

# 中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高中組 生活與應用科學科

040823

埃到你無法呼吸

學校名稱：基隆市立暖暖高級中學

作者： 高二 鄧延安 高二 張翔歲	指導老師： 王嘉萍
-------------------------	--------------

關鍵詞：懸浮微粒、植物、淨化效能

## 摘要

本研究經普查校園內所有的植株後，選取試驗苗木高度為 130—170cm 的菩提樹、春不老、羊蹄甲、茄冬樹、含笑花、桑樹、榕樹、南美扶桑及水黃皮、竹葉、羅比親王椰棗等 11 種常見綠化植物，評估其對空氣中汙染物之淨化能力。綜合分析六種各區淨化效能較佳的樹種發現，單位葉面積較小者，其微粒的沉降速率多半較大，而葉面較粗糙而覆有絨毛或有較多葉脈凹陷處者，會具有較佳的截塵效率。這樣的結果，與學者研究的結果相符合。

本研究希望可作為都市或學校地區植栽設計的參考，因此在植栽的配置上以羊蹄甲、春不老、榕樹及竹子葉為最佳選擇。除了美化綠化環境之外，可以使我們校園空氣中的微粒物質含量降低，讓我們天天都可以『好好呼吸』！

## 壹、研究動機

因為擔任化學小老師的我，常進出學校四樓的圖書館，而在每週一早上進圖書館時，總會有奇怪的味道撲鼻而來，因為本校距離南榮公墓及火化場頗近，加上最近校舍正在改建，於是我們找了一些資料想解開我們的疑惑…發現，基隆地區居然只有一個空氣品質監測站，而且還是在市區！當然，我們也找到了空氣汙染物濃度和作用時間長度會影響動植物和人體正常功能或損害環境資材。且懸浮微粒會以不同方式來影響人體健康，曾有論文指出粒徑小於  $10\mu\text{m}$  顆粒濃度較高的地區，學童氣喘的盛行率較高。

而植物，除了有調節氣溫、美化環境、調劑身心的功能之外，根據研究指出，植物可吸收空氣汙染物質，清除有害氣體，同時亦有攔截粒狀汙染物的效果，然而，樹種除了根部以外的地方都會吸附懸浮微粒，尤其是葉片吸附更加，但由於各種樹種的生理作用不盡相同，因此其對空氣淨化的效能也會有所差異，因此，我們更加好奇校園內的樹種究竟有哪些是具有很好空氣淨化效果的呢？或許我們的研究結果也能提供給親愛的校長作為將來新校舍綠美化植栽時的樹種篩選喔！

## 貳、研究目的

- 一、普查本校校園內的綠化樹種，並找出可試驗之樹種名稱
  - 二、試驗樹種對空氣中微粒物質淨化效能之分析
- (一)試驗樹種之葉面積估算

(二)試驗樹種葉面對空氣中微粒物質之淨化量分析

(三)不同試驗時間對高淨化效能樹種之淨化量影響

### 三、試驗樹種之葉面觀察分析

## 參、研究設備與器材

表 1、研究設備與器材清單

品名	數量	單位	品名	數量	單位
電子天平	1	台	植株葉片	350	片
光學顯微鏡 (VitinyUM-02 200)	1	台	棉花(購自暖暖杏福藥局)	40	包
夾鏈袋	數	個	膠帶(1cm 寬)	1	捲
鑷子	3	支	噴瓶	2	瓶
酒精(75%)	1	瓶	相機	1	台

## 肆、研究過程與方法

### 一、試驗地點之環境分析

本研究欲評估不同樹種對學校空氣中微粒物質之淨化效能，因此試驗地點就選在本校，且因為本校距離南榮公墓及火化場頗近，加上最近校舍正在改建，所以評估本校空氣中的懸浮微粒濃度應該會高於基隆市區唯一設置的空氣品質監測站之懸浮微粒濃度，經查證，在我們試驗的兩個月期間，基隆區的空氣中之懸浮微粒濃度約在 30 到 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  區間。

### 二、試驗材料

本研究經普查校園內所有的植株，共有 12 種，因此除了一株查無相關植株名之外，選取菩提樹、春不老、羊蹄甲、茄冬樹、含笑花、桑樹、榕樹、南美扶桑及水黃皮、竹葉、羅比親王椰棗等 11 種常見綠化植物(如結果，表一)，將其分佈的區域劃分為六個區塊(如：I 迎曦樓廣場附近、II 表藝教室旁、III 向陽樓附近、IV 木棧道區、V 舊校舍前操場及 VI 舊校舍風雨操場停車場)，且各試驗苗木高度為 130—170cm。以評估植物對空氣中汙染物之淨化能力。

### 三、樣本處理

本試驗共為期兩個月，試驗開始時，先將各樹種頁面擦拭乾淨，置於試驗區，以保持植物能正常生長。試驗結束後，各樹種依據葉片量及葉片大小隨機選取 15—25 片不等數量之葉片置於採樣袋內，攜回實驗室。葉片取回立即秤重，之後將其表面以 75%酒精棉花球拭淨後再秤重，計算兩者之重量差，即為該樹種葉片截留之固態汙染物量。

#### 四、試驗樹種之葉面積估算

以透明投影片自製面積為 1cm<sup>2</sup>的方格透明片，輕壓在欲估算的葉片上，先精確計算完整的方格數，再估算葉面邊緣不規則的面積，兩個述職的加總即是該葉片的面積(cm<sup>2</sup>)。

### 伍、研究結果與討論

#### 一、普查本校校園內的綠化樹種，並找出可試驗之樹種名稱

##### (一)校園各試驗樹種分布圖

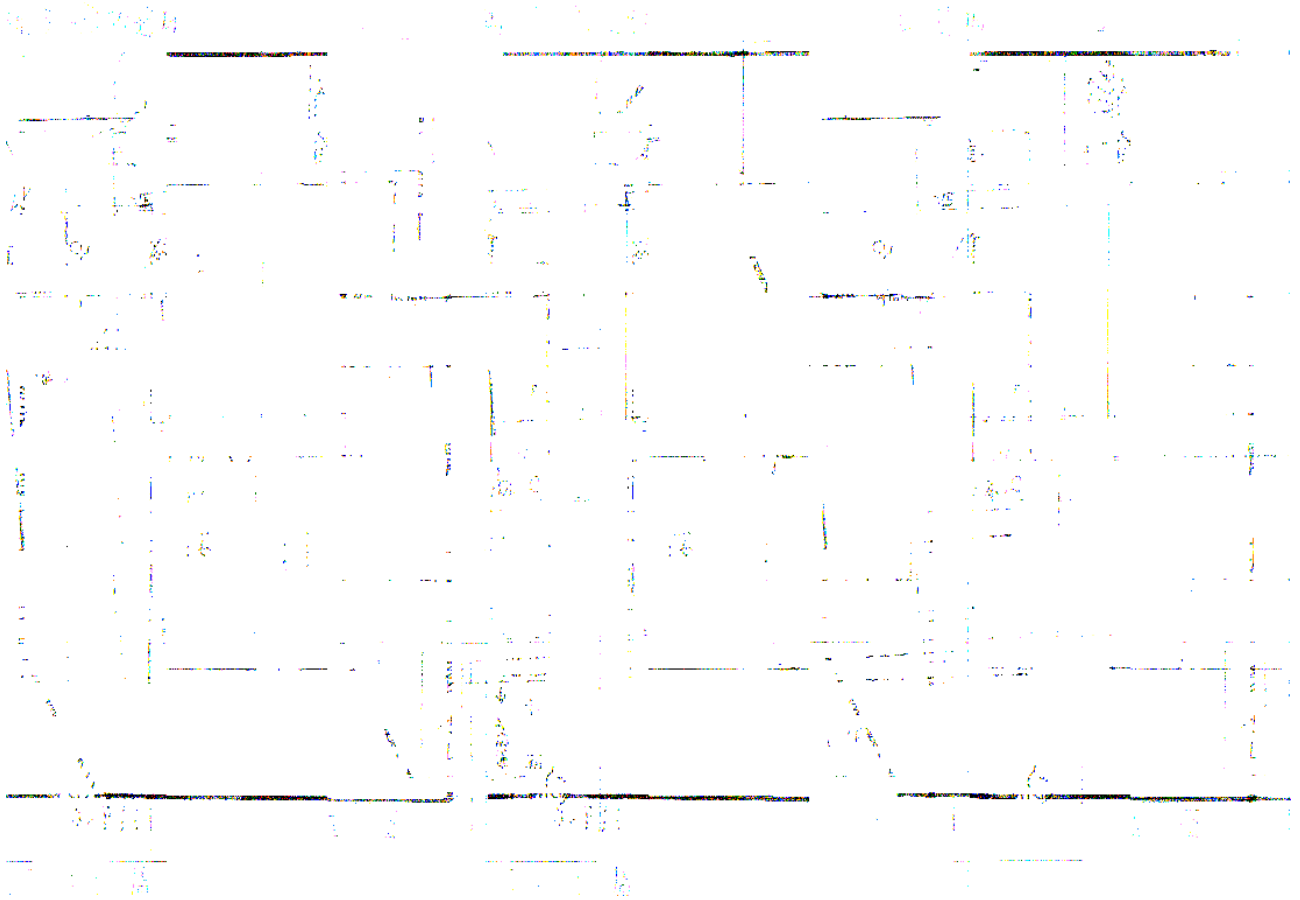


圖 1、普查校園中各試驗樹種之分布

區域	項目 代號	樹種	學名	科名
I	A 區	菩提樹	<i>Ficus religiosa</i>	桑科
	B 區	春不老	<i>Ardisia squamulosa Presl</i>	紫金牛科
II	C 區	羊蹄甲	<i>Bauhinia variegata</i>	蘇木科
	D 區	春不老	<i>Ardisia squamulosa Presl</i>	紫金牛科
	E 區	茄苳樹	<i>Bisxhofia javanica Blume</i>	玉蕊科
III	F 區	含笑花	<i>Michelia figo Spreng.</i>	木蘭科
	G 區	桑樹	<i>Morus alba Linn</i>	桑科
	H 區	榕樹	<i>Ficus microcarpa</i>	桑科
IV	I 區	榕樹	<i>Ficus microcarpa</i>	桑科
	J 區	南美扶桑	<i>Hibiscus rosa-sinensis Linn</i>	錦葵科
V	K 區	水黃皮	<i>Pongamia pinnata</i>	蝶形花科
VI	L 區	羅比親王椰棗	<i>Phoenix loureiri</i>	棕櫚科
	M 區	竹子葉	<i>Bambusa multiplex (Lour.) Raeuschel</i>	禾本科竹亞科

表 1、試驗樹種名稱



I、迎曦樓旁附近區域		
區域	A 區	B 區
植株名稱	菩提樹	春不老
圖片		
植物科種	桑科	豆科
葉片面積	100.02 cm <sup>2</sup>	90.47cm <sup>2</sup>
葉面材質	光滑	光滑

圖 2、迎曦樓廣場附近區域之樹種介紹




II、表藝教室旁附近區域			
區域	C 區	D 區	E 區
植株名稱	羊蹄甲	春不老	茄苳樹
圖片			
植物科種	豆科	豆科	紫金牛科
葉片面積	90.47cm <sup>2</sup>	90.47cm <sup>2</sup>	30.2 cm <sup>2</sup>
葉面材質	有柔毛	光滑	光滑

圖 3、表藝教室旁區域之樹種介紹




III、向陽樓附近區域			
區域	F 區	G 區	H 區
植株名稱	含笑花	桑樹	榕樹
圖片			
植物科種	木蘭科	桑科	桑科
葉片面積	42.25 cm <sup>2</sup>	44.075cm <sup>2</sup>	16.49cm <sup>2</sup>
葉面材質	光滑	絨毛	光滑

圖 4、向陽樓附近區域之樹種介紹



IV、木棧道附近區域		
區域	I 區	J 區
植株名稱	榕樹	南美扶桑(朱槿)
圖片		
植物科種	桑科	錦葵科
葉片面積	16.49cm <sup>2</sup>	86.60cm <sup>2</sup>
葉面材質	光滑	有絨毛

圖 5、木棧道區域之樹種介紹

V、前操場附近區域	
區域	K 區
植株名稱	水黃皮
圖片	
植物科種	蝶形花科
葉片面積	97.055cm <sup>2</sup>
葉面材質	光滑

圖 6、前操區域之樹種介紹

VI、風雨操場附近區域		
區域	L 區	M 區
植株名稱	羅比親王椰棗	竹子葉
圖片		
植物科種	棕櫚科	禾本科竹亞科
葉片面積	26.23 cm <sup>2</sup>	14.41 cm <sup>2</sup>
葉面材質	光滑	粗糙

圖 7、風操區域之樹種介紹



## 二、試驗樹種對空氣中微粒物質淨化效能之分析

### (一)試驗樹種之葉面積估算

區 域	項 目		葉面積 (cm <sup>2</sup> )	葉片數 (片)	平均單片葉面積 (cm <sup>2</sup> /片)
	代 號	樹 種			
I	A 區	菩提樹	2300.46	23	100.02
	B 區	春不老	610	20	30.50
II	C 區	羊蹄甲	1899.87	21	90.47
	D 區	春不老	671	22	30.50
	E 區	茄苳樹	1186.5	21	56.50
III	F 區	含笑花	887.25	21	42.25
	G 區	桑樹	925.575	21	44.075
	H 區	榕樹	329.8	20	16.49
IV	I 區	榕樹	346.29	21	16.49
	J 區	南美扶桑	1818.6	21	86.60
V	K 區	水黃皮	970.55	10	97.055
VI	L 區	羅比親王椰棗	288.53	11	26.23
	M 區	竹子葉	144.1	10	14.41

表 2、試驗樹種之葉面積估算

從表 2 可知，估算並比較各試驗樹種之葉面積時發現，菩提樹、水黃皮、羊蹄甲及南美扶桑樹種的平均單片葉面積較大，其單片面積分別為 100.02、97.055、90.47 及 86.60 cm<sup>2</sup>。而最小的單片葉面積為榕樹及竹子葉，分別為 16.49 及 14.41 cm<sup>2</sup>。

### (二)試驗樹種葉面對空氣中微粒物質之淨化量分析

區 域	項 目		淨化量		單位葉面 淨化量 (g/m <sup>2</sup> )	淨化效能 序位
	代 號	樹 種	總量(g)	平均(g/片)		
I 迎曦樓旁	A區	菩提樹	2.013	0.088	8.79	1
	B區	春不老	0.313	0.016	5.24	2
II 表藝教室 旁	C區	羊蹄甲	1.668	0.080	8.84	1
	D區	春不老	0.582	0.026	8.59	2
	E區	茄苳樹	0.365	0.0173	3.06	3
III 向陽樓附 近區域	F區	含笑花	0.358	0.0170	4.02	2
	G區	桑樹	0.325	0.015	3.40	3
	H區	榕樹	0.16	0.008	4.85	1
IV 木棧道	I區	榕樹	0.213	0.010	6.06	1
	J區	南美扶桑	0.763	0.036	4.18	2
V 前操場	K區	水黃皮	0.14	0.014	1.44	1
VI 風雨操場	L區	羅比親王椰棗	0.06	0.005	1.90	2
	M區	竹子葉	0.08	0.008	5.55	1

表 3、試驗植物對空氣中微粒物質淨化效能

學者認為樹葉蒙塵的方式有停著、附著與黏著三種，光滑的葉片多以停著，據多毛的葉表面以附著居多，而黏著的則為葉片最佳截留方式。而葉片的表面起伏度及頁表的蠟質都是截塵的關鍵。

因考量各區域風向與落塵量的不同，因此從表 3 可看出各區域中，淨化效能較高者分別有表藝教室旁的羊蹄甲樹，其淨化總量為 1.668g，且其單位葉面淨化量為 8.84 g/m<sup>2</sup>，以及同區的春不老樹，其單位葉面淨化量亦有 8.59 g/m<sup>2</sup>；而迎曦樓旁的菩提樹，其淨化總量為 2.013g，且其單位葉面淨化量為 8.79 g/m<sup>2</sup>；而向陽樓與木棧道的榕樹，其單位葉面淨化量亦達 4g/m<sup>2</sup> 以上；風雨操場竹子葉的單位葉面淨化量亦有 5.55 g/m<sup>2</sup>；只有前操場水黃皮的單位葉面淨化量只有 1.44 g/m<sup>2</sup>，淨化效能較低。綜合分析這六種樹種的淨化效能發現，單位葉面積較小者，其微粒的沉降速率多半較大，而葉面較粗糙而覆有絨毛或有較多葉脈凹陷處者，會具有較佳的截塵效率。像榕樹的葉片面積較小但表面光滑無毛，故其截留固態污染物的效能就可能有被相互抵銷的情形，所以其單位葉面淨化量就只介於 4.85—6.06 g/m<sup>2</sup> 之間。這樣的結果，也與學者研究的結果相符合。當風與懸浮微粒(固體污染物)一起流動時，微粒會隨著氣流方向流動，且因慣性作用而使微粒經過葉片時，較易沉積在迎風面處，故葉片單位葉面積較小者，且受到風場的影響，其單位面積淨化量會較大，而葉片表面較大者，其受風場流動影響反而不易均勻沉降，所以，整體的單位面積淨化量有時會變少之故。學者也認為大部分的微粒會累積在向風面的葉緣，而後新的一層微粒再累積於其上，其厚度會逐漸增加直到達成平衡為止。本實驗結果希望可作為都市或學校地區植栽設計的參考，植物對於操場、路面裸露地、崩塌地等的塵土具滯塵效能，故在植栽的配置上以羊蹄甲、春不老、榕樹及竹子葉為最佳選擇。

### (三)不同試驗時間對高淨化效能樹種之淨化量影響

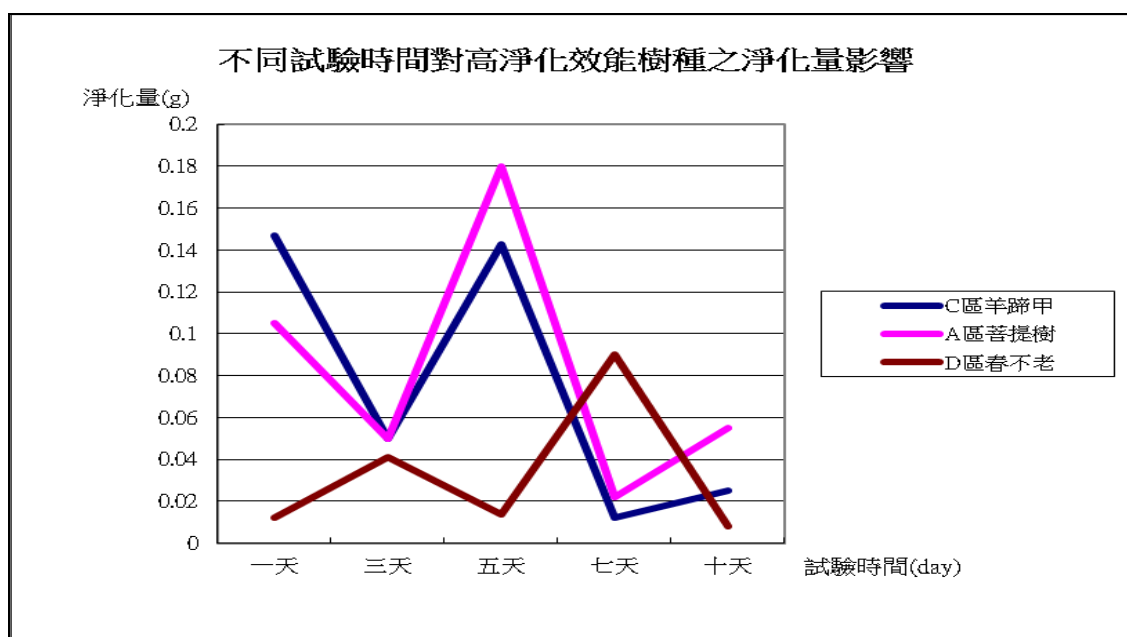


圖 7、不同試驗時間對高淨化效能樹種之淨化量影響

從長期監測的觀察中，我們找出了淨化效能最高的三種綠化樹種，進而去觀察了解經不同的試驗時間後該樹種葉片截留之固態汙染物量有何變化，因此我們選擇了一天後、三天後、五天後、七天後及十天後做葉片截留之固態汙染物量的精秤計算，以了解其固態汙染物量的變化，發現羊蹄甲與菩提樹有相同的變化情形，其皆是在第三天及第七天時淨化量驟減，但春不老的淨化量不降反升，根據我們的觀察，發現這兩天早上取樣時，葉片上的露珠特別多，推測葉面上水份的多寡可能也會影響到微粒的截留量，這也與學者的研究結果相符合，學者認為濕潤葉片比乾燥葉片有較大的截留量。因此在短期監測淨化量的過程中，相信還是會受到不少變因的影響，但從葉面積較小之春不老樹種的短期結果中，不難發現葉面積較小的樹種，其截留固態汙染物的速率較快。

### 三、試驗樹種之葉面觀察分析

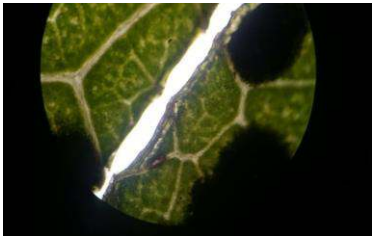
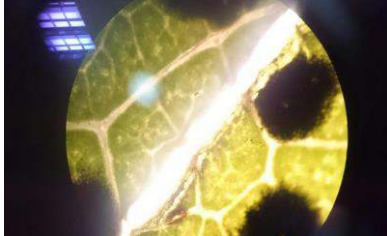

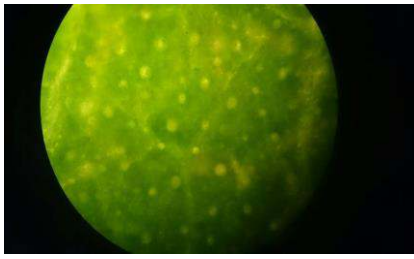
I、迎曦樓旁附近區域		
A 區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
菩 提 樹		
B 區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
春 不 老		

圖 8、迎曦樓旁附近區域之葉面觀察

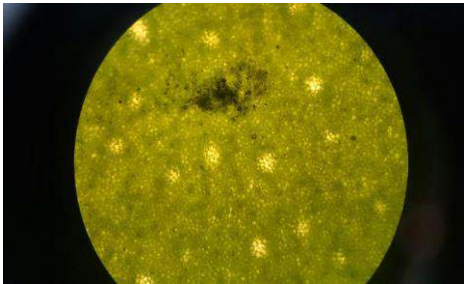
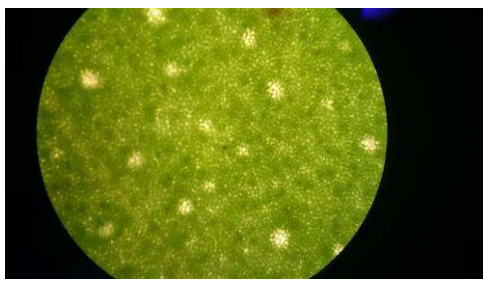



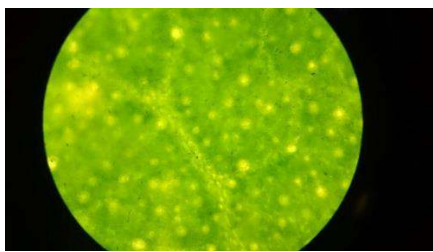
II、表藝教室旁區域		
C區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
羊蹄甲		
D區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
春不老		
E區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
茄苳樹		

圖 9、表藝教室旁區域之葉面觀察



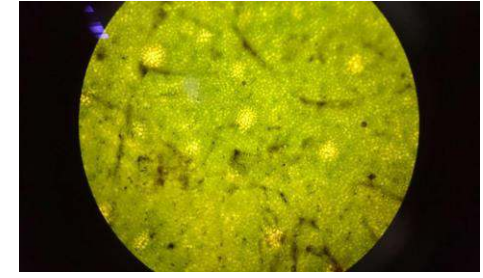
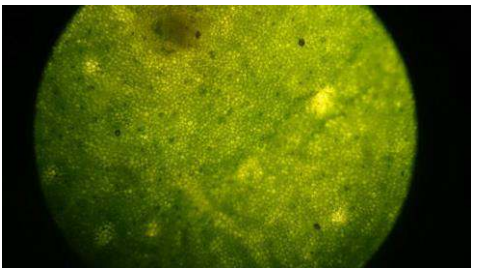


III、向陽樓附近區域		
F區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
含笑花		
G區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
桑樹		
H區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
榕樹		

圖 10、向陽樓附近區域之葉面觀察





IV、木棧道區塊		
I區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
榕樹		
J區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
南美扶桑		
	用光學顯微鏡觀察到有毛。	

圖 11、木棧道區域之葉面觀察

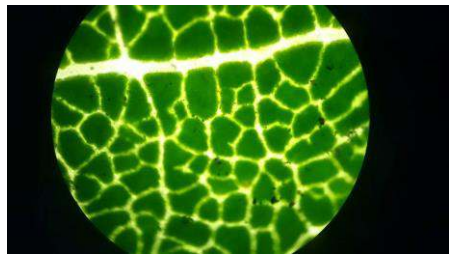
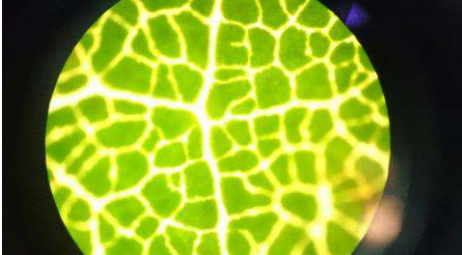
V、前操區塊		
K區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
水黃皮		
	葉片上有一點一點黑色的東西。	

圖 12、前操區域之葉面觀察

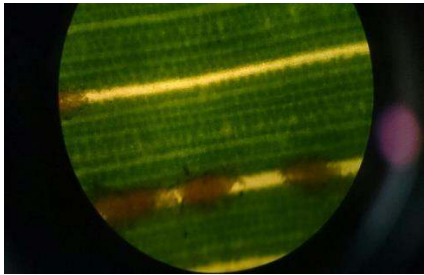
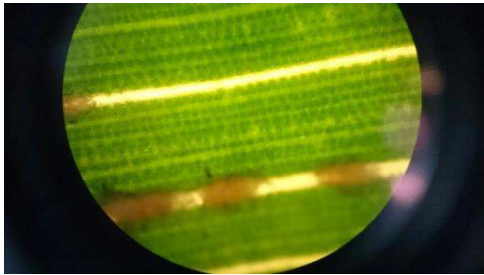

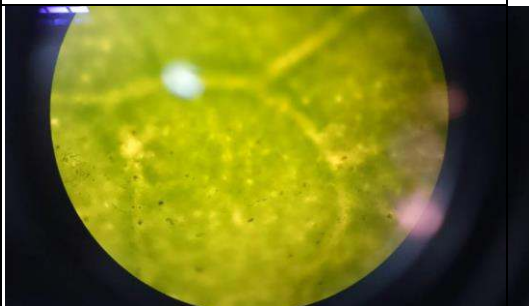
VI、風操旁停車場區塊		
L 區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
羅 比 親 王 椰 棗		
	葉脈中間會卡有髒東西。	
M 區	酒精擦拭前	酒精擦拭後
竹 子 葉		

圖 13、風操旁停車場區塊之葉面觀察

從各區域的光學顯微鏡下的葉面(圖 8 到圖 13),皆可清楚看出擦拭前的葉面髒污與擦拭後的葉面乾淨之差異,且比對其葉面資料後,亦可發現葉面材質較粗糙者(如:羊蹄甲、桑樹、南美扶桑等),或是葉面雖光滑無毛但有生病結點者(如:菩提樹),其葉面截留固態污染物的情形都較明顯易觀察,且一般而言,葉梗處亦是一個截留固態污染物的好地方。

## 陸、結論

- 一、本研究經普查校園內所有的植株,選取菩提樹、春不老、羊蹄甲、茄冬樹、含笑花、桑樹、榕樹、南美扶桑及水黃皮、竹葉、羅比親王椰棗等 11 種常見綠化植物,將其分佈的區域劃分為六個區塊(如:Ⅰ迎曦樓廣場附近、Ⅱ表藝教室旁、Ⅲ向陽樓附近、Ⅳ木棧道區、Ⅴ舊校舍前操場及Ⅵ舊校舍風雨操場停車場),且各試驗苗木高度為 130—170cm。以評估植物對空氣中污染物之淨化能力。
- 二、估算並比較各試驗樹種之葉面積時發現,菩提樹、水黃皮、羊蹄甲及南美扶桑樹種的平均單片葉面積較大,其單片面積分別為 100.02、97.055、90.47 及 86.60 cm<sup>2</sup>。而



最小的單片葉面積為榕樹及竹子葉，分別為 16.49 及 14.41 cm<sup>2</sup>。

三、觀察各區域淨化效能序位較高的樹種分別為表藝教室旁的羊蹄甲樹，其淨化總量為 **1.668g**，且其單位葉面淨化量高達 **8.84 g/m<sup>2</sup>**，其次為迎曦樓旁的菩提樹。因此推測綠化樹種之淨化效能，應該與平均單片葉面積大小、葉面材質粗糙與否有關。

四、在短期(10 天)監測樹種淨化效能的過程中，不難發現其淨化量會受不少變因(如風向、風速、相對濕度等)影響，不易觀察。但從葉面積較小之春不老樹種的短期結果中，不難發現葉面積較小的樹種，其截留固態污染物的速率較快。

五、從光學顯微鏡下的葉面觀察結果，擦拭前與擦拭後的葉面乾淨程度差異很明顯，且發現葉面材質較粗糙者(如：羊蹄甲、桑樹、南美扶桑等)，或是葉面雖光滑無毛但有生病結點者(如：菩提樹)，其葉面截留固態污染物的情形都較明顯易觀察，且一般而言，葉梗處亦是一個截留固態污染物的好地方。

六、經由本研究結果，希望可作為都市或學校地區植栽設計的參考，植物對於操場、路面裸露地、崩塌地等的塵土具滯塵效能，建議本校校長可以在新校舍落成前，多多在迎風面種植空氣淨化效能佳的樹種，因此在植栽的配置上以羊蹄甲、春不老、榕樹及竹子葉為最佳選擇。除了美化綠化環境之外，可以使我們校園空氣中的微粒物質含量降低，讓本校師生們天天都可以『好好呼吸』！

## 柒、參考資料

1. 博視植物(1995 年)。植物的解說介紹。取自：<http://plant.9s2u.com/>
2. 莊溪(民 91)。認識植物。植物面面觀。取自：<http://kplant.biodiv.tw/index.htm>
3. 中央氣象局。觀測氣候的變化。民 104 年 2 月 13 日。<http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>
4. 鍾佩伶、仲崇毅、李芳胤、郭耀綸(民98)。綠化植栽對大氣中懸浮微粒淨化效能評估。3 月。大仁學報。
5. 袁中新(民102)。細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)之生成及危害。4月15日。高雄環保局空氣汙染防制網站。
6. 渥文特比爾、白敬帆(2007年)。居家空氣大淨化：50種能製造新鮮空氣的室內植物。蘋果屋出版社。
7. 蔡志明(2004年)。空氣汙染微粒在植物表面之沉降與脫離。國立台灣大學森林研究所碩士論文。

## 【評語】 040823

1. 能針對校園環境需求，進行主題調查、探究。
2. 尚有其他變項（如落葉與否植栽位置等），宜做討論或列為研究限制。