

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國中組

## 地球科學科

科別：地球科學科

組別：國中組

作品名稱：植物在酸性溶液中的成長

關鍵詞：酸雨、空氣污染、植物生長

編號：030501

學校名稱：

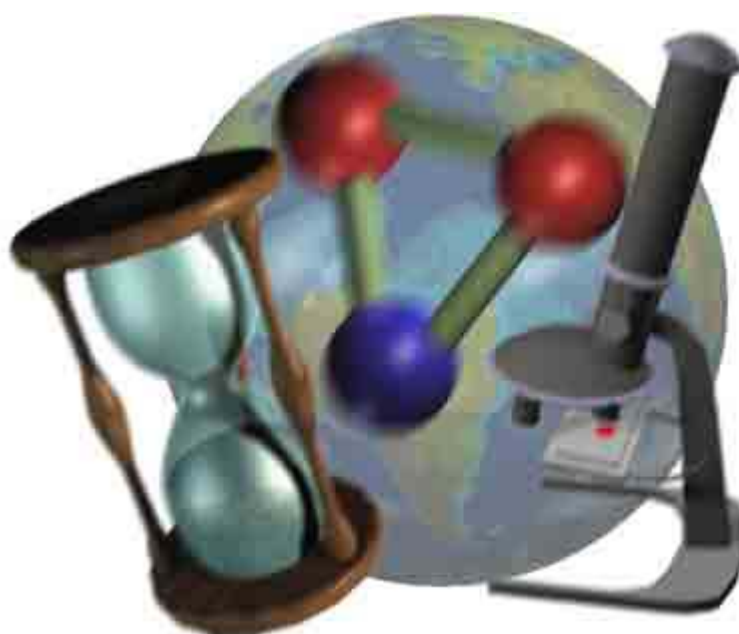
桃園縣私立復旦高級中學

作者姓名：

張以青、陳冠蓁、謝岳霖

指導老師：

賴淑華



## 摘要

對綠豆、嫣紅蔓、茄子、玉米、等不同的植物分別灌溉不同濃度的酸性溶液，以模擬酸雨對植物成長的影響，並紀錄比較之。

## 壹、研究動機

人類大量使用石化燃料，使得這幾年來雨的 P H 值下降，尤其是我們中壢地區更是所謂『酸中之王』；有鑑於此，我們想藉著調配不同的酸性溶液，灌溉到各種植物上，觀察酸性溶液對植物的影響。

## 貳、研究目的

由於中壢地區酸雨日趨嚴重，因此想要了解酸雨對環境的危害，我們選擇研究酸雨對植物的影響起。透過長期對植物灌溉酸性溶液，觀察植物遇到酸性溶液所會發生的外顯現象。

## 參、文獻資料

### 一、酸雨簡介

#### （一）、酸雨定義

國內外（包含環保署研究報告）研究者，已將所謂「酸雨」認知為當雨水酸鹼值在5.0以下時，即確定受到人為酸性污染物的影響。因此，在環保署研究報告中，已統一雨水酸鹼值達5.0以下時，正式定義為「酸雨」。

#### （二）、產生酸雨的原因

1、自然方面：二氧化碳在常溫時溶解於雨水中並達到氣液相平衡後，雨水之酸鹼值約為5.6，因此大自然的雨水是酸的。

2、人為方面： $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 為主要的致酸物質。與石化燃料使用、火力電廠、含氮有機物燃燒有關，是氮氧化物轉化而來。產生 $\text{NO}_3^-$   $\text{CO}_2$ 。主要源自工廠高溫燃燒過程，交通工具排放等因素，是硫氧化物轉化而來，產生 $\text{SO}_4^{2-}$ 。

#### （三）、酸雨對植物的影響

酸雨會使存在於土壤、岩石中的金屬元素溶解，流入河川或湖泊，並使水生植

物及引水灌溉的農作物，累積有毒金屬，將會經過食物鏈進入人體，影響人類的健康。

酸雨會影響農林作物葉部的新陳代謝，同時土壤中的金屬元素因被酸雨溶出，造成礦物質大量流失，植物無法獲得充足的養分，而枯萎、死亡。

## 二、桃園縣酸雨相關資料

(一)、由(圖1-1)顯示，台北市的雨水之PH值是最低的，約僅4.3；其次則是鄰近大台北地區的龜山及中壢測站，PH值也在4.5以下

(二)、在2002年後，桃園縣反而成為台灣地區酸雨最嚴重的地區，在全縣設置的新屋、中壢、桃園、龍潭、復興五個站中，中壢PH值又是全桃園縣最低的，且桃園發生酸雨的機率也是最大，高達百分之八十五。

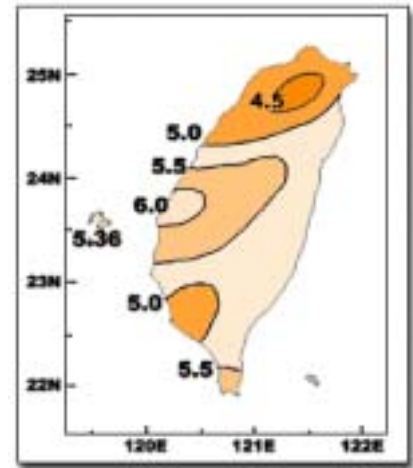


圖1-1

1991-1997酸雨監測結果

	酸雨PH值	酸雨發生率
中壢	4.55	84%
新屋	4.82	64%
復興	4.71	74%
龍潭	4.64	82%
桃園	4.59	85%

表(一)桃園縣酸雨監測站的PH值及酸雨發生率

## 肆、研究設備及器材

受檢植物：綠豆、嫣紅蔓、茄子、玉米

種植器材：小花盆、培養皿、培養土

調置酸性溶液器材：2月25日 - 3月5日

- - 鹽酸 12 M、PH計

3月7日 - 3月25日

- - 市面上白醋一瓶（PH值約3）廣用試紙

## 伍、實驗過程

一、使用網路資源查詢酸雨的相關資料。

二、尋找受試植物，每種各三盆，將之統一放在實驗室中。

三、2月25日 - 3月5日依網路所查到的數據來使用 12M 鹽酸調配不同 PH 值酸性溶液：

PH 7 - 模擬尚未受到污染的雨水。

PH 5 - 模擬污染較輕的酸雨。

PH 4 - 模擬污染較嚴重的酸雨。

四、3月7日 - 3月25日 - 使用白醋（PH值約3）來調製酸性溶液。

五、每兩天對植物澆一次酸性溶液，並觀察紀錄植物的生長情形；待有重大差異時，再以相機攝下照片。

六、討論之前所做的觀察紀錄，繪製生長曲線，並歸納分析。

## 陸、實驗結果

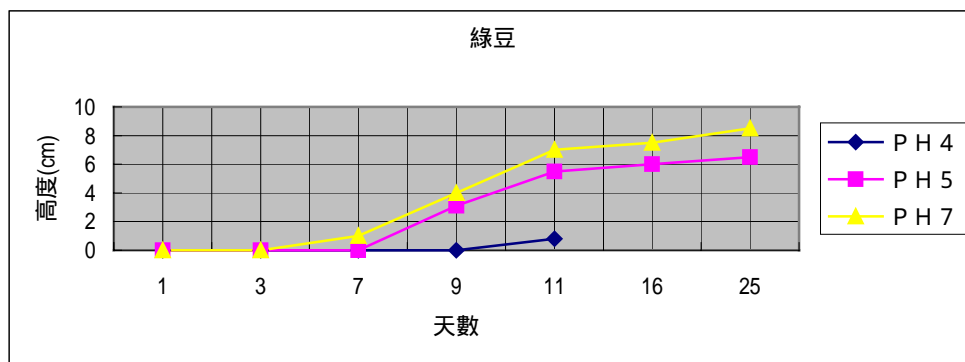
### 一、綠豆

(一) 生長略表：

綠豆					
栽種日期：2003 / 2 / 25					
開始澆酸水日期：2003 / 2 / 25					
		灌溉的 酸水量( cc. )	P H 4	P H 5	P H 7
第01天	2 / 25 (二)	10	種子	種子	種子
第03天	2 / 27 (四)	10	發芽率 40%	發芽率 70%	發芽率 100%
		各挑發育最好的四顆種子種進土裡			
第07天	3 / 3 (一)	10	一顆微微抽芽	葉子發出	葉子發出
					芽高 1 cm
第09天	3 / 5 (三)	10	新芽微微發紅	芽高 3.1 cm	芽高 4 cm
第11天	3 / 7 (五)	10	芽高 0.8 cm	芽高 5.5 cm	二雙葉子發出
			豆芽發紅		芽高 7 cm
第16天	3 / 12 (三)	10	死亡	芽高 6 cm	芽高 7.5 cm
第25天	3 / 21 (五)	10	死亡	芽高 6.5 cm	芽高 8.5 cm

(綠豆 - 1)

(二) 生長圖表：



( 綠豆 - 2 )

( P H 4 第 1 6 天後已無記錄 )

(三) 紀錄照片 ( 3 月 1 2 日拍下 ):



( 綠豆 - 3 )

註：由左到右分別澆以 P H 4、P H 5、P H 7

(四) 觀察結果：

- 1、此實驗一開始，我們即拿酸水來浸泡綠豆，因此綠豆是在酸性溶液中發芽的。
- 2、由 ( 綠豆 - 1 ) , ( 綠豆 - 2 ) , 清楚的知道澆以 P H 4 與 P H 5 溶液的綠豆在萌芽階段時，發芽率已不及澆以 P H 7 的綠豆；往後的生長階段中，生長速率更遠遠落後 P H 7 的綠豆，尤其是 P H 4 的綠豆，更在第十六天就死了，而在 P H 7 環境下綠的長最高。

3、由 ( 綠豆 - 3 ) 紀錄照片比較結果

P H 7 - 種子萌芽階段：全數發出嫩芽，各個圓渾飽滿。

生 長 階 段：生長情況良好，芽較 P H 4 及 P H 5 高。

P H 5 - 種子萌芽階段：僅有 7 0 % 的發芽率，且新芽都是細小的。

生 長 階 段：生長的速率較慢，且幼苗歪歪斜斜的。

P H 4 - 種子萌芽階段：發芽率僅 4 0 %。

生 長 階 段：幼苗攤在土上，第十六天、就枯黃而死了。

## 二、茄子

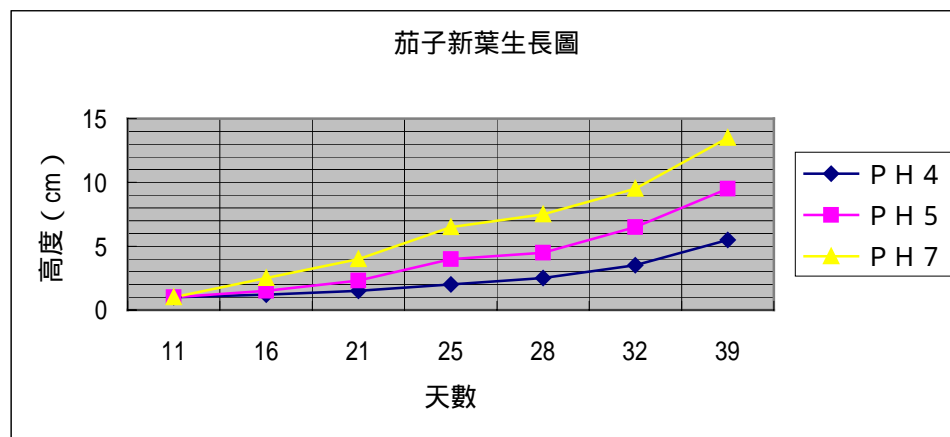
### (一) 生長略表：

茄子					
栽種日期：2 0 0 3 / 1 / 2 9					
開始澆酸水日期：2 0 0 3 / 2 / 2 5					
		酸水量 ( cc. )	P H 4	P H 5	P H 7
第 0 1 天	2 / 2 5 ( 二 )	20	無變化	無變化	無變化
第 0 3 天	2 / 2 7 ( 四 )	20	無變化	無變化	無變化
第 0 7 天	3 / 3 ( 一 )	20	無變化	無變化	無變化
第 0 9 天	3 / 5 ( 三 )	20	無變化	無變化	無變化
第 1 1 天	3 / 7 ( 五 )	20	無變化	無變化	無變化
			因茄子較高大、看不出結果，		
			所以不再觀察整體，改為觀察新葉。		
			葉高 1 cm	葉高 1 cm	葉高 1 cm
第 1 6 天	3 / 1 2 ( 三 )	20	葉高 1.2 cm	葉高 1.5 cm	葉高 2.5 cm
第 2 1 天	3 / 1 7 ( 一 )	20	葉高 1.5 cm	葉高 2.3 cm	葉高 4 cm
第 2 5 天	3 / 2 1 ( 五 )	20	葉高 2 cm	葉高 4 cm	葉高 6.5 cm
第 2 8 天	3 / 2 4 ( 一 )	20	葉高 2.5 cm	葉高 4.5 cm	葉高 7.5 cm
第 3 2 天	3 / 2 8 ( 五 )	20	葉高 3.5 cm	葉高 6.5 cm	葉高 9.5 cm
第 3 9 天	4 / 4 ( 五 )	20	葉高 5.5 cm	葉高 9.5 cm	葉高 13.5 cm

( 茄子 - 1 )



(二) 生長圖表：



( 茄子 - 2 )

(三) 紀錄照片 ( 3 月 2 1 日拍下 ):



( 茄子 - 3 )

( 圖中為 P H 4 的茄子，有傾倒現象 )



( 茄子 - 4 )

( 圖中為 P H 5 的茄子，有傾倒現象 )



( 茄子 - 5 )

( 圖中為 P H 7 的茄子，生長情形健康良好，葉子茂盛，無傾斜現象 )

#### (四) 觀察結果：

- 1、在經過約 10 天的觀察，發現整體難以發現差異，所以第十一天開始，改為觀察『新葉』。也剛好當時每一株茄子都有一個 1 cm 高的新芽可供觀察，讓我們便於紀錄。
- 2、從 ( 茄子 - 1 ) 可明顯的知道，三株茄子的生長速率皆非常穩定，但三株茄子的生長折線有著非常明顯的分野 ( 茄子 - 2 ) —— P H 7 的茄子長的最快，P H 5 的茄子次之，P H 4 的茄子最慢。
- 3、澆 P H 4 的葉子枯萎的較快、且般動時容易碰落。
- 4、P H 7 - 生長的速率最快；葉子挺健繁盛，不易枯萎掉落。  
P H 5 - 生長的速率次快；有傾斜現象 ( 往右傾斜 ) 。  
P H 4 - 生長的速率最慢；葉子容易於般動中掉落、且大多呈軟垂現象；有傾斜現象 ( 往後傾斜 ) 。

### 三、嫣紅蔓

#### (一) 紀錄表格：

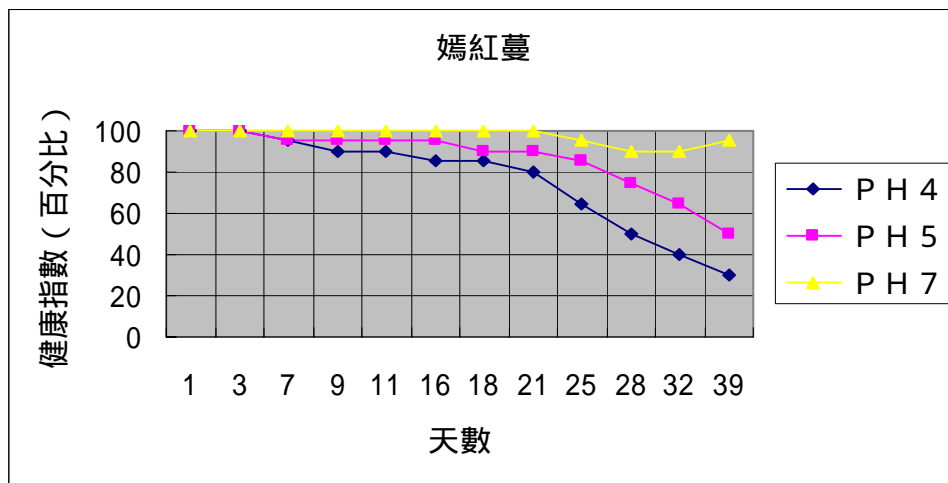
嫣紅蔓					
栽種日期：不明 ( 從大商場買下、挑出生長狀況差不多的三盆 )					
開始澆酸水日期：2003 / 2 / 25					
		酸水量 ( cc. )	P H 4	P H 5	P H 7
第 0 1 天	2 / 2 5 ( 二 )	20	健康指數	健康指數	健康指數
			100%	100%	100%
第 0 3 天	2 / 2 7 ( 四 )	20	100%	100%	100%
第 0 7 天	3 / 3 ( 一 )	20	95%	95%	100%
第 0 9 天	3 / 5 ( 三 )	20	90%	95%	100%
第 1 1 天	3 / 7 ( 五 )	20	90%	95%	100%
第 1 6 天	3 / 1 2 ( 三 )	20	85%	95%	100%

第 1 8 天	3 / 1 4 ( 五 )	20	85%	90%	100%
第 2 1 天	3 / 1 7 ( 一 )	20	80%	90%	100%
第 2 5 天	3 / 2 1 ( 五 )	20	65%	85%	95%
第 2 8 天	3 / 2 4 ( 一 )	20	50%	75%	90%
第 3 2 天	3 / 2 8 ( 五 )	20	40%	65%	90%
第 3 9 天	4 / 4 ( 五 )	20	30%	50%	95%

( 嫣紅蔓 - 1 )

『健康指數』：由上往下俯視嫣紅蔓，目測未枯黃部分佔全部面積的百分比。

( 二 ) 生長圖表：



( 嫣紅蔓 - 2 )

( 三 ) 紀錄照片 ( 3 月 2 1 日拍下 )：



( 嫣紅蔓 - 3 )

註：最左邊的是澆以 P H 7 的嫣紅蔓，中間為 P H 5，最右邊的是 P H 4。



( 嬌紅蔓 - 4 )

( 所能看到的葉片已全枯萎。 )



( 嬌紅蔓 - 5 )

( 所能看到的葉片已有 1 / 2 枯萎。 )



( 嬌紅蔓 - 6 )

( 所能看到的葉片全部是綠色的，植株健康 )

( 四 ) 觀察結果：

- 1、嬌紅蔓對酸非常敏感，從第七天開始、澆以 P H 4 的嬌紅蔓整個表面就有枯萎現象，第二十天後，只剩約百分之三十的面積是綠色的。
- 2、P H 5 的嬌紅蔓在第十八天開始才有明顯的枯黃，最後約留有百分之五十的綠色面積。
- 3、P H 7 的嬌紅蔓狀況明顯較好，其健康指數一直在百分之百與百分之九十之間擺盪，未有更進一步的枯黃現象。
- 4、P H 7 - 極少枯萎。健康指數的最終紀錄：9 5 %。  
P H 5 - 枯萎較多。健康指數的最終紀錄：5 0 %。  
P H 4 - 殘枝敗葉多、呈深咖啡色。健康指數的最終紀錄：3 0 %。

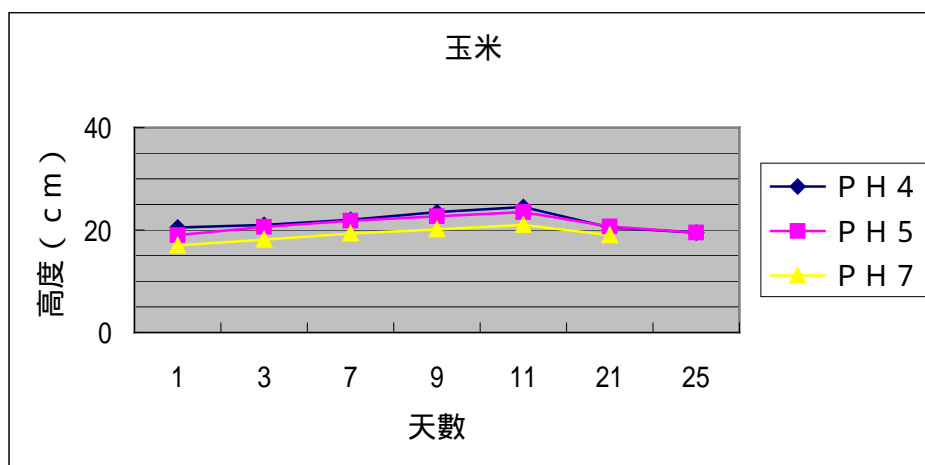
#### 四、玉米

##### (一) 生長略表

玉米					
栽種日期：2003 / 1 / 29					
開始澆酸水日期：2003 / 2 / 25					
		酸水量 (cc.)	PH 4 (芽高)	PH 5 (芽高)	PH 7 (芽高)
第01天	2 / 25 (二)	20	20.5 cm	19 cm	17 cm
第03天	2 / 27 (四)	20	21 cm	20.6 cm	18.1 cm
第07天	3 / 3 (一)	20	22 cm	21.8 cm	19.3 cm
第09天	3 / 5 (三)	10	23.5 cm	22.7 cm	20.1 cm
第11天	3 / 7 (五)	10	24.5 cm	23.5 cm	21 cm
第16天	3 / 12 (三)	分散植株，各留一棵			
第18天	3 / 14 (五)	每盆看起來兼奄奄一息			
第21天	3 / 17 (一)	10	漸漸枯萎	漸漸枯萎	漸漸枯萎
			24 cm	22.8 cm	19 cm
第25天	3 / 21 (五)	10	23.6 cm	21 cm	死亡
第28天	3 / 24 (一)	10	死亡	死亡	死亡

(玉米 - 1)

## (二) 生長圖表：



(玉米 - 2)

## (三) 觀察結果：

- 1、讓玉米在中性環境生長一個月後開始澆酸水，16 天後，全數葉子已有些許枯黃。這時每盆盆栽裡種三株玉米，但我們認為土壤養份不夠三株玉米所需，故將其分株，各只留下一株，但爾後所觀察到的數值玉米都漸漸降低，漸漸枯萎，最後死亡。
- 2、PH 7 - 枯黃較多，第 21 天死亡。  
PH 5 - 枯黃次多，第 25 天死亡。  
PH 4 - 枯黃最少，第 25 天死亡。

## 柒、討論

### 一、酸性溶液對植物的影響：

綜合以上觀察結果，發現酸性溶液對所有的植物都有影響。包括死已、生長遲滯、掉葉、傾斜、枯黃……等。我們歸納二種原因：

- (一) 酸性溶液會溶解土壤中的礦物質和營養物，導致植物根沒辦法吸收到足夠的礦物質和營養物。
- (二) 酸性溶液具有腐蝕性，因此可能在被植物當成一般水往上吸的過程中、破壞植物的根系與微管束，使得植物上部無法的到充足的水分。



## 二、從種子浸泡酸性溶液，和從育苗或植株淋澆酸性溶液所造成的差異：

我們的綠豆是從種子種，而我們的茄子和嫣紅蔓是從苗；綠豆一開始時，不同 P H 值所澆的植株就已有差距，反觀茄子和嫣紅蔓卻在大約十六天後才有枯黃現象。

綠豆從種子時便浸泡酸性溶液直到發芽，在發芽的過程中 P H 4 的種子發芽狀況就不是很好，之後種進土裡，生長狀況更與 P H 7 相距甚遠，甚至於第十六天死亡。而茄子和嫣紅蔓一個是從菜農買回幼苗開始種起，而另一個是從大賣場買回的景觀植物，在澆酸性溶液的過程中，都須經過大約一個禮拜才看出結果，而且枯爛的過程緩慢、需長期觀察記錄才能看出結果。

## 三、置於室內對植物所造成的影響：

我們將植物置於實驗室內，陽光不充足，加上化學藥品充斥，這幾點是否會影響植物的正常生長呢？

陽光不充足 - 植物行光合作用需要充足的陽光，但由於我們選擇放置的地方是實驗室，所以植物難以行光合作用。以綠豆為例，一般綠豆長到八公分只需二禮拜左右，而我們的實驗中澆以 P H 7 酸性溶液的綠豆將近三個禮拜才生長至八公分，更長出來的豆苗都呈淺綠色，所以我們認為陽光不充足對植物影響甚大。

置於實驗室內 - 因為植物行光合作用需要充足的氧氣，而實驗室內空氣難以流通，更有化學藥品充斥，加上照射不到陽光，所以我們種的植物都長的比較不健康。

## 四、玉米的成長記錄異常

玉米成長記錄和其他三種不同，且無法反應酸性溶液的影響，推測是受到移株時，莖部受損所致。

## 捌、結論

### 一、酸性溶液會對植物造成影響，其外顯現象有：

- (一) 生長速度變慢。
- (二) 植物葉片有枯黃現象。

(三) 植物組織變的不牢固，尤其是枝葉部分，一碰就掉。

二、從種子浸泡酸性溶液，和從育苗或植株淋澆酸性溶液的結果不同：

(一) 從種子就浸泡酸性溶液，其抗酸性較弱，長大成植株後，也較容易枯黃。

(二) 從育苗或植株開始淋澆酸性溶液，因為其發芽時生長得較好，所以在之後澆與酸性溶液時，較不易破壞其內部，也不容易看出結果。

三、綜合以上實驗結果，酸雨的確對植物造成不輕的影響，也會間接影響到整個食物鏈及生態環境。除此之外，酸雨也會對土壤、建築物、動物皮膚造成傷害。生長在酸雨問題嚴重的中壢市區，我們必須更關心環境，以防止繼續惡化的酸雨問題。

## 玖、參考資料

1. <http://www.cwb.gov.tw/V4/weather/uvi/ph-y.htm> 中央氣象局資訊服務網站
2. <http://acidrain.atm.ncu.edu.tw/now/01.htm> 台灣酸雨資訊網
3. <http://archive.udn.com/2002/9/28/NEWS/DOMESTIC/NORTH-TAIWAN/FOCUS/1010048.shtml> 桃縣全台最酸 中壢王中之王 聯合報報導
4. <http://www.epa.gov.tw/> 行政院環保署
5. <http://www.atm.ncu.edu.tw/chinese/cindex.htm> 中央大學大氣科學系及大氣物理所

## 評語

本作品是利用醋酸調配為不同 pH 值溶液利用植物進行實驗，效果明顯，解說清楚，若能實際收集就讀學校附近的酸雨及其他縣市不同 pH 值的酸雨，並選用多種植物，增加樣品數量，則實驗成果將更具說服力。