

2025年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號	130008
參展科別	行為與社會科學
作品名稱	深「植」你心——探討教室放置植物對學生的身心影響

就讀學校	桃園市立桃園高級中等學校
指導教師	麥賢偉
作者姓名	吳澈 陳柏仲 詹皇祐

關鍵詞	<u>空氣淨化植物、專注力、心理影響</u>
-----	------------------------

作者簡介



我們是桃園高中的吳澈、陳柏仲和詹皇祐，在平常上課時，老師會在我們想睡覺時叫我們打開窗戶，這讓我們疑惑，為何開窗可以減輕想睡覺的感受？又與我們的生理和心理方面有什麼影響？這讓我們做出了以下研究。在這過程中，我們理解到有關心理方面的數據要量化等等問題有多麼困難，但感謝這一路上有各個老師教授的指導，讓我們能夠克服障礙，繼續研究。

2025 年臺灣國際科學展覽會

研究報告

科 別：行為與社會科學科

組 別：高中組

作品名稱：深「植」你心——探討教室放置植物對學生的身心影響

關 鍵 詞：空氣淨化植物、專注力、心理影響

編 號：

摘要

植物具有綠化環境、淨化空氣的效果，並且能讓人保持愉悅、對身心健康有著正面的影響。我們好奇若藉由課室綠化布置，能否也對學生身心狀態有正面的影響，進而影響學習表現。本研究的目的在證明空氣淨化植物是否能夠吸收改善教室的環境品質與學生的學習效果。實驗分為三個階段，階段一使用各種空氣淨化植物分別吸收有機汙染物、空氣懸浮物、碳化合物濃度，並進行比較。階段二分別測量生理層面：包含脈搏、血氧；而心理層面：包含樊氏壓力表、焦慮量表和專注力量表，來分析植物與植物萃取物(例如精油)對學生生理與心理的影響。階段三利用隨堂測驗的方式檢測植物對學生學習表現的影響。本研究結果發現植物能夠使環境中二氧化碳、苯與甲醛濃度降低，在課室中的學生們其生理、心理會受到間接的影響，對於上課的專注度及學習表現也有不同程度的改變。

Abstract

Plants have the effect of greening the environment and purifying the air, and they can also enhance people's pleasant, the positive impact on physical and mental health. We are curious whether classroom greening arrangement can similarly have a positive effect on students' physical and mental states, thereby influencing their learning performance. The purpose of this experiment is to demonstrate whether air-purifying plants can absorb pollutants or improve the environmental quality of classrooms, as well as enhance students' learning performance. The experiment has divided into three stages. First, various air-purifying plants are used to absorb organic pollutants, airborne particulates, and carbon compound concentrations. And these factors above are compared to analyze. Second, physiological aspects are measured, such as human pulse and human blood oxygen levels, as well as psychological aspects, including the Fan Stress Scale, Self-Rating Anxiety Scale and Concentration Questionnaire. In order to analyze the effects of plants and plant extracts (e.g., essential oils) on students' physiological and psychological states. The last, in-class tests are utilized to assess the impact of plants on students' learning performance. The results of this study found out that plants can reduce the concentrations of carbon dioxide, benzene, and formaldehyde in the environment. Students in the classroom experienced indirect effects on their physiological and psychological states, leading to different changes in their concentration and learning performance during courses.

壹、研究動機

平常上課時，老師會在我們想睡覺時叫我們打開窗戶，這讓我們感到疑惑，為何開窗可以減輕想睡覺的感受？對人類個體而言，空氣中的二氧化碳濃度過高時，會導致身體出現想睡、沒有精神、頭暈等症狀。因此我們推測，二氧化碳的濃度過高可能是導致上課時想睡覺的重要因素。同時植物可藉由光合作用吸收大氣中的二氧化碳，進而影響空氣中的二氧化碳濃度，若能善用植物能淨化空氣的特點，將其布置在教室中，期望可以減低教室內過高的二氧化碳濃度，進而提升學生在課堂中的專注力、學習。由於良好的學習環境與上課精神對學生至關重要，希望本研究可以作為學校對於提升教室環境品質、增加學生學習效率等相關資料的參考依據。

貳、文獻探討

一、植物之選擇

鐵線蕨、黛粉葉、馬拉巴栗對二氧化碳之吸收率較佳，沉降速度最高約在 0.15~0.17mm/s 間(陳彥宇，2007)，且有較佳吸收甲醛和二氧化碳等氣體的能力，因此我們選擇便宜且易於取得的鐵線蕨作為實驗材料，透過鐵線蕨能「淨化」空氣的能力來影響教室環境。我們藉由在教室內擺放空氣淨化植物，來研究對二氧化碳的吸收效果和對學生學習狀況的影響，來評估是否可以藉由植物來提升教室環境品質。另外，成人僅僅看著一盆竹子 3 分鐘，已經有放鬆減壓、抗焦慮的效果，同時有助降低血壓(沈瑞琳，2016)。因此我們認為，在室內放置植物不僅可淨化環境，更可以有效提升學生身體與心理之狀態，進而有效增進學生學習效果。

常春藤在去除多種有害化學物質方面表現出強大的功效，包括：苯：在密封環境下 24 小時內移除高達 89.8% 的苯。雖然其對抗三氯乙烯(TCE) 的效果較低，但仍能在同一時期去除約 10.9% 的化學物質。這些結果表明，英國常春藤是一種有益於減少室內空氣污染的植物，特別是在含有苯等揮發性有機化合物的空間中。(Wolverton et al.,1989)

夏季種植發財樹，乙苯(CH) 減少了 86.4%。按季節劃分，苯(C₂H₂) 的削減率春季為 29.4-36.8%，夏季為 47.4-86.4%。15.8-70.1% 在秋季為 34.4-53.4%，冬季為 34.4-53.4%。確定夏季安裝時濃度降低效果最佳，指出發財樹對甲醛(CH₂O) 的濃度影響最佳，有助於淨化空氣的效果。(Jung et al.,2022)

二、血氧值

一般血氧正常值在 95%到 100%，95%到 90%則需密切關注，而低於 90%則需醫療人員協助。當血氧濃度長期都在相對較低的狀態下，可能較易出現容易疲倦、常打哈欠、精神不集中等慢性缺氧的狀況(narlab 國家實驗研究院)和降低檢查決策能力的任務表現，並可能會增加精神壓力(Weiwei Liu et al,Building and Environment,Volume 114, March 2017, Pages 96-105)。且在高氧情況下，心率較低氧狀態下低(B. Ekblom et al,Journal of Applied Physiology Volume39 Issue1 July 1975,Pages 71-75,)。因此，我們認為血氧濃度改變是影響學生上課專注度的重要因素。

三、血壓值

二氧化碳 (CO₂) 對血壓和腦血管動力學有顯著影響。二氧化碳水平升高會導致血壓和腦血流速度升高，而二氧化碳水平降低則會產生相反的效果 (Kuznetsova & Kulikov, 2014)。即使少量的二氧化碳也會加劇缺氧引起的血壓升高 (Lambert & Gellhorn, 1937)。在神經源性直立性低血壓患者中，增加吸入二氧化碳可以透過增加每搏輸出量和心輸出量來升高站立血壓，這表明一種潛在的新療法 (Baker et al., 2024)。CO₂ 對血壓的作用機轉涉及多種因素，包括較低 CO₂ 濃度時心室輸出量增加和較高濃度時血管收縮 (Cathcart & Clark, 1915)。然而，過量的二氧化碳水平會導致心臟擴張和輸出減少，儘管血壓仍可能升高 (Cathcart & Clark, 1915)。

四、F 檢定 (F-test)

F 檢定是一種在虛無假說 (null hypothesis, H₀) 之下，統計值服從 F 分布的檢定。其通常是用來分析用了超過一個母數的統計模型，以判斷該模型中的全部或一部分母數是否適合用來估計母體。本研究中，我們使用 excel 的 T 檢定功能來確認數據間同質性

五、T 檢定 (t-test)

T 檢定又稱為 Student's t-test，是運用假設檢定評估一個或兩個母體平均的工具。T 檢定可能會用於評估一個群組是否偏離已知值 (單樣本 T 檢定)；或兩個群組是否彼此不同 (獨立雙樣本 T 檢定)；或者配對測量值是否有顯著差異 (配對或相依樣本 T 檢定)。(© 2024 JMP Statistical Discovery LLC,T 檢定)。本研究中，我們使用 excel 的 F 檢定公式來確認前後測數值間的顯著差異。

六、壓力指數的測量

壓力是一種個人的主觀感受，定義為身體對任何需求的非特異性反應（Selye，1976）。壓力可以被概念化為個人與其環境之間的刺激、反應或交易（LumbanGaol，2016）。雖然急性壓力可以具有適應功能，但慢性壓力可能會導致負面的健康結果，包括焦慮和憂鬱（Khan & Khan，2017），壓力是人對於內或外在環境改變產生的心理感受，有時會進而影響到生理層面。因此壓力一般都是透過問卷的方式詢問當前的感受，抑或是透過心率等等數值得出。

本實驗是藉由衛生福利部國民健康署的壓力指數測量表，在實驗前（教室無放置植物的狀況下）進行施測，評估每位學生平時的壓力狀況，並於實驗後（教室有放置植物的狀況下）再施測一次，以檢測受試者於實驗過程中所身心的壓力指數變化。（壓力量表請參閱附件二）

七、專注力的測量

課室專注力量表分成刺激過濾、競爭選擇、工作記憶以及感官控制等四個因素。初稿建構完成後，分別給三位學者專家進行內容審視，其專長背景分別為心理計量、教育心理學以及教學科技，依據專業的背景知識，檢視內容的適合度。（楊雅婷，2013）我們所定義的專注力是能夠專注於課堂上，而注意力不被外力或自身影響。希望透過回覆問卷的方式讓受試者呈現出自己的上課專注力，也利用前測、後測使受試者知道自己在上課時究竟專注度如何，又能如何改善。（專注力量表請參閱附件二）

八、焦慮的測量

Zung 自評焦慮量表（SAS）一種心理評估工具，旨在量化個體的焦慮水平該量表涵蓋了焦慮的多個維度，包括認知、情感、身體和自律神經症狀。通過涵蓋廣泛的焦慮表現，SAS 提供了個體焦慮水平的全面概覽。量表中的項目措辭旨在反映焦慮人群的常見經驗，從而使其對受訪者具有可理解性和相關性。得分系統將各項反應進行匯總，得出一個總分，該分數指示焦慮的嚴重程度，分數越高，表示焦慮症狀越嚴重。這一評分過程有助於區分正常的焦慮水平與可能需要專業干預的情況。（W W Zung. Psychosomatics，1971）（專注力量表請參閱附件二）

九、空氣中各項污染物之性質

(一) 甲醛 HCHO

來源：森林火災，汽車尾氣，菸草煙霧和裝潢材料

限制：一小時值 0.08 ppm

毒性：長期接觸低劑量甲醛，會引起慢性呼吸道疾病

(二) VOCs (Volatile Organic Compounds)

成分：通常分為非甲烷碳氫化合物 (NMHCs)、含氧有機化合物、鹵代烴、含氮有機化合物、含硫有機化合物等。

來源：裝潢材料，汽車尾氣，工業排放

限制：一小時值 0.56 ppm

毒性：大多數具有令人不適的特殊氣味，並具有毒性、刺激性、致畸性和致癌作用

(三) CO₂

來源：燃燒石油、煤礦，農業、畜牧活動，工業製成品揮發

限制：八小時值 1000 ppm

毒性：低濃度的二氧化碳沒有毒性，高濃度的二氧化碳則會使動物中毒。包括炎症、高階認知能力的下降、骨骼去礦化、腎結石形成、氧化壓力和內皮功能障礙。

(四) CO

來源：除森林火災、甲烷氧化及生物活動等自然現象產生外石化等燃料之不完全燃燒產生，主要的人為來源是汽車所排放的廢氣

限制：八小時值 9ppm

毒性：產生頭痛、噁心、嘔吐、頭暈、視力模糊、混亂、胸痛、虛弱、心臟衰竭

(五) PM_{2.5}

來源：交通污染 (道路揚塵、車輛排放廢氣)、營建施工、工業污染、境外污染、露天燃燒

限制：二十四小時值 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

毒性：長期吸入可能會引起過敏、氣喘、肺氣腫、肺癌、心血管疾病、肝癌、血液疾病等

(六) PM₁₀

來源：交通污染 (道路揚塵、車輛排放廢氣)、營建施工、工業污染、境外污染、露天燃燒

限制：二十四小時值 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

毒性：長期吸入可能會引起過敏、氣喘、肺氣腫、肺癌、心血管疾病、肝癌、血液疾病等

(七) O₃

來源：一種由氮氧化物、反應性碳氫化合物及日光照射後產生之二次污染物

限制：八小時值 0.06ppm

毒性：低於 2 小時接觸 20ppm 對人體無永久性危害，過量可能導致頭疼及呼吸器官局部麻痺等症 (行政院環境部) (國家環境毒物研究中心)

參、研究目的

- 一、探究空氣淨化植物(鐵線蕨、常春藤、發財樹)對吸收教室環境中各項污染物含量之影響
- 二、分別瞭解空氣淨化植物與植物萃取物(精油)對學生生理方面(血壓、血氧、脈搏)之影響
- 三、分別瞭解空氣淨化植物與植物萃取物對學生心理方面(壓力、專注力、焦慮)之影響
- 四、探討空氣淨化植物對學生學習效果之影響

肆、研究過程或方法

1、 研究設備及器材

名稱	數量
半導體二氧化碳檢測儀	4 個
LED 指尖型血氧機	10 個
十合一空氣品質檢測儀	1 個
小盆鐵線蕨	120 株
小盆常春藤	3 株
小盆發財樹	3 株
LED 燈條	3 個
密閉箱子	3 個



▲半導體二氧化碳檢測儀
(研究者自行拍攝)



▲LED 指尖型血氧機
(研究者自行拍攝)



▲十合一空氣品質檢測儀
(研究者自行拍攝)



▲小盆鐵線蕨
(研究者自行拍攝)



▲小盆常春藤
(研究者自行拍攝)



▲小盆發財樹
(研究者自行拍攝)

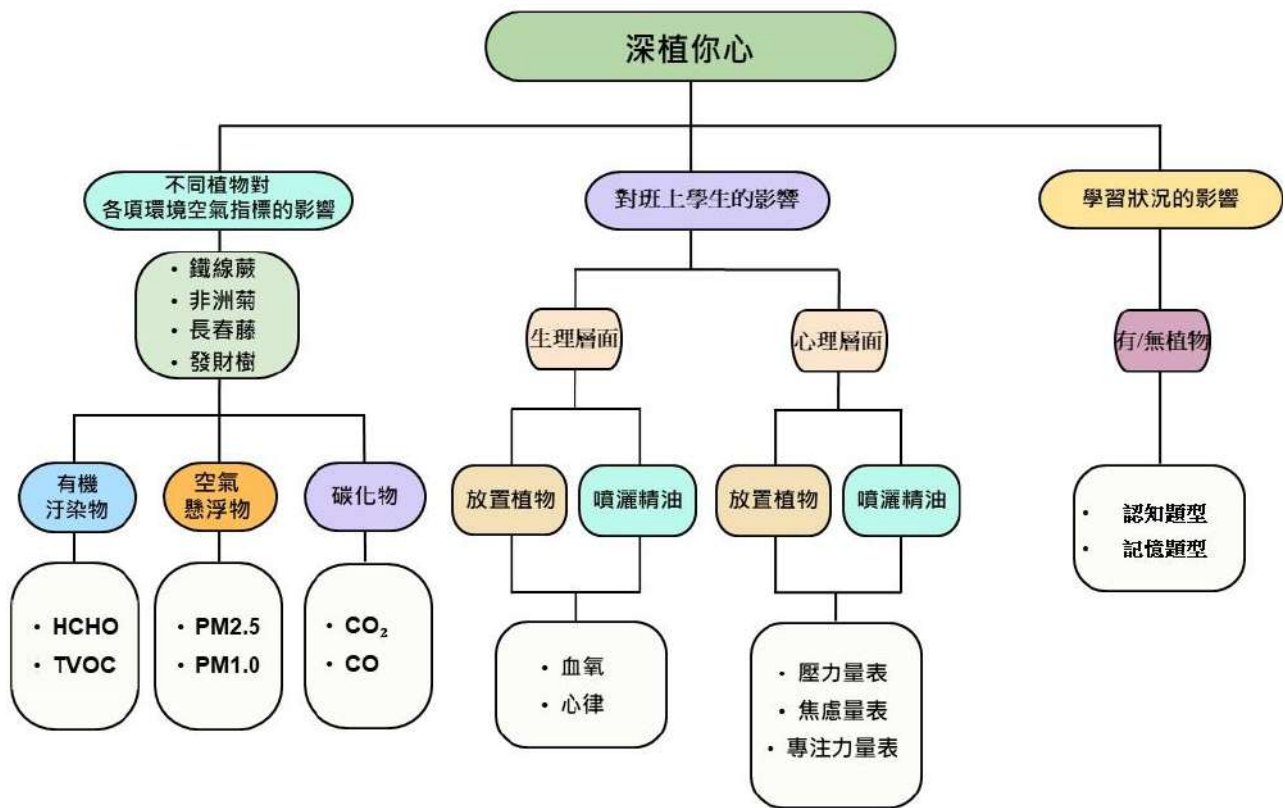


▲LED 燈條
(研究者自行拍攝)



▲密閉箱子
(研究者自行拍攝)

三、研究架構



(研究者自行繪製)

四、實驗流程

【實驗一】探討不同植物對各項環境空氣指標的影響

(一)實驗材料：

1. 三個相同大小的密閉箱子
2. 三種不同的植物(鐵線蕨、常春藤、發財樹)
3. 空氣品質檢測儀
4. 定時器或秒錶

(二)實驗步驟：

1. 將三個密閉箱子並放置在相同的環境下，確保沒有外部的空氣干擾。
2. 放置植物

將選定的三種植物(鐵線蕨、常春藤、發財樹)分別放入三個密閉箱子中。每個箱子內只放一種植物，並標記每個箱子。

3. 密封箱子用密封膠帶將箱子完全密封，以防止外部空氣進入。
4. 測量初始空氣質量

使用空氣品質檢測儀(兩分鐘)記錄三個箱子內的初始空氣污染物濃度，包括 HCHO、TVOC、PM2.5、PM10、CO、CO₂。

5. 每隔 1 小時，使用空氣品質檢測儀測量並記錄每個箱子內空氣污染物濃度的變化。連續測量 10 次，探討不同植物淨化空氣效能

【實驗二】探討鐵線蕨對吸收班級環境中二氧化碳濃度的影響

(一) 實驗材料：鐵線蕨、半導體二氧化碳檢測儀

(二) 實驗步驟：

- 1.於受試者的課桌上放置鐵線蕨盆栽，如【圖 1】所示。
- 2.由施試者負責照顧鐵線蕨盆栽，包括注意植物的水分、光線等需求。
- 3.在每個課堂為 50 分鐘，每間隔 10 分鐘測量一次教室二氧化碳濃度，每堂課共計六次。
- 4.綜合所有實驗結果進行分析，解釋鐵線蕨對二氧化碳濃度的影響。



【圖 1】設備及器材位置示意圖
(研究者自行繪製)

【實驗三】探討放置鐵線蕨後對班上學生生理影響

(一) 實驗材料：LED 指尖型血氧機

(二) 實驗步驟：

- 1.每班將受試者以排為單位，分七排，如【圖 1】所示。
- 2.從各排學生中取一位，每 10 分鐘各測一次，共六次
- 3.記錄班上睡覺人數，每隔 10 分鐘，共六次
- 4.數據分析：將上述的調查數據進行比較和統計分析，以確定鐵線蕨對學生身體與生理的影響是否存在，以及其影響的程度。

【實驗四】探討放置鐵線蕨後對班上學生的心理影響

(一) 受試者：三個班（A、B、C 班）

(二) 施測內容：壓力量表、樊氏壓力量表、專注力量表和焦慮量表

(三) 實驗步驟：

1.放置鐵線蕨:

- (1)前測測量：在實驗開始前，對所有參與實驗學生進行問卷調查
- (2)實驗介入：將鐵線蕨放置在各個受試者的桌上，並確保學生能夠看到和接觸到鐵線蕨。
- (3)後測測量：在鐵線蕨放置一段時間後，對所有參與學生再次進行心理測量，以評估其心理狀態是否有所變化。

2.噴灑精油:

- (1)前測測量：在實驗開始前，對所有參與實驗學生進行問卷調查
- (2)實驗介入：將精油噴灑在教室的四邊，並確保學生能夠接觸到精油。
- (3)後測測量：在噴灑精油一段時間後，對所有參與學生再次進行心理測量，以評估其心理狀態是否有所變化。

3.量化測量：以每排平均為一數據，對各排學生數據做量化比較

4.數據分析：將上述的調查數據進行比較和統計分析，以對比鐵線蕨和精油對學生心理的影響是否存在，以及其影響的程度。

5.結果解釋：根據數據分析的結果，解釋鐵線蕨和精油對學生心理的影響。

【實驗五】探究課堂中有無植物對班上同學學習狀況的影響

(一) 受試者：兩個班（A、B 班）

(二) 實驗步驟：

- 1.施測方式：在下課前 5 分鐘，將上課的內容以小考進行施測
- 2.施測內容：認知、記憶題型
- 3.分析同班/不同班，有無植物時的學習表現差異

伍、研究結果

【實驗一】探討不同植物對各項環境空氣指標的影響

本次實驗旨在研究放置不同植物對環境各項空氣指標的影響。通過在相同箱子中放置鐵線蕨、常春藤、發財樹並監測箱中的各項空氣汙染指標，我們得出了以下實驗結果。

首先，我們對箱子中的各項汙染物質濃度進行每 60 分鐘的間隔測量，由初始到最後，共計測量十次的數據來分析。這種方法使我們能夠觀察到各項空氣濃度在單位時間內的變化趨勢，並進一步了解不同植物對環境空氣環境的影響。以下圖表中的 a 為放置植物，且有照光時；b 為放置植物，但未照光時；原始為無放置植物，且無光照時。而若物質濃度超過限制值，則可能對人體造成危害。

其次，我們觀察到在 9 小時中，教室二氧化碳濃度存在顯著變化。通過對所有實驗結果的綜合分析，我們得出了不同植物對環境中各項空氣指標的一般影響趨勢。

以下分別以鐵線蕨、常春藤、發財樹三植物面相做討論比較，由【圖 2、3、4】可得，在鐵線蕨方面(A 箱)，氣體濃度改善最為顯著，改善濃度顯著氣體包括 CO、PM2.5、PM1.0，我們推測原因在於其揮發物有效的影響上述氣體濃度。

再者，我們還使用 T 檢定對放置植物後環境各項空氣濃進行 T 檢定，發現隨著放置時間越久，有無植物的差異性越顯著。而我們推測在常春藤(B)箱及發財樹(C)箱中之所以改善結果不顯著原因在於揮發物成分差異所致，而總體而言，三項植物在箱型實驗中改善本研究重要課題 CO₂方面均不理想，我們推測其一是由於光線控制不夠類似正常光線使其光合作用不夠旺盛，其二是由於植物擺放過於密集，有互相影響作用之虞，其三為整體箱中實驗與環境中各項起體含量相差懸殊，若擺至於固定空間或許會有較理想結果。

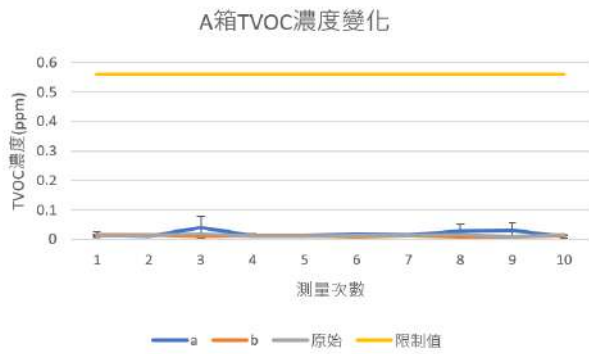


圖 2-1 (研究者自行繪製)



圖 2-2(研究者自行繪製)



圖 2-3 (研究者自行繪製)

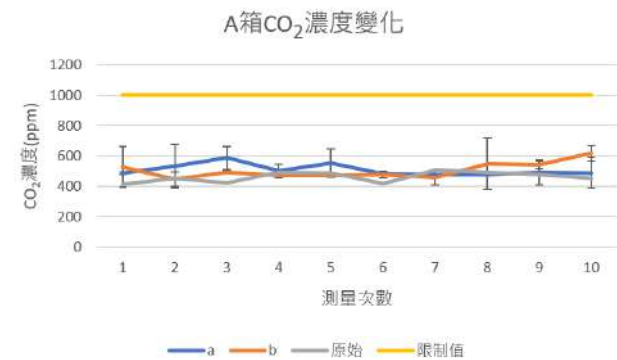


圖 2-4(研究者自行繪製)

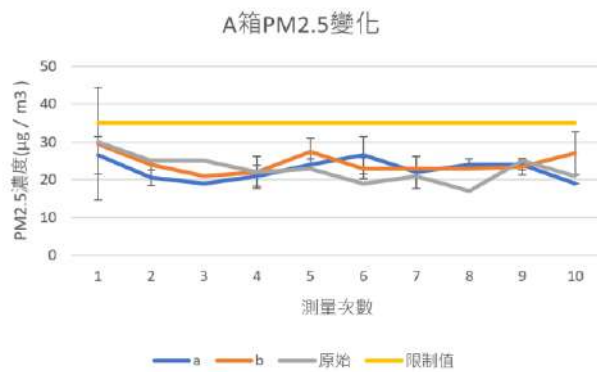


圖 2-5 (研究者自行繪製)

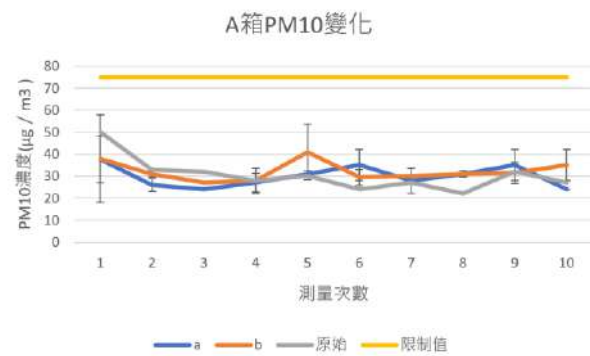


圖 2-6(研究者自行繪製)

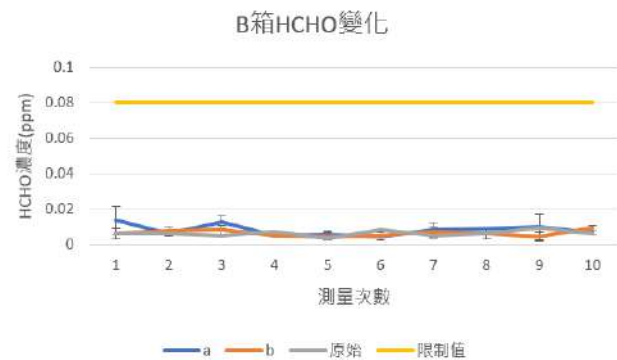
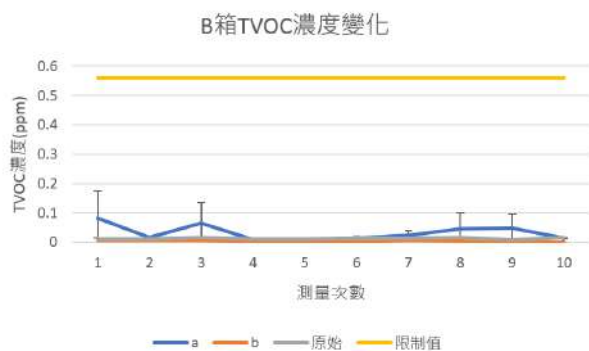


圖 3-1 (研究者自行繪製)

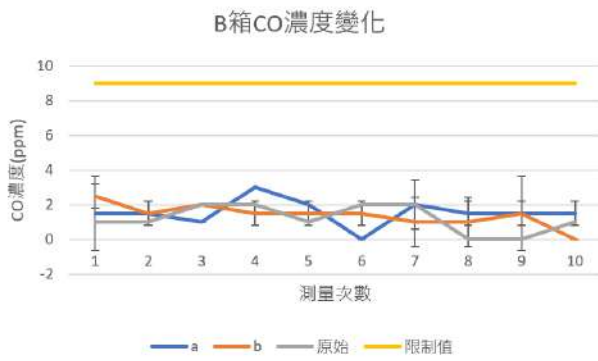


圖 3-3 (研究者自行繪製)

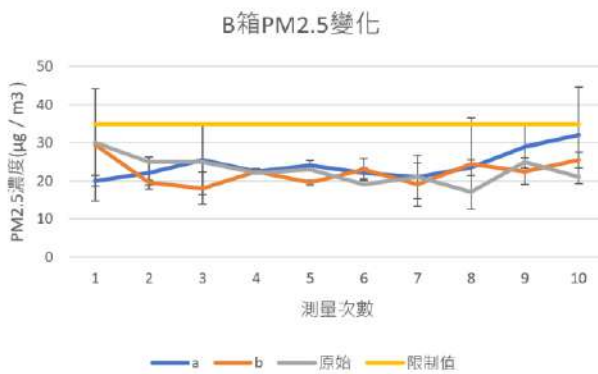


圖 3-5 (研究者自行繪製)

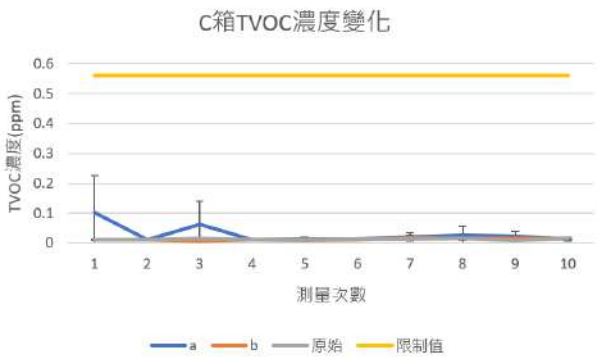


圖 4-1 (研究者自行繪製)

圖 3-2(研究者自行繪製)

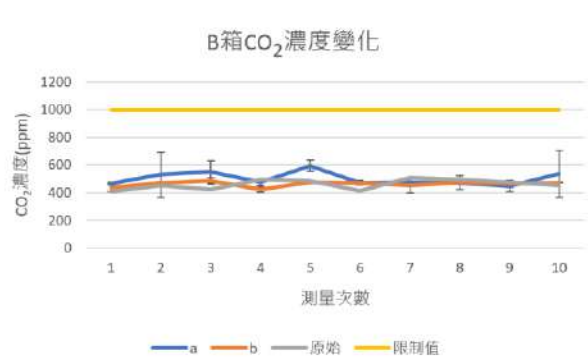


圖 3-4(研究者自行繪製)



圖 3-6(研究者自行繪製)

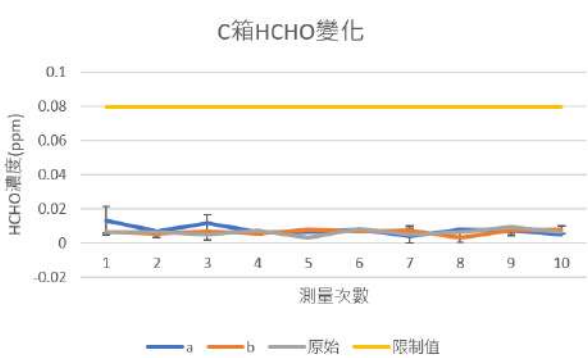


圖 4-2(研究者自行繪製)



圖 4-3 (研究者自行繪製)



圖 4-4(研究者自行繪製)

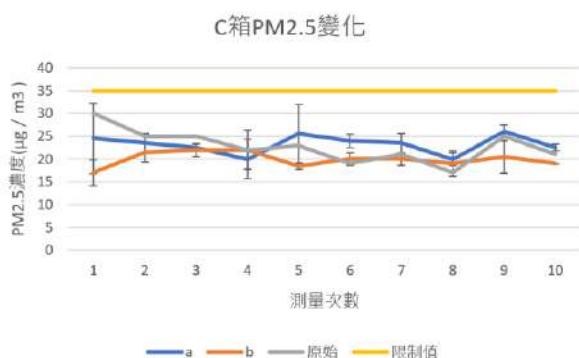


圖 4-5 (研究者自行繪製)



圖 4-6(研究者自行繪製)

【實驗二】探討鐵線蕨對吸收班級環境中二氧化碳濃度的影響

本次實驗旨在研究放置鐵線蕨植物對教室二氧化碳濃度的影響。通過在受試者的桌子上放置鐵線蕨植物並監測教室內的二氧化碳濃度，我們得出了以下實驗結果

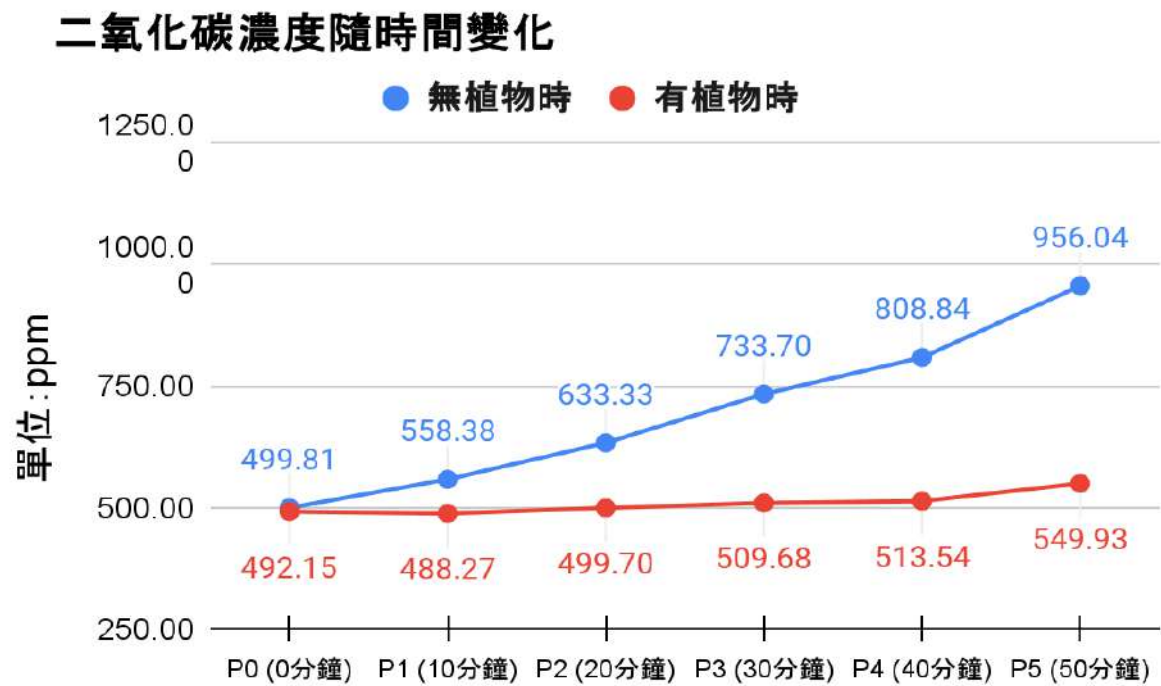
首先，我們對教室中的二氧化碳濃度進行每 10 分鐘的間隔測量，以獲取更細緻的數據來分析。這種方法使我們能夠觀察到二氧化碳濃度在一節課內的變化趨勢，並進一步了解鐵線蕨植物對教室空氣環境的影響。

其次，我們觀察到在每堂課持續 50 分鐘的時間內，教室二氧化碳濃度存在顯著變化。通過對所有實驗結果的綜合分析，我們得出了鐵線蕨植物對教室內二氧化碳濃度的一般影響趨勢，如【圖 5】。

由【圖 5】可知，課堂剛開始的二氧化碳濃度均在 500ppm 左右，不過尚未放置植物時他的濃度卻逐漸地升高，最後濃度上升到了 956ppm，而放置植物後二氧化碳濃度卻平穩地在 500ppm 左右。這表明植物的光合作用對教室的二氧化碳產生了影響，有助於降低環境二氧化碳濃度，提高空氣品質。

再者，我們還使用 T 檢定對放置植物後環境二氧化碳進行 T 檢定，如【表 1】，發現隨著放

置時間越久，有無植物的差異性越顯著。



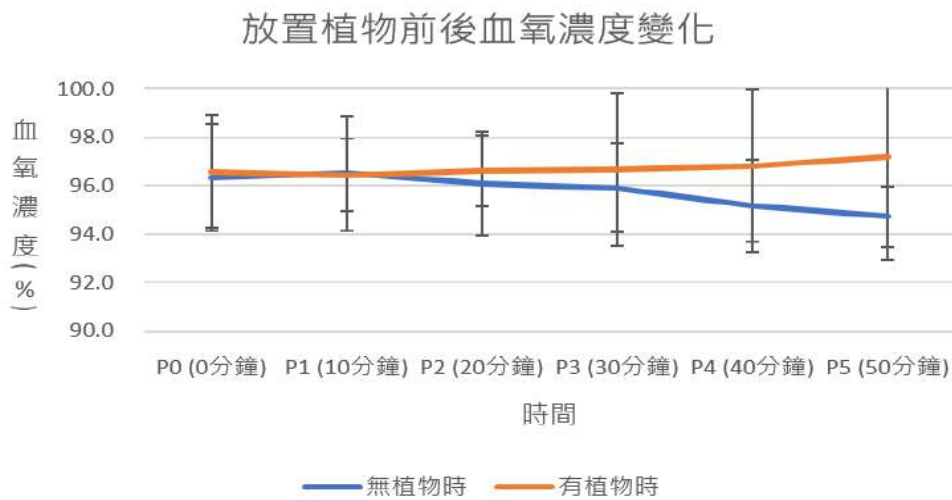
【圖 5】二氧化碳濃度隨時間變化圖(研究者自行繪製)

【表 1】有無植物之二氧化碳濃度變化 T 檢定

時間	T 檢定	標準差	
		有植物	無植物
P1 (0min)	0.2962	109.52	157.86
P2 (10min)	0.0450	128.78	259.24
P3 (20min)	0.0118	183.19	352.43
P4 (30min)	0.0036	200.45	507.06
P5 (40min)	0.0027	228.16	612.58
P6 (50min)	0.0008	281.06	658.67

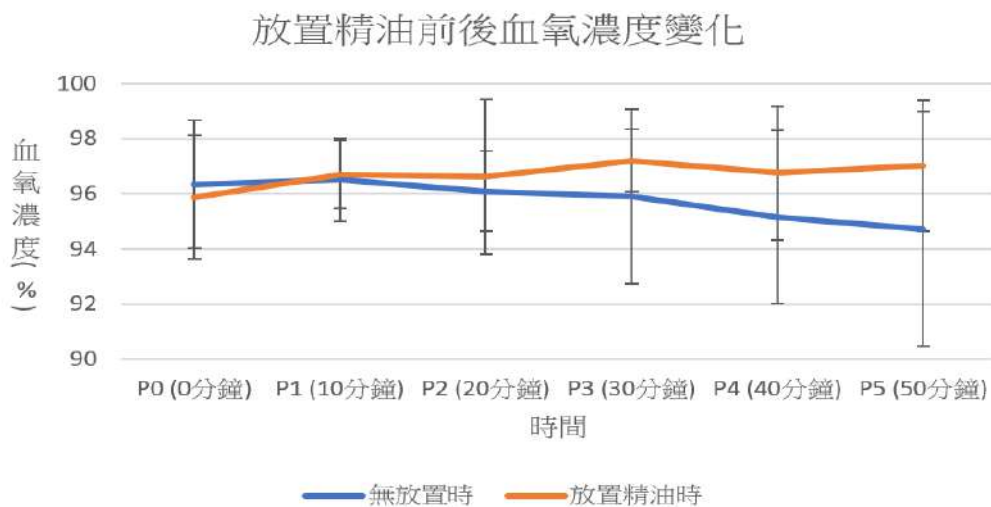
【實驗三】探討放置鐵線對比精油油後對班上學生生理影響

此實驗中發現，放置植物在室內環境中對提升血氧狀態具有顯著的影響，初期學生的血氧濃度均在 96%，不過無放置植物，課堂快結束時血氧濃度下降至 94%，低於正常值 95%到 100%之間；但放置植物後，血氧濃度卻上升至 97%，如【圖 6】。相較於無放置植物，在放置植物時空氣中的二氧化碳含量是較低的，因此血氧濃度會高於無放置植物時。且根據【圖 4】可知，有放置植物時，學生在上課期間的睡覺人數低於無放置時，因此認為放置植物時，能對學生在上課減少睡覺層面有所幫助。再者，我們還使用 T 檢定對放置植物後，鐵線蕨對學生生理的影響，發現隨著放置時間越久，有無植物的差異性越顯著，如【表 2】。



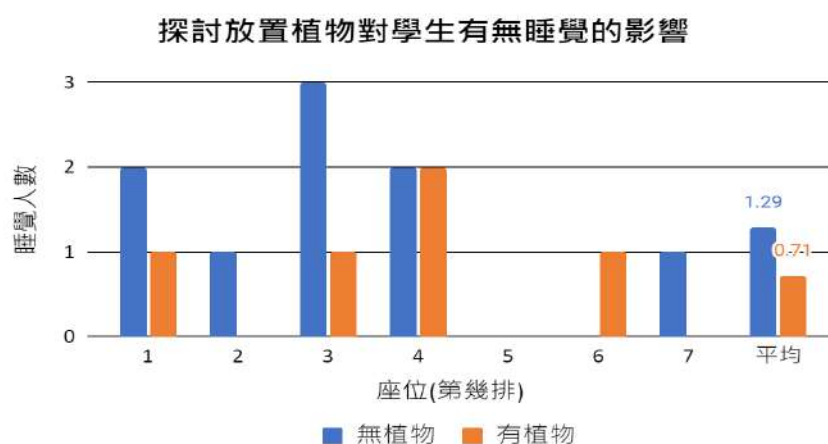
【圖 6】血氧濃度隨時間變化圖(研究者自行繪製)

【表 2】有無植物之血氧濃度變化 T 檢定



【圖 7】血氧濃度隨時間變化圖(研究者自行繪製)

時間	T 檢定	標準差	
		有植物	無植物
P1 (0min)	0.3253	2.22	2.32
P2 (10min)	0.4475	2.37	1.50
P3 (20min)	0.1225	2.14	1.47
P4 (30min)	0.1048	1.83	3.17
P5 (40min)	0.0037	1.90	3.13
P6 (50min)	0.0004	1.24	4.25



【圖 8】學生睡覺人數(研究者自行繪製)

【實驗四】探討放置鐵線蕨對比精油後對班上學生心理影響

此實驗中發現，放置植物在室內環境中對提升班上學生心理狀態及精神方面具有顯著的影響而相反的無放置植物時，心理狀態及精神方面有明顯下降。因此在室內放置植物可以增進學生心理狀態，從而提高人學生上課精神。且根據【圖 10】可知，有放置植物時，學生在上課期間的專注度有顯著提升，且在壓力方面有大幅度減少，因此認為放置植物時，能對學生在上課精神方面有所幫助。而我們推測植物能導致學生專注力增加原因在於植物減少了環境中的二氧化碳濃度而我們推測植物能導致學生壓力減少原因在於其揮發物，因此我們使用市面常見植物精油，來探討其與植物改善壓力能力差異。再者，我們還使用 T 檢定對放置植物後，鐵線蕨及精油對學生生理與心理的影響，發現隨著放置時間越久，有無植物時學生專注度的差異性越顯著。

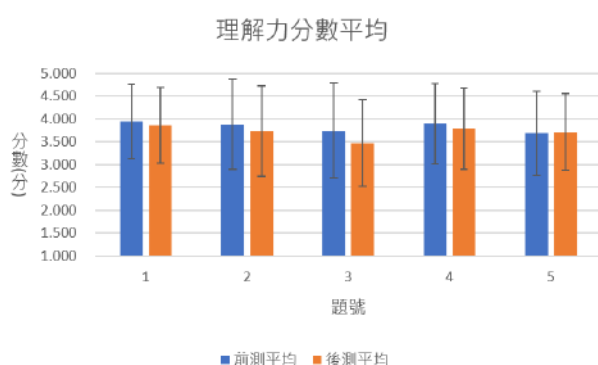
本實驗分為專注程度及壓力程度兩個面向探討：

(一) 探討放置植物對學生專注程度影響：

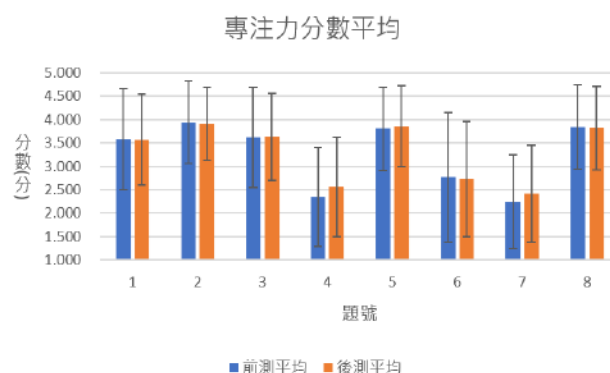
本實驗設計量表來衡量學生上課時的專注程度，由以下 13 個題目所構成。其中第 9、11、12 題為反向題，用於剔除信度不量的問卷。此外，我們將問卷題目歸類為「理解力」與「專注力」兩類，理解力分數平均中【圖 9】，整體差異並不明顯，但在理解老師上課內容此題上卻有顯著差異，推測原因為此題與專注力有較高相關，理解力分數平均中【圖 10】，整體差異較理解力明顯，4、6、7 為反向題，而在專心上課不睡覺此題上有顯著差異，我們推測是因為專注程度會影響課堂中對知識的吸收與理解。我們想探討在不同變因下(教室內有無植物)學生專注程度與理解程度之差異。以下【表 3】為經過 T 檢定分析後的專注力問卷調查結果，由【表 3】可以發現班上學生在專注度及組織能力方面受鐵線蕨影響最大，我們認為在環境改善之後，學生精神狀況明顯改善，進而導致理解力上升。

分類	題序	題目內容	T 檢定
理解力	Q1	上課時，我會判斷課程中的重點之處在哪。	0.11
	Q2	上課時，我會在課本或講義上畫出(標註)老師講課的重點。	0.18
	Q3	上課時我會在課本、講義或筆記紙上寫筆記，組織自己學習到的內容。	0.11
	Q4	整體而言，我能理解並整理老師的上課重點。	0.02
	Q5	我能將上課時學習到的內容，靈活運用在解題上。	0.42
專注力	Q6	我盡量不被外力影響，專注於上課。	0.34
	Q7	我能注意到黑板或投影片上的重點標示。	0.16
	Q8	我有專心聽老師上課。	0.48
	Q9	我有受到外力干擾，沒辦法專注上課。	0.22
	Q10	上課時，我能擷取到老師所說的重點。	0.34
	Q11	上課時，我想睡覺。	0.04
	Q12	上課時，我無法專注在黑板或投影片上。	0.17
	Q13	整體而言，我有專心聽老師上課。	0.46

【表 3】專注力量表



【圖 9】專注力量表之理解力
(研究者自行繪製)



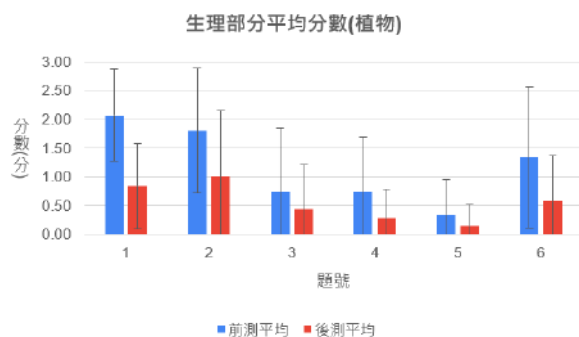
【圖 10】專注力量表之專注力
(研究者自行繪製)

在樊氏壓力量表部分：

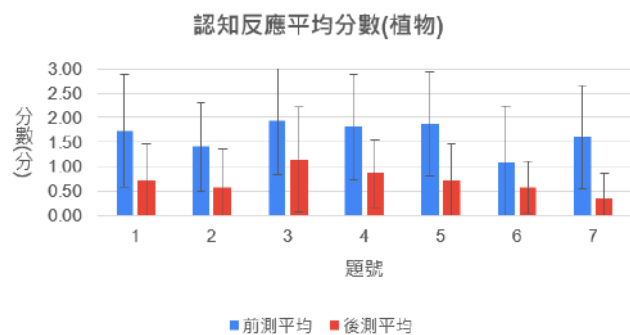
由 21 個題目所構成，我們將題目歸類為「生理」、「認知反應」、「情緒狀態」、「行為表現」四類，各有 6、7、4、4 題。下列附圖皆經過 T 檢定分析後的壓力調查結果，由【圖 12】可以發現班上學生在認知反應方面受鐵線蕨影響最大，我們推測由於壓力明顯降低，學生在認知反應方面能有最大化的改善，而經由下列【圖 11】至【圖 14】可以發現，學生在生理及心理面在前後測數據差異上都是有顯著性的，而前後測差異最大為生理部分的眼睛方面。

分類	題序	題目內容	T 檢定
生理狀態	Q1	最近眼睛比以前更容易覺得酸、乾澀、疲勞。	0.002
	Q2	最近覺得自己皮膚膚質或髮質變差，像是痘痘變多，皮膚乾燥、白頭髮變多等。	0.065
	Q3	最近胸口會悶悶，好像被勒緊般發痛。	0.260
	Q4	最近有時會喘不過氣，有缺氧的感覺。	0.131
	Q5	最近常覺得手腳冰冷，有麻麻的感覺。	0.232
	Q6	最近站起來會頭暈，或是眼花站不穩。	0.076
認知反應	Q1	最近比以前更容易疲勞，而且疲倦好像不大能消除。	0.024
	Q2	最近稍微做點事就立刻感到疲憊。	0.026

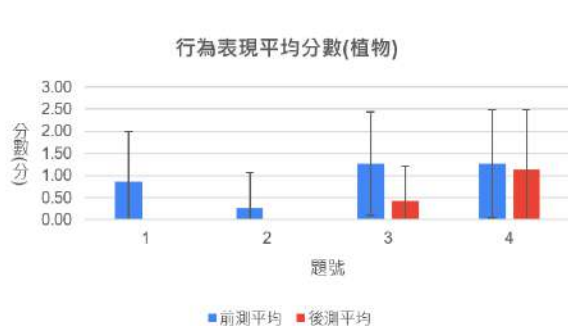
	Q3	即便早上睡醒仍覺得前一天的疲勞沒有完全消除。	0.065
	Q4	最近對工作或課業提不起勁，也比較無法集中注意力。	0.024
	Q5	最近覺得自己記憶力變差，容易忘記事情。	0.009
	Q6	最近自己及容易做出錯誤的決定。	0.150
	Q7	最近自己在判斷事情上比較難定下心來思考。	0.006
情緒狀態	Q1	最近對人有些不想靠近的感覺。	0.110
	Q2	最近容易為小事情感到煩躁、生氣。	0.180
	Q3	最近覺得有太多事情加在自己身上，感到力不從心。	0.050
	Q4	最近容易生氣，對事情沒有耐心、不耐煩、缺乏熱情。	0.094
行為表現	Q1	最近即便吃飽了，還是會不斷想吃東西。	0.029
	Q2	最近睡眠品質變差，半夜 1、2 點會醒來，然後再也睡不著。	0.197
	Q3	最近經常做夢。	0.050
	Q4	最近在人際上比較退縮，和人接觸或見面，覺得麻煩。	0.416



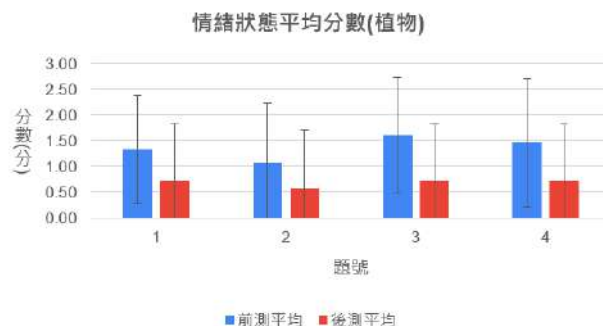
【圖 11】放置植物時壓力量表之生理部分
(研究者自行繪製)



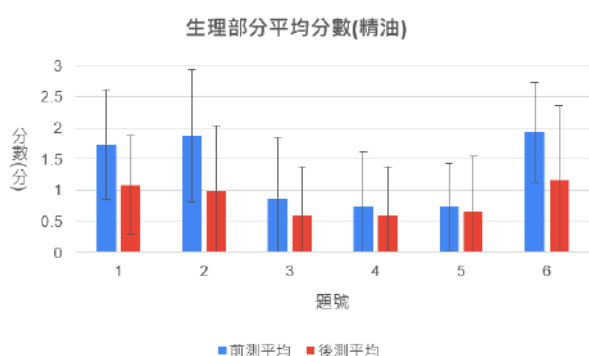
【圖 12】放置植物時壓力量表之認知反應
(研究者自行繪製)



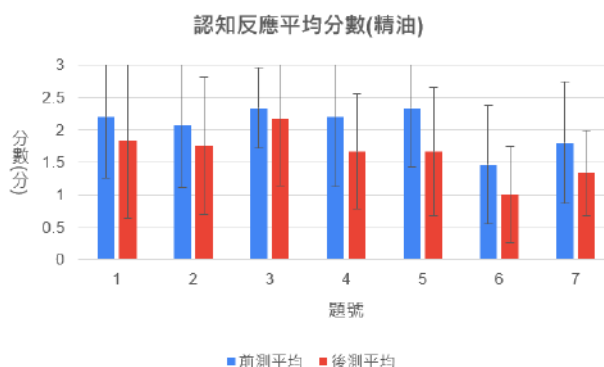
【圖 13】放置植物時專注力量表之行為表現
(研究者自行繪製)



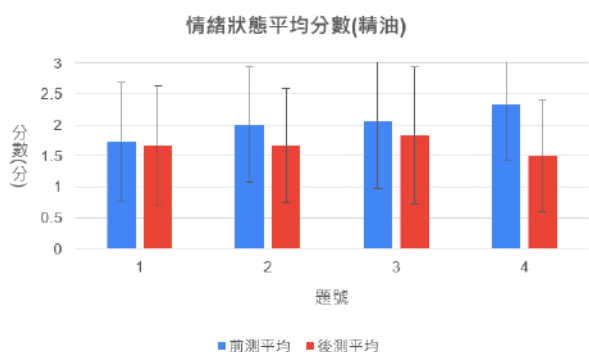
【圖 14】放置植物時專注力量表之情緒狀態
(研究者自行繪製)



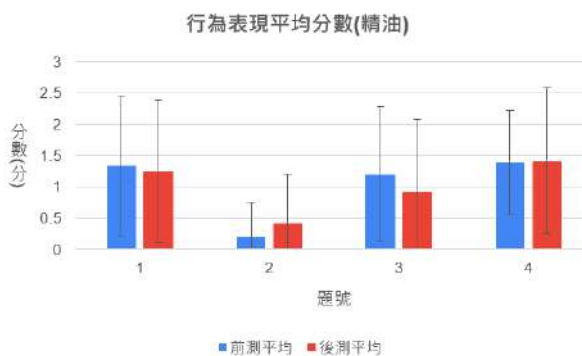
【圖 15】噴灑精油時壓力量表之生理部分
(研究者自行繪製)



【圖 16】噴灑精油時壓力量表之認知反應
(研究者自行繪製)



【圖 17】放置植物時專注力量表之行為表現
(研究者自行繪製)



【圖 18】放置植物時專注力量表之情緒狀態
(研究者自行繪製)

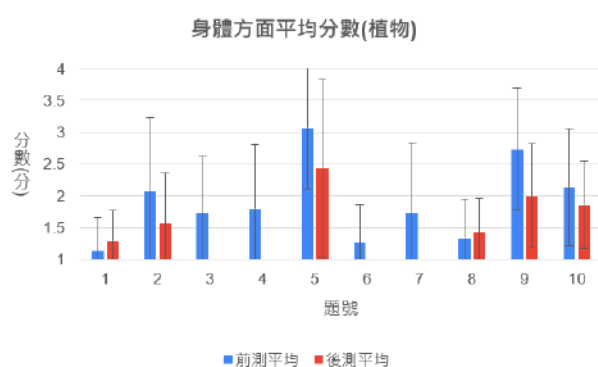
在焦慮量表部分:

由 20 個題目所構成，我們將題目歸類為「生理」、「心理」兩類，分別有 7 題、13 題。以下【表 6】為經過 T 檢定分析後的焦慮調查結果，由【表 6】可以發現班上學生在 方面及方面受鐵線蕨影響最大，我們推測由於焦慮明顯降低，學生在生理方面及心理 方面均能有最大化的改善。

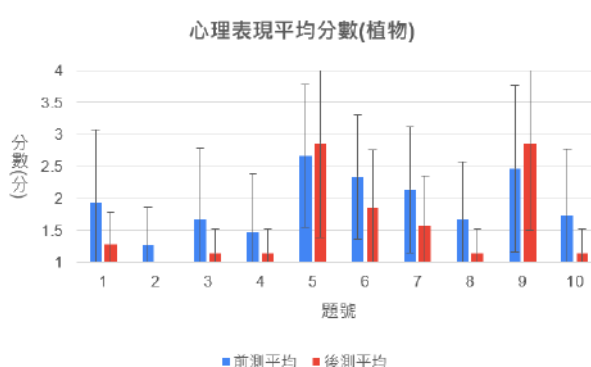
【表 6】焦慮量表與 T 檢定

分類	題序	題目內容	T 檢定
身體狀況	1	我手腳顫抖不止	0.09
	2	我被頭痛、頸痛和背痛所困擾	0.13
	3	我受暈眩所困擾	0.12
	4	我有暈眩或頭昏的症狀	0.19
	5	我的呼氣和吸氣都相當順暢	0.37
	6	我的手腳會麻木和刺痛	0.26
	7	我因胃痛和消化不良而煩惱	0.16
	8	我需要頻繁地小便	0.14
	9	我的手是乾燥且溫暖的	0.10
	10	我的臉會發紅發熱	0.08
心理表現	1	我比平常更容易感到緊張和焦慮	0.02
	2	我會無緣無故地感到恐懼	0.03
	3	我容易感到心煩意亂或恐慌	0.11
	4	我感覺自己正在崩潰邊緣，整個人快要分崩離析	0.13

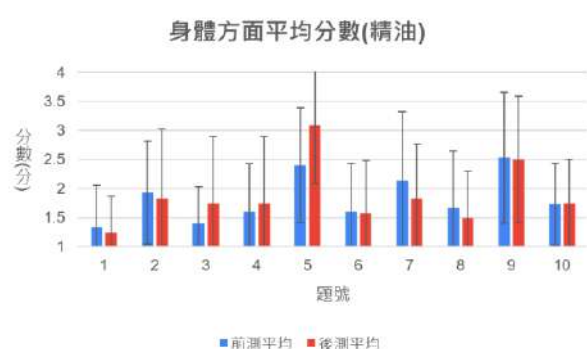
	5	目前一切良好，感覺沒什麼壞事要發生	0.06
	6	我容易感到虛弱和疲勞	0.36
	7	我感到平靜且要靜坐對我是容易的事	0.05
	8	我感覺心跳很快	0.24
	9	我容易入睡且睡眠品質佳	0.26
	10	我會做惡夢	0.08



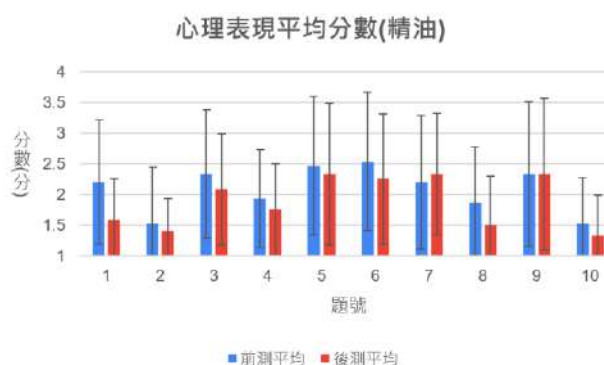
【圖 19】放置植物時身體方面平均分數
(研究者自行繪製)



【圖 20】放置植物時心裡方面平均分數
(研究者自行繪製)



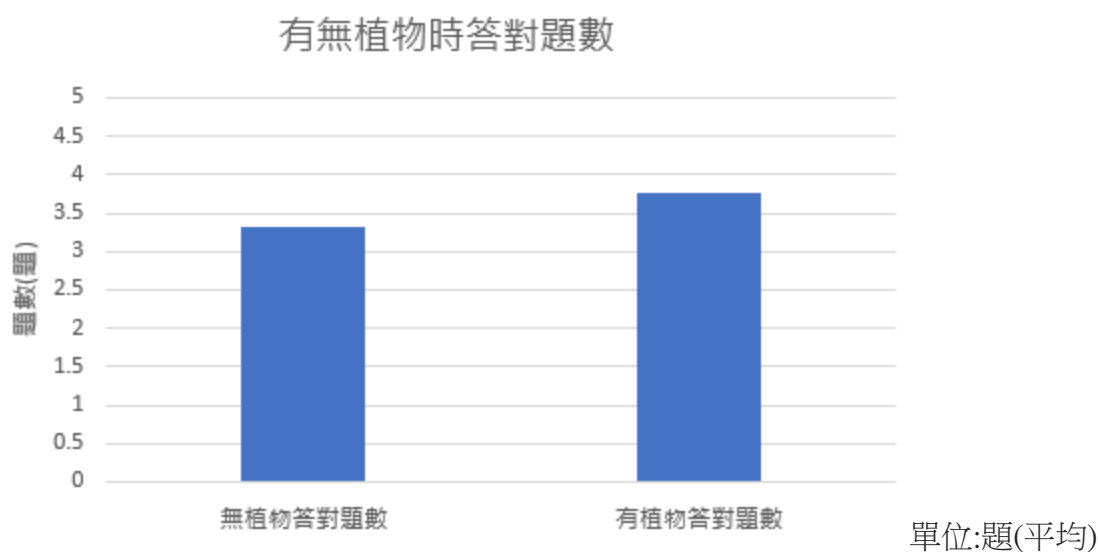
【圖 21】放置精油時身體方面平均分數
(研究者自行繪製)



【圖 22】放置精油時心裡方面平均分數
(研究者自行繪製)

【實驗五】探究課堂中有無植物對班上同學學習狀況的影響

在實驗二及實驗三中發現，放置植物在室內環境中對提升班上學生生理狀態及心理狀態具有顯著的影響；而相反的無放置植物時，生理狀態及心理狀態有明顯下降。因此在室內放置植物可以增進學生心理狀態，從而提高人學生上課精神，因此本實驗再深入探討學生身心靈狀態增進後的學習狀態。由【圖 23】可知，有放植物學生的答對題數多於沒放植物的學生約 12%。再者，我們還使用 T 檢定探討放置植物後，鐵線蕨對學生學習效果的影響，T 檢定結果顯示兩班在有無放置植物比較的 T 檢定數值為 0.005，因此我們認為學生在有植物、身心靈狀態良好的情況下，放置植物將可以提高學生的學習效果。



【圖 23】學生答對題數(研究者自行繪製)

陸、討論

一、實驗討論

【實驗一】探討不同植物對各項環境空氣指標的影響

本研究針對鐵線蕨、常春藤、發財樹三項植物，對其淨化環境空氣能力使用淨化定量空氣(箱型)比較，結果顯示，A 箱(鐵線蕨)在淨化各項空氣指標上有最顯著的改善。

【實驗二】探討鐵線蕨對吸收班級環境中二氧化碳濃度的影響

本研究證實鐵線蕨能夠有效抑制班級環境中的二氧化碳濃度，相較於一般無植物狀態時，提高空氣品質，為改善班級環境提供了一種簡單有效的方法。

【實驗三】探討放置鐵線蕨後對班上學生生理影響

放置植物在室內環境中對提升血氧狀態確實有顯著的影響。相較於無放置植物，在放置植物後空氣中的二氧化碳含量是較低的，因此血氧濃度會高於無放置植物時。

【實驗四】探討放置鐵線蕨後對班上學生心理影響

放置植物在室內環境中對提升心理及精神狀態確實有顯著的影響。且在室內放置植物可以增加學生專注度及降低學生心理壓力、焦慮程度，從而提高上課精神。這種改善有助於減輕疲勞感，進而增加注意力而提升學習效率。

【實驗五】探究課堂中有無植物對班上同學學習狀況的影響

放置植物在室內環境中對學生學習效果有顯著的影響。原因在於鐵線蕨提升了班上學生生理及心理的狀態，進而導致學生在學習效果上有良好的表現。

二、實驗限制

本次實驗的限制主要體現在以下方面。在量化方面，由於資源與時間的限制，我們僅招募到三個班，也就是 106 位參與者，這樣可能導致我們的實驗結果不具備普遍性。且各班之環境狀態難以保持一致，有無開窗、電扇、冷氣較難以控管，不過也較好呈現一般課堂狀態下難以控制的各項變因。

而監測人體血氧和二氧化碳的儀器也可能有誤差之情形，尤其是二氧化碳檢測儀的範圍僅在 400ppm 到 5000ppm，低於或超出此範圍便只會呈現出它的極限值，影響實驗結果。

且本實驗問卷之內容都是以較主觀的方式問答，可能因為參與者的偏差，從而影響到結果的普適性。

三、未來展望

若未來有機會再做此實驗，在植物選擇方面，我們可以選擇更多種類的植物品種作比較。在箱型實驗中，我們可以將空氣污染物質放進密閉空間中，以更好的測量植物吸收的程度。在生理方面，可以加上測量血壓、體溫和脈搏等數據，以更好的對實驗進行分析。在心理方面，也可以用壓力知覺量表（PSS）或幸福度量表來進行施測。在量化數據方面，可以擴大樣本規模至不同年齡段來增加研究的完整性。最後希望這份研究可以作為學校對於提升教室環境品質、增加學生學習效果等相關的政策考量有所幫助。

柒、結論

本實驗之階段一結果證明空氣淨化植物(鐵線蕨、常春藤與發財樹)，在 CO、PM2.5、

PM1.0 的部分，鐵線蕨吸收空氣汙染物質的效果最佳；教室放置鐵線蕨後，環境中的二氧化碳的成長是會被抑制的最明顯。在尚未擺放鐵線蕨前的二氧化碳濃度隨著時間的遞增，而漸漸積累在環境中，由最初約 500ppm 經過五十分鐘上升至將近 1000ppm；在放置鐵線蕨後，環境中的二氧化碳濃度卻持續維持在 500ppm 左右。最後再進行 T 檢定比較有無植物時二氧化碳濃度，看出其差距是具有顯著性的。

而階段二證明鐵線蕨對人體的生理與心理分別有所影響，由階段一的實驗發現鐵線蕨的放置能抑制環境中的二氧化碳增長，人體所吸入的空氣中較尚未放置植物時的二氧化碳濃度低，因此血液中的含氧量進而提高，腦幹發出缺氧的頻率也相對較少，打呵欠想睡的人數便隨之減少；心理方面發現放置鐵線蕨後使學生上課專注程度得以提升，並漸少其感受到的壓力與焦慮程度。最後階段三結果證明教室放置鐵線蕨能夠為學生創造良好的身心靈狀態，使其專注於課堂，減少分心的因素，增加學生學習效果

綜合以上所述，教室放置鐵線蕨能改善空氣品質，並影響學生生理與心理方面，進而提升學生學習效果。

捌、參考文獻資料

1. 香草植物淨污能力及與光化反應相關之研究，張元(Yuan Jhang)撰
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/U0001-1208201111542600>
2. 常見室內植物對甲醛及二氧化碳之吸收及反應，陳彥宇撰
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/U0001-2601200721121700>
3. Environmental Health Perspectives，第 120 卷，第 12 期，第 1671-1677 頁
作者：Usha Satish, Mark J. Mendell, Krishnamurthy Shekhar, Toshifumi Hotchi, Douglas Sullivan, Siegfried Streufert, William J. Fisk
4. Environmental Health Perspectives，2013 卷，第 1 期
作者：Yu-Lieh、Wu、Ruei-Yan、Lin 和 Hao、ChengAUTHORS
5. 認知策略、心情沉靜狀態、課室專注力與學業成就之關聯：以台灣一所高級職業學校為例。楊雅婷、陳奕樺。教育學報，2014 年，第 42 卷第 2 期，頁 23 - 50
6. 課室專注力量表之建構。楊雅婷、陳奕樺。教育研究與發展期刊，第九卷第四期 2013 年 12 月 頁 1-28
7. 壓力量表出處 <https://health99.hpa.gov.tw/onlineQuiz/pressure>
8. 國家實驗研究院
<https://www.narlabs.org.tw/tw/xscience/cont?xsmsid=0I148638629329404252&sid=0K258298697903725370>
9. 綠色療癒力。沈瑞琳 (2016)

https://books.google.com.tw/books?hl=zhTW&lr=&id=sHAYDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=%E5%AE%A4%E5%85%A7%E6%A4%8D%E7%89%A9%E6%8F%90%E5%8D%87%E5%A4%9A%E5%B7%B4%E8%83%BA&ots=ysWsSxxwM&sig=Fhb0XBjKNTBuBNPBX4LZ24wo50I&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

10. 樊雪春(2011)，樊氏壓力檢測量表
<http://ocw.lib.ntnu.edu.tw/course/view.php?id=242>
11. 洪維仁(Wei-Jen Hung)(2016 年)。大學室內場所二氧化碳與甲醛濃度分佈探討。
國立屏東科技大學工學院環境工程與科學系所：碩士論文
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/U0042-1805201714164165>
12. 陳重仁(Chung-Jen Chen)(2012 年)。科技大學校園內不同室內類型甲醛濃度探討。
國立屏東科技大學工學院環境工程與科學系所：碩士論文
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/U0042-2202201313581316>
13. 李彥頤(2023 年)。辦公空間室內空氣品質管制策略之研究。
國立成功大學建築學系：博碩士論文
<https://nckur.lib.ncku.edu.tw/handle/987654321/261172>
14. 空氣品質監測網（113 年 9 月 30 日）。空氣品質標準法規。
<https://airtw.moenv.gov.tw/cht/Information/Standard/Rules.aspx>
15. B. Ekblom et al.(1975).Effect of changes in arterial oxygen content on circulation and physical performance.journal of applied physiology,Volume3,9Issue 1,July 1975,Pages 71-75
<https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1975.39.1.71>
16. Baker et al., 2024 .Carbon Dioxide as a Novel Blood Pressure Therapy for Neurogenic Orthostatic Hypotension
<https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/physiol.2024.39.S1.1335>
17. Cathcart & Clark , 1915 .The mode of action of carbon dioxide on the blood-pressure
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.1915.sp001711>
18. Domes & Frings , 2020 .Stress and Cognition in Human
<https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000476>
19. Debra A Dunstan , Ned Scott(2020), Norms for Zung’ s Self-rating Anxiety Scale , BMC Psychiatry. 2020 Feb 28;20:90. doi: 10.1186/s12888-019-2427-6
20. Hammami et al., 2016 .Essential Oil Constituents and Antioxidant Activity of Asplenium Ferns
<https://doi.org/10.1093/chromsci/bmw071>
21. Kuznetsova & Kulikov , 2014 .Cerebrovascular and systemic hemodynamic response to carbon dioxide in human
https://journals.lww.com/bpmonitoring/abstract/2014/04000/cerebrovascular_and_systemic_hemodynamic_response.5.aspx
22. Lumban Gaol , 2016 .Teori Stres: Stimulus, Respons, dan Transaksional
<https://doi.org/10.22146/BPSI.11224>

23. Lambert & Gellhorn , 1937 .Influence of Carbon Dioxide upon Blood Pressure Reaction to Oxygen Deficiency
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3181/00379727-36-9157P>
24. Lima et al., 2024 .Terpenoid composition of fern and lycophyte essential oils: a chemosystematic approach
<https://doi.org/10.1080/0028825x.2024.2323505>
25. Nair 等人 , 2023 .Chemical Composition and Antiproliferative Activity of Rhizome and Frond Essential Oils of *Anemia schimperiana* subsp. *wightiana*, a Rare Fern Endemic to South India
<https://doi.org/10.1080/22311866.2023.2211046>
26. Nahla Al Qassimi,Chuloh Jung.Front. Built Environ.(2022) , Impact of Air-Purifying Plants on the Reduction of Volatile Organic Compounds in the Indoor Hot Desert Climate
27. Santos 等 , 2013 .Chemical Composition of Essential Oils from Two Fern Species of *Anemia*
<https://doi.org/10.1640/0002-8444-103.4.215>
28. Selye , 1976. Stress without distress
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1009491/>
29. William WK Zung(1971), A Rating Instrument for Anxiety Disorders. 12(6): Psychosomatics 371-379.
30. Wolverton, B. C.,Johnson, Anne 、 Bounds, Keith.Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement.NASA-TM-101766.1989\
31. Weiwei Liu, &Weidi Zhong, &Pawel Wargocki(2016.12.20).Performance, acute health symptoms and physiological responses during exposure to high air temperature and carbon dioxide concentration,sciencedirect,Volume 114, March 2017, Pages 96-105.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132316305121#bib20>

附件一、問卷內容

一、理解力前測、後測

1. 上課時，我會判斷課程中的重點之處在哪
2. 上課時，我會在課本或講義上畫出(標註)老師講課的重點
3. 上課時我會在課本、講義或筆記紙上寫筆記，組織自己學習到的內容
4. 整體而言，我能理解並整理老師的上課重點。
5. 我能將上課時學習到的內容，靈活運用在解題上

二、專注力感受前測、後測

1. 我盡量不被外力影響，專注於上課。
2. 我能注意到黑板或投影片上的重點標示
3. 我有專心聽老師上課
4. 我有受到外力干擾，沒辦法專注上課
5. 上課時，我能擷取到老師所說的重點
6. 上課時，我想睡覺
7. 上課時，我無法專注在黑板或投影片上
8. 整體而言，我有專心聽老師上課

三、樊氏壓力量表

(一)生理部分

1. 最近眼睛比以前更容易覺得酸、乾澀、疲勞。
2. 最近覺得自己皮膚膚質或髮質變差，像是痘痘變多，皮膚乾燥、白頭髮變多等。
3. 最近胸口會悶悶，好像被勒緊般發痛。
4. 最近有時會喘不過氣，有缺氧的感覺。
5. 最近常覺得手腳冰冷，有麻麻的感覺。
6. 最近站起來會頭暈，或是眼花站不穩。

(二)認知反應

1. 最近比以前更容易疲勞，而且疲倦好像不大能消除。
2. 最近稍微做點事就立刻感到疲憊。
3. 即便早上睡醒仍覺得前一天的疲勞沒有完全消除。

4. 最近對工作或課業提不起勁，也比較無法集中注意力。
5. 最近覺得自己記憶力變差，容易忘記事情。
6. 最近自己及容易做出錯誤的決定。
7. 最近自己在判斷事情上比較難定下心來思考。

(三)情緒狀態

1. 最近對人有些不想靠近的感覺。
2. 最近容易為小事情感到煩躁、生氣。
3. 最近覺得有太多事情加在自己身上，感到力不從心。
4. 最近容易生氣，對事情沒有耐心、不耐煩、缺乏熱情。

(四)行為表現

1. 最近即便吃飽了，還是會不斷想吃東西。
2. 最近睡眠品質變差，半夜 1、2 點會醒來，然後再也睡不著。
3. 最近經常做夢。
4. 最近在人際上比較退縮，和人接觸或見面，覺得麻煩。

四、焦慮量表

(一)身體狀況

1. 我手腳顫抖不止
2. 我被頭痛、頸痛和背痛所困擾
3. 我受暈眩所困擾
4. 我有暈眩或頭昏的症狀
5. 我的呼氣和吸氣都相當順暢
6. 我的手腳會麻木和刺痛
7. 我因胃痛和消化不良而煩惱
8. 我需要頻繁地小便
9. 我的手是乾燥且溫暖的
10. 我的臉會發紅發熱

(二)心理表現

1. 我比平常更容易感到緊張和焦慮
2. 我會無緣無故地感到恐懼
3. 我容易感到心煩意亂或恐慌

4. 我感覺自己正在崩潰邊緣，整個人快要分崩離析
5. 目前一切良好，感覺沒什麼壞事要發生
6. 我容易感到虛弱和疲勞
7. 我感到平靜且要靜坐對我是容易的事
8. 我感覺心跳很快
9. 我容易入睡且睡眠品質佳
10. 我會做惡夢

【評語】130008

此研究主要是要探討教室中置放植物是否能藉由降低空氣中有
害物質，而達到增進學生心理、生理健康以及學習表現。以下幾點建
議：

1. 在此研究中，如何提供直接證據來證實植物減少這些物質後對學
習的影響。
2. 實驗結果顯示：在箱內放置植物，箱內物質基本上並無顯著的變
化。這樣的結果如何能推至整個教室的變化？必須解釋為何在實
驗箱內未見到任何物質的變化，但是在教室的大環境下卻能看見
CO₂ 的變化？
3. 圖五中的試驗為幾重複的試驗？請標示標準偏差。
4. 圖六、圖七中，血氧值得標準偏差過大，血氧平均值皆偏低，應
檢測血氧機的校正回歸值。
5. 圖八實驗中，如何定義“有無睡覺”？建議至少加入一項主觀睡
眠量表的數據來加以客觀的說明，另外亦可提供測試前一晚的睡
眠狀態，因為前一晚的睡眠狀態亦會影響測試當天的想睡的狀態。
6. 圖九至圖十一，基本上在專注力、認知能力上，並無顯著差異。
專注力，理解力都採用主觀評量，未來可考慮其他客觀的專注力，
記憶，或其他認知評量，有客觀的反應時間跟正確率做比較。