

# 國立中興大學水土保持學系 專題討論(二)簡報(9375)

題目：旅人蕉改善老人院室內夜間空氣之探討

授課老師：林俐玲 教授

指導老師：梁 昇 教授

報告學生：葉楷旻(學號-59742206)

報告時間：98年12月19日



國立中興大學

National Chung Hsing University

# 摘要

旅人蕉原為沙漠CAM類景觀植物，已經由梁昇教授在台灣試驗證實具有淨化庭院與室內夜間空氣CO<sub>2</sub>濃度之功效。本研究以老人院為進一步測試對象，聘請內科醫師協助評估有無改善院民情緒或減除疲憊之增益效果。下午四點起，分別在黃椰子室(對照)、旅人蕉室(處理)、走廊、院門口四個點位量測CO<sub>2</sub>濃度、氣溫與相對濕度。發現自入夜七點起，院門口處氣溫已比其他三處低於2°C以上時，相對濕度上升4%，旅人蕉室內CO<sub>2</sub>濃度減量明顯發生；其他點處則不明顯。受測院民在醫師訪查時，均強調另外感受到室內惡臭氣味的改善。



# 摘要

- 本試驗立即延伸加測溶解在水中的空氣之NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 與NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度，發現旅人蕉室內空氣中已無NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N含量且空氣中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度已較其他二處降低。加上綠意效果，受測院民對旅人蕉室空氣的改善效果好評不斷。本研究針對成果應用於老人或行動不便者房屋或室內設計，提出兩種綠建築造型來配合旅人蕉的特殊生長條件需求。
- 關鍵詞：CAM類景觀植物、淨化夜間空氣、減除疲憊、室內設計、綠建築。



# 簡 報 大 綱



✓ 前言

✓ 文獻回顧

✓ 研究材料與方法

✓ 結果分析與討論

✓ 結論

✓ 參考文獻



# 前 言



國立中興大學

National Chung Hsing University

# 前 言 (1/6)

## 1.1 研究緣起

有鑑於地球日益暖化，政府間氣候變化專門委員會(IPCC, 2001)指出，全球平均表面溫度持續攀升氣候變遷，若無法有效遏阻，人類生存環境將嚴重影響。美國冰雪資料中心和太空總署(2005)亦發現北極冰層面積正逐漸縮小，反之，海平面上升估計百年後恐消失。

全球氣候變暖是引起近年世界各海域颶風數量增加及海水表面溫度上升的原因，未來的氣候變遷將比目前預估情況更加嚴重，而島嶼國家可能是受氣候變遷影響最嚴重的對象。



## 前 言 (2/6)

我國每個人在日常生活作為中所產生之CO<sub>2</sub>排放量約為2.48公噸，若以每戶平均人口數3.16人估算，每戶家庭每年約貢獻約7.82噸CO<sub>2</sub>排放量。以交通工具使用貢獻度最大(58%)，其次為電力(33%)及瓦斯使用(比9%)。只有植物的光合作用反過來固定空氣中的二氧化碳，減緩地球氣候溫室效應。

林惠民(2007)在荒野快報中發表，50年來因為人類產業活動的增加，使得地球大氣中的二氧化碳背景濃度已從290ppm上升至380ppm，使得地球氣候不斷高溫化，並且快速地將各種燃料能源消耗殆盡。從如此二氧化碳的濃度可看出人們對能源的消耗狀況，因此綠化對於二氧化碳的固定效果，無疑是改善如此惡況最有效的對策。



## 前 言 (3/6)

我國在2003年綠建築評估系統更進一步納入「室內舒適環境與生物多樣性」等二項指標，至此，更確立了生態、節能、減廢、健康(EEWH)的綠建築政策。

二氧化碳排放量有效降低與淨化空氣，使人類生活品質提高，對消除疲勞，身體機能改善，達到身心調節進而增加產能。疲憊消除的黃金時段是上半夜，尋找有效的功能體是以極具價值。



# 前 言 (4/6)

## 1.2 研究目的

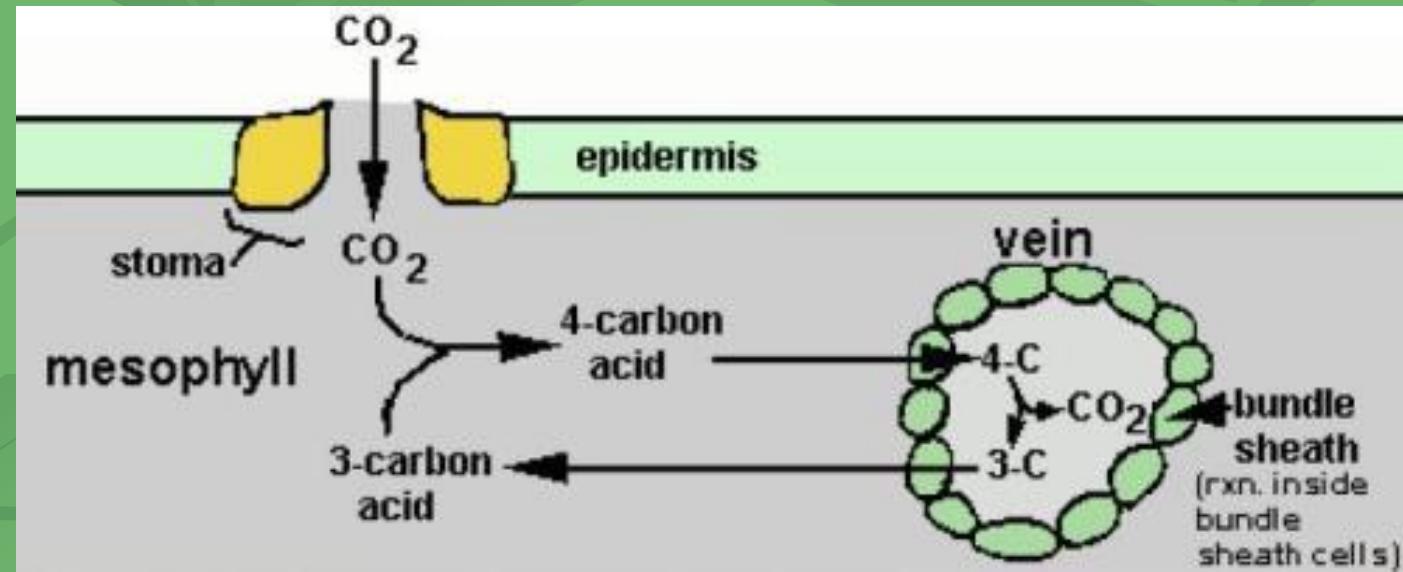
景天酸代謝植物(crassulacean acid metabolism plant, 簡寫成CAM)素以省水聞名(Hartsock and Nobel, 1976)，白天都緊閉氣孔(stomata)，葉綠素(Chloroplast)進行卡爾文循環(Calvin cycle)所須的CO<sub>2</sub>取自暫存在大液泡(vacuole)的酸性物質(主要是蘋果酸，但也有天門冬氨酸)malate(示如圖1b)，而此暫存的malate係前一晚氣孔夜間打開時，吸收的CO<sub>2</sub>轉化暫存在大液泡內的(示如圖1a)。

最初在鳳梨與龍舌蘭(Sanseveria)植物發現，後來也在一些沙漠植物中發現。



# 前 言 (5/6)

## CAM plants 過程



## 前 言 (6/6)

CO<sub>2</sub>固定(CO<sub>2</sub> fixation)的最佳PH5值是7.0~7.6(Spalding and Edwards, 1980)。當氣孔封閉時內部CO<sub>2</sub>濃度最高，當氣孔打開時內部CO<sub>2</sub>濃度最低。空氣中CO<sub>2</sub>濃度不但影響人類心情甚巨，而且對地球暖化關係密切，如能應用景天酸代謝植物改善重要時段的坡地住家環境，亦有造福之功。

在坡地住家，本人選擇易栽、終年長綠、且樹形優美的代表性沙漠植物旅人蕉(traveler's tree)進行。如能進一步針對CO<sub>2</sub>減低功效的建立門檻值(threshold)與建立操作的對策，必能彰其在關鍵時段空氣淨化、綠建築、或坡地住家休閒應用之價值。是以在本試驗，測定日落前後改變環境CO<sub>2</sub>濃度的功用加以分析比較。本人利用旅人蕉植物操作夜間二氧化碳濃度淨化效果來協助人類消除當日疲勞應是可行的。



# 文獻回顧



國立中興大學

National Chung Hsing University

# 文獻回顧 (1/25)

## 2.1 國外研究

按Loreau等人(2001)在 ” Biodiversity and Ecosystem Functioning” 一文中說明植物生物種愈多，植物生質量(plant biomass, g/m<sup>2</sup>)愈多，CO<sub>2</sub>流(flux)標準差愈低；意即複層林固碳效果佳，複層林是遏阻地球暖化加劇好幫手。

所以複層林是CO<sub>2</sub>減量的最佳林型。CAM植物全日的固碳量因日間較低光合作用而量較少(Hartsock and Nobel, 1976)，這可能是針對CAM植物與CO<sub>2</sub>關係進行研究未受重視的原因。



## 文獻回顧 (2/25)

Hartsock等人(1976)認為C3、C4與CAM植物固定單位CO<sub>2</sub>所耗水量分別為6:10:1；國外研究文獻大部分的研究集中在植物對空氣污染上的代謝機制反應(Reinert, 1984；smith,1984； Benitez, 1993)。

從植物碳吸存的時刻變化而言，配合人類的作息，卻有不同的意義。入夜意味著疲憊，任何可以舒緩情緒的行業紛紛上場；上半夜的有限時段正是消除疲憊的黃金時段。Gilbreth and Gilbreth (1919)在他們合作的書「疲憊研究(fatigue study)」，書名的加註是「非必要的疲憊是人類最大的浪費」，序言中有句名言寫着：

‘Other things being equal, that country will be most happy and most successful whose workers have the least unnecessary fatigue.’



# 文獻回顧 (3/25)

顯然疲憊是快樂與成功的重要指標，關係人民福祉與成就。接著他們又寫着疲憊的驗證是須要專家的：

‘Fatigue study rests on scientific investigation that requires the special training of an expert, and laboratory methods and equipment; but there are elementary methods of studying and eliminating fatigue that are not only so simple that any one can understand and apply them, but that are also a definite stage in the preparation of the fatigue study expert.’



# 文獻回顧 (4/25)

九〇年代日本厚生省對國民健康意識調查，發現八成的人民對於健康相當關心，其中三分之一的人感受壓力疲憊的可怕。

根據世界衛生組織（WHO）統計，北美地區因壓力疲憊所付出的代價每年超過二千億美元，其中在美國因為壓力疲憊所造成企業的損失就超過三百億美元。

在英國由於壓力疲憊所耗損的產值佔了國民生產毛額（GNP）的百分之三點五強。美國和加拿大的研究更發現可以有效增加產能和減少保險給付，平均投資一元在消除壓力疲憊管理，在五年內可達廿倍以上的資金回收效益，所以，目前職業壓力的處理和相關症候群的預防和治療，成為企業組織內最重要的課題之一。



# 文獻回顧 (5/25)

## 2.2 國內研究

仲崇毅等人(2007)針對台灣19種樹木試驗，以葉片含量為指標，對氮氧化合物或是硫氧化物淨化能力較佳者分別是毛柿與白水木，而較差者則分別為欖仁及苦棟。並沒有涉及CO<sub>2</sub>吸收。

黃靖倫(2005)「蝴蝶蘭實生瓶苗二氣化碳日韻律之連續性偵測」碩士論文中提到以CO<sub>2</sub>日韻律判別固碳模式轉變過程，再量測磷酸烯醇丙酮羧化酶(PEPC)的活性及蛋白質濃度，證明株齡和光週期時程有關。



# 文獻回顧 (6/25)

台北市錫瑠環境綠化基金會(2008)，台北市吳興國小屋頂綠化工程，計畫著重於「開闊型之綠屋頂」，意指在屋頂上進行薄層綠化，強調以「人工地盤技術」，達到質量輕、成本低、維護少之原則，達到建築隔熱降溫、減緩暴雨逕流、淨化空氣汙染及都市生物跳島等都市生態環境改善之目的。

開闊型綠屋頂環境嚴苛、介質淺，在沒有降雨和灌溉的情況下，一天後介質含水量就降至  $0 \text{ m}^3 / \text{m}^3$ ，因此選用的植物必須能耐熱、耐旱。通常行景天酸代謝 (crassulacean acid metabolism, CAM) 的景天屬 *Sedum* 為常用植物材料。市面量產之景天科植物種類，有如松葉景天、斑葉佛甲草、圓葉景天、菱葉景天、萬年草等約5-10種。



# 文獻回顧 (7/25)

樹種對象常會是多元化與多天候考量的，譬如易栽、終年長綠、樹形優美、且花果的香色味儘量納入；庭院成林或散株均具特殊風味最佳。

由於國內研究尚剛萌芽，重要摸索方向應該包括到底本土種CAM或外來種的沙漠植物那一類可能較有應用潛力？梁昇與吳培鴻(2008)「景天酸代謝植物淨化坡地住宅空氣效益之研究-以鳳梨為例」已針對本土種鳳梨進行過初步研究。



# 文獻回顧 (8/25)

## 2.3 植物光合作用：固碳模式

自然界中的植物、藻類和某些細菌利用葉綠素進行光合作用，在光的照射下，將二氧化碳、水或硫化氫轉化成為碳水化合物。光合作用分為有氧光合作用 (oxygenic photosynthesis) 和無氧光合作用 (anoxygenic photosynthesis)，有氧光合作用會釋放氧氣。

二氧化碳濃度過高或太低即攸關存亡的關鍵。過高濃度對動物有害，超過10,000 ppm維持數小時，可以殺死白粉虱 (white flies) 與葉蟎 (spider mites)。白天，溫室內二氧化碳濃度高及1,000 ppm，植物能快速成長，但低到200 ppm C3固碳光合作用即無法進行 (wikidepia, 2007)。



# 文獻回顧 (9/25)

固碳作用其實是一系列的酶促反應。在人類匯聚的場所，人類彼此易感疲憊，都是二氧化碳濃度過高的關係。

一般濃度超過5,000 ppm即視為不健康，高於45,000 ppm即對動物有害。植物光合作用固碳途徑可概分為三大類：C3、C4及CAM (crassulacean acid metabolism)。其中僅有CAM植物在夜間能吸收二氧化碳。

這三種類型是因二氧化碳的固定過程不同而劃分的。而前面所提光合作用可分為有氧光合作用和無氧光合作用，亦稱為光反應與暗反應。



# 文獻回顧 (10/25)

## 2. 3. 1 氣孔

氣孔(stomata)廣義解釋為植物用來呼吸作用的器官。氣孔複合物控制氣體的交換與水分的喪失，一般位於植物葉子的背面，禾本科植物葉子兩面都有氣孔，只有水生植物位於葉面上方 (wikidepia, 2008) 。

由於氣孔保衛細胞內外細胞孔壁因強度差異，在內壓低的情況下它會關閉，而在滲透壓高的情況下則會開放。另低CO<sub>2</sub>及光照促進氣孔開啟。紅光與藍光會促進氣孔開啟，但氣孔對藍光的敏感度高於紅光。



# 文獻回顧 (11/25)

## 2. 3. 2 液泡

植物細胞多數都有一個大液胞(vacuole)，裡面儲有可供植物本身行光合作用所需的水分、養分、代謝後產物，還包括醣類、無機鹽、有機酸、胺基酸和花青素等。

液胞在細胞的中央，由單層膜包圍住，液胞內的水可使細胞具有膨脹壓力，是草本植物支撐作用的主要來源，這些植物缺水會很容易枯萎。



# 文獻回顧 (12/25)

## 2.3.3 葉綠素

葉綠素(Chloroplast)存在於植物細胞的葉綠體中，葉子、葉柄的薄壁細胞、葉肉細胞、維管束鞘、表皮細胞和保衛細胞等都有葉綠素的存在。

光合作用的第一步是光能被葉綠素吸收並將葉綠素離子化，產生的化學能被暫時儲存在三磷酸腺苷(ATP)中，並最終將二氧化碳和水轉化為氧氣和碳水化合物。

光合作用在缺乏葉綠素的情況下即無法進行，所以葉綠素是光合作用的必要條件。然葉綠素吸收了大部分的紅光和藍光但反射綠光，所以葉綠素呈現綠色。

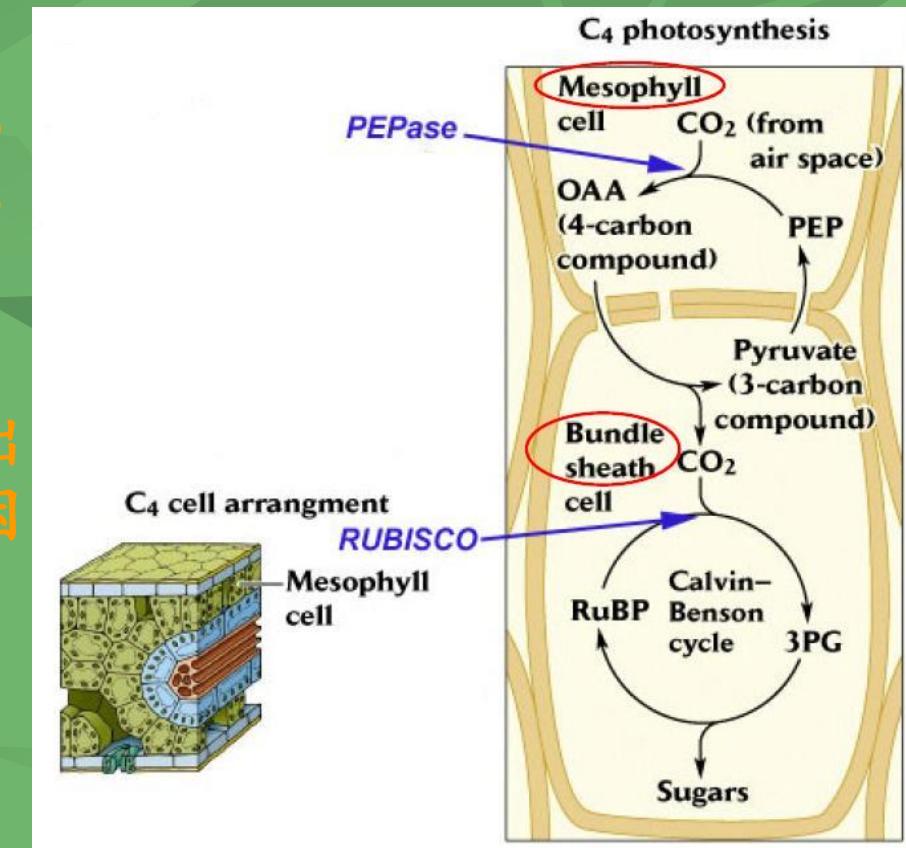


# 文獻回顧 (13/25)

## 2.3.4 蘋果酸

蘋果酸(malate)是一個二羧酸，它是三羧酸循環的中間物之一，是由反丁烯二酸水合生成，繼續氧化得到草醯乙酸。

蘋果酸首先從蘋果汁中給分離出來，是蘋果汁酸味的來源，並因此得名。它也用作食品添加劑(wikidepia, 2008)。



# 文獻回顧 (14/25)

## 2.4 C3類植物

諾貝爾得主Calvin (1961)研究綠球藻，以確定植物在光合作用中如何固定CO<sub>2</sub>。大部分的植物屬C3類，利用Calvin cycle合成碳水化合物。

他在實驗中利用C14追蹤技術和雙向紙層析法技術，將培養出來的藻經培養之後，再將藻浸入加熱的乙醇中殺死細胞，使細胞中的酶變性而失效。

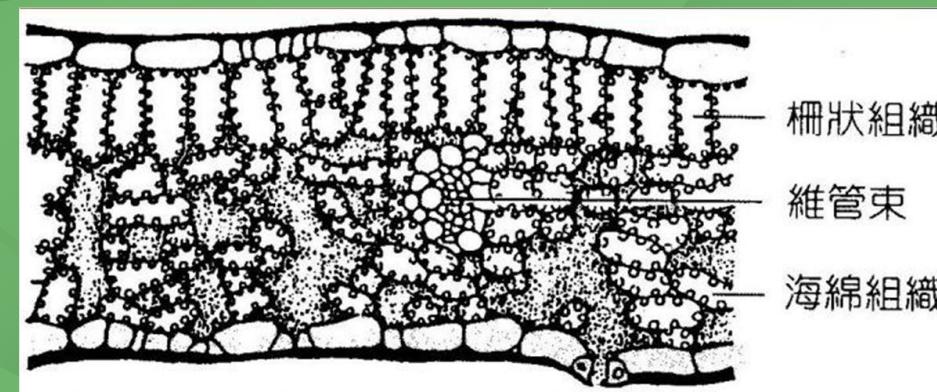
C14的CO<sub>2</sub>很快就能轉變成有機物，短時間內，層析紙上就出現放射性的斑點，此斑點中的化學成份是三磷酸甘油酸(3-phosphoglycerate, PGA)，是糖酵分解的中間體。這第一個被提取到的中間產物是一個三碳化合物。



## 文獻回顧 (15/25)

再利用光反應所生成的ATP以及NADPH，將3-PGA合成G3P(Glyceraldehyde3-phosphate)，接著一連串步驟生成碳水化合物，如澱粉及蔗糖。再利用ATP將多餘的G3P還原成含五個碳的前驅物質。

所以將這種CO<sub>2</sub>固定途徑稱為C<sub>3</sub>途徑，將通過這種途徑固定CO<sub>2</sub>的植物稱為C<sub>3</sub>植物。CO<sub>2</sub>固定的C<sub>3</sub>途徑是一個循環過程，人們稱之為C<sub>3</sub>循環；又稱卡爾文循環(Calvin cycle)。C<sub>3</sub>類植物，如水稻、小麥、花生、大豆、油菜與煙草…等



# 文獻回顧 (16/25)

## 2.5 C4類植物

科學家M D Hatch & C R Slack發現玉米、甘蔗等熱帶綠色植物，除了和其他綠色植物一樣具有卡爾文循環外，CO<sub>2</sub>首先通過一條特別的途徑被固定。這條途徑也被稱為Hatch-Slack pathway途徑。

C4植物主要生長在乾旱熱帶地區，代表性植物如玉蜀黍、高粱及甘蔗等禾本科作物。植物不能長時間開放氣孔吸收二氧化碳，以避免水分因通過蒸騰作用(Transpiration)而快速流失。



# 文獻回顧 (17/25)

在短時間開放氣孔下，二氧化碳的吸收量必然較少，植物必須利用這少量的二氧化碳進行光合作用，生成自身生長所需的物質。在C4植物葉片維管束的周圍，有維管束鞘圍繞，這些維管束鞘由葉綠體，主要進行卡爾文循環。

該類型的優點是，生長快、產量高、抗逆性強、二氧化碳固定效率比C3高很多，有利於植物在乾旱環境生長。

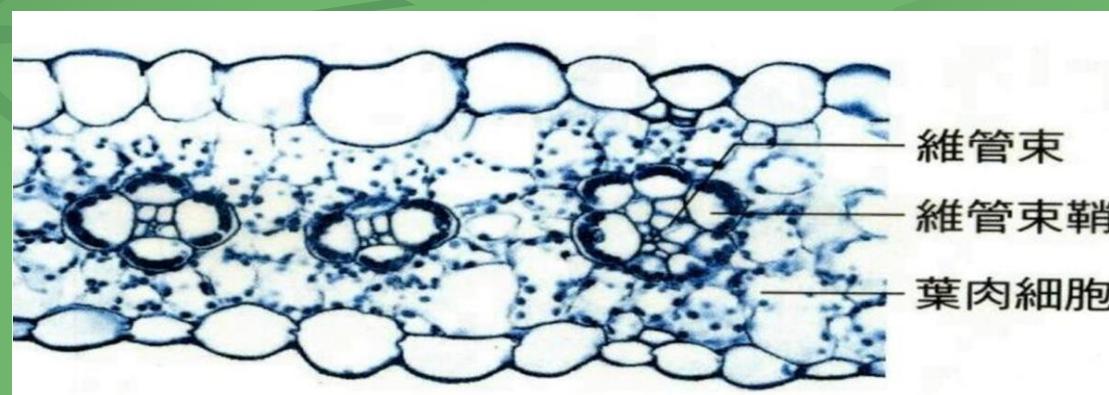
而C4植物的澱粉將會貯存於維管束鞘細胞內，因為C4植物的卡爾文循環是在此發生的。C4類植物在CO<sub>2</sub>和水的利用效能方面遠勝C3類植物：製造乾重1g的物質，C4類植物只要230 - 250 ml水，但C3類植物消耗二到三倍。



# 文獻回顧 (18/25)

梁昇與吳培鴻(2008)，C4類植物最高效能溫度在  $30^{\circ}\text{C}$  到  $45^{\circ}\text{C}$ ，而C3類則在  $15 - 25^{\circ}\text{C}$ 。人們對熱帶的C4類飼料植物研究日益增多，固氮細菌和該植物有共生的關係，所以它們不需要額外的肥料。

大米並不屬於C4類植物，雖然它也是禾本科植物。為了提高產量，科學家嘗試在大米中加入玉米的基因，使得其產量可提高達35%。



# 文獻回顧 (19/25)

## 2.6 景天酸類植物

景天酸代謝(Crassulacean Acid Metabolism, CAM)：如果說C4植物是『空間』上錯開二氧化碳的固定和卡爾文循環的話，那景天酸循環就是『時間』上錯開這兩者。

行使這一途徑的植物，是那些有著膨大肉質葉子的植物。這些植物晚上開放氣孔，吸收二氧化碳，同樣經Hatch-Slack pathway途徑將CO<sub>2</sub>固定。同時在葉肉細胞中卡爾文循環開始。這些植物二氧化碳的固定效率也很高。

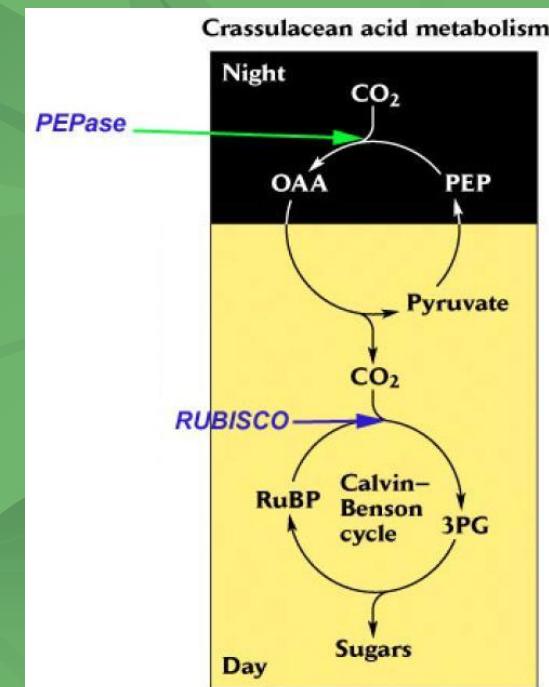
景天酸代謝植物屬於C4類植物，代表性的植物有：仙人掌、鳳梨、石蓮花、長壽花、落地生根、蘭花及旅人蕉等。



# 文獻回顧 (20/25)

要在乾旱熱帶地區生存下來，CAM植物發展出一套生存策略，CO<sub>2</sub>的固定將於卡爾文循環在時間上分開。這樣就可以避免水分過快的流失(保水)，因為氣孔只在夜間開放以吸收CO<sub>2</sub>。純粹的C4類植物對二氧化碳固定實行的是空間分離(通過兩種細胞類型實現，葉肉細胞和維管束鞘細胞)。

CAM植物必須準備足夠的磷酸烯醇式丙酮酸以供夜間CO<sub>2</sub>固定使用。為此植物在日間貯存澱粉，晚間它們將通過丙酮酸轉變為磷酸烯醇式丙酮酸。



# 文獻回顧 (21/25)

景天酸代謝植物是依循以下晝夜節律生長：

晚上：CO<sub>2</sub>吸收和固定於磷酸烯醇式丙酮酸(PEP)。生成的草醯乙酸(OA)會被還原為酸性物質 (malate) ，並貯存於細胞的液泡中。該過程中伴隨有酸化，pH值降低在日間光反應裡產生的還原物質也會在這裡發揮作用。

日間：在液泡裡的酸性物質(主要是蘋果酸，但也有天門冬氨酸)會被脫羧。釋放的 CO<sub>2</sub>進入卡爾文循環。

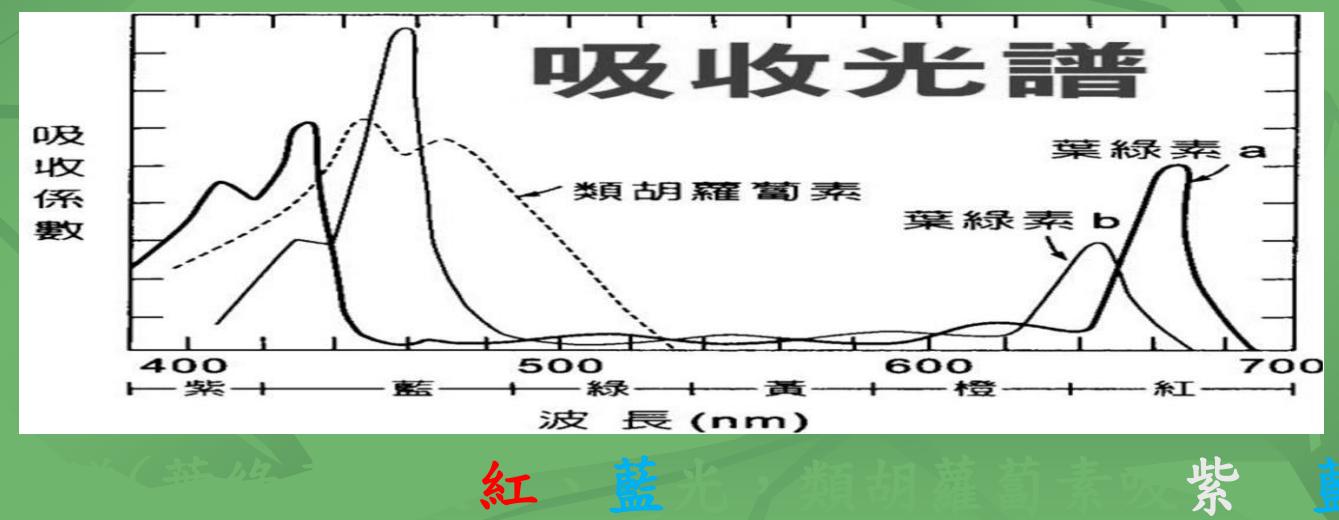


# 文獻回顧 (22/25)

## 2.7 光反應

光反應的場所位於葉綠囊，其影響因素包括光強度以及水分供給。

而光合作用取決於葉綠囊上的兩套光合作用系統；天線色素 + 反應中心，(1)天線色素- a. 葉綠素類（葉綠素a、葉綠素b）b. 類胡蘿蔔素類（葉黃素、胡蘿蔔素）(2)反應中心- 為一對葉綠素a分子，能接受天線色素轉移過來的光能。



# 文獻回顧 (23/25)

## 2.8 暗反應

暗反應（卡爾文循環），是光合作用的暗反應的一部分。反應場所為葉綠體內的基質。

循環可分為三個階段：固碳（羧化）、G3P還原和二磷酸核酮糖的再生。大部分植物會將吸收到的一分子二氧化碳通過一種叫二磷酸核酮糖羧化酶的作用整合到一個五碳糖分子1,5-二磷酸核酮糖（RuBP）的第二位碳原子上。

此過程稱為二氧化碳的固定： $\text{CO}_2 + \text{RuBP}$ （核酮糖1,5二磷酸） $\rightarrow$  甘油酸-3-磷酸。這一步反應的意義是，把原本並不活潑的二氧化碳分子活化，使之隨後能被還原。



# 文獻回顧 (24/25)

## 2. 9 光呼吸

光呼吸只在光照下才會發生，而暗呼吸既在有光，也在沒有光的情況下發生。

光呼吸是光合作用一個損耗能量的副反應，其機理與一般細胞在光照和黑暗中都可進行的呼吸顯著不同。

光呼吸是所有行光合作用（使用卡爾文循環進行碳固定的細胞），在光照和高氧低二氧化碳情況下發生的一個生化過程。過程中氧氣被消耗，並且會生成二氧化碳。



# 文獻回顧 (25/25)

光呼吸約抵消30%的光合作用。因此在農業上為解決糧食上問題，抑制光呼吸被認為是提高光合作用促進植物生長的途徑之一；但是後來科學家發現，光呼吸可消除多餘的NADPH和ATP，以保護葉綠體避免光氧化作用，有其正面意義。

在光呼吸過程中，參與卡爾文循環的一對組合：反應物1,5-二磷酸核酮糖 (Ribulose-1, 5-bisphosphate，簡稱為RuBP) 和催化劑1,5-二磷酸核酮糖羧化酶/加氧酶 (Ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase，簡稱為Rubisco) 發生與光合作用中不同的反應。

Rubisco對RuBP有兩種作用，既可將之導入生成能量獲得碳素的卡爾文循環，也能使之進入消耗能量釋放碳素的光呼吸，這個補救的過程就是光呼吸。



# 研究材料與方法



# 研究材料與方法(1/11)

## 3.1 試驗儀器

儀器型式：二氧化碳偵測器 GCH-2018 CO2 Meter

尺寸及重量：主機173\*68\*42mm/二氧化碳測棒185\*35\*26mm/  
顯示器52\*38mm，312公克

測量項目：二氧化碳CO2. ppm/環境溫濕度(R. H&°C. °F)/露點

反應時間：二氧化碳<2分鐘/顯示器約1秒鐘

工作環境溫度：主機0°C~50°C

儀器電源：DC1.5V(4號電池\*6顆)

解析度：二氧化碳0~4000 ppm(1ppm)，溫度0°C~50°C 解析度0.1

精確度： $\leq 1000$  ppm( $\pm 40$  ppm)/ $> 1000 \leq 3000$  ppm( $\pm 5\%$ 讀值)/  
 $> 3000$  ppm( $\pm 250$  ppm)，溫度 $\pm 0.8^\circ\text{C}$



# 研究材料與方法(2/11)

## 3.2 試驗植物背景

中文名稱：旅人蕉

英文名稱：Traveller's Palm、Traveller Tree

學名：*Ravenala madagascariensis* Sonn.

科名：旅人蕉科(Trelitzziaceae)

別名：旅人木、扇芭蕉、水木、散尾葵、扁芭槿

用途：1. 在熱帶地區，旅人蕉的葉鞘基部及花苞片可貯甚多量之鮮水，供旅人緊急飲用的水源。  
2. 觀景樹：樹姿非常特別，葉片排列如扇，迎風招展，頗富熱帶風光，是世界著名景觀樹。  
3. 室內盆栽。

原產地：馬達加斯加

分佈：臺灣普遍栽種供觀賞



# 研究材料與方法(3/11)

葉：葉互生於幹頂，排成整齊之 2 縱裂，葉鞘筒狀，葉柄長約 1-4 公尺，葉片橢圓形，長約 1.5 ~ 3 公尺，像蕉葉。

花：穗狀花序腋生，總苞船形，有佛焰苞，先端銳尖，萼片 3 枚，突出甚長，花瓣白色，3 枚，四季開花。

莖：樹幹叢生，高約可達 1.5~10 公尺，直立圓柱幹形，表面粗糙，環紋明顯，無分枝，像棕櫚。

果：蒴果 3 室，褐色，形似香蕉，外果皮堅硬，富纖維質。



## 研究材料與方法(4/11)

**特徵習性：**生態習性喜陽，不耐寒，典型熱帶樹種，幹高約可達 10 公尺，節環顯著。葉互生於幹頂，排成整齊之 2 縱裂，葉鞘筒狀，葉柄長 1-4 公尺，葉片橢圓形，長約 1.5 ~ 3 公尺。

穗狀花序腋生，總苞船形，先端銳尖，萼片 3 枚，突出甚長，花瓣白色，3 枚。蒴果 3 室，外果皮堅硬而富纖維質。

**其他：**在熱帶地區，旅人蕉的葉鞘基部及花苞片可貯甚多量之鮮水，數世紀來，是供旅人緊急飲用的水源，故名之；實際上，它的樹液亦甜美可食。旅人蕉的樹姿非常特別，葉片排列如扇，迎風招展，頗富熱帶風光，亦是世界著名景觀樹。



# 研究材料與方法(5/11)

## 圖 片

a. 樹種較大可種植室外



b. 樹種較小可種植室內



# 研究材料與方法(6/11)

試驗採上圖.b旅人蕉(2株為一盆): 葉片1株4片(長70~80cm, 寬尾端12cm、中段25~30cm、頭端25~35cm), 高度(盆底至葉片最高處150~170cm), 莖(下部集中區15cm分枝區各3cm)。

## 3.2.1 試驗地點

彰化縣社頭鄉  
仁道護理之家



國立中興大學

National Chung Hsing University

# 研究材料與方法(8/11)

## 3.2.2 試驗時間

98年4月21日至98年5月9日，pm15:00~am07:00時間點。

## 3.2.3 試驗測點位置

仁道護理之家106及107室室內、走廊、停車場外測點  
高度150cm。

## 3.2.4 試驗方法



# 研究材料與方法(9/11)

儀器使用國外進口二氧化碳偵測器 GCH-2018 CO2 Meter型。

- a. 利用其分子能吸收特定波長光波特性，於日落至午夜進行 偵測二氧化碳濃度變化情形。
- b. 因考量植物本身自然生長行為，每次進行夜間試驗偵測前，從前一日午夜至白天先將旅人蕉置放於戶外，以馴順維持其正常生理時鐘與晝夜固碳特性。
- c. 為了解室內空氣中二氧化碳是否混合濃度均勻，偵測時以50公分及150公分二個高度作為判斷；儀器上氣體入口連接器及氣體出孔，均保持無遮蔽物與氣體暢通。



# 研究材料與方法(10/11)

- d. 為顧忌分析儀電池電源於試驗過程中消耗衰竭或電壓不穩等因素，於每次長時間偵測時，多準備一備用電池俾利更換，避免影響實測數據。
- e. 操作時，環境條件因素遵照手冊許可範圍內進行。測量範圍： CO<sub>2</sub>濃度：0 ~ 9,000 ppm，擴散式取樣。濕度：0% ~95%RH，溫度：0°C ~ 50°C / 32°F~122°F。
- f. 忽略夜間房間內日光燈的照明，是否影響旅人蕉對二氧化碳日韻律吸收變化情形。
- g. 每次置入或移除閉室內的人或樹時，偵測時間均比儀器反應時間為較長，CO<sub>2</sub>濃度會下降150 ppm左右，隨後，約1分鐘內立即回復原測得之濃度。



# 研究材料與方法(11/11)

h. 儀器內附溫濕度計，濕度採相對濕度顯示，感測器屬電容式感應器；溫度計採熱敏電阻式感測器；氣體取樣採擴散式。



# 結果分析與討論



# 結果分析與討論(1/13)

## 4.1 結果分析

### 疲労自覚症状調査表の作成経過

#### 年 事 項

- 1935 上野義雄, 自覺的疲労感により疲労段階を区分
- 1939 Moore, 疲労と退屈をわける
- 1947 Bartleyら 「人間の疲労と障害」を刊行
- 1948 亀井一綱, 疲労状態の質問紙調査
- 1950 桐原葆見, 60項目の「作業後症候しらべ」
- 1952 大島正光, 自覚症状74項目を器官別に10分類
- 1953 産業疲労委員会の調査表案による調査
- 1954 産業疲労委員会選「自覺的症状調査表」なる
- 1957 「疲労判定のための機能検査法」刊行
- 1962 同上再版に自覺症状調査表を記載
- 1965 酒井嘉子, 狩野広之「自覺的症状調査表」の基準作成柏木繁男, 疲労感の因子分析的研究
- 1966 産業疲労研究会に自覺症状調査表検討小委員会
- 1967 「自覺症状しらべ」試案なる, 3分類採用Wolf, 疲労の自覺感を3分類
- 1969 「自覺症状しらべ」最終案を疲労判定方法論に関する国際シンポジウムで発表



# 結果分析與討論(2/13)

## 老人自覺症狀調查比較表

106室記錄表

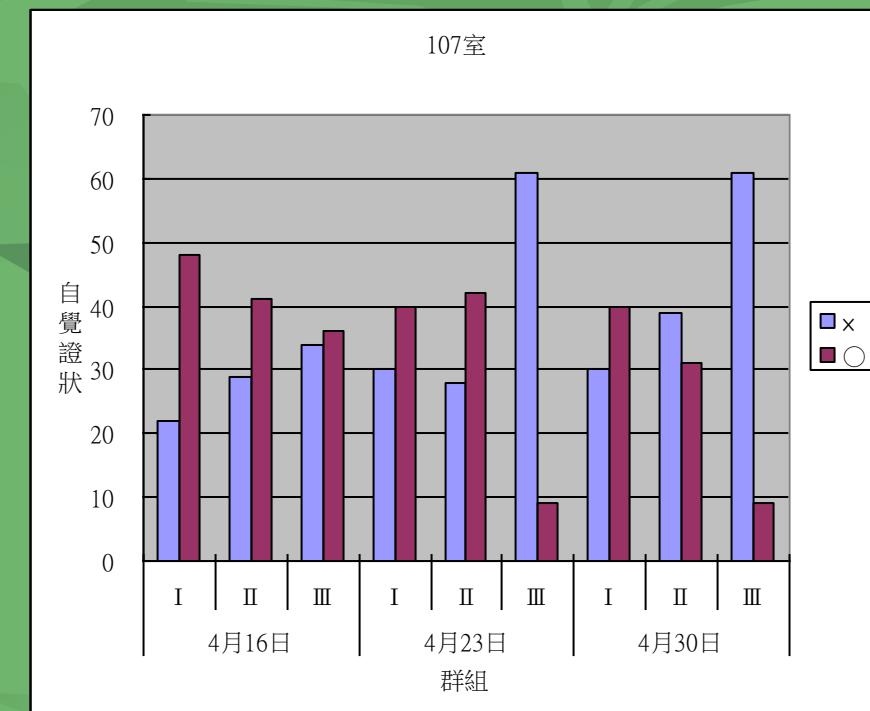
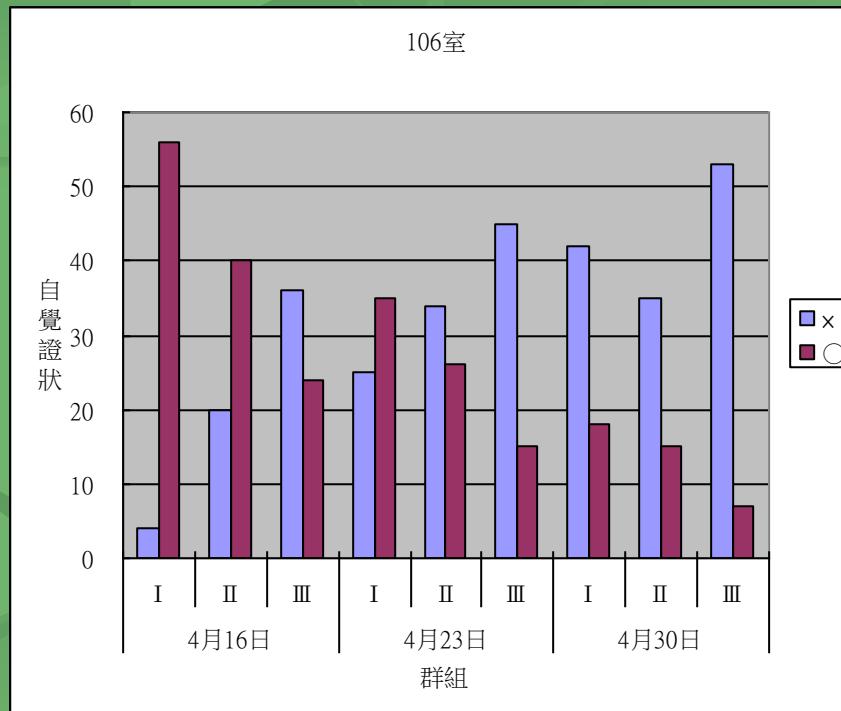
|       | 日期  | ×  | ○  |
|-------|-----|----|----|
| 4月16日 | I   | 4  | 56 |
|       | II  | 20 | 40 |
|       | III | 36 | 24 |
| 4月23日 | I   | 25 | 35 |
|       | II  | 34 | 26 |
|       | III | 45 | 15 |
| 4月30日 | I   | 42 | 18 |
|       | II  | 35 | 15 |
|       | III | 53 | 7  |

107室記錄表

|       | 日期  | ×  | ○  |
|-------|-----|----|----|
| 4月16日 | I   | 22 | 48 |
|       | II  | 29 | 41 |
|       | III | 34 | 36 |
| 4月23日 | I   | 30 | 40 |
|       | II  | 28 | 42 |
|       | III | 61 | 9  |
| 4月30日 | I   | 30 | 40 |
|       | II  | 39 | 31 |
|       | III | 61 | 9  |



# 結果分析與討論(3/13)



# 結果分析與討論(5/13)

驗民自覺症狀調查 統計表

| 群組       |           | I  |    | II |    | III |    | 總計  |     |
|----------|-----------|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|
| 室別       | 日期        | ×  | ○  | ×  | ○  | ×   | ○  | ×   | ○   |
| (男) 106室 | 98. 4. 16 | 4  | 56 | 20 | 40 | 36  | 24 | 60  | 120 |
|          | 98. 4. 23 | 25 | 35 | 34 | 26 | 45  | 15 | 104 | 76  |
|          | 98. 4. 30 | 42 | 18 | 35 | 15 | 53  | 7  | 130 | 40  |
| (女) 107室 | 98. 4. 16 | 22 | 48 | 29 | 41 | 34  | 36 | 85  | 125 |
|          | 98. 4. 23 | 30 | 40 | 28 | 42 | 61  | 9  | 119 | 91  |
|          | 98. 4. 30 | 30 | 40 | 39 | 31 | 61  | 9  | 130 | 80  |



# 結果分析與討論(6/13)

提案之自覺症狀調查(1970)

(日本產業衛生學會 產業疲勞研究會)

想聽聽你現在的狀況如何

若有符合下列情形時請於□內打○，不符合時請於□打×，請務必填寫。

| I                                   | II                                      | III                                  |
|-------------------------------------|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 頭有沈重的感覺  | <input type="checkbox"/> 11 思考無法集中      | <input type="checkbox"/> 21 頭痛       |
| <input type="checkbox"/> 2 全身倦怠不想動  | <input type="checkbox"/> 12 不想講話        | <input type="checkbox"/> 22 肩膀變硬     |
| <input type="checkbox"/> 3 足部倦怠不想動  | <input type="checkbox"/> 13 從事任何事情都沒有耐心 | <input type="checkbox"/> 23 腰會痛      |
| <input type="checkbox"/> 4 常打呵欠     | <input type="checkbox"/> 14 不專心         | <input type="checkbox"/> 24 呼吸不順暢    |
| <input type="checkbox"/> 5 頭腦不清無法思考 | <input type="checkbox"/> 15 對任何事情都提不起勁  | <input type="checkbox"/> 25 口乾舌燥     |
| <input type="checkbox"/> 6 想睡覺      | <input type="checkbox"/> 16 容易忘記剛剛做的事情  | <input type="checkbox"/> 26 聲音沙啞     |
| <input type="checkbox"/> 7 眼睛容易疲倦   | <input type="checkbox"/> 17 做事常犯錯       | <input type="checkbox"/> 27 會暈眩      |
| <input type="checkbox"/> 8 動作遲緩     | <input type="checkbox"/> 18 容易在意某件事     | <input type="checkbox"/> 28 眼皮或肌肉常跳動 |
| <input type="checkbox"/> 9 步伐不穩     | <input type="checkbox"/> 19 無法專心做事      | <input type="checkbox"/> 29 手腳顫抖     |
| <input type="checkbox"/> 10 常常想躺下   | <input type="checkbox"/> 20 容易失去耐心      | <input type="checkbox"/> 30 嘘心感      |



# 結果分析與討論(7/13)

## 4.2 討論

### 「自覺症狀調查」

I)身體的症狀 II)精神的症狀 III)神經感覺的症狀等3群分類

#### 第一群

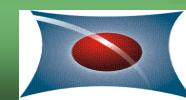
頭有沈重的感覺  
全身倦怠不想動  
足部倦怠不想動  
常打呵欠  
頭腦不清無法思考  
想睡覺  
眼睛容易疲倦  
動作遲緩  
步伐不穩  
常常想躺下

#### 第二群

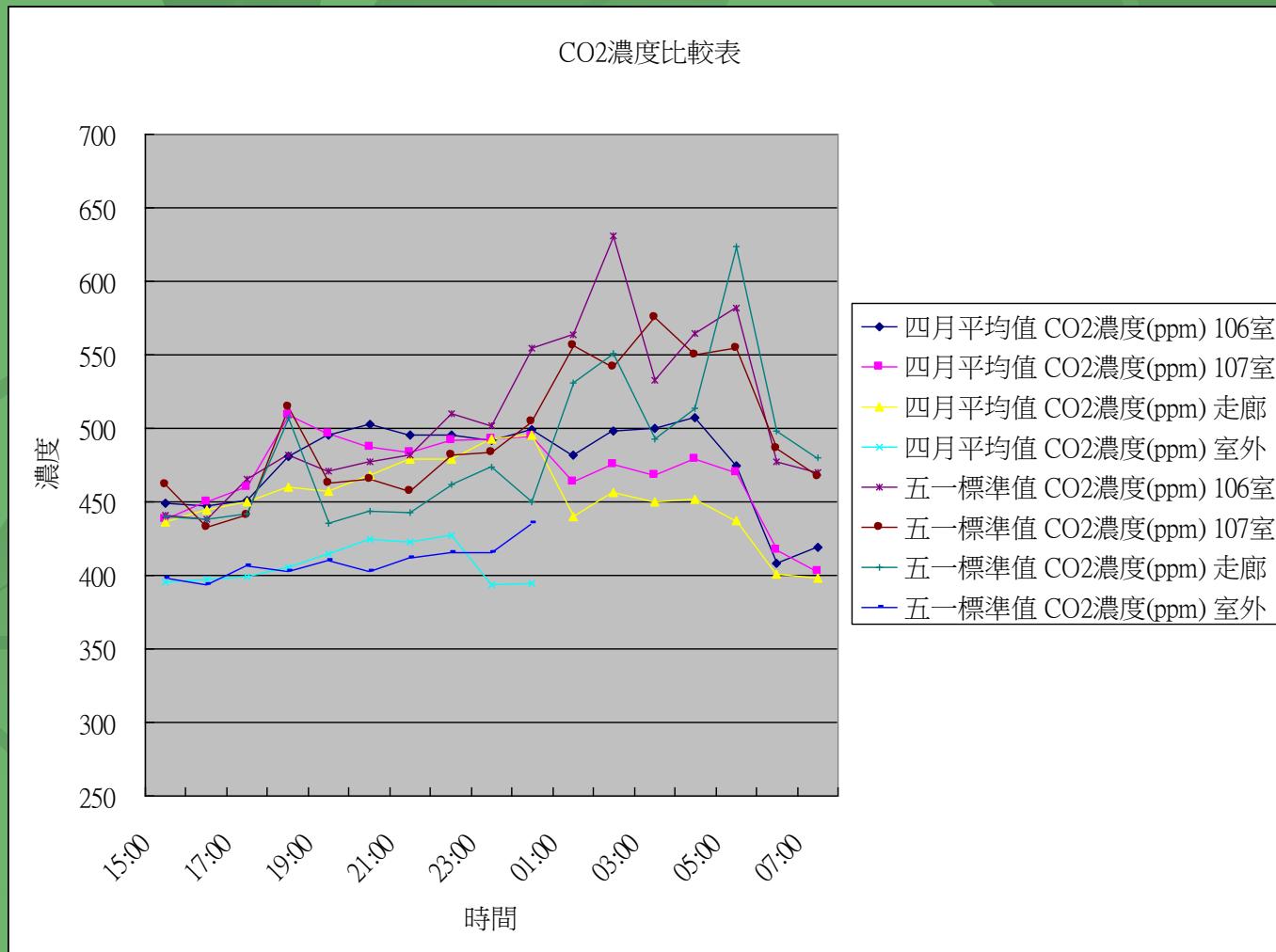
思考無法集中  
不想講話  
從事任何事情都沒有耐心  
不專心  
對任何事情都提不起勁  
容易忘記剛剛做的事情  
做事常犯錯  
容易在意某件事  
無法專心做事  
容易失去耐心

#### 第三群

頭痛  
肩膀變硬  
腰會痛  
呼吸不順暢  
口乾舌燥  
聲音沙啞  
會暈眩  
眼皮或肌肉常跳動  
手腳顫抖  
噁心感

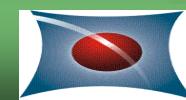


# 結果分析與討論(9/13)



# 結論

---



國立中興大學  
National Chung Hsing University

## 結論 (1/2)

旅人蕉可利用CAM植物在夜晚固定二氧化碳特性，評估室內空間檢核固碳量；設計適當的家居植物擺設，將其放置於室內降低二氧化碳濃度，可達到淨化室內空氣的效益。

商業用途上；如飯店旅館業者，可以在室內大廳中庭種植景天酸代謝植物，來淨化夜間室內空氣。

坡地住家或人工地盤上可以設計多樣栽植CAM植物，以平衡日夜間大氣中氧氣和二氧化碳的比例，進而淨化空氣，達到真正消除疲憊、節能減碳目的。而在現今經濟不景氣的大環境之下，建築業者行銷更加艱困，此時若能詳加規畫此生態建築，更不為又是一項創新的『藍海』策略。



# 結論 (2/2)

本謹以利用景天酸代謝植物特性來淨化空氣試驗為剛萌芽階段，以CO<sub>2</sub>偵測濃度來推論以達到人類消除疲憊功效之效益評估。

類似研究及探討文獻目前很少。嗣後，尚需要更多後輩賢者加入相關性研究，期能共同為整個地球盡一份心力。



# 參 考 文 獻(1/5)

1. 梁昇, 1998年, 工程水文學, 大學出版社。
2. 李景仁, 1964年, 統計推論, 台灣商務印書館。
3. 心岱, 2004年, 台灣的植物園, 第一版, P. 12-35, 台北縣, 遠足文化事業有限公司。
4. 田啟文, 2004年, 台灣環保散文研究, 出版, P. 119-123, 161-163, 台北市, 文津出版社。
5. 行政院公共工程委員會, 2004年, 「2004生態工法案例編選集」台北市, 公共工程委員會。



## 參 考 文 獻(2/5)

6. 林信輝、張俊彥，2005年，景觀生態與植生工程規劃設計，P. 93-122, P. 259-274, 明文書局股份有限公司。
7. 李明啟：光呼吸，中國大百科全書數據光碟。
8. 郝建軍，康宗利，2005年8月，高等學校教材 植物生理學第1版，高等教育出版社。
9. 黃靖倫，2006年，蝴蝶蘭實生瓶苗二氣化碳日韻律之連續性偵測研究，碩士，國立屏東科技大學。
10. 劉奇倉，2008年，綠色交通應用於綠建築指標之研究，碩士，國立臺北科技大學。



## 參 考 文 獻(3/5)

11. 仲崇毅、鍾佩伶、李芳胤、郭耀綸，2007年，「植物對氮氧化物及硫氧化物淨化效能評估」，中華林學季刊，40(4)497-507。
12. 梁昇、吳培鴻，2008年，「景天酸代謝植物淨化坡地住宅空氣效益之研究—以鳳梨為例」，投稿坡地防災學報。
13. 林惠民，2007年7月，荒野保護協會，抵抗熱島效應-綠化量指標，荒野快報149期。
14. 台北市錫瑠環境綠化基金會，2008年，「吳興國小綠屋頂建置研究計畫簡介」，Green Roof綠屋頂專題網頁。



## 參 考 文 獻(4/5)

15. BBC, (2007) “Artificial trees: a green solution?”  
BBC news,  
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/6374967.stm>
16. Benitez, I. (1993) Process Engineering and Design for air Pollution Control, Prentice-Hall Inc. New Jersey.
17. Bentley, M. , (2003) “Synthetic trees could purify air,” BBC News, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/2784227.stm>
18. Gilbreth, F. B. and L. M. Gilbreth, (1919) Fitague Study, The MacMillan Company, New York.



## 參 考 文 獻(5/5)

19. Hartsock, T. L. and P. S. Nobel, (1976) "Watering converts a CAM plant to daytime CO<sub>2</sub> uptake," *Nature*, 262, 574–576.
20. Loreau, M., S. Naeem, P. Inchausti, J. Bengtsson, J. P. Grime, A. Hector, D. U. Hooper, M. A. Huston, D. Raffaelli, B. Schmid, D. Tilman, and D. A. Wardle, (2001) "Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenges," *Science* , 294(5543)804 – 808.
21. Reinert, R. A. (1984) "Plant responses to air pollutant mixtures, " *Ann Rev. Phytopathol.* 2:421–422.



簡 敬 報 請 完 指 畢 教



國立中興大學  
National Chung Hsing University