

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：植物界的「空氣清淨機」— 虎尾蘭的淨化奇功

一、摘要

本研究探討虎尾蘭在不同環境條件下淨化室內空氣污染物(如甲醛和揮發性有機化合物)的能力。主要探究目的包括找出最佳的土壤酸鹼度和光照強度，以提高虎尾蘭淨化甲醛和揮發性有機化合物的效率。研究假設虎尾蘭在偏酸性環境和較強光照下，淨化空氣的能力會更佳。實驗將測試不同方式製造的甲醛、不同光照強度和土壤 pH 值對虎尾蘭淨化作用的影響。這項研究結果可應用於改善室內空氣品質，為一種簡單環保的淨化方式。

二、探究題目與動機

有次上課時，生物老師提到了有些植物能夠淨化室內空氣污染毒物甲醛(HCHO)以及揮發性有機化合物(TVOC)，這令本研究團隊感到十分的新奇。在好奇心的驅使下，本團隊查詢了相關的資訊，並發現甲醛是一種無色且有刺激性味道的氣體，在低濃度的情況下，甲醛會刺激人體的呼吸道黏膜，造成鼻炎、喉嚨痛、咳嗽等症狀，長期暴露在甲醛下可能會提升致癌風險，如鼻咽癌及鼻腔癌，皮膚若暴露在高濃度甲醛之下將導致刺激性皮膚炎，產生紅腫、癢等症狀。生活中的甲醛常常經由各種建築材料中釋放出來，在最初幾個月釋放的甲醛濃度最高，隨著時間過去而逐漸降低，目前去除甲醛的方法有許多種，其中最節省成本且美觀的方式為放置室內植物，美國國家航空暨太空總署證實許多植物都可以有效的淨化甲醛，植物能夠淨化甲醛的原因為這些植物含有一種酵素，稱為「甲醛脫氫酶」。而在深入調查後，發現在教室外面、住家門口或是辦公室常常看到的虎尾蘭(*Dracaena trifasciata*)，是擁有甲醛脫氫酶的植物，並且虎尾蘭也可以淨化空氣中對人體有害的物質，例如：氨(Ammonia)、苯(Benzol)等。為了測試虎尾蘭的效果究竟如何，本團隊想到上課時曾教過，酸鹼度會影響酵素活性，所以本研究團隊決定利用以不同方式來製造甲醛以及使用不同的氫離子濃度指數(pH 值)之水溶液來澆水，觀察虎尾蘭在不同土壤酸鹼度下淨化甲醛及 TVOC 的能力。此外，本團隊也好奇光照強度是否也會影響虎尾蘭淨化空氣的能力，因此也對此進行研究。

三、探究目的與假設

經過討論過後，本團隊開始查找相關的文獻資料，其中，我們在一篇文獻 (BC Wolverton, 1989) 中閱讀到以下推論：

「在室內擺放植栽可減少多種揮發性有機物，其花費低、環保且具應用潛力，是最自然的淨汗方式。」所以本團隊欲研究並找出對虎尾蘭淨化空氣最好的環境。

探究目的與假設如下：

目的一：得出光強度與虎尾蘭淨化甲醛能力的關係。

目的二：得出可讓虎尾蘭淨化甲醛及 TVOC 效率最佳的土壤酸鹼度

假設一：虎尾蘭吸收甲醛的能力會受到光照強度提升而提升。

植物的光合作用需要光照，而光合作用可能會促進植物吸收甲醛。因此推測虎尾蘭吸收甲醛的能力會受到光照影響。

假設二：虎尾蘭吸收甲醛的能力會隨著 pH 值降低而提升。

這個假設是基於植物偏好弱酸性環境。因此推測虎尾蘭吸收甲醛的能力會隨著 pH 值降低而提升。

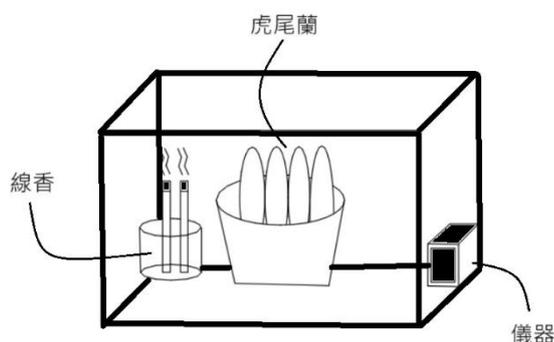
四、探究方法與驗證步驟

※本實驗皆在開放空間及安全的環境中進行

1. 研究設備與器材

虎尾蘭、觀察箱、空氣品質檢測儀（可偵測甲醛及 TVOC）、土壤酸鹼度檢測儀、照度計、水質酸鹼度檢測儀、線香、N95 口罩、磅秤。

2. 密閉觀察箱設計



因密室中的氧氣量固定，而線香燃燒將之消耗殆盡後便會熄滅，故每次製造的汙染量均大致相同。

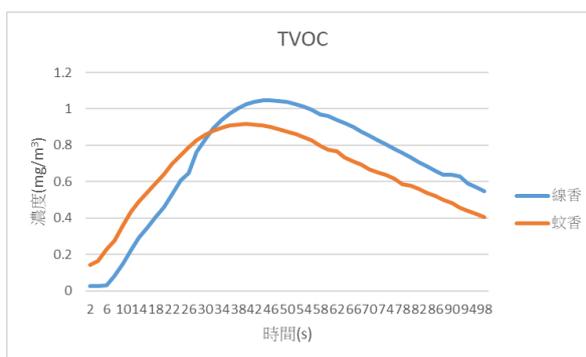
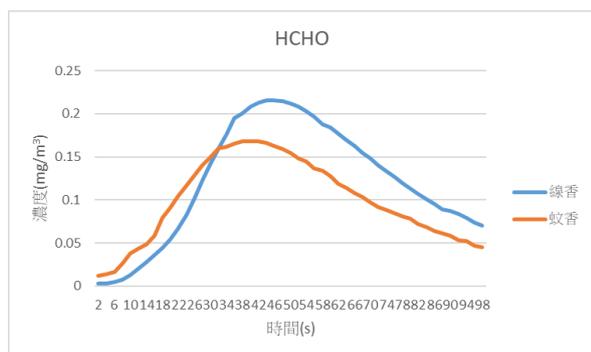
3. 探究方法

實驗 A：比較線香與蚊香在短時間內製造甲醛及 TVOC 的能力

研究步驟

- (1) 準備 2 個相同大小的密閉觀察箱
- (2) 在第 1 個觀察箱中點燃線香
- (3) 在第 2 個觀察箱中點燃蚊香
- (4) 使用空氣品質檢測儀，從點燃後 100 秒內，每 2 秒測量一次兩個觀察箱內的甲醛及 TVOC 濃度。

(5) 比較兩種方式製造的最高甲醛及 TVOC 濃度，判斷何者濃度較高，以此作為後續實驗的污染來源



圖一（左）：線香及蚊香之甲醛製造量值

圖二（右）：線香及蚊香之 TVOC 量值

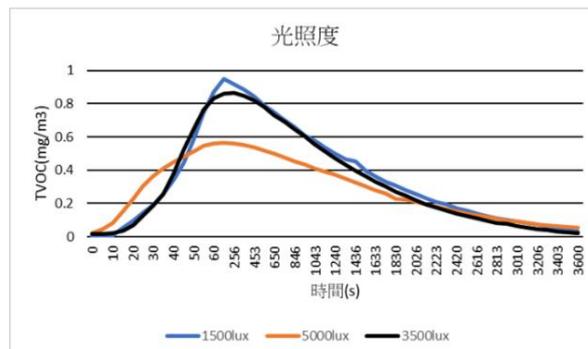
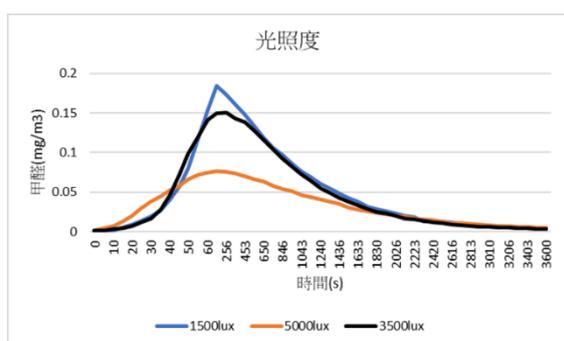
研究結果

- (1) 線香在點燃後，甲醛濃度最高達到 $0.216\text{mg}/\text{m}^3$ ，TVOC 濃度最高達到 $1.046\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- (2) 蚊香在點燃後 10 分鐘內，甲醛濃度最高達到 $0.168\text{mg}/\text{m}^3$ ，TVOC 濃度最高達到 $0.916\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- (3) 線香製造的甲醛和 TVOC 濃度顯著高於蚊香，因此選擇線香作為實驗 B 和實驗 C 的污染源。

實驗 B：光照強度對虎尾蘭淨化甲醛及 TVOC 測試

研究步驟

- (1) 用日光燈創造三種不同的光照強度環境，分別為 1500、3500、5000lux
- (2) 在觀察箱中放置虎尾蘭，並釋放相同濃度的甲醛及 TVOC
- (3) 使用空氣品質檢測儀，測量觀察箱內甲醛濃度的變化（點燃線後香後為 0 秒，測量時間間隔隨時間增加拉長）
- (4) 結果取三次實驗平均



圖三（左）：不同光照度下的虎尾蘭對密室內甲醛濃度的影響

圖四（右）：不同光照度下的虎尾蘭對密室內 TVOC 濃度的影響

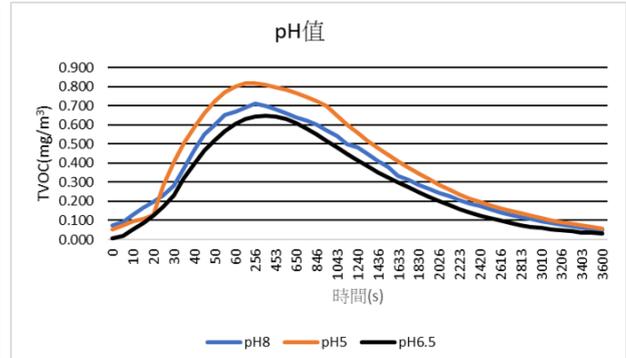
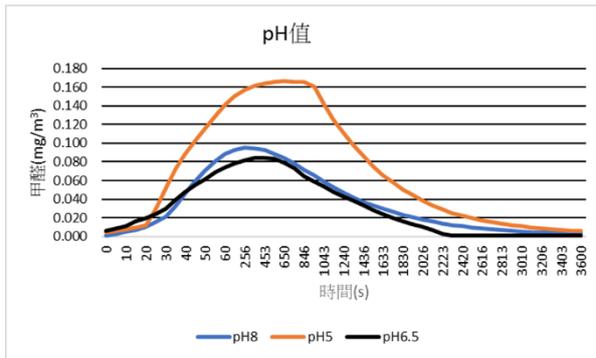
研究結果

- (1) 在強光照條件(5000lux)下，虎尾蘭能在一小時內使甲醛濃度最高達到 $0.077\text{mg}/\text{m}^3$ ，TVOC 濃度最高達到 $0.0567\text{mg}/\text{m}^3$
- (2) 在弱光照條件(1500lux)下，虎尾蘭能在一小時內使甲醛濃度最高達到 $0.191\text{mg}/\text{m}^3$ ，TVOC 濃度最高達到 $0.971\text{mg}/\text{m}^3$
- (3) 光照明顯提高了虎尾蘭淨化甲醛的效率。

實驗 C：土壤酸鹼度對虎尾蘭淨化甲醛測試

研究步驟

- (1) 將實驗室溫度控制在攝氏 25 度
- (2) 準備三盆虎尾蘭，分別長期澆灌不同酸鹼度的水溶液，直至改變土壤酸鹼度至 pH5.0、pH6.5、pH8.0。
- (3) 在觀察箱中放入虎尾蘭，並釋放相同濃度的甲醛及 TVOC
- (4) 使用空氣品質檢測儀，測量觀察箱內甲醛濃度的變化（點燃線後香後為 0 秒，測量時間間隔隨時間增加拉長）
- (5) 結果取三次實驗平均



圖五（左）：不同酸鹼度下的虎尾蘭對密室內甲醛濃度的影響

圖六（右）：不同酸鹼度下的虎尾蘭對密室內 TVOC 濃度的影響

研究結果

- (1) 在酸性(pH=5.0)條件下，甲醛濃度最高達到 $0.166\text{mg}/\text{m}^3$ ，TVOC 濃度最高達到 $0.818\text{mg}/\text{m}^3$
- (2) 在中性(pH=6.5)條件下，甲醛濃度最高達到 $0.084\text{mg}/\text{m}^3$ ，TVOC 濃度最高達到 $0.648\text{mg}/\text{m}^3$
- (3) 在鹼性(pH=8.0)條件下，甲醛濃度最高達到 $0.095\text{mg}/\text{m}^3$ ，TVOC 濃度最高達到 $0.71\text{mg}/\text{m}^3$
- (4) 中性土壤有利於虎尾蘭淨化甲醛，而鹼性土壤及酸性土壤則降低了淨化效率。

五、結論與生活應用

1. 結論

本研究通過一系列實驗，探討了影響虎尾蘭淨化空氣中甲醛和揮發性有機物能力的關鍵因素，主要結論如下：

- (1) 日常生活中，線香與蚊香在固定的空間及氧氣量下，線香產生的各種有害物質比蚊香多(根據實驗 A 得出) 線香比蚊香產生更多有害物質的原因，可能是線香的燃燒成分比較複雜，含有更多會釋放有毒物質的化學物質。
- (2) 光照強度對虎尾蘭的淨化能力也有顯著影響，在 5000lux 光照下，淨化效率最高，亦即隨著光照的提升，淨化效率越高(根據實驗 B 得出)，此結論與假設相同。光照強度越高，虎尾蘭淨化空氣的效率越好，這可能與光合作用有關。光照強度越高，光合作用越旺盛，植物的新陳代謝活動也會增強，從而提高了對空氣中污染物的吸收和代謝能力。
- (3) 實驗結果顯示，在 pH 值為 6.5 的土壤酸鹼度條件下，虎尾蘭淨化甲醛和揮發性有機物的效率最佳，亦即相較於偏酸及偏鹼，中性土壤較適合虎尾蘭淨化空氣。(根據實驗 C 得出)，中性土壤(pH 值 6.5)最適合虎尾蘭淨化空氣,這可能是因為大多數植物都偏好中性或微酸性土壤環境。當土壤過酸或過鹼時,可能會影響植物根系對營養的吸收,進而影響植物的正常代謝活動,削弱了其淨化空氣的能力。此結論與假設相反，推測原因為大多數植物都偏好中性或微酸性土壤環境。當土壤過酸或過鹼時,可能會影響植物根系對營養的吸收,進而影響植物的正常代謝活動,削弱了其淨化空氣的能力。

2. 生活應用

本研究結果表明，在合適的土壤酸鹼度和光照強度條件下，虎尾蘭能有效淨化室內空氣中的甲醛和揮發性有機物污染。這對於改善室內空氣品質，營造健康的生活環境具有重要意義。根據研究結果，我們可以在住家、辦公室或其他室內場所，選擇中性土壤栽種虎尾蘭，並確保植株有足夠的光照(至少 3500lux 光照強度)。採取這些措施，虎尾蘭就能夠發揮最大的淨化作用，有效降低室內甲醛和有機物的含量。此外，在使用一些會釋放有害物質的生活用品時(如線香、蚊香等)，也可以適當放置虎尾蘭植株，利用植物的淨化能力，減少這些有害物質對人體的危害。總之，將虎尾蘭等能淨化空氣的室內植物，合理地應用於生活環境中，不僅能創造清新的室內空氣，也是一種經濟實惠且環保的室內美化方式，對健康和美好生活都有積極的作用。

參考資料

1. BC Wolverton · Douglas · Willard L · Bounds · Keith(1989) A Study of Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement
2. 維基百科：甲醛 · <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%94%B2%E9%86%9B>