

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 化學科

最佳(鄉土)教材獎

030201

毒物終結者：甲殼素吸附金屬離子與色素之探討

學校名稱：連江縣立東引國民中學

作者：  國二 黃浩倫  國二 王璿益  國二 葉宇傑  國二 胡亞軒	指導老師：  曹淑琳
-------------------------------------------------------------	------------------

關鍵詞：甲殼素、吸附力、螯合

## 壹、摘要：

甲殼動物的殼含有甲殼素、碳酸鈣、蛋白質，三者比例各占三分之一，本研究以化學方法將甲殼素提煉出：將洗淨曬乾後的蟹殼、龍蝦殼用鹽酸溶液浸泡，以脫去碳酸鈣，再用氫氧化鈉溶液浸泡，去除蛋白質，所得到的沉澱物即為甲殼素。本研究比較蟹殼、龍蝦殼所提煉的甲殼素吸附銅離子能力的強弱，發現蟹殼有較強吸附力。亦探討甲殼素對銅離子、鋅離子及鈉離子的吸附能力，結果發現對鋅離子地吸附力最強，吸附的原因是因甲殼素和金屬離子之間發生了螯合作用。加工食品含大量色素，本研究萃取彩虹糖中之色素，探討甲殼素抓取色素分子的可行性。

## 貳、研究動機：

馬祖最引人自豪就是四面環海，我們有豐富而新鮮的海產，一年四季都可品嚐不同的鮮味，如蝦、蟹及龍蝦；每當享用這些美食時，蟹殼、蝦殼卻被當作麻煩的廢物，甚至成為惱人的環境問題；然而這些不起眼的廢物，卻能夠萃取出用途廣泛的甲殼素！甲殼素應用在我們的生活上幾乎無所不括，舉凡減肥產品、化妝品至醫學上，在在顯示甲殼素應用範圍之寬泛。

現代人因工作繁忙，外食主義者居多，鮮少自己下廚，無法對自己所吃進的食物嚴加把關，食物是否有重金屬、農藥殘留？加工食品是否含超量色素？皆極少留意，最後這些恐怖的毒素不斷地累積在我們的身體中，造成我們的健康遭受危害。由於在報章雜誌上看到甲殼素有處理污水的能力，讓我們開始思

考：甲殼素是否也能清理我們所吃下的重金屬及色素？於是我們便展開這方面的研究。

### 參、研究目的：

- 一、了解如何從廢棄蝦蟹殼中提煉甲殼素。
- 二、欲了解不同種甲殼動物所提煉之甲殼素對水中常見重金屬的吸附效率。
- 三、欲了解甲殼素在不同溫度下吸附重金屬的效果
- 四、欲了解甲殼素是否能夠吸附加工食品中之色素。

### 肆、研究設備及器材：

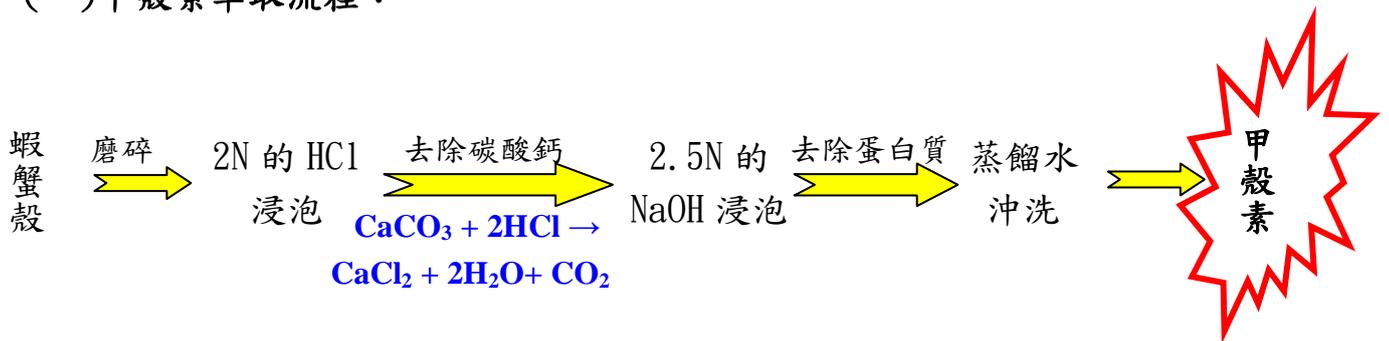
- (一)廢棄的蟹殼、龍蝦殼   (二)純度 95%甲殼素
- (三)氯化鈉   (四)硫酸銅   (五)硫酸鋅   (六)錶玻璃   (七)電子秤
- (八)酒精燈   (九)電暖器   (十)三腳架   (十一)濾紙   (十二)白瓷漏斗
- (十三)燒杯   (十四) 研鉢及杵   (十五)陶瓷纖維網   (十六)綺果彩虹糖

### 伍、研究過程或方法：

本實驗用化學法製備甲殼素，是先將蝦蟹殼洗淨烘乾，磨碎後以2N 鹽酸水溶液在常溫下浸泡一天，沉澱物以蒸餾水反覆沖洗多次，再加入2.5N 氫氧化鈉水溶液在75°C下攪拌處理一天，沉澱物以蒸餾水反覆沖洗幾次，直至其pH值達中性為止，最後將沉澱物置於電暖器前烘乾，所得白色粉末狀產物即為甲殼素。

由於一般蝦蟹殼主要是由甲殼素、蛋白質、礦物質（主要為碳酸鈣）三種成分組合而成，重量大約各佔三分之一，因此上述處理方法中，加入鹽酸的目的是要去除礦物質，加入氫氧化鈉是要去除蛋白質，最後所得產物即為甲殼素。

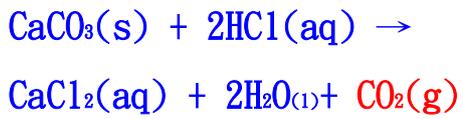
### (一)甲殼素萃取流程：



步驟一：將廢棄的螃蟹殼及龍蝦殼洗淨後烘乾，再利用研鉢及杵將蝦蟹殼磨碎



步驟二：以2N的HCl浸泡，靜置一天(初加入時會有大量氣泡產生)



註：所產生的大量氣泡為二氧化碳



步驟三：倒掉步驟二之HCl廢液，以蒸餾水清洗多次，直至去碳酸鈣的蝦蟹殼為中性，濾出後以電暖器烘乾。

步驟四：加入2.5N的NaOH，攪拌並加熱到70度C，浸泡一天，以去除蛋白質。



步驟五：倒掉步驟四之NaOH廢液，以蒸餾水清洗多次，直至去蛋白質的蝦蟹殼為中性，濾出後以電暖器烘乾，得到甲殼素。

(二)實驗一：不同種類的甲殼動物所提煉之甲殼素對銅離子之吸附能力

(1)於100mL燒杯中配製1M硫酸銅溶液四杯，加入蟹殼所萃取的甲殼素分別為0.25g，0.5g，1g，1.5g。



(2)於100mL燒杯中配製1M硫酸銅溶液，加入龍蝦殼所萃取的幾丁質分別為0.25g，0.5g，1g，1.5g，每種克數各三杯。



(3)將已加入甲殼素的硫酸銅水溶液稍作攪拌，靜置 24 小時，待甲殼素吸附重金屬。



(4)用濾紙濾出吸附銅離子之甲殼素。



(5)將所濾出之甲殼素連同濾紙烘乾，再置於電子秤上測重量並作紀錄。

(6)重覆此實驗 3 次。

### (三)實驗二：純度 95%之甲殼素對不同金屬離子吸附能力之探討

(1)於100mL燒杯中配製1M硫酸銅溶液三杯，一杯放室溫下(當時為20度C)，另外兩杯以酒精燈加熱至37度C、60度C，於各燒杯中加入純度為95%的甲殼素0.5g。

(2)於100mL燒杯中配製1M硫酸鋅、氯化鈉溶液各三杯，溫度配置同步驟(1)。



(3)將已加入甲殼素的硫酸銅、硫酸鋅、氯化鈉水溶液稍作攪拌，靜置 24 小時，待甲殼素吸附金屬離子。

(4)用濾紙濾出吸附金屬離子之甲殼素。



(5)將所濾出之甲殼素連同濾紙烘乾，再置於電子秤上測重量作紀錄。

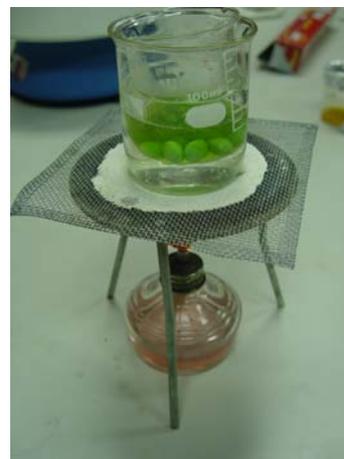
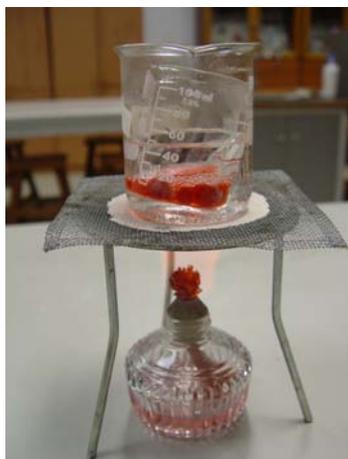
(6)重覆此實驗 3 次。

#### (四)實驗三：純度 95%甲殼素對彩虹糖色素之吸附能力的探討

(1)彩虹糖依據顏色做區分：紅色、橙色、黃色、綠色、紫色，每種顏色各十顆。



(2)將各顏色彩虹糖分別置入 100mL 燒杯中，並在燒杯中加入 20mL 乙醇，再隔水加熱，待彩虹糖變為白色，即停止加熱。



(3)將已去除色素的糖果取出，留下萃取出色素的溶液，再於溶液中添加 0.5mL 甲殼素，靜置一夜。

(4)用濾紙濾出吸附色素之甲殼素。



(5)將所濾出之甲殼素連同濾紙烘乾，再置於電子秤上測重量作紀錄。

## 陸、研究結果

### 實驗一：不同種類的甲殼動物所提煉之甲殼素對銅離子之吸附能力

#### (1)蟹殼所提煉之甲殼素對銅離子之吸附能力表

★表格數值＝步驟 5 之測量值 - (濾紙+原添加之甲殼素)重量

次數 甲殼素重量	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0.25g	0.1	0.1	0.3	0.2	0.175
0.5g	0.6	0.4	0.5	0.6	0.525
1g	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8
1.5g	1.2	1.3	1.2	1.3	1.25

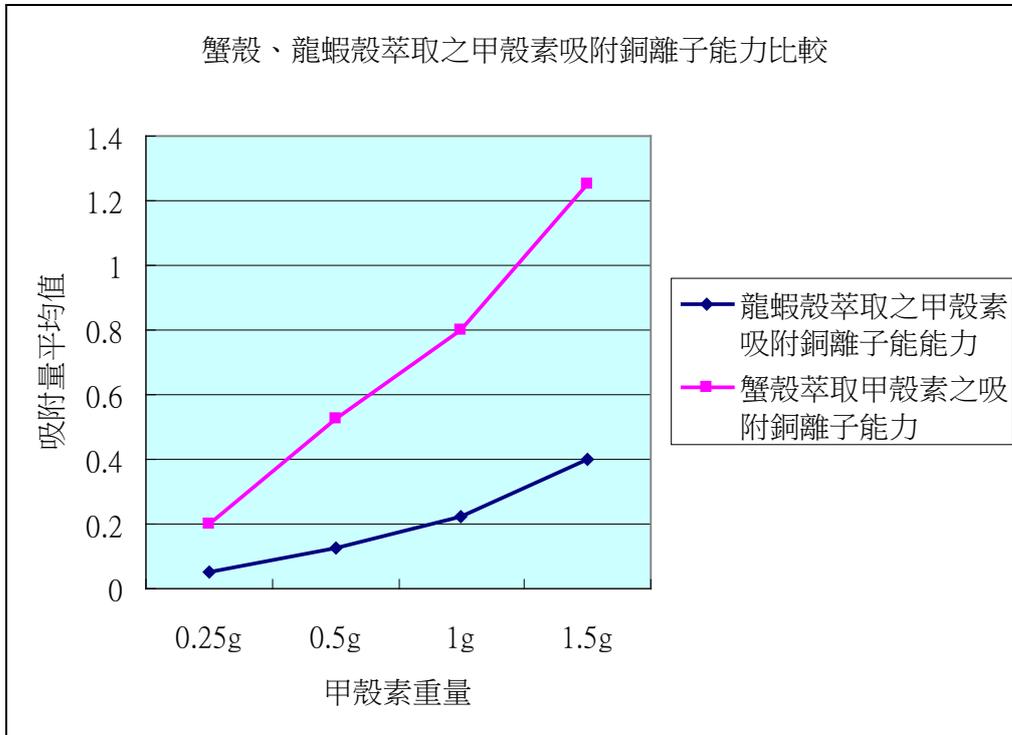
#### (2)龍蝦殼所提煉之甲殼素對銅離子之吸附能力表

★表格數值＝步驟 5 之測量值 - (濾紙+原添加之甲殼素)重量

次數 甲殼素重量	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0.25g	0g	0.1g	0g	0.1g	0.05g
0.5g	0.2g	0.2g	0.1g	0g	0.125g
1g	0.3g	0.2g	0.2g	0.2g	0.225g
1.5g	0.3g	0.5g	0.5g	0.3g	0.4g

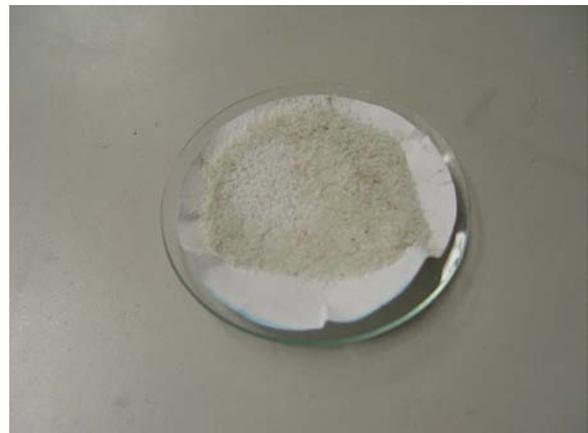
(3)蟹殼、龍蝦殼萃取之甲殼素吸附銅離子能力的比較：

★以所添加的甲殼素重量和吸附量平均值繪製成下圖



(4)以甲殼素吸附銅離子，烘乾後所得結果

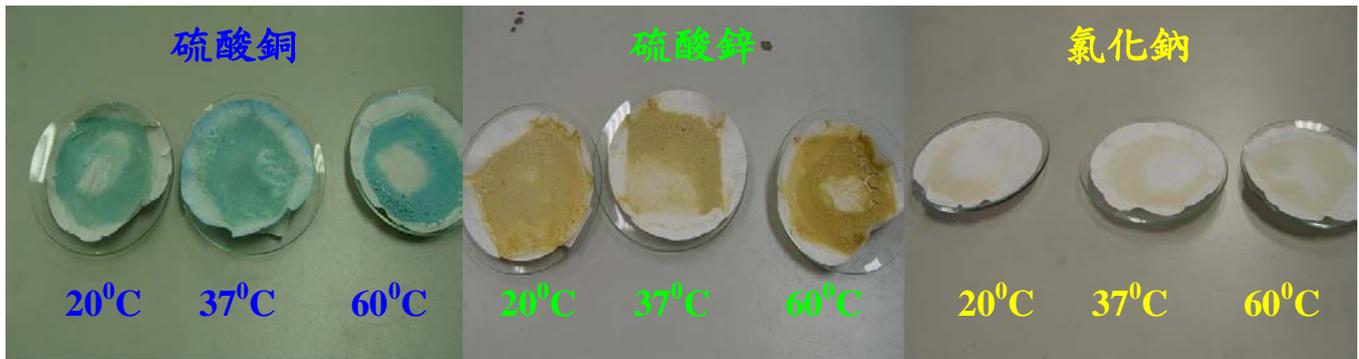
★左圖為蟹殼萃取之甲殼素、右圖為龍蝦殼萃取之甲殼素



(5)結果分析：銅離子為藍色，若有吸附到銅離子，應為藍色，我們觀察到由蟹殼萃取出甲殼素吸附銅離子後的顏色是藍色，但由龍蝦殼萃取出甲殼素吸附銅離子後的顏色僅少量藍色，整體而言是呈白色，與一開始粉紅的顏色有很大的差異；我們也發現由蟹殼所萃取出甲殼素吸附銅金屬離子的能力明顯高於龍蝦殼，故可得知蟹殼所萃取的甲殼素較能有效吸附銅離子。

實驗二：純度 95%之甲殼素在不同溫度下，對不同金屬離子吸附能力  
之探討

(1) 甲殼素於各溫度下吸附金屬離子之後的圖：



(2) 20 度 C 時甲殼素吸附各金屬離子重量：

	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
硫酸銅	0.5g	0.6g	0.5g	0.5g	0.525g
硫酸鋅	0.7g	0.7g	0.6g	0.8g	0.7g
氯化鈉	0.3g	0.3g	0.2g	0.2g	0.25g

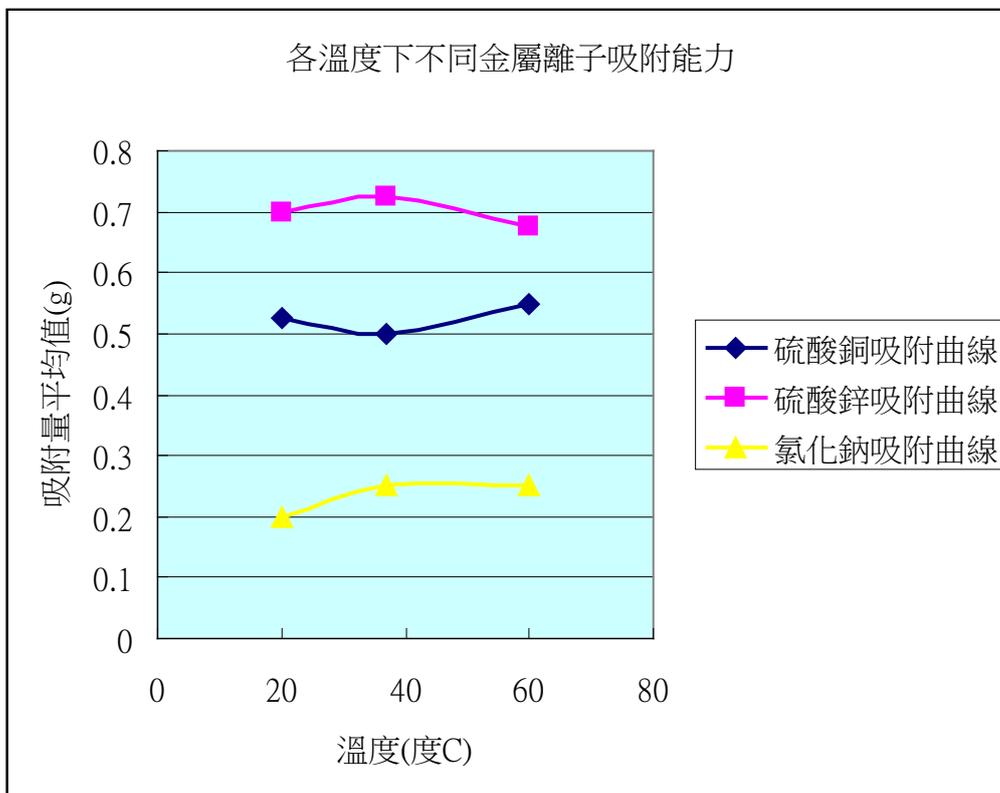
(3) 37 度 C 時甲殼素吸附各金屬離子重量：

	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
硫酸銅	0.4g	0.5g	0.6g	0.5g	0.5g
硫酸鋅	0.6g	0.7g	0.8g	0.6g	0.675g
氯化鈉	0.1g	0.3g	0.2g	0.2g	0.2g

(4)60 度 C 時甲殼素吸附各金屬離子重量：

	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
硫酸銅	0.5g	0.6g	0.5g	0.6g	0.55g
硫酸鋅	0.7g	0.8g	0.7g	0.7g	0.725g
氯化鈉	0.2g	0.3g	0.3g	0.2g	0.25g

(5)將硫酸銅、硫酸鋅、氯化鈉在各溫度下吸附金屬離子的平均值作成下圖：

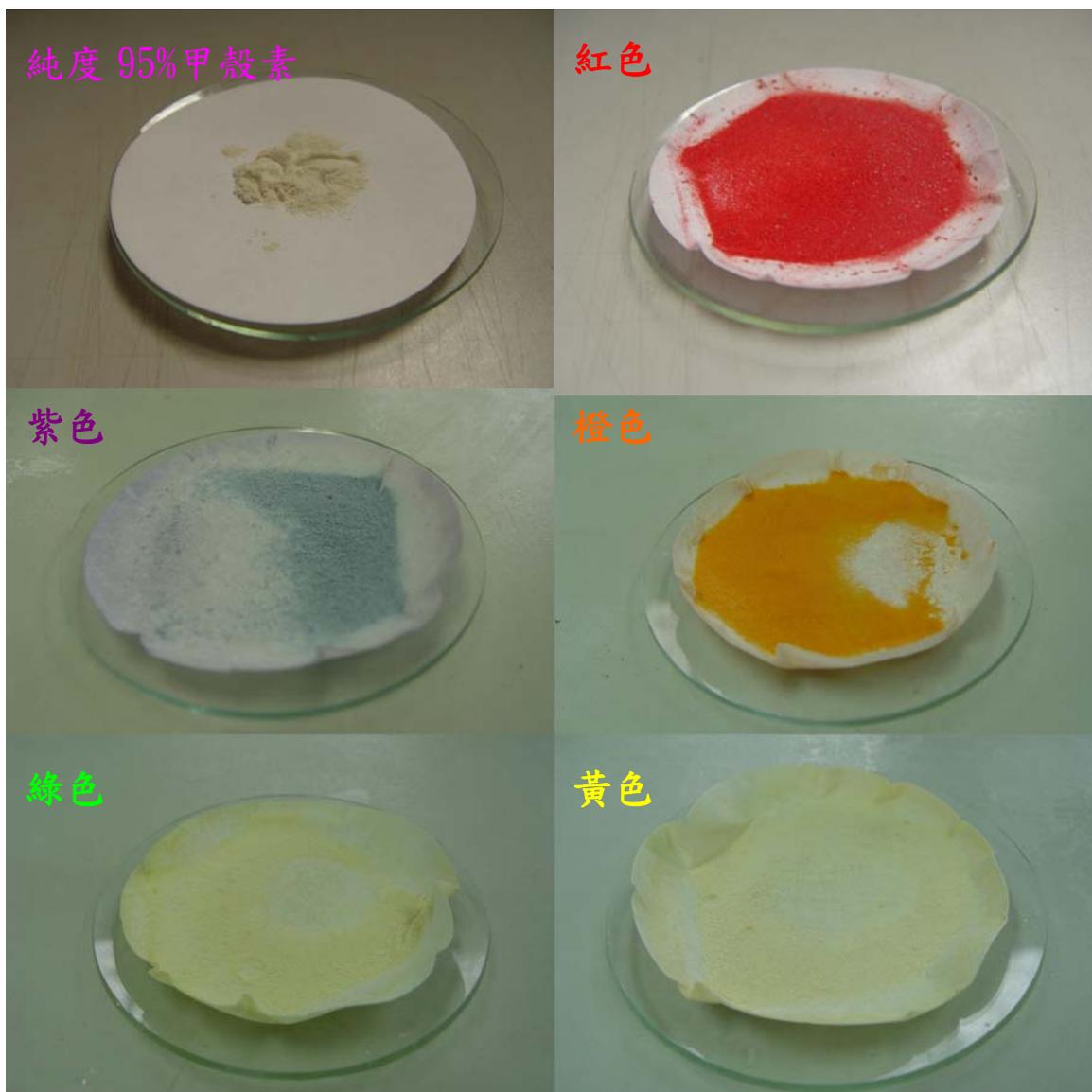


(6)結果分析：甲殼素吸附鋅離子的能力最佳，其次是銅離子，鈉離子最不易被甲殼素吸附。無論在 20 度 C、37 度 C、60 度 C，甲殼素吸附金屬離子的能力都無太大差異(吸附銅離子約 0.5g、吸附鋅離子約 0.7g、吸附鈉離子約 0.2g)，表示甲殼素的吸附作用不受溫度的影響。

### 實驗三：純度 95%甲殼素對彩虹糖色素之吸附能力的探討

#### (1)甲殼素吸附各色素的淨重

食用色素	紅色	橙色	黃色	綠色	紫色
吸附色素重量	0.5g	0.6g	0.2g	0.3g	0.5g



(2)結果分析：甲殼素原本為米白色，我們觀察到吸附色素後的甲殼素顏色有很明顯的改變，且所吸附的色素淨重也可表示甲殼素能夠有效地吸附色素分子。

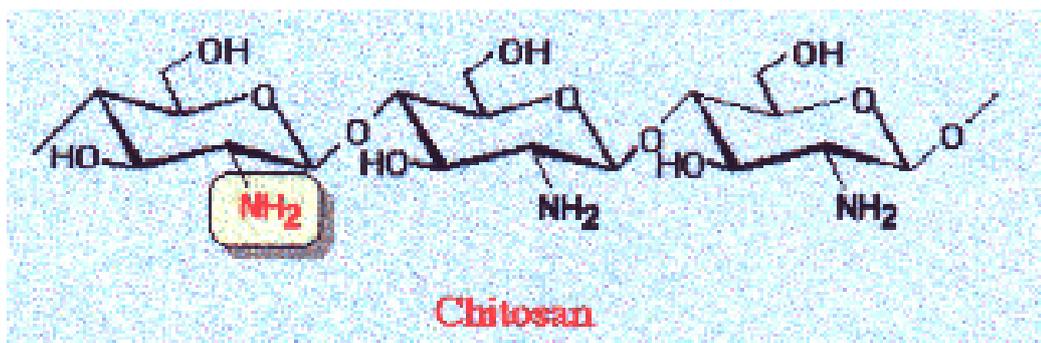
## 柒、討 論

討論一：由實驗一我們可以得到由蟹殼所提煉出之甲殼素比由龍蝦殼所提煉出之甲殼素更容易吸附銅離子，打破了一般人對較貴的海鮮應有較高金屬離子吸附力效能的思維，也可理解為何市售的甲殼素多以蟹殼為主要材料。

討論二：在實驗一我們發現原本粉紅色的龍蝦甲殼素加到硫酸銅溶液靜置一天後再濾出，所得到顏色是白色，推測是重金屬離子脫去了甲殼素的色素。

討論三：由實驗二之結果我們發現甲殼素不論是在 20、37 或 60 度 C 下，甲殼素的吸附力都差不多，表示甲殼素的吸附效能不受溫度影響。

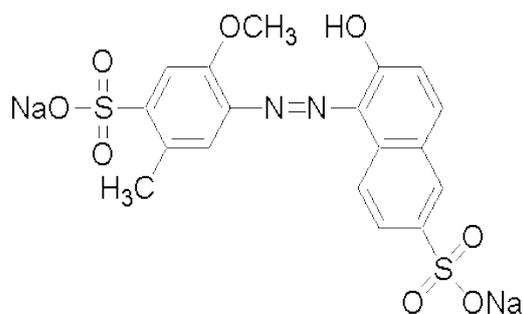
討論四：甲殼素的結構：甲殼素是以葡萄糖胺為重複單位的聚合糖。在第二個碳上的氨基擁有一孤偶電子，可和第三個碳上的氧原子的執行與金屬離子結合的工作，故可與金屬離子形成穩定配位共價鍵。這些氨基上的孤對電子有如螃蟹的大鉗一樣，緊緊地夾住中間的金屬，正因為這樣，金屬離子可以被穩定地吸附在甲殼素上。



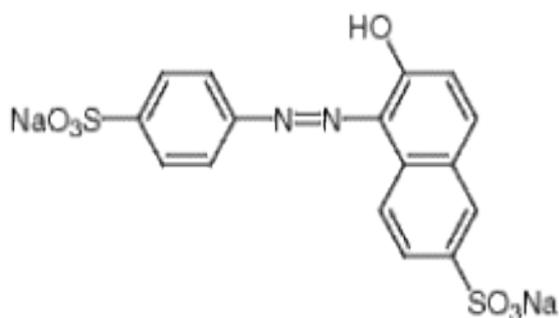
**討論五：**甲殼素含有數個氨基，它與大多數聚合糖不同，特別的是它有一個很強的負電荷，這給予它可以去約束金屬離子，產生絮凝性質，形成複合物，從而於溶液中移走金屬離子。而甲殼素對於鋅離子的吸附效果最好，其次是銅離子，兩者的離子半徑相近，表示甲殼素對具有特定離子半徑的金屬離子有螯合作用。而鈉離子的離子半徑大於鋅離子和銅離子，因此甲殼素不易吸附鈉離子。

**討論六：**我們發現甲殼素對同樣是二價的銅離子和鋅離子的吸附能力佳，而對一價的鈉離子吸附能力較弱些，顯示甲殼素對二價金屬離子有較強吸附能力，原因為氨基上的兩個孤電子可以填補二價金屬離子上空掉的兩個電洞，使其形成緊密的共用軌域；而一價的鈉離子上只有一個位置可讓孤電子填補上去，剩下另一個孤電子則圍繞在電子軌域外圍。

**討論七：**彩虹糖色素是調配而成，在實驗三中色素吸附以紅色、橙色、紫色吸附量較大，這三色糖果皆含有食用紅色色素 40 號，故可由實驗結果得知甲殼素對紅色 40 號色素分子吸附能力佳。紅色 40 號色素分子具有許多共軛雙鍵(13 個)，甲殼素上的孤對電子可與其形成穩定共軛結構，因此甲殼素對紅色色素分子吸附能力強。黃色 5 號色素分子的共軛雙鍵相對較少(9 個)，因此在甲殼素的吸附上相對不穩定，故甲殼素對含黃色 5 號的黃色糖果和綠色糖果色素之吸附能力較弱。



紅色色素 40 號結構



黃色色素 5 號結構

## 捌、結 論

甲殼素可以有效地吸附重金屬，幫助我們做體內的環保；且亦能吸附食鹽（氯化鈉），在現今外食主義興盛下，食物鹽分過高，甲殼素可幫助我們降低食鹽吸收量；再者，甲殼素可以吸附色素分子，為我們的健康做把關。甲殼素提煉自海洋生物體中的纖維質，其和生物細胞間具有獨特的親和性，又因其幾乎無法被消化，所以可以阻止金屬離子和色素分子在消化道中被吸收。人類的命運是掌握在我們自己的手中，我們用甲殼素來吸附重金屬、色素等等的毒素，這都只是治標不治本的，我們應當要從我們的生活環境做起，減少毒物和化學物質的排放，食品要選擇天然無添加色素，這樣才是重要的。

## 玖、建 議

1. 本研究金屬離子與色素的吸附量以濾紙濾出測其重量，準確性有其限制，若是以光度計測濾液的透光度，準確性將可有所提升。
2. 本研究所使用之電子秤的最小可測到 0.1g，若可測到更小的單位，結果會更精確。

## 拾、參考資料

1. 甲殼素—清除廢水中的重金屬離子。陸濤、黃慶華、麥應昌。
2. 看不見的保鮮膜—幾丁聚醣的萃取與應用。王笠安、黃彥樺、陳彥蒲、蘇宸瑩。

## 【評語】 030201

- 1.能利用甲殼素來研究重金屬及染料的吸附解決污染問題，值得鼓勵。
- 2.對所製備出來的甲殼素未確認純度及成分有些不妥。
- 3.圖形的製作有些瑕疵。
- 4.變因的考量及數目可再加強。
- 5.具鄉土特色。