

# 利用電解法探討布袋蓮吸取水中重金屬鹽的能力

國中組應用科學科第二名

高雄市立新興國民中學

作者：張世欣、蔡佳宜

黃秀慧

指導教師：黃毅慶

## 一、研究動機

偶然一次機會與父親到前鎮小港一帶的小溪釣魚，因大多數的河流，皆黑如墨水，污染程度甚為嚴重，在無意間發現長布袋蓮之溪流的水，較乾淨且清澈，而沒有布袋蓮的溪水則污濁不堪，起初以為大概是受污染程度不同，但溯溪而上，在不遠處發現此兩條溪流，是同一溪流分叉形成，故水源相同，為什麼有如此差別呢？回到學校，問理化老師，老師拿一本科學月刊讓我研讀，才知布袋蓮有如此神奇力量——去污、濾重金屬等等，老師提議如果我有興趣，同學們可選一主題做些研究。於是在老師指導下，搜集資料，開始我們的探究。

## 二、研究目的與原理

利用所學之電解原理：「導電度與溶液中離子濃度的關係」來探討本實驗的結果，進而達到學以致用的目的。

## 三、研究設備器材

水盆容器20個、銀電極棒2支、整流器1台、導線、數位三用電錶1座、電極夾2個、磨泥器1個、手套4副、燒杯6個、玻棒2支、過濾瓶2個、抽氣機2個、濾紙1盒、量筒6支、滴管6支、天平、毫安培計1只。

硝酸汞、硝酸鎘、硝酸鎳、硝酸鉛、硝酸鋅各一瓶。

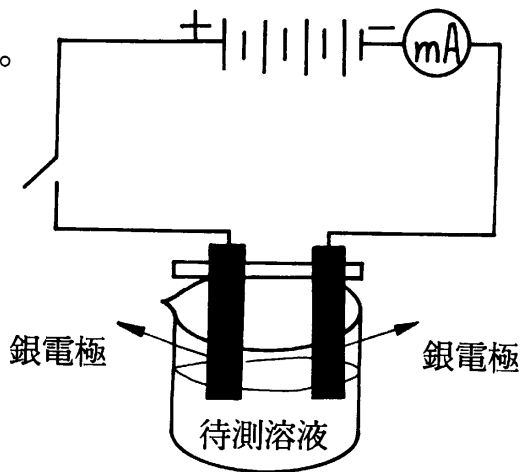
#### 四、研究過程

(一)儲水備用：

- (1)由本校噴水池內的池水經過濾後置放一大水槽中備用。
- (2)多次取大水槽中的水各200ml測其導電度，再求平均值。
- (3)由左營蓮池潭內取回的布袋蓮，先行洗淨，置於(1)的大水槽中養殖約一星期，多次取樣0.5kg布袋蓮萃取其汁液，再加入100ml的水，測其導電度，再求平均值。
- (4)由(2)、(3)的結果如表(A)作為本實驗的對照組。
- (5)秤0.5kg的布袋蓮於水槽中，加入5 l (1)的水各5盆。
- (6)秤藥品：硝酸鎘、硝酸鎳、硝酸汞、硝酸鉛、硝酸鋅各20 g，依次慢慢加入(5)的水槽中，觀察布袋蓮生長情形。
- (7)另一組備妥5個水槽各加入5 l (1)之水，同(6)秤出藥品分別加入水槽中，此組不用布袋蓮，作對照實驗。
- (8)經一天，繼續下之實驗，即測量導電度。

(二)電解：

儀器裝置如右圖所示。



### 1. 先測水溶液的導電度。

(1)取1 l 水槽中的溶液，過濾後取200ml置於燒杯中插入電極棒，控制電壓為12V，記錄電流強度。

(2)先洗淨電極棒，重覆以上的實驗，並記錄其結果。

### 2. 布袋蓮萃取汁液的導電度。

(1)取出布袋蓮洗淨，再用磨泥器搗碎，壓出其汁液100ml，再加入100ml純水，置於燒杯中。

(2)洗淨電極棒，插入溶液中，控到電壓為12V，記錄電流強度。

(3)取出電極棒洗淨後，重覆以上實驗，並記錄其結果。

(4)將(1)(2)的結果列表記錄，如表(B)。

(三)由(一)、(二)結果得知，布袋蓮有吸取重金屬的能力，於是再做下一步的實驗。吾人更進一步探討，重金屬溶液的濃度大小，布袋蓮的質量多寡，吸取時間的長短與導電度間的關係，利用控制變因法找出其對環保的經濟利益與實用價值。

#### 1. 濃度與導電度的探討：

控制布袋蓮質量與吸取時間一定，改變溶液濃度，測出導電度大小。

(1)分別秤出五種藥品依次為5.0 g、10.0 g、15 g、20 g、25 g 置於5 l 的(-)之(1)水中備用。

(2)每個水槽內加入0.5kg的布袋蓮，經1天後，再測其導電度，並記錄其結果（電壓=12V）。

(3)另備一組不加布袋蓮的溶液，亦測出其導電度，並記錄其結果作為對照組。

(4)由(1)(2)(3)所得結果，列表如(C)(D)(E)(F)(G)等。

#### 2. 吸取時間與導電度的探討：

控制濃度與布袋蓮的量一定，改變吸取時間，測出導電度。

(1)取5種試藥各10 g，置於5 l 的(-)之(1)水中備用。

(2)每個水槽加入1.0kg布袋蓮，每隔2小時取200ml溶液，測導電度（電壓=12V）。

(3)重覆以上實驗，並記錄結果列表如(H)。

### 3. 布袋蓮的質量與導電度的探討：

控制溶液濃度與吸取時間一定，改變布袋蓮的質量，測導電度。

(1)秤出5種試藥皆10g，分置於5ℓ的(-)之1水中，每一組試藥各6個水溶液。

(2)依次秤出0.1kg、0.3kg、0.5kg、0.7kg、0.9kg、1.0kg分別置於溶液中。

(3)經1天後，取溶液200ml測其導電度，並記錄其結果列表如(I)。

## 五、研究結果

表A：

導電度 (mA) 試劑	次數										平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
實驗用水	50	50	55	50	60	55	50	60	60	50	55
純布袋蓮	90	95	90	90	90	95	85	90	85	85	90

表B：

導電度 (mA) 藥品	取樣	未加布袋蓮	吸取後之重金屬	純布	吸取後的布
		的水溶液	離子的水溶液	袋蓮	袋蓮溶液
硝酸銅		230	150	90	170
硝酸汞		160	90	90	150
硝酸鎳		230	160	90	170
硝酸鉛		180	130	90	140
硝酸鋅		240	170	90	160

表C：硝酸鎘鹽

導電度 (mA) 重量 (g)	取樣		未加布袋蓮	加布袋蓮後金屬	純布	吸取後的布
			的水溶液	離子的水溶液	袋蓮	袋蓮溶液
5	、	0	120	65	90	125
10	、	0	160	95	90	140
15	、	0	200	120	90	150
20	、	0	230	160	90	170
25	、	0	285	170	90	200

表D：硝酸汞鹽

導電度 (mA) 重量 (g)	取樣		未加布袋蓮	加布袋蓮後金屬	純布	吸取後的布
			的水溶液	離子的水溶液	袋蓮	袋蓮溶液
5	、	0	75	50	90	110
10	、	0	110	70	90	160
15	、	0	135	115	90	175
20	、	0	160	140	90	185
25	、	0	170	150	90	190

表 E：硝酸鎳鹽

導電度 (mA) 重量 (g)	取樣	未加布袋蓮	加布袋蓮後金屬	純布	吸取後布袋
		的水溶液	離子的水溶液	袋蓮	蓮的汁液
5	、 0	130	75	90	180
10	、 0	175	105	90	200
15	、 0	200	135	90	215
20	、 0	230	160	90	220
25	、 0	280	185	90	235

表 F：硝酸鉛鹽

導電度 (mA) 重量 (g)	取樣	未加布袋蓮	加布袋蓮後金屬	純布	吸取後布袋
		的水溶液	離子的水溶液	袋蓮	蓮的汁液
5	、 0	100	45	90	130
10	、 0	125	70	90	150
15	、 0	150	90	90	165
20	、 0	180	135	90	180
25	、 0	215	165	90	200

表G：硝酸鋅鹽

導電度 (mA) 重量 (g)	取樣	未加布袋蓮	加布袋蓮後金屬	純布	吸取後布袋
		的水溶液	離子的水溶液	袋蓮	蓮的汁液
5	、 0	135	90	90	150
10	、 0	170	135	90	160
15	、 0	230	145	90	185
20	、 0	240	180	90	200
25	、 0	320	220	90	210

表H：

時間 (小時) 導電度 試劑 (mA)	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0
	硝酸銅	110	105	100	95	95	85	80	80	80	80	80
硝酸汞	75	65	70	65	60	60	60	60	60	60	60	60
硝酸鎳	140	120	110	110	105	95	90	90	90	90	90	90
硝酸鋅	110	105	95	90	85	80	80	80	80	80	80	80
硝酸鉛	100	90	85	85	80	70	70	70	70	70	70	70

表 I :

布袋蓮質 量(kg) 導電度 (mA) 試劑	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	1.0
硝酸鎳	120	110	95	85	80	75
硝酸汞	80	75	70	65	65	60
硝酸鎳	125	120	105	95	90	85
硝酸鉛	110	95	75	70	65	65
硝酸鋅	140	135	130	115	95	85

## 六、討論

- 吾人實驗過程中不用蒸餾水，而以池水作實驗，其理由有三：
  - 剛開始我們以蒸餾水養殖發現布袋蓮葉子變黃，生長不良，而改變池水時則無此現象發生。
  - 測導電度時，利用蒸餾水導電度甚小，觀察不易。
  - 平時之污水或廢水亦不是純水。
- 硝酸汞實驗時，吾人將藥品一次全數放入，發現不久葉子有枯萎現象產生。後來改變方法：我們將藥品每隔1小時少量放入，結果此現象消失。
- 因水分會蒸發，故吾人不時加水，使溶液體積保持一定。
- 池水導電度經測量結果發現呈一定值，如此就不會影響本實驗之結果。
- 吾人選擇的藥品皆為硝酸鹽，其理由有二：
  - 溶解度大。
  - 依資料所述布袋蓮吸取硝酸鹽類的能力甚強。
- 電解時，吾人控制兩電極棒的距離一定，電極棒與溶液的接觸



面積一定，實驗用燒杯規格一定，以減少實驗誤差，而且每完成一電解過程，電極棒洗淨後再使用。

7. 實驗過程中發現給予時時攪拌，其效果更佳，即讓水處於迴流狀態，其效果更理想。

8. 由結果(A)(B)知布袋蓮確有吸取重金屬鹽的能力。

9. 由結果(C)(D)(E)(F)(G)中導電度的變化亦進一步知道在一定量布袋蓮，及一定時間下，溶液濃度愈大，布袋蓮吸取的量愈多。

10. 由結果(H)了解，試劑及布袋蓮之量一定時，在10~14小時的時間內，其導電度就呈一定值了。本實驗顯示布袋蓮吸取重金屬鹽的時效甚佳，如此若用來實際處理工廠所排出的重金屬廢水時，只要先計算出廢水中的重金屬濃度大小，配合多少質量的布袋蓮在有效經濟的時間內即可完成廢水處理了。

11. 由(I)之結果顯示：試劑與時間一定時，布袋蓮質量愈大，溶液導電度愈低，此結果給予我們一個重大啟示，若將布袋蓮用於處理重金屬鹽的廢水時，只要先測出廢水中重金屬鹽的濃度，在一定時效內須用多少布袋蓮即可完成之。

## 七、結論

1. 綜合本實驗的研究結果，發現本實驗的三種情況下，布袋蓮處理重金屬鹽的廢水是可行的，且又經濟又方便，化腐朽為神奇。

2. 由參考資料的數據更足以證明其功能及值得使用：

(1) 在亞熱帶氣候，布袋蓮生長速率每天增加表面積15%每天可收穫20~40噸的布袋蓮，臺灣正處於亞熱帶，適合培植布袋蓮，即來源不缺。

(2) 美國沃佛頓博士實驗每天每公頃220萬升的廢水，由上(1)之布袋蓮，可在兩天內除去約80%含氮化合物及40%磷化合物。

(3) 實驗研究在一曲折型水道由一個40呎寬，80呎長，2.5呎深的水池，每天有2萬5千加侖水過濾後符合或超過廢水處理標

準。

(4)處理後的布袋蓮，可用來生產沼氣，製肥料、飼料的添加物。

3. 礦產區排出的水可用布袋蓮來回收金，銀或其他貴重金屬。

## 八、參考資料

1. 蘇玲娜，布袋蓮——一種水生的能源；科學月刊，第11卷23期。
2. 國立編譯館，水的電解和電池與電解；國中理化（第3冊26章）
3. 植物世界錦標出版社：第109頁。
4. 可愛世界：植物篇第79頁。
5. 高雄市環保局：環保法令—放流水標準第一條。

## 評語

實驗精神甚佳，對資料之搜集及參考亦甚適宜。

表達能力良好，顯示所得結果與相關資料之記載頗相符。

部份實驗過程中現象之原理，宜加強了解。