

室內植物淨化空氣

葉德銘

臺灣大學園藝暨景觀學系教授

一、前言

據估計，現代人每天約有 80%~90% 的時間是在室內度過，但近年來，常有報導指出，當置身於密閉性較高的建築物內，會出現頭痛、眼、鼻或喉嚨的感染、易感冒、皮膚乾燥發癢、嗜睡、噁心、無法專注、易疲勞，對氣味敏感等症狀，稱為「病態建築症候群」。病態建築症候群大部分與建築物內空氣污染有關，在某些無窗戶通風的建築物裡，空氣污染的程度可達室外環境的 100 倍之多。世界衛生組織報導，全球約有 30% 新建築有室內空氣污染問題，全球每年約 10 萬人因為室內空氣污染而死於氣喘，其中有 35% 為兒童。德國學者指出女性較男性苦於 SBS (44.3% vs. 26.2%)。美國曾罹患與室內空氣污染有關之過敏疾病的比例高達五分之一。在臺灣，若室內空氣品質有所改善，每年在相關疾病的健保醫療支出上可減少 37.3 億至 40.2 億元，如再考量照護成本、工時損失、生產力等其他經濟因子，則改善室內空氣品質可獲致之效益更高(蘇，2005)。擺設正確之室內植物，是最自然環保的淨化室內空氣方式。在室內擺設綠色植物是改善生活品質的好方法，植物不僅可以美化空間，科學研究更顯示栽培植物有助於放鬆心情、減少壓力與疲勞感。

二、室內空氣污染物

常見的室內空氣污染物包括懸浮微粒、高濃度的二氧化碳、揮發性有機化合物及氨等。

1. 塵埃與懸浮微粒

懸浮微粒常帶有硫酸鹽、硝酸鹽、氯鹽、金屬物質(鉛、鎘、鋅、鋁等)、石棉、二氧化矽等。直接接觸皮膚和眼睛的塵埃，會阻塞皮膚的毛囊和汗腺，引起皮膚炎和眼結膜炎。粒徑大於 10 μm 的落塵，通常可經由鼻毛清除；而粒徑小於 10 μm 的懸浮微粒經呼吸進入人體後，甚至可深入肺泡，對人體健康造成影響。

植物葉片能有效吸附大量塵埃，依其不同特性，可區分為停著、附著和黏著三種。「停著」是指塵埃暫時落於葉面上，一經外力或風吹隨即飛走，通常為葉片狹小或葉片光滑者。「附著」是指塵埃落於葉面，固著於氣孔或絨毛上，需較大的風或雨時方可帶走，然後又恢復其蒙塵能力，通常為葉片寬大平展、葉面粗糙有絨毛的植物。「黏著」是指塵埃受到葉面的黏性物質所黏附，通常為枝葉能分泌樹脂黏液者。

在 256 m³ 無窗戶之電腦實驗室 2%面積內，放置以底部灌溉之白鶴芋、粗肋草、雪佛里椰子、紅邊竹蕉等室內植物。雖然植物以傳統之無土混合介質栽培，可能增加灰塵來源；但研究結果指出這些植物仍可截留並減少 20% 落塵量，降低落塵對電腦硬碟之危害。

臺大園藝系花卉研究室針對市售常見 50 種室內植物進行研究，以 250 mesh 過篩後的塵土均勻落於葉面上，將附著之塵土淋洗過濾並秤重，計算各種植物每單位葉面積(1 cm²)之最大滯塵量。研究結果顯示，葉片滯塵量排名前十名的室內植物分別為非洲堇、鐵十字秋海棠、皺葉椒草、大岩桐、薛荔、嫣紅蔓、麗格秋海棠、長壽花、盆菊、白網紋草 (表 1)。其共同特徵為具有絨毛或凹凸不平表面的葉片，可有效吸附塵埃。但室內植物葉片可能因落塵堵塞氣孔而降低氣體交換率，為避免影響其淨化空氣的效果，建議每隔數週以濕潤的抹布擦拭葉面及葉背，去除累積之灰塵與水垢，清理葉片以增加滯塵效率，同時維護盆栽的美觀。

表 1. 臺灣常見室內植物之單位葉面積滯塵量(mg·cm⁻²)。

植物種類	滯塵量	植物種類	滯塵量	植物種類	滯塵量
非洲堇	30.53	冷水花	0.98	黃金葛	0.52
鐵十字秋海棠	10.69	繡球花	0.89	心葉蔓綠絨	0.51
皺葉椒草	9.11	黑葉觀音蓮	0.88	娃娃朱蕉	0.45
大岩桐	8.34	印度橡膠樹	0.87	白蝴蝶合果芋	0.44
薛荔	5.58	白斑垂榕	0.83	琴葉榕	0.40
嫣紅蔓	3.02	西瓜皮椒草	0.71	袖珍椰子	0.38
麗格秋海棠	2.73	檸檬千年木	0.71	萬年竹	0.37
長壽花	2.65	非洲菊	0.70	中斑吊蘭	0.36
盆菊	2.31	鹿角蕨	0.68	變葉木	0.36
白網紋草	2.25	西洋杜鵑	0.68	龜背芋	0.36
馬拉巴栗	1.79	常春藤	0.66	白鶴芋	0.33
金脈單藥花	1.45	孔雀竹芋	0.64	噴雪黛粉葉	0.32
波士頓腎蕨	1.42	白馬粗肋草	0.60	臺灣山蘇花	0.30
蝦蟆秋海棠	1.35	仙客來	0.59	擎天鳳梨	0.21
鐵線蕨	1.34	秋石斛	0.57	中斑香龍血樹	0.17
彩虹竹蕉	1.07	聖誕紅	0.56	澳洲鴨腳木	0.16
		火鶴花	0.54	福祿桐	0.03

2. 二氧化碳

大氣中二氧化碳濃度約在 350-400 ppm 之間，然而通風不良或密閉的環境下，二氧化碳濃度隨著室內人數及停留時間增長而逐漸累加，室內二氧化碳濃度常可高達 600-1000 ppm 以上。二氧化碳濃度過高時，易產生頭痛、嗜睡、反射減退、倦怠等症狀，降低工作效率。臺大園藝系花卉研究室實測於夏季開冷氣期間，臺北市某國中教室一天中二氧化碳濃度變化，教室內二氧化碳濃度隨學生上課而增加，可達 3000 ppm，下課後教室內二氧化碳濃度降至 400 至 500 ppm (圖 1)。大部份綠色植物於白天光合作用過程中，經由氣孔吸收二氧化碳並形成有機酸或醣類貯存及利用，因此可以減少環境中二氧化碳的累積量。但室內環境常伴隨低光度或高二氧化碳濃度問題，而使許多植物在此環境下氣孔關閉，因此必須選擇耐低光且在高濃度二氧化碳下仍能開啟氣孔並行光合作用之植物。

臺大園藝系花卉研究室針對 50 種常見室內植物，模擬靠窗明亮環境($40 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)，量測各植物對不同二氧化碳濃度的淨光合作用速率，研究顯示非洲堇、嫣紅蔓、波士頓腎蕨、印度橡膠樹、非洲菊、聖誕紅、心葉蔓綠絨、袖珍椰子、吊蘭、龜背芋、白鶴芋等室內植物，於環境二氧化碳濃度達 1200 ppm 仍可進行光合作用，減少二氧化碳濃度(表 2)，但是室內光線要很明亮，降低二氧化碳濃度之效果才好。

大多數植物之氣孔在夜晚關閉，而部份仙人掌、蘭科植物進行景天酸代謝，會於夜間吸收二氧化碳。於醫院密閉房間內，連續一年測量夜間二氧化碳濃度，研究顯示，有人活動的房間內二氧化碳濃度增加；若於密閉房間內混合擺放三種景天科植物，所測之室內二氧化碳濃度皆降低。

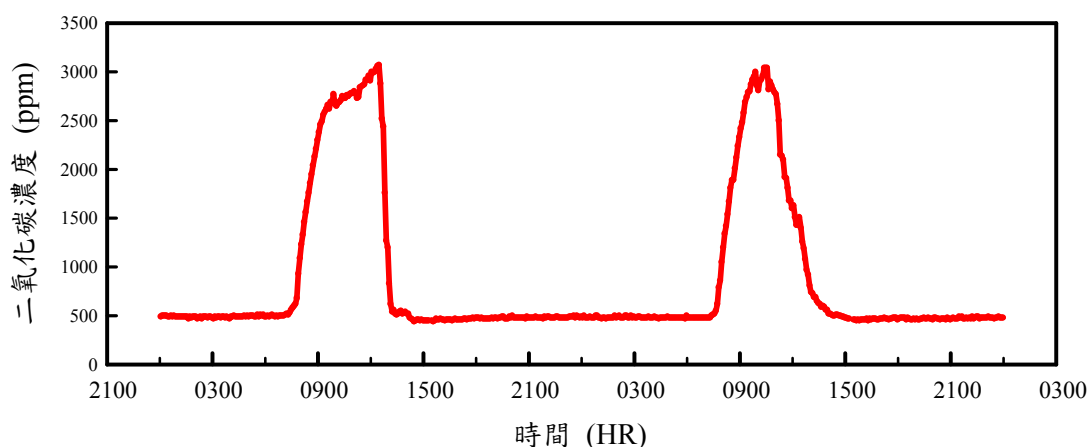


圖 1. 臺北市某國中教室之二氧化碳濃度變化(0830 - 1500 HR 為上課時間)。

表 2. 臺灣常見室內植物可減少二氧化碳濃度之範圍。

植物種類	二氧化碳濃度 (ppm)													
	0	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
非洲堇														
鐵十字秋海棠														
皺葉椒草														
大岩桐														
薜荔														
嫣紅蔓														
麗格秋海棠														
長壽花														
盆菊														
白網紋草														
馬拉巴栗														
金脈單藥花														
波士頓腎蕨														
蝦蟆秋海棠														
鐵線蕨														
彩虹竹蕉														
冷水花														
繡球花														
黑葉觀音蓮														
印度橡膠樹														
白斑垂榕														
西瓜皮椒草														
檸檬千年木														
非洲菊														
鹿角蕨														
西洋杜鵑														
常春藤														
孔雀竹芋														
白馬粗肋草														
仙客來														
秋石斛														
聖誕紅														
火鶴花														
黃金葛														
心葉蔓綠絨														
娃娃朱蕉														
白蝴蝶合果芋														
琴葉榕														
袖珍椰子														
萬年竹														
中斑吊蘭														
變葉木														
龜背芋														
白鶴芋														
噴雪黛粉葉														
臺灣山蘇花														
擎天鳳梨														
中斑香龍血樹														
澳洲鴨腳木														
福祿桐														

3. 有機揮發物質(Volatile Organic Chemicals, VOCs)

家庭或辦公室等環境中，散布來自於建築材料、家具、裝飾物及除臭劑、清潔劑等產品所產生的化學物質。人亦會有呼氣產生有機揮發物質，於室內甚至可偵測到超過 300 種揮發性有機化合物(圖 2)。合成的有機化合物質在室溫下變成蒸氣或氣體，其中有許多是具有毒性的。通常這些揮發性有機物存在於某些家具、圖畫、膠布、溶劑、窗簾、地毯、噴霧罐、建築材料、清潔劑、除臭劑及修正液等，短期接觸會刺激眼睛及呼吸道系統；長期則影響腎臟及肝臟健康，甚至引發癌症或生育障礙。

圖 2. 室內常見之揮發性有機物來源(Wolverton, 1996)。

來源	甲醛	二甲苯 / 甲苯	苯	三氯 乙烯	氯仿	氨	乙醇	丙酮
膠水	✓	✓	✓				✓	
生物排泄物		✓				✓	✓	✓
曬圖機						✓		
地毯							✓	
填隙化合物	✓	✓	✓				✓	
天花板	✓	✓	✓				✓	
含氯自來水					✓			
清潔劑						✓		
電腦螢幕		✓						
化妝品							✓	✓
複印機				✓			✓	
窗簾	✓							
紡織品	✓							
面紙	✓							
地板	✓	✓	✓				✓	
瓦斯爐	✓							
購物袋	✓							
去光水								✓
修正液								✓
油漆	✓	✓	✓				✓	
紙巾	✓							
粒片板	✓	✓	✓				✓	
免燙布料	✓							
影印機		✓	✓	✓		✓		
三合板	✓							
著色劑	✓	✓	✓				✓	
二手菸	✓		✓					
家具	✓							
牆壁塗漆		✓	✓				✓	

甲醛是最常見的室內空氣污染毒物，是一種刺激性氣體，約有三千多種不同建築物的產品含有甲醛，主要來源為纖維板、三夾板、隔音板、保麗龍等裝潢材料中。目前甲醛已被世界衛生組織確定為致癌和致畸型物質，室內濃度達嗅 0.41 ppm 會使人體產生流淚及眼睛異常敏感的症狀。長期接觸低劑量甲醛可引起慢性呼吸道疾病，引起鼻咽癌、結腸癌、腦瘤、細胞核基因突變等(臺大環安衛通訊，2006)。苯則經常添加於清潔劑、橡膠製品及染料中，對於皮膚及眼睛常造成刺激。而三氯乙烯主要含在油性筆液、亮光劑、黏著劑及修正液中。

Schmitz 等人(2000)試驗 27 種室內植物，葉片吸收甲醛後，經由體內酵素代謝作用，將甲醛轉為胺基酸、醣類及有機酸，並運移至莖或根部貯存(圖 3)，且光照下植物吸收甲醛的能力為黑暗中的五倍。

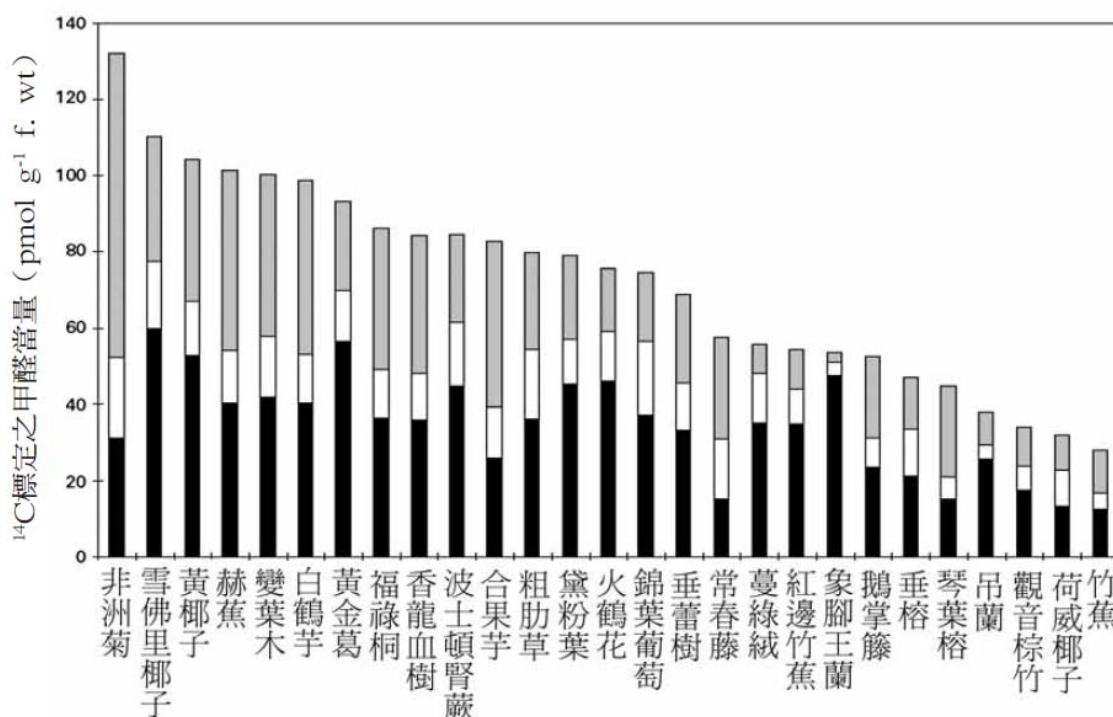


圖 3. 二十七種室內植物代謝甲醛之能力(黑色：醣類；白色：有機酸；灰色：胺基酸)(Schmitz et al., 2000)

臺大園藝系花卉研究室將 20 種常見室內植物，移入含 1 ppm 甲醛濃度之密閉熏氣箱體積(0.128 m^3)，置於光強度 $80 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 下，測試植物於 0900HR 至 1700HR 對甲醛之移除能力；結果顯示參試之 20 種室內植物皆可吸收甲醛。於試驗開始 1 至 3 小時(0900HR-1100HR)內比較各植物最高單盆甲醛移除能力，其中以波士頓腎蕨、白鶴芋‘帕拉斯’ (圖 4)、心葉蔓綠絨等於第 1 小時移除能力較高，可移除熏氣箱中超過一半之甲醛濃度。

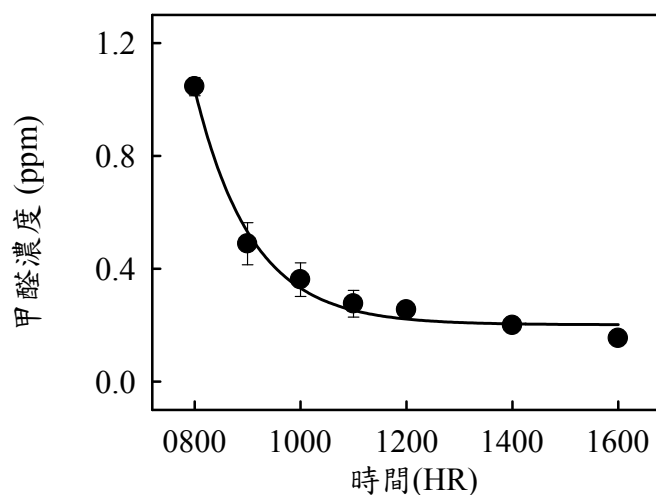


圖 4. 白鶴芋‘帕拉斯’對甲醛之移除效率。

然而，放置盆栽不僅可經由葉片氣孔吸收與體內酵素作用減少 VOCs，亦有許多研究認為根群與土壤或介質中的微生物也扮演重要的角色。Kim 等人(2008)研究垂榕與八角金盤之地下部，經高溫殺菌後對甲醛移除能力之影響(圖 5)，結果顯示高溫殺菌後之甲醛移除能力減少 90%，顯示植物甲醛移除能力與植物根系及介質中之微生物有關。植株、根系與土壤微生物的盆栽整體，為一個調節性的生物系統，可有效且持續吸收淨化有害氣體。

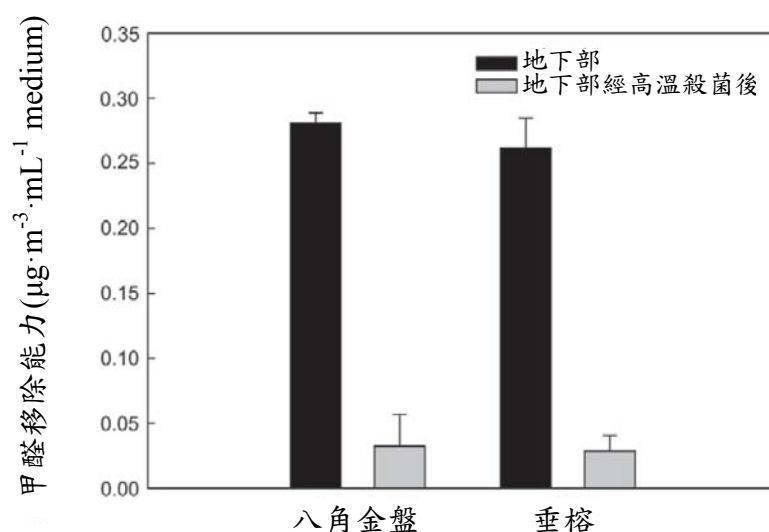


圖 5. 高溫殺菌($120^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, 30 min)對八角金盤與垂榕地下部甲醛移除能力之影響。(修改自 Kim et al., 2008)

美國太空總署針對植物吸收密閉空間內 VOCs 之能力進行系列研究，吸收甲醛、苯、三氯乙烯、二甲苯能力前十名之室內植物如表 3-6 所示。研究結果建議室內每 2.7 坪(約 9 m²)的地板面積，即應放置一棵至少 6 寸(15 公分)盆大小的植物，可降低 VOCs，而提高室內空氣品質。

表 3. 植物於密閉室內移除甲醛之能力 (Wolverton and Wolverton, 1993)。

排名	植物種類	移除速率 ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$)
1	波斯頓腎蕨	1863
2	菊花	1454
3	羅比親王海棗	1385
4	竹蕉	1361
5	雪佛里椰子	1350
6	常春藤	1120
7	垂榕	940
8	白鶴芋	939
9	黃椰子	938
10	中斑香龍血樹	938

表 4. 植物於密閉室內移除苯之能力 (Wolverton et al., 1989)。

排名	植物種類	移除速率 ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$)
1	非洲菊	4485
2	菊花	3205
3	白鶴芋	1725
4	銀線竹蕉	1629
5	雪佛里椰子	1420
6	紅邊竹蕉	1264
7	虎尾蘭	1196
8	竹蕉	1082
9	銀后粗肋草	604
10	常春藤	579

表 5. 植物於密閉室內移除三氯乙烯之能力 (Wolverton et al., 1989)。

排名	植物種類	移除速率 ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$)
1	非洲菊	1622
2	紅邊竹蕉	1137
3	白鶴芋	1127
4	竹蕉	764
5	雪佛里椰子	688
6	銀線竹蕉	573
7	中斑香龍血樹	421
8	虎尾蘭	405
9	常春藤	298

表 6. 植物於密閉室內移除二甲苯之能力 (Wolverton and Wolverton, 1993)。

排名	植物種類	移除速率 ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$)
1	黃椰子	654
2	羅比親王海棗	610
3	白玉黛粉葉	341
4	紅邊竹蕉	333
5	黛粉葉	325
6	春雪芋	325
7	皺葉腎蕨	323
8	銀線竹蕉	295
9	火鶴花	276
10	中斑香龍血樹	274

4. 氨氣

Lindgren (2010)測試北京市中心新建辦公室內氨氣濃度，可能因晚上關閉通氣系統造成氨氣增加達 3-6 ppm，而於室外則氨氣少於 0.1 ppm。Oyabu 等(2003)指出氨為療養院中主要的有害氣體之一，主要來自人類的排泄物，經過試驗指出橡膠樹的移除能力最好，其次為黃金葛和虎尾蘭，而增加植株數目可提高氨的移除效率，隨氨氣的濃度增加植物移除效率會下降。美國太空總署研究指出觀音棕竹為移除氨效率較好的植物(表 7)。

表 7. 植物移除氨之能力(Wolverton and Wolverton, 1993)。

植物	每小時移除量(μg)	溫度(°C)	盆栽直徑(cm)
觀音棕竹	7,356	24.1	25.4
春雪芋	5,208	24.3	20.3
麥門冬	4,308	26.4	15.2
火鶴	4,119	24.5	25.4
菊花	3,641	26.5	15.2
竹芋	3,100	26.2	20.3
鬱金香‘Yellow Present’	2,815	26.7	15.2
袖珍椰子	2,453	25.8	16.5
垂榕	1,480	24.4	15.2
白鶴芋	1,269	24.1	15.2
皋月杜鵑	984	23.3	15.2

謹整理臺灣市售 50 種常見室內植物之淨化室內空氣能力於表 8，以供參考。

表 8. 臺灣市售 50 種常見室內植物淨化室內空氣能力總表

植物種類	單位葉面積 滯塵能力	二氧化碳 移除速率	移除 VOC						
			甲 醛	三 氯 乙 烯	氨	二 甲 苯	甲 苯	苯	
鐵線蕨	★★★★★★	★★	V	不詳					
粗肋草	★★★★	★★★★★	V	V	不詳	V	V	V	
黑葉觀音蓮	★★★★★	★★★★★★★★★	V	不詳					
火鶴花	★★★★	★★★★	V	V	V	V	V	V	
金脈單藥花	★★★★★★	★★★★★★★★★	V	不詳					
臺灣山蘇花	★★	★★★★★★	V	不詳					
麗格秋海棠	★★★★★★★	★★★★	V	不詳					
鐵十字秋海棠	★★★★★★★★★★★★	★★	不詳						
蝦蟆秋海棠	★★★★★★	★★★★★★	不詳						
孔雀竹芋	★★★★	★★★★★	V	V	V	不詳	V	V	
袖珍椰子	★★	★★★★★★★★★	V	V	V	V	V	不詳	
中斑吊蘭	★★	★★★★★★★★★	V	V	不詳	V	V	V	
朱蕉	★★★★	★★★★★	V	不詳		V	V	V	
變葉木	★★	★★★★★★	V	V	不詳		V	V	
仙客來	★★★★	★★★★★	V	不詳		V	不詳		
秋石斛	★★★★	★★	V	不詳		V	不詳		
盆菊	★★★★★★★★	★★★★★★★★★★★★	V	V	V	V	V	V	
黛粉葉	★★	★★★★★★★★★	V	V	不詳	V	V	V	
檸檬千年木	★★★★	★★★★★	V	V	不詳	V	V	V	
中斑香龍血樹	★	★★★★	V	V	V	V	V	V	
彩虹竹蕉	★★★★★★	★★	V	V	不詳	V	V	V	
萬年竹	★★	★	V	不詳					
黃金葛	★★★★	★★★★★★	V	V	V	V	V	V	
聖誕紅	★★★★	★★★★★★★★★★★★	V	不詳					
垂榕	★★★★★	★★	V	V	V	V	V	V	

植物種類	單位葉面積 滯塵能力	二氧化碳 移除速率	移除 VOC						
			甲 醛	三 氯 乙 烯	氨	二 甲 苯	甲 苯	苯	
印度橡膠樹	★★★★★	★★★★★★★★★★★★	V	V	V	不詳	V	V	
琴葉榕	★★★★	★★★★★	V	不詳					
薜荔	★★★★★★★★★★	★★★★★★★★	不詳						
白網紋草	★★★★★★★★	★★★★★	不詳	V	不詳	V	V	V	
非洲菊	★★★★★	★★★★★★★★★★★★	V	V	不詳		V	V	
擎天鳳梨	★★	★★★★★★	不詳	V	不詳	V	V	V	
常春藤	★★★★★	★★★★★★	V	V	不詳	V	V	V	
繡球花	★★★★★	★★★★★★★★★★	不詳						V
嫣紅蔓	★★★★★★★★★★	★★★★★★★★★★★★	不詳						
長壽花	★★★★★★★★	★★★★★	V	不詳		V	V	V	
龜背芋	★★	★★★★★★★★★★★★	V	不詳					
波士頓腎蕨	★★★★★★★★	★★★★★★★★★★★★	V	V	不詳	V	不詳	V	
馬拉巴栗	★★★★★★★★	★★★★★★★★	V	不詳		V	V	V	
西瓜皮椒草	★★★★★	★★★★	不詳						V
皺葉椒草	★★★★★★★★★★	★★★★★★★★	不詳						
心葉蔓綠絨	★★★★	★★★★★★★★★★★★	V	V	不詳		V	V	
冷水花	★★★★★	★★★★★★	不詳						
鹿角蕨	★★★★★	★★★★★★	V	不詳					
福祿桐	★	★★★★★	V	V	不詳		V	V	
西洋杜鵑	★★★★★	★★★★★★★★★★	V	不詳	V	V	不詳		
非洲堇	★★★★★★★★★★	★★★★★★★★★★★★	不詳						
澳洲鴨腳木	★	★★★★★★★★	V	不詳				V	
大岩桐	★★★★★★★★★★	★★★★	不詳						
白鶴芋	★★	★★★★★★★★★★★★	V	V	V	V	V	V	
合果芋	★★★★	★★★★★★	V	V	不詳	V	V	V	

★ 愈多表示滯塵能力或二氧化碳移除速率愈高 V 表示已有文獻證實具有淨化能力
“不詳”表示尚未具實驗證據