

# 中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科(二)

032914

如「膠」「飼」漆—天然黏膠作為魚蝦飼料中的黏著劑

學校名稱：桃園市立龍潭國民中學

作者：  國二 林宣呈  國二 陳祐揚	指導老師：  蕭仟玫  黃銘義
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：天然黏性物質、飼料黏著劑、水質

## 摘要

本研究透過預備實驗，發現日常生活中方便取得的天然黏膠可作為魚蝦飼料黏著劑，接著設計三個部分實驗進行探討，分別為（一）飼料對水質的影響、（二）飼料對魚蝦飼養環境的影響、（三）飼料對魚蝦的誘食性。研究結果發現，天然黏膠中以秋葵膠最適合作為飼料黏著劑，其綜合水質數值穩定、具較佳魚蝦誘食性、飼料無發霉情形等特質。而自製飼料經烘烤可加速其固化，但高溫除了會影響飼料內營養組成，也會使飼料膨脹形成浮粒飼料，而不適用於底棲動物。飼料總表面積越大具有較佳的魚蝦誘食性，但相對的其對水質具有不良的影響。本研究結果包括 TDS 數據、七合一水質測試、易發霉與否、製作方便與否等，提供大眾自製魚蝦飼料時應用參考。

## 壹、研究動機

養殖水生動物時，飼料是成功的一大關鍵，良好的飼料黏著劑不僅能提高飼料顆粒在水中的保形時間，也能提高魚蝦對飼料的利用率，達到防止水質惡化的功效，若飼料出了差錯，容易造成水質混濁不清，甚至魚蝦死亡。而魚蝦在各時期所需的營養素不同，利用自製飼料可以直接在飼料內加入額外營養素，根據不同目的幫助其脫殼、生長、抱卵、體色增艷等，然而製作粒狀飼料之製粒機價格昂貴（十萬元以上）且體積龐大，對於小規模飼養者來說並不實用。於是我們想要了解天然膠狀物質是否能作為飼料黏著劑？除了讓魚蝦飼料能成粒外，同時是否也能維護飼養水質？高攝食效率以避免殘餌，也是水質穩定的要素，而怎樣的飼料對魚蝦具有較佳誘食性？以上都是本研究想要探討的問題。

## 貳、研究目的

### 第一部分：天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

實驗一：探討飼料在不同烘烤溫度下對於水質的影響

實驗二：探討飼料在不同烘烤時間下對於水質的影響

實驗三：探討四種天然黏膠製成的飼料對於水質的影響

實驗四：探討飼料大小對於水質的影響

實驗五：探討飼料形狀對於水質的影響

### 第二部分：魚蝦飼養環境下，天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

實驗六：探討四種天然黏膠製成的飼料，對於養殖環境中的水質影響

### 第三部分：天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

實驗七：探討四種天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

實驗八：探討不同顏色飼料對於魚蝦的誘食性

實驗九：探討不同大小飼料對於魚蝦的誘食性

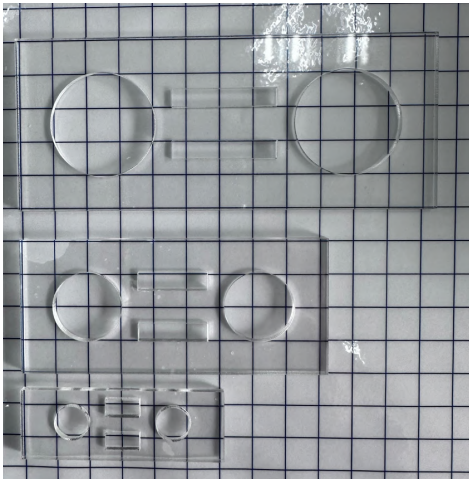
實驗十：探討不同形狀飼料對於魚蝦的誘食性

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備與器材（表一）

表一 實驗設備與器材

編號	名稱	數量	備註
1	鰻粉	1 包	飼料基底粉
2	牛奶	1 瓶	製作蛋白膠水
3	白醋	1 瓶	製作蛋白膠水
4	食用小蘇打粉	1 包	製作蛋白膠水
5	楠樹粉	1 包	天然膠水
6	秋葵	1 包	天然膠水

7	糯米粉	1 包	天然膠水
8	水質檢測筆	1 支	TDS 值測試、電導率測試、溫度測試
9	七合一水質測試紙	200 張	測試水質中七項數值 (NO <sub>2</sub> 、NO <sub>3</sub> 、pH、KH、鹼度 TA、硬度 GH、氯 Cl <sub>2</sub> )
10	烤箱	1 個	烘烤飼料
11	加熱板	1 個	
12	食用色素	3 瓶	紅、綠、藍
13	實驗水缸	5 個	透明壓克力/長 37 公分×寬 23 公分×高 25 公分
14	打氣裝置	一組	含打氣幫浦、分氣閥、風管
15	撈網	2 個	
16	燒杯	數個	500 mL
17	攪拌棒	2 支	
18	電子秤	1 台	支援精密刻度 0.01g
19	電子尺	1 個	支援精密刻度 0.1mm
20	量杯	1 個	1000 mL
21	攝影器材	2 套	攝影機、腳架
22	飼料塑形模具	3 片	<p>利用雷射技術自製壓克力塑形模具 (圓：1、2、3cm。長條：1、2、3cm)</p> 

## 二、實驗動物

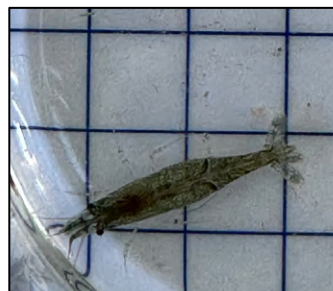
### (一) 實驗動物簡介

本研究魚種使用朱文錦，鯉科(Cyprinidae)，鯽屬 (*Carassius*)，原產於中國，為初級性淡水魚，對環境適應力很強，耐污染及低溶氧。雜食偏草食性，主要攝食浮游生物、水生植物、有機物碎屑等。浮性粒狀飼料與沉性粒狀飼料皆能進食。屬於水族飼料魚，價格便宜（70 元/半斤）。

本研究蝦種使用黑殼蝦，屬底棲小型淡水蝦，體長 1~2cm，野生個體主要分布在山間溝渠、小溪流，喜好高溶氧、潔淨環境、喜群聚。水族館內購買則多為米蝦、新米蝦各屬的種類，價格便宜（100 元/兩）。雜食偏草食性，主要攝食殘餌、水藻、沉性粒狀飼料。



圖一 朱文錦（魚）



圖二 黑殼蝦（蝦）

### (二) 飼養方法與購買

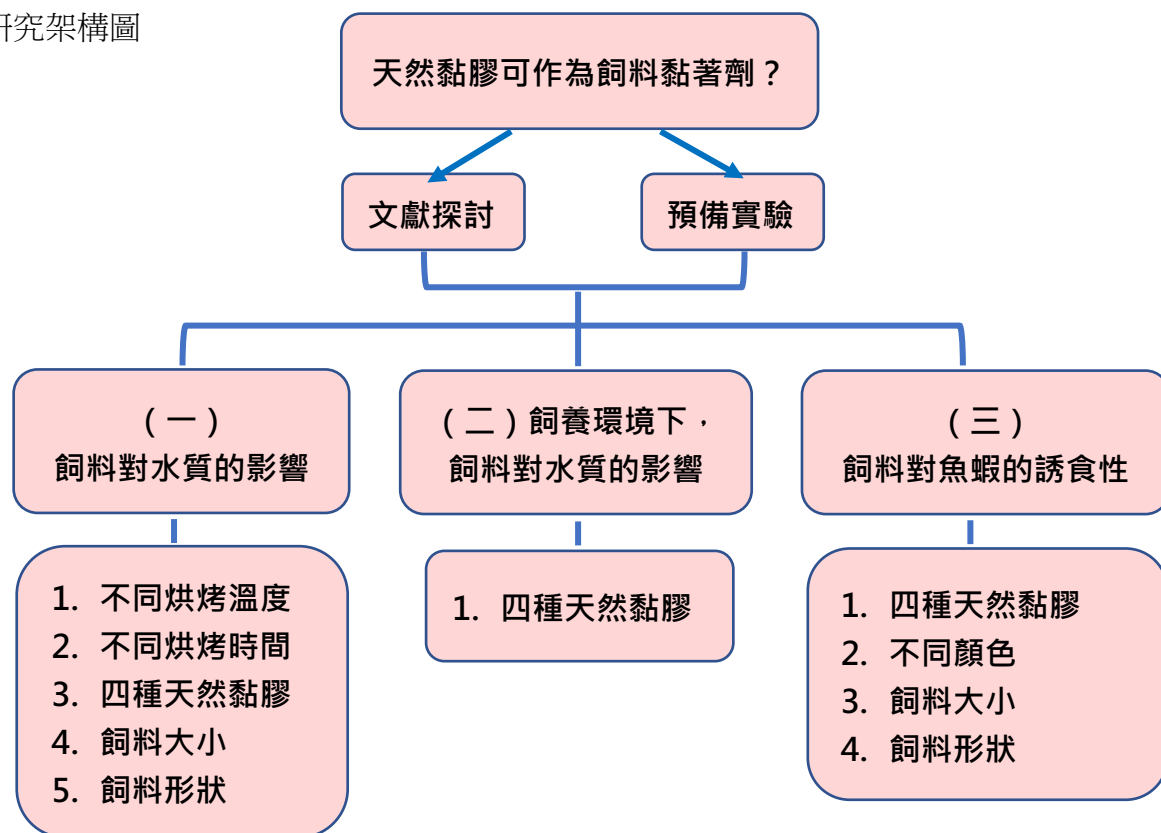
將實驗水缸進行養水曝氣兩天，再將活體朱文錦與黑殼蝦放置於水缸內打氣養殖，適應環境一週時間後再進行後續實驗。



圖三 魚蝦飼養

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究架構圖



### 二、探討天然黏性物質作為飼料黏著劑的可行性

#### (一) 文獻探討與實際觀察：

- 1、水產飼料中的沉性/浮性粒狀飼料製作過程：飼料原料經粉碎混合後，噴入水蒸氣加熱混合，再經打粒機強力擠壓通過模孔成型。製造過程中，無論原料種類、顆粒大小、調質處理等都會影響水中安定性，其中可以蒸汽調質使碳水化合物膠化、調整鋼模規格，及使用黏著劑等提高其在水中安定性。一般要求魚飼料顆粒在水中的耐水性 $\geq 0.5$ 小時，蝦飼料顆粒耐水性 $\geq 2$ 小時，為增加水產顆粒飼料的耐水性，方法一是增加澱粉含量較多的原料，經糊化後產生一定黏性；二是在飼料中另外添加專用黏著劑，通過特有的黏合力使顆粒具有一定耐水性。
- 2、飼料黏著劑：分為天然與合成黏著劑兩類，其中天然黏著劑是利用具有膠化性質 (Gelatinize) 的各種穀物，如：米類與小麥類的蛋白膠以及塊根類的澱粉。

3、水中安定性：通常是主觀判斷飼料之外形是否完整，藉由測定飼料在水中一定時間之重量流失做為衡量標準，而結構上強度則可以物理性破碎作為標準。飼料若有較高的水中安定性，較不易因浸泡於水中而造成發霉或鬆散，對於增進飼料攝食效率及維持水質穩定，扮演重要的角色。

4、水族常見水質檢測數值：良好的水質是所有水族生物生存的基本條件，水質好壞無法單用肉眼判斷，需藉由水質測試相關儀器或試紙進行了解。

(1) TDS：在水中溶解的固體物質總含量(Total Dissolved Solids)，溶解於水中的任何礦物質，鹽、金屬、陽離子或陰離子。其數值包含水中所有我們肉眼看不見的物质，亦可代表水的混濁度，數值越大，表示水中的雜質含量越多。一般建議魚蝦飼養環境 TDS 為 150~350ppm。

(2) 硝酸鹽( $\text{NO}_3$ )、亞硝酸鹽( $\text{NO}_2$ )：飼料投放進系統後，會以兩條途徑轉換水中的氨氮，一經魚蝦消化吸收後代謝排出氨；二是透過異營性細菌分解殘餌碎屑，於氧化過程中轉變為氨。毒性較高的氨氮化合物可被亞硝酸菌氧化而生成亞硝酸菌鹽( $\text{NO}_2$ )，接著亞硝酸菌鹽在硝酸菌作用下，轉化成低毒性的硝酸鹽( $\text{NO}_3$ )。而過多硝酸鹽會造成水質優養化及水質的酸化，進而影響魚隻的健康。一般建議魚蝦飼養環境  $\text{NO}_3 < 50\text{mg/L}$ 、 $\text{NO}_2 < 5\text{mg/L}$ 。

(3) 餘氯( $\text{Cl}_2$ )：自來水添加氯氣消毒，主要目的為防止水傳播疾病，而常有氯氣殘留其中，即稱為「餘氯」。氯具有劇毒，對水生生物造成危害，甚至影響硝化菌生長，當濃度超過 0.02ppm 時，即對魚類黏膜產生強烈的腐蝕作用，超過 0.1ppm 時，足以對許多魚類造成致命的毒害。一般建議魚蝦飼養環境  $\text{Cl}_2 < 0.8\text{mg/L}$ 。

(4) 總硬度(GH)：淡水中鈣離子及鎂離子的含量，大多數的魚類或水草都只能在其最適合的硬度範圍環境下生存。一般建議魚蝦飼養環境  $\text{GH} < 300\text{mg/L}$ 。

(5) 總鹼度(TA)：水中適宜的鹼度可以穩定水體中 pH 值，提高水體緩衝力，並保持水質環境穩定。一般建議魚蝦飼養環境  $\text{TA} < 180\text{mg/L}$ 。

(6) 碳酸鹽硬度(KH)：穩定的鹼度代表缸中的 pH、鈣等含量大致維持穩定，鹼度對無脊椎生物與植物的生長有重大的影響。一般建議魚蝦飼養環境  $KH < 180\text{mg/L}$ 。

(7) pH：pH7 為中性水，pH7 以下稱為酸性水，pH7 以上稱為鹼性水。絕大部分水族生物可以適應的酸鹼度範圍一般在 pH6.5~8.5。

5、蛋白質膠水製作原理：酪蛋白在 pH 值中性情況下分子帶負電，分子間因為靜電排斥而無法凝結。當加入酸性物質（醋）會使酪蛋白分子正電荷數等於負電荷數，此時蛋白質分子凝結並產生白色棉絮狀物。為了使蛋白質分子可溶於水，須將 pH 值調整回中性，故加入鹼性物質（小蘇打）進行酸鹼中和，使蛋白質分子又因靜電排斥而變回可溶性狀態。

（二）預備實驗：利用文獻探討，發現水產飼料製作過程本會添加黏著劑使其固化，為了確定日常生活中方便取得的天然黏性物質，可作為自製飼料的飼料黏著劑，且具有一定的水中安定性，以及後續的實驗設計取向，本研究首先進行了預備實驗，實驗設計與結果如下：

1、操縱變因：飼料製成過程有無天然黏著劑。

實驗組：鰻粉混合蛋白質膠水

對照組：鰻粉混合水（水多組）

鰻粉混合水（水少組）

2、製備蛋白質膠水：

(1) 準備實驗器具（燒杯\*2、量筒、濾紙、漏斗、電子秤、秤藥紙、秤藥匙、低脂牛奶、醋、小蘇打）。

(2) 將低脂牛奶(50 mL)倒入燒杯。

(3) 加入醋(15 mL)後，攪拌直到出現凝固物。

(4) 將凝固物以濾紙過濾並取出。

(5) 加入小蘇打粉(2.5g)至凝固物內，經攪拌呈現黏稠狀即完成蛋白質膠水製備。

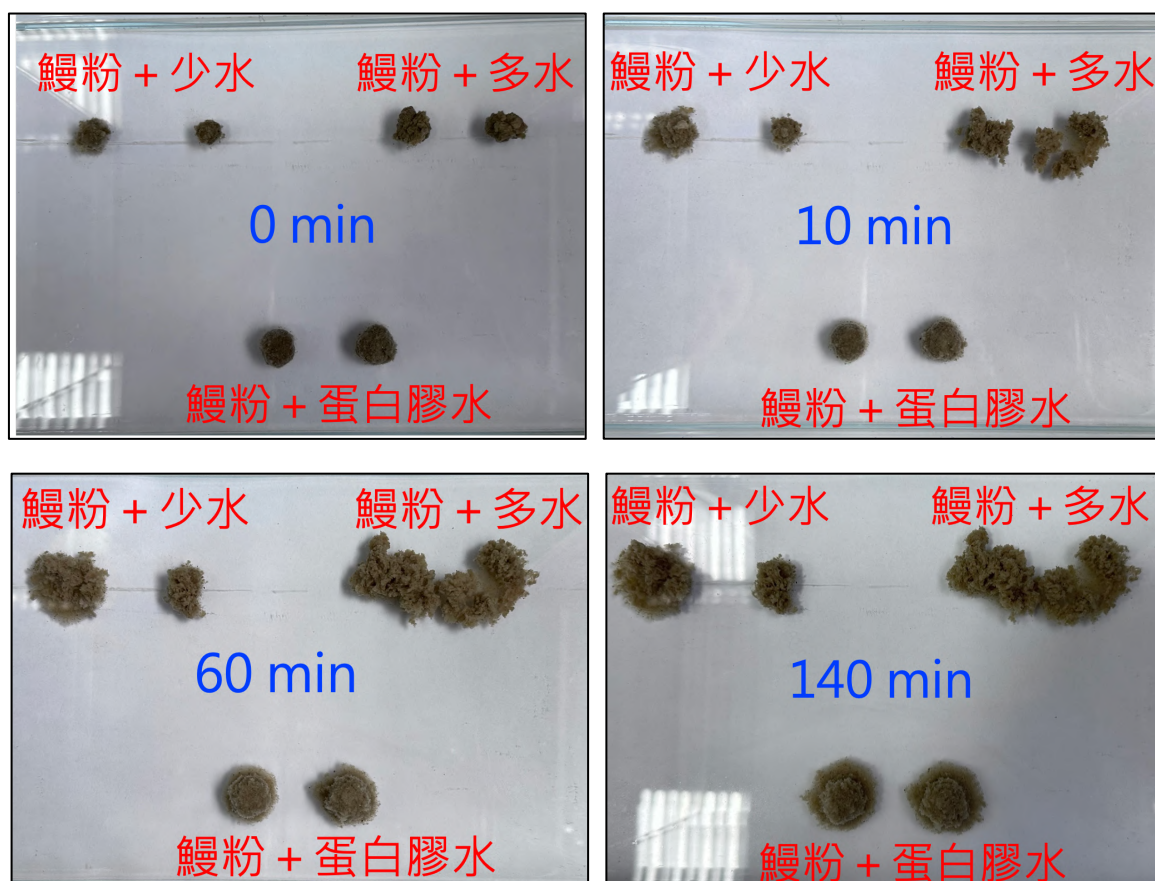


### 3、實驗步驟：

- (1) 實驗組與對照組依上述變因，加入蛋白質膠水或水，捏製成 1 公分大小的飼料。
- (2) 同時間放入靜止的水體中，不同採樣時間點觀察並記錄各組的物理性破碎程度。

### 4、實驗結果：

實驗觀察結果如圖四，對照組飼料在實驗 10 分鐘時已有明顯的碎裂現象，尤其是對照組（水多組），而實驗組（鰻粉+蛋白膠水）在各個採樣時間點（10 分鐘、60 分鐘、140 分鐘）較能維持原型。透過預備實驗，我們發現天然黏性物質能有效維持飼料的形狀，達到較佳的水中安定性。另外，水中安定性一般藉由測定飼料在水中一定時間之重量流失來判定，但在實際操作上有難度，再加上物理性破碎程度的判別較為主觀，於是綜合文獻探討與實驗觀察，後續實驗中探討飼料對於水質的影響，我們將利用水體的 TDS 數值與七合一試紙（NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>、pH、KH、鹼度 TA、硬度 GH、氯 Cl<sub>2</sub>）作為判斷水質的指標。

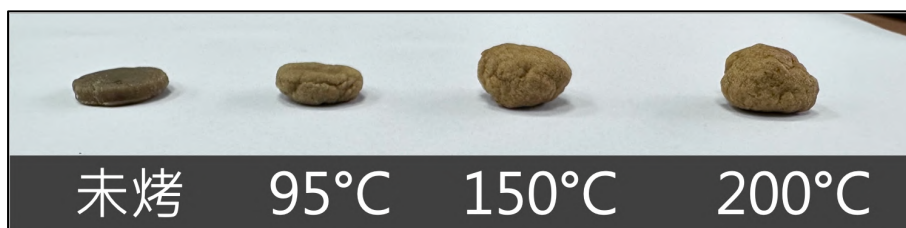


圖四 預備實驗：實驗組、對照組在各採樣時間的物理性破碎程度。

### 三、探討飼料在不同烘烤溫度、烘烤時間、飼料大小、天然黏膠種類、形狀對於水質的影響

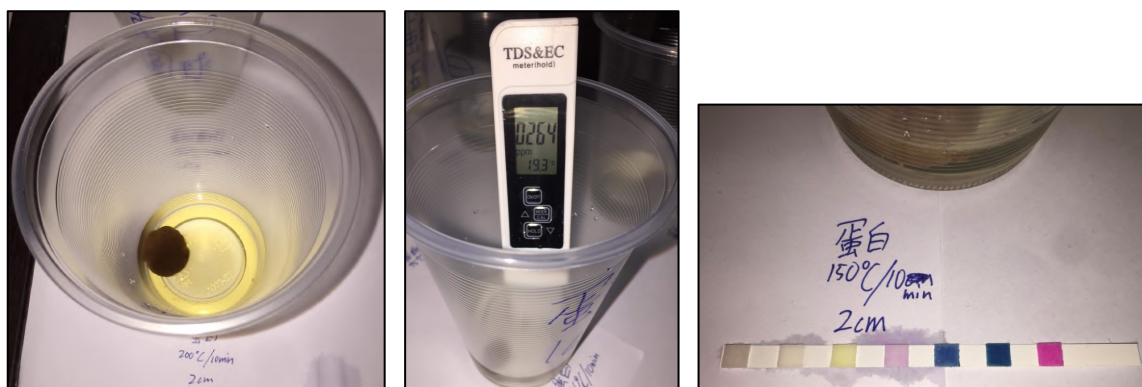
#### (一) 實驗一：探討飼料在不同烘烤溫度下對於水質的影響

1. 鰻粉混合蛋白質膠水製作成飼料，利用自製模具捏出數個形狀、重量相同的樣本（直徑 2cm 的圓、重量 1.25g）。
2. 將樣本放入烤箱，分別以 95°C、150°C、200°C 進行烘烤 10 分鐘。



圖五 不同烘烤溫度的飼料。

3. 將各飼料（未烤、95°C、150°C、200°C）放入裝有 50mL 水的杯子裡。
4. 各採樣時間點以肉眼觀察飼料的物理性破碎程度、水色，並以水質檢測筆檢測 TDS 數值，以七合一試紙檢測七種水質數值。（採樣時間點：0h、0.5h、1h、1.5h、2h、3h、6h、12h、24h、48h、72h、96h、120h）。



圖六 物理性破碎程度與水色、TDS 數值、七種水質檢測試紙

#### (二) 實驗二：探討飼料在不同烘烤時間下對於水質的影響

1. 鰻粉混合蛋白質膠水製作成飼料，利用自製模具捏出數個形狀、重量相同的樣本（直徑 2cm 的圓、重量 1.25g）。
2. 將樣本放入烤箱，以 150°C 分別烘烤 0 分鐘（未烤）、10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘。

3. 將各飼料（未烤、10 min、20 min、30 min）放入裝有 50mL 水的杯子裡。
4. 重複實驗一的步驟 4。



圖七 不同烘烤時間的飼料。

### （三）實驗三：探討四種天然黏膠製成的飼料對於水質的影響

1. 製作四種天然黏膠：
  - (1) 蛋白膠水：製備方式如預備實驗中介紹。
  - (2) 糯米膠：使用電子秤量出 10g 糯米粉，加入 50mL 水混合攪拌均勻，再以加熱板加熱。
  - (3) 楠樹膠：使用電子秤量出 1g 楠樹皮粉，加入 10mL 水充分混合。
  - (4) 秋葵膠：切掉秋葵的蒂頭，加 5mL 水用食物料理機打成泥狀。
2. 鰻粉分別混合四種天然黏膠製作成飼料（混合比例：4g 鰻粉、10g 天然黏膠），利用自製模具捏出數個形狀、重量相同的樣本（直徑 2cm 的圓、重量 1.25g）。
3. 將樣本放入烤箱，以 150°C 烘烤 10 分鐘。
4. 將各飼料（水、蛋白膠、糯米膠、楠樹膠、秋葵膠）放入裝有 50mL 水的杯子裡。
5. 重複實驗一的步驟 4。



圖八 不同天然黏膠製成的飼料

### （四）實驗四：探討飼料大小對於水質的影響

1. 鰻粉混合蛋白質膠水製作成飼料，捏出數個形狀相同、大小不相同、總重量相同的樣本。

- (1) 重量 1g 的圓球，4 顆。
  - (2) 重量 2g 的圓球，2 顆。
  - (3) 重量 4g 的圓球，1 顆。
2. 將樣本放入烤箱，以 150°C 烘烤 10 分鐘。
  3. 將各飼料（1 g\*4、2 g\*2、4 g\*1）放入裝有 50mL 水的杯子裡。
  4. 重複實驗一的步驟 4。



圖九 不同大小的飼料

(五) 實驗五：探討飼料形狀對於水質的影響

1. 鰻粉混合蛋白質膠水製作成飼料，利用模具捏出數個形狀不同、重量相同的樣本。
  - (1) 長條形、重量 1.25g。
  - (2) 圓扁形、重量 1.25g。
  - (3) 圓球形、重量 1.25g。
2. 將樣本放入烤箱，以 150°C 烘烤 10 分鐘。
3. 將各飼料（圓球型、圓扁型、長條型）放入裝有 50mL 水的杯子裡。
4. 重複實驗一的步驟 4。

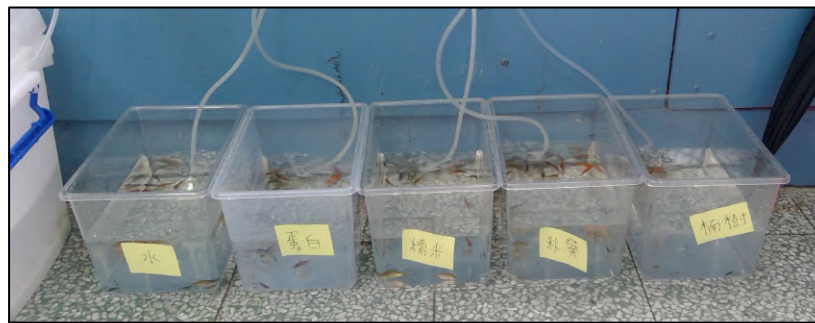


圖十 不同形狀的飼料

#### 四、探討魚蝦飼養環境下，天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

##### (一) 實驗六：探討四種天然黏膠製成的飼料，對於養殖環境中的水質影響

1. 五個透明水缸分別標記為對照組、蛋白膠組、糯米膠組、秋葵膠組、楠樹膠組。所有組別裝入 4000mL 水（已養水），各缸皆將打氣風管口設置於短邊處，每組隨機放入 10 隻朱文錦與 20 隻黑殼蝦。
2. 鱧粉分別混合四種天然黏膠製作成飼料，利用自製模具捏出數個形狀、重量相同的樣本（直徑 2cm 的圓、重量 1.25g）。
3. 將樣本放入烤箱，以 150°C 烘烤 10 分鐘。
4. 將各飼料放入各組水缸，各採樣時間點以肉眼觀察飼料的物理性破碎程度、水色，並以水質檢測筆檢測 TDS 數值，以七合一試紙檢測七種水質數值。（採樣時間點：0h、4h、24h、48h、72h、96h、120h）。



圖十一 魚蝦飼養環境下的對照組、蛋白膠組、糯米膠組、秋葵膠組、楠樹膠組

#### 五、探討天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

##### (一) 實驗七：探討四種天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

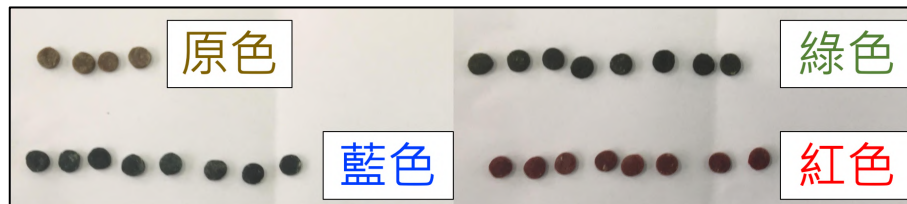
1. 製作出四種天然黏膠製成的飼料（方法如實驗三）。
2. 設置兩個水缸，水缸下方墊著藍格紙（1 cm<sup>2</sup>/格），並架設攝影機從上方俯拍。
3. 將四種飼料放在水缸的四個角落，兩個水缸各別放入 10 隻朱文錦與 20 隻黑殼蝦。
4. 以攝影機連續拍攝記錄一個小時，影片每隔五分鐘截圖並計算範圍內的生物數量。（計算範圍：以飼料為中心的 4\*4 格範圍）



圖十二 魚蝦飼養環境下的蛋白膠組、糯米膠組、秋葵膠組、楠樹膠組

(二) 實驗八：探討不同顏色飼料對於魚蝦的誘食性

1. 鱈粉混合蛋白質膠水，再以食用色素製作出四種顏色的飼料（原色、紅色、綠色、藍色）。
2. 重複實驗七的步驟 2~4。



圖十三 不同顏色的飼料（原色、紅色、綠色、藍色）

(三) 實驗九：探討不同大小飼料對於魚蝦的誘食性

1. 鱈粉混合蛋白質膠水製作成飼料，捏出數個形狀相同、重量大小不相同的樣本（如實驗四）。
  - (1) 重量 1g 的圓球，4 顆。
  - (2) 重量 2g 的圓球，2 顆。
  - (3) 重量 4g 的圓球，1 顆。
2. 重複實驗七的步驟 2~4。

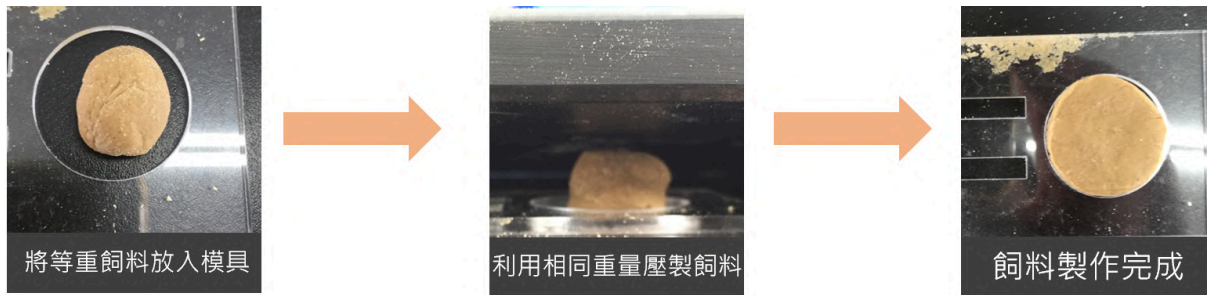
(四) 實驗十：探討不同形狀飼料對於魚蝦的誘食性

1. 鱈粉混合蛋白質膠水製作成飼料，捏出數個形狀不同、重量相同的樣本(如實驗五)。
  - (1) 長條型、重量 1.25g。
  - (2) 圓扁型、重量 1.25g。

(3) 圓球型、重量 1.25g。

2. 重複實驗七的步驟 2~4。

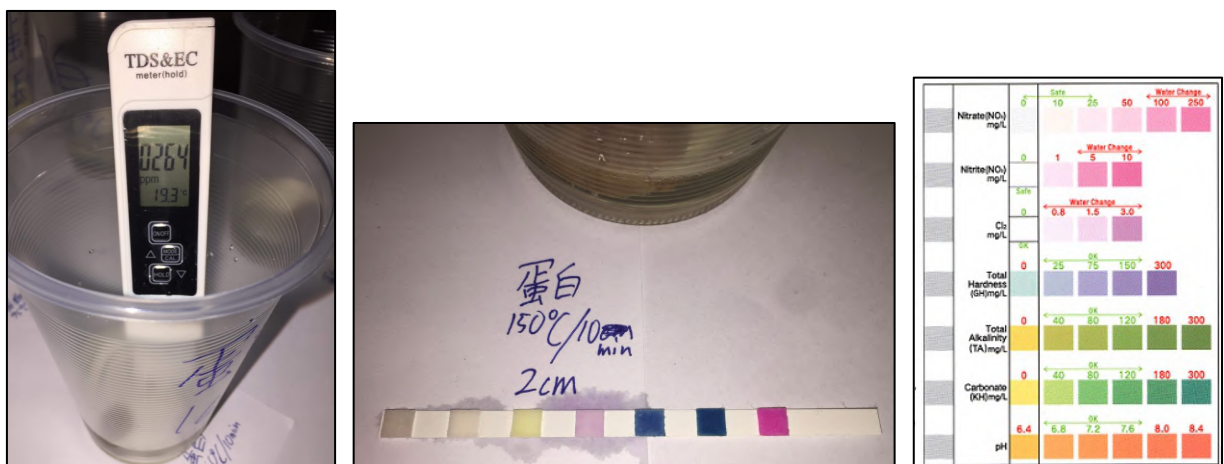
六、飼料製作標準流程：



圖十四 飼料製作流程圖

七、檢測與分析方法：

利用水質檢測筆插入待測水體，可即時讀取水中 TDS 數值與溫度；將七合一水質測試紙浸入待測水體內 2 秒，確認各棉塊皆浸濕，抽出試紙後將試紙靠近瓶罐，對照瓶上色卡數值，等待 15 秒，可先行讀取 pH、KH、TA、GH、Cl<sub>2</sub>，等待 60 秒後，再讀取 NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>。各檢測數值輸入 Microsoft Excel 軟體中進行作圖與分析比較。



圖十五 檢測方法：水質檢測筆、七合一水質測試紙與對照色卡數值

## 伍、研究結果

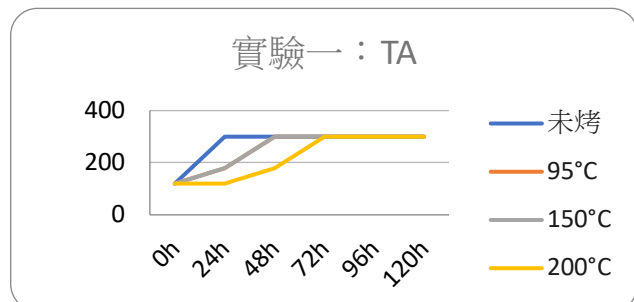
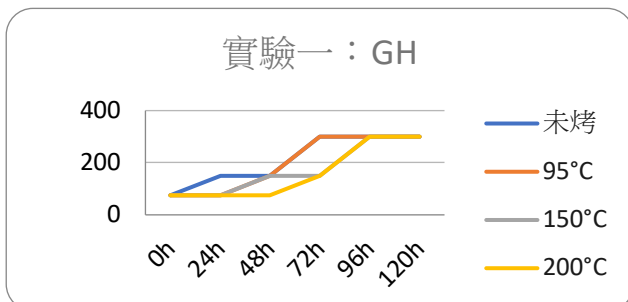
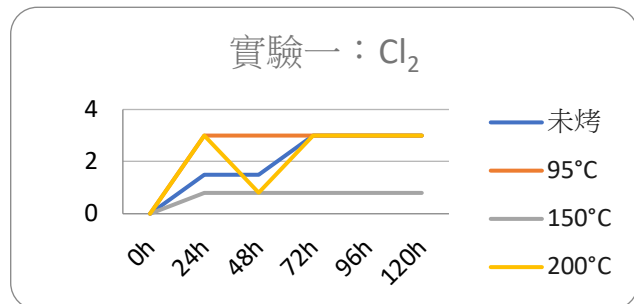
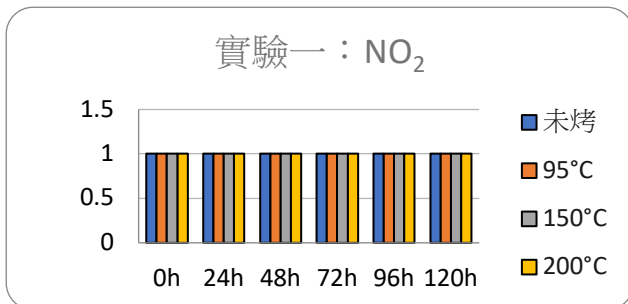
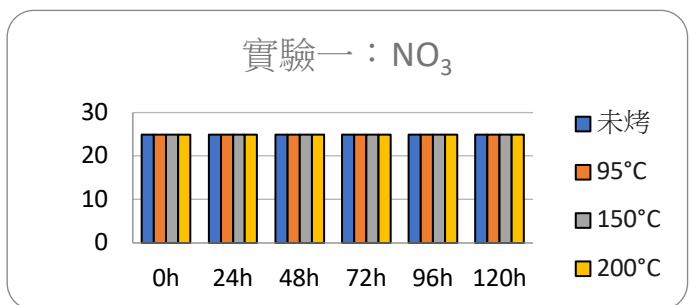
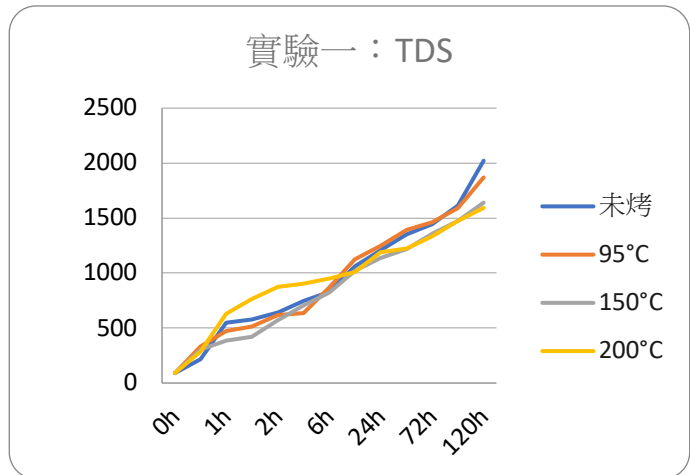
### 一、第一部分：天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

#### (一) 實驗一：飼料在不同烘烤溫度下對於水質的影響

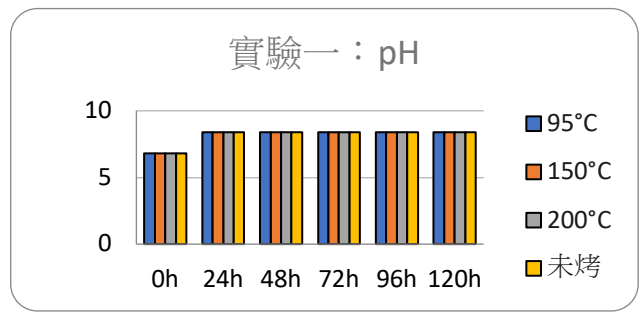
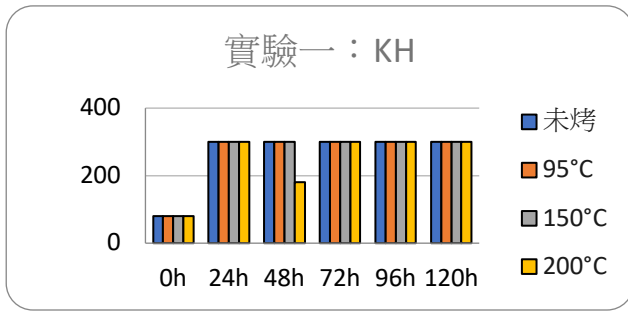
飼料皆利用鰻粉混合蛋白質膠水製作，並使用模具捏出直徑 2cm 的圓、重量 1.25g 的飼料。

表二 各組於採樣時間點之 TDS 數值（水中溶解的固體物質總含量）

組別 時間	未烤	95°C	150°C	200°C
0h	90	90	90	90
0.5h	218	332	305	287
1h	550	473	384	631
1.5h	580	515	418	764
2h	642	616	574	873
3h	749	636	704	904
6h	827	869	820	949
12h	1059	1124	1022	1011
24h	1205	1248	1135	1188
48h	1350	1393	1216	1225
72h	1447	1464	1361	1334
96h	1612	1593	1474	1474
120h	2022	1870	1641	1593







圖十六 實驗一：飼料在不同烘烤溫度下。各組於採樣時間點之水質數值圖。



圖十七 風乾的飼料無膨脹現象（左）。經烘烤後的飼料發生膨脹現象（右）。

實驗一結果分析：

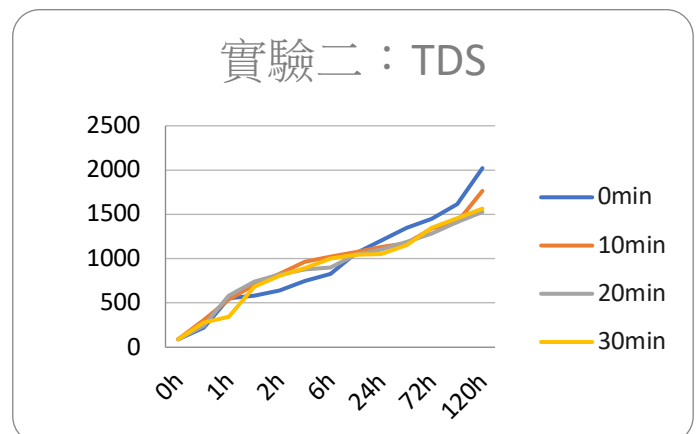
1. 經烘烤過後的飼料，TDS 在 4 天後小於未經過烘烤的飼料。
2. 經高溫烘烤過的飼料，水色明顯較黃。
3. 其他水質數值無明顯差異。
4. 飼料經烘烤過發生樣品膨脹，導致內部有空隙而浮於水上，形成浮粒飼料。

## (二) 實驗二：探討飼料在不同烘烤時間下對於水質的影響

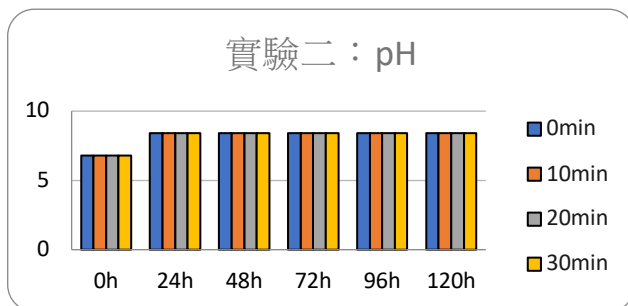
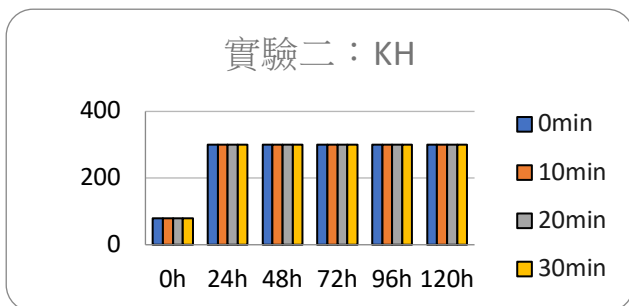
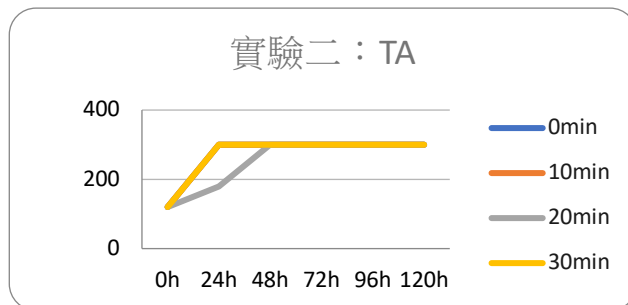
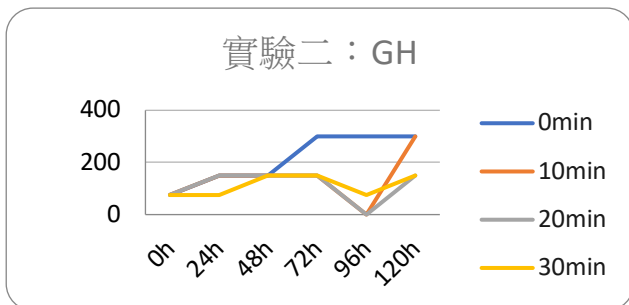
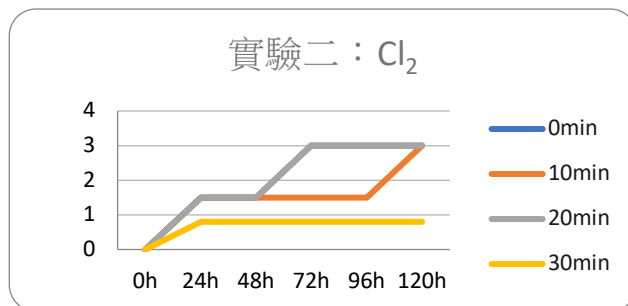
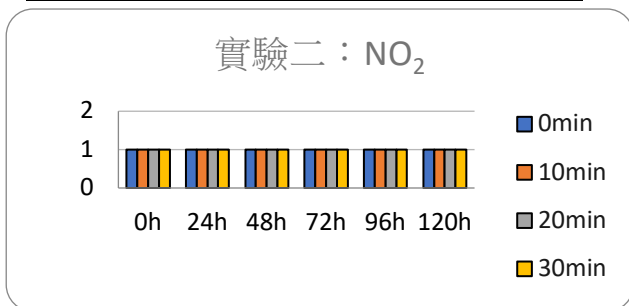
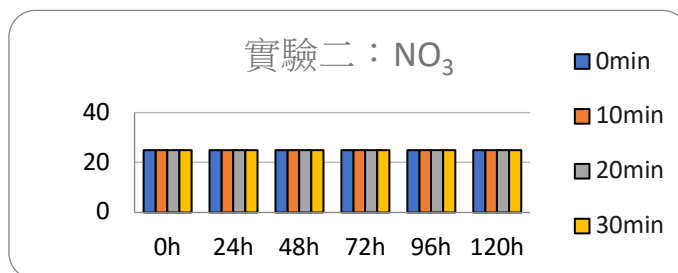
飼料皆利用鰻粉混合蛋白質膠水製作，並使用模具捏出直徑 2cm 的圓、重量 1.25g 的飼料。

表三 各組於採樣時間點之 TDS 數值（水中溶解的固體物質總含量）

組別 時間	0min	10min	20min	30min
0h	90	90	90	90
0.5h	218	305	245	281
1h	550	540	580	341
1.5h	580	702	742	682
2h	642	831	818	809
3h	749	965	878	891



6h	827	1025	900	999
12h	1059	1075	1043	1043
24h	1205	1129	1102	1054
48h	1350	1172	1189	1151
72h	1447	1344	1286	1350
96h	1612	1410	1415	1453
120h	2022	1765	1527	1565



圖十八 實驗二：飼料在不同烘烤時間下。各組於採樣時間點之水質數值圖。

實驗二結果分析：

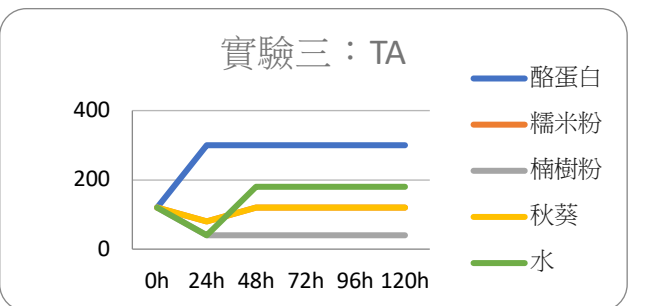
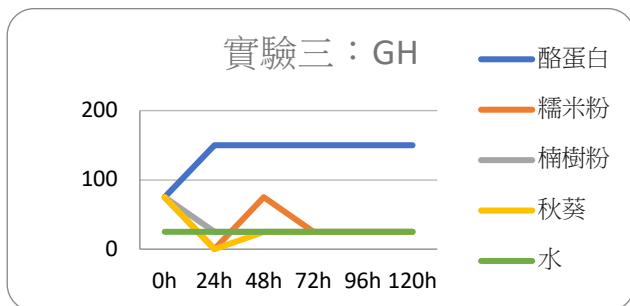
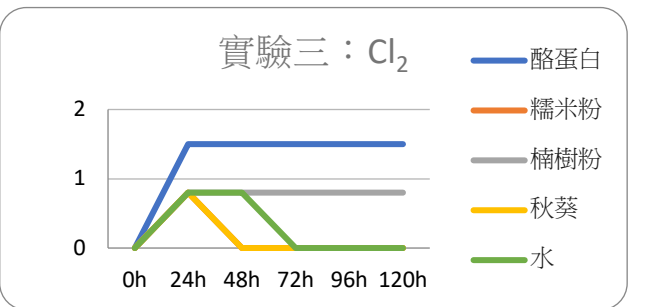
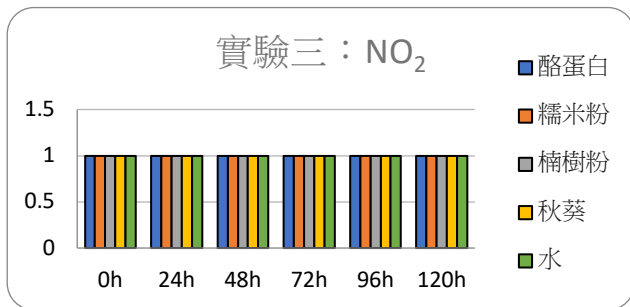
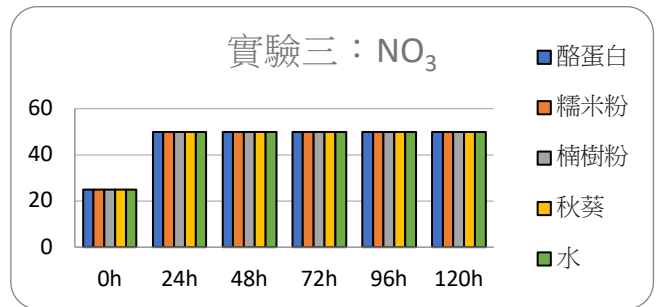
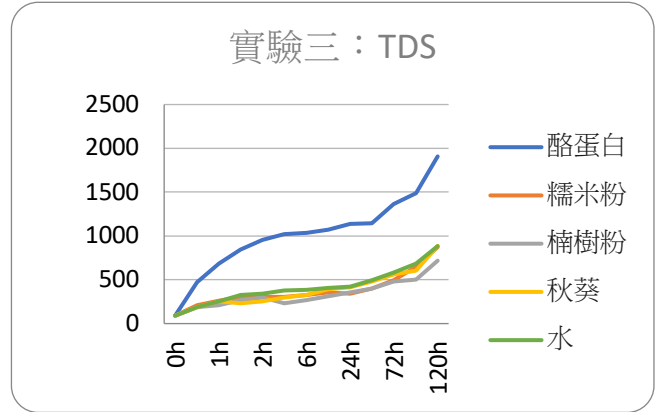
1. 經烘烤過後的飼料，TDS 在 1 天後小於未經過烘烤的飼料。
2. 經高溫烘烤過的飼料，水色明顯較黃。
3. 各組其他水質數值無明顯差異。

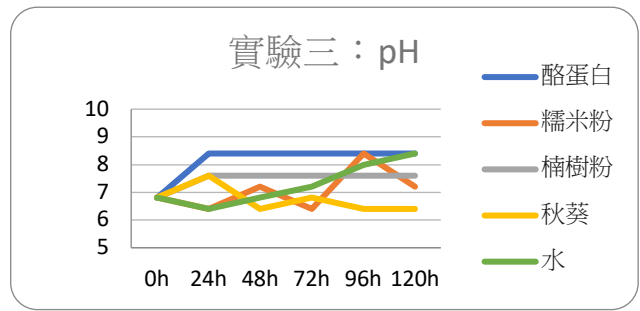
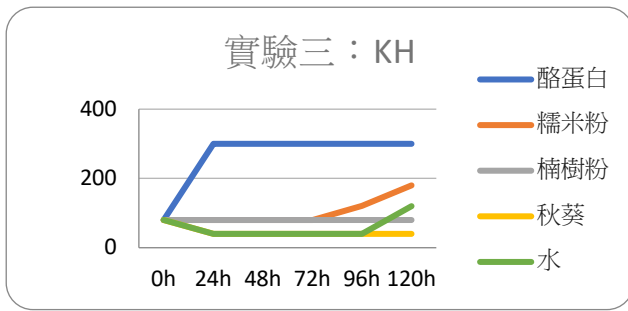
(三) 實驗三：探討四種天然黏膠製成的飼料對於水質的影響

鰻粉分別混合四種天然黏膠製成飼料，並用自製模具捏出直徑 2cm 的圓、重量 1.25g 的飼料。

表四 各組於採樣時間點之 TDS 數值 (水中溶解的固體物質總含量)

組別 時間	酪蛋白	糯米粉	楠樹粉	秋葵	水
0h	90	90	90	90	90
0.5h	470	208	185	189	188
1h	684	259	211	255	254
1.5h	849	303	268	228	326
2h	953	306	294	252	339
3h	1018	305	229	297	379
6h	1033	327	270	327	387
12h	1075	354	310	391	406
24h	1140	338	357	413	418
48h	1146	397	402	478	493
72h	1367	492	478	559	584
96h	1486	651	503	602	684
120h	1908	873	718	887	884





圖十九 實驗三：四種天然黏膠製成的飼料。各組於採樣時間點之水質數值圖。

實驗三結果分析：

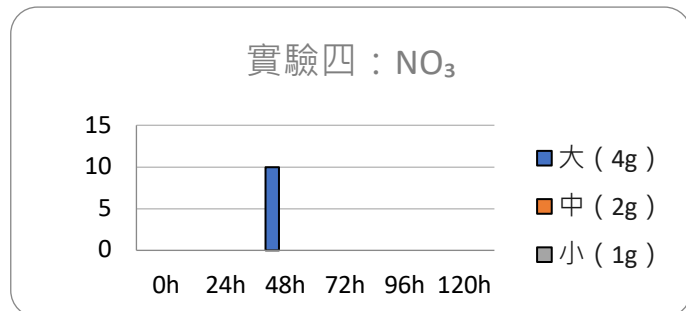
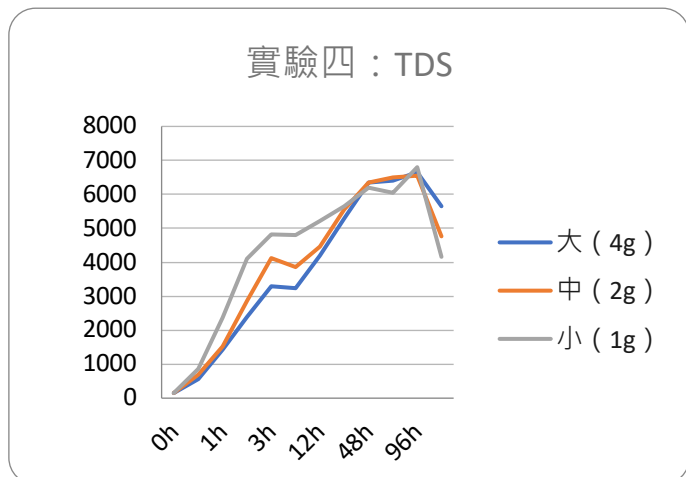
1. 以蛋白膠製成的飼料，各採樣時間點 TDS 值明顯高於其他天然黏膠製成的飼料。
2. 以蛋白膠製成的飼料，pH、KH、鹼度 TA、硬度 GH、氯  $Cl_2$  值皆較其他各組高。
3. 糯米膠、楠樹膠、水製成的飼料，兩週後有發霉的情形。

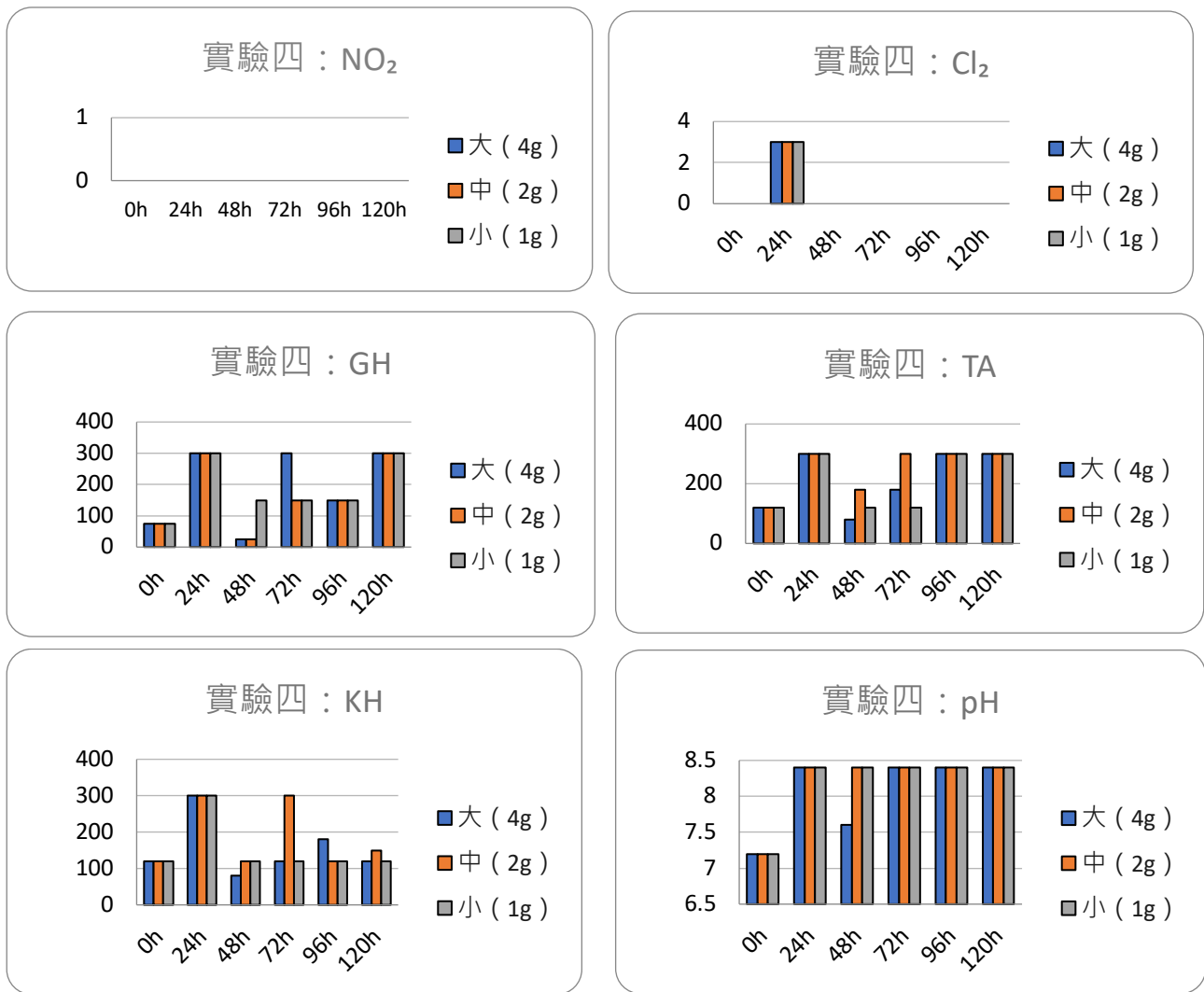
#### (四) 實驗四：探討飼料大小對於水質的影響

鰻粉混合蛋白質膠水製作成飼料，捏出數個形狀相同、大小不相同、總重量相同的樣本。

表五 各組於採樣時間點之 TDS 數值 (水中溶解的固體物質總含量)

組別 時間	4g	2g	1g
0h	151	151	151
0.5h	555	702	868
1h	1437	1517	2374
2h	2393	2857	4113
3h	3286	4114	4828
6h	3233	3867	4800
12h	4200	4467	5210
24h	5300	5550	5650
48h	6350	6350	6200
72h	6400	6500	6050
96h	6650	6550	6800
120h	5650	4767	4167





圖二十 實驗四：不同飼料大小。各組於採樣時間點之水質數值圖。

實驗四結果分析：

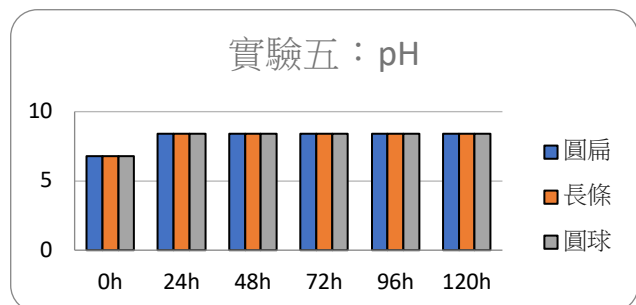
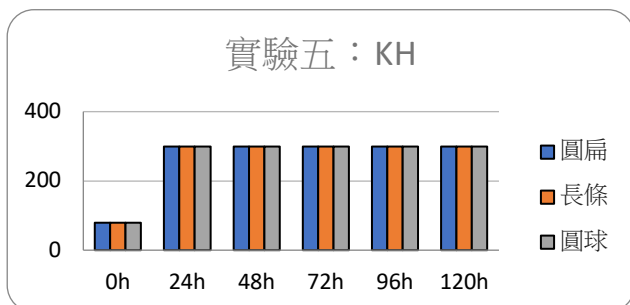
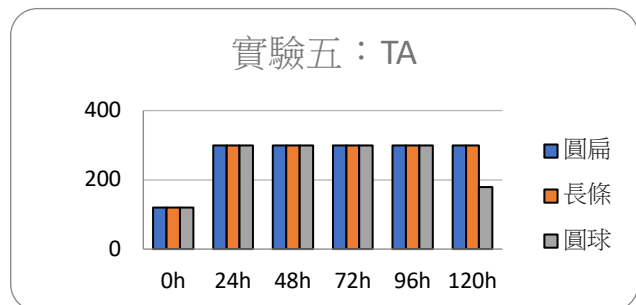
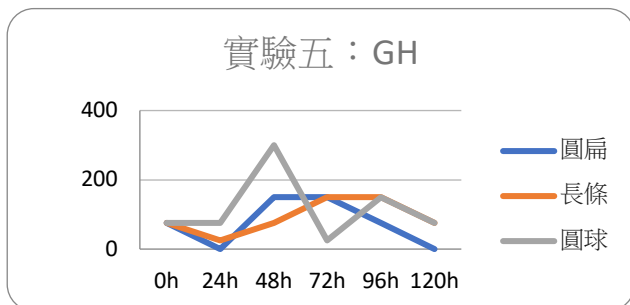
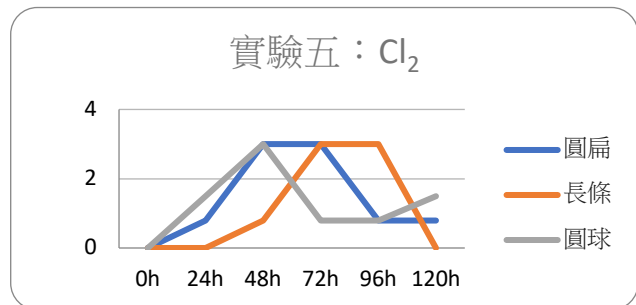
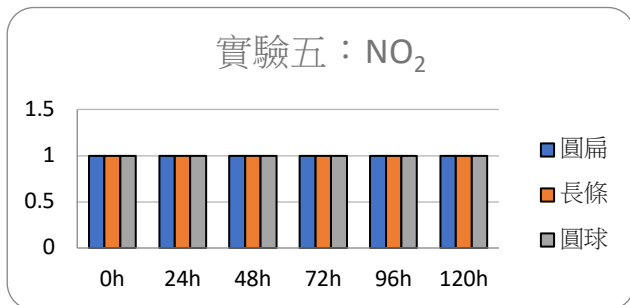
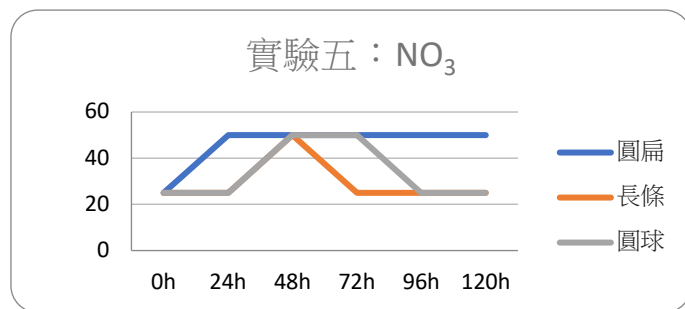
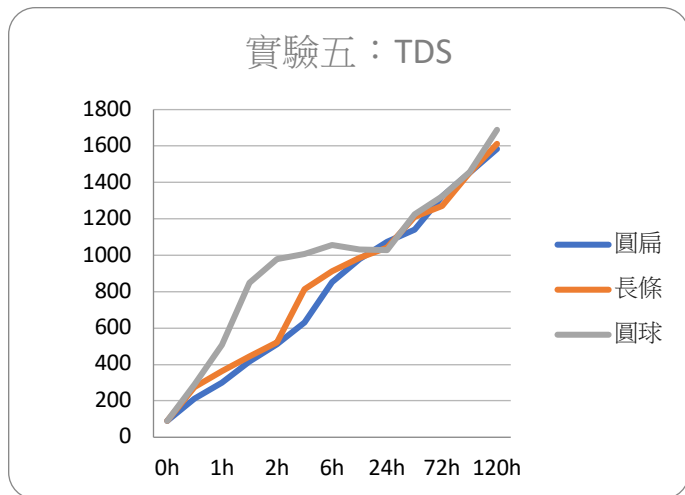
1. 小顆粒 (1g\*4) 的飼料，其 TDS 值在 48h 前明顯高於其他兩組
2. 48h 後 TDS 值，各組無明顯差別

#### (五) 實驗五：探討飼料形狀對於水質的影響

鱈粉混合蛋白質膠水製作成飼料，利用自製模具捏出數個形狀不同、重量相同的樣本。

表六 各組於採樣時間點之 TDS 數值 (水中溶解的固體物質總含量)

組別 時間	圓扁	長條	圓球
0h	90	90	90
0.5h	212	274	290
1h	301	364	507
1.5h	415	445	847
2h	512	520	980
3h	629	815	1006
6h	853	911	1056
12h	980	987	1032
24h	1075	1043	1027
48h	1140	1210	1226
72h	1323	1270	1323
96h	1453	1453	1458
120h	1584	1612	1689



圖二十一 實驗五：不同飼料形狀。各組於採樣時間點之水質數值圖。

實驗五結果分析：

1. 圓球狀的飼料 TDS 值在 12h 前大於其他兩組。
2. 各組其他水質數值無明顯差異。

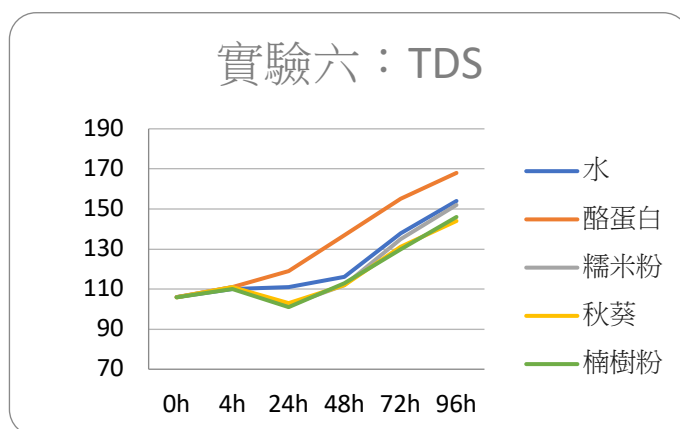
二、第二部分：魚蝦飼養環境下，天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

(一) 實驗六：探討四種天然黏膠製成的飼料，對於養殖環境中的水質影響

表七 各組於採樣時間點之 TDS 數值（水中溶解的固體物質總含量）

鱈粉分別混合四種天然黏膠製成飼料，並用自製模具捏出直徑 2cm 的圓、重量 1.25g 的飼料。

組別 時間	酪蛋白	糯米粉	楠樹粉	秋葵	水
0h	106	106	106	106	106
4h	111	111	111	110	110
24h	119	102	103	101	111
48h	137	112	112	113	116
72h	155	135	131	130	138
96h	168	152	144	146	154



圖二十二 實驗六：四種天然黏膠製成的飼料。各組於採樣時間點之 TDS 數值圖。

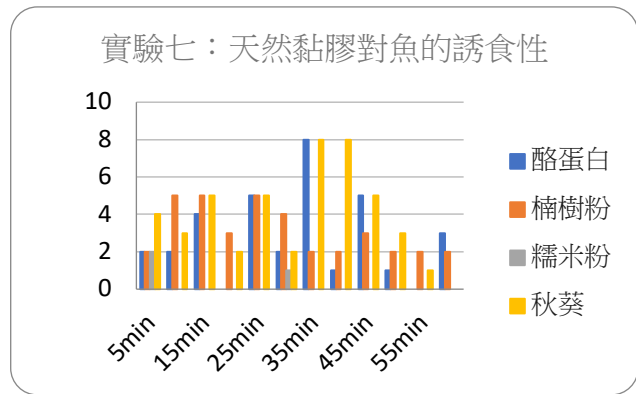
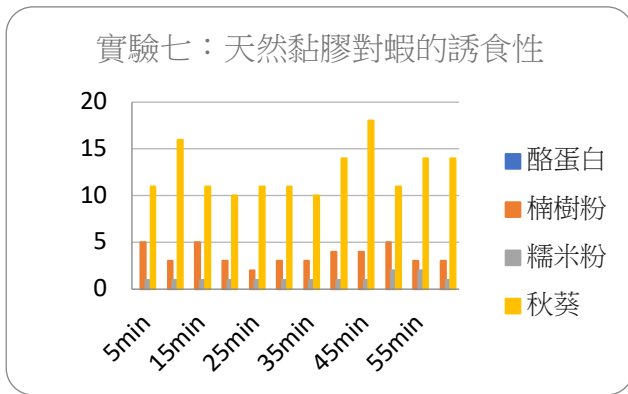
實驗六結果分析：

1. 以蛋白膠製成的飼料，各採樣時間點 TDS 值明顯高於其他天然黏膠製成的飼料。
2. 各組其他水質數值與實驗三結果無明顯差異。
3. 除了秋葵膠外，其他飼料放兩週後皆有發霉現象。

三、第三部分：天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

(一) 實驗七：探討四種天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

鱈粉分別混合四種天然黏膠製成飼料，並用自製模具捏出直徑 2cm 的圓、重量 1.25g 的飼料。



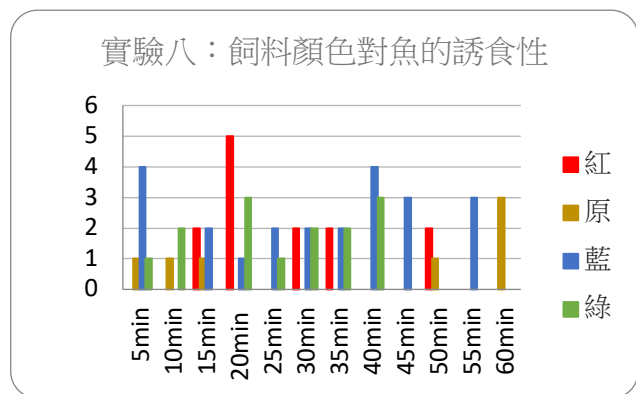
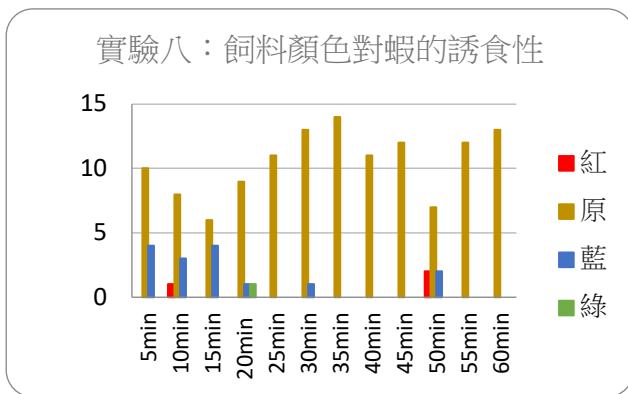
圖二十三 實驗七：不同天然黏膠於採樣時間點之魚蝦數量。

實驗七結果分析：

1. 秋葵膠製成的飼料對魚、蝦的誘食性較高。
2. 糯米膠製成的飼料對魚、蝦的誘食性較低。

## (二) 實驗八：探討不同顏色飼料對於魚蝦的誘食性

飼料皆利用鰻粉混合蛋白質膠水，並加入不同顏色的色素製成，利用自製模具捏出直徑 2cm 的圓、重量 1.25g 的飼料。



圖二十四 實驗八：不同顏色飼料於採樣時間點之魚蝦數量。

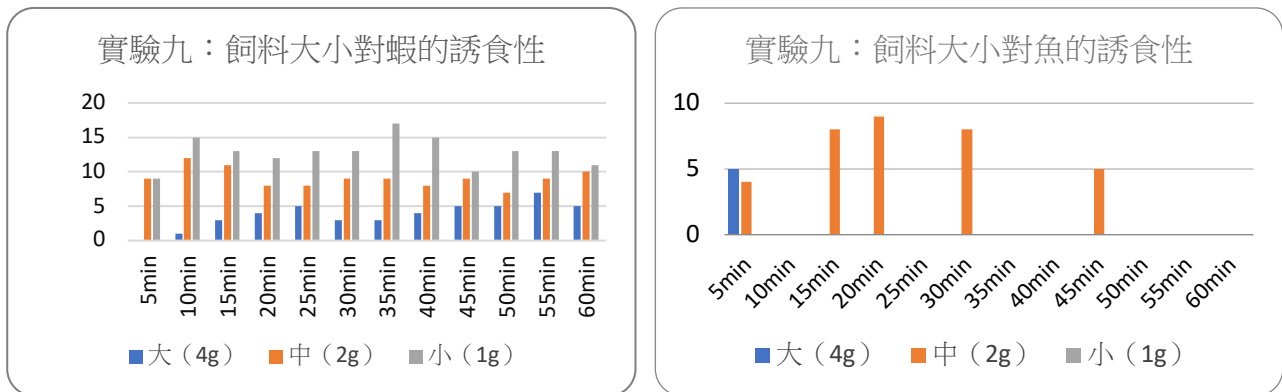
實驗八結果分析：

1. 原色的飼料對蝦的誘食性較高，而魚無特別喜好。



### (三) 實驗九：探討不同大小飼料對於魚蝦的誘食性

鱈粉混合蛋白質膠水製作成飼料，捏出數個形狀相同、大小不相同、總重量相同的樣本。



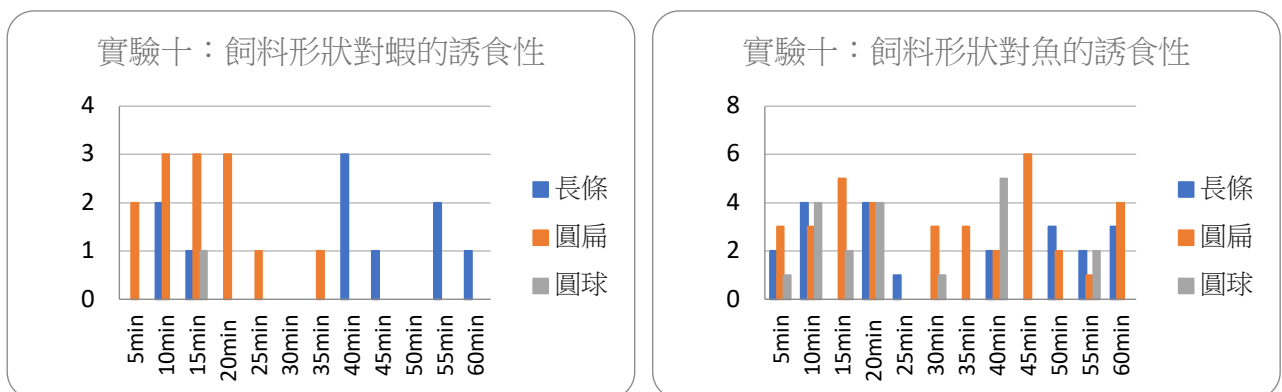
圖二十五 實驗九：不同大小飼料於採樣時間點之魚蝦數量。

實驗九結果分析：

1. 顆粒較小、數量較多 (1g\*4) 的飼料對蝦誘食性較高，中顆粒 (2g\*2) 則對魚有較高的誘食性。

### (四) 實驗十：探討不同形狀飼料對於魚蝦的誘食性

鱈粉混合蛋白質膠水製作成飼料，利用自製模具捏出數個形狀不同、重量相同的樣本。



圖二十六 實驗十：不同形狀飼料於採樣時間點之魚蝦數量。

實驗十結果分析：

1. 圓扁狀的飼料對蝦的誘食性最高，魚的部分則是圓扁和長條比較具有誘食性。

## 陸、討論

本實驗將常用的飼料基底粉（鰻粉）結合天然黏性物質（秋葵膠、楠樹膠、蛋白膠、糯米膠）製作成魚蝦飼料，針對黏著性與對水質的影響，設計各項控制變因法實驗，以便於分析每種飼料的優劣。其中我們透過預備實驗發現若將魚飼料經過天然黏膠處理，結果在飼料安定性上，明顯會比直接用水製作出的飼料穩定，考慮到數據與真實飼養情況會有所差距，便設計了魚蝦養殖環境下的相關實驗，及魚蝦誘食性實驗，透過三部分的實驗，使整個實驗完整、更貼合現實，實驗結果可作為大眾自製魚蝦飼料時參考應用。

### 一、第一部分：天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

#### （一）實驗一：飼料在不同烘烤溫度下對於水質的影響

#### （二）實驗二：飼料在不同烘烤時間下對於水質的影響

為了使飼料能加速固化，節省製作飼料的時間，以及降低其發霉的機率，我們將捏製好的飼料進行烘烤。實驗結果發現，TDS 數據： $95^{\circ}\text{C} > 150^{\circ}\text{C} > 200^{\circ}\text{C}$ ； $0\text{min} > 10\text{min} > 20\text{min} \approx 30\text{min}$ 。經烘烤過後的飼料，TDS 較低，但是烘烤的溫度越高、越久，飼料的膨脹程度越明顯，甚至飼料會浮起來，形成浮性飼料，不適合投餵底棲動物（蝦）。我們推測物質與黏膠進行了膠化反應等化學反應，使飼料中的物質較不易溶解於水中，但是高溫也將造成營養物質的損失。

實驗發現經高溫烘烤過的飼料，水色明顯較黃，文獻表示飼料製成的溫度越高，將首先破壞其中的維生素，所以我們推測高溫會使 B 群中的 B2 核黃素溶出，使水樣變黃色。

未經過烘烤的組別其水樣較其他組混濁，甚至有起泡的現象，經文獻查詢，推測未經過烘烤過的飼料其營養擴散較其他快速，導致異營菌大量繁殖，使水質變得混濁與起泡。

實驗過程中，我們另外將飼料以自然風乾方式製成，在物理性破碎程度上明顯比烤乾的飼料少，更能夠使水質清澈與乾淨，推測魚和蝦的存活率會更高，且風乾飼料中沒有空隙，比烤乾的飼料容易沉下去（沉粒飼料），但風乾需經過一週的時間，製作過程較烘烤來的久，建議未來可使用低溫風乾乾燥機，使飼料內部含水量降低，也不會因高溫膨脹。

所以，飼料烘烤與否，建議需再考量水質影響、生物適口性、有無乾燥機設備、以及營養流失等因素。

### （三）實驗三：四種天然黏膠製成的飼料對於水質的影響

實驗結果發現，以蛋白膠製成的飼料，各採樣時間點的水質明顯差於其他天然黏膠製成的飼料，所以蛋白膠不適合作為飼料的黏著劑。而各種飼料泡在水中過長時間都會變臭或腐敗，其中以未添加天然黏膠做成的飼料，其所浸泡的水樣有最明顯的混濁情形，經文獻查詢，推測因為有大量營養物質溶解於水中而導致水面變色，將會使水質受到影響，不利於魚蝦存活，甚至導致水質優養化、惡化。

### （四）實驗四：飼料大小對於水質的影響

各組飼料在相同重量的情況下，各採樣時間點 TDS 值：1g（4 個）> 2g（2 個）> 4g（1 個）。推測 1g 的飼料的總表面積大於其他飼料，營養物質較易溶出，TDS 數值自然會高出許多。

### （五）實驗五：探討飼料形狀對於水質的影響

實驗發現飼料形狀與 TDS 數值無太大的關連，雖然因為表面積不同而造成 TDS 數值的些微差異，但只要飼料公克數一樣，對整體水質影響不大。

## 二、第二部分：魚蝦飼養環境下，天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

### （一）實驗六：四種天然黏膠製成的飼料，對於養殖環境中的水質影響

實驗結果顯示 TDS：秋葵膠≡楠樹膠<水≡糯米膠<蛋白膠，與實驗三（無生物）結果

無太大差異。實驗第二天控制組（水）水面上出現起泡的狀態，原因可能是水體中的有機質快速累積，魚糞、殘餌在異營菌和硝化細菌等作用下分解成氨氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽等含氮化合物，加上飼料的油脂等會使水面形成一層油膜，導致水面上的氣泡越來越多，而在一星期後，水面上的泡泡全部消失了，推測是因為水體內的硝化細菌已趨穩定。

### 三、第三部分：天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

#### （一）實驗七：四種天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

實驗結果顯示，各組單位範圍內蝦的數量：秋葵>楠樹粉>糯米粉>酪蛋白，魚的部分同樣是秋葵佔多數，但與蝦不同的是，酪蛋白對於魚也具有較高誘食性。推測秋葵經過了較少加工，相較於其他飼料更天然，或是秋葵膠帶有能誘引魚蝦之氣味分子，此部分未來能多加研究探討。

#### （二）實驗八：不同顏色飼料對於魚蝦的誘食性

實驗結果顯示，鰻粉原本的顏色（棕色）的組別吸引了較多蝦隻，藍色的飼料在實驗一開始有些許蝦進行攝食，紅色、綠色則幾乎沒有蝦攝食，且實驗時間越久除了原色組以外，其他顏色組別幾乎沒有蝦進行攝食，我們原先預期結果為蝦會聚集在鮮豔的紅色組，但實驗結果卻是原色組較能吸引蝦隻，建議未來可針對蝦類視覺與攝食關係再多加深入探討。而魚隻實驗部分，原色組吸引魚隻的數量明顯比其他顏色的組別數量低，魚反而最常往藍色飼料聚集。根據文獻指出，飼料顏色對魚蝦攝食的影響不明顯，飼料有鮮豔顏色通常是添加了類胡蘿蔔素、蝦紅素等，目的使魚蝦體色增艷或補充養份。我們推測飼料顏色對魚蝦的誘食性，也可能來自於過去的餵食習慣，另有文獻指出，魚具有四色視覺，能區別紫外光和可見光，且辨別顏色能力比人類更好，未來可設計相關實驗進行研究。

#### （三）實驗九：不同大小飼料對於魚蝦的誘食性

實驗結果顯示，在飼料的總重量相同、大小數量不同時，顆粒越小（1g\*4）的飼料

吸引的蝦較多，反之，顆粒越大（4g\*1）吸引的蝦隻數量則較少，與我們預期結果相同，推測飼料的總表面積越大，蝦類能附著進食的空間越大以外，其中的營養物質也較易溶出，較能吸引蝦進食。而魚隻實驗結果較不明顯，但可觀察到魚較能被中顆粒（2g\*2）的飼料誘食，推測原因為此實驗中的飼料大小皆大於實驗魚隻能直接吞入的大小，因而直接影響其適口性，文獻亦指出餵食較大尺寸、沉底式飼料，魚隻吃餌進食速度變得較慢。

#### （四）實驗十：不同形狀飼料對於魚蝦的誘食性

實驗結果顯示，圓球狀的飼料幾乎沒有蝦攝食，長條、圓扁狀的飼料比較多蝦攝食，不過實驗後期圓扁狀的飼料也變得跟圓球情況一樣，推測蝦在長條狀的飼料比較好抓取，而圓扁、圓球不易抓取，造成攝食意願降低。魚的部分則是各組很平均，推測飼料形狀對魚隻攝食意願的影響不明顯。

## 柒、結論

維持良好的養殖環境與飼料有密切的關聯，根據本研究結果，建議未來在自製魚蝦飼料時，可參考以下結論。

- 一、天然黏膠可作為魚蝦飼料的飼料黏著劑，相對於對照組（水＋饅粉）有較佳的水質環境。
- 二、天然黏膠中以秋葵膠最適合作為飼料黏著劑，其綜合水質數值穩定、具較佳魚蝦誘食性、飼料無發霉情形等特質。蛋白膠各項水質數值較差，不適合作為飼料黏著劑。
- 三、自製飼料經過烘烤可加速其固化，降低時間內的物理性破碎程度與 TDS 數值，但高溫會影響飼料內營養組成，特別是造成維生素（B、C）損失，同時也會造成飼料膨脹，形成浮粒飼料，不適用於底棲水生動物（蝦），建議將烘烤步驟改為低溫風乾。
- 四、飼料在相同重量下，顆粒較小、數量較多（1g\*4）的飼料，對蝦有較佳的誘食性；中顆粒（2g\*2）的飼料，則對魚有較高的誘食性。
- 五、總表面積越大的飼料對水質有較不良的影響。
- 六、飼料顏色對蝦的攝食行為有影響，但對魚的攝食行為影響較不明顯。
- 七、蝦飼料的最佳組合（秋葵膠、風乾、小顆粒飼料、長條狀飼料）；魚飼料的最佳組合（秋葵膠、風乾、中顆粒飼料）。
- 八、投餵飼料時，應先估算魚、蝦的食量，避免飼料過剩，造成水質惡化。

## 捌、參考資料與其他

1. 陳秀男等人，2004。蝦類養殖技術實用大全。觀賞魚雜誌社出版。
2. 許振忠，1998。養魚飼料-基礎與應用。飼料營養雜誌第二冊合訂本。
3. 陳品璇等人，2019。「麥」出減塑新「吸」望。第59屆全國中小學科展。
4. 曾楷錡等人，2016。好色之徒-探討孔雀魚體色與求偶、保護色及群聚行為的關係。第56屆全國中小學科展。
5. 陳永欣等人，2012。好“聚”好“散”！用過不留痕跡！～好黏又好去的自製天然環保膠～。第52屆全國中小學科展。
6. 李佳芸等人，2009。天然多功能黏紙王~天然物質製作黏著劑之探討。第49屆全國中小學科展。
7. 朱玉禎、王貞婷，2010。以不同黏著劑將水芙蓉做成飼料及其對吳郭魚生長效應之研究。第42屆全國高級中等學校小論文。
8. 陳玉萍，2016。水產飼料糊化度提升對吳郭魚成長之影響。水試專訊第55期。
9. 劉擎華、楊順德，2016。水產飼料的種類與使用。海大漁推雜誌。
10. 簡世煜，2002。蝦飼料中的黏著劑。飼料營養雜誌。
11. 水質檢測數值解釋（2022）。行政院環境保護署-全國環境水質監測資訊網。取自：  
<https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/EncyclopediaList.aspx>
12. 牛奶／酪蛋白膠水的原理為何？（2021）。國家圖書館-學術知識服務網，取自：  
<https://reurl.cc/WGkMax>
13. 蔡承良，2019。優化斑馬魚之顏色偏好實驗條件，取自：<https://reurl.cc/7keLX9>

## 【評語】 032914

本作品的研究目的清楚，探討不同天然黏劑加入飼料後對飼養魚蝦水質的影響以及對魚蝦誘食性的影響，其中也加入一些附帶小探索，例如飼料顏色、大小、形狀對魚蝦誘食性等等。研究結果包括TDS 數據、七合一水質測試、易發霉與否、製作方便與否等，提供自製魚蝦飼料時應用參考。實驗數據的表達應對觀察值(Y 軸)有清楚的描述，實驗樣本應有數個並呈現其平均值和標準差方有利作組間是否有差異的判斷，誘食性的實驗應加入正負控制組來確認實驗設計的可信性。



# 作品海報

# 摘要

本研究透過預備實驗，設計三部分實驗進行探討，分別為（一）飼料對水質的影響、（二）飼料對魚蝦飼養環境的影響、（三）飼料對魚蝦的誘食性。研究發現天然黏膠中以秋葵膠最適合做為飼料黏著劑。而自製飼料經烘烤可加速其固化，但高溫會影響飼料營養，且因會膨脹而不適用於底棲動物。飼料表面積越大具有較佳的誘食性，但相對的其對水質具有惡化的影響。本研究結果包括TDS數據、七合一水質測試、易發霉與否、製作方便與否等，提供大眾自製魚蝦飼料時應用參考。

## 壹、研究動機

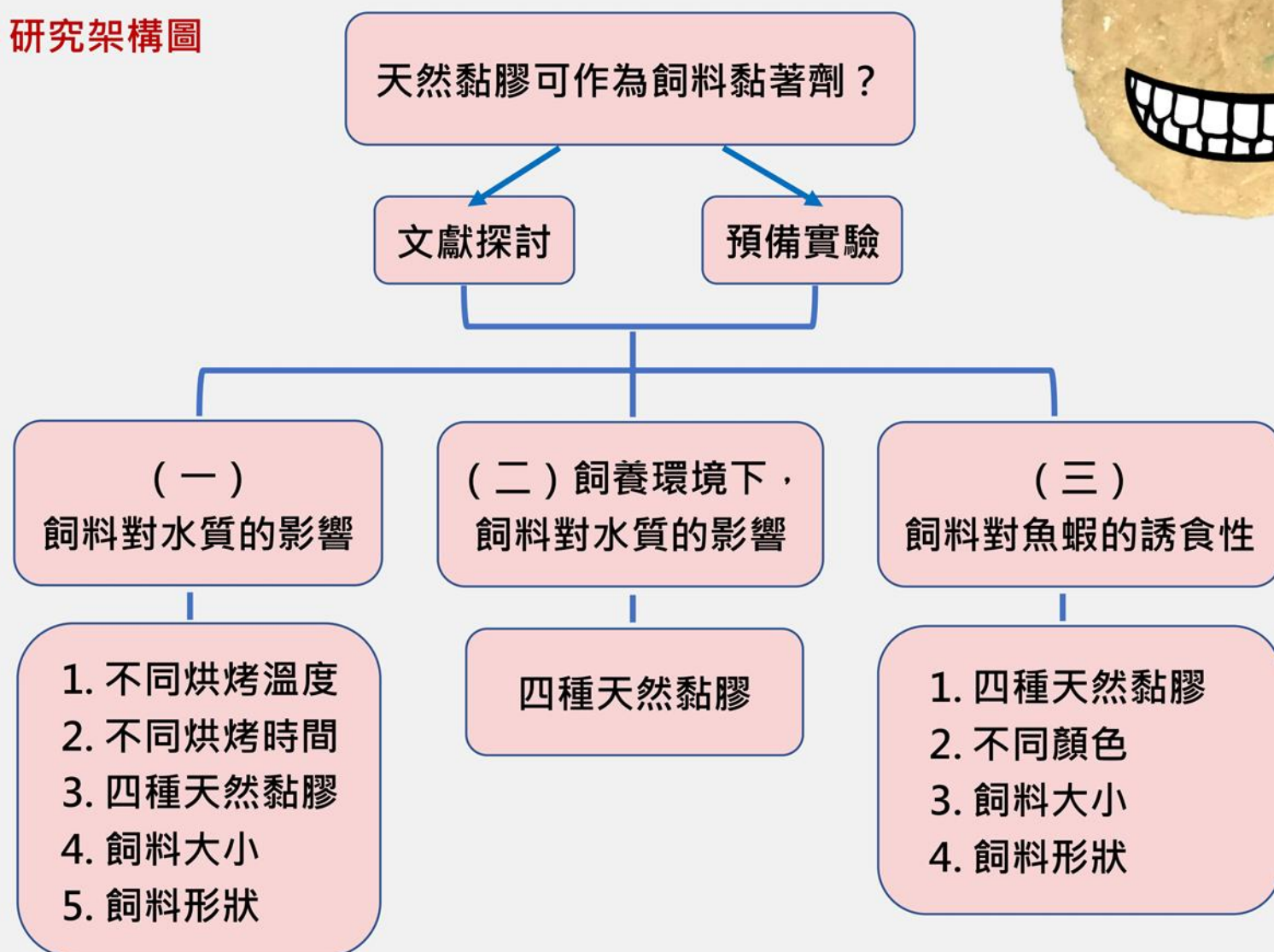
養殖水生動物時，飼料黏著劑能提高飼料在水中的保形時間，具有防止水質惡化的效用，若是飼料黏著劑不佳，容易造成水質混濁，甚至魚蝦死亡。而魚蝦在各時期所需的營養素不同，利用自製飼料可在飼料內加入額外營養素，根據不同目的幫助其脫殼、生長、抱卵、增艷等，然而專業製粒機價格昂貴（十萬元以上），對於小規模飼養者並不實用。本研究希望讓飼料能成粒外，同時也能維護飼養水質。而飼料對魚蝦具有較佳誘食性，也是水質穩定的要素。如何自製對水質較佳的飼料為本研究想要探討的問題。

## 貳、研究目的

- 一、不同實驗變因製成的魚蝦飼料對於水質的影響
- 二、魚蝦飼養環境下，不同實驗變因製成的魚蝦飼料對於水質的影響
- 三、不同實驗變因製成的魚蝦飼料對於魚蝦的誘引性

## 參、研究過程與方法

### 一、研究架構圖



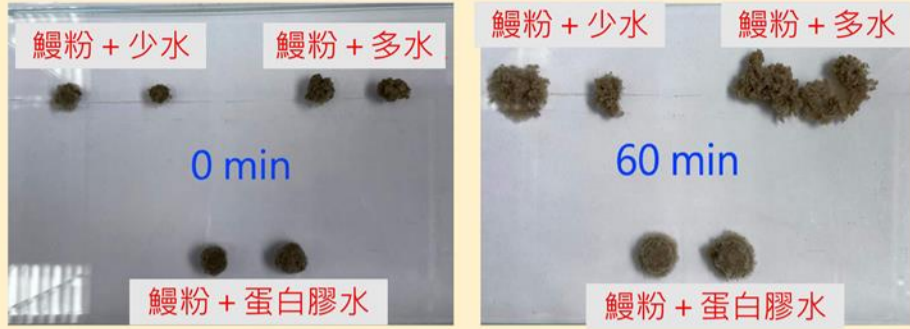
### 二、TDS數據、誘食性測量與數值分析

- 1、根據水中導電度（TDS）和七合一試紙辨別水質的優劣，TDS數值越高，水質越差。
- 2、錄影並擷取畫面，計算飼料旁的實驗動物(朱文錦、黑殼蝦)數目判斷其誘食性，若飼料旁的實驗動物越多，則此飼料的誘食性越高。

# 肆、研究結果

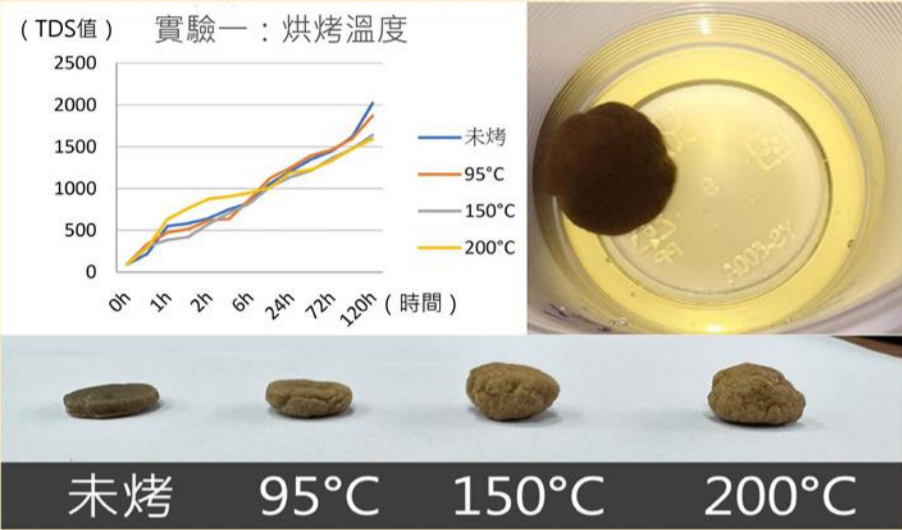
## 預備實驗：物理性破碎的程度

使用天然黏膠及水，各別製作出飼料，觀察物理性破碎程度。破碎程度：多水 > 少水 > 蛋白質膠水。



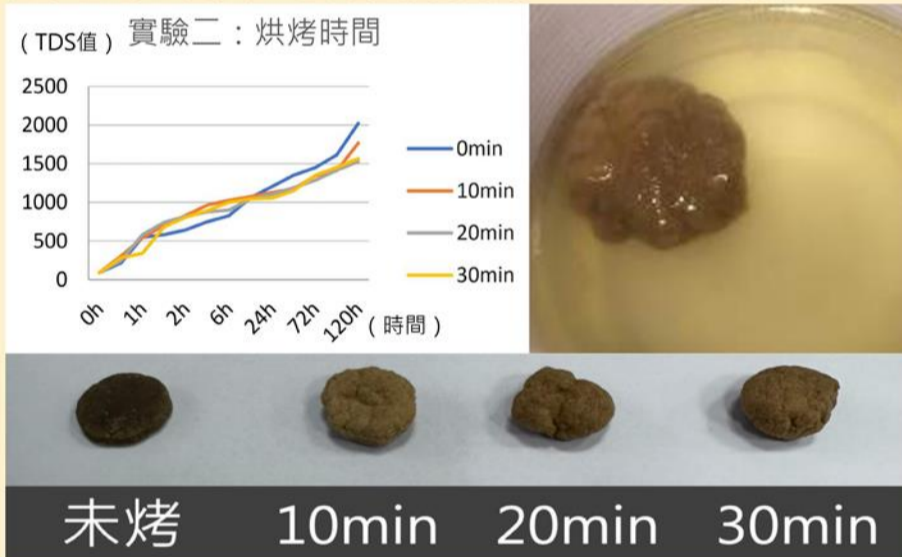
## 實驗一：探討飼料在不同烘烤溫度下對於水質的影響

高溫烘烤飼料 4 天後的 TDS 值小於未經烘烤的飼料，但水色明顯較黃，且有膨脹現象，形成浮粒飼料。



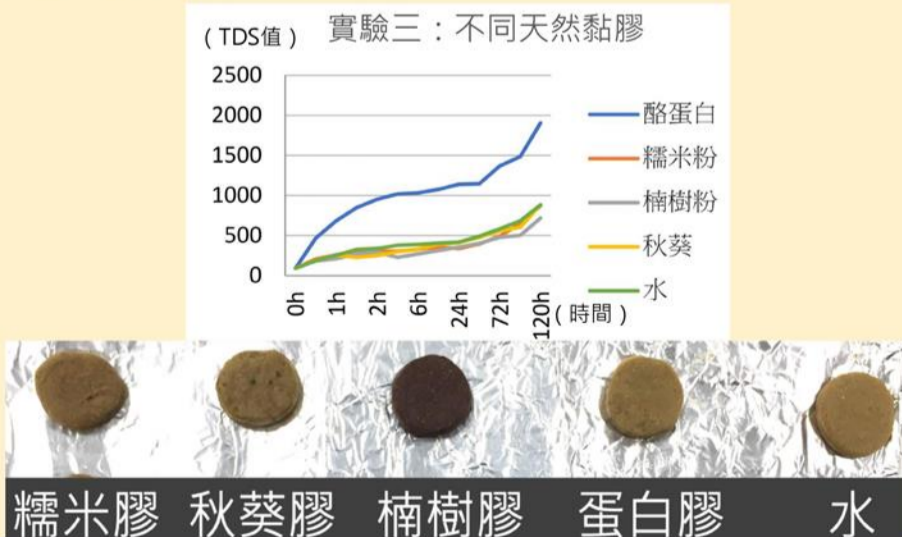
## 實驗二：探討飼料在不同烘烤時間下對於水質的影響

經過烘烤的飼料 1 天後 TDS 值明顯小於未經烘烤的飼料，但水色明顯變黃，也有膨脹的現象，形成浮粒飼料。



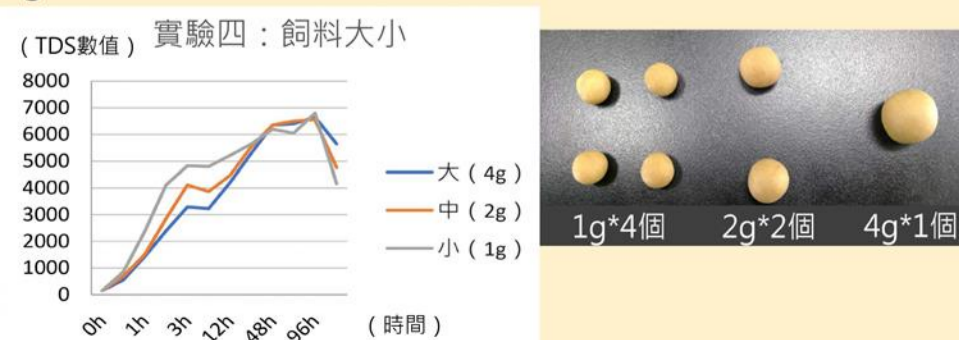
## 實驗三：探討四種天然黏膠製成的飼料對於水質的影響

蛋白膠製成的飼料 TDS 值明顯高於其他天然黏膠製成的飼料，七合一值亦較其他各組高。糯米膠、楠樹膠、水製成的飼料，兩週後有發霉的情形。



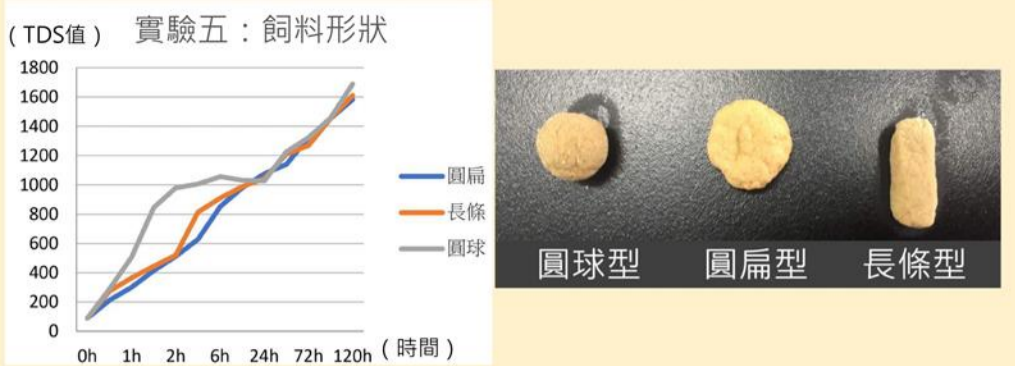
## 實驗四：探討飼料大小對於水質的影響

1g 飼料 TDS 值在 48h 前明顯高於其他兩組，其他無明顯差別。



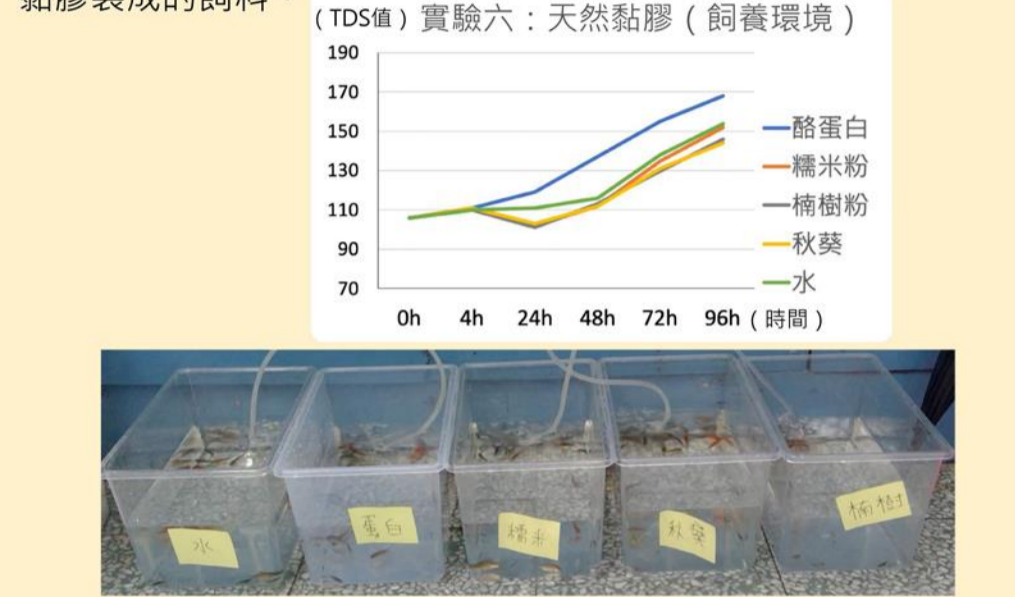
## 實驗五：探討飼料形狀對於水質的影響

各組水質在 12 小時後的 TDS 值，無明顯差異。



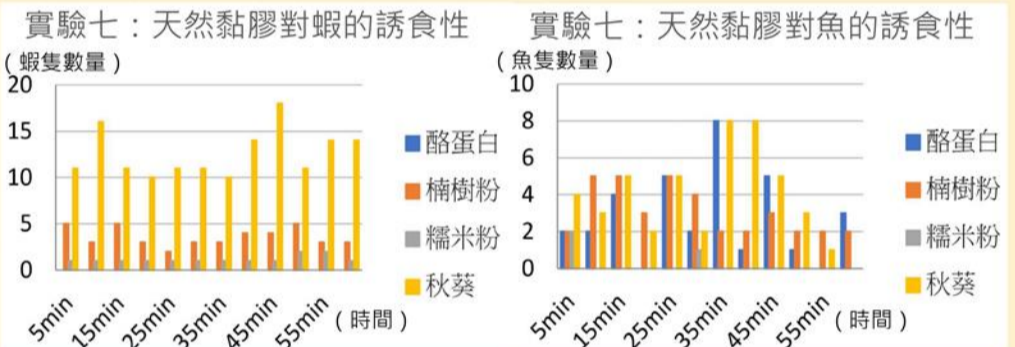
## 實驗六：探討四種天然黏膠製成的飼料，對於養殖環境中的水質影響

蛋白膠製成的飼料，各採樣時間點的 TDS 值明顯高於其他天然黏膠製成的飼料。



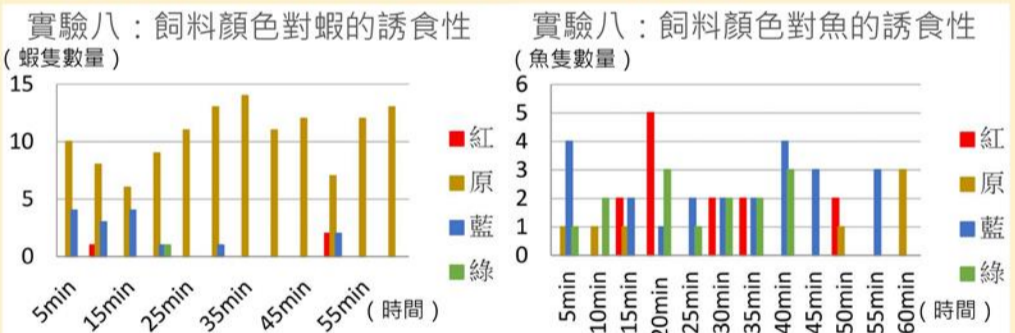
## 實驗七：探討四種天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

秋葵膠製成的飼料對魚、蝦的誘食性較高。而糯米膠製成的飼料對魚、蝦的誘食性較低。



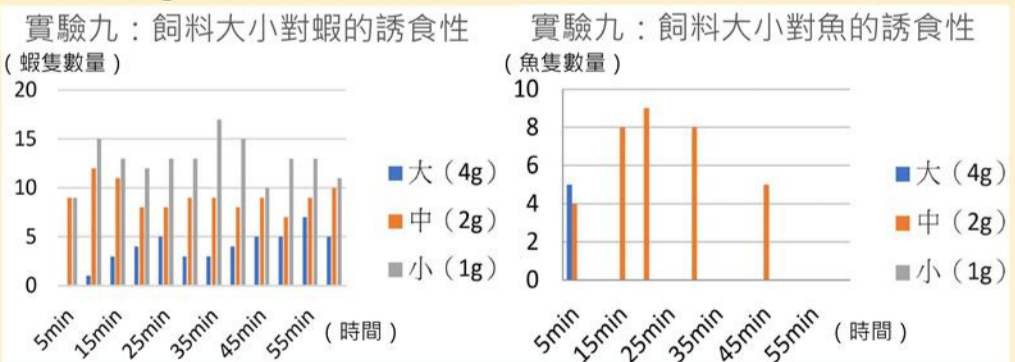
## 實驗八：探討不同顏色飼料對於魚蝦的誘食性

原色的飼料對蝦的誘食性較高，而魚無特別喜好。



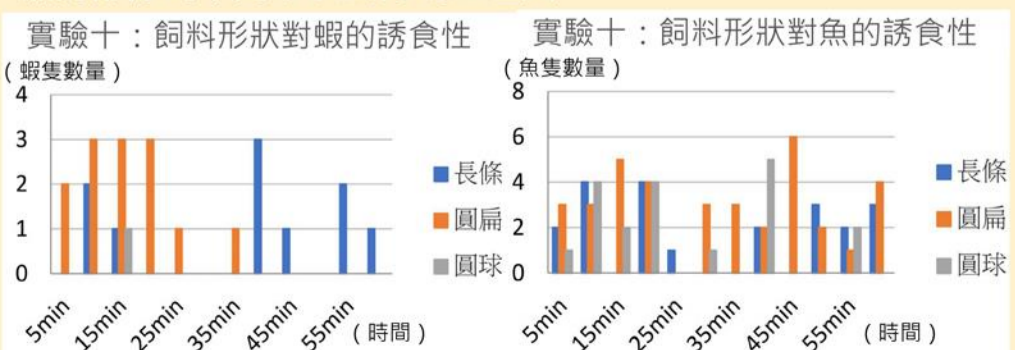
## 實驗九：探討不同大小飼料對於魚蝦的誘食性

總表面積越大的飼料 (1g\*4) 對蝦誘食性較高，中顆粒 (2g\*2) 則對魚有較高的誘食性。



## 實驗十：探討不同形狀飼料對於魚蝦的誘食性

圓扁、長條狀的飼料對蝦的誘食性最高，魚的部分則不同形狀沒有明顯差異。



# 伍、討論

## 一、天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

烘烤溫度與時間：TDS值：95°C > 150°C > 200°C；0min > 10min > 20min ≈ 30min。

- 飼料烘烤溫度越高、時間越長，TDS值較低，但相對飼料的膨脹程度越明顯，形成浮性飼料，不適合投餵底棲動物（蝦）。
- 高溫烘烤過的飼料，水色明顯較黃，文獻表示飼料製成的溫度越高，將破壞其中的維生素，推測高溫會使B群中的B2核黃素溶出，造成營養物質損失。但飼料經過烘烤，能加速飼料固化，節省製作飼料的時間，及降低其發霉的機率。
- 未經過烘烤飼料其水樣較混濁，甚至有起泡的現象，推測未經烘烤過的飼料其營養物質較快溶出，導致異營菌大量繁殖，使水質變得混濁與起泡。

自然風乾與烘烤：風乾飼料的水中物理性破碎程度佳，更能夠使水質清澈與乾淨。

- 風乾飼料能形成沉粒飼料。但風乾需要的時間較烘烤來的久，建議可使用低溫風乾乾燥機，使飼料內部含水量降低，也不會因高溫膨脹。

不同天然黏著劑：

- 蛋白膠製成的飼料水質明顯差於其他飼料，所以蛋白膠不適合作為飼料的黏著劑。
- 各種飼料長時間泡在水中都會變臭或腐敗，其中以未添加天然黏膠做成的飼料，其所浸泡的水樣混濁情形最明顯。
- 飼料置於室溫中，除了蛋白膠與秋葵膠以外，其他飼料兩週後皆有發霉情形。

飼料大小：TDS值：1cm(4顆) > 2cm(2顆) > 4cm(1顆)。推測總重量相同下，1cm(4顆)的飼料面積大於其他飼料，營養物質較快溶出。

飼料形狀：不同形狀的TDS數值無太大的差異，推測因面積不同而造成TDS值的些微差異，但對整體水質影響不大。

## 二、魚蝦飼養環境下，天然黏膠製成的魚蝦飼料對於水質的影響

TDS值：蛋白膠 > 糯米膠 ≈ 水 > 楠樹膠 ≈ 秋葵膠，與實驗三（無生物）結果無太大差異。實驗第二天控制組（水）水面上出現起泡的狀態，推測水體中的有機物質累積，魚糞、殘餌在異營菌和硝化細菌等作用下分解成氨氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽等含氮化合物，加上飼料的油脂使水面形成一層油膜，導致水面上不易消散的氣泡越來越多。

## 三、天然黏膠製成的飼料對於魚蝦的誘食性

不同天然黏膠：範圍內蝦數量：秋葵 > 楠樹粉 > 糯米粉 > 酪蛋白，魚的部分同樣是秋葵佔多數，酪蛋白對魚也具有高誘食性。推測秋葵經過了較少加工，或秋葵膠帶有能誘引魚蝦之氣味分子，未找尋到相關文獻，未來可設計實驗進行探究。

不同顏色：原先預期蝦會聚集在鮮豔的紅色組，但結果原色組較能吸引蝦隻。而魚隻最常往藍色飼料聚集，而原色組吸引魚隻的數量比其他的組別數量低。推測飼料顏色對魚蝦的誘食性，可能來自於過去的餵食習慣，亦有文獻指出飼料顏色對魚蝦攝食的影響不明顯。

不同大小：在飼料總重量相同、大小與數量不同時，顆粒越小的飼料吸引的蝦最多，推測飼料的總面積越大，蝦類能進食的空間越大外，營養物質也較易溶出。而中顆粒飼料吸引較多魚隻，推測原因為此實驗中小、中顆粒的飼料大小皆大於魚隻能直接吞入的大小，因而直接影響其適口性。

不同形狀：圓球狀飼料幾乎沒有蝦攝食，推測圓扁與長條狀飼料使蝦較好抓取，而圓球不易抓取，造成攝食意願降低。魚隻分布在各組之間較平均，推測飼料形狀對魚隻攝食意願的影響不明顯。

# 六、結論

- 1、天然黏膠可作為飼料黏著劑，相較對照組（水 + 餵粉）有較佳水質環境。
- 2、秋葵膠最適合做為飼料黏著劑，其水質數值穩定、具較佳魚蝦誘食性、飼料無發霉等特質。蛋白膠各項數值較差，不適合作為飼料黏著劑。
- 3、飼料經過烘烤可加速固化，降低物理性破碎程度與TDS數值，但高溫會影響飼料營養組成，並使飼料膨脹形成浮粒飼料，建議將烘烤步驟改為低溫風乾。
- 4、在相同重量下，顆粒越多的飼料（小顆粒）對蝦有較佳的誘食性，中顆粒飼料，對魚有較高的誘食性。
- 5、總面積越大的飼料對水質有較不良的影響。
- 6、飼料顏色對蝦的攝食行為有些許影響，但魚攝食行為的影響不明顯。
- 7、自製魚飼料最佳組合（風乾、秋葵膠、中顆粒飼料），  
自製蝦飼料最佳組合（風乾、秋葵膠、小顆粒飼料、長條狀飼料）。
- 8、在投餵魚蝦飼料時，應估算魚蝦食量，避免飼料過剩造成水質汙染。

