

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG CÂY XANH NHẪM GIẢM THIỂU KHÍ CO₂ VÀ CÁC HỢP CHẤT HỮU CƠ DỄ BAY HƠI (VOCs) TRONG KHÔNG KHÍ TRONG NHÀ

Nguyễn Thị Ngọc Ánh¹, Phạm Châu Thùy^{1,*}

TÓM TẮT

Suy giảm chất lượng không khí do tác động của các ngành công nghiệp, giao thông, đô thị hóa là một vấn đề đáng báo động ở Việt Nam cũng như trên thế giới. Ô nhiễm không khí trong nhà làm ảnh hưởng sức khỏe, giảm tuổi thọ, gây ra bệnh tật và tăng các triệu chứng của các bệnh tiềm ẩn cho con người đang được quan tâm hiện nay. Để đóng góp một phần cho những nghiên cứu giảm thiểu ô nhiễm không khí trong nhà, nghiên cứu này thực hiện đánh giá khả năng hấp thụ các chất ô nhiễm không khí phổ biến trong nhà bao gồm CO₂, các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOCs) của một số cây xanh trong nhà và tìm hiểu mối liên hệ giữa một số đặc điểm sinh lý thực vật của cây đến khả năng hấp thụ các khí ô nhiễm này. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, cả 3 cây thí nghiệm gồm cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý đều có khả năng hấp thụ các chất ô nhiễm, trong đó hiệu quả xử lý tổng các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (TVOC) cao hơn CO₂. Cây lô hội giúp làm giảm tới 91% khí TVOC và 72% khí CO₂. Cây cau tiểu trâm giúp làm giảm 86% TVOC và 58% CO₂. Cây lan ý giúp làm giảm tới 72% TVOC và 55% CO₂ sau 21 giờ thí nghiệm. Kết quả xử lý thống kê cho thấy, các cây nghiên cứu đều có khả năng xử lý chất ô nhiễm, hiệu quả xử lý của các cây này khá tương đồng nhau và có sự khác biệt đáng kể so với thí nghiệm đối chứng. Đặc điểm về khí khổng, cụ thể là tổng diện tích khí khổng của cây bước đầu thể hiện sự ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý khí ô nhiễm. Kết quả này làm cơ sở khoa học cho những nghiên cứu tiếp theo giúp lựa chọn những loài cây có hiệu quả trong xử lý ô nhiễm không khí trong nhà.

Từ khóa: Không khí trong nhà, cây xanh, cảm biến khí, CO₂, tổng các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (TVOC), hấp thụ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), ô nhiễm không khí bao gồm ngoài trời và trong nhà là những mối nguy hại ảnh hưởng lên sức khỏe con người. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng ô nhiễm không khí trong nhà nghiêm trọng hơn ô nhiễm không khí ngoài trời, do cấu trúc khép kín của ngôi nhà hoặc những tòa nhà, dòng không khí trong lành bị hạn chế làm chất lượng không khí kém đi. Tính trung bình, mức độ ô nhiễm không khí ở trong nhà cao gấp 8 lần so với ngoài trời. Theo WHO, 2/3 số người chết và giảm tuổi thọ do

ô nhiễm không khí thuộc các nước đang phát triển [1].

Tại Việt Nam, ô nhiễm không khí ở các thành phố lớn cũng đang ngày càng đáng báo động và ô nhiễm không khí trong nhà là điều khó tránh khỏi. Theo nghiên cứu của Viện Khoa học Kỹ thuật Bảo hộ Lao động tại 6 văn phòng trong 4 tòa nhà ở nội thành Hà Nội cho thấy, nồng độ CO₂ trong không khí trung bình là 860 ppm (nơi cao nhất là 940 ppm), nồng độ các chất hữu cơ dễ bay hơi là 6,33 ppm, nồng độ bụi hô hấp là 0,208 mg/m³ [2]. Việt Nam hiện chưa có tiêu chuẩn không khí trong nhà. Tuy nhiên, nếu áp các chỉ số trên vào một số tiêu chuẩn của quốc tế thì thấy vượt tiêu chuẩn cho phép.

¹ Khoa Công nghệ Nông nghiệp, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

*Email: thuytc@vnu.edu.vn

Gần đây, các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi nói chung (VOCs) được xem là những chất ô nhiễm không khí trong nhà quan trọng do có ảnh hưởng xấu tới sức khỏe con người như tác động lên hệ thần kinh, gan, thận và cơ quan hô hấp [3]. Các hợp chất này có mặt trong không khí trong nhà do phát thải từ một số nguồn nhất định như sơn và keo trên các vật dụng trong nhà, đồ nội thất, các chất tẩy rửa, các chất làm mát không khí, hóa chất diệt côn trùng, các đồ gia dụng điện tử như máy tính, máy in... Nồng độ của nhiều VOCs trong nhà luôn cao hơn đáng kể (cao hơn tới mười lần) so với ngoài trời [4]. Do đó việc làm giảm hay loại bỏ các hợp chất này là rất cần thiết.

Xử lý các chất ô nhiễm trong không khí bằng thực vật là biện pháp hiệu quả và thân thiện với môi trường. Một số nghiên cứu đã sử dụng cây xanh trong nhà như cây lưỡi hổ, cây dương xỉ, cây nha đam, cây sống đời... để loại bỏ, giảm thiểu các chất ô nhiễm trong không khí trong nhà [5 - 8]. Nghiên cứu của Sriprapat và Paitip Thiravetyan (2013) đã chỉ ra hiệu quả của cây kim tiền trong xử lý BTEX (benzen, toluen, etyl benzen và xylen) trong nhà, trong đó cây kim tiền được tưới nước tốt sẽ loại bỏ BTEX nhanh hơn cây thiếu nước [5]. Chul và cs (2009) cho biết, thực vật hấp thụ chất hữu cơ dễ bay hơi thông qua khí khổng trong quá trình trao đổi khí bình thường và chuyển chúng thành amin axit thông qua chu trình Calvin [6]. Loại bỏ các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà bằng thực vật không chỉ phụ thuộc vào tổng diện tích bề mặt, đặc điểm hình thái, cấu trúc và tính chất hóa học của thực vật, mà còn phụ thuộc đặc điểm của nền đất [7].

Tuy nhiên nghiên cứu xác định hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm không khí bằng cây xanh trong nhà theo thời gian thực cũng như mối liên hệ giữa đặc điểm của cây với hiệu quả xử lý còn hạn chế. Nghiên cứu này khảo sát hiệu quả xử lý một số chất ô nhiễm trong không khí trong nhà bằng một số cây xanh phổ biến như cây lô hội, cây cau tiểu trâm, cây lan ý theo thời gian thực, đồng thời xem

xét mối liên hệ giữa đặc điểm khí khổng của cây với hiệu quả xử lý. Từ đó có những khuyến cáo lựa chọn loại cây có hiệu quả với việc xử lý các chất ô nhiễm trong không khí trong nhà.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên ba loại cây, được trồng phổ biến trong nhà và được nhiều người ưa thích bao gồm cây lô hội, cây cau tiểu trâm và cây lan ý.

Đối tượng chất ô nhiễm cần loại bỏ sử dụng cho thí nghiệm là CO₂ và tổng các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (TVOC), được lấy từ khói thuốc lá, là nguồn gây ô nhiễm phổ biến trong không khí trong nhà.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thiết bị sử dụng trong thí nghiệm

Các thiết bị sử dụng trong thí nghiệm gồm: buồng thí nghiệm, thiết bị cảm biến và các thiết bị kết nối, phụ trợ, cây thí nghiệm.

Buồng thí nghiệm được làm bằng mica, kích thước 70 x 45 x 45 cm, dày 3 mm có khoan lỗ để đưa đầu ống dẫn khí thông qua máy bơm khí, đồng thời khoan lỗ để đưa dây cảm biến và các thiết bị phụ trợ. Các khe hở của buồng được bịt kín bằng đất sét. Nguồn khí cấp cho buồng thí nghiệm được tạo ra bằng cách đốt thuốc lá và bơm trực tiếp vào buồng qua lỗ cấp khí, nồng độ khí được giữ ổn định nhờ quạt gió lắp trên thành trên của buồng thí nghiệm.

Các cảm biến sử dụng trong thí nghiệm gồm cảm biến chất lượng không khí, cảm biến nhiệt độ độ ẩm. Cảm biến chất lượng không khí có mã series CCS811, sử dụng để đo nồng độ khí CO₂, TVOC trong buồng thí nghiệm [9]. Cảm biến nhiệt độ độ ẩm mã series DHT11, sử dụng để đo nhiệt độ và độ ẩm trong thí nghiệm [10]. Dữ liệu được cập nhật liên tục, thông qua module thu phát wifi ESP8266 [11]. Độ chính xác của cảm biến CCS811 và DHT11 đã được hiệu chuẩn qua đầu cảm biến

khí tích hợp trong thiết bị đo khí của Libelium Smart Environment PRO.

Cây thí nghiệm được sử dụng là cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý được trồng bằng đất thịt trong chậu nhựa kích thước đường kính thành trên và dưới là 22 và 24 cm, chậu cao 18 cm. Các cây được lựa chọn cho thí nghiệm là những cây mới được trồng khoảng 5 tới 6 tháng tuổi và để hạn chế sự hấp thụ khí nghiên cứu bởi bề mặt và thành chậu thì phần đất ở chậu cây được bọc kín bằng giấy bạc.

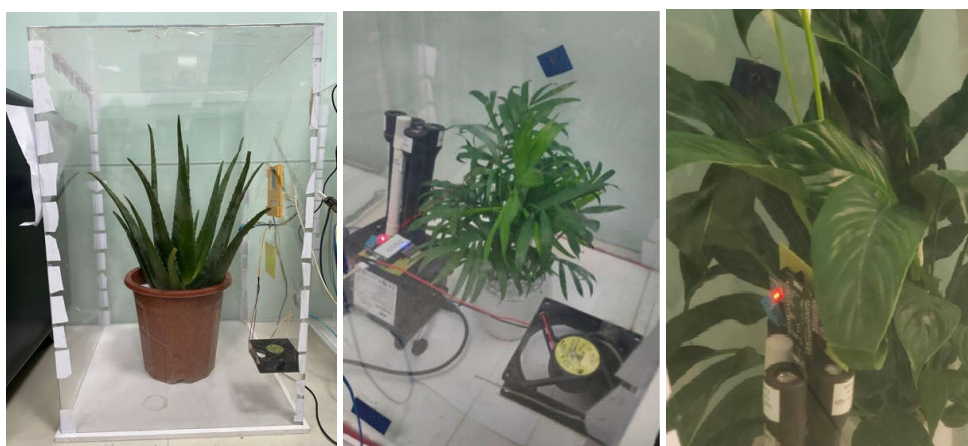
2.2.2. Bố trí và tiến hành thí nghiệm

Thí nghiệm được chia làm 4 đợt và đều tiến hành trong vòng 21 giờ bắt đầu từ 14 giờ hôm trước đến 11 giờ hôm sau. Đợt 1 là thí nghiệm đối chứng, thí nghiệm với chậu đất không có cây và toàn bộ chậu được bọc kín bởi giấy bạc giống như thí nghiệm có cây. Đợt 2, 3, 4 tiến hành thí nghiệm lần lượt với các cây đã lựa chọn là cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý. Cây thí nghiệm được đặt ở giữa

buồng thí nghiệm, tránh để lá cây tiếp xúc trực tiếp với thành buồng thí nghiệm. Cây trước khi đặt thí nghiệm được làm sạch bề mặt lá giảm bụi bẩn và các yếu tố làm ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm.

Thí nghiệm được thực hiện với ánh sáng trong buồng luôn có giá trị bằng 95% giá trị ánh sáng bên ngoài buồng thí nghiệm (do độ trong suốt của tấm mica). Kết quả này được đánh giá là không ảnh hưởng đến khả năng quang hợp của cây trong quá trình thí nghiệm.

Thí nghiệm tiến hành trong 21 giờ kể từ khi bắt đầu thí nghiệm. Theo thử nghiệm ban đầu cho thấy, thời gian 21 giờ là thích hợp để quan sát do thí nghiệm trong thùng kín nên sinh trưởng của cây sẽ bị ảnh hưởng. Trong đó 3 giờ đầu để ổn định khí trong buồng thí nghiệm, số liệu khí trong 18 giờ sau khi nồng độ khí ổn định được sử dụng để phân tích sự thay đổi diễn biến nồng độ khí tác động lên cây thí nghiệm.



Hình 1. Bố trí thí nghiệm với cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý

2.2.3. Các thông số đo đạc

Bảng 1. Các thông số đo đạc trong thí nghiệm

STT	Thông số	Phương pháp xác định
1	Nồng độ khí CO ₂	Cảm biến CCS811
2	Nồng độ tổng các hợp chất hữu cơ bay hơi TVOC	Cảm biến CCS811
3	Diện tích lá	Máy đo cầm tay
4	Khí khổng	Kính hiển vi

Thí nghiệm xác định các thông số như nồng độ khí CO₂, TVOC, diện tích lá, số lượng và diện tích khí khổng. Thông số và phương pháp xác định được mô tả ở bảng 1.

Nồng độ CO₂, TVOC được đo liên tục theo thời gian thực từ khi đặt cây vào buồng thí nghiệm đến khi kết thúc thí nghiệm. Dữ liệu được đo bằng cảm biến chất lượng không khí và ghi lại 5 phút/lần trên file đám mây dưới dạng Json. Trong thí nghiệm, diện tích lá đo bằng máy đo diện tích cầm

tay. Diện tích khí khổng được sử dụng để tính toán tổng diện tích khí khổng. Khí khổng lá được đếm và đo diện tích bằng kính hiển vi cài phần mềm NIS-Elements. Phương pháp xác định diện tích và mật độ khí khổng được thực hiện theo Treesubsuntorn và Thiravetyan (2012) [12]. Các chỉ tiêu đánh giá được chọn là trung bình mật độ khí khổng tính trên diện tích trên 1 mm², trung bình diện tích một khí khổng (μm²), trạng thái khí khổng và tổng lượng khí khổng tương đối của cây.

2.2.4. Xử lý dữ liệu

Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Excel 5.0 và phần mềm R. Sử dụng phương pháp phân tích phương sai ANOVA để so sánh sự sai khác về hiệu suất xử lý khí tích lũy theo thời gian giữa các công thức thí nghiệm. Sự sai khác giữa các nhóm thí nghiệm được phân tích hậu định dựa theo kiểm định Bonferroni. Thí nghiệm được tiến hành 4 đợt, mỗi đợt thực hiện 3 lần để tính ra giá trị trung bình nồng độ khí thay đổi trong trường

hợp buồng thí nghiệm không đặt cây và có đặt cây. Số liệu nồng độ khí bắt đầu tiến hành thí nghiệm và nồng độ tại các thời điểm khác nhau được sử dụng để xác định hiệu suất hấp thụ theo giờ và hiệu suất hấp thụ khí cuối cùng cho phân tích ANOVA

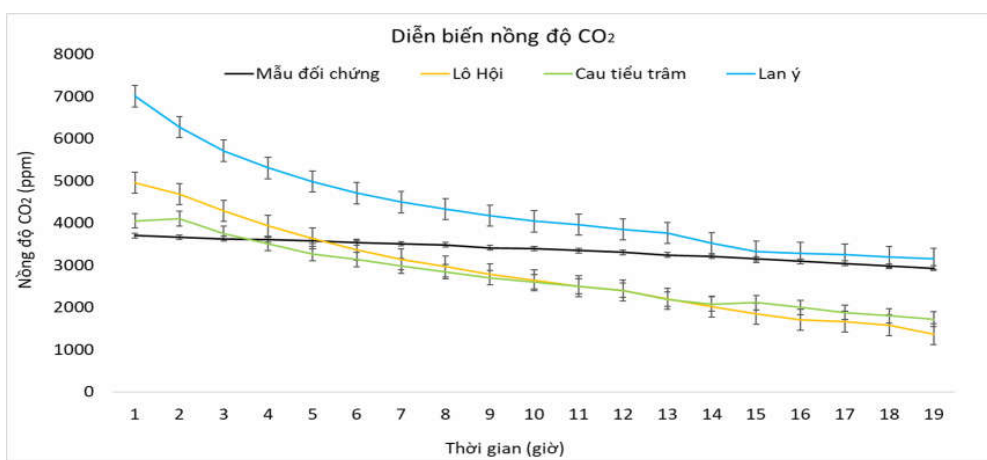
Hiệu suất hấp thụ khí bởi các cây được xác định dựa vào công thức sau [13]:

$$H_t = \frac{C_i - C_t}{C_i} \times 100\%$$

Trong đó: H_t (%) là hiệu suất loại bỏ khí ở thời điểm t ; C_i , C_t (ppm) là nồng độ khí độc trong buồng thí nghiệm ngay sau khi bơm khí vào và ở thời điểm t .

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến nồng độ khí CO₂ và TVOC trong thí nghiệm đối chứng và các thí nghiệm có cây.

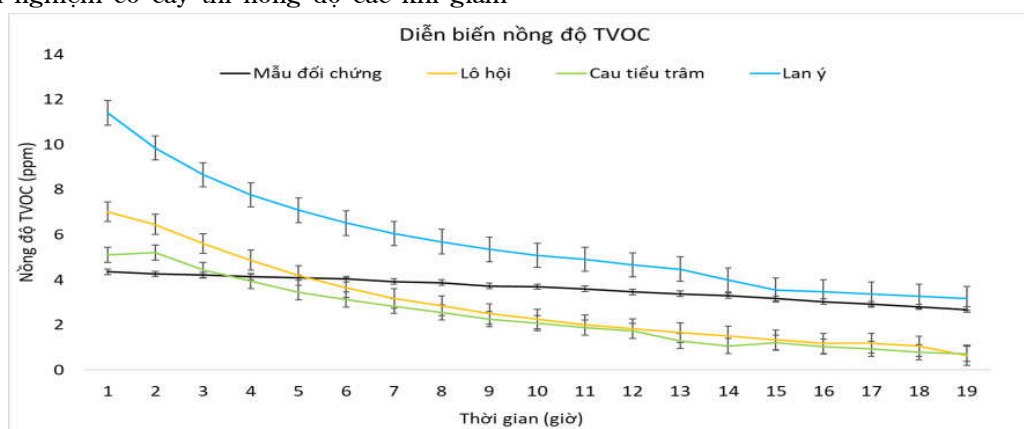


Hình 2. Diễn biến nồng độ khí CO₂ theo thời gian thí nghiệm của mẫu đối chứng, cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý

Diễn biến nồng độ khí CO₂ và TVOC trung bình theo giờ trong suốt quá trình thí nghiệm được thể hiện ở hình 2 và 3. Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng, các cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý đều có hiệu quả làm giảm khí CO₂ và TVOC trong không khí trong nhà trong vòng 18 giờ. Trung bình một giờ, nồng độ khí CO₂ giảm 212 ± 184 ppm đối với cây lan ý, 197 ± 90 ppm đối với cây lô hội, 127 ± 99

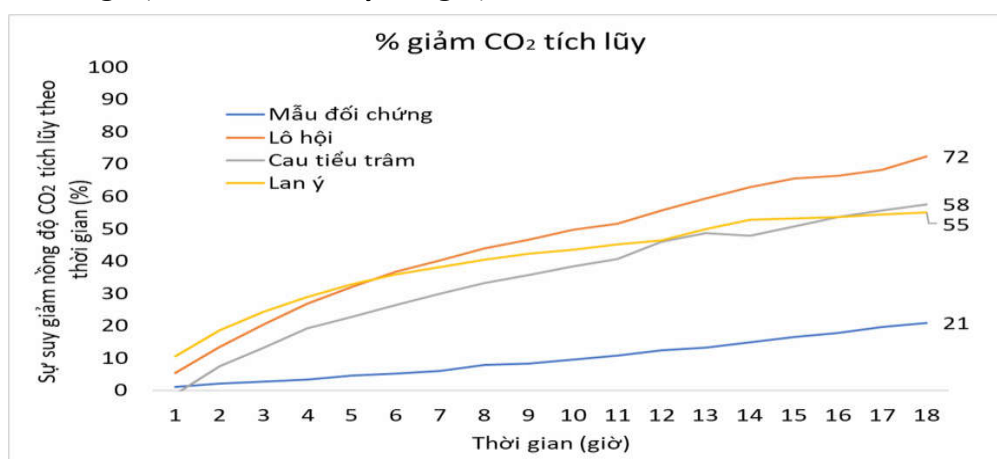
ppm đối với cây cau tiểu trâm. Đối với khí TVOC, trung bình mỗi giờ, cây lan ý làm giảm nồng độ TVOC 0,452 ± 0,391 ppm, cây lô hội giúp giảm 0,349 ± 0,236 ppm và cây cau tiểu trâm giảm 0,238 ± 0,229 ppm. Trong khí đó, tại mẫu đối chứng, nồng độ khí CO₂ và TVOC giảm 43 ± 16 ppm và 0,093 ± 0,035 ppm tương ứng. Kết quả thí nghiệm cho thấy, xu hướng nồng độ các khí trong buồng

thí nghiệm đều giảm theo thời gian, tuy nhiên, tại nhiều hơn so với thí nghiệm đối chứng. các thí nghiệm có cây thì nồng độ các khí giảm

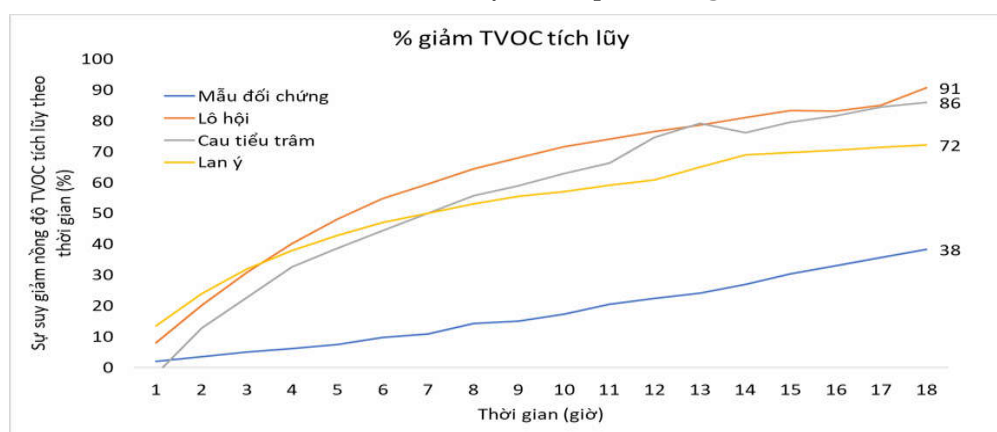


Hình 3. Diễn biến nồng độ TVOC theo thời gian thí nghiệm của mẫu đối chứng, cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý

3.2. Khả năng loại bỏ khí của các cây thí nghiệm



Hình 4. Hiệu suất xử lý khí CO₂ sau thí nghiệm



Hình 5. Hiệu suất xử lý TVOC sau thí nghiệm

Hình 4 và 5 chỉ ra mức độ giảm của các khí tích lũy theo giờ của các cây khác nhau khi đặt cây vào buồng thí nghiệm so với mẫu đối chứng không sử dụng cây. Trong khi sự giảm nồng độ khí CO₂ của mẫu đối chứng khi kết thúc thí nghiệm chỉ đạt 21% thì các buồng thí nghiệm đặt cây lô hội, cau tiểu trâm, lan ý giảm tới 72%, 58% và 55% lượng khí CO₂ tương ứng. Tương tự như vậy, buồng thí nghiệm đối chứng giúp giảm 38% lượng TVOC, trong khi buồng thí nghiệm có sử dụng cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý giúp làm giảm tới 91%, 86% và 72% lượng TVOC tương ứng với mỗi cây. Sự giảm lượng khí CO₂ và TVOC ở mỗi buồng thí nghiệm một phần do thất thoát khí qua các khe của buồng thí nghiệm và phần lớn là do sự hấp thụ khí bởi các cây. Kết quả phân tích ANOVA một nhân tố để so sánh sự khác biệt về % trung bình giảm của khí CO₂ và TVOC theo giờ giữa các buồng thí nghiệm và mẫu đối chứng được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Hiệu suất hấp thụ khí CO₂ và TVOC theo giờ giữa các công thức thí nghiệm khác nhau

STT	Công thức	Hấp thụ khí CO ₂ (%)	Hấp thụ TVOC (%)
1	Đối chứng	1,2 ^a	2,1 ^a
2	Cây lô hội	4,0 ^b	5,0 ^{ab}
3	Cây cau tiểu trâm	3,2 ^b	4,8 ^b
4	Cây lan ý	3,1 ^b	4,0 ^b

Ghi chú: Trong cùng một chỉ tiêu theo dõi, các giá trị trung bình theo sau bởi cùng một chữ cái là khác biệt không có ý nghĩa thống kê (Bonferroni corrected, $P > 0,0125$).

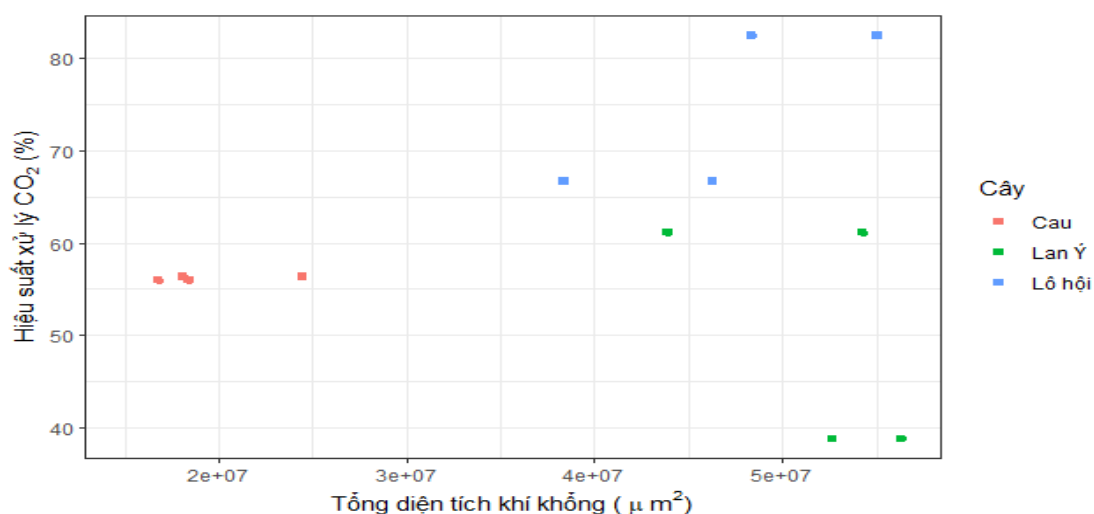
Kết quả ở bảng 2 cho thấy, sau thời gian thí nghiệm, khả năng hấp thụ khí % theo giờ ở các buồng thí nghiệm có đặt cây cao hơn đáng kể so với buồng thí nghiệm không sử dụng cây, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Cây lô hội có hiệu quả xử lý đối với khí CO₂ và TVOC cao hơn so với cây cau

tiểu trâm và cây lan ý, tuy nhiên cao hơn không đáng kể và sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Kết quả thí nghiệm cũng chỉ ra rằng, TVOC được hấp thụ bởi các cây thí nghiệm với tốc độ nhanh hơn so với khí CO₂. Kết quả về tỉ lệ giảm của TVOC trong nghiên cứu này cao hơn so với tỉ lệ loại bỏ toluen và ethylbenzene bởi một số cây trong các nghiên cứu trước đây [4].

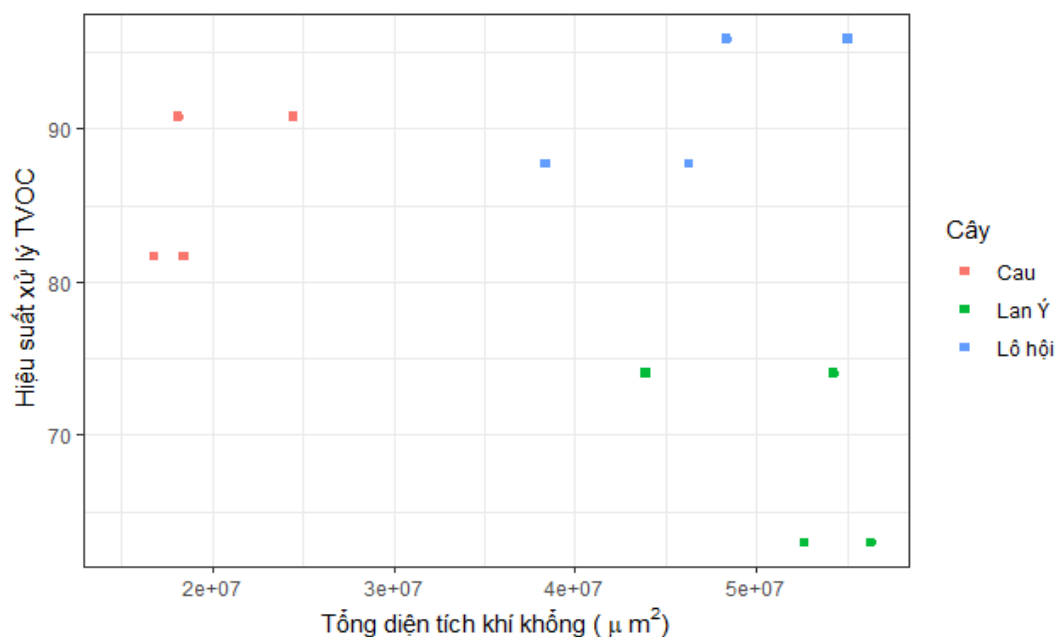
3.3. Mối quan hệ giữa đặc điểm khí khổng, diện tích khí khổng và hiệu suất loại bỏ khí của các cây thí nghiệm

Số lượng khí khổng được đo theo phương pháp đo khí khổng cây thí nghiệm. Phương pháp đo xác định được trong mỗi 1 cm² diện tích lá lô hội xuất hiện 2727 ± 1003 khí khổng, lá cau tiểu trâm xuất hiện 4435 ± 3363 khí khổng, lá lan ý xuất hiện 3483 ± 2827 khí khổng. Điều này được đánh giá là khá tương đồng với kết quả nghiên cứu về các loài cây tương tự [13]. Mặc dù mật độ khí khổng của cây lô hội thấp hơn so với cây cau tiểu trâm và lan ý, nhưng do diện tích khí khổng và tổng diện tích lá cây lô hội cao hơn nên tổng diện tích khí khổng của cây lô hội là cao hơn so với cây cau tiểu trâm và cây lan ý.

Sự tương quan về tổng diện tích khí khổng và hiệu suất xử lý của cây lô hội, cau tiểu trâm, lan ý được thể hiện ở hình 6 và 7. Hình 6 biểu diễn sự tương quan giữa tổng diện tích khí khổng và hiệu suất xử lý cho thấy rằng, sự hấp thụ khí CO₂ của cây lô hội đạt cao nhất tới 82,42%. Điều này có thể giải thích bởi tổng diện tích khí khổng cao ở cây lô hội $5,5 \times 10^7 \mu\text{m}^2$. Ngoài ra, tổng diện tích khí khổng của cây lan ý cũng cao, dao động từ $3,7 \times 10^7 \mu\text{m}^2$ tới $5,6 \times 10^7 \mu\text{m}^2$, nhưng hiệu suất xử lý CO₂ của cây lan ý thấp hơn so với cây lô hội, chỉ đạt 38,84 tới 61,14%. Trong khi đó, khả năng loại bỏ TVOC của lô hội cũng cao hơn cây lan ý mặc dù tổng diện tích khí khổng ở cây lan ý cao hơn so với cây lô hội (Hình 7). Điều này có thể do trong cây lô hội có những đặc điểm sinh học khác liên quan đến hiệu suất xử lý, vì vậy cần phải nghiên cứu thêm.



Hình 6. Hiệu suất xử lý khí CO_2 và tổng diện tích khí khổng của cây cau tiểu trâm, lan ý, lô hội



Hình 7. Hiệu suất xử lý khí TVOC và tổng diện tích khí khổng của cây cau tiểu trâm, lan ý, lô hội

4. KẾT LUẬN

Cây xanh có thể đóng vai trò quan trọng trong việc loại bỏ các chất gây ô nhiễm khác nhau trong không khí như CO_2 , TVOC và các hạt bụi. Một số loại cây xanh như lô hội, cau tiểu trâm và lan ý có khả năng hấp thụ các chất độc hại, trong đó cây lô hội có hiệu quả cao hơn trong xử lý khí so với cây cau tiểu trâm và cây lan ý. Cây lô hội có thể làm giảm tới 72% khí CO_2 và 91% TVOC sau 21 giờ thí

nghiệm. Trong khi đó cây cau tiểu trâm và cây lan ý làm giảm 58% và 55% lượng khí CO_2 và 86% và 72% lượng TVOC, tương ứng với mỗi cây. Mặc dù hiệu quả xử lý của cây lô hội cao nhất trong số 3 cây thí nghiệm, tuy nhiên sự khác biệt giữa các cây lô hội, cau tiểu trâm và lan ý trong hấp thụ khí ô nhiễm là không có ý nghĩa thống kê. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, tốc độ hấp thụ TVOC là nhanh hơn so với tốc độ hấp thụ khí CO_2 . Đặc điểm về

khí khổng, cụ thể là tổng diện tích khí khổng là một trong những lý do giải thích khả năng hấp thụ khí cao của cây lô hội. Tuy nhiên, kết quả này chưa rõ rệt, cần có nghiên cứu thêm để tìm ra những đặc điểm sinh học khác liên quan đến hiệu suất xử lý khí ô nhiễm của cây xanh trong nhà.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. WHO (2018). One third of global air pollution deaths in Asia Pacific. https://www.who.int/westernpacific/news/item/02-05-2018-one-third-of-global-air-pollution-deaths-in-asia-pacific?fbclid=IwAR38WFmqKDiL6yg2oO7PKDkH3-lsZPBG53vwZn-Xk0uKAqHnjf7eI_T2hTY. [Assessed on May 10, 2023]
2. Nguyễn Hoài (2014). Việt Nam báo động ô nhiễm không khí trong nhà. *Báo điện tử Tiền phong*. <https://tienphong.vn/viet-nam-bao-dong-o-nhiem-khong-khi-trong-nha-post728199.tpo>
3. Sriprapat, W., Suksabye, P., Areephak, S., Klantup, P., Waraha, A., Sawattan, A. and Thiravetyan, P. (2014). Uptake of toluene and ethylbenzene by plants: Removal of volatile indoor air contaminants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 102, 147–151.
4. Jia, C., Batterman, S. A. And Relyea, G. E. (2012). Variability of indoor and outdoor VOC measurements: An analysis using variance components. *Environmental Pollution*, 169, 152–159.
5. Sriprapat, W. and Thiravetyan, P. (2013). Phytoremediation of BTEX from Indoor Air by *Zamioculcas zamiifolia*. *Water, Air, & Soil Pollution*, 224:1482.
6. Se-Chul, C., Mung-Hwa, Y., Young-Sook, M., Mi-Ho, S., Ki-Cheol, S., Ill-Min, C (2009). Effect of Bacterial Population from Rhizosphere of Various Foliage Plants on Removal of Indoor Volatile Organic Compounds, *Horticultural Science & Technology*, 476-483.
7. Brilli, F., Fares, S., Ghirardo, A., de Visser, P., Calatayud, V., Muñoz, A., Annesi-Maesano, I., Sebastiani, F., Alivernini, A. and Menghini, F. (2018). Plants for Sustainable Improvement of Indoor Air Quality. *Trends in Plant Science*, 23(6), 507–512.
8. Pettit, T., Bettes, M., Chapman, A. R., Hoch, L. M., James, N. D., Irga, P. J. and Torpy, F. R. (2019). The botanical biofiltration of VOCs with active airflow: is removal efficiency related to chemical properties? *Atmospheric Environment*, 214, 116839.
9. Alldatasheet.com (2023). Electronic Components Datasheet search. <https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=CCS811>, [Assessed on May 10, 2023]
10. Alldatasheet.com (2023). Electronic Components Datasheet search. <https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=DHT11>, [Assessed on May 10, 2023]
11. Alldatasheet.com (2023). Electronic Components Datasheet search. <https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=ESP8266>, [Assessed on May 10, 2023]
12. Treesubsuntorn, C. and Thiravetyan, P. (2012). Removal of benzene from indoor air by *Dracaena sanderiana*: Effect of wax and stomata. *Atmospheric Environment*, 57, 317–321.
13. Phùng Văn Khoa, Bùi Văn Năng, Nguyễn Thị Bích Hào (2013). Nghiên cứu khả năng hấp thụ khí carbon monoxide của một số loài cây bản địa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, số 2, 70-76.

THE RESEARCH ON THE USE OF THE PLANTS TO REDUCE CO₂ AND VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCs) IN INDOOR AIR

Nguyen Thi Ngoc Anh¹, Pham Chau Thuy¹

¹ Faculty of Agricultural Technology, VNU University of Engineering and Technology

Summary

The polluted air environment due to the impact of industries, traffic and urbanization is an alarming problem in Vietnam as well as in the world. Air quality deterioration reduces the health quality, life expectancy, causes illness and increases symptoms of diseases. In order to contribute to the researches on reducing indoor air pollution, the study evaluates the ability to absorb the different pollutants such as CO₂, TVOC of some indoor plants, and find out the relationship between plant physiological characteristics of plants and their ability to absorb these air pollutants. The results show that all 3 experimental plants including aloe vera (*Aloe barbadensis*), Parlour Palm (*Chamaedorea elegans*) and areca (*Spathiphyllum Wallisii*) that have the ability to absorb air pollutants, in which the TVOC remove efficiency is higher than CO₂ one. Aloe Vera helps reduce up to 91% TVOC and 72% CO₂. The Parlour Palm plant helps to reduce the TVOC by 86% and the CO₂ by 58%. *Spathiphyllum Wallisii* removes up to 72% TVOC and 55% CO₂ after 21 hours of experiment. Statistical analysis shows that all studied trees have the ability to treat pollutants and the treatment efficiency of these trees is quite similar and has a significant difference compared to the control experiment. The stomatal characteristics, the total stomatal area, initially show the influence on the efficiency of air pollutants removal. This result serves as a scientific basis for further studies to help select plants that are effective in removing indoor air pollutants.

Keywords: *Indoor air pollution, indoor plants, air sensor, carbon dioxide, total volatile organic compounds, absorption.*

Người phản biện: PGS.TS. Phạm Thị Thu Hà

Ngày nhận bài: 24/4/2023

Ngày thông qua phản biện: 5/5/2023

Ngày duyệt đăng: 12/5/2023