การบำบัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจากวัสดุก่อสร้างในอาคารพักอาศัยด้วยต้นไม้ประดับ

Mitigation of Volatile Organic Compounds from Construction Materials in Residential Building by Ornamental Plants

คมเพชร โปทา[1,*] และ วรรณวิทย์ แต้มทอง[2]

[1] *นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร*

[2] *ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร*

**Corresponding author; E-mail address: s6701082857087@email.kmutnb.ac.th*

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญหาการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จากวัสดุก่อสร้าง เช่น สีทาอาคาร วัสดุอุดรอยรั่ว และกาว ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพอากาศภายในอาคาร ปัญหานี้มักพบในอาคารสมัยใหม่ที่มีการระบายอากาศจำกัด ทำให้สารพิษสะสมจนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว เช่น LEED และ TREES โดยขอบเขตการศึกษามุ่งเน้นศึกษาวัสดุตกแต่งภายในห้องพักอาศัยที่เพิ่งก่อสร้างแล้วเสร็จ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์การปล่อย VOCs จากวัสดุสีทาผนัง วัสดุสีทาฝ้า วัสดุสีน้ำมันวอลล์เปเปอร์ และซิลิโคน ผลการทดสอบพบว่าค่า TVOCs สีทาฝ้าเพดานในกล่องทดสอบขนาด 60x60x60 ซม. มีค่าสูงที่สุดจากวัสดุที่ทดสอบทั้งหมด โดยสำหรับพื้นที่ 400, 900, และ 2,500 ตร.ซม คือ 1.234, 1.532, และ 2.093 mg/m³ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าขนาดพื้นที่ผิววัสดุส่งผลโดยตรงต่อความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศ พร้อมทั้งศึกษาปริมาณสารที่เกิดขึ้นจริงภายในห้องพักอาศัยก่อนการส่งมอบห้องให้แก่ลูกค้า และศึกษาแนวทางการลดมลพิษดังกล่าวด้วยเทคโนโลยีบำบัดอากาศโดยใช้พืช วิธีการศึกษาเป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยเก็บข้อมูลการปล่อยและการบำบัดสาร VOCs ต่อเนื่องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ในห้องที่ติดตั้งวัสดุเสร็จไม่เกิน 30 วัน โดยใช้เครื่องตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (TVOCs) แบบ Real-time ผลการศึกษาพบว่าห้องพักที่พร้อมส่งมอบมีค่า TVOCs ในพื้นที่ห้องรับแขก, ห้องนอน, และห้องครัว อยู่ระหว่าง 1.155 - 1.507 mg/m³ ซึ่งจัดเป็นระดับความเสี่ยงสูง การศึกษานี้แนะนำให้ใช้พืชบำบัดก่อนส่งมอบห้องพักเพื่อช่วยลดระดับสารพิษ โดยต้นเศรษฐีเรือนนอก 16 ต้น สามารถลด TVOC ได้ 1.233 mg/m³ ในชั่วโมงแรกของห้องพักอาศัยที่พึ่งสร้างเสร็จ

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศภายในอาคาร, สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย, วัสดุก่อสร้าง, อาคารพักอาศัย

Abstract

Volatile Organic Compounds (VOCs) emitted from construction materials such as architectural coatings, sealants, and adhesives significantly affect human health and indoor air quality (IAQ). This problem is more severe in modern buildings with limited ventilation. In such environments, accumulated pollutants often fail to comply with green building certification standards, such as LEED and TREES. This study focuses on interior finishing materials in recently completed residential units. The objective is to analyze VOC emissions from wall paints, ceiling paints, oil-based paints, wallpapers, and silicone sealants. Experiments were conducted in a controlled 60 × 60 × 60 cm test chamber. Results show that ceiling paint produced the highest Total Volatile Organic Compound (TVOC) concentrations among all tested materials. For surface areas of 400, 900, and 2,500 cm², the measured concentrations were 1.234, 1.532, and 2.093 mg/m³, respectively. These findings confirm a direct correlation between material surface area and pollutant concentration. Furthermore, the study assessed real-world VOC levels in residential units prior to handover and explored mitigation strategies using phytoremediation technology. The research methodology employed an experimental approach, monitoring TVOC levels in real-time over a continuous 72-hour period in units completed within 30 days. The findings indicated that TVOC levels in living rooms, bedrooms, and kitchens ranged from 1.155 to 1.507 mg/m³, which are classified as high-risk levels. This study recommends the application of phytoremediation prior to room handover to reduce toxic substance levels. Sixteen Spider plants (Chlorophytum bichetii) were found to reduce TVOC concentrations by 1.233 mg/m³ within the first hour in a newly completed residential unit.

Keywords: Indoor Air Quality, Volatile Organic Compounds, Construction Materials, Residential Buildings

1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds: VOCs) จากวัสดุก่อสร้างมีที่มาจากกระบวนการผลิตและการใช้งานวัสดุ เช่น สีทาอาคาร กาว พรม เฟอร์นิเจอร์ไม้ประกอบ สาร VOCs เหล่านี้จะถูกปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องจากวัสดุที่เพิ่งติดตั้งใหม่ และสามารถคงอยู่ได้เป็นเวลานานหลายเดือนหรือหลายปี ขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการผลิต นอกจากนี้ การระบายอากาศที่ไม่เพียงพอในอาคารยังเป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้ความเข้มข้นของ VOCs สะสมในปริมาณที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในอาคารสมัยใหม่ที่มีการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานโดยการลดการแลกเปลี่ยนอากาศกับภายนอก

ซึ่งตามมาตรฐาน LEED และ TREES กำหนดให้มีการควบคุมและตรวจสอบการปล่อยสาร VOCs จากวัสดุตกแต่งภายใน เช่น วัสดุสีและสารเคลือบเงา วัสดุอุดรอยรั่ว กาว พรม และเฟอร์นิเจอร์ เพื่อให้คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) อยู่ในระดับปลอดภัย โดยที่มาตรฐาน LEED ระบุค่าระดับปลอดภัยของสาร TVOCs <0.50 mg/m³ ขณะที่มาตรฐาน WELL มุ่งเน้นผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใช้งานโดยตรง โดยให้คะแนนกับวัสดุที่ผ่านการรับรอง Low-Emitting Materials และการตรวจสอบคุณภาพอากาศก่อนการใช้งานจริง

การลดปริมาณสาร VOCs ไม่เพียงช่วยให้อาคารผ่านเกณฑ์ประเมินคะแนนตามมาตรฐานต่าง ๆ แต่ยังส่งผลดีโดยตรงต่อผู้ใช้งาน ได้แก่ ลดความเสี่ยงต่ออาการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ และอาการปวดศีรษะ สร้างสภาพแวดล้อมที่สะอาด ปลอดภัย และเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยหรือทำงาน ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่ผ่านการรับรอง Low-VOCs หรือ Non-VOCs และการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารก่อนส่งมอบ จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่สะท้อนถึงความรับผิดชอบต่อสุขภาพผู้ใช้งานและสอดคล้องกับมาตรฐานอาคารเขียวในประเทศไทย (TREES) และมาตรฐานอาคารเขียวที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลอย่าง LEED

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds: VOCs)

สารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds, VOCs) คือ สารประกอบอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของของแข็งหรือของเหลวที่มีองค์ประกอบของคาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) [1] และมีความดันไอส่วนที่มีสภาพเป็นก๊าซมากอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อระเหยสู่บรรยากาศสามารถคงตัวอยู่ในอากาศได้เป็นระยะเวลานาน ปัจจุบันสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) เป็นสารที่ใช้งานอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมและกิจกรรมต่างๆ อย่างเช่น ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างต่างๆ [2] จะมีการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จากวัสดุที่ใช้เหล่านั้น ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ การแพร่กระจายของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อคุณภาพอากาศ โดยการปนเปื้อนของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในอากาศ

2.1.3 คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality)

คุณภาพอากาศในอาคาร (Indoor Air Quality) [3] มีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในปัจจุบันอันเนื่องมาจากสภาวะการติดเชื้อในอากาศตลอดจนถึงสุขภาพของผู้อยู่อาศัยหรือผู้ใช้อาคาร ในขณะเดียวกันความต้องการประหยัดพลังงานของอาคารทำให้มีการใช้วัสดุป้องกันการรั่วไหลของอากาศระหว่างภายในกับภายนอก การตกแต่งภายในเพื่อความสวยงามของห้องพักอาศัยหรือสำนักงานและภายในอาคาร หรือแม้แต่วัสดุเก็บความเรียบร้อยต่างๆ วัสดุเหล่านี้มีการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ออกมาทำให้คุณภาพของอากาศภายในอาคารลดลง หรือเป็นบ่อเกิดของภาวะการติดเชื้อในทางเดินหายใจ

2.1.4 วัสดุที่สามารถปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในงานก่อสร้างที่อยู่อาศัย

สถาบันอาคารเขียวไทย [4] ได้กำหนดในหัวข้อ IE 2 เรื่องการเลือกใช้วัสดุไม่ก่อมลพิษ เป็นแนวทางในการลดหรือหลีกเลี่ยงการปล่อยสาร VOCs ในงานก่อสร้าง เพื่อให้เกิดคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดีและส่งผลดีแก่ผู้พักอาศัย โดยแยกวัสดุหลักๆ ได้ดังนี้

1. สีทาผนัง สีน้ำมัน ที่มีสีและเคมีภัณฑ์ก่อสร้างเป็นตัวทำละลายสารเคลือบผิว หรือเสริมคุณสมบัติบางประการจะมีสาร VOCs ได้แก่ ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) โทลูอีน (Toluene) ไซลีน (Xylene) แนฟทาลีน (Naphthalene) อะซีโตน (Acetone)

2.วัสดุอุดรอยรั่ว เช่น ซิลิโคน ซีลแลนท์ สามารถพบสารระเหยได้จาก ยาแนวหรือซีลแลนท์ประเภท โพลี่ยูลิเทน หรือที่นิยมเรียกกันว่า พียู (PU) โดยที่โพลียูริเทนนี้มีสารประกอบ ไอโซไซยาเนต (Isocyanates)

3.วัสดุงานตกแต่งภายใน เช่น กาวยาง ไม้สังเคราะห์ วัสดุดังกล่าวมักจะมีสารจำพวก ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) อยู่ในวัสดุ

4. วัสดุปูพื้น เช่น พื้นกระเบื้องยาง SPC พื้นไวนิลส่วนใหญ่ผลิตจากโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ซึ่งเป็นวัสดุสังเคราะห์ พีวีซีมีสารเติมแต่ง เช่น พลาสติไซเซอร์ สารเพิ่มความคงตัว และคลอรีน ซึ่งสามารถปล่อยสาร ไดออกซินและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

2.1.6 ค่ามาตรฐานสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (TVOCs) ภายในอาคาร

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Organic Compounds: TVOCs) เป็นกลุ่มสารเคมีที่สามารถระเหยเข้าสู่บรรยากาศภายในอาคารได้ง่าย และอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อาศัยหากมีความเข้มข้นสูงเกินมาตรฐานที่ World Health Organization กำหนด [5] อย่างไรก็ตาม มีแนวทางค่าแนะนำทั่วไปที่ถูกใช้กันในการประเมินความปลอดภัยของค่า TVOCs ในอากาศภายในอาคาร เพื่อใช้เป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการประเมินคุณภาพอากาศ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินความเสี่ยงของค่า TVOCs ในหน่วย ppm เปรียบเทียบกับหน่วย mg/m³ [6]

ค่า TVOCs (mg/m³)	การประเมินความเสี่ยง	ค่า TVOCs (ppm)
< 0.30	ปลอดภัยมาก	< 0.10
0.30 – 0.50	เสี่ยงต่ำ	0.10 – 0.17
0.50 - 1.00	เสี่ยงปานกลาง	0.17 – 0.34
> 1.00	เสี่ยงสูง	> 0.34

2.2 งานวิจัยและกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง

Mai และ คณะ [7] ได้ศึกษาสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในอากาศภายในอาคารที่อยู่อาศัยระหว่างช่วงตกแต่งภายใน เพื่อศึกษาแหล่งที่มา การเปลี่ยนแปลง และความเสี่ยงต่อสุขภาพ พบว่าการวัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ทั้งในอากาศภายในและภายนอกอาคารที่พักอาศัย 2 แห่งในเมืองกวางโจว ประเทศจีน การสุ่มตัวอย่างอากาศดำเนินการในหลายช่วงของการตกแต่งภายใน ตั้งแต่การฉาบผนังไปจนถึงการติดตั้งเฟอร์นิเจอร์และเครื่องใช้ไฟฟ้า รวมถึงมีการสุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมอีกครั้งในอีก 6 เดือนให้หลัง เมื่อบ้านเริ่มมีผู้อยู่อาศัย โดยที่ผลการทดลอง ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ VOCs ในอาคารสูงกว่าภายนอกอาคารประมาณ 3 เท่า ความเข้มข้นของ VOCs ที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากการติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ โทลูอีน เป็น VOCs ที่พบมากที่สุดในอากาศภายในอาคาร โดยพบในทุกตัวอย่าง การสัมผัสสารเคมีในระยะที่มีการทาสีผนังมีค่าสูงสุด และสารฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นสารที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งมากที่สุด

Guo และ Liang [8] ได้ศึกษาสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) และลักษณะการปล่อยกลิ่นของวัสดุก่อสร้าง และการเปรียบเทียบกับการวัดในสถานที่ระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างภายใน พบว่า วัสดุก่อสร้าง 8 ชนิดที่ใช้ในการก่อสร้างภายในของที่พักอาศัยแห่งหนึ่งในเมืองหนานจิง ประเทศจีน โดยนำมาทดสอบในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการปล่อยสาร VOCs และกลิ่น โดยที่ วัสดุ "เปียก" มีส่วนทำให้เกิดกลิ่นมากกว่าวัสดุ "แห้ง" ความแตกต่างระหว่างการทดสอบในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมและการวัดในสถานที่จริง อาจเกิดจากความแตกต่างของพื้นผิววัสดุ สภาพแวดล้อม และสภาวะการระบายอากาศ การใช้แบบจำลองการปล่อยสารสามารถคำนวณอัตราการปล่อยสารและปริมาณการปล่อยทั้งหมด ซึ่งช่วยในการระบุแหล่งกำเนิดหลักของสาร VOCs ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

สุดจิต [9] ได้ศึกษาระดับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ภายในอาคารใหม่ พบว่าสาร VOCs โดยเฉพาะกลุ่ม BTEX (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylenes) ภายในอาคารใหม่ แหล่งกำเนิดสาร VOCs ที่สำคัญได้แก่ น้ำยาทำความสะอาด เครื่องถ่ายเอกสาร ปากกาเคมี สี กาว เฟอร์นิเจอร์ พลาสติก และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ความเข้มข้นของสารที่วัดได้ทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำและไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยค่าเฉลี่ยไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน ความเข้มข้นของสารในช่วง 6 เดือนหลังเริ่มใช้งาน ห้องใหม่มีแนวโน้มที่ระดับความเข้มข้นจะลดลงอย่างชัดเจน ชนิดของห้องไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะอัตราการลดลงของความเข้มข้น

ณภัทร [10] ได้ศึกษาการประเมินความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (TVOCs) ภายในร้านทำผม และวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้บริการ โดยเก็บข้อมูลจากร้านทำผม 5 แห่งในเขตหนองจอก เพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นระหว่างวันธรรมดาและวันหยุดสุดสัปดาห์ พร้อมคำนวณดัชนีความเสี่ยงทางสุขภาพ โดยทำการเลือกร้านทำผมจำนวน 5 แห่งเป็นกรณีศึกษา สำรวจลักษณะทางกายภาพของร้าน ติดตั้งเครื่องวัด TVOCs ที่ระดับความสูง 140–160 ซม. เก็บข้อมูลอย่างน้อยวันละ 8 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 วัน จากการเก็บข้อมูลพบว่าบางร้านมีค่า TVOCs เกินมาตรฐาน โดยเฉพาะช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างวันธรรมดาและวันหยุด ($p > 0.05$) ค่า HQ และ HI ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 1 แสดงว่า ไม่เกิดความเสี่ยงเฉียบพลันต่อสุขภาพ มีเพียง 1 ร้านที่ค่า HI เกินเกณฑ์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยง แม้ความเสี่ยงระยะสั้นต่ำ แต่มีความกังวลเรื่องผลกระทบสะสมในระยะยาว จากการวิจัยชี้ให้เห็นว่าคุณภาพอากาศภายในร้านทำผมอาจมีความเสี่ยงจากสาร TVOCs ในบางช่วงเวลา แม้ไม่ส่งผลรุนแรงในระยะสั้น แต่ควรมีการจัดการ เช่น การระบายอากาศที่ดี การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัย และการป้องกันส่วนบุคคล เพื่อป้องกันผลกระทบระยะยาว

Fromme และคณะ [11] ศึกษาสารอินทรีย์ระเหยง่ายและรุนแรง (VOCs/VVOCs) และเอนโดทอกซินในอากาศภายในอาคารโรงเรียนและอพาร์ตเมนต์ในเยอรมนี พบว่าอากาศภายในอาคารของห้องเรียน 27 ห้องเรียน และอพาร์ตเมนต์ 34 ห้องใน 4 รัฐของเยอรมนี ได้แก่ บาวาเรีย, เบอร์ลิน, นอร์ทไรน์-เวสท์ฟาเลิน และชเลสวิก-ฮ็อลชไตน์ สารประกอบ VOCs/VVOCs ที่พบในปริมาณสูงที่สุดทั้งในห้องเรียนและอพาร์ตเมนต์คือ แอลกอฮอล์ รองลงมาคือ อัลดีไฮด์, อะซิโตน และกรดอินทรีย์ สารที่พบมากที่สุดคือ เอทานอล, กรดอะซิติก, อะซิโตน, ฟอร์มัลดีไฮด์ และอะซิทาลดีไฮด์ ค่ามัธยฐานของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายรวม (TVOC) ในอพาร์ตเมนต์คือ 253 µg/m³ และในห้องเรียนคือ 277 µg/m³

สาธิตา [12] ได้ศึกษาปัจจัยสภาพอากาศภายในอาคารที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารเขียวในเขตศูนย์กลางธุรกิจ ได้ทำการสำรวจอาคารที่มีการควบคุมคุณภาพของอากาศภายในอาคาร พบว่า พนักงาน 64% มีความพึงพอใจอย่างมาก ของคุณภาพอากาศในสำนักงาน และพนักงาน 65% คิดว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน

Han และคณะ [13] ทำการศึกษาการฟื้นฟูมลพิษทางอากาศด้วยพืช พบว่าพืชมีบทบาทสำคัญในการช่วยบำบัดมลพิษทางอากาศทั้งในอาคารและนอกอาคาร พื้นผิวใบของพืช เช่น ใบฝ้าย สามารถดูดซับมลพิษทางอากาศได้

หลายชนิด ทั้งมลพิษจากอนุภาคและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายการใช้พืชเพื่อลดมลพิษทางอากาศถือเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

Sharma และคณะ [14] ได้ศึกษาการประเมินประสิทธิผลของพืชในร่มทั่วไปในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้องสตูดิโอของอพาร์ตเมนต์ การวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพของพืชในร่มในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้อง โดยได้ทำการทดลองในช่วงฤดูหนาวที่ผู้พักอาศัยจะปิดหน้าต่างไว้เนื่องจากสภาพอากาศที่หนาวเย็น ผลการวิจัยพบว่าการใช้พืชกรองอากาศร่วมกับระบบระบายอากาศ สามารถลดระดับมลพิษได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการใช้พืชกรองอากาศร่วมกับระบบระบายอากาศสามารถลดระดับสาร TVOCs ลดลง 87% ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าพืชกระถางในร่มชนิดต่างๆ เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพคุ้มค่า และยั่งยืนสำหรับการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเฉพาะในพื้นที่ขนาดเล็กและพื้นที่จำกัด ซึ่งส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ที่ดีและประสิทธิภาพการทำงานของมนุษย์

Zhou และคณะ [15] ได้ทำการศึกษาการฟอกอากาศที่ปนเปื้อนฟอร์มัลดีไฮด์ด้วยพืชในร่มได้ทดสอบความสามารถของพืช 30 ชนิด พบว่าต้นลิ้นมังกรแคระเป็นหนึ่งในพืชที่แนะนำ ให้ใช้ในการกำจัดฟอร์มัลดีไฮด์ในอาคาร เนื่องจากมีความสามารถในการดูดซับสูงและได้รับความเสียหายจากฟอร์มัลดีไฮด์น้อย ในขณะที่ต้นลิ้นมังกรใบยาวขอบเหลือง มีความสามารถในการกำจัดโดยรวมต่ำกว่ามาก ในการดูดซับฟอร์มัลดีไฮด์โดยพืชในกล่องทดลองนั้นเกิดขึ้นอย่างชัดเจนเป็นพิเศษในช่วง สามวันแรก

Bandehali และคณะ [16] กับ Li และคณะ [17] ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การกำจัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย ด้วยการใช้พืชกระถาง พบว่าต้นลิ้นมังกร หรือ Snake Plant มีความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย

Ghate [18] ได้ศึกษาการบำบัดอากาศภายในอาคารด้วยพืช โดยใช้ต้นเดหลี ในการกำจัดฟอร์มัลดีไฮด์ ในการทดลองมีการปล่อยก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์ความเข้มข้นประมาณ 5 ppm เข้าสู่ห้องทดสอบระบบปิดปริมาตร 1 ลบ.ม. พบว่าต้นเดหลีมีความสามารถในการดูดซับฟอร์มัลดีไฮด์ได้ดีเยี่ยม โดยมีค่าการดูดซับในช่วง 0.09-1.006 ppm

Kim และคณะ [19] ได้ศึกษาความแปรผันของประสิทธิภาพในการกำจัดฟอร์มัลดีไฮด์ ในพรรณไม้ในร่มชนิดต่าง ๆ โดยที่ใช้พืช 86 ชนิดในการทดลอง ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ เฟิร์น, ไม้ประดับยืนต้น, ไม้ประดับล้มลุก, พืชท้องถิ่นเกาหลี และพืชสมุนไพร ซึ่งจากการทดลอง ในส่วนของพืชกลุ่มไม้ประดับล้มลุก พบว่าต้นเศรษฐีเรือนนอก สามารถกำจัดฟอร์มัลดีไฮด์ได้สูงสุดในกลุ่มไม้ประดับล้มลุก

Harzanti และ Purwanti [20] ได้ศึกษาบทบาทของต้นเศรษฐีเรือนในและเดหลี ในการบรรเทาสารฟอร์มัลดีไฮด์ภายในอาคาร ในการศึกษานี้ได้ทำการวัดค่าฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องสำนักงานโดยใช้เครื่องตรวจจับคุณภาพอากาศ พบว่าโดยเฉลี่ยแล้ว การลดลงของความเข้มข้นฟอร์มัลดีไฮด์ภายใน 24 ชั่วโมงจากต้นเศรษฐีเรือนในหนึ่งกระถางคือ 0.0071 mg/m³ ในขณะที่เดหลีหนึ่งกระถางคือ 0.0058 mg/m³ จากการทดลองดังกล่าวจะเห็นว่าต้นเศรษฐีเรือนในมีประสิทธิภาพสูงกว่าต้นเดหลีเล็กน้อย

3. วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 วิธีการดำเนินการศึกษา

ในการดำเนินการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการศึกษาเชิงทดลอง โดยที่จะทดลองเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการและทดลองเก็บข้อมูลในสนาม เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลในการลดปริมาณสาร VOCs ในห้องพักอาศัยหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆแล้วเสร็จ โดยมีแนวทางกระบวนการในการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1.1. ศึกษาการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุแต่ละชนิดเพื่อหารูปแบบและความสัมพันธ์ในห้องควบคุม ภายในกล่องทดลอง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยทำการทดลองดังนี้ วัสดุสีทาผนัง วัสดุสีทาฝ้า วัสดุสีน้ำมัน วอลล์เปเปอร์ ทำการทดลองในพื้นที่ขนาด 20x20ซ.ม. 30x30ซ.ม. และ 50x50ซ.ม. ส่วนวัสดุ ซิลิโคน ทดลองที่ความยาว 20 ซ.ม. 30 ซ.ม. และ 50 ซ.ม. ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 การทดลองการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุก่อสร้างในกล่อง

3.1.2 ศึกษา VOCs ในห้องพักอาศัยคอนโดมิเนียมที่พึ่งสร้างและติดตั้งวัสดุต่างๆแล้วเสร็จไม่เกิน 30 วัน โดยทำการทดลองเก็บค่าห้องเปล่าก่อนทำการบำบัดอากาศในห้องพักเพื่อใช้เป็นค่าฐานทั้งสามห้องการทดลองเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นทำการทดลองโดยการใช้พืชบำบัดอากาศภายในห้องจำนวน 2 ห้องโดยห้องหนึ่งทดสอบโดยใช้ต้นเศรษฐีเรือนนอกเข้าทำการบำบัดอากาศภายในห้องเปล่า และทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งโดยใช้ต้นไม้จำนวน 4 ต้น อีกห้องหนึ่งทำการทดลองในลักษณะเดียวกันและแต่ใช้ต้นไม้จำนวน 16 ต้น ทำการเก็บผลการทดลองต่อเนื่องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. เครื่องตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายในอากาศทั้งหมด (TVOCs) ยี่ห้อ Qingping รุ่น Qingping Air Monitor 2

รูปที่ 2 เครื่องตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายในอากาศทั้งหมด (TVOCs) ยี่ห้อ Qingping รุ่น Qingping Air Monitor 2

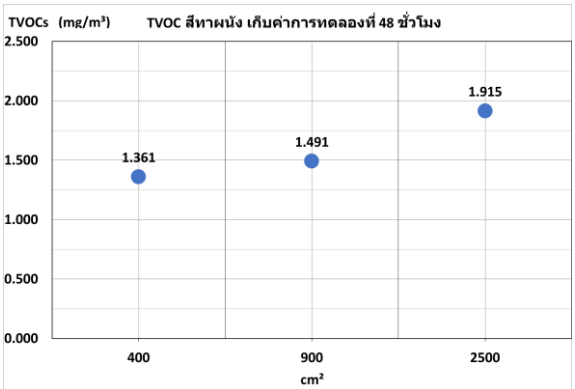
2. ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองบำบัดอากาศได้แก่ ต้นเศรษฐีเรือนนอก

รูปที่ 3 ต้นเศรษฐีเรือนนอก

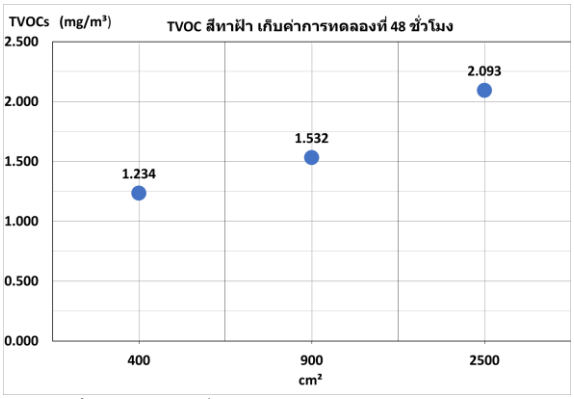
4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในห้องพัก

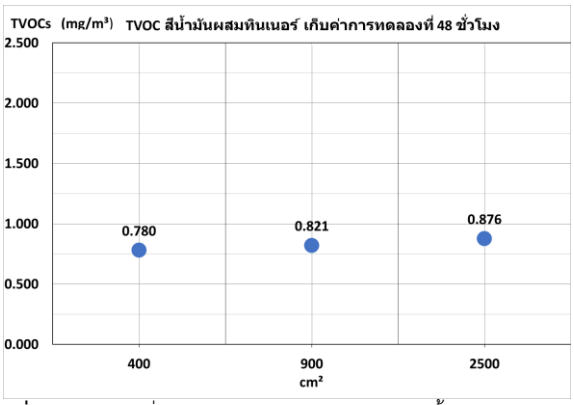
จากการทดลองในวัสดุแต่ละชนิดจะได้ผลจากการทดลองค่าการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุก่อสร้างในห้องควบคุม ภายในกล่องทดลอง ซึ่งผลค่าการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุต่างๆ ได้ดังนี้



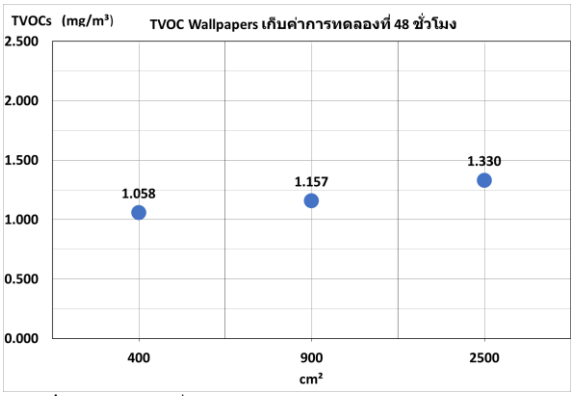
รูปที่ 4 กราฟค่าเฉลี่ยการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุสีทาผนัง



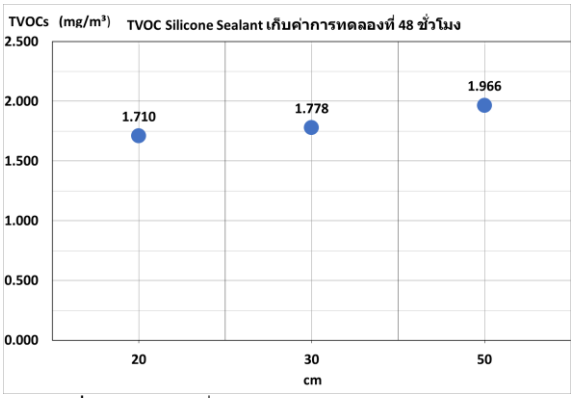
รูปที่ 5 กราฟค่าเฉลี่ยการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุสีทาฝ้า



รูปที่ 6 กราฟค่าเฉลี่ยการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุสีน้ำมันผสมทินเนอร์



รูปที่ 7 กราฟค่าเฉลี่ยการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุวอลล์เปเปอร์



รูปที่ 8 กราฟค่าเฉลี่ยการปล่อยสาร VOCs ของวัสดุซิลิโคน

4.2 ผลการทดลองหาปริมาณสาร VOCs ภายในห้องพักที่ใช้ทำการทดลอง

จากการเก็บค่าการปล่อยสาร TVOCs ภายในห้องพักก่อนที่จะใช้ทำการทดลองบำบัดอากาศด้วยพืช ค่าเฉลี่ยของสาร TVOCs ภายในห้องที่จะใช้ทำการทดลองได้ค่าเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 *ค่าเฉลี่ยสาร VOCs ภายในห้องเปล่าก่อนเริ่มทำการทดลอง*

ลำดับ	รายละเอียด	ค่าเฉลี่ย TVOC (mg/m³)			
		ชั่วโมง			
		1	24	48	72
1	ห้องเปล่าที่ใช้ในการทดลองต้นไม้ 4 ต้น	1.348	1.226	1.208	1.223
2	ห้องเปล่าที่ใช้ในการทดลองต้นไม้ 16 ต้น	1.547	1.111	1.103	1.184

4.3 การทดลองการบำบัดอากาศภายในห้องที่พึ่งสร้างเสร็จใหม่

ผลการทดลองจากการใช้ต้นเศรษฐีเรือนนอกบำบัดอากาศในห้องพักอาศัยในคอนโดมิเนียมที่พึ่งสร้างเสร็จ 2 ห้อง มีดังแสดงในตารางที่ 3 ในคอลัมน์ที่ชื่อห้องที่มีต้นเศรษฐีเรือนนอก จากนั้นสามารถหาการดูดซับสาร TVOCs ของต้นเศรษฐีเรือนนอกได้ ดังแสดงในตารางที่ 4

1.การทดลองใช้ต้นไม้จำนวน 4 ต้น ในการบำบัดอากาศ ต้นเศรษฐีเรือนนอกมีการดูดซับสาร TVOCs เฉลี่ยเท่ากับ 0.953 mg/m³

2.การทดลองใช้ต้นไม้จำนวน 16 ต้น ในการบำบัดอากาศ ต้นเศรษฐีเรือนนอกมีการดูดซับสาร TVOCs เฉลี่ยเท่ากับ 1.233 mg/m³

เมื่อเวลาผ่านไปความสามารถในการดูดซับจะลดลงตามระยะเวลา โดยจำนวนต้นเศรษฐีเรือนนอก 16 ต้น มีความสามารถดูดซับสาร TVOCs ได้มากที่สุด คิดเป็นประมาณ 80% ของค่าเฉลี่ยสาร TVOCs เมื่อเทียบกับห้องเปล่า จากค่าในตารางที่ 4 สามารถนำมาเขียนกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูซับสาร TVOCs ของต้นเศรษฐีเรือนนอก ในช่วงเวลา 72 ชั่วโมงของการทดลองได้ดังแสดงในรูปที่ 9

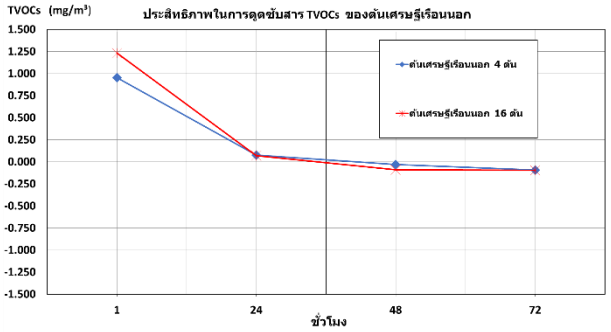
ตารางที่ 3 *ค่าเฉลี่ยสาร TVOCs ภายในห้องหลังการใช้ต้นเศรษฐีเรือน-นอกบำบัดอากาศ*

ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย TVOC (mg/m³)			
	ห้องที่ทำการทดลองใช้ต้นไม้ 4 ต้น		ห้องที่ทำการทดลองใช้ต้นไม้ 16 ต้น	
	ห้องเปล่า	ห้องที่มีต้นเศรษฐีเรือนนอก	ห้องเปล่า	ห้องที่มีต้นเศรษฐีเรือนนอก
1	1.348	0.395	1.547	0.314
24	1.226	1.150	1.111	1.040
48	1.028	1.237	1.103	1.193
72	1.223	1.315	1.184	1.280

เมื่อเปรียบเทียบการดูดซับสาร TVOCs ของต้นเศรษฐีเรือนนอก จะพบว่ามีการดูดซับสาร TVOCs เฉลี่ยได้ดีที่ชั่วโมงแรกๆ ของการทดลอง และจำนวนต้นไม้ที่ใช้ในการทดลองจะมีผลและเห็นความแตกต่างต่อการดูดซับสาร TVOCs ที่ 1-12 ชั่วโมงแรกของการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 9 จากนั้นความสามารถในการดูดซับสาร TVOCs จะลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาจนไม่พบความแตกต่าง ดังนั้นจำนวนต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นจึงไม่มีผลต่อการดูดซับสารในระยะยาว

ตารางที่ 4 *การดูดซับสาร TVOCs ของต้นเศรษฐีเรือนนอก*

ชั่วโมง	การดูดซับสาร TVOCs โดยต้นเศรษฐีเรือนนอก (mg/m³)	
	4 ต้น	16 ต้น
1	0.953	1.233
24	0.076	0.071
48	-0.029	-0.090
72	-0.092	-0.096



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูซับสารของการทดลองทั้งหมด

5. บทสรุป

การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์การปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จากวัสดุก่อสร้าง และประสิทธิภาพของพืชในการบำบัดอากาศภายในอาคาร โดยพบว่าปริมาณการปล่อยสาร TVOCs มีปัจจัยความสัมพันธ์สอดคล้องกัน ได้แก่ ชนิดของวัสดุ พื้นที่ผิวสัมผัสอากาศ ซึ่งส่งผลให้ค่าการปล่อยสารเพิ่มขึ้นตามขนาดพื้นที่หรือความยาวและลักษณะของวัสดุ นอกจากนี้การใช้พืชในการบำบัดอากาศภายในห้องพบว่า ต้นเศรษฐีเรือนนอก สามารถลดปริมาณ TVOCs ได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงชั่วโมงแรกของการทดลองเท่านั้น โดยมีอัตราการดูดซับของต้นเศรษฐีเรือนนอก เมื่อเทียบกับห้องที่ไม่มีพืชได้ 0.953 mg/m³ และ 1.233 mg/m³ สำหรับการใช้ต้นไม้ 4 และ 16 ต้น ตามลำดับ

หากมีการศึกษาในครั้งต่อไปควรมีการศึกษาโดยเพิ่มจำนวนพืชและปรับช่วงเวลาการทดลองให้สั้นลง 1–12 ชั่วโมงหรือทำการเปลี่ยนต้นไม้ชุดใหม่หลังทำการทดลองไปแล้ว 6 ชั่วโมง เป็นต้น เพื่อประเมินประสิทธิภาพการดูดซับ TVOCs ในสภาวะที่หลากหลายและเหมาะสมต่อการใช้งานจริงมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] วราวุธ เสือดี (2555). แนวทางการจัดการสารอินทรีย์ระเหย VOCs. มาบตาพุดการพิมพ์. หน้า 1.

[2] สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม (2555). *คู่มือวิชาการ เรื่องสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ*. สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์, หน้า 7-10.

[3] สุพจน์ เตชะอำนวยวิทย์ (2551). การตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร. สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ACAT, บทความวิชาการชุดที่ 14, หน้า 81-92.

[4] สถาบันอาคารเขียวไทย (2555). เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่. หน้า 67-72.

[5] World Health Organization. (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants.

[6] German Federal Environment Agency. (UBA), (2007) Hygienic guide values for TVOC in indoor air.

[7] Mai, J., Yang, W., Zeng, Y., Guan, Y. and Chen, S. (2024). Volatile organic compounds (VOCs) in residential indoor air during interior finish period: Sources, variations, and health risks. *Hygiene and Environmental Health Advances, 9 (100087), pp.1-10.*

[8] Guo, S. and Liang, W. (2024). Volatile organic compounds and odor emissions characteristics of building materials and comparisons with the on-site measurements during interior construction stages. Building and Environment, 252 (111257), pp.1-10.

[9] สุดจิต ครุจิต (2564). การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยภายในอาคารใหม่ของโรงเรียนสุรวิวัฒน์. วิทยานิพนธ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[10] ณภัทร เฟื่องฟู (2567). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดในอากาศภายในอาคาร:กรณีศึกษาร้านทำผม. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[11] Fromme, H., Soboleva, M., Schoeneck, A., Röhl, C., Gerull, F., Burghardt, R., Gessner, A., Papavlassopoulos, H., Völkel, W. and Schober, W. (2025). Very volatile and volatile organic compounds (VVOCs/VOCs) and endotoxins in the indoor air of German schools and apartments (LUPE10). *Atmospheric Environment, 351(121178), pp.1-11.*

[12] สาธิตา ธีปิมากร (2558). การศึกษาปัจจัยสภาพอากาศภายในอาคารที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารเขียวในเขตศูนย์กลางธุรกิจ. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[13] Han, Y., Lee, J., Haiping, G., Kim. K., Wanxi, P., Neha, B., Oh J.M., Brown, R. (2022). Plant-based remediation of air pollution: A review. Journal of Environmental Management, 301, pp.1-16

[14] Sharma, S., Bakht, A., Jahanzaib, M., Lee, H. and Park, D. (2022). Evaluation of the Effectiveness of Common Indoor Plants in Improving the Indoor Air Quality of Studio Apartments. Atmosphere, 13 (11), 1863, pp.1-14.

[15] Zhou, J., Qin, F., Su, L., Jie, J. and Xu, H. (2011). Purification of formaldehyde-polluted air by indoor plants of Araceae, Agavaceae and Liliaceae. Journal of Food Agriculture and Environment, 9 (3&4), pp. 1012-1018.

[16] Bandehali, S., Miri, T., Onyeaka, H. and Kumar, P. (2021). Current State of Indoor Air Phytoremediation Using Potted Plants and Green Walls. Atmosphere, 12 (4), 473, pp.1-24.

[17] Li, J., Chen, S., Zhong, J., Lin, S., Pang, S., Tu, Q., and Agranovski, I. (2024). Removal of formaldehyde from indoor air by potted Sansevieria trifasciata plants: dynamic influence of physiological traits on the process. Environmental Science and Pollution Research, 31, pp. 62983–62996.

[18] Ghate, S. (2020). Phytoremediation of Indoor Air using Spathiphyllum. wallisii Regel, for Formaldehyde as an Indoor Pollutant. International Journal of Plant and Environment, 6 (3), pp 189-193.

[19] Kim, K., Jeong, M., Lee, D., Song, J., Kim, H., Yoo, E., Jeong, S. and Han, S. (2010). Variation in Formaldehyde Removal Efficiency among Indoor Plant Species. Hort Science, 45 (10), pp. 1489 – 1495.

[20] Harzanti, T.S. and Purwanti, I.F. (2025). Green Solutions: The Role of Spider Plant (Chlorophytum Comosum) and Peace Lilies (Spathiphyllum wallisii) in Mitigating Indoor Formaldehyde. BIO Web of Conferences, 157 (05002), pp. 1-12.