

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生物(生命科學)科

040720

國立臺南女子高級中學

指導老師姓名

侯明全

作者姓名

吳晨瑋

張珈瑋

空氣清淨機和光觸媒對室內空氣中微生物之滅菌效果

壹、摘要

在 2003 年 SARS 的衝擊之下，坊間出現了許多聲稱具有抗菌、去污、防塵，甚至消滅病毒效果的產品，例如：光觸媒，空氣清淨機。根據文獻資料顯示，光觸媒可以滅菌，達到清淨空氣的效果，但我們希望能更進一步的經由科學的驗證了解，它們的殺菌功能究竟為何。

我們在空氣清淨機的濾網上噴灑光觸媒；另外由於紫外光激發光觸媒的效用較強，我們也同時使用 UV 燈照射濾網，作為對照組。我們將實驗分為使用空氣清淨機 a.濾網 b. 濾網+UV 燈 c.濾網+光觸媒 d.濾網+光觸媒+UV 燈。共有 5 個採樣點，包括：居家客廳及臥房、實驗室、補習班、辦公室。經培養之後，計數細菌與真菌之種類及數量並分析數據以進行討論與結論。

根據實驗所得數據分析，發現：

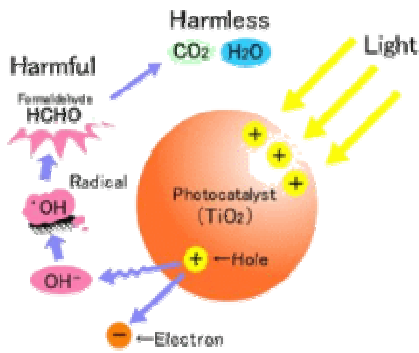
- 一、空氣清淨機之效能應考慮其使用空間之大小
- 二、整體而言，在空氣清淨機的濾網上噴灑光觸媒，其效果並不顯著優於單純使用空氣清淨機時

貳、研究動機：

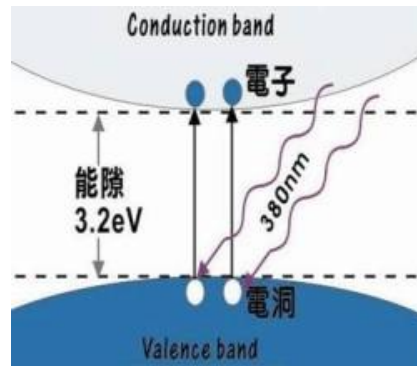
由於科技日新月異，眾多工廠林立，導致空氣品質惡化，以至於危害到人體健康。很多專家學者致力研究能夠使空氣品質改善的機器，如空氣清淨機及含有光觸媒之裝置。甚至，有許多廠商藉機大力推銷，推出許多據說有清淨空氣或滅菌的產品，但是，這些是否真的能夠使空氣中會致病或使人過敏的生物性氣膠濃度降低呢？抑或是只能清除空氣中某些特定的有害微粒，或者它只能清除某些特定之菌類。

光觸媒是在光照射下，能在氧化、還原作用之下對污染物質進行分解、去除、脫臭、抗菌、防污、防霧等機能之物質，光觸媒材料中，二氧化鈦(TiO_2)因氧化能力強、化學性安定又無毒，是一種 n 型半導體，已成為主要之運用材料，依塗佈、浸漬、滲入、混合等處理方法，使之附著於其他材料表面上，而達到抗菌防污等目的；其主要作用為，二氧化鈦吸收光子的能量，電子會從其基態被激發至較高能階，將共價帶的一個電子提升到傳導帶，產生一對自由電子-電洞對，進行氧化還原，且可以和水分子產生反應，生成具極活性之 OH^\cdot 氫氧自由基及 O^2 離子基，這些氧化力極強的自由基具有超氧化能力，破壞細胞膜使細胞質流失而達到滅菌效果，根據資料顯示，利用 TiO_2 可殺除大腸桿菌、綠膿菌、葡萄球菌、化膿菌、白黴菌、黴菌等。

TiO_2 的粒徑研磨到 $0.1\mu\text{m}$ 以下時，就可以降低光散亂能、提高透明性且能大幅提高紫外線吸收能。因此，未來可望在非常弱的光線下，光觸媒就能有效地進行反應，其中以 **black light**(註) 的 $300\sim 400\text{nm}$ 發光域最適合作為氧化鈦的激勵光。**【1、2】**
(註：此光照射到螢光物質時就呈現可見光，平常則如紫外線般為不可見光)



圖一：光觸媒之催化反應機制圖



圖二：二氧化鈦電子受激躍遷示意圖 (繪製郭昭延奈米科學網)

但是，目前已發現且確認的真菌估計約五萬種，其中有 100~150 種菌株與人類不良健康效應有相關性，因此，我們希望能夠了解光觸媒是否真的可以改善空氣品質，以及它是否只能清除某些空氣中的污染微粒。

參、研究目的：

- 一、找出 A、B、C、D 四組清除效率哪組效果最佳
- 二、探討空氣清淨機之清除效率與所在環境是否有關聯性
- 三、探討個別真菌菌種之清除效率
- 四、探討細菌和真菌之清除效率

肆、研究設備及器材：

一、研究設備

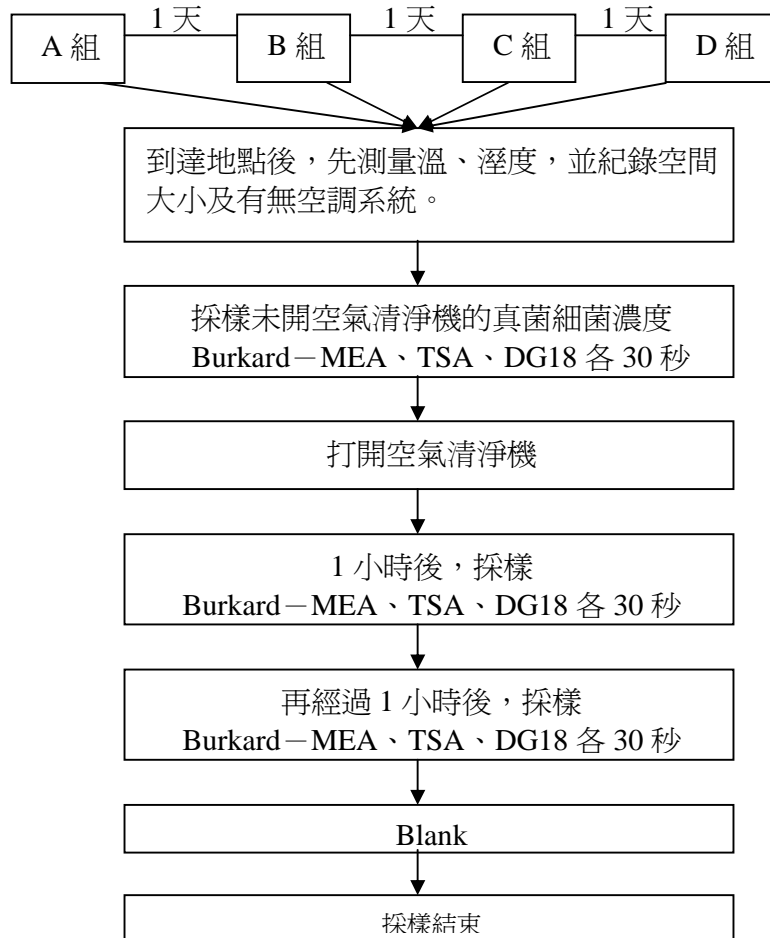
- (一) 空氣清淨機的樣式選取：含有 HEPA 網(High-Efficiency Particulate Air-filter)，適用面積 12 坪
- (二) 光觸媒噴劑：平均粒徑 29.75 nm TiO₂ 含量擁有高於市場其它品牌濃度 2%
- (三) UV 燈：20W
- (四) 測量空間的選取：選取不同類型之室內空間
 1. 居家的臥房、2. 實驗室、3. 補習班、4. 辦公室、5. 居家的客廳

二、研究器材

- (一) 採樣時的器材：生物性氣膠採樣器(Burkard)、培養皿
- (二) 鑑定菌種：顯微鏡

伍、研究方法：

- 一、在同一定點中，分別以 **A.**只裝設空氣清淨機、**B.**以 UV 燈照射空氣清淨機、**C.**裝設空氣清淨機且在濾網上噴灑光觸媒、**D.**以 UV 燈照射空氣清淨機和光觸媒，等四組設備進行對照實驗。
- 二、每一組皆採樣 3 次,實驗流程如圖三所示。
- 三、一定點的 A、B、C、D 組皆間隔一天，以避免各組互相影響。



圖三：採樣流程

四、將每次採樣完的培養皿放進培養箱培養(MEA 及 DG18 於 25°C 培養 5 天用以培養真菌、TSA 於 30°C 培養 2 天用以培養細菌)

五、待培養完後，計數細菌及真菌菌落生成數並進一步鑑定真菌菌種

六、空氣清淨機效能之評估： $(C_0 - C_t) * 100$ [式 1]

C_0 評估指標：細菌及真菌

(C_0 表空氣清淨機開啓前細菌及真菌的濃度， C_t 表達平衡即濃度不再變化時的濃度) 【3.】

七、採樣與分析方法：

採樣 a、b、c、d 四組空氣中的真菌和細菌濃度：以生物性氣膠採樣器(Burkard)連接內有 MEA、DG18 和 TSA 的培養皿，於距地 1.2~1.5 公尺(模擬人體呼吸帶)處，收集空氣中活性真菌和細菌總量，分別以 25°C(MEA 和 DG18)和 30°C(TSA)培養五天及二天。紀錄培養的細菌及真菌數，並利用 Burkard 的平均流量計算出細菌及真菌的濃度(CFU/m³) 【4.】

八、鑑定真菌菌種：利用顯微鏡及鑑定書

例如: *Aspergillus* : *Aspergillus* 是麴菌，現今有約 20 種麴菌被確定是有可能致病的菌種

包含有 *Aspergillus fumigatus*、*Aspergillus flavus*、*Aspergillus niger* 等。

Cladosporium：通常沒有致病性。空氣中常見，尤其是季節性溼度變高時。

Penicillium：出現在較溫暖的氣候。種類將近 150 種，與食物腐敗有很大的關聯，會因此產生毒素。

(常見之菌屬圖像列於附件一)

陸、研究結果與討論：

紀錄各組實驗在操作前及操作後不同時間點採集所得之細菌及真菌數值如附件二(真菌取其中幾種較常見的作為代表)。

利用[式 1]將各組操作後所量測之空氣中細菌及真菌數推算各組於操作 1 小時及 2 小時後之細菌及真菌去除效率，結果如附件三所示。

註：實驗地點空間大小比較：辦公室>實驗室>臥房>補習班>客廳

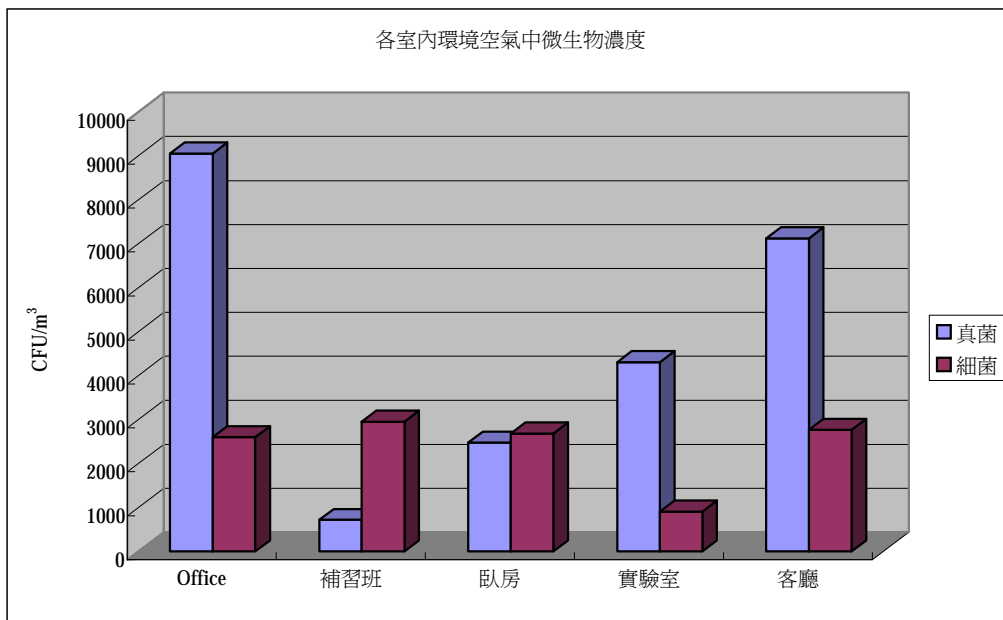
實驗地點空調與否：無空調：臥房、辦公室、客廳

有空調：實驗室、補習班(皆密閉，無窗)

一、各室內環境空氣中微生物濃度之比較

如圖四所示，(一)就真菌而言，辦公室及客廳的真菌濃度較其他組為大。

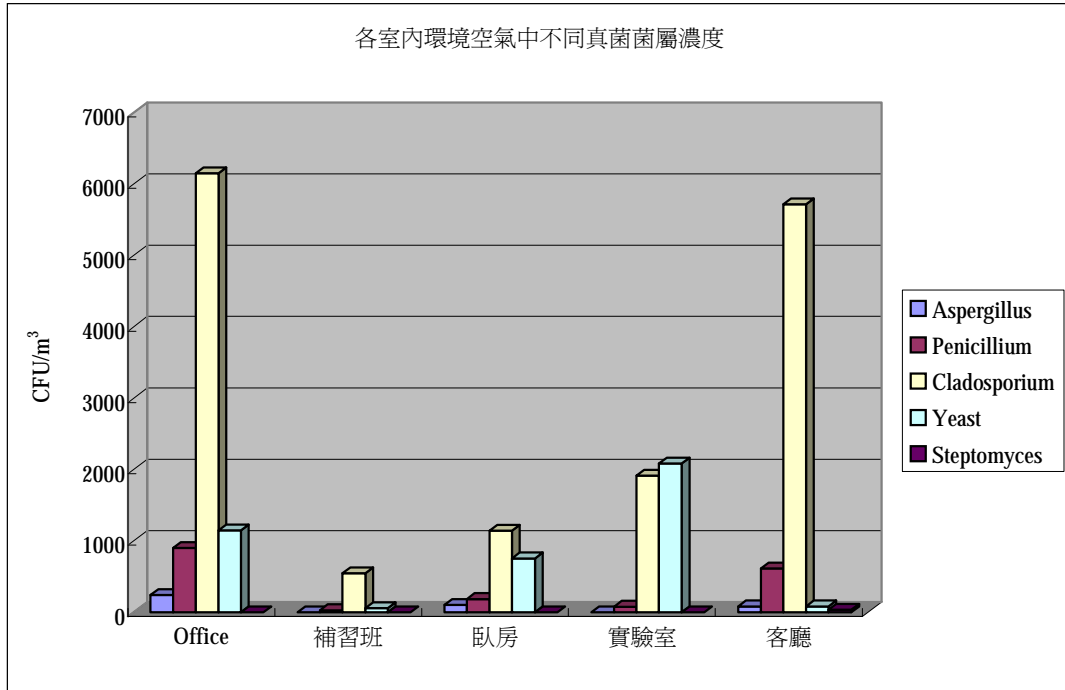
(二)就細菌而言，除了實驗室以外，其餘四組濃度值無顯著差異。



圖四：各室內環境空氣中微生物濃度

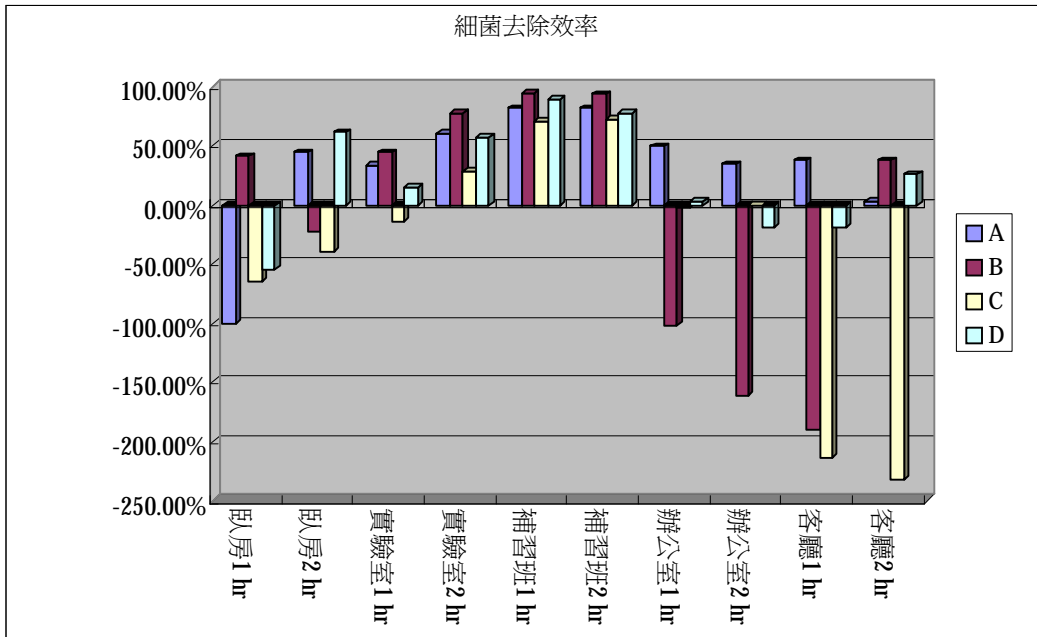
二、各室內環境空氣中不同真菌菌屬濃度之比較

如下頁圖五所示，辦公室及客廳之 *Cladosporium* 濃度皆高，可能原因為辦公室及客廳皆無空調，而研究顯示 *Cladosporium* 是屬於室外菌種，因此在自然通風的環境中，*Cladosporium* 濃度較高。

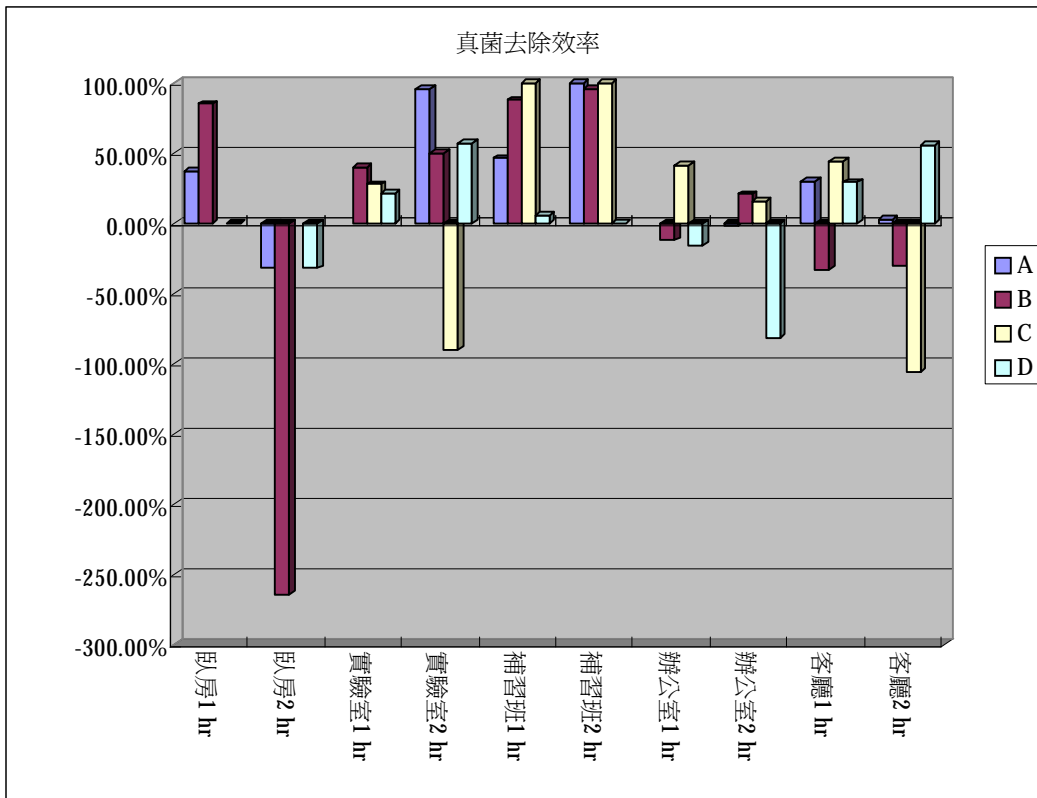


圖五：各室內環境空氣中不同真菌菌屬濃度

三、不同地點第一小時及第二小時的清除效率

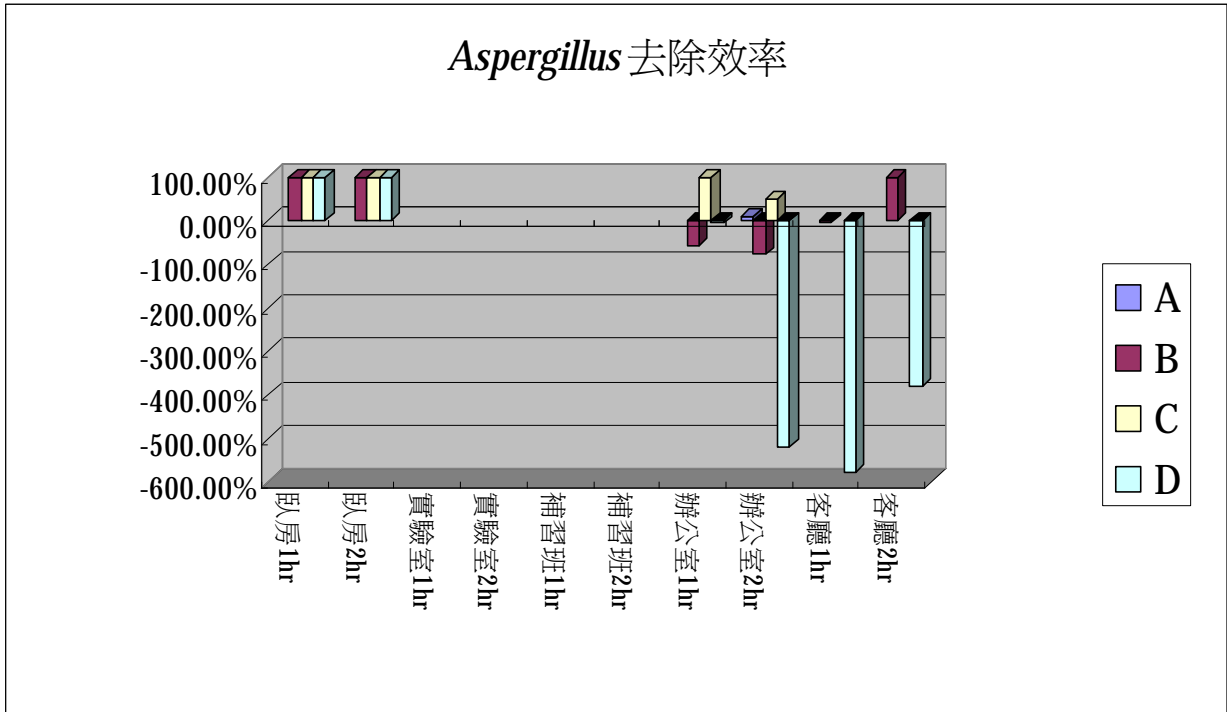


圖六：細菌去除效率

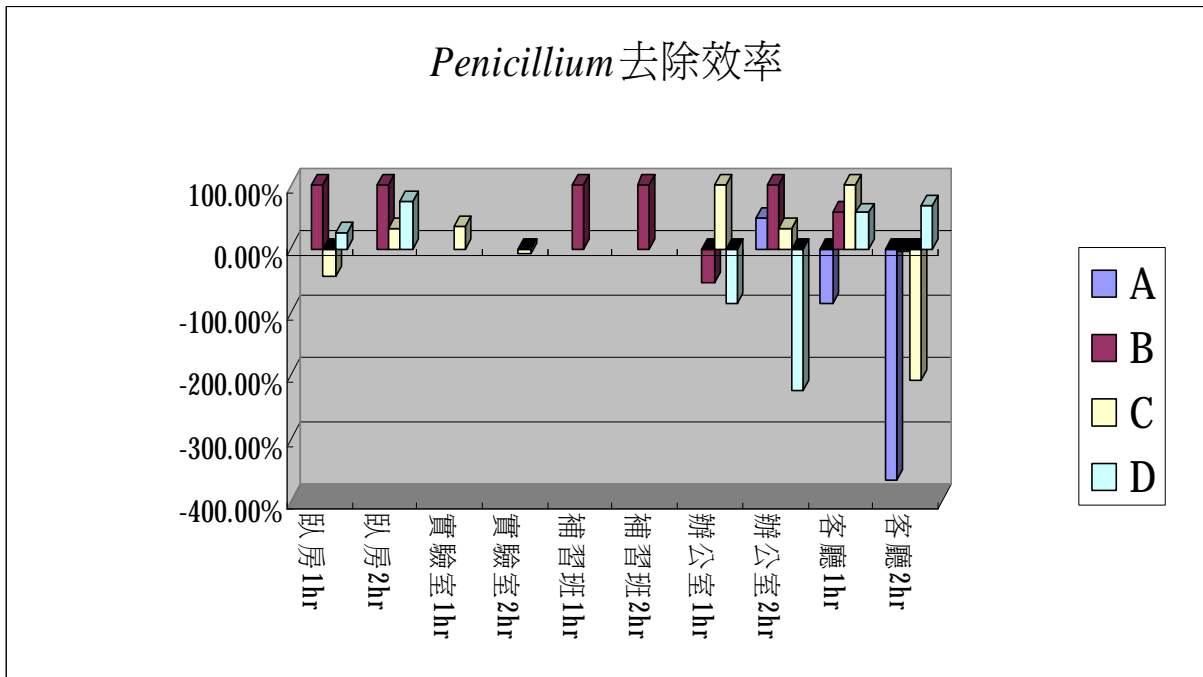


圖七：真菌去除效率

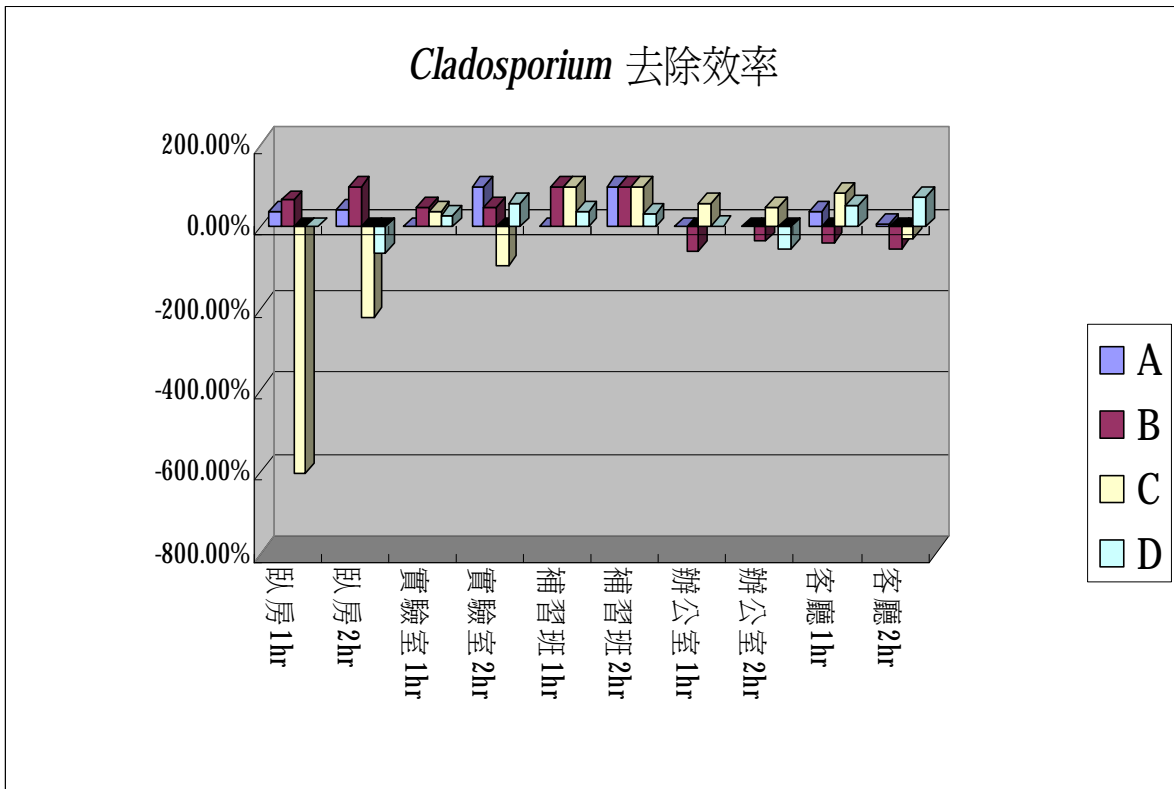
(一)根據圖六、圖七，可以讓我們了解到空氣清淨機對不同的地點有不同效能，因此，必須分別討論。(註：根據了解，補習班在上班期間每天固定用漂白水消毒，而我們其中幾組採樣時正好是消毒過後，因此其數據不能視為真確之值，故以下皆不予以討論)



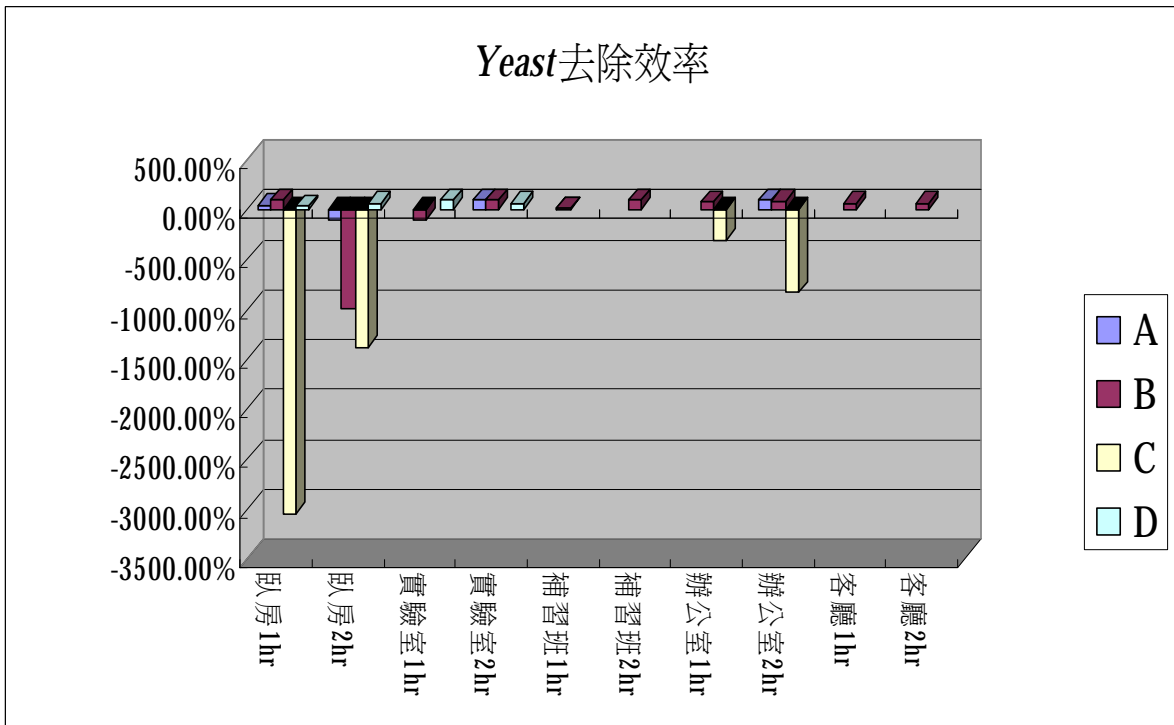
圖八：Aspergillus 去除效率



圖九：Penicillium 去除效率

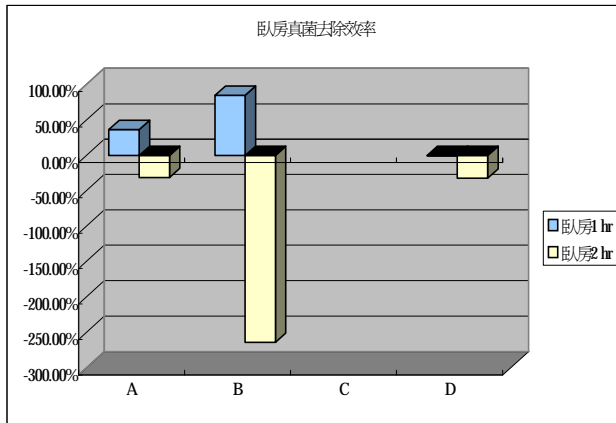


圖十：Cladosporium 去除效率

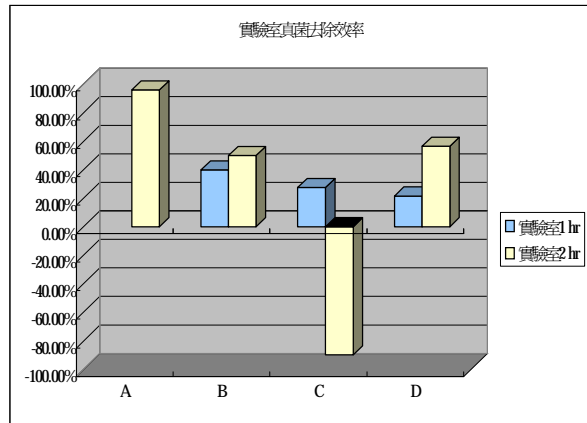


圖十一：Yeast 去除效率

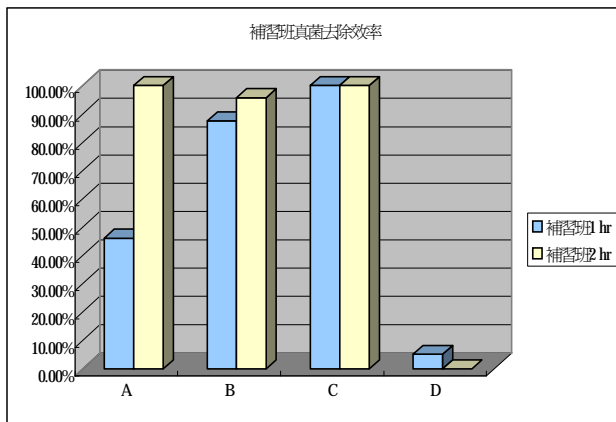
(二)根據圖八~十一，發現個別菌種在不同室內環境空間之清除效率無規律性，故無法比較。



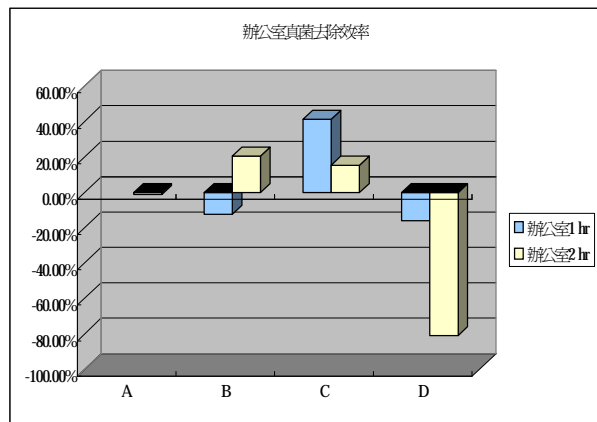
圖十二：臥房真菌去除效率



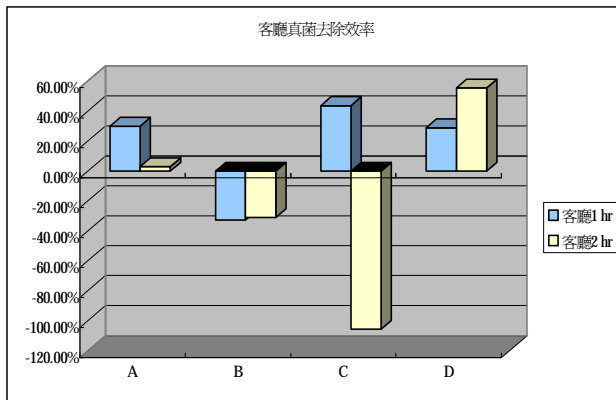
圖十三：實驗室真菌去除效率



圖十四：補習班真菌去除效率(不考慮)

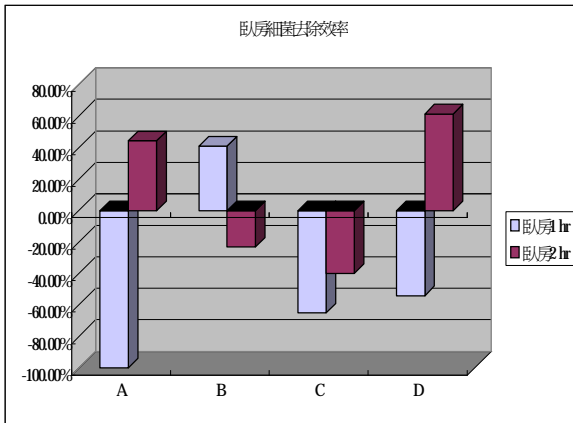


圖十五：辦公室真菌去除效率

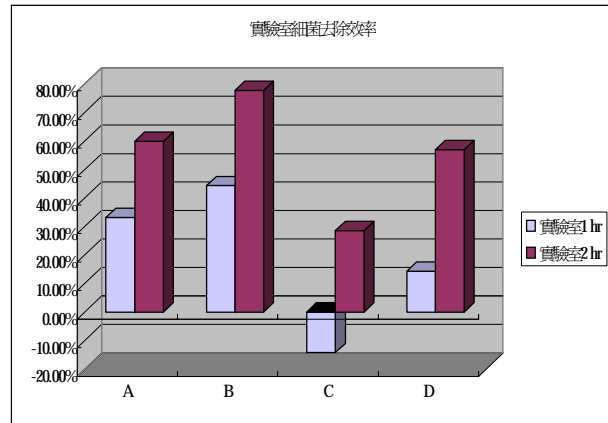


圖十六：客廳真菌去除效率

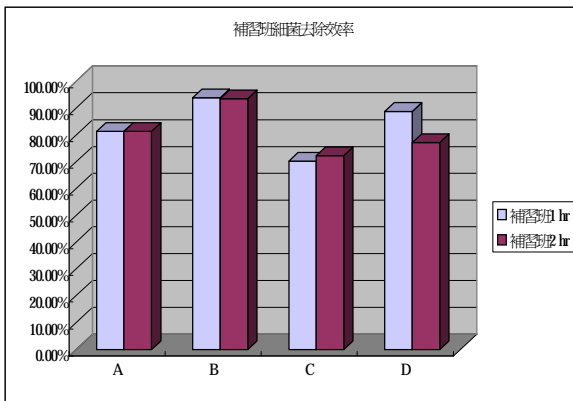
(三)根據圖十三，實驗室除 C 組以外，其餘三組的去除效率皆較其他地點顯著，推測是由於實驗室屬密閉無窗且有空調的環境，其外來因素影響較少。而其他自然通風室內環境的測試中，各類清靜裝置的效果均無一定穩定之結果，顯示本研究所測試之各類清靜裝置僅有在較密閉、外在條件影響較小的室內環境中方能有效發揮其去除環境微生物之效果。



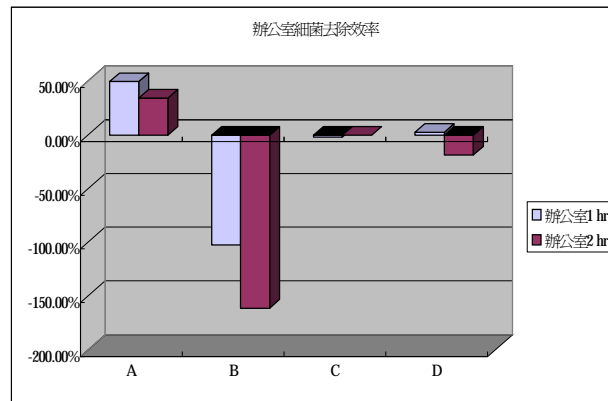
圖十七：臥房細菌去除效率



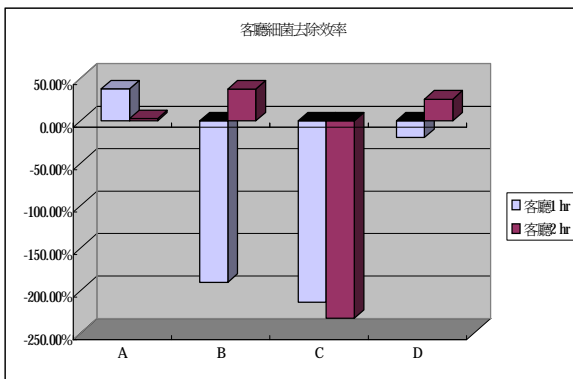
圖十八：實驗室細菌去除效率



圖十九：補習班細菌去除效率(不考慮)



圖二十：辦公室細菌去除效率



圖二十一：客廳細菌去除效率

(四)根據圖十七、十八、二十、二十一，C組的清除效率均較同一地點之其他組別差。推測其原因為噴灑光觸媒在濾網上，使之形成一層膜而影響且降低濾網本身的過濾功能，而同時在未開啓 UV 燈的狀態下，光觸媒無法發揮效用，此為造成 C 組的清除效率下降之主要因素。

(五)根據圖十八，D 組清淨裝置在塗抹了光觸媒並以 UV 激發其作用後，其去除細菌之效果相較於 C 組有提升，且隨著作用時間的增加，其去除效能也增加，但仍然沒有 A 組（僅有空氣清淨機）好，顯示未來在光觸媒與濾網結合的應用上應重新考量其製造與應用方法。

(六)所有清淨裝置對於空氣中細菌的去除效率，與真菌之去除結果相似，僅有在中央空調的實驗室中有穩定的去除效果，在一般自然通風的室內環境如居家環境等，各類清淨裝置均無

穩定之去除效果。

柒、結論

一、本實驗由於時間因素，僅能對不同類型室內空間進行有限樣本數之採樣，因此，本研究之結果僅能視為前驅測試，無法依此結果推論 A、B、C、D 四組空氣清淨裝置對於室內空氣中微生物的去除效率效果何者最佳。

二、本實驗在進行 C、D 二組實驗時，並未考慮噴灑在濾網上光觸媒之劑量，因此無法從實驗結果來推論出光觸媒的劑量多寡對去除效率的影響；但根據資料顯示，光觸媒主要成分二氧化鈦(TiO₂)必須在紫外光(UV)的照射下才能激發，因此，若只是將光觸媒噴灑或塗抹在物體的表面上卻沒有紫外光的照射，將無法達到所謂的滅菌效果。且整體而言，噴上光觸媒後之空氣清淨機(C 組)對於各類微生物之去除效果均較單純使用空氣清淨機(A 組)差，因此顯示噴灑光觸媒會影響濾網之去除效率。

三、本實驗採用光觸媒直接噴灑在濾網上再照射紫外光，整體而言，其效果沒有較單純使用空氣清淨機佳，推測與光觸媒會在濾網上產生一層薄膜，影響濾網的過濾機制及流量，因此建議市面上在生產研發相關產品時，應朝光觸媒和材料結合一起製成的方向研究。

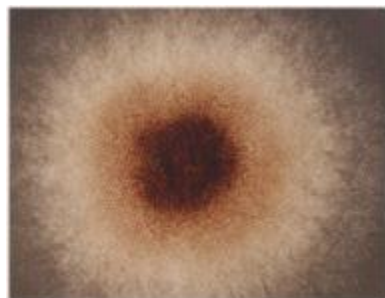
四、根據資料顯示，影響室內空氣中微生物濃度之因素有人為活動、溫溼度、通風條件等等；根據本實驗所得之採樣時的人為活動以及溫溼度(參照附件二)，這兩項因素在不同室內空間中差異均不大，因此，無法探討其對於不同環境測試結果之影響；而實驗室因為是密閉空間且有空調，整體而言，實驗室的真菌及細菌去除效率較高(圖六、七)，相對的，臥房、辦公室及客廳由於無空調且有開窗情況，屬自然通風，外來的變因較多，因此各組的變動較無規律性，去除效率難以比較。

五、目前文獻上對類似議題及實驗條件下之研究成果尚十分有限【5.】，但根據世界衛生組織(WHO)所建議之一般室內空氣中微生物濃度之濃度值為 1000CFU/m³，而美國工業衛生師協會(American Conference of Governmental Industrial Hygienist; ACGIH)以及香港室內空氣品質管理規範亦均以此濃度為標準，根據本次研究結果顯示，在不同室內空間中所測得之微生物濃度一般而言均高於此 1000 CFU/m³，此結果顯示台灣地區由於氣候環境高溫高溼有利於各類微生物在室內環境中滋長，因而，因應一般室內環境空氣中高濃度之微生物污染，未來急需發展相關空氣微生物污染控制辦法。

捌、參考文獻：

- 1.鄭玉珍 87/11/“光觸媒—可能是化學物質過敏症源終結者”化工資訊月刊 第 12 卷第 11 期
- 2.吳紀聖 2003/08“光觸媒的原理與應用發展”科學月刊 第三十四卷第八期
- 3.行政院環境保護署 “室內空氣品質問題調查研究—空氣清淨機效能之評估”
4. ACGIH (1999), Bioaerosols: Assessment and Control, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH.
- 5.WuPC, SuSHJ, LiYY, HuangCY, ChiangCM (2002), Dynamics and Ventilation effects on airborne microbes at-conditioned office buildings in Taiwan. Proceedings of 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate (Monterey USA), Vol.4: 764~769

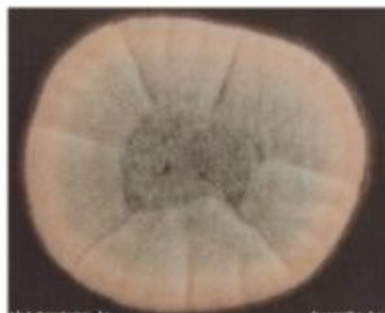
附件一



Asp.niger



Asp.flavus



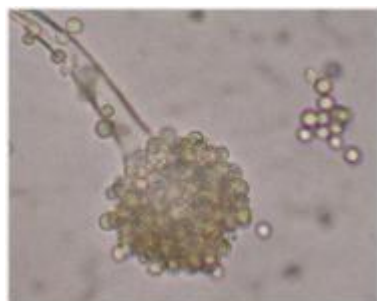
Asp.fumigatus



Cladosporium



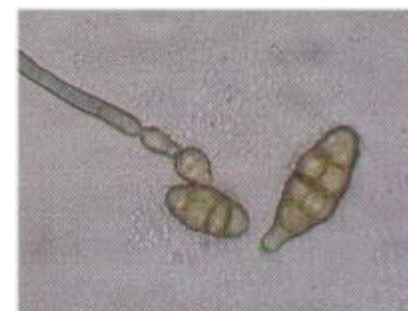
Asp.niger (顯微鏡下)



Asp.flavus(顯微鏡下)



Penicillium(顯微鏡下)



Alternaria(顯微鏡下)

附件二

客廳 12/12	A 組 空氣清淨機 only										
	CFU(菌落數)										
	T ₁	T ₂	M ₁	M ₂	D ₁	D ₂	TSA (Total)	MEA (Total)	DG18 (Total)	M+D	
背景值 14:30 無空調 開窗:1 人:0 Temp:21.7~22.7 RH:48~49	13	17	Asp.-0	Asp.-0	Asp.-0	Asp.-0	30-	Asp.-0	Asp.-0	Asp.-0	0
	-	-	Penicillium-2	Penicillium-0	Penicillium-3	Penicillium-6		Penicillium-2	Penicillium-9	Penicillium-9	11
開窗:1 人:0 Temp:21.7~22.7 RH:48~49	14	19	Clad-42- 54	Clad-46- 62	Clad-46- 62	Clad-50- 69	Ave.	Clad-88- 116	Clad-96- 131	247	
			Altern-1	Altern-0	Altern-1	Altern-0	15	Altern-1	Altern-1	2	
Yeast-0			Yeast-0	Yeast-0	Yeast-1	Yeast-1		Yeast-0	Yeast-2	2	
開後 1hr 15:40 無空調 開窗:1 人:0 Temp:20.7 RH:53	12	8	Asp.-0	Asp.-0	Asp.-1	Asp.-1	20-	Asp.-0	Asp.-2	2	
	-	-	Penicillium-3	Penicillium-1	Penicillium-4	Penicillium-3		Penicillium-4	Penicillium-7	Penicillium-7	11
開窗:1 人:0 Temp:20.7 RH:53	13		Clad-29- 34	Clad-33- 40	Clad-27- 31	Clad-27- 31	Ave.	Clad-62- 74	Clad-34- 62	136	
			Altern-1	Altern-0	Altern-0	Altern-1	10	Altern-1	Altern-1	2	
Yeast-0			Yeast-0	Yeast-0	Yeast-0	Yeast-1		Yeast-0	Yeast-1	1	
開後 2hr 16:40 無空調 開窗:1 人:0 Temp:20.6~20.7 RH:53	12	17	Asp.-0	Asp.-2	Asp.-5	Asp.-3	29-	Asp.-2	Asp.-8	10	
	-	-	Penicillium-6	Penicillium-4	Penicillium-2	Penicillium-5		Penicillium-10	Penicillium-7	Penicillium-7	17
開窗:1 人:0 Temp:20.6~20.7 RH:53	13	19	Clad-33- 40	Clad-50- 69	Clad-35- 43	Clad-36- 45	Ave.	Clad-83- 109	Clad-71- 88	197	
			Altern-0	Altern-0	Altern-1	Altern-1	14.5	Altern-0	Altern-2	2	
Yeast-0			Yeast-0	Yeast-0	Yeast-0	Yeast-1		Yeast-2	Yeast-1	3	

客廳 12/14	B 組 UV 燈照射濾網									
	CFU(菌落數)									
	T ₁	T ₂	M ₁	M ₂	D ₁	D ₂	TSA (Total)	MEA (Total)	DG18 (Total)	M+D
背景值 10:00 無空調 開窗:1 人:0 Temp:19.1 RH:50	11	11	Asp.-2 Penicillium-3 Clad-16- 17 Altern-0 Yeast-0	Asp.-0 Penicillium-2 Clad-18- 20 Altern-0 Yeast-3	Asp.-2 Penicillium-3 Clad-20- 22 Altern-0 Yeast-0	Asp.-1 Penicillium-2 Clad-23- 26 Altern-0 Yeast-3	22 Ave. 11	Asp.-2 Penicillium-5 Clad-34 Altern-0 Yeast-3	Asp.-3 Penicillium-5 Clad-43 Altern-0 Yeast-3	5 10 77 0 6
開後 1hr 11:10 無空調 開窗:1 人:0 Temp:19.7 RH:50	32	27	Asp.-2 Penicillium-1 Clad-24- 27 Altern-0 Yeast-1	Asp.-0 Penicillium-1 Clad-24- 27 Altern-0 Yeast-0	Asp.-1 Penicillium-0 Clad-23- 26 Altern-0 Yeast-1	Asp.-5 Penicillium-3 Clad-18- 20 Altern-0 Yeast-0	59 Ave. 29.5	Asp.-2 Penicillium-2 Clad-48 Altern-0 Yeast-1	Asp.-6 Penicillium-3 Clad-41 Altern-0 Yeast-1	8 5 89 0 2
開後 2hr 12:05 無空調 開窗:1 人:0 Temp:19.9 RH:50	7	8	Asp.-0 Penicillium-3 Clad-27- 31 Altern-0 Yeast-0	Asp.-0 Penicillium-2 Clad-22- 25 Altern-1 Yeast-1	Asp.-0 Penicillium-3 Clad-32- 39 Altern-0 Yeast-0	Asp.-2 Penicillium-1 Clad-23- 26 Altern-0 Yeast-2	15 Ave. 7.5	Asp.-0 Penicillium-5 Clad-49 Altern-1 Yeast-1	Asp.-2 Penicillium-4 Clad-55 Altern-0 Yeast-2	2 9 104 1 3

客廳 12/16	C 組 濾網上噴光觸媒									
	CFU(菌落數)									
	T ₁	T ₂	M ₁	M ₂	D ₁	D ₂	TSA (Total)	MEA (Total)	DG18 (Total)	M+D
背景值 17:53 無空 調 開窗:1 人:0 Temp:20 RH:54	5	5	Asp.-0 Penicillium-0 Clad-8 Altern-0 Yeast-0	Asp.-0 Penicillium-2 Clad-5 Altern-0 Yeast-0	Asp.-1 Penicillium-1 Clad-7 Altern-0 Yeast-0	Asp.-2 Penicillium-1 Clad-6 Altern-0 Yeast-1	10	Asp.-0 Penicillium-2 Clad-13 Altern-0 Yeast-0	Asp.-3 Penicillium-2 Clad-13 Altern-0 Yeast-1	3 4 26 0 1
							Ave. 5			
開後 1hr 19:05 無空 調 開窗:1 人:0 Temp:19.6 RH:59	11	17	Asp.-0 Penicillium-0 Clad-2 Altern-0 Yeast-0	Asp.-0 Penicillium-0 Clad-0 Altern-0 Yeast-2	Asp.-22- 25 Penicillium-0 Clad-2 Altern-0 Yeast-0	Asp.-6 Penicillium-6 Clad-7 Altern-0 Yeast-0	28	Asp.-0 Penicillium-0 Clad-2 Altern-0 Yeast-2	Asp.-28 Penicillium-6 Clad-9 Altern-0 Yeast-0	28 6 11 0 2
							Ave. 14			
開後 2hr 20:07 無空 調 開窗:1 人:0 Temp:20 RH:61	13	17	Asp.-3 Penicillium-5 Clad-7 Altern-1 Yeast-0	Asp.-0 Penicillium-1 Clad-8 Altern-0 Yeast-1	Asp.-5 Penicillium-2 Clad-5 Altern-0 Yeast-1	Asp.-2 Penicillium-2 Clad-10- 11 Altern-0 Yeast-1	30	Asp.-3 Penicillium-6 Clad-15 Altern-1 Yeast-1	Asp.-7 Penicillium-4 Clad-15 Altern-0 Yeast-2	10 10 30 1 3
							Ave. 15			

客廳 12/18	D 組 UV 燈照射 C 組									
	CFU(菌落數)									
	T	T	M ₁	M ₂	D ₁	D ₂	TSA (Total)	MEA (Total)	DG18 (Total)	M+D
背景值 16:56 無空調 開窗:1 人:0 Temp:20.3 RH:60	15	21	Asp.-1	Asp.-1	Asp.-4	Asp.-5	36	Asp.-2	Asp.-9	11
			Penicillium-4	Penicillium-7	Penicillium-3	Penicillium-0	Ave.	Penicillium-11	Penicillium-3	14
			Clad-19- 21	Clad-30- 36	Clad-20- 22	Clad-22- 25	18	Clad-49	Clad-42	91
			Altern-0	Altern-2	Altern-0	Altern-0		Altern-2	Altern-0	2
Yeast-0			Yeast-0	Yeast-0	Yeast-0	Yeast-0		Yeast-0	Yeast-0	0
開後 1hr 18:10 無空調 開窗:1 人:0 Temp:20.3 RH:62	19	24	Asp.-0	Asp.-6	Asp.-3	Asp.-4	43	Asp.-6	Asp.-7	13
			Penicillium-1	Penicillium-4	Penicillium-4	Penicillium-0	Ave.	Penicillium-5	Penicillium-4	9
			Clad-10- 11	Clad-14- 15	Clad-7	Clad-15- 16	21.5	Clad-24	Clad-22	46
			Altern-0	Altern-0	Altern-0	Altern-0		Altern-0	Altern-0	0
Yeast-1			Yeast-1	Yeast-0	Yeast-0	Yeast-0		Yeast-1	Yeast-0	1
開後 2hr 19:10 無空調 開窗:1 人:0 Temp:20.5 RH:63	14	14	Asp.-4	Asp.-1	Asp.-2	Asp.-2	28	Asp.-5	Asp.-4	9
			Penicillium-2	Penicillium-2	Penicillium-2	Penicillium-5	Ave.	Penicillium-4	Penicillium-7	11
			Clad-3	Clad-11- 12	Clad-18- 20	Clad-28- 33	14	Clad-14	Clad-46	60
			Altern-1	Altern-0	Altern-0	Altern-0		Altern-1	Altern-0	1
Yeast-1			Yeast-1	Yeast-0	Yeast-1	Yeast-0		Yeast-1	Yeast-1	2

附件三

細菌去除效率

Site	操作時間(hr)	A	B	C	D
臥房	1	-99.86%	41.02%	-65.29%	-54.19%
臥房	2	44.46%	-23.19%	-40.02%	61.49%
實驗室	1	33.24%	44.37%	-14.11%	14.31%
實驗室	2	59.95%	77.74%	28.61%	57.12%
補習班	1	81.42%	93.81%	70.22%	88.76%
補習班	2	81.42%	93.47%	72.33%	77.23%
辦公室	1	49.38%	-102.41%	-1.97%	2.54%
辦公室	2	34.07%	-161.15%	0.00%	-18.60%
客廳	1	37.52%	-190.10%	-213.30%	-19.58%
客廳	2	2.87%	37.30%	-232.35%	25.70%

真菌去除效率

Site	操作時間(hr)	A	B	C	D
臥房	1	36.49%	84.65%	-968.40%	-0.43%
臥房	2	-31.44%	-264.00%	-391.08%	-32.15%
實驗室	1	.	39.95%	27.58%	21.74%
實驗室	2	95.82%	50.02%	-89.65%	56.54%
補習班	1	46.18%	87.66%	100.00%	5.22%
補習班	2	100.00%	95.68%	100.00%	0.00%
辦公室	1	.	-12.43%	41.44%	-15.92%
辦公室	2	-1.20%	20.63%	15.49%	-80.94%
客廳	1	30.13%	-32.75%	43.71%	29.07%
客廳	2	2.99%	-30.95%	-105.40%	55.43%

A 組：空氣清淨機 only

B 組：UV 燈照射濾網

C 組：濾網上噴光觸媒

D 組：UV 燈照射 C 組

評語

040720 高中組生物科

空氣清靜機和光觸媒對室內空氣中微生物之滅菌效果

1. 記錄仔細。
2. 實驗內容變因過多，缺乏控制，不易得到精確之結論。