

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：「附粒葉」分析 — 探討植栽與不同材料對空氣中微粒之吸附能力

一、摘要：

本研究旨在探討虎尾蘭(*Sansevieria trifasciata*)植栽與其他不同材質吸附空氣中微粒之情形。我們在實驗組放入植栽，以空箱對照，觀察兩密閉空間中微粒濃度下降速率，發現虎尾蘭反而使微粒濃度下降減慢，推測可能為儀器抽取時，原先因慣性堆積在葉片上表皮的微粒脫落而被檢測出。於各實驗組放置不同總面積的虎尾蘭，比較其微粒濃度下降速率，結果顯示植栽總面積與吸附效果無明顯關聯。以不同材質代替虎尾蘭盆栽，發現其中塑膠垃圾袋吸附微粒效果較佳，猜測可能因靜電導致；而長纖維紙吸附效果不明顯。透過此研究，打破了大眾對於植物可減少空氣中微粒的迷思。

二、探究題目與動機

近年來空氣汙染日益嚴重，而我們時常在網路、媒體、報章雜誌等管道，讀到各種減少空氣中汙染微粒的方法與措施，其中大多提到植物對於減少懸浮微粒、淨化空氣的效用顯著。我們在蒐集資料後，發現許多文章提到虎尾蘭淨化空氣能力強，因此我們決定以虎尾蘭植栽作為實驗對象，探討其吸附空氣中微粒之情形。

三、探究目的與假設

虎尾蘭 (*Sansevieria trifasciata*)：

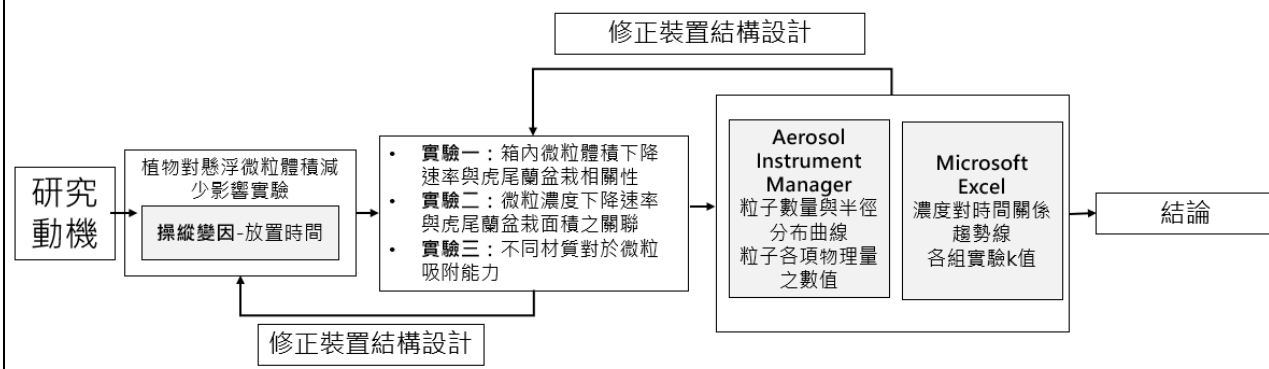
能夠存活較久，且根據文獻具有良好的淨化空氣效果，適合本實驗。存活時間長、生長速度緩慢、葉片不須修剪也使實驗變因可控制。因此，我們選擇虎尾蘭作為實驗植栽。

實驗目的：

1. 探討虎尾蘭盆栽在高濃度之線香微粒環境中，吸附微粒的能力。
2. 比較不同總面積之虎尾蘭盆栽吸附微粒的情形。
3. 以不同材料代替樹葉，比較不同材質吸附微粒能力並找出效果較佳之材質。

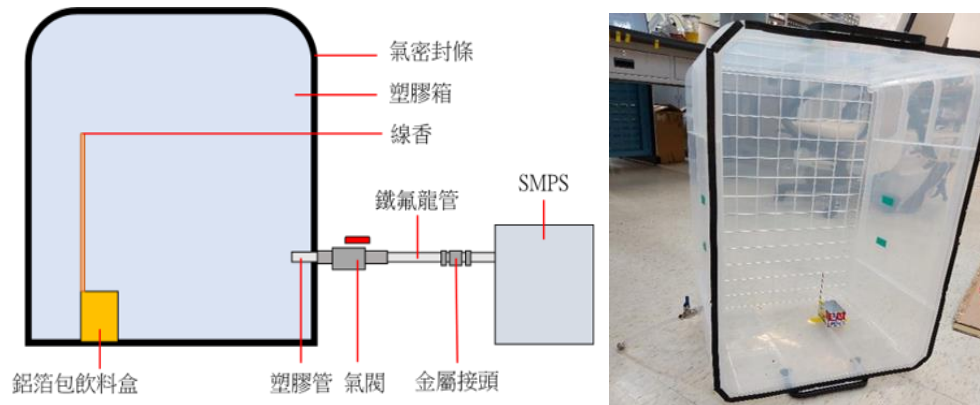
四、探究方法與驗證步驟

一、實驗流程圖：



二、實驗裝置：

利用塑膠箱自製密閉空間，箱內固定 4 公分之線香，用於產生微粒。針對不同實驗組，於箱內放盆栽或材料作為操縱變因。將裝置連接至 SMPS，即可分析其中的氣體。



圖一、(a)實驗裝置示意圖 / (b)實驗裝置照片(未加蓋)

三、研究方法：

透過實驗數據趨勢的觀察，可知本實驗為一級反應，反應速率定律式如下：

$$r = k[A] \quad (r: \text{反應速率}、k: \text{反應速率常數}、[A]: \text{反應物濃度})$$

而一級反應濃度對時間曲線為指數圖形，其趨勢線方程式可表示為：

$$y = a \cdot e^{kx} \quad (a: \text{常數}、e: \text{自然底數})$$

比較實驗組及對照組時，將兩組分別計算出 k 值，定義 Δk 為兩者 k 值相減，如下式。由於兩組間差異僅為操縱變因，因此操縱變因造成的 k 值影響即為 Δk 。

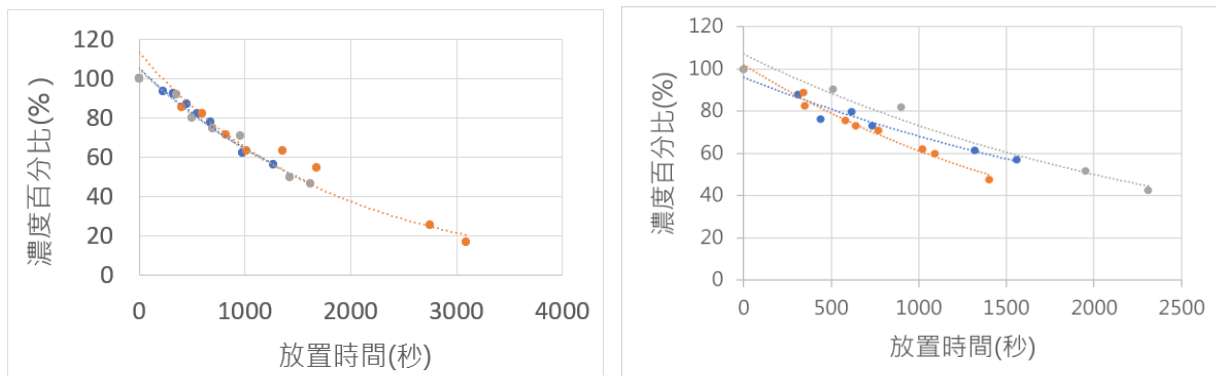
$$\Delta k = k_{\text{實驗組}} - k_{\text{對照組}}$$

架設實驗組與對照組，在線香燃燒完後開始計時，並在不同的時間間距以 SMPS 分析。將所得之微粒濃度換算成百分比後與時間作圖，分別求出 k 值與 Δk 後分析比較。

四、研究成果：

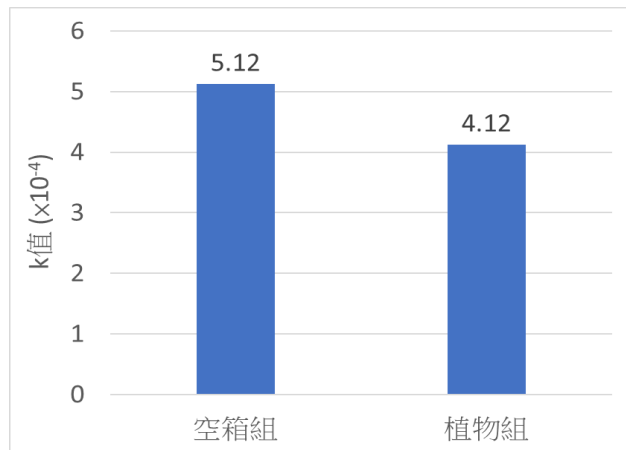
1. 實驗一：有無虎尾蘭盆栽對微粒濃度下降速率的影響

實驗組：箱內放置虎尾蘭 / 對照組：空箱(不放置物體)。



圖二、空箱組微粒濃度對時間關係圖 / 圖三、植物組微粒濃度對時間關係圖

組別	樣本	k 值	決定係數(R ²)
空箱組	1	4.93×10 ⁻⁴	0.97
	2	4.90×10 ⁻⁴	0.97
	3	5.52×10 ⁻⁴	0.95
	平均	5.17×10 ⁻⁴	-
植物組	1	3.44×10 ⁻⁴	0.95
	2	5.11×10 ⁻⁴	0.98
	3	3.80×10 ⁻⁴	0.97
	平均	4.17×10 ⁻⁴	-



表一、空箱組與植物組 k 值與決定係數 / 圖四、空箱組與植物組平均 k 值直條圖

虎尾蘭盆栽使微粒濃度下降速率減慢：由表一可算出 $\Delta k = -1.00 \times 10^{-4}$ ，為負值，顯示虎尾蘭的加入並不能使微粒濃度下降速率加快，反而造成反效果，使之減慢。

我們推測此結果原因如下：根據參考資料五，植物葉片在慣性作用下，微粒容易堆積、沉降在葉緣上表皮，當 SMPS 以一個新風向抽取箱內氣體，上面的微粒脫落而被檢測出。

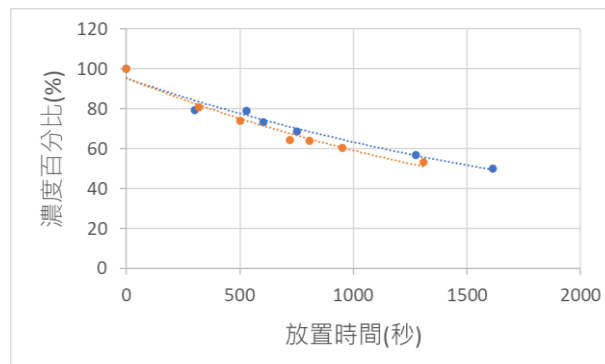
2. 實驗二：微粒濃度下降速率與虎尾蘭盆栽面積之關聯

實驗組(共四組)：箱內分別放置虎尾蘭 1、2、3、5 盆 / 對照組：空箱(不放置物體)。將各盆虎尾蘭編號，利用直尺測量後計算各組虎尾蘭葉片以及花盆之表面積如表二：

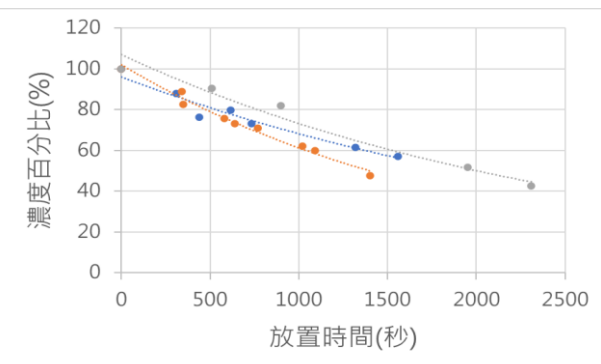
表二、實驗使用各盆栽組合之總表面積

組別編號	盆數	使用虎尾蘭編號	總表面積(葉片+花盆)(cm ²)
1	1 盆	7	484.70
2	2 盆	1、6	1473.00
3	3 盆	1、2、3	2390.81
4	5 盆	1、4、5、6、7	2356.13

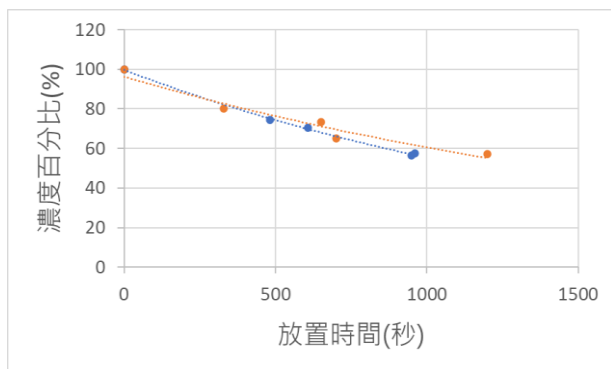
實驗結果：



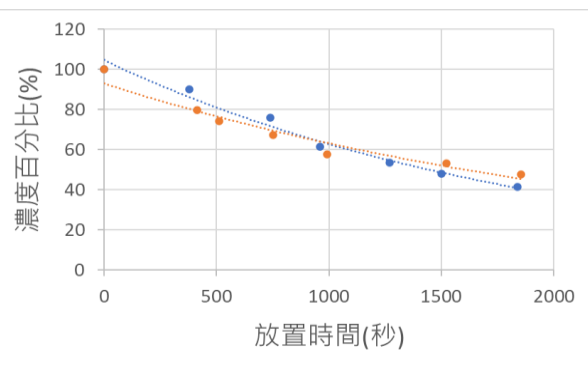
圖五、五盆虎尾蘭微粒濃度對時間關係圖



圖六、三盆虎尾蘭微粒濃度對時間關係圖



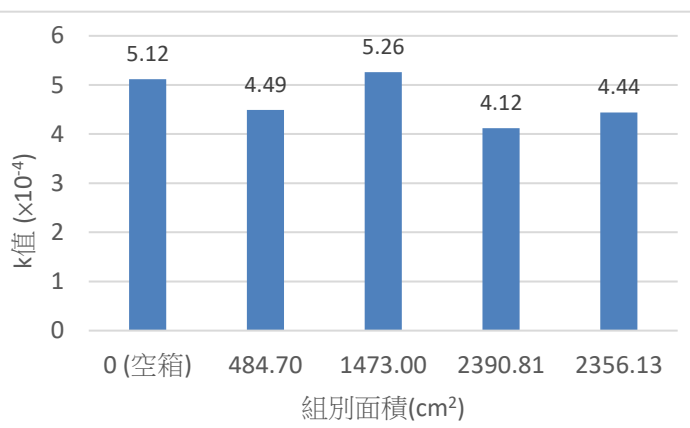
圖七、二盆虎尾蘭微粒濃度對時間關係圖



圖八、一盆虎尾蘭微粒濃度對時間關係圖

將上圖五、六、七、八算出平均 k 值，並加入先前之空箱組比較，可得以下結果：

組別面積(cm ²)	平均 k 值	Δk
0 (空箱)	5.12×10^{-4}	-
484.70	4.49×10^{-4}	-0.63
1473.00	5.26×10^{-4}	+0.14
2390.81	4.12×10^{-4}	-1.00
2356.13	4.44×10^{-4}	-0.68



表三、不同面積組別平均 k 值與Δk 表 / 圖九、不同面積組別平均 k 值直條圖

虎尾蘭盆栽總面積與微粒濃度下降速率，無特殊關聯性：由圖四可看出，各組面積對應之 k 值並無特殊規律。此外根據表三，僅 1473cm² 組之 Δk 為正，其他組別 Δk 皆為負，與實驗一的結果相同，驗證虎尾蘭之吸附微粒效果不理想並非由於植栽數量過少。

3. 實驗三：不同材質對於微粒吸附能力

實驗組(共三組)：虎尾蘭 3 盆、長纖維紙、塑膠垃圾袋 / 對照組：空箱(不放置物體)。
其中將長纖維紙與塑膠袋才呈長條形，黏貼方式如圖十、十一，類似於虎尾蘭高度分布。



圖十、長纖維紙黏貼方法



圖十一、塑膠垃圾袋黏貼方法

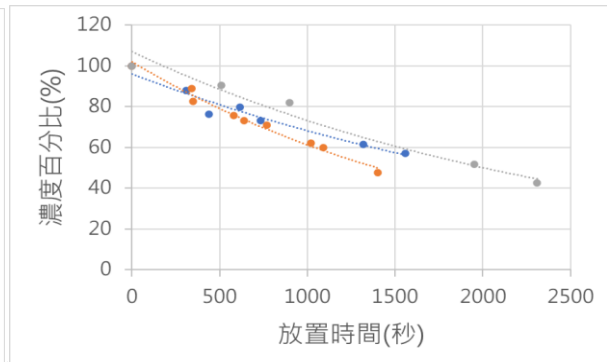
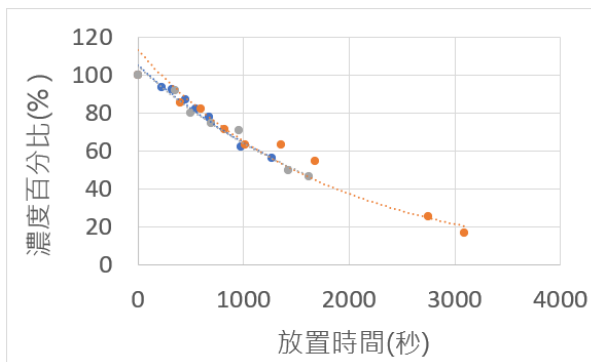
各材料之表面積如表四，表面積誤差百分比 E 皆小於 5% 時，可視為各組表面積相同。

$$\text{表面積誤差百分比 } E = \frac{A_{\text{該組}} - A_{\text{各組平均}}}{A_{\text{各組平均}}} \times 100\% \quad (A: \text{面積})$$

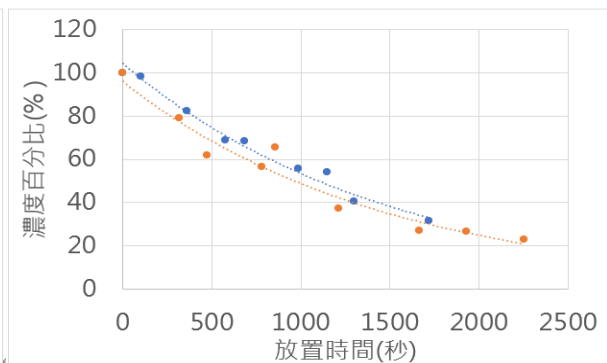
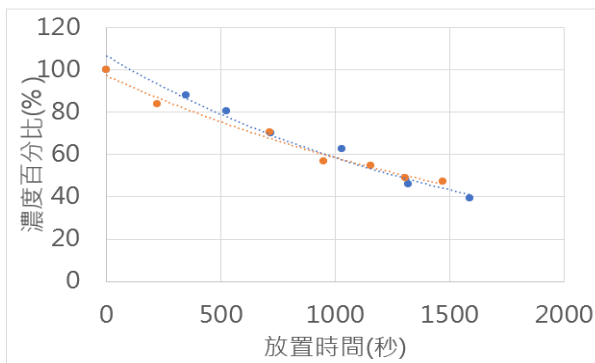
表四、各組總表面積及誤差百分比

組別	虎尾蘭(3 盆)	長纖維紙	塑膠垃圾袋	平均
表面積 (cm ²)	2390.81	2352.00	2379.00	2373.94
表面積誤差百分比	0.71%	0.92%	0.21%	-

實驗結果：



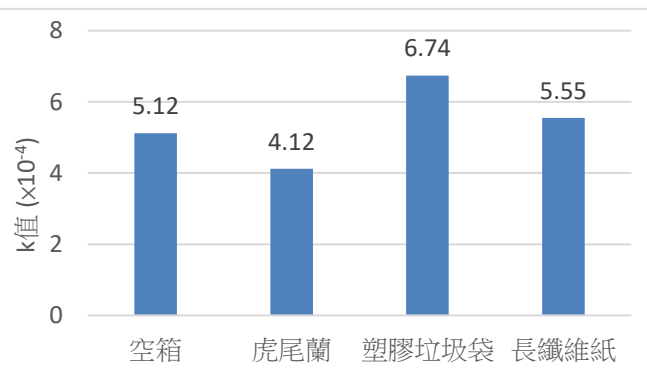
圖十二、空箱組微粒濃度對時間關係圖 / 圖十三、三盆虎尾蘭微粒濃度對時間關係圖



圖十四、塑膠垃圾袋微粒濃度對時間關係圖 / 圖十五、長纖維紙微粒濃度對時間關係圖

將上圖十二、十三、十四、十五算出平均 k 值並比較，可得以下結果：

組別	平均 k 值	Δk
空箱組	5.12×10^{-4}	-
虎尾蘭組	4.12×10^{-4}	-1.00
塑膠垃圾袋組	6.74×10^{-4}	+1.52
長纖維紙組	5.55×10^{-4}	+0.43



表三、不同材質組別平均 k 值與 Δk 表 / 圖四、不同材質組別平均 k 值直條圖

吸附微粒效果：塑膠垃圾袋>長纖維紙>虎尾蘭：由表五可知塑膠袋吸附效果佳，長纖維紙有吸附但較不明顯。推測原因為：塑膠垃圾袋材質為 HDPE(聚乙烯)，在移動及剪裁的過程中可能產生靜電，而在實驗時吸附較多微粒。

五、結論與生活應用

1. 本研究發現虎尾蘭暴露在空氣中時，會減慢微粒濃度下降速率，吸附微粒效果比空箱還差，且其效果不佳並非由於植栽數量過少。
2. 微粒濃度下降速率與虎尾蘭總面積無關，吸附效果不隨虎尾蘭總面積增加而效果更好。
3. 不同材質對於線香微粒的吸附能力實驗結果顯示：塑膠袋吸附微粒效果最佳，而長纖維紙有吸附但較不明顯；虎尾蘭不僅未加快箱中微粒濃度下降速率，反而使其減慢。
4. 未來展望：
 - (1) 針對討論之結果，變更抽氣之各方向嘗試找出與原本慣性方向相同的風向，驗證猜測；並探討虎尾蘭造成空氣中微粒濃度下降速率減慢之原因。
 - (2) 利用其他易產生靜電之材質(如利用塑膠跟皮毛摩擦)或是抗靜電之材料，或增加組數、變更塑膠袋的面積進行實驗三，驗證靜電造成吸附能力增加的猜測。

參考資料

1. 虎尾蘭植物介紹，擷取日期：2022 年 1 月 13 日，取自 <https://reurl.cc/8WQXzj>
2. Siswanto, D., Permana, B.H., Treesubstorn, C. et al. Sansevieria trifasciata and Chlorophytum comosum botanical biofilter for cigarette smoke phytoremediation in a pilot-scale experiment—evaluation of multi-pollutant removal efficiency and CO₂ emission. Air Qual Atmos. Health 13, 109–117 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11869-019-00775-9>
3. 翁鈺婷、洪子璇 (2019)。香氣四憶—“香”氣分子對記憶能力的影響。取自 2019033009192615.pdf (shs.edu.tw)
4. 梁鎮州、陳柏文、古湘儒 (2017)。光照因素對植物葉片吸附 PM2.5 能力之影響。取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2017/10/2017101218470762.pdf>
5. 巫向評,柳婉郁. (2017). 我國森林資源滯塵價值之研究. 林業研究季刊, 39(3), 219–227.