111 年度高級中等學校綠色化學創意競賽
成果報告書

組別（編號）：技術型高級中等學校組（**O013**）

作品名稱：香成晶-香菜對金屬離子之吸附能力

關鍵詞：香菜、晶球、重金屬、化學吸附

目錄

摘要 1

壹、研究動機 1

貳、研究目的 1

參、研究設備及器材 1

肆、研究過程或方法 2

伍、研究結果 3

陸、討論 8

柒、結論 9

捌、參考資料及其他 9

圖目錄

圖一、香菜海藻酸鈉溶液與氯化鈣溶液……2

圖二、香菜晶球……2

圖三、鎳離子中性吸收度……4

圖四、鈷離子中性吸收度……4

圖五、甲基藍中性吸收度……4

圖六、鎳離子酸性吸收度……4

圖七、鈷離子酸性吸收度……5

圖八、甲基藍酸性吸收度……5

圖九、鎳離子含氨水吸收度……5

圖十、鈷離子含氨水吸收度……5

圖十一、甲基藍含氨水吸收度……6

圖十二、鎳離子中性檢量線 (λ_{max}=720 nm) ……6

圖十三、鈷離子中性檢量線 (λ_{max}=510 nm) ……6

圖十四、甲基藍中性檢量線 (λ_{max}=620 nm) ……6

圖十五、鎳離子酸性檢量線 (λ_{max}=700 nm) ……6

圖十六、鈷離子酸性檢量線 (λ_{max}=510 nm) ……6

圖十七、甲基藍酸性檢量線 (λ_{max}=620 nm) ……6

圖十八、鎳離子含氨水檢量線 (λ_{max}=310 nm) ……6

圖十九、鈷離子含氨水檢量線 (λmax=400 nm) ……6

圖二十、甲基藍含氨水檢量線 (λ_{max}=580 nm) ……6

圖二一、鎳離子中性不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖二二、鈷離子中性不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖二三、甲基藍中性不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖二四、鎳離子酸性不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖二五、鈷離子酸性不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖二六、甲基藍酸性不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖二七、鎳離子含氨水不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖二八、鈷離子含氨水不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖二九、甲基藍含氨水不同濃度與不同時間下之吸收度……7

圖三十、新鮮香菜的吸收度……8

圖三一、煮熟香菜的吸收度……8

表目錄

表一、藥品……2

表二、器材……2

表三、鎳離子中性 (最大吸收波長為 720 nm) ……4

表四、鈷離子中性 (最大吸收波長為 510 nm) ……4

表五、甲基藍中性 (最大吸收波長為 620 nm) ……4

表六、鎳離子酸性 (最大吸收波長為 700 nm) ……4

表七、鈷離子酸性 (最大吸收波長為 510 nm) ……5

表八、甲基藍酸性 (最大吸收波長為 620nm) ……5

表九、鎳離子含氨水 (最大吸收波長為 330 nm) ……5

表十、鈷離子含氨水 (最大吸收波長為 400 nm) ……5

表十一、甲基藍含氨水 (最大吸收波長為 580 nm) ……6

表十二、各溶液最大吸收波長作減量線……6

表十三、比較不同濃度在不同時間下之吸附力……7

表十四、比較新鮮香菜與煮熟香菜的吸收差異……8

摘要

將香菜打成汁液後加入海藻酸鈉，滴入氯化鈣水溶液形成香菜晶球。因為香菜具多孔結構和較大的表面積，可用來吸附溶質，進而達成淨化水質，當作環保的生物吸附劑使用。在實驗中，我們利用鎳離子、鈷離子和甲基藍水溶液，測試香菜晶球對其的吸附效果，比較中性、酸性還是用氨水沉澱後，能夠獲得最大的吸收效益與，再比較以不同濃度下放置的時間是否影響吸附，與不同濃度對吸附效果是否有顯著的差異。最後，實驗香菜煮熟與否之吸附能力差異。

壹、研究動機

香菜是我們日常中常見的植物，也是每家每戶常備在冰箱裡的食材，但很常香菜還沒吃完就黃掉了。我們曾在相關網站中看到植物螯合的文章，得知香菜也是生物吸附劑的一份子。利用這想法，與分析化學中光譜分析（分析化學下冊第七章節）的概念，便有了這篇實驗最起始的方向。在學校的實驗課中，常常需要回收重金屬廢液，就有了對重金屬如何從水中分離的好奇，將這好奇結合吸附（化工裝置下冊第十章）的想法，成為實驗步驟其中的一環。

貳、研究目的

一、比較不同溶質香菜的吸附差異 。
二、比較不同時間香菜的吸附差異 。
三、比較不同時間 pH 值香菜的吸附差異 。
四、比較香菜煮熟與否的差異。

參、研究設備及器材

一、藥品

藥品	數量	藥品	數量
甲基藍粉末	1 瓶	氯化鈷	1 瓶
硝酸鎳	1 瓶	1M 氨水	1 瓶
氯化鈷	1 瓶	1M 氫氯酸	1 瓶

海藻酸鈉粉末	1 包	新鮮香菜	數克

表一、藥品

二、器材

器材	數量	器材	數量
球形吸量管 10mL	1 隻	玻棒	2 隻
球形吸量管 15mL	1 隻	比色管	2 個
球形吸量管 30mL	1 隻	分光光度計	1 臺
球形吸量管 50mL	1 隻	果汁機	1 臺
精秤天秤 50mL	1 臺	安全吸球	2 個
燒杯 50mL	7 個	藥勺	數隻
燒杯 500mL	2 個	濾布	1 個
定量瓶 50mL	5 瓶	滴管	數隻
定量瓶 1000mL	2 瓶	篩網	1 個
加熱板	1 臺		

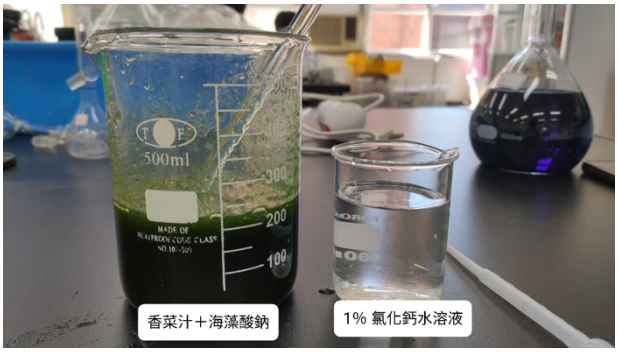
表二、器材

肆、研究過程或方法

一、香菜晶球製作與藥品配置

（一）香菜晶球製作

1. 先將香菜、水和海藻酸鈉依 1:5:0.04 的比例混合，再滴入 1%的 $CaCl_{2(aq)}$中，形成香菜晶球(圖一、圖二)。



圖一、香菜海藻酸鈉溶液與氯化鈣溶液

圖二、香菜晶球

（二）香菜晶球製作

1.配置鎳離子水溶液 200 ppm，將 0.6226 g 硝酸鎳加水至 1000 mL 容量瓶。

2.配置鈷離子水溶液 200 ppm，將 0.8075 g 氯化鈷加水至 1000 mL 容量瓶。

3.配置甲基藍水溶液 200 ppm，將 0.2 g 甲基紫粉末加水至 1000 mL 容量瓶。

4.配置鎳離子水溶液 200 ppm 含 100 mL 1 M 鹽酸，將 0.6226 g 硝酸鎳加 100 mL 1 M 鹽酸和水至 1000 mL 容量瓶。

5.配置鈷離子水溶液 200 ppm含100 mL 1 M鹽酸，將0.8075 g氯化鈷加100 mL 1 M鹽酸和水至1000 mL 容量瓶。

6.配置甲基藍水溶液 200 ppm 含 100 mL 1 M 鹽酸，將 0.2 g 甲基藍加 100 mL 1 M 鹽酸和水至 1000 mL 容量瓶。

7.配置鎳離子水溶液 200 ppm 含 100 mL 1 M 氨水，將 0.6226 g 硝酸鎳加 100 mL 1 M 氨水和水至 1000 mL 容量瓶。

8.配置鈷離子水溶液 200 ppm含100 mL 1 M氨水，將0.8075 g氯化鈷加100 mL 1 M氨水和水至1000 mL容量瓶。

9.配置甲基藍水溶液 200 ppm 含 100 mL 1 M 氨水，將 0.2 g 甲基藍加 100 mL 1 M 氨水和水至 1000 mL 容量瓶。

10.含氨水溶液沉澱取上層液。

11. 配置各溶液 180 ppm、160 ppm、140 ppm、120 ppm 50 mL。

(1)180 ppm：200 ppm 45 mL 加蒸餾水定量至 50 ml。

(2)160 ppm：200 ppm 40 mL 加蒸餾水定量至 50 ml。

(3)140 ppm：200 ppm 35 mL 加蒸餾水定量至 50 ml。

(4)120 ppm：200 ppm 30 mL 加蒸餾水定量至 50 ml。

二、新鮮香菜與煮熟香菜之比較

（一）煮熟香菜

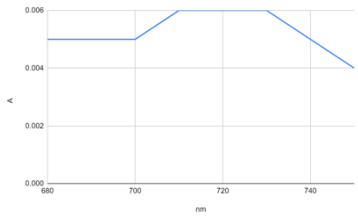
1.將香菜放入 150 mL 燒杯中，加入蒸餾水至高過香菜，煮沸 30 分鐘。

伍、研究結果

一、測吸光度並作檢量線與比較其差異

（一）測吸光度並作檢量線

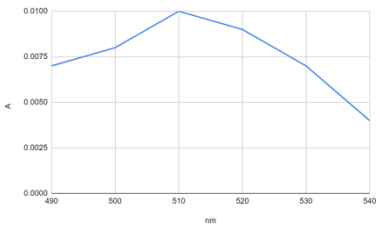
nm	700	710	720 *	730	740
吸收度	0.005	0.006	0.006	0.006	0.005



圖三、鎳離子中性吸收度

表三、鎳離子中性 (最大吸收波長為 720 nm)

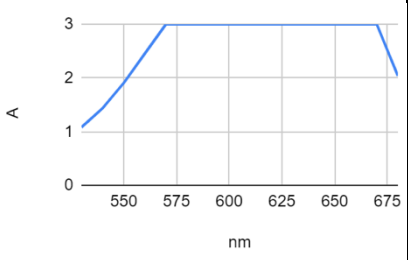
nm	490	500	510 *	520	530
吸收度	0.007	0.008	0.010	0.009	0.007



圖四、鈷離子中性吸收度

表四、鈷離子中性 (最大吸收波長為 510 nm)

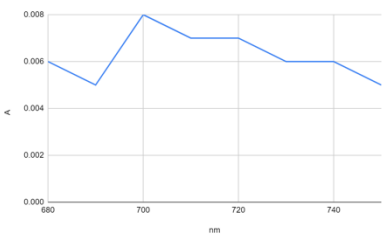
nm	560	570	580	590	600
吸收度	2.454	3.000	3.000	3.000	3.000
nm	610	620*	630	640	650
吸收度	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000



圖五、甲基藍中性吸收度

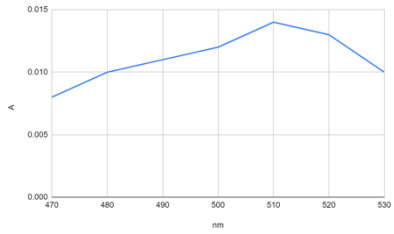
表五、甲基藍中性 (最大吸收波長為 620 nm)

nm	680	690	700 *	710	720
吸收度	0.006	0.005	0.008	0.007	0.007



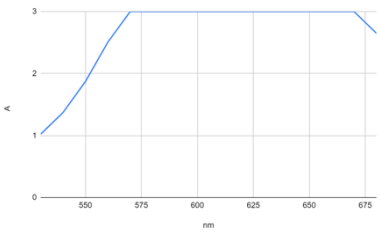
圖六、鎳離子酸性吸收度

表六、鎳離子酸性 (最大吸收波長為 700 nm)

nm	490	500	510 *	520	530	
吸收度	0.001	0.012	0.014	0.013	0.010	

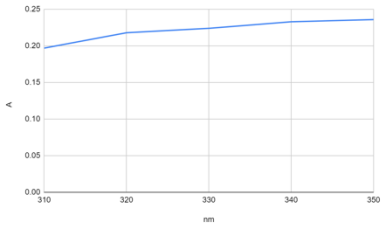
圖七、鈷離子酸性吸收度

表七、鈷離子酸性 (最大吸收波長為 510 nm)

nm	560	570	580	590	600	
吸收度	2.506	3.000	3.000	3.000	3.000	
nm	610	620*	630	640	650	
吸收度	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	

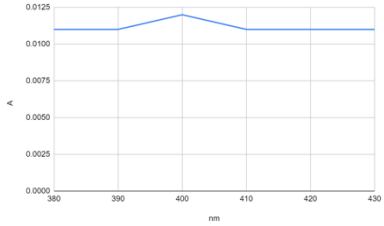
圖八、甲基藍酸性吸收度

表八、甲基藍酸性 (最大吸收波長為 620nm)

nm	310	320	330*	340	350	
吸收度	0.197	0.218	0.224	0.233	0.236	

圖九、鎳離子含氨水吸收度

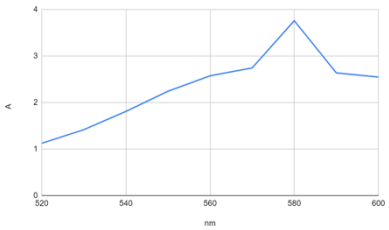
表九、鎳離子含氨水 (最大吸收波長為 330 nm)

nm	380	390	400*	410	420	
吸收度	0.011	0.011	0.012	0.011	0.011	

圖十、鎳離子含氨水吸收度

表十、鈷離子含氨水 (最大吸收波長為 400 nm)

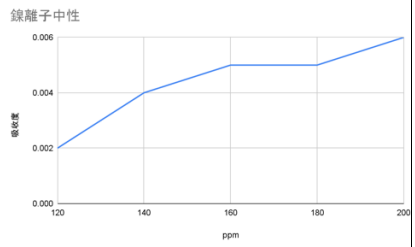
nm	560	570	580*	590	600
吸收度	2.575	2.745	3.760	2.637	2.548



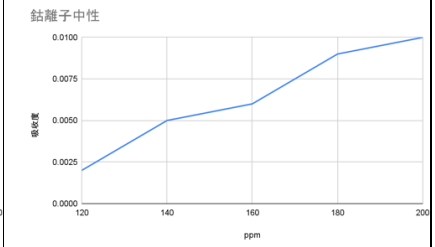
圖十一、甲基藍含氨水吸收度

表十一、甲基藍含氨水 (最大吸收波長為 580 nm)

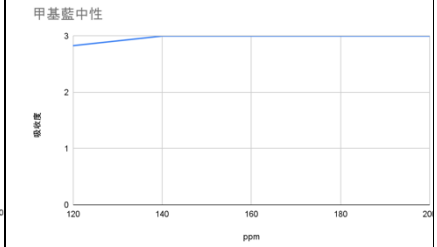
（二）以最大吸收波長作減量線



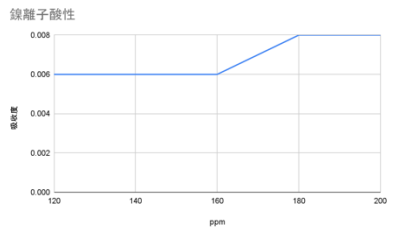
圖十二、鎳離子中性檢量線 (λ_{max}=720 nm)



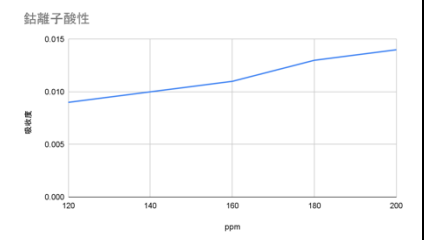
圖十三、鈷離子中性檢量線 (λ_{max}=510 nm)



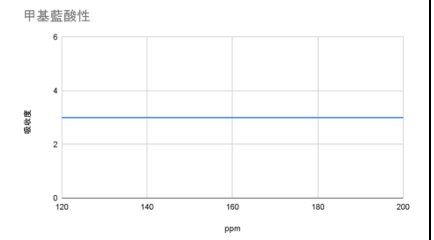
圖十四、甲基藍中性檢量線 (λ_{max}=620 nm)



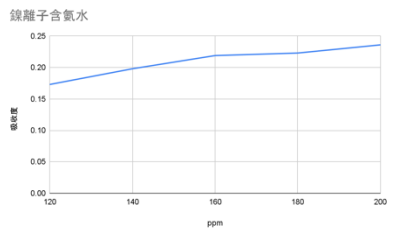
圖十五、鎳離子酸性檢量線 (λ_{max}=700 nm)



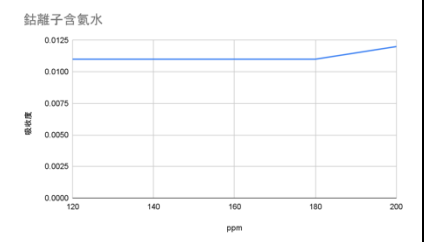
圖十六、鈷離子酸性檢量線 (λ_{max}=510 nm)



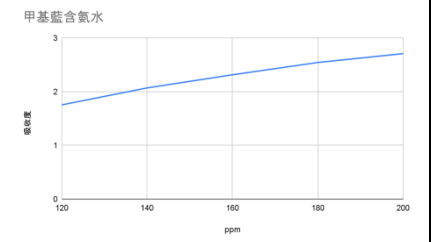
圖十七、甲基藍酸性檢量線 (λ_{max}=620 nm)



圖十八、鎳離子含氨水檢量線(λ_{max}=310 nm)



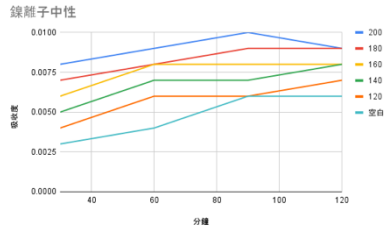
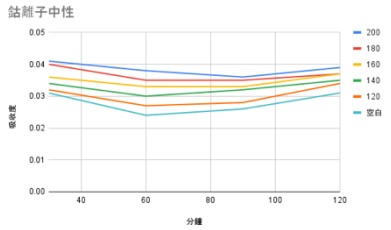
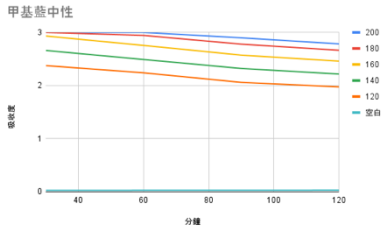
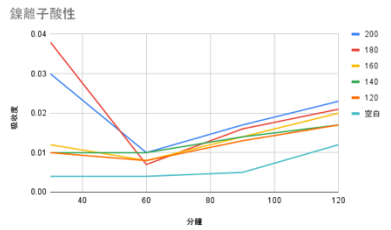
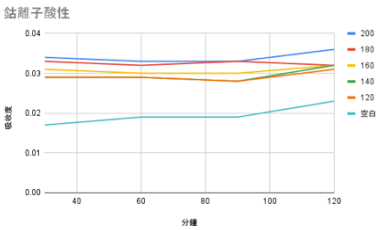
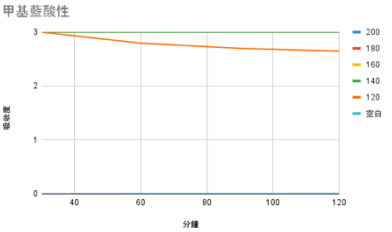
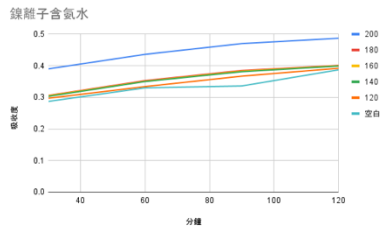
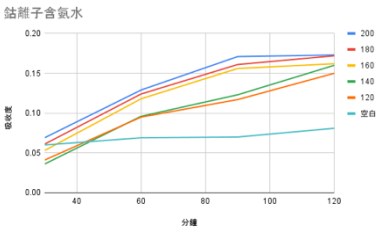
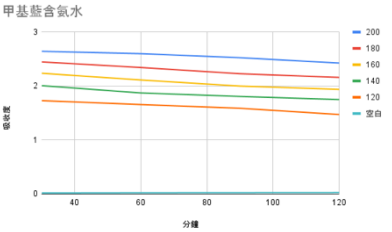
圖十九、鈷離子含氨水檢量線(λ_{max}=400 nm)



圖二十、甲基藍含氨水檢量線(λ_{max}=580 nm)

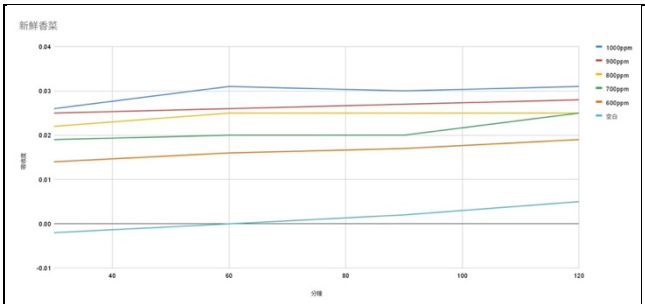
表十二、各溶液最大吸收波長作減量線

（三）比較不同濃度在不同時間下之吸附力

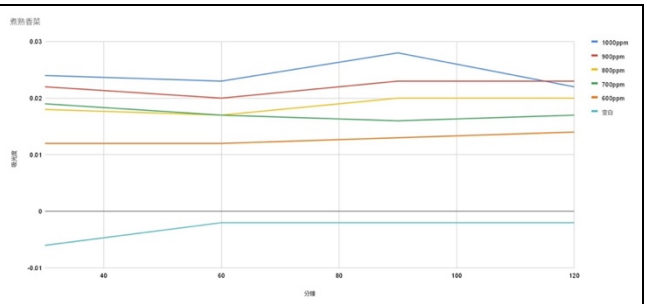
		
圖二一、鎳離子中性不同濃度與不同時間下之吸收度	圖二二、鈷離子中性不同濃度與不同時間下之吸收度	圖二三、甲基藍中性不同濃度與不同時間下之吸收度
		
圖二四、鎳離子酸性不同濃度與不同時間下之吸收度	圖二五、鈷離子酸性不同濃度與不同時間下之吸收度	圖二六、甲基藍酸性不同濃度與不同時間下之吸收度
		
圖二七、鎳離子含氨水不同濃度與不同時間下之吸收度	圖二八、鈷離子含氨水不同濃度與不同時間下之吸收度	圖二九、甲基藍含氨水不同濃度與不同時間下之吸收度

表十三、比較不同濃度在不同時間下之吸附力

二、比較新鮮香菜與煮熟香菜的吸收差異



圖三十、新鮮香菜的吸收度



圖三一、煮熟香菜的吸收度

表十四、比較新鮮香菜與煮熟香菜的吸收差異

陸、討論

一、檢量線比較

（一）同一濃度下，吸收度甲基藍水溶液＞＞鈷離子水溶液＞鎳離子水溶液，如圖十二、十三、十四。

（二）酸性環境會影響吸收度，酸性環境下的吸收度＞中性環境的吸收度，如圖十二、十三、十四、十五、十六、十七。

（三）鹼性環境下，鎳離子與鈷離子產生沉澱，吸收度下降，如圖十二、十三、十八、十九。

（四）甲基藍水溶液吸收度，鹼性環境＜中性環境＜酸性環境，如圖十四、十七、二十。

二、檢量線比較

（一）

1.香菜含 COOH 和 NH_2 之官能基，可與重金屬產生錯合，螯合或配位反應。在配位鍵的形成條件裡，必須有能接受電子對的空軌域。所以空軌域較多的 d 軌域金屬如過渡金屬，更容易產生配位。所以吸附能力鎳離子、鈷離子＞甲基藍。

2.化學吸附以化學鍵結合，週期表約往右電負度愈高。吸附能力鎳離子＞鈷離子。

3.吸附能力鎳離子＞鈷離子＞甲基藍,如圖二一、二二、二三。

（二）酸性環境相較於中性，香菜吸附能力下降,如圖二一、二二、二三、二四、二五、二六。

（三）鹼性環境相較於中性，香菜吸附能力上升,如圖二一、二二、二三、二七、二八、二九。

柒、結論

離子的性質對於香菜晶球的吸附有很大差異，過渡金屬是優良選擇。電負度隨週期表左往右增，上至下減，但對於過渡金屬而言，上下幾乎無差異，因此可考慮靠左的過渡金屬為最佳選擇。

要控制酸鹼環境作改變的話，先加入鹼性液沉澱後，進行吸附，效果好於中性與酸性溶液，並且放置越長的時間，吸收度就越高。因此可以得知，以鹼性液沉澱後再吸附，然後濃度高、放置時間越長的吸附效果較好。

但是香菜晶球的製作麻煩，吸附的效果也不太大量，若要實際運用到實驗室中的重金屬廢液，效果可能不盡人意。

煮熟香菜依然具有金屬吸附之能力，對於處理廚餘是個再利用機會。

捌、參考資料及其他

一、 台視新聞，係真ㄟ！香菜可過濾飲水中重金屬，2013。

二、 方政程、黃梓育、楊博綸，國色天香，全國高級中等學校專業群科 106 年專題及創意競賽。