

# 中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科(二)

082927

山林與大海的偶遇~ 探討以魚鱗膠原蛋白與單寧酸製成複合材料填補水泥裂縫之可行性

學校名稱：臺中市西區忠孝國民小學

作者：  小五 黃芝鳳  小五 陳坤志  小五 陳坤秀  小四 陳晉揚  小五 陳柏安	指導老師：  蔣家萱  葉鎂鳳
---	-----------------------------

關鍵詞：魚鱗膠原蛋白、單寧酸、交聯反應

## 摘要

膠原蛋白俗稱明膠，主要是由動物皮或骨內的蛋白質所萃取製成，明膠的種類很多，能夠使用的範圍也非常多，最常出現在我們日常生活中的食品或加工物上，例如果凍、軟糖、冰淇淋、酸奶及冷凍食品等。我們研究將魚鱗從原本的”無用廢棄物”，透過簡單的處理與萃取方式得到許多魚鱗膠原蛋白，在不用額外進行複雜且耗時又耗費金錢的純化下，得到另一種應用膠原蛋白的方式，以膠原蛋白與單寧酸兩者混合形成的複合物，做為填補水泥裂隙的填縫水泥來使用，發現除了具有良好的黏合效果，未來還可以進一步研究其他的應用範圍，或是提升魚鱗膠原蛋白的應用價值在其他的使用上。

## 壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

### 一、研究動機

學長姐們在 2021 年參加了全國第 61 屆科展，作品「蛋然處之~探討以黃豆餅蛋白與小花蔓澤蘭製成複合材料修飾牆面裂縫之可行性」，作品因為沒有足夠時間完成，自然老師提醒我們：「可再增加時間耐用度作為效果的佐證」，結果校園裡的部分作品受到天候濕雨的影響，已有裂隙現象，因此，本組就開始尋找一種天然的材質可以來取代。

使用明膠與單寧酸的組合想法來自：在製作紅茶果凍時，將紅茶加入了融化的吉利丁中，發現顏色變成混濁，覺得很奇怪，就去請教老師，老師說：「吉利丁是一種明膠，來自於魚鱗、皮或是豬骨頭裡的膠原蛋白製成，紅茶裡的成分有茶多酚、單寧酸.....等，會使茶葉變色的原因是單寧酸與膠原蛋白發生交聯反應，這在過去的科展已有多篇的探討」。甚麼是交聯反應？想起了史萊姆就是用 PVA 和硼砂做「交聯反應」後的具有黏性彈性的材料；於是我們開始以--膠原蛋白與單寧酸的組合來製作具防水和有彈性的填縫水泥。

### 二、目的

疫情期間因有學者發表單寧酸能夠對抗新冠病毒之後，很多天然材質中含有單寧酸，我們萃取五倍子濃縮液做為單寧酸試劑，而膠原蛋白則是用清洗並晾乾的烏魚魚

鱗加入稀醋酸中熬煮製作而成，後續研究魚鱗膠原蛋白與五倍子單寧酸兩者之間的反應，以及研究在黏合水泥塊上的效果，研究有以下的實驗。

#### (一) 實驗一：烏魚魚鱗膠原蛋白的萃取

1. 以市售醋酸溶液萃取魚鱗中的膠原蛋白
2. 以雙縮脲實驗確認魚鱗的膠原蛋白
3. 魚鱗膠原蛋白溶液重量百分濃度測定

#### (二) 實驗二：由五倍子中萃取單寧酸

1. 萃取五倍子中的單寧酸
2. 單寧酸的定量

#### (三) 實驗三：魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的最佳混合比例實驗

1. 魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的混合比例
2. 測量與紀錄魚鱗膠原蛋白溶液混合五倍子單寧酸溶液的凝固膠體彈性
3. 以 ImageJ 分析彈珠反彈高度及軟體使用方式

#### (四) 實驗四：魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉測試不同比例混合的實驗

1. 魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉的混合比例

#### (五) 實驗五：魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的實驗

1. 測試添加牡蠣殼粉 100%、粉筆屑 100%與各 50%三種不同比例的填縫水泥黏著程度
2. 三種不同填縫水泥黏著能力的測量

### 三、文獻回顧

#### (一) 膠原蛋白：

膠原蛋白 (collagen) 佔哺乳類動物的總體蛋白質的 20%左右，主要存在於皮膚、骨骼、肌肉、肌腱、血管、角膜、韌帶等的組織中，是人體的一種非常重要的蛋白質，並不存在於植物組織中。它是一種主要的結締組織蛋白，能夠提供組織結構的支撐，有很強的伸展延長能力，保持組織的型態和彈性。膠原蛋白也是細胞外基質的組成成分，主要的功能是給皮膚和結締組織提供強度和彈性，可以保持皮膚

實度和彈性，同時也可以支持關節、肌肉、韌帶、腱等組織的結構。此外，**膠原蛋白**還可以幫助保持骨骼的強度和韌性，促進傷口癒合和細胞再生，以及維持血管壁的強度和彈性等。當人體老化時，膠原蛋白的產生和分解會失去平衡，逐漸降低，這會導致皮膚變得薄弱、失去彈性，進而皮膚出現皺紋，另外也會產生關節和骨骼的問題。因此，很多保健品和美容產品中都添加了膠原蛋白，以提高皮膚彈性、減少皺紋和改善骨骼健康等。但是直接攝取膠原蛋白並不會被身體吸收，經過消化道被分解成胺基酸後被人體吸收，因此，即使攝取大量膠原蛋白，也不一定會對身體產生直接的效益。

## (二)單寧酸：

鞣酸（tannic acid）又稱單寧酸，是丹寧的一種特殊形式，屬一種多酚。單寧酸是一種天然的有機化合物，廣泛存在於許多植物中，特別是木質植物和果實中。它們是**多酚類化合物**的一種，含有多個酚類官能基。單寧酸在飲食、醫學、化妝品等領域都有廣泛的應用。當單寧酸與蛋白質或其他大分子物質結合時，它們可以形成一種稱為“**單寧酸蛋白質複合物**”的化合物。**這些複合物在食品加工、釀造和醫學等領域中具有重要的應用價值**。例如，在釀造紅酒時，單寧酸可以與葡萄皮中的花青素結合形成紅色葡萄酒色素。在食品加工中，單寧酸可以用作防腐劑，延長食品的保質期。

## (三)交聯反應

交聯反應是指將兩種或兩種以上的分子**通過化學鍵結合在一起**，形成一個較大的分子，通常用於製備高分子材料，例如塑料、橡膠、膠水等，**交聯反應可以改變材料的物理和化學性質**，例如增加材料的硬度、強度和耐磨性，改善其化學穩定性和抗老化性能，並且可以防止材料融化或溶解。交聯反應在許多工業和科學應用中都有廣泛的應用，例如製造塑料制品、橡膠制品、膠水、紙漿、染料和化妝品等。另外在食品加工中，**交聯反應可以用於改善食品的質地和穩定性**，例如，交聯澱粉可以用於增加乳制品和冷凍食品的穩定性，交聯蛋白質可以用於增加肉類和海鮮產

品的彈性和水分保持性，交聯明膠可以用於製備更堅固的果凍和糖果。需要注意的是，交聯反應的過程和條件需要仔細控制，以確保產品的質量和安全性。過量的交聯劑或不當的反應條件可能會導致產品的質量下降，並可能產生有害物質。因此，在使用交聯反應時，需要仔細控制反應條件和選擇合適的交聯劑，以確保安全和可靠性。

#### (四) 牡蠣殼粉：

牡蠣殼是指牡蠣的外殼，由含有碳酸鈣的細胞壁和有機基質組成。牡蠣殼含有豐富的礦物質，尤其是碳酸鈣，因此具有很高的鈣含量。牡蠣殼粉是指經過研磨、篩分等加工處理後製成，可以提高利用價值，通常用作飼料添加劑、土壤改良劑、工業填充材料和食品添加劑等。在飼料添加劑方面，牡蠣殼粉可以用作鈣源，用於家禽、家畜等動物的飼料中，以維持其鈣質需求。在土壤改良劑方面，牡蠣殼粉可以改善土壤酸鹼度，增加土壤通透性，並且可以作為肥料添加劑，提供鈣和其他礦物質元素。在工業填充材料方面，牡蠣殼粉可以用於填充塑料、紙張等產品，以增加其硬度和抗拉強度。另外用於製造環保材料，如石膏板、水泥、磚塊等，可以減少對自然礦物資源的開採，同時降低生產過程中的能源消耗和二氧化碳排放。用於水處理過程中，可以去除水中的重金屬離子、有機物等，同時可以調節水的 pH 值，使其更適合用於農業灌溉、工業生產等用途。總的來說，牡蠣殼粉是一種多功能、廣泛應用的材料，其價值不僅在於作為飼料添加劑、土壤改良劑等方面，還有許多其他的應用領域，具有很大的發展潛力。

#### (五) 複合材料：

複合材料是指由兩種或以上的不同材料以一定比例混合而成的新材料。這些不同材料的特性可以互補或互相強化，從而提高整體材料的性能。複合材料的組成通常包括基材和增強材料兩種性質不同的物質組合而成的一種固體材料，各種組成材料在性能上能互相取長補短，使複合材料的各種性能更勝於原組成材料，且滿足各種不同的要求。在複合材料中，通常有一是基材如膠體；另一是補強材如固體材料，可依性質組合成需要的用途。

(六) 「膠」情「非」淺－探討魚鱗膠原蛋白的凝聚及水解分析研究. 第 59 屆中小學科學展覽會

作品主要在探討魚鱗中含有高濃度的膠原蛋白，並提供了一種可以在家中操作的魚鱗提取方法，提供本組在萃取魚鱗膠原蛋白階段時參考：文獻得知魚鱗中含有高達45%的膠原蛋白，可以透過煮魚鱗並過濾的方式提取。加入白醋或檸檬汁煮魚膠不會影響濃度，而煮的時間會影響濃度，時間越久，濃度越高。加入白醋或檸檬汁也不會改變魚膠的酸鹼度，煮後的魚膠溶液是中性的，本組認為是魚鱗膠原蛋白具緩衝溶液效果，化學結構可調節對酸與鹼保持穩定。煮魚鱗時間越久，魚鱗片的顏色會越暗，且容易碎裂，表面也沒有光澤。煮出的魚膠溶液需要在冷藏狀態下靜置4小時才能形成固體膠凍。新鮮青木瓜汁或新鮮鳳梨汁會影響魚膠溶液的凝膠現象，本組認為這是因為有蛋白分解酵素。魚膠經過冷凍後，凝膠現象不會改變，因此可以利用冷凍保存。

(七) 百「黏」好合一動物性與植物性蛋白質製成蛋白膠水的探討。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會



該篇是關於蛋白膠水製備的作品，是國內以動物蛋白與植物蛋白探討拉力的第一篇。作品中提到加熱和加入醋酸會讓蛋白質產生變性，使蛋白能夠聚集，形成膠水黏著的效果。全脂、脫脂奶粉和黃豆的膠水能夠把木材、壓克力片和小磚塊相互黏著在一起。經不同溫度所製備的蛋白膠水塗於木板上的承載拉力，第 1 天皆可以承載約 9.5 公斤重。實驗中以經過室溫萃取的承重效果最好，陰乾天數越長，分子間的水份減少會增加聚合效果，因此可承重效果會增加。全脂及脫脂奶粉、黃豆汁與白膠所黏成的木片，在未經過浸泡於酸性與鹼性溶液其拉力測試，都可承受約 9 公斤以上的重力拉扯。隨著蛋白膠水黏於木片與壓克力板的時間愈長，其對於重量承載的能力愈高。雖是與本組魚鱗膠原蛋白不同，但是在萃取時加酸加熱，與本組是相同的，其變性溫度以室溫時具有最佳的拉力，若本組魚鱗蛋白以常溫是無法萃取。隨著陰乾時間越長，因為水分逐漸蒸發消失，膠水的黏性必然增加。此篇讓我們知道蛋白質有許多用途。

## 貳、研究設備及器材

### 一、原料：

魚鱗	五倍子	醋酸	食用鹼(碳酸鈉)
			
純水	硫酸銅	氫氧化鈉	鐵劑
			
單寧酸(試藥)	牡蠣殼粉	粉筆屑	水泥塊
			
酒精燈	15 ml 塑膠離心管	硼酸	市售批土
			

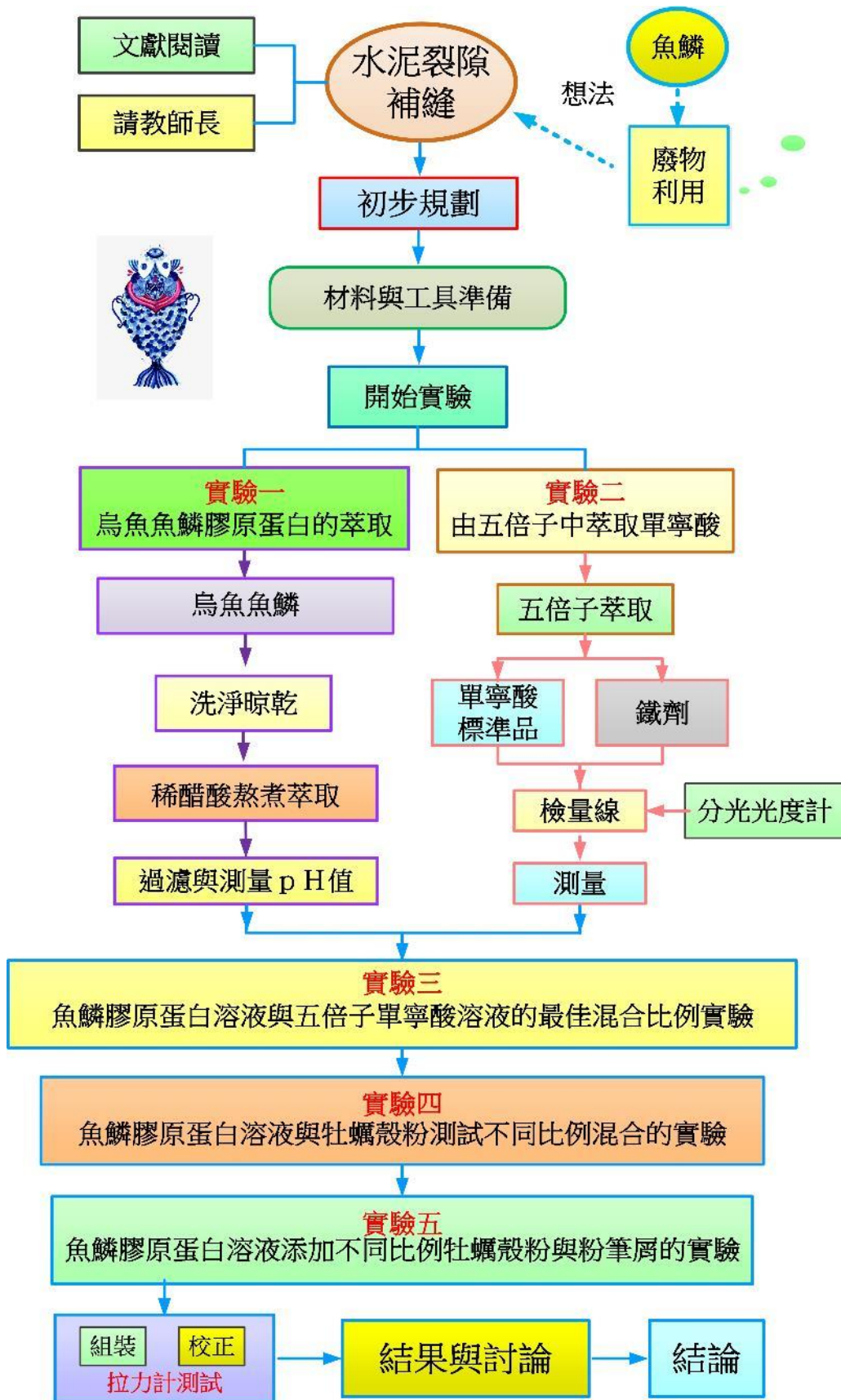
二、儀器與設備類：

精密磅秤(0.00)	燒杯	瓦斯爐	鍋子
			
量筒	塑膠滴管	玻璃試管	分光光度計
			
酸鹼度計	攪拌棒	秤量紙	乳膠手套
			
安全吸球	計時器	篩網	血清瓶
			
液晶電子游標尺	拉力計	G 型夾	護目鏡
			
刷子	工作棉手套		
			



# 參、研究過程或方法

## 一、實驗流程



## 二、實驗準備：醋酸水溶液配製(水溶液配製由老師協助完成)

1. 以酸鹼度計測量市售醋酸 pH 約為 3.1~3.3，以量筒量取市售醋酸 300 ml，再加入純水 900 ml 至鍋子中，即為稀釋 4 倍醋酸水溶液。

## 三、實驗一：魚鱗膠原蛋白的萃取

### (一) 魚鱗膠原蛋白加入醋酸水溶液的萃取流程



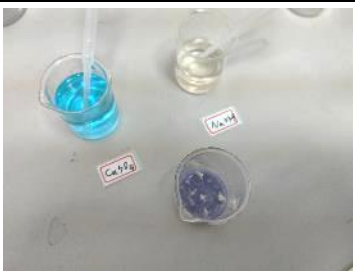


1. 將烏魚魚鱗清洗乾淨並晾乾。
2. 將晾乾的魚鱗稱重 300 克，放入鍋子中並加入醋酸水溶液 1200 ml。
3. 放上瓦斯爐並加熱 1 小時，期間補純水 100 ml 萃取魚鱗膠原蛋白。
4. 最後萃取出來的膠原蛋白溶液靜置降溫，降溫至不燙手後以網篩過濾雜質，倒入血清瓶子中保存，以利後續實驗使用。
5. 趁魚鱗膠原蛋白溶液溫度降低且未凝固時，以酸鹼度計測量其 pH 值。



### (二) 魚鱗膠原蛋白質的確認(雙縮脲實驗)

1. 以塑膠滴管吸取 1 ml 魚鱗膠原蛋白溶液，放入塑膠杯中。
2. 以塑膠滴管吸取 2 ml 氫氧化鈉溶液(1% NaOH)，加入塑膠杯中混合均勻。
3. 以塑膠滴管吸取 1 ml 硫酸銅溶液(10% CuSO<sub>4</sub>)，加入塑膠杯中混合均勻。
4. 若溶液變成紫色，即代表溶液含有蛋白質。

		
秤取硫酸銅	硫酸銅溶液(10% CuSO <sub>4</sub> )	雙縮脲反應呈藍紫色

### (三) 魚鱗膠原蛋白溶液重量百分濃度測定

1. 隔水加熱融解放在血清瓶中的魚鱗膠原蛋白膠體，將完全融解的膠原蛋白溶液倒入鐵盤中，並秤重扣除鐵盤重量後為膠原蛋白溶液的前重。
2. 放入烘乾機中以低溫(50°C)乾燥至完全脫水。
3. 完全乾燥後再次秤重，扣除鐵盤重量後為膠原蛋白溶液的後重。
4. 將後重除以前重即可得到原始膠原蛋白溶液的重量百分濃度。

## 四、實驗二：由五倍子中萃取單寧酸

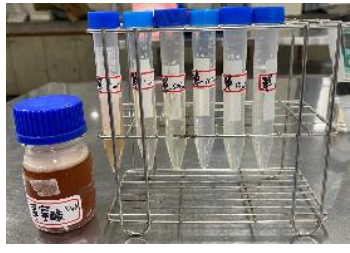



### (一) 萃取五倍子中的單寧酸

1. 秤重 5 克的五倍子粉末放入燒杯中，加入純水 50 ml 攪拌均勻。
2. 放上酒精上加熱煮沸 15 分鐘萃取單寧酸，補水至燒杯原來的高度。
3. 將五倍子單寧酸溶液靜置，降溫後以濾紙過濾雜質，並裝入血清瓶子中保存，以利後續實驗使用。

### (二) 單寧酸的定量

1. 秤取單寧酸標準品 1.7 g，溶解於 100 ml 純水中，濃度即為 10 mM。
2. 再將 10 mM 單寧酸溶液依序稀釋成濃度為 5 mM，1 mM，500 uM，100 uM，50 uM 的標準液。
3. 取 1 錠 100 mg 的鐵劑溶解於 8 ml 的純水中，濃度即為 100 mM。
4. 再將 100 mM 鐵劑溶液稀釋 100 倍，成為濃度 1 mM 溶液。
5. 以單寧酸標準液：pH 為 9 的水溶液：純水：1 mM 鐵劑溶液的比例為 1：5：3：1 混和均勻，再靜置 10 分鐘。

- 將五倍子單寧酸萃取溶液以純水稀釋 10 倍，再以五倍子單寧酸溶液：pH 為 9 的水溶液：純水：1 mM 鐵劑溶液’的比例為 1：5：3：1 混和均勻，再靜置 10 分鐘。
- 測量波長在 498 nm 的吸光值，並繪製出單寧酸標準品檢量線的趨勢線公式，然後將五倍子單寧酸萃取溶液稀釋 10 倍溶液的吸光值帶入，最後求得五倍子單寧酸萃取溶液的單寧酸濃度。

			
單寧酸標準品	pH 為 9 的水溶	純水	1 mM 鐵劑溶液

### 五、實驗三：魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的最佳混合比例實驗

#### (一) 魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的混合比例

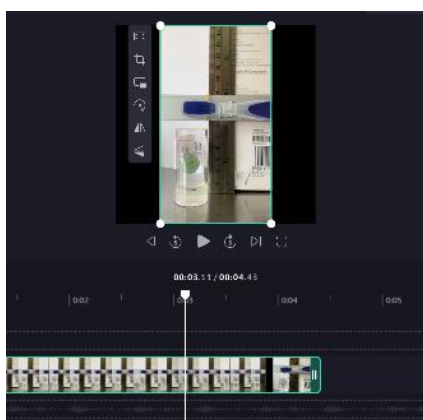
試驗	試驗 1	試驗 2	試驗 3	試驗 4	試驗 5	試驗 6	對照 1	對照 2
魚鱗膠原蛋白溶液	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml
五倍子單寧酸溶液	0.25 ml	0.5 ml	0.75 ml	1.0 ml	1.5 ml	2.0 ml	0.0 ml	2.0 ml

表(一) 魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的混合比例表

- 隔水加熱融解，放在血清瓶中的魚鱗膠原蛋白膠體，用酸鹼度計測量酸鹼值，再用氫氧化鈉水溶液調整 pH 值到 7.0。
- 依照表(一)吸取魚鱗膠原蛋白溶液放入小塑膠杯中。
- 再依照表(一)所列試驗加入五倍子單寧酸溶液，加入時要一滴一滴慢慢加入，同時搖晃管子混合均勻，同時觀察溶液顏色和凝固情況。
- 將混合均勻的溶液放入 4°C 冰箱中凝固，隔天進行彈性測試。

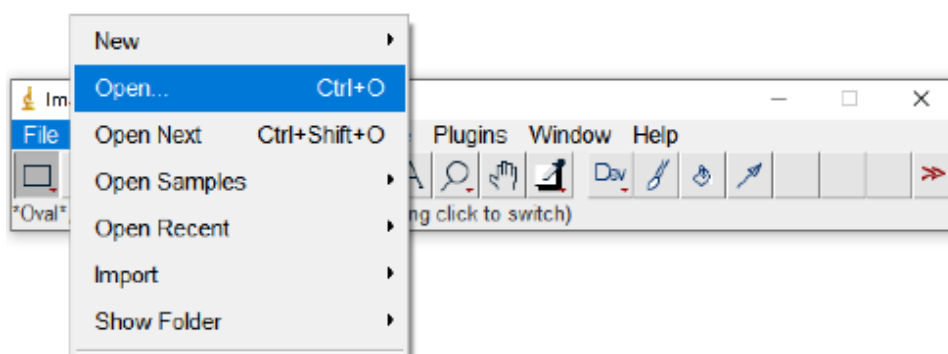
## (二) 測量與紀錄魚鱗膠原蛋白溶液混合五倍子單寧酸溶液的凝固膠體彈性

1. 取一顆玻璃彈珠從瓶口上方要瞄準中央，同時旁邊放置有刻度的鐵尺並於固定高度放開玻璃彈珠，測量彈珠重量為 4.6 克。
2. 以手機錄影或是連續拍照記錄彈珠反彈高度，記錄高度要重複至少 5 次求得平均。
3. 以影像編輯軟體如 Clipchamp 進行影格畫面擷取，彈珠反彈至最高點時會有一瞬間(1 影格為 0.01 秒)的彈珠畫面是清晰的，擷取此時的畫面，然後再以 ImageJ 進行反彈高度分析。



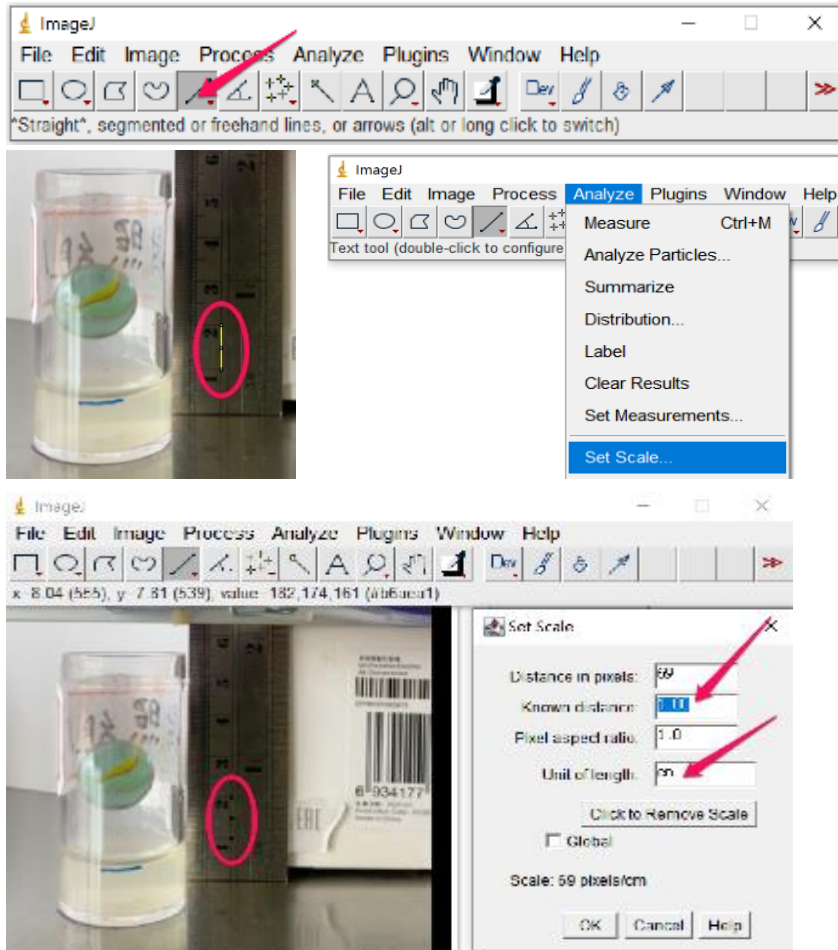
## (三) 以 ImageJ 分析彈珠反彈高度及軟體使用方式：

1. 開啟要分析的照片：點選 File 選單內的 Open，開啟在資料夾內擷取的彈珠反彈高度照片檔案。

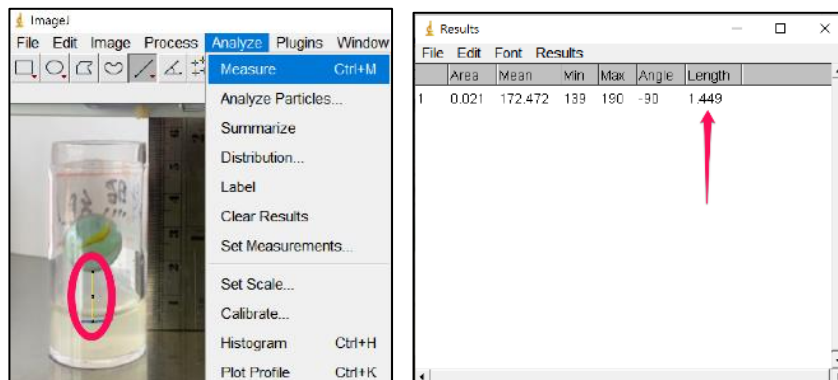


2. 照片長度校正：點選第二排左邊數過來的第五個功能，用滑鼠量取一段已知的長度，即有刻度的鐵尺長度，如紅圈所示內的黃色線條，線條長度等於鐵尺 1 公分長度，再點選 Analyze 選單內的 Set Scale，在跳出的小視窗中將已知的長度

輸入在 Known distance 和將已知單位輸入在 Unit of length 後，即可開始測量。



3. 測量反彈後高度：選取第二排左邊數過來的第五個功能，用滑鼠選取彈珠反彈至最高點時的最下緣(彈珠反彈到最高點會有一瞬間的畫面是清晰的)，下方的刻度是魚鱗膠原蛋白膠體凝固的高度，紅圈內的線條就是我們要測的反彈高度，再點選 Analyze 選單內的 Measure，會跳出的 Results 小視窗，其中會顯示用軟體測量出的彈珠反彈高度 length 後，即完成測量。



4. 將測量得到的數據進行整理並繪圖。




## 六、實驗四：魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉測試不同比例混合的實驗

### (一) 魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉的混合比例

混合比例	9:1	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8	1:9
魚鱗膠原蛋白溶液	27 ml	24 ml	21 ml	18 ml	15 ml	12 ml	9 ml	6 ml	3 ml
牡蠣殼粉	3 g	6 g	9 g	12 g	15 g	18 g	21 g	24 g	27 g
五倍子單寧酸溶液	10.8 ml	9.6 ml	8.4 ml	7.2 ml	6 ml	4.8 ml	3.6 ml	2.4 ml	1.2 ml
補水	0	0	0	0	0	0	5 ml	10 ml	15 ml

表(二) 魚鱗膠原蛋白溶液加五倍子單寧酸溶液與牡蠣殼粉的混合比例表

1. 隔水加熱融解，放在血清瓶中的魚鱗膠原蛋白膠體，將完全融解的魚鱗膠原蛋白溶液依照表(二)量取與秤重放入塑膠杯中，再以攪拌棒或是冰棒棍攪拌混合均勻。
2. 將塑膠杯從底部量起高度為 0.5 cm 處，切開製成塑膠小皿，再均勻填滿混合物，每種比例做 3 個。
3. 放置於室溫下凝固並乾燥，待其完全乾燥成黏土餅後，觀察其龜裂程度與黏土餅的性質，以及量測縮水後的黏土餅厚度。

		
液晶電子游標尺	硫酸銅溶液(10% CuSO <sub>4</sub> )	玻璃試管

## 七、實驗五：魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的實驗

- (一) 測試添加牡蠣殼粉 100%、粉筆屑 100%與各 50%三種不同比例的填縫水泥黏著程度實驗

(二)

試劑	試驗	試驗混合組			對照組
		1-1	1-2	1-3	市售批土
魚鱗膠原蛋白溶液		24 ml	24 ml	24 ml	100 %
牡蠣殼粉(100%)		6 ml	--	--	
牡蠣殼粉: 粉筆屑 (50%:50%)		--	3 ml + 3 ml	--	
粉筆屑(100%)		--	--	6 ml	
五倍子單寧酸溶液		9.6 ml	9.6 ml	9.6 ml	
硼酸(防腐劑)		0.75 g	0.75 g	0.75 g	

表(三) 魚鱗膠原蛋白溶液與粉屑比例為 8 : 2，測試添加牡蠣殼粉 100%、粉筆屑 100%與各 50%三種的混合比例表

1. 隔水加熱融解，放在血清瓶中的魚鱗膠原蛋白膠體，將完全融解的魚鱗膠原蛋白溶液依照表(三)量取與秤重放入塑膠杯中，再以攪拌棒或是冰棒棍攪拌混合均勻。
2. 取 2 塊固定大小的水泥塊，在較光滑的那一面均勻塗滿填縫水泥，將光滑面相對將 2 塊水泥疊在一起，每種比例做 3 對，最後放置於室溫下完全乾燥。

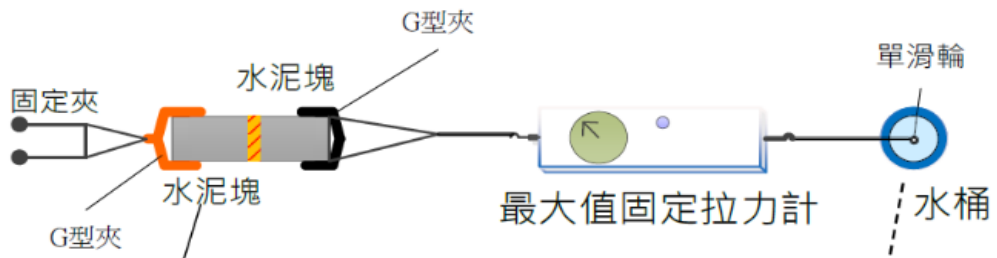


## (二) 三種不同填縫水泥黏著能力的測量

1. 待水泥塊完全乾燥後，依圖示設置測量拉力的裝置，測量水泥塊被拉開的最大拉力值。



1. 上視圖：



2. 側視圖

水泥塊規格：  
4x5x7(cm)  
黏合面：  
5x7(cm)



光滑面均勻塗滿填縫水泥	每種比例做 3 對	放置乾燥
用 G 型夾將水泥塊固定	連接拉力計	吊掛水桶

## 肆、研究結果



### 一、實驗一：魚鱗膠原蛋白的萃取

1. 魚鱗膠原蛋白溶液以網篩過濾雜質並靜置降溫後，以酸鹼度計測量其 pH 值為 4.5。

晾乾的魚鱗秤重後放入鍋子中	放上瓦斯爐並加熱萃取	酸鹼度計測量其 pH 值
		

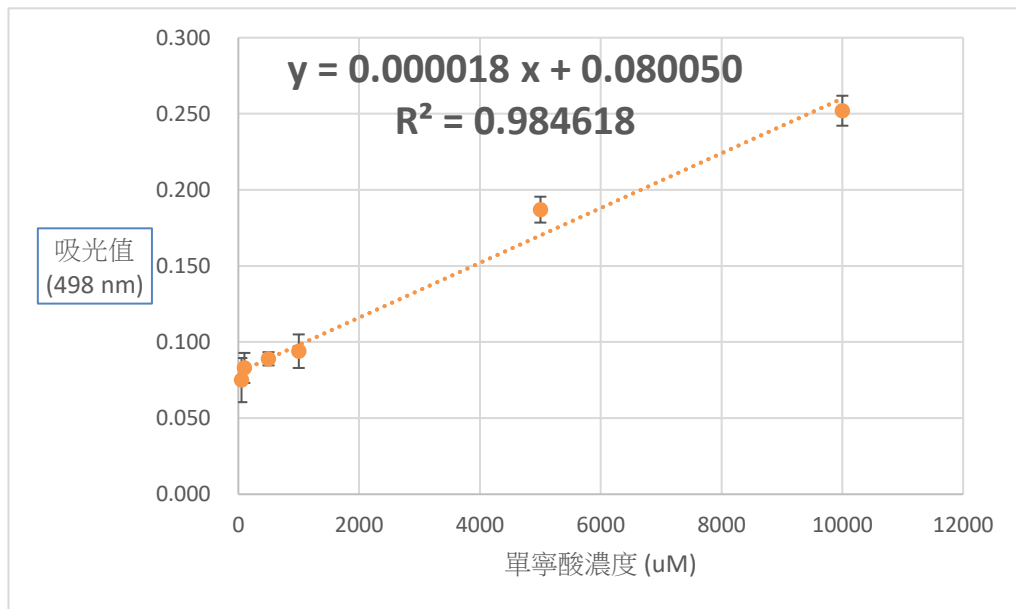
2. 以雙縮脲實驗測試魚鱗膠原蛋白溶液，溶液變成深紫色，確認有蛋白質存在。
3. 魚鱗膠原蛋白溶液乾燥前秤重為 120.99 g，完全乾燥後再次秤重為 53.92 g，計算：  
(後重 53.92 g - 鐵盤重 46.89 g) / (前重 120.99g - 鐵盤重 46.89 g) = 0.09487 = 9.5 %。

### 二、實驗二：由五倍子中萃取單寧酸

反應溶液放入塑膠比色管中	分光光度計測量
	

標準品：單寧酸 3 重複					
uM	吸光值 (498 nm)			平均值	標準差
50	0.085	0.081	0.058	0.075	0.015
100	0.072	0.086	0.091	0.083	0.010
500	0.093	0.084	0.089	0.089	0.004
1000	0.102	0.098	0.081	0.094	0.011
5000	0.193	0.177	0.190	0.187	0.009
10000	0.255	0.241	0.260	0.252	0.010

此附表(四) 為不同濃度的單寧酸溶液之吸光值數據



此附圖(一) 為不同濃度的單寧酸溶液之檢量線圖

五倍子單寧酸萃取溶液 3 重複						
試驗	吸光值 (750 nm)			平均值	標準差	推算原始濃度 (uM)
原始溶液(未稀釋)	1.450	1.284	1.687	1.474	0.203	77423.1
稀釋 10x 溶液	0.283	0.212	0.181	0.225	0.052	80713.0

此附表(五) 為五倍子單寧酸萃取溶液測量之吸光值數據

小結：經測量，以純水萃取的五倍子單寧酸萃取溶液，含有的單寧酸類化合物萃取量為 80713.0 uM，等於 80.7 mM。

### 三、實驗三：魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的最佳混合比例實驗

#### (一) 魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的混合比例

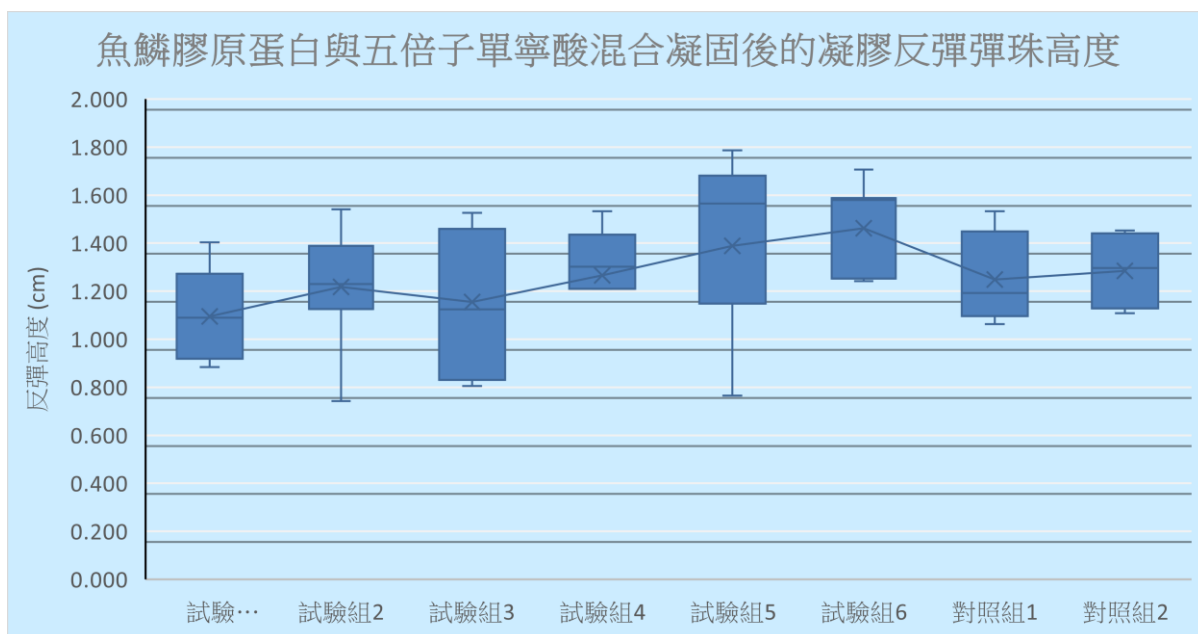
溶液	試驗 1	試驗 2	試驗 3	試驗 4	試驗 5	試驗 6	對照 1	對照 2
魚鱗膠原蛋白溶液	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml
五倍子單寧酸溶液	0.25 ml	0.5 ml	0.75 ml	1.0 ml	1.5 ml	2.0 ml	補純水 0.25 ml	補純水 2.0 ml
照片								
膠體凝固後顏色	淡黃色 不透明	淡黃色 不透明	淡黃色 不透明	淡黃色 不透明	淡黃色 不透明	淡黃色 不透明	淺黃色 透明	淺黃色 透明

此附表(六) 魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液混合後的凝膠狀況

#### (二) 測量與紀錄魚鱗膠原蛋白溶液混合五倍子單寧酸溶液的凝固膠體彈性

試驗組別	彈珠反彈高度 (7 重複)							平均值	標準差
試驗組 1	1.272	0.919	1.403	0.964	0.884	1.089	1.134	1.095	0.192
試驗組 2	0.742	1.312	1.389	1.188	1.230	1.125	1.540	1.218	0.251
試驗組 3	0.805	0.984	1.355	1.459	0.830	1.124	1.526	1.155	0.297
試驗組 4	1.209	1.532	1.435	1.301	1.319	1.278	0.788	1.266	0.236
試驗組 5	1.197	1.786	1.579	1.148	0.765	1.565	1.681	1.389	0.364
試驗組 6	1.579	1.587	1.706	1.584	1.252	1.241	1.287	1.462	0.195
對照組 1	1.192	1.258	1.449	1.532	1.150	1.096	1.062	1.248	0.179
對照組 2	1.452	1.440	1.296	1.108	1.141	1.128	1.422	1.284	0.157

此附表(七) 膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液混合後的凝膠反彈彈珠高度數據



此附圖(二) 為魚鱗膠原蛋白與五倍子單寧酸溶液混合凝固後的凝膠反彈彈珠高度數據圖

小結：經測量，以試驗組 6(混合比例 5 : 2)的魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液，具有較好的凝膠反彈彈珠高度。

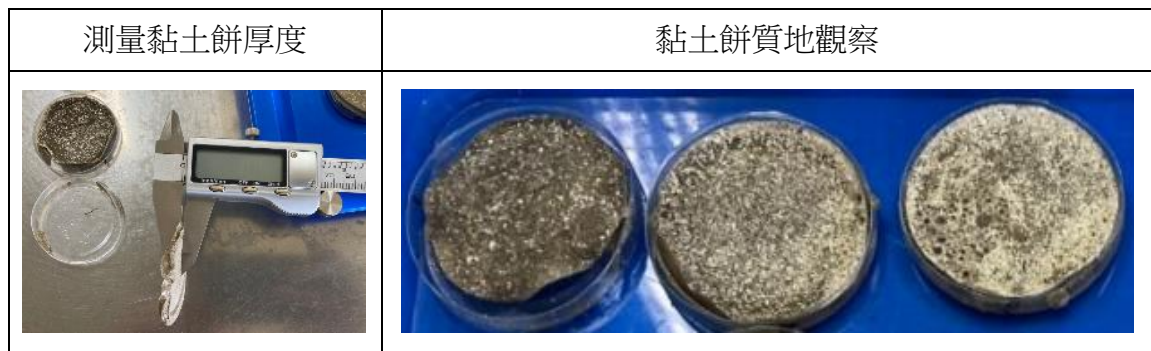
#### 四、實驗四：魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉測試不同比例混合的實驗

##### (一) 魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉的混合比例



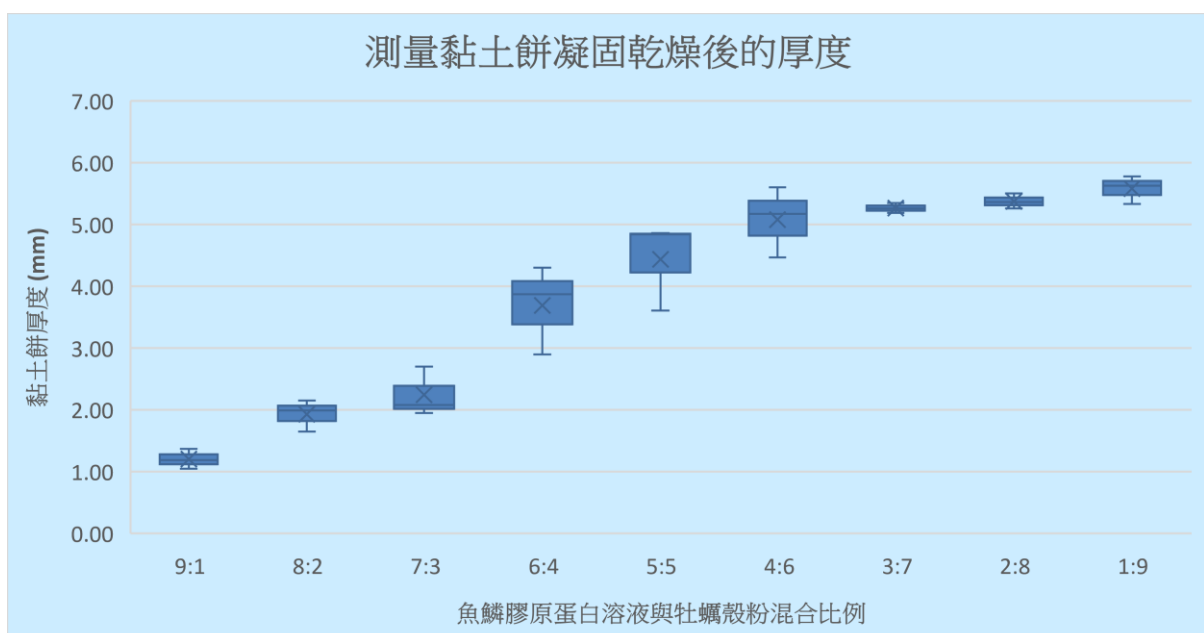
此附圖(三) 為不同的魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉混合比例，凝固乾燥後的黏土餅狀態

(二) 測量不同的魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉混合比例，凝固乾燥後的黏土餅厚度與黏土餅質地觀察



混合比例	黏土餅厚度 mm (3 重複)			平均值	標準差	黏土餅質地
9 : 1	1.05	1.19	1.37	1.20	0.16	輕薄，容易撕開
8 : 2	1.65	1.99	2.15	1.93	0.26	薄且有韌性
7 : 3	2.08	1.95	2.70	2.24	0.40	有韌性，但是會碎裂
6 : 4	3.87	4.30	2.90	3.69	0.72	韌性普通，會碎裂
5 : 5	4.86	4.84	3.61	4.44	0.72	
4 : 6	5.60	5.17	4.47	5.08	0.57	韌性低，容易碎裂
3 : 7	5.19	5.26	5.35	5.27	0.08	
2 : 8	5.50	5.26	5.36	5.38	0.12	幾乎無韌性 更易碎成粉
1 : 9	5.63	5.33	5.78	5.58	0.23	

此附表(八) 不同的魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉混合比例黏土餅，凝固乾燥後測量厚度與質地觀察數據

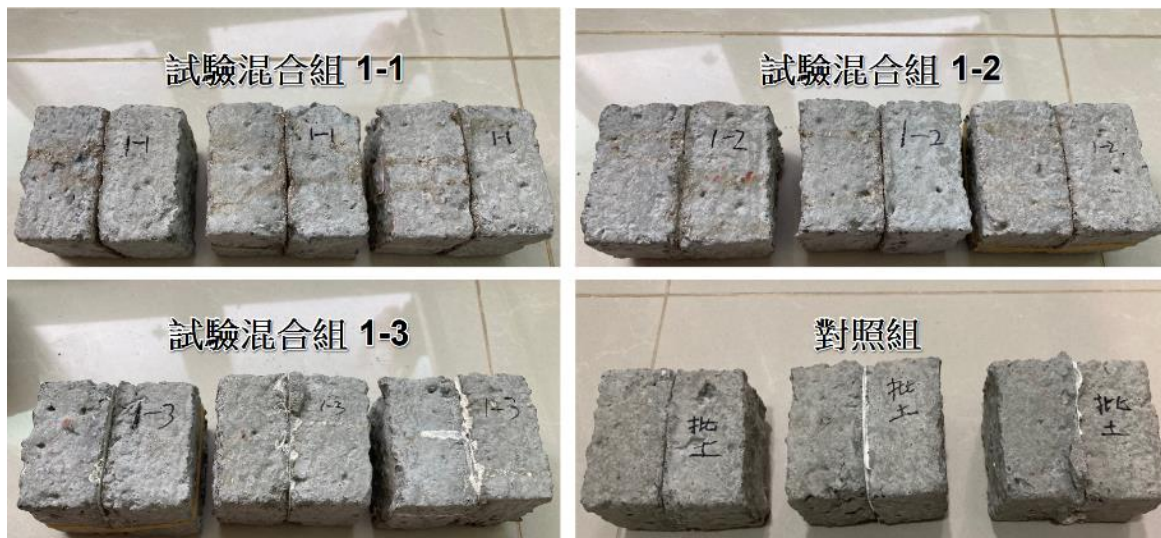


此附圖(四) 為魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉不同的混合比例，測量黏土餅凝固乾燥後的厚度數據

小結：經測量與觀察黏土餅質地，以混合比例 8：2 的魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉混合，具有較好的黏土餅韌性。

### 五、實驗五：魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的實驗

(一) 測試添加牡蠣殼粉 100%、粉筆屑 100%與各 50%三種不同比例的填縫水泥黏著程度實驗



此附圖(五) 為魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的填縫水泥，黏合水泥塊並凝固乾燥後的狀態

(二) 測量三種不同填縫水泥黏著能力

試驗混合組	拉力值 kg (3 重複)			平均值	標準差
1-1 牡蠣殼粉 (100%)	30.6	45.9	52.6	43.0	11.3
1-2 牡蠣殼粉: 粉筆屑 (50%:50%)	42.7	33.2	42.5	39.5	5.4
1-3 粉筆屑 (100%)	35.6	55.1	46.8	45.8	9.8
對照組 市售批土	25.6	33.7	29.3	29.5	4.1

此附表(九) 三種不同填縫水泥的黏著能力數據



此附圖(六) 為被拉開後的水泥塊，中間的填縫水泥狀態

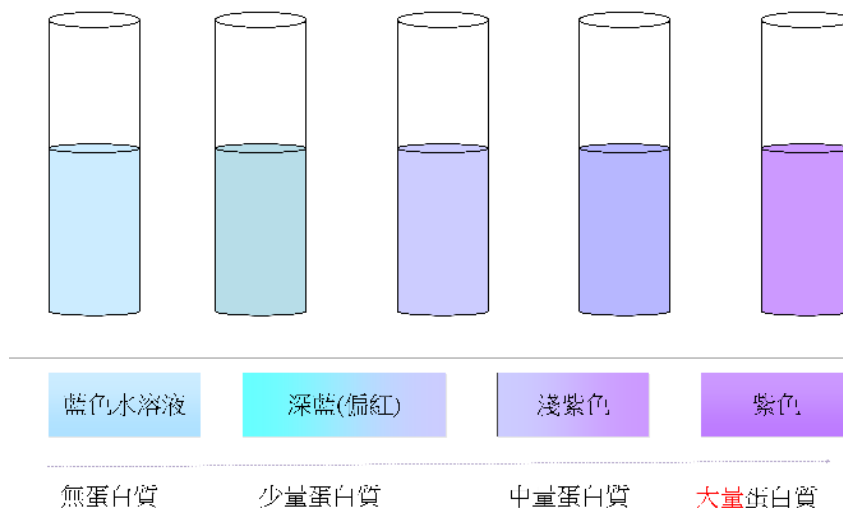
小結：經測量三種不同填縫水泥的黏著能力，以試驗混合組 1-3 (粉筆屑 100%)有較高的拉力值，越高的拉力值代表越不容易被拉開，也代表填縫水泥的黏合能力更好。

## 伍、討論

### 一、實驗一：魚鱗膠原蛋白的萃取

1. 以稀釋醋酸萃取烏魚魚鱗中的膠原蛋白，雖然魚鱗有經過清洗與晾乾，但是還有許多雜質，為避免因雜質影響後續實驗，例如影響膠體凝固，因此以網篩過濾雜質。
2. 以雙縮脲實驗測試用醋酸萃取魚鱗的溶液，溶液變成深紫色，簡單の確認有蛋白質存在。

雙縮脲測試：蛋白質的含量



3. 我們查詢資料得知膠原蛋白俗稱明膠，是以動物皮或骨內的蛋白質所製成，明膠的主要成分為蛋白質，帶淺黃色透明狀。



## 二、實驗二：由五倍子中萃取單寧酸

1. 以標準品單寧酸畫出檢量線，我們以純水萃取的五倍子單寧酸萃取溶液，含有的單寧酸類化合物萃取量為 80713.0 uM，等於 80.7 mM。
2. 我們查詢相關的資料得知，單寧酸是單寧一種特殊形式，屬於一種多酚類，它具有弱酸性。例如茶葉中含有的主要成分茶多酚，也是其中的一種形式。
3. 單寧酸透過共價鍵或者非共價鍵與蛋白質進行相互作用，兩者之間的作用受多種因素影響，且不同種類蛋白質的結構與功能性變化不同，兩者形成複合物後對蛋白質的結構、功能特性都有顯著影響。

## 三、實驗三：魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的最佳混合比例實驗

1. 在魚鱗膠原蛋白溶液緩慢加入五倍子單寧酸溶液，會發生白色的懸浮物，很可能就是膠原蛋白與單寧酸發生反應所形成複合物。
2. 經過測量兩者均勻混合凝固後的凝膠反彈彈珠高度，比較試驗組 1 與對照組 1，很明顯的降低了彈性，而對照組 2 為了與試驗組 6 比較，因此補純水到同樣的體積，推測是對照組 2 補水的體積使膠原蛋白濃度降低，使得凝膠結構鬆散以及變軟，所以凝膠反彈彈珠高度會比試驗組 6 高度低。

## 四、實驗四：魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉測試不同比例混合的實驗

1. 經過測量魚鱗膠原蛋白溶液比例越高的，代表水分越高，完全乾燥後剩下的主要都是膠原蛋白與五倍子單寧酸的複合物，以及比例低混合的牡蠣殼粉，所以乾燥後的黏土餅厚度越薄。
2. 因為按比例最低的牡蠣殼粉混合，造成黏土餅的牡蠣殼粉末分布不均，雖然最輕薄也有韌性，可是太輕薄也容易因為拉扯而破裂，所以混合比例為 8：2 的黏土餅能保有乾燥後的輕薄體積，也能保有較佳的韌性。
3. 混合比例為 7：3 與 6：4 的黏土餅雖有韌性，但是乾燥後的體積則沒有明顯變小，而且，也因為膠原蛋白與五倍子單寧酸複合物比例降低，能提供的黏性也降低了。
4. 混合比例為 5：5 與其他的黏土餅，乾燥後的厚度沒有明顯變小，因為膠原蛋白與五

倍子單寧酸複合物比例太低，能提供的黏性降低太多了，所以黏土餅很容易就像餅乾一樣碎裂。

## 五、實驗五：魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的實驗

1. 我們選擇魚鱗膠原蛋白溶液與固形物混合比例為 8：2 的填縫水泥來黏合水泥塊，因為水分含量較高，所以塗佈在水泥塊上時，很容易溢流而使得兩個水泥塊間的填縫水泥量不易控制，乾燥後在水泥塊側面發現到有液體溢流乾掉的痕跡。
2. 在配方中有添加硼酸，目的是為了避免因為黴菌汙染，使得混合的填縫水泥發生變質，而失去黏合的效果。
3. 我們所混合的填縫水泥，因為固形物顆粒較大，水分又較多，很容易因為攪拌不均勻或是靜置太久，固形物因而沉到底部，而且不像市售批土那樣是膏狀黏土，容易塗佈且有基本的黏性。
4. 測量拉力試驗三種不同固形物比例的填縫水泥黏著能力，比市售批土地的結果來說，均有不錯的黏合能力，而含粉筆屑 100%的試驗混合組 1-3 有最高的平均拉力值，代表此組別的填縫水泥黏合能力更好。
5. 推測是因為粉筆屑比牡蠣殼粉的顆粒小，越小的顆粒越容易滲入水泥塊的縫隙中，抓住水泥塊的黏合效果也更好，而實際上我們在混合時，粉筆屑 100%的最均勻，而且不容易溢流出來，拉開的水泥塊也顯示粉筆屑 100%的塗佈最均勻。

## 陸、結論

- 一、稀釋醋酸能從烏魚魚鱗中萃取出膠原蛋白，並以雙縮脲試驗溶液變成深紫色，確認有蛋白質存在。
- 二、用純水萃取五倍子中的單寧酸，溶液中含有的單寧酸類化合物萃取量，帶入標準品單寧酸畫出的檢量線中，得出濃度為 80713.0 uM，等於 80.7 mM。
- 三、魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液以 5：2 的比例混合，混合形成的複合物凝固後的凝膠具有較佳的彈性，能反彈彈珠的高度較高。
- 四、魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉以 8：2 的比例混合，乾燥後能縮水成具有輕薄體積，又有較佳韌性的黏土餅。
- 五、魚鱗膠原蛋白溶液與固形物混合比例為 8：2 的填縫水泥來黏合水泥塊，固形物含 100%粉筆屑的填縫水泥黏合能力最佳，若能將固形物顆粒研磨的更細緻，且製成膏狀，在使用上會更容易塗佈，黏合效果也會更好。

### 未來展望：

膠原蛋白俗稱明膠，是以動物皮或骨內的蛋白質所製成，明膠的種類甚多，能夠應用的範圍也非常廣闊，例如日常生活上食品或加工物，到應用價值高的醫療等等，我們希望透過本研究將魚鱗從原本的”無用廢棄物”，透過簡單的處理與萃取方式得到許多魚鱗膠原蛋白，也不用額外進行複雜且耗時又耗費金錢的純化，另一種應用膠原蛋白的方式，因為膠原蛋白若要應用到加值高的領域，需要更精純也要更安全，這些都要經過很嚴謹也很花錢的研究。從本研究得知，膠原蛋白與單寧酸兩者混合形成的複合物，其結構、功能特性的影響最直接的就是彈性的降低，未來可以對黏性影響進行研究外，還有混合固形顆粒大小對黏合能力的影響，也可以研究其他的應用範圍，或是進一步研究提升魚鱗膠原蛋白的應用價值，把”無用之用”變成高價值。

## 柒、參考文獻資料

- [1] 陳育良, & 林怡真 (2018)。「膠」情「非」淺—探討魚鱗膠原蛋白的凝聚及水解分析研究。第 59 屆中小學科學展覽會。
- [2] 葉亞欣、楊秉澄、林冠宇(2012)。百「黏」好合—動物性與植物性蛋白質製成蛋白膠水的探討。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會。
- [3] 洪雅萍 (2004)。膠原蛋白產品的功效。科學發展, 380, 膠原蛋白專題報導。
- [4] 蔡慧君 & 吳純衡 (2010)。湛藍奇蹟：可點石成金的水產資源。科學發展, 448。
- [5] 蔡慧君 & 胡燕君 (2005)。魚鱗的完全利用。水試專訊, 12(14)。
- [6] 黃祥偉等 (2014)。喝茶？找碴？—單寧酸和茶的異想世界。中華民國第 54 屆中小學科學展覽會國小組化學科, 國立臺灣科學教育館。
- [7] 五倍子 (n.d.)。台灣中醫藥資訊網。檢索日期：2022 年 11 月 15 日, 取自 <http://www.twtcm.com.tw/codex-content.php?id=243>
- [8] 黃培安、吳佩蓓 & 吳純衡 (2006)。貝殼機能性成分之利用。水產試驗所水試專訊。
- [9] 單寧 (Tannin)。 (n.d.)。於葉名倉 (編), 科學 Online。檢索日期：2021 年 11 月 27 日, 取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=31019>
- [10] 梁文俐 (2013)。市售五倍子品質及抗菌活性之探討。衛生福利部年報期刊, 21。

## 【評語】 082927

1. 本作品結合來自鹽膚木俗稱五倍子萃取單寧酸和烏魚下腳料魚鱗之再生利用，具資源整合和再生利用的具體概念。
2. 建議可加強五倍子和魚鱗廢棄資源背景的陳述和來源，若材料來源的產量較大，該作品之動機和合理性可更明確，也可以說明資源再利用的效率。
3. 本修補裂縫材料的研發可增加熱脹縮效應之說明和是否有防蟲防腐之功效。

# 作品海報

# 山林與大海的偶遇

探討以魚鱗膠原蛋白與單寧酸製成複合材料填補水泥裂縫之可行性

## 摘要

我們透過萃取魚鱗膠原蛋白，以膠原蛋白與單寧酸兩者混合形成的複合物，做為填補水泥裂隙的填縫水泥來使用，發現除了具有良好的黏合效果，未來還可以進一步研究其他的應用範圍，或是提升魚鱗膠原蛋白的應用價值在其他的的使用上。

## 壹、含研究動機

學長姐們，探討以黃豆餅蛋白與小花蔓澤蘭製成複合材料修飾牆面裂縫，結果校園裡的部分作品，已有裂隙現象；於是我們開始以--膠原蛋白與單寧酸的組合來製作具防水和有彈性的填縫水泥。

## 貳、研究目的

- 一、實驗一：烏魚魚鱗膠原蛋白的萃取
- 二、實驗二：由五倍子中萃取單寧酸
- 三、實驗三：魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的最佳混合比例實驗
- 四、實驗四：魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉測試不同比例混合
- 五、實驗五：魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的實驗

## 參、研究設備及器材：略

## 肆、研究過程或方法

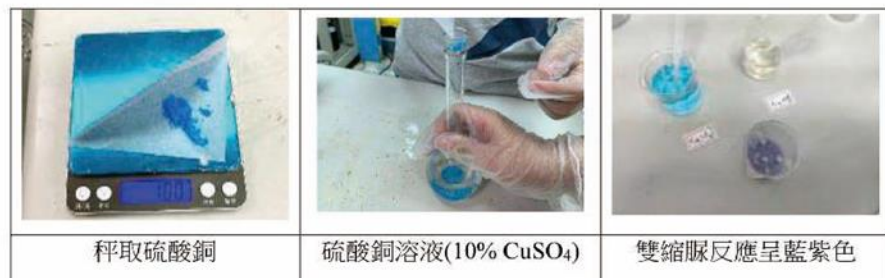
### 一、實驗一：烏魚魚鱗膠原蛋白的萃取

#### (一) 魚鱗膠原蛋白加入醋酸水溶液的萃取流程



#### (二) 魚鱗膠原蛋白質的確認(雙縮脲實驗)

若溶液變成紫色，即代表溶液含有蛋白質。

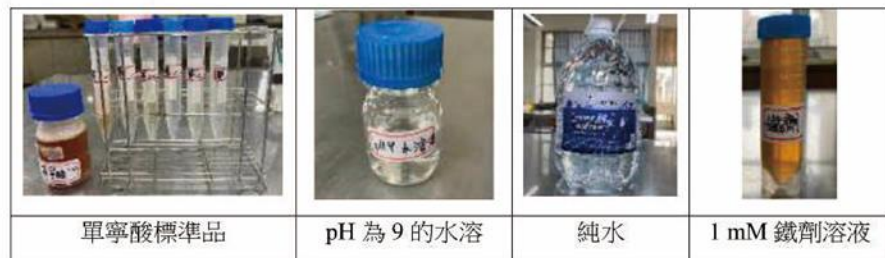


#### (三) 魚鱗膠原蛋白溶液重量百分濃度測定

### 二、實驗二：由五倍子中萃取單寧酸

(一)、將五倍子單寧酸萃取溶液以純水稀釋10倍，再以五倍子單寧酸溶液：pH為9的水溶液：純水：1 mM鐵劑溶液的比例為1：5：3：1混和均勻。

(二)、測量五倍子單寧酸萃取溶液的單寧酸濃度。



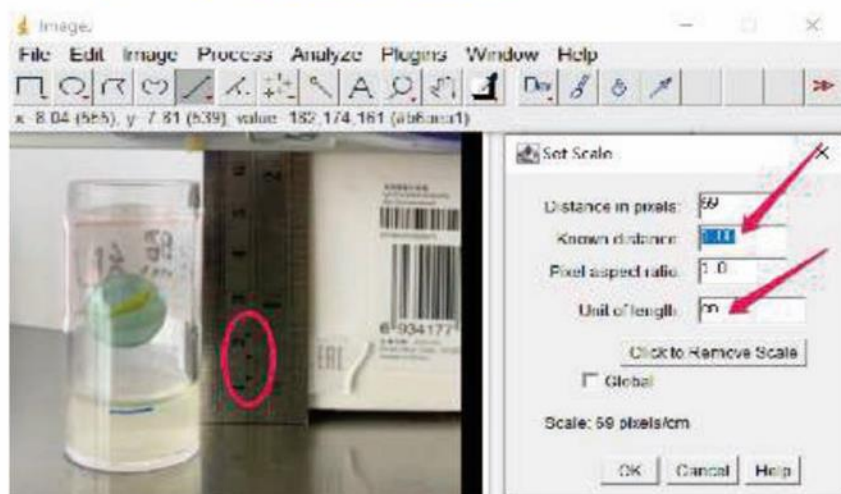
### 三、實驗三：魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的最佳混合比例實驗

#### (一)、魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的混合比例

試驗	試驗 1	試驗 2	試驗 3	試驗 4	試驗 5	試驗 6	對照 1	對照 2
魚鱗膠原蛋白溶液	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml
五倍子單寧酸溶液	0.25 ml	0.5 ml	0.75 ml	1.0 ml	1.5 ml	2.0 ml	0.0 ml	2.0 ml

#### (二)、測量與紀錄魚鱗膠原蛋白溶液混合五倍子單寧酸溶液的凝固膠體彈性

1. 以手機錄影或是連續拍照記錄彈珠反彈高度，記錄高度。
2. 以ImageJ進行反彈高度分析。

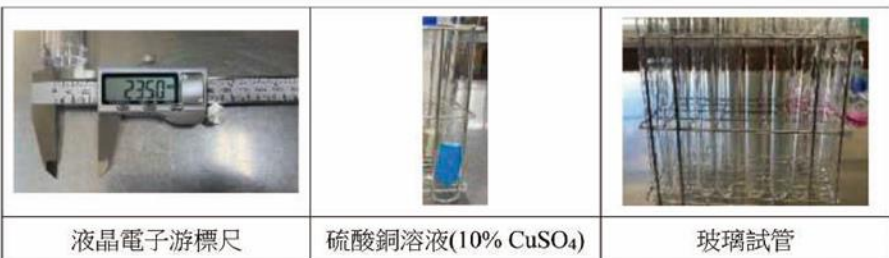


### 四、實驗四：魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉測試不同比例混合的實驗

#### (一)、魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉的混合比例

混合比例	9:1	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8	1:9
魚鱗膠原蛋白溶液	27 ml	24 ml	21 ml	18 ml	15 ml	12 ml	9 ml	6 ml	3 ml
牡蠣殼粉	3 g	6 g	9 g	12 g	15 g	18 g	21 g	24 g	27 g
五倍子單寧酸溶液	10.8 ml	9.6 ml	8.4 ml	7.2 ml	6 ml	4.8 ml	3.6 ml	2.4 ml	1.2 ml
補水	0	0	0	0	0	0	5 ml	10 ml	15 ml

(二)、乾燥成黏土餅後，觀察龜裂程度與黏土餅的性質，以及量測黏土餅厚度。



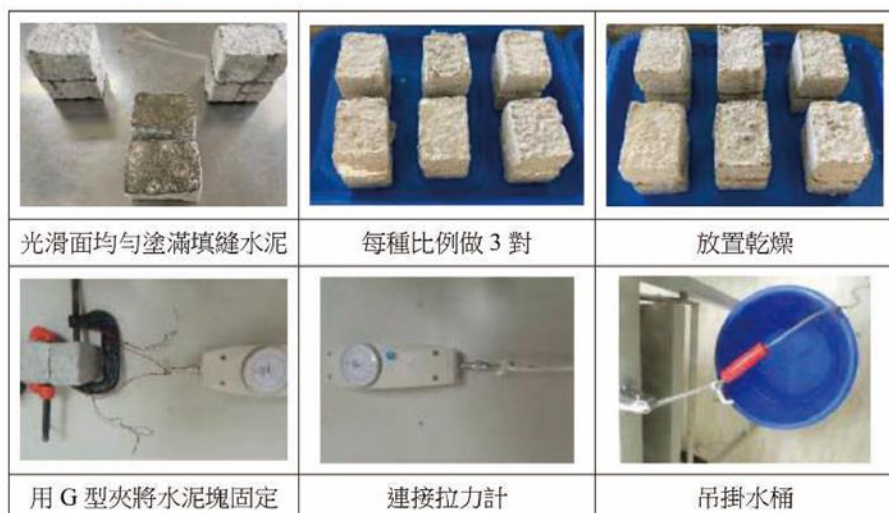
### 五、實驗五：魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的實驗

(一)添加牡蠣殼粉100%、粉筆屑100%與各50%三種不同比例的填縫水泥黏著程度

試劑	試驗	試驗混合組			對照組
		1-1	1-2	1-3	市售批土
魚鱗膠原蛋白溶液	24 ml	24 ml	24 ml	24 ml	100 %
牡蠣殼粉(100%)	6 ml	--	--	--	
牡蠣殼粉: 粉筆屑(50%:50%)	--	3 ml + 3 ml	--	--	
粉筆屑(100%)	--	--	6 ml	--	
五倍子單寧酸溶液	9.6 ml	9.6 ml	9.6 ml	--	
硼酸(防腐劑)	0.75 g	0.75 g	0.75 g	--	

(二)、取2塊固定大小的水泥塊，在較光滑的那一面均勻塗滿填縫水泥，將光滑面對將2塊水泥疊在一起，每種比例做3對，最後放置於室溫下完全乾燥。

(三)、待水泥塊完全乾燥後，測量水泥塊被拉開的最大拉力值。





## 伍、研究結果

### 一、實驗一：魚鱗膠原蛋白的萃取

(一)、以雙縮脲實驗測試魚鱗膠原蛋白溶液，溶液變成深紫色，確認有蛋白質。

(二)、魚鱗膠原蛋白溶液重量百分比濃度9.5%。

### 二、實驗二：由五倍子中萃取單寧酸

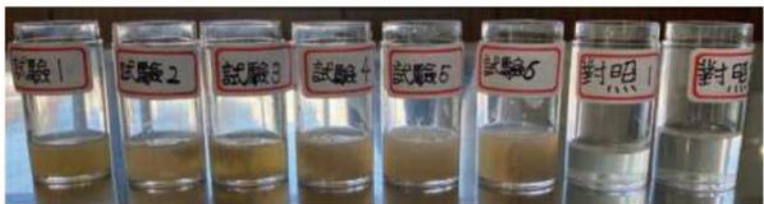
(一)、此附表(五)為五倍子單寧酸萃取溶液測量之吸光值數據

五倍子單寧酸萃取溶液 3 重複						
試驗	吸光值 (750 nm)			平均值	標準差	推算原始濃度 (uM)
原始溶液(未稀釋)	1.450	1.284	1.687	1.474	0.203	77423.1
稀釋 10x 溶液	0.283	0.212	0.181	0.225	0.052	80713.0

(二)、小結：五倍子單寧酸萃取溶液，含有的單寧酸類萃取量，於 80.7 mM。

### 三、實驗三：魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的最佳混合比例實驗

(一)、魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的混合比例

溶液	試驗 1	試驗 2	試驗 3	試驗 4	試驗 5	試驗 6	對照 1	對照 2
魚鱗膠原蛋白溶液	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml	5.0 ml
五倍子單寧酸溶液	0.25 ml	0.5 ml	0.75 ml	1.0 ml	1.5 ml	2.0 ml	補純水 0.25 ml	補純水 2.0 ml
照片								
膠體凝固後顏色	淡黃色不透明	淡黃色不透明	淡黃色不透明	淡黃色不透明	淡黃色不透明	淡黃色不透明	淺黃色透明	淺黃色透明



(二)、測量與紀錄魚鱗膠原蛋白溶液混合五倍子單寧酸溶液的凝固膠體彈性

試驗組別	彈珠反彈高度 (7 重複)							平均值	標準差
試驗組 1	1.272	0.919	1.403	0.964	0.884	1.089	1.134	1.095	0.192
試驗組 2	0.742	1.312	1.389	1.188	1.230	1.125	1.540	1.218	0.251
試驗組 3	0.805	0.984	1.355	1.459	0.830	1.124	1.526	1.155	0.297
試驗組 4	1.209	1.532	1.435	1.301	1.319	1.278	0.788	1.266	0.236
試驗組 5	1.197	1.786	1.579	1.148	0.765	1.565	1.681	1.389	0.364
試驗組 6	1.579	1.587	1.706	1.584	1.252	1.241	1.287	1.462	0.195
對照組 1	1.192	1.258	1.449	1.532	1.150	1.096	1.062	1.248	0.179
對照組 2	1.452	1.440	1.296	1.108	1.141	1.128	1.422	1.284	0.157

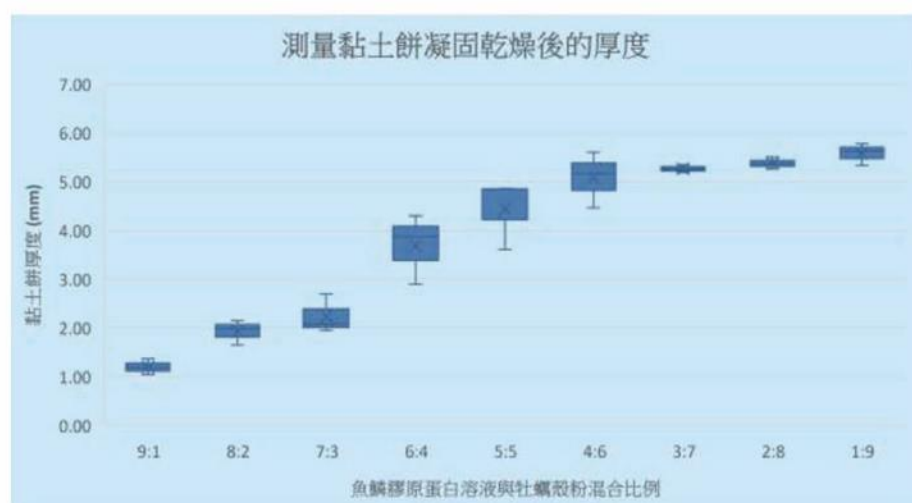
(三)、小結：混合比例5：2的魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液，具有較好的彈性

### 四、實驗四：魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉測試不同比例混合的實驗

(一)、不同的魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉混合比例，乾燥後的黏土餅厚度與質地觀察。

測量黏土餅厚度	黏土餅質地觀察
	

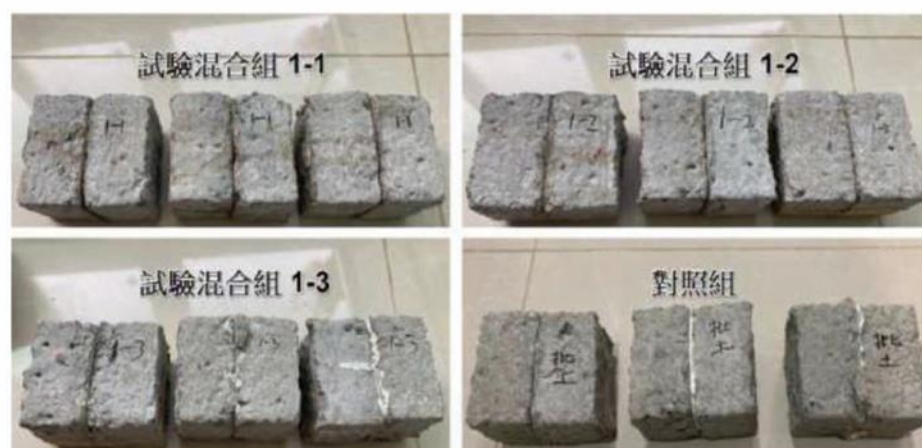
混合比例	黏土餅厚度 mm (3 重複)			平均值	標準差	黏土餅質地
9 : 1	1.05	1.19	1.37	1.20	0.16	輕薄，容易撕開
8 : 2	1.65	1.99	2.15	1.93	0.26	薄且有韌性
7 : 3	2.08	1.95	2.70	2.24	0.40	有韌性，但是會碎裂
6 : 4	3.87	4.30	2.90	3.69	0.72	韌性普通，會碎裂
5 : 5	4.86	4.84	3.61	4.44	0.72	
4 : 6	5.60	5.17	4.47	5.08	0.57	韌性低，容易碎裂
3 : 7	5.19	5.26	5.35	5.27	0.08	
2 : 8	5.50	5.26	5.36	5.38	0.12	幾乎無韌性 更易碎成粉
1 : 9	5.63	5.33	5.78	5.58	0.23	



(二)、小結：測量與觀察黏土餅質地，以混合比例8：2的魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉混合，具有較好的黏土餅韌性。

### 五、魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的實驗

(一)、添加牡蠣殼粉100%、粉筆屑100%與各50%三種不同比例的填縫水泥黏著程度



(二)、測量三種不同填縫水泥黏著能力

試驗混合組	拉力值 kg (3 重複)			平均值	標準差
1-1 牡蠣殼粉 (100%)	30.6	45.9	52.6	43.0	11.3
1-2 牡蠣殼粉: 粉筆屑 (50%:50%)	42.7	33.2	42.5	39.5	5.4
1-3 粉筆屑 (100%)	35.6	55.1	46.8	45.8	9.8
對照組 市售批土	25.6	33.7	29.3	29.5	4.1

(三)、小結：以混合組1-3有較高的拉力值，代表填縫水泥的黏合能力更好。

## 陸、討論

### 一、實驗三：魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液的最佳混合比例實驗

推測對照組2補水的體積使膠原蛋白濃度降低，使得凝膠結構鬆散以及變軟，所以凝膠反彈彈珠高度會比試驗組6低。

### 二、實驗四：魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉測試不同比例混合的實驗

- (一)、魚鱗膠原蛋白溶液比例越高的，水分越高，完全乾燥後剩下的主要都是膠原蛋白與五倍子單寧酸的複合物，以及比例低混合的牡蠣殼粉，所以乾燥後的黏土餅厚度越薄。
- (二)、比例最低的牡蠣殼粉，使黏土餅牡蠣殼粉分布不均，雖然最輕薄也有韌性，可是容易破裂，所以比例為8：2的黏土餅能保有輕薄體積，也有較佳韌性。

### 三、實驗五：魚鱗膠原蛋白溶液添加不同比例牡蠣殼粉與粉筆屑的實驗

- (一)、三種不同固形物比例的填縫水泥黏著能力，比市售批土的結果，均有不錯的黏合能力，而含粉筆屑100%的試驗組填縫水泥黏合能力更好。
- (二)、推測因為粉筆屑比牡蠣殼粉的顆粒小，抓住水泥塊的黏合效果也更好，而實際上我們在混合時，粉筆屑100%的最均勻，而且不容易溢流出來，拉開的水泥塊也顯示粉筆屑100%的塗佈最均勻。

## 柒、結論

- 一、烏魚魚鱗中萃取出膠原蛋白，以雙縮脲試驗溶液變成深紫色，確認有蛋白質存在。
- 二、魚鱗膠原蛋白溶液與五倍子單寧酸溶液以5：2的比例混合，形成的複合物凝膠具有較佳的彈性。
- 三、魚鱗膠原蛋白溶液與牡蠣殼粉以8：2的比例，乾燥後是具有較佳韌性的黏土餅。
- 四、魚鱗膠原蛋白溶液與固形物混合比例為8：2的填縫水泥來黏合水泥塊，固形物含100%粉筆屑的填縫水泥黏合能力最佳，若能將固形物顆粒研磨的更細緻，且製成膏狀，在使用上會更容易塗佈，黏合效果也會更好。

## 捌、展望：

從本研究得知，膠原蛋白與單寧酸兩者混合形成的複合物，其結構、功能特性的影響最直接的就是彈性，未來可以對黏性影響進行研究外，還有混合固形顆粒大小對黏合能力的影響，也可以研究其他的應用範圍，或是進一步研究提升魚鱗膠原蛋白的應用價值，把”無用之用”變成高價值。

## 玖、參考文獻資料：略