

屏東縣第 65 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國小組

作品名稱：你吸的是空氣還是毒素——室內微環境空氣品質探究

關 鍵 詞：空氣、汙染、淨化

編號：A5011

作品名稱：你吸的是空氣還是毒素---室內微環境空氣品質探究

壹、前言

一、研究動機

我們所居住的台灣南部每到冬天，空氣指標常常呈現橘色甚至紅色等級，鄰近的山也是霧茫茫難以看清楚，老師提醒我們要減少溫室氣體的排放。老師提及六上自然課第一單元活動3 講到氣候變遷受到溫室氣體的影響，隨著各種空氣汙染日益嚴重，我們想藉由這次的研究來探討日常生活中那些行為會對空氣品質造成破壞，以及如何淨化被汙染的空氣。

二、研究目的

- 1.試驗哪些行為會對室內空氣品質造成不良影響
- 2.有哪些方法可改善室內空氣品質
- 3.戴口罩是否能有效過濾不良空氣

三、文獻探討

在環保署出版的「室內淨化空氣之植物應用及管理手冊-居家生活版」一書所介紹，許多常見的植栽有降低室內二氧化碳以及有機揮發物的功效，藉這次的實驗也希望探究植物是否真能作為室內淨化空氣的選擇。

貳、研究設備及器材

	
Edigreen 空氣盒子空氣品質監測器	線香



卡式爐、炒鍋



電子薰香爐



水氧機



腎蕨盆栽



鹽燈



空氣清淨機



電扇+杯子+口罩(過濾器)



N95 口罩

參、研究過程或方法

一、研究目的 1. 試驗哪些行為會對室內空氣品質造成不良影響

(一)研究 1：室內拜拜用的燒香行為對空氣品質的影響

(二)方法 1：找二間相鄰教室分別為實驗組與對照組，實驗組室內點燃一支香，緊閉門窗，對照組不點香，緊閉門窗。二組教室內皆有“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器進行監測。

實驗組		對照組
		
實驗組室內點上一支香，用空氣盒子監測空氣品質		對照組教室不點香，放置空氣品質監測器監測空氣品質

(三)結果 1：

點香前實驗組與對照組空氣品質比較

實驗組	對照組
	
點香前實驗組與對照組空氣品質數值接近，其差異可視為儀器間的起始差距，PM2.5 走勢圖相近，兩間教室空氣品質相近。	

點香後的教室 PM2.5 指數遠遠超越沒有點香的教室

實驗組	對照組
	
實驗組在線香點燃後，PM2.5 數值上升超過 180$\mu\text{g}/\text{m}^3$，對照組數值隨室外大氣環境變化，最高只上升不到 30$\mu\text{g}/\text{m}^3$。	

(四)發現 1：教室空間為容積 $8.85\text{m} \times 9.44\text{m} \times 2.96\text{m} = 247.29\text{m}^3$ ，線香一柱燒完約 30 分鐘，實驗組的室內空氣品質呈現紅色指標(對所有族群不健康)，且維持了有 3 個小時多。對照組的室內空氣品質指數有些微的上升，但遠遠低於實驗組的指數。

(五)討論 1：對照組在門窗關閉，但 PM2.5 指數仍有上下波動，隨著外界環境的空氣品質變化改變指數，可見若無影響空氣品質的劇烈行為，即使在關閉門窗的情況下，室內的空氣仍會受室外空氣品質影響。若將對照組的圖形與實驗組的圖形重疊比較，則對照組的指數起伏在實驗組中顯得幾乎沒有波動。

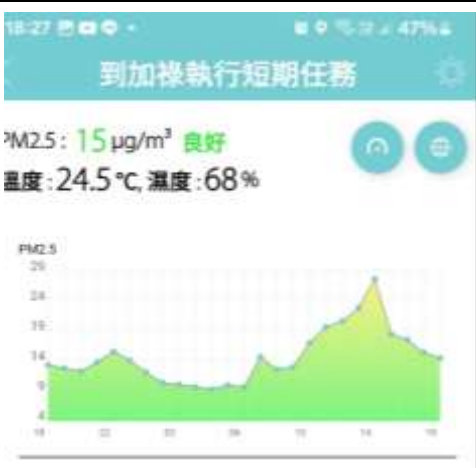
實驗組在密閉空間內點燃線香，沒有空氣對流的環境中，一炷香會使得室內空氣品質維持在不良狀況至少 3 小時，可見室內微型環境在關閉門窗減少對流時，室內燒香的行為會對室內空氣造成極大的影響。

這次實驗沒有進行蚊香對室內空氣品質的影響，據網上資料顯示，一捲蚊香可持續燃燒 6~7 小時若進行測驗可能 PM2.5 指數會超標更高且更久。

(一)研究 2：在室內用油鍋煎香腸對空氣品質的影響

(二)方法 2：在相鄰的二間教室分別做為實驗組與對照組，在實驗組室內起油鍋煎香腸，緊閉門窗，對照組不起油鍋煎香腸，緊閉門窗。二組教室內皆有“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器進行監測。

(三)結果 2：

實驗組		對照組
		
		
實驗組 PM2.5 指數超過 224$\mu\text{g}/\text{m}^3$，較對照組(超過 24，低於 29)超過許多，空氣品質在紅色指標(對所有族群不健康)維持五個小時以上，汙染空氣程度較室內燒香嚴重。		

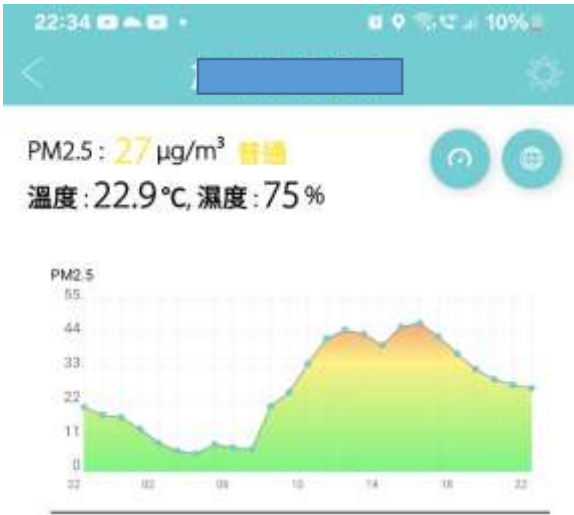
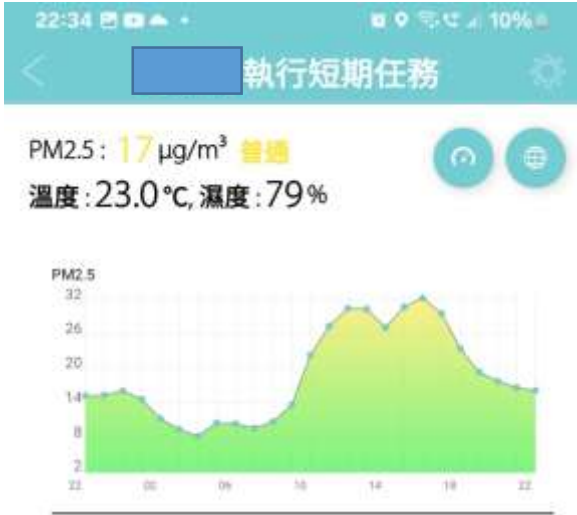
(四)發現 2：PM2.5 指數超過 224 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，遠高於在室內點燃一支線香燃燒 30 分鐘對空氣品質的破壞程度，且維空氣品質達危險等級持續 5 個小時多。對照組的室內空氣品質指數隨大環境些微的上升，但遠遠低於實驗組的指數。

(五)討論 2：實驗組在門窗關閉，沒有抽風設備，沒有排有煙機運作的室內用大火起油鍋煎香腸，持續十分鐘，香腸半邊被燒焦，鍋子上方布滿油煙，隨即關火，但仍可見油煙在室內持續繚繞不散，油鍋煎香腸對室內空氣品質的破壞程度與持續時間遠遠超過線香的作用。

(一)研究 3：在室內用油鍋炒菜對空氣品質的影響

(二)方法 3：在相鄰的二間教室分別做為實驗組與對照組，在實驗組室內起油鍋炒菜，關閉門窗，對照組不起油鍋炒菜，門窗關閉。二組教室內皆有“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器進行監測。

(三)結果 3：

實驗組	對照組
	
	
實驗組 PM2.5 指數最高超過 44$\mu\text{g}/\text{m}^3$，低於 55$\mu\text{g}/\text{m}^3$，對照組隨室外大氣環境起伏，最高達 32$\mu\text{g}/\text{m}^3$，實驗組略高於對照組，對空氣品質破壞低於室內燃燒線香。	

(四)發現 3：這次實驗在室內炒菜用時 5 分鐘，可見到略有白色煙霧，可能是葉菜上的水分受熱蒸發的水蒸氣凝結產生。炒菜對室內空氣品質的影響低於室內燃燒線香。

(五)討論 3：實驗組的折線圖變化與對照組相似，只有數值略高於對照組，推測炒菜沒有將食物燒焦產生固體煙霧，對室內為環境產生的影響不如燒香與煎香腸劇烈，所以仍會受到室外大氣環境影響而有起伏，因此與對照組圖形相似。

(一)研究 4：試驗電子薰香爐對室內空氣品質的影響

(二)方法 4：在相鄰的二間教室分別做為實驗組與對照組，在實驗組室內燃燒電子薰香爐內的薰香木材，關閉門窗，對照組不燃燒薰香木材，門窗關閉。二組教室內皆有“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器進行監測。

(三)結果 4：

實驗組		對照組
		
		
實驗組 PM2.5 指數最高超過 192$\mu\text{g}/\text{m}^3$，低於 240$\mu\text{g}/\text{m}^3$，對照組隨室外大氣環境起伏，最高在 33$\mu\text{g}/\text{m}^3$~39$\mu\text{g}/\text{m}^3$之間，實驗組遠超過對照組，對空氣品質破壞大於室內燃燒線香。		

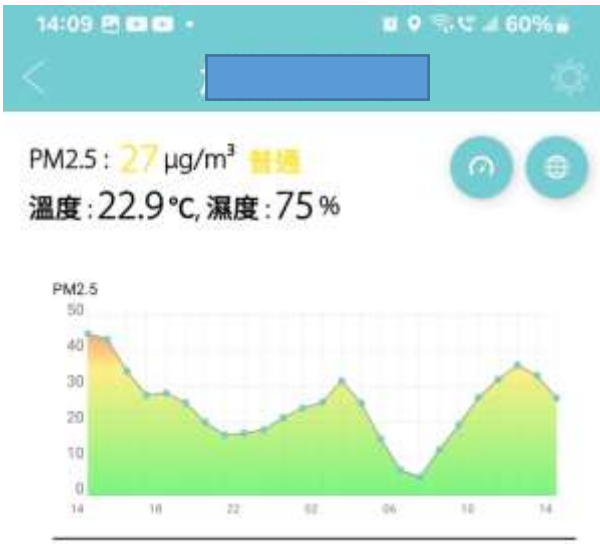
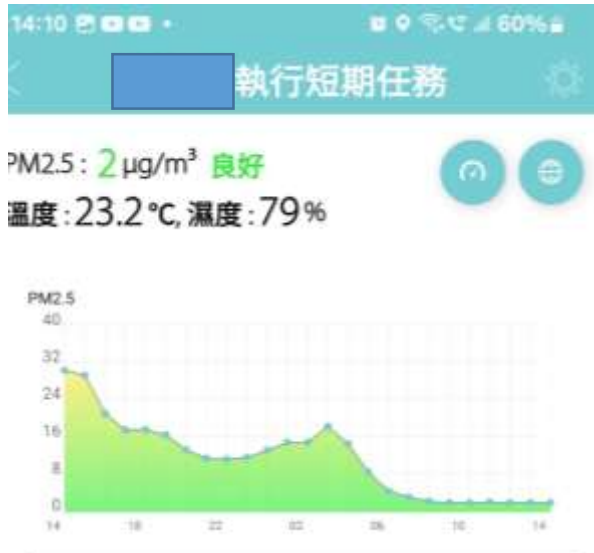
(四)發現 4：電子薰香爐內的燃燒材料是祕魯聖木與乳香，點燃後煙霧量較燃燒線香還多，只燃燒五分鐘即撲滅，但殘留的煙霧仍讓室內空氣品質達紅色等級，持續 3 小時以上。

(五)討論 4：實驗從早上八點開始燃燒薰香材料，實驗組的空氣品質即刻上升高過 192 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，雖與燃燒線香達到的指數差不多，但線香燃燒時間為 30 分鐘，薰香爐只燃燒 5 分鐘，就達到相近的程度，可能是薰香燃燒產生的煙較多且濃，又有乳香的油脂燃燒產生的物質，使得 PM2.5 濃度上升極快。

(一)研究 5：試驗精油水氧機對室內空氣品質的影響

(二)方法 5：在相鄰的二間教室分別做為實驗組與對照組，在實驗組室內使用精油水氧機，關閉門窗，對照組不使用精油水氧機，門窗關閉。二組教室內皆有“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器進行監測。

(三)結果 5：

實驗組	對照組
	
	

在上午 7 時前兩組折線圖形相似，早上 7:30 開始在實驗組教室使用精油水氧機，實驗組的 PM2.5 指數明顯開始走高，遠高於對照組的指數。

(四)發現 5：經由水氧機並未滴入精油，所以產生的煙霧可說是純粹細微顆粒的小水滴，而“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器仍將這些細微水滴判讀為 PM2.5 粒子，所以當高雄屏東一帶室外與隔壁教室空氣品質指數呈現綠色良好等級時，實驗組的指數卻高於大環境。



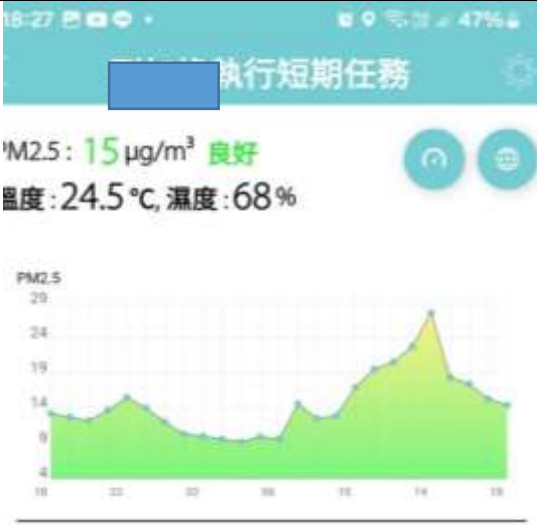
(五)討論 5：精油水氧機從早上 7:30 開啟，到下午 2:00 “Edigreen 空氣盒子” 空氣品質監測器將水氧機細微水滴判讀為 PM2.5 粒子，但指數上升的速度較燃燒線香、煎香腸、燃燒薰香木柴平緩，指數最高只到 30~40 之間，且在水氧機關閉前的 2 小時，指數就開始下降，推測可能水滴粒子在中午時間因高溫的關係濃度無法再攀升。

二、研究目的 2：有哪些方法可改善室內空氣品質

(一)研究 1：試驗種植植物對室內空氣品質改善的效果

(二)方法 1：在同一間教室關閉門窗，點燃一柱線香提高室內 PM2.5 指數，室內放置二個紙箱，在紙箱兩側各開一個直徑五公分的圓形開口以便空氣流通，紙箱內放置 “Edigreen 空氣盒子” 空氣品質監測器，紙箱上方用保鮮膜覆蓋封住。實驗組紙箱內放置腎蕨盆栽，看是否能淨化箱內空氣；對照組箱子內只放置 “Edigreen 空氣盒子” 空氣品質監測器。

(三)結果 1：

實驗組	對照組
	
	
實驗組 PM2.5 指數明顯低於對照組。	

(四)發現 1：實驗組 PM2.5 指數明顯低於對照組，在容積 $45.5 \times 46.5 \times 47.5 = 100498.125 \text{ cm}^3$ 的紙箱內放入下圖中大小的腎蕨盆栽，腎蕨枝條約 40 支，若真能達到如此明顯的效果，那在教室容積 $885 \times 944 \times 296 = 247290240 \text{ cm}^3$ 內應種植 2460 株腎蕨才能達到相同效果。



(五)討論 1：根據環保署出版的「室內淨化空氣之植物應用及管理手冊-居家生活版」一書所說，波士頓腎蕨在「降低二氧化碳能力」、「揮發性有機污染物移除能力」、「蒸散作用速率」都名列前茅達 9~10 顆星。是否因此如實驗結果有如此明顯的淨化空氣效果，其原因為何值得深入探討。但也不排除實驗操作過程是否有待修正，例如植栽的桶子體積大，佔據箱內空間，使箱外空氣不易流入，或實驗組的“空氣盒子”擺放位置太靠箱子邊緣影響測量結果。

環保署出版：《室內淨化空氣之植物應用及管理手冊-居家生活版》(124 頁)

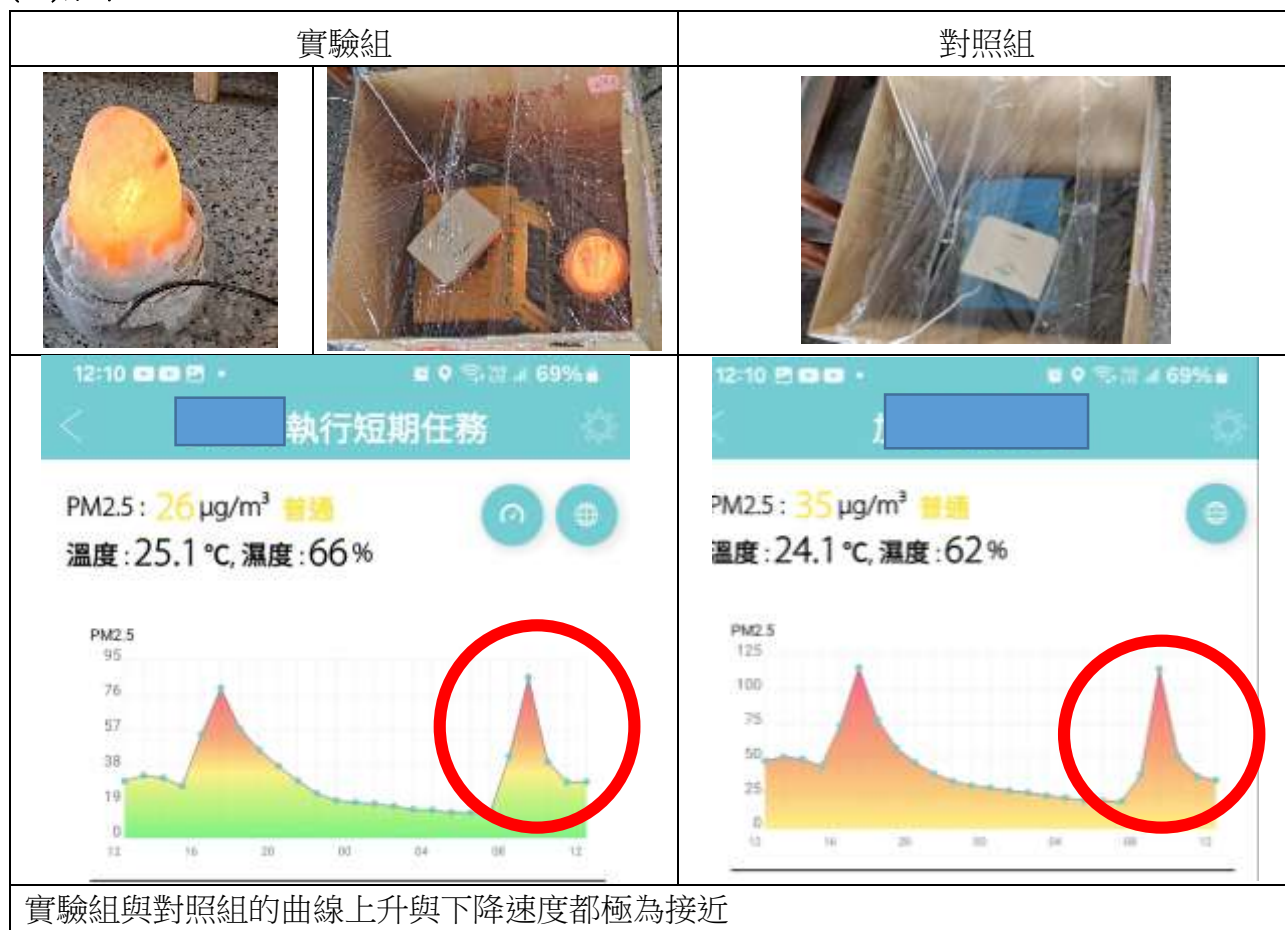


波士頓腎蕨的屬名 *Nephrolepis* 源自於希臘文的 *nēphrodēs*（腎臟）及 *lēpis*（鱗）。而種名 *exaltata* 的意思為著生於高大的樹上。波士頓腎蕨原產於熱帶亞洲及非洲，潮濕陰暗的地區。蕨類最早在維多利亞時代即因為茂盛的葉片，而成為室內植物，即使在今日也同樣受到歡迎。

(一)研究 2：試驗點鹽燈對室內空氣品質改善的效果

(二)方法 2：在同一間教室關閉門窗，點燃一柱線香提高室內 PM2.5 指數，教室內放置二個紙箱，在紙箱兩側各開一個直徑五公分的圓形開口以便空氣流通，紙箱內放置“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器，紙箱上方用保鮮膜覆蓋封住。實驗組紙箱內放置一顆鹽燈並開燈，看是否能淨化箱內空氣；對照組箱子內只放置“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器。

(三)結果 2：



(四)發現 2：實驗組與對照組折線圖走勢極為相似，僅指數的高低不同。

(五)討論 2：這次實驗在上午 8 時開始，實驗組與對照組儀器上的指數分別為 19 與 25，相差 6 個單位，結束後指數分別為 26 與 35，相差 9 個單位，在兩儀器基本差異 3~9 個單位範圍之內，但最高點相差約 20 幾個單位，由此結果看，鹽燈對淨化空氣有些微效果，但若考量儀器本身的差異，應將兩儀器互相對調再進行一次實驗，才能驗證此結果。



二台 Edigreen 空氣盒子在同一間教室測得的 PM2.5 數值相近，變化曲線相似，數值相差 3 個單位



二台 Edigreen 空氣盒子在同一間教室測得的 PM2.5 數值相近，變化曲線相似，數值相差 9 個單位

(一)研究 3：試驗空氣清淨機對室內空氣品質改善的效果

(二)方法 3：在同一間教室關閉門窗，點燃一柱線香提高室內 PM2.5 指數，教室內放置二個紙箱，在**對照組**紙箱兩側各開一個直徑五公分的圓形開口以便空氣流通，紙箱內放置

“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器，紙箱上方用保鮮膜覆蓋封住。**實驗組**紙箱兩側各開一個直徑五公分的圓形開口，其中一開口接上管子，管子連接到空氣清淨機出風口上，看清淨機是否能淨化箱內空氣。

(三)結果 3：

實驗組	對照組
	
 16:02 台北 • 57% PM2.5: 20 µg/m³ 普通 溫度: 24.8°C, 濕度: 70% PM2.5 36 30 24 18 12 6 18 20 00 04 08 12 16	 16:02 台北 • 57% 執行短期任務 PM2.5: 43 µg/m³ 對敏感族群不健康 溫度: 25.4°C, 濕度: 74% PM2.5 56 46 36 26 16 6 18 20 00 04 08 12 16
實驗從早上 8 時開始，到下午 4 時止	

(四)發現 3：上午 8 時開始實驗，實驗組因清淨機的作用空氣品質先上升後下降，對照組 8 時指數直線上升，但後來指數最高只到 56，不像先前幾次燃燒線香實驗可達 180~240。

(五)討論 3：這次對照組的指數抵達橘色(對特定族群不健康)等級，不像之前可達紅色(對所有族群不健康)等級，推測是清淨機不只對實驗組的箱內空氣有淨化效果，從實驗組箱子內排出的乾淨空氣也有部分擴散到對照組的箱子內，所以對照組的指數上升幅度不像之前幾次達到紅色危險等級。

(六)小結：三種淨化空氣方法中以腎蕨盆栽效果最明顯，清淨機效果第二，鹽燈效果微弱，為求準確應再進行操縱變因的嚴格控管，且二空氣盒子儀器應對調試驗，得到較嚴謹效果。

三、研究目的 3.戴口罩是否能有效過濾不良空氣

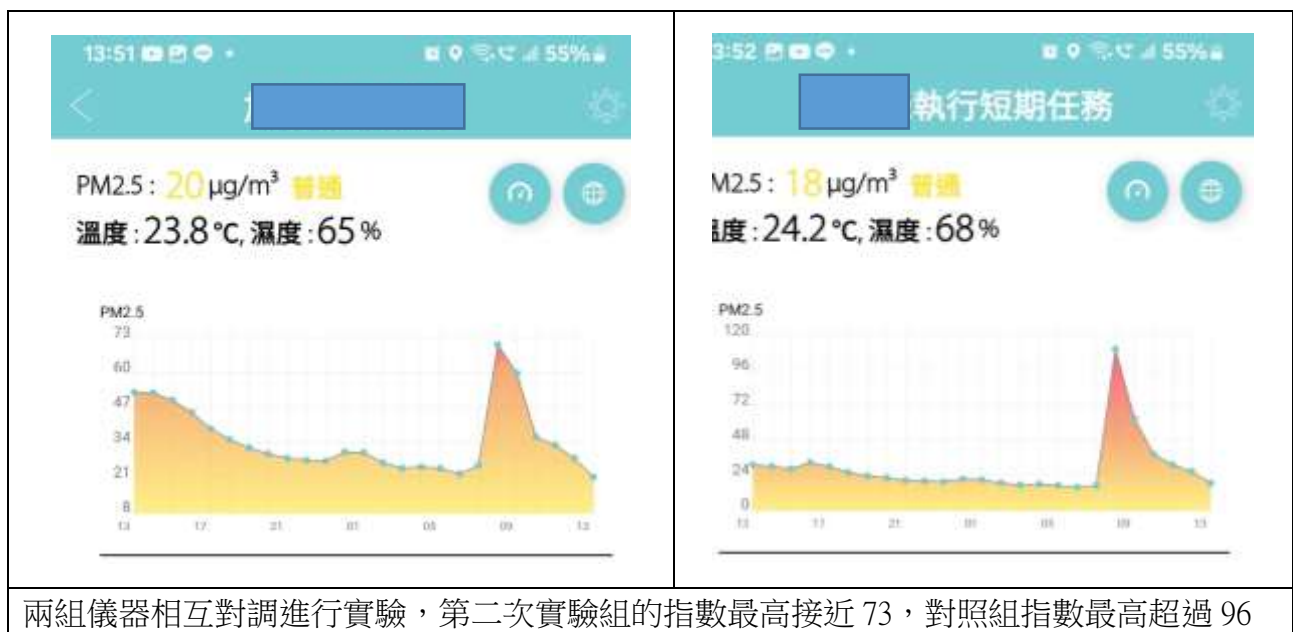
(一)研究 1：試驗一般口罩對空氣品質改善的效果

(二)方法 1：在同一間教室關閉門窗，點燃一柱線香提高室內 PM2.5 指數，教室內放置二個紙箱，在**對照組**紙箱兩側各開一個直徑五公分的圓形開口以便空氣流通，紙箱內放置

“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器，紙箱上方用保鮮膜覆蓋封住。**實驗組**紙箱兩側各開一個直徑五公分的圓形開口，其中一開口接上裝有口罩過濾的管子並接上小風扇吹氣，將箱外的空氣往箱子內吹，箱子的另一開口接上管子，管子接上一小風扇往箱外吹風，將箱內的空氣往外排出，看口罩是否能淨化實驗組箱內空氣。

(三)結果 1：

實驗組		對照組
		
		
		



兩組儀器相互對調進行實驗，第二次實驗組的指數最高接近 73，對照組指數最高超過 96

(四)發現 1：實驗組使用一般口罩過濾空氣，PM2.5 指數雖也上升，但最高不超過 73，低於對照組的指數。

(五)討論 1：在口罩的過濾下，PM2.5 指數無法控制在綠色良好等級，但能低於沒有口罩過濾的對照組。這次將兩組的空氣盒子儀器互相對調，實驗組的指數仍低於對照組，證實口罩在完全密閉過濾空氣的情況下，確實可以降低部分空氣汙染程度，但人體配戴口罩時難保完全密合，所以過濾空氣的效果應會低於本實驗效果。

(一)研究 2：試驗 N95 口罩對空氣品質改善的效果

(二)方法 2：在同一間教室關閉門窗，點燃一柱線香提高室內 PM2.5 指數，教室內放置二個紙箱，在對照組紙箱兩側各開一個直徑五公分的圓形開口以便空氣流通，紙箱內放置

“Edigreen 空氣盒子”空氣品質監測器，紙箱上方用保鮮膜覆蓋封住。實驗組紙箱兩側各開一個直徑五公分的圓形開口，其中一開口接上裝有 N95 口罩過濾的管子並接上小風扇吹氣，將箱外的空氣往箱子內吹，箱子的另一開口接上管子，管子接上一小風扇往箱外吹風，將箱內的空氣往外排出，看口罩是否能淨化實驗組箱內空氣。

(三)結果 2：

實驗組	對照組
	
	
實驗組 PM2.5 指數最高 61µg/m ³ ，對照組 PM2.5 指數最高 110µg/m ³	

(四)發現 2：用 N95 口罩過濾空氣比一般口罩過濾空氣效果更明顯，一般口罩實驗組與對照組數值相差 20 幾個單位，N95 口罩與對照組的數值相差 40 幾個單位。

(五)討論 2：雖不能完全淨化空氣到綠色等級，但口罩確實有過濾部分空氣污染物的效果，N95 口罩過濾效果又比一般口罩效果更好。但同樣配戴口罩若不能達到本實驗的密封程度，過濾的效果未必能達到同樣程度。

肆、研究結果

1. 哪些行為會對室內空氣品質造成不良影響？

結果：在這次的實驗中「燒香」、「煎香腸」、「炒菜」、「點薰香爐」、「用水氧機」都會有不同程度對空氣品質造成不等程度的汙染。

2. 有哪些方法可改善室內空氣品質

結果：在這次的實驗中「室內植栽」、「點鹽燈」、「開清淨機」都有不同程度的淨化空氣效果。

3. 戴口罩是否能有效過濾不良空氣

結果：在這次的實驗中用「一般口罩」與「N95 口罩」都能過濾部分的汙染物，但都無法完全過濾。

伍、討論

一、對空氣品質有不良影響的實驗過程中有燃燒、物質焦化的現象，對空氣品質的破壞會更嚴重，如「燒香」、「煎香腸」、「點薰香爐」。由此推測「點蚊香」、「烤肉」、「放鞭炮」等行為也同樣對空氣汙染程度會很大。會產生細微水滴的行為也會被儀器判讀為 PM2.5，但其持續性較差，很快能恢復。

二、「室內植栽」、「點鹽燈」、「開清淨機」三種方法以開清淨機最為可靠，「室內植栽」本次以腎蕨為實驗材料，未試驗其他植栽的淨化空氣效果，未來應再多嘗試不同植物之間的淨化效果差異，且值得試驗在教室空間內腎蕨的淨化效果。「點鹽燈」在窄小空間內有些微的淨化空氣效果，待在教室大的空間中淨化作用應是微乎其微。

三、戴口罩對過濾髒空氣有一些效果，但無法達到空氣清淨機近乎完全的淨化效果。

陸、結論

在冬天台灣南部地區空氣品質普遍不佳，若要避免呼吸不良空氣應在室內關閉門窗，並開啟空氣清淨機，再輔以有效的室內植栽改善室內空氣品質，並應避免在室內有燃燒物質的行為，如燒香、烤肉、點蚊香……等。外出配戴口罩雖能減少部分空氣污染物的吸入，但效果有限，遠不如在室內微型環境中淨化空氣來的效果明顯。

柒、參考資料及其他

【政府出版品】

環保署（2010）・室內淨化空氣之植物應用及管理手冊-居家生活版・臺北市：葉德銘。