

2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中(職)組 成果報告表單

題目名稱：許願池的內幕

一、摘要：

硬幣是現今台灣人生活中不可或缺的交易媒介，但除了應用於我們日常的貿易行為外，硬幣更能影響水域環境品質，並改變水質、pH值、溶氧量、電導度、TDS值。我們以臺灣原生種槐葉蘋當材料並選擇不同種類硬幣來培養，觀察槐葉萍生長狀態的變化。

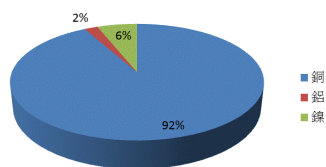
模擬許願池水中含一元、五元、十元、五十元硬幣對槐葉蘋的生長都有明顯的影響，其中以五元、十元硬幣的影響最為顯著，且數量愈多影響也越大。從各硬幣種類對槐葉萍影響之多寡進而分析硬幣中金屬組成比重，假設影響因素。再另外應用硬幣組成的金屬之化學藥劑來培養槐葉蘋。我們可利用這些結果改善環境品質，為社會環境盡一份心力。

二、探究題目與動機

廟宇是台灣人普遍信仰寄託之場所，在我們平時的祭祀中也時常會途經許願池，而許願池是其內部特殊構造，通常讓信眾可以投擲硬幣祈求心中的願望，是個寄託心靈的地方。經過我們的觀察，發現通常在許願池裡的水都會比較混濁，植物葉片泛黃，看起來較枯萎。這也引起了我們對這種異相的好奇心，在幾次數據量測後，我們赫然發現造成這些原因竟是這些看似平平無奇的錢幣，原先我們只知道錢幣上有許多細菌，卻未曾留意到其中金屬對水質環境產生的巨大影響力。

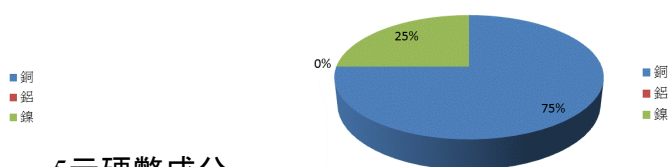
三、探究目的與假設

1. 探討含不同種類不同數量硬幣的水溶液對槐葉蘋生長的影響。
2. 探討不同種類不同濃度的金屬離子溶液對槐葉蘋生長的影響。
3. 植物:槐葉蘋為漂浮型水生蕨類植物，而它的沉水葉為鬚根狀在每對浮水葉下面，喜歡生長在富含有機質未受汙染的水域環境。
4. 實驗的硬幣有：1元、5元、10元及50元
5. 硬幣成分



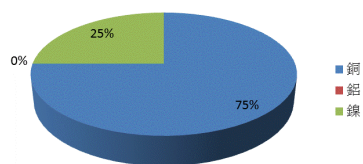
1元硬幣成分

(92%銅、6%鎳、2%鋁)

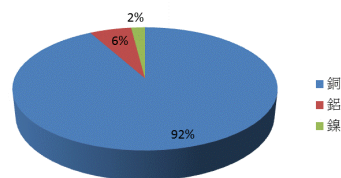


5元硬幣成分

(75%銅、25%鎳)



10元硬幣成分
(75%銅、25%鎳)



50元硬幣成分
(92%銅、2%鎳、6%鋁)

6.實驗的金屬離子: 硫酸銅、氯化鎳、氯化鋁

7.水質檢測

(1)酸鹼值(pH值):指水中酸度之大小,由溶液中所含氫離子濃度來決定,氫離子濃度越高,酸性越強。純水為中性, pH值為7.0。大部分的水生動植物對水環境中的pH值相當敏感,大部分水生生物生活的pH值大約在 6~9 之間, 過高或過低都不適合多數生物生長。

(2)D.O值為水中含氧量,也是廢水汙染程度重要指標之一。當O值大於5mg/L時大部分的動植物可以生長繁衍,但DO值降至 3-5mg/L時,生物的生長通常會受到壓迫,而當DO值小於2mg/L時,會產生缺氧情況更嚴重影響水生植物的生長。

(3)電導度(EC):水中的無機鹽類和水的電導度之間有密切的正相關,單位為mS/cm、 μ S/cm。電導度為一種度量固體肥料調配成營養液後分解形成離子態之程度。一般而言,解離程度越高或溶液中離子量越強者,其電導度越大。

(4)TDS值:總溶解固體(縮寫TDS),又稱溶解性固體總量,測量單位為毫克/升(mg/L)或 ppm。總溶解固體指水中全部溶質的總量,包括無機物和有機物兩者的含量。TDS值越高,表示水中含有的雜質越多。

四、探究方法與驗證步驟

二、模擬許願池水中不同種類不同數量硬幣對槐葉蘋生長的影響

(一)、與一元硬幣共培養對槐葉蘋生長的影響及水質變化

1.浮水葉葉片數、葉長、葉寬

A葉片數	錢幣數(個)	第1天	第7天	B葉長(mm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減	C葉寬(mm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
	5	6	11.7		5	10.9	9.6	-1.3		5	7.8	7.4	-0.4
10	6	11.7	10	9.9	10.1	0.2	10	7.1	7.4	0.3			
15	6	11.3	15	10.6	9.6	-1.0	15	7.8	7.2	-0.6			
20	6	11.3	20	9.1	9.2	0.1	20	6.2	6.3	0.1			
25	6	9.0	25	9.9	10.4	0.5	25	7.1	7.0	-0.1			
對照組	6	12.3	對照組	9.4	10.4	1.0	對照組	6.6	6.8	0.2			

2.沉水葉分支數

D分支數	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
5	8.6	8.2	-0.4	
10	10.9	7.2	-3.7	
15	10.4	8.1	-2.4	
20	9.9	8.6	-1.3	
25	10.3	8.8	-1.6	
對照組	9.0	9.1	0.1	

3.TDS值

H TDS (ppm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
5	186.0	206.3	20.3	
10	186.0	204.3	18.3	
15	186.0	206.3	20.3	
20	186.0	203.7	17.7	
25	186.0	202.3	16.3	
對照組	186.0	186.0	0.0	

※(1)在25枚硬幣水中,浮水葉葉片數生長最少

(2)沉水葉分支數皆是減少,唯獨沒有硬幣的水中(對照組)有少量增加

(3)在水質部分只有TDS值有明顯增加，其餘皆沒有太大影響

(二)、與五元硬幣共培養對槐葉蘋生長的影響及水質變化

1.浮水葉葉片數、葉長、葉寬

A葉片數	錢幣數(個)	第1天	第7天	B葉長 (mm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減	C葉寬 (mm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
	2	6	10.3		2	8.8	9.0	0.2		2	7.2	6.4	-0.8
4	6	10.7	4	8.9	9.1	0.2	4	6.4	6.7	0.3			
6	6	8.0	6	9.8	10.5	0.7	6	6.8	7.5	0.7			
8	6	7.3	8	10.2	10.1	-0.1	8	7.6	7.1	-0.5			
10	6	6.0	10	9.3	9.3	0	10	6.6	6.8	0.2			
對照組	6	12.7	對照組	10	9.7	-0.3	對照組	6.1	6.3	0.2			

2.沉水葉分支數

D分支數	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
2	7.8	9.1	1.3	
4	8.2	8.6	0.3	
6	9.3	9.9	0.6	
8	9.4	10.3	0.9	
10	9.2	9.9	0.7	
對照組	9.8	10.0	0.2	

3.TDS值

H TDS (ppm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
5	162.0	183.0	21.0	
10	162.0	187.0	25.0	
15	162.0	187.0	25.0	
20	162.0	187.0	25.0	
25	162.0	190.0	28.0	
對照組	162.0	186.0	24.0	

※(1)在4枚硬幣水中，葉片數增長最為明顯

(2)葉長則是在6枚硬幣數時生長最多，然而硬幣數再往上提升時，卻造成減少或是停滯生長

(3)在沉水葉分支數中，所有放有硬幣的水中生長皆多於對照組

(三)、與十元硬幣共培養對槐葉蘋生長的影響及水質變化

1.浮水葉葉片數、葉長、葉寬

A葉片數	錢幣數(個)	第1天	第7天	B葉長 (mm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減	C葉寬 (mm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
	2	6	11.0		2	8.4	8.5	0.1		2	7.1	7.3	0.2
4	6	8.7	4	9.8	9.7	-0.1	4	7.2	7.2	0			
6	6	8.3	6	9.5	10.3	0.8	6	7.4	7.7	0.3			
8	6	6.3	8	9.8	10.7	0.9	8	7.4	7.6	0.2			
10	6	6.0	10	8.7	9.3	0.6	10	7.3	7.7	0.4			
對照組	6	13.3	對照組	9.6	10.0	0.4	對照組	7.1	7.7	0.6			

2.沉水葉分支數

D分支數	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
2	7.8	9.1	1.3	
4	8.2	8.6	0.3	
6	9.3	8.9	-0.4	
8	9.4	8.7	-0.8	
10	9.2	8.9	-0.3	
對照組	9.2	9.3	0.2	

3.TDS值

H TDS (ppm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
5	162.0	183.0	21.0	
10	162.0	187.0	25.0	
15	162.0	187.0	25.0	
20	162.0	187.3	25.3	
25	162.0	189.7	27.7	
對照組	162.0	186.0	24.0	

※(1)在葉片數中，硬幣數越多，生長就越少

(2)分支數到6枚硬幣時就呈現負成長

(3)TDS值除了5枚硬幣，其餘增加量皆大於對照組

(四)、與五十元硬幣共培養對槐葉蘋生長的影響及水質變化

1.浮水葉葉片數、葉長、葉寬

A葉片數	錢幣數(個)	第1天	第7天
	1	6	10.0
	2	6	9.7
	3	6	9.3
	4	6	9.3
	5	6	9.0
對照組	6	12.7	

B葉長 (mm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
	1	10.5	11.0	0.5
	2	9.6	10.0	0.4
	3	10.6	11.0	0.4
	4	10.2	11.0	0.8
	5	9.7	9.4	-0.3
對照組	8.9	11.0	2.1	

C葉寬 (mm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
	1	7.1	7.8	0.7
	2	7.2	7.2	0
	3	7.8	7.8	0
	4	7.8	7.9	0.1
	5	7.1	7.1	0
對照組	7.2	7.9	0.7	

2.沉水葉分支數

D分支數	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
	1	9.1	8.3	-0.8
	2	9.6	8.6	-1.0
	3	9.8	8.3	-1.5
	4	9.6	9.3	-0.4
	5	9.2	8.5	-0.7
對照組	9.3	8.9	-0.4	

3.TDS值

H TDS (ppm)	錢幣數(個)	第1天	第7天	增減
	5	167.0	186.3	19.3
	10	167.0	188.3	21.3
	15	167.0	189.3	22.3
	20	167.0	191.3	24.3
	25	167.0	189.6	22.6
對照組	167.0	188.0	21.0	

※(1)葉片數隨著硬幣的增加，逐漸減少

(2)葉寬除了1枚硬幣的，其餘沒有太大的變動

(3)沉水葉分支數全數為負成長

四、不同種類金屬離子溶液對槐葉蘋生長的影響

(一)與硫酸銅共培養對槐葉蘋生長的影響及水質變化

1.硫酸銅溶液對槐葉蘋生長的影響

(1)浮水葉葉片數、葉長、葉寬

A葉片數	濃度	第1天	第7天	增減
	1	6	11.3	5.3
	5	6	10.7	4.7
	10	6	9.3	3.3
	15	6	9.3	3.3
	20	6	8.7	2.7
	50	6	7.0	1.0
	100	6	6.0	0.0
對照組	6	12.3	6.3	

B葉長 (mm)	濃度	第1天	第7天	增減
	1	8.2	8.3	0.1
	5	7.3	7.9	0.6
	10	10.9	11.3	0.4
	15	9.7	9.9	0.2
	20	9.7	10.0	0.3
	50	11	11.0	0.0
	100	10.7	10.7	0.0
對照組	9.1	10.8	1.7	

C葉寬 (mm)	濃度	第1天	第7天	增減
	1	5.6	5.9	0.3
	5	5.1	5.5	0.4
	10	7.8	7.8	0
	15	7.0	7.1	0.1
	20	6.8	6.5	-0.3
	50	7.3	7.5	0.2
	100	7.4	7.5	0.1
對照組	6.4	7.4	1	




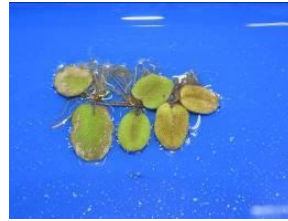
(2)沉水葉分支數

D分支數	濃度	第1天	第7天	增減
	1	8.9	9.3	0.4
	5	8.9	8.3	-0.6
	10	9.7	9.1	-0.6
	15	9.1	8.9	-0.2
	20	9.1	9.1	0.0
	50	9.8	9.2	-0.6
	100	9.7	8.8	-0.9
對照組	9.3	9.3	0.0	

(3)TDS值

H TDS (ppm)	濃度	第1天	第7天	增減
	1	169.0	181.0	12.0
	5	169.0	180.0	11.0
	10	169.0	180.0	11.0
	15	167.0	180.0	13.0
	20	169.0	180.0	11.0
	50	172.0	206.0	34.0
	100	175.0	212.0	37.0
對照組	165.0	180.0	15.0	

(4)圖片

			
對照組	20µM CuSO ₄ (aq)	50µM CuSO ₄ (aq)	100µM CuSO ₄ (aq)

※(1)葉寬只有對照組有明顯增長

(2)沉水葉分支數除了1ppm以外，其餘皆沒有正成長

(3)TDS值到達50ppm以上，有明顯倍增

(二)、與氯化鎳共培養對槐葉蘋生長的影響及水質變化

1.氯化鎳溶液對槐葉蘋生長的影響

(1)浮水葉葉片數、葉長、葉寬

A葉片數	濃度	第1天	第7天	增減	B葉長 (mm)	濃度	第1天	第7天	增減	C葉寬 (mm)	濃度	第1天	第7天	增減
	1	6	10.0	4.0		1	9.9	9.7	-0.2		1	7.7	7.9	0.2
5	6	8.7	2.7	5	10.7	10.3	-0.4	5	7.8	8.2	0.4			
10	6	7.7	1.7	10	11.1	11.7	0.6	10	8.2	8.7	0.5			
15	6	7.7	1.7	15	10.6	10.9	0.3	15	7.8	8.6	0.8			
20	6	6.3	0.3	20	10.6	10.9	0.3	20	7.8	8.1	0.3			
50	6	6.0	0.0	50	11.2	11.4	0.2	50	8.3	8.5	0.2			
100	6	6.0	0.0	100	10.8	10.8	0.0	100	8.3	8.3	0			
對照組	6	14.0	8.0	對照組	9.2	9.5	0.3	對照組	7.1	8.3	1.2			





(2)沉水葉分支數

(3)TDS值

D分支數	濃度	第1天	第7天	增減
1	8.11	8.33	0.22	
5	8.33	8.50	0.17	
10	9.37	9.33	-0.04	
15	9.56	9.23	-0.33	
20	9.56	8.89	-0.67	
50	9.67	8.88	-0.79	
100	9.22	8.56	-0.66	
對照組	8.90	9.00	0.10	

H TDS (ppm)	濃度	第1天	第7天	增減
1	170.0	218.0	48.0	
5	170.0	220.0	50.0	
10	169.0	219.0	50.0	
15	169.0	221.0	52.0	
20	170.0	224.0	54.0	
50	170.0	222.0	52.0	
100	175.0	234.0	59.0	
對照組	171.0	184.0	13.0	

(4)圖片

			
對照組	20µM NiCl ₂ (aq)	50µM NiCl ₂ (aq)	100µM NiCl ₂ (aq)

※(1)葉片數到達50ppm就呈現0成長，可見氯化鎳溶液會嚴重抑制植物生長

(2)從葉寬可明顯觀察到只有對照組有成長的趨勢

(3)TDS值皆暴增，可得知金屬溶液對水質影響重大

(三)、與氯化鋁共培養對槐葉蘋生長的影響及水質變化

1.氯化鋁溶液對槐葉蘋生長的影響

(1)浮水葉葉片數、葉長、葉寬

A葉片數	濃度	第1天	第7天	增減	B葉長 (mm)	濃度	第1天	第7天	增減	C葉寬 (mm)	濃度	第1天	第7天	增減
	1	6	10.2	4.2		1	9.3	9.2	-0.1		1	6.4	6.4	0
5	6	10.0	4.0	5	9.4	9.2	-0.2	5	6.8	6.4	-0.4			
10	6	10.2	4.2	10	10.7	11.2	0.5	10	7.9	8.3	0.4			
15	6	10.0	4.0	15	10.7	11.4	0.7	15	7.8	8.4	0.6			
20	6	9.6	3.6	20	9.5	9.9	0.4	20	7.9	7.3	-0.6			
50	6	9.5	3.5	50	11.8	10.7	-1.1	50	7.8	7.3	-0.5			
100	6	9.6	3.6	100	10.6	10.6	0.0	100	7.8	7.9	0.1			
對照組	6	12.0	6.0	對照組	10.3	11.2	0.9	對照組	7.1	7.4	0.3			

(2)沉水葉分支數

D分支數	濃度	第1天	第7天	增減
1	8.9	9.0	0.1	
5	9.0	9.1	0.1	
10	9.2	9.3	0.1	
15	9.3	9.3	0.0	
20	8.1	8.8	0.7	
50	9.2	9.3	0.1	
100	9.2	9.3	0.1	
對照組	8.5	9.4	0.9	

(3)TDS值

H TDS (ppm)	濃度	第1天	第7天	增減
1	176.0	183.0	7.0	
5	180.0	185.0	5.0	
10	177.0	184.7	7.7	
15	178.0	183.7	5.7	
20	179.0	186.7	7.7	
50	174.0	212.3	38.3	
100	177.0	213.3	36.3	
對照組	179.0	183.3	4.3	

※(1)在有氯化鋁溶液中的葉片數生長皆不比在對照組中生長的好

(2)沉水葉的分支數生長都比對照組來的少

(3)TDS值在50ppm及100ppm皆有暴增現象

總結:

在所有的實驗研究中發現不管是硬幣還是金屬溶液, 只要濃度越高就越會抑制植物的生長, 而水質測量的部分只有TDS值最為明顯, 其餘的影響皆不大, 可能是因為金屬溶液的關係所導致了過鹽現象。

五、結論與生活應用

透過實驗數據可知, 五元與十元硬幣對槐葉蘋生長具有更大的抑制能力, 以十枚的個數就能使浮水葉生長完全停滯, 而衍生出來的金屬藥劑溶液也皆讓槐葉蘋有降低葉片增生之趨勢。這些實驗結果可以幫助我們找到水域污染的源頭並於以遏止, 提前防範污染因素的產生, 使政府有效限制重金屬工業廢料的排放, 為動植物創造平衡且穩定的生長環境。

參考資料

- 1.羅翊榛、陳思妍、張瑀婷. (108)."槐"念從前~尋找快樂新家園. 台中市中小學科學展覽會.國中組台中市中小學科學展覽會.國中組
- 2.郭城孟 蕨類圖鑑 初版 台北 遠流出版社 p.402 2001
- 3.郭城孟 蕨類入門 初版 台北 遠流出版社 p.172 ~ 173 2001
- 4.駱為家等。2006。水中蕨響(槐葉蘋形態、生活史及生存環境的研究)。中華民國第四十六屆中小學科學展覽說明書
- 5.黃朝慶 李松柏 台灣珍稀水生植物 初版 台中 清水鎮牛罵頭文化協進會p.20 ~ 21 1999
- 6.楊冠政 基礎生物 第六版 台北 龍騰文化事業股份有限公司 p.64~65 2001