加入各種調味料，以調配出接近真正鮭魚卵的味道

參考資料

1.環境資訊中心

- (1)養殖和遠洋水產哪個碳排低？ <https://e-info.org.tw/node/231886>
- (2)過度捕撈 嚴重影響海洋生物多樣性 <https://e-info.org.tw/node/56251>
- (3)大量捕撈飼料魚卻欠缺管理 犧牲海洋的中國養殖漁業 <https://e-info.org.tw/node/206906>

2.國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系-化學粉圓與麵條

<http://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-019.htm>

3.台灣西南海域拖網漁場下雜魚資源調查 <https://reurl.cc/Npzaok>

4.台灣魚類資料庫—臺灣海鮮選擇指南。 邵廣昭、廖運志。 2015/4/1

5.農民學院-水產試驗所開發低魚粉石斑飼料-增加養殖漁民收益

https://academy.coa.gov.tw/theme.php?theme=news&id=news_1571365786&WS_id=96