บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ที่เกิดจากสีทาภายในอาคารด้วยการดูดซับของต้นไม้ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองวัดอัตราการปล่อยสารระเหยอินทรีย์จากสีทาภายในอาคาร และการวัดความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ที่คงเหลือจากการดูดซับของต้นไม้ โดยชนิดของต้นไม้ที่ทำการศึกษา คือ ต้นเสน่ห์จันทร์แดง และต้นเดหลี โดยผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้เป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ข้อสรุปจากผลการทดลองที่ 1: การวัดความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน จากสีทาภายในอาคาร

จากผลการวัดอัตราความเข้มข้นจากการปล่อยสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิล เบนซีน และไซลีน จากสีทาภายในอาคาร เมื่อเปรียบเทียบผลกับระดับความเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์แล้ว ได้ข้อสรุปดังนี้

1. สารระเหยอินทรีย์ที่ทำการศึกษาจะพบการปล่อย เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน เมตา–ไซลีน และพารา-ไซลีน โดยระดับความเข้มข้นของการปล่อยสารกลุ่มดังกล่าวพบว่า มีเพียงเบนซีนเท่านั้นที่มีระดับความเข้มข้นที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเกิดการสะสมภายในอาคารที่มีอัตราการระบายอากาศไม่เหมาะสม และมีวัสดุอื่นที่มีสารกลุ่มอะโรมาติคเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิต เช่น ฉนวน พลาสติก จะทำให้ความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์เพิ่มขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความรำคาญ หรือ อาการระคายเคืองต่อผู้อยู่อาศัยภายในอาคารได้

2. จากผลการทดลอง พบว่าระดับความเข้มข้นของเบนซีนที่ได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม ยังมีระดับความเข้มข้นที่สูงกว่าระดับการยอมรับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ ดังนั้น หน่วยงานต่าง ๆ และผู้ใช้งานอาคารจึงควรมีการทักท้วงไปยังผู้ผลิต และหน่วยงานของรัฐ เพื่อให้เกิดการวิจัยส่วนผสมอื่น ๆ ที่ไม่เป็นอันตราย หรือมีอันตรายต่อมนุษย์ น้อยกว่าเบนซีน

3. จาผลการทดลอง พยว่า สารระเหยอินทรีย์มีความสามาถในการเกิดปฏิกิริยาแพร่กลับเข้าสู่รูพรุน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โทลูอีน และพารา-ไซลีน ซึ่งจะทำให้ภายในอาคารพบสารระเหยอินทรีย์ได้เป็นระยะเวลานาน นอกจากเอธิลเบนซีน และเมตา-ไซลีน ซึ่งเป็นสารระเหยอินทรีย์ที่มีความเสถียรต่ำ ทำให้พบในระยะเวลาไม่นาน

5.2 ข้อสรุปจากผลการทดลองที่ 2: การวัดความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ที่คงเหลือจากการลดโดยใช้ต้นเสน่ห์จันทร์แดง และต้นเดหลี

จากผลการวัดความเข้มข้นจากการปล่อยสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิล เบนซีน และไซลีน จากสีทาภายในอาคาร ที่คงเหลือจากการดูดซับด้วยต้นเสน่ห์จันทร์แดง และต้นเดหลี ได้ข้อสรุปดังนี้

1. ต้นไม้มีความสามารถในการลดสารระเหยอินทรีย์ เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน เมตา–ไซลีน และ พารา-ไซลีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโทลูอีน อย่างไรก็ตามการปลูกต้นไม้เพียง 1 ต้น ก็ยังพบระดับความเข้มข้นของเบนซีนยังอยู่ในระดับที่มีความเข้มข้นเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์

2. ต้นเสน่ห์จันทร์แดงมีความสามารถในการลดเบนซีนได้สูงกว่าต้นเดหลี ดังนั้นในอาคารที่มีการทาสีเป็นพื้นที่กว้าง และมีวัสดุก่อสร้าง หรือเครื่องเรือนที่มีส่วนประกอบของพลาสติก ควรจะปลูกต้นเสน่ห์จันทร์แดงไว้ภายในอาคาร

3. ต้นเดหลีมีความสามารถในการลดโทลูอีน และพารา-ไซลีนได้สูงกว่าต้นเสน่ห์จันทร์แดง อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของโทลูอีน และพารา-ไซลีนต่ำกว่าระดับมาตรฐานการยอมรับมาก ดังนั้นการปลูกต้นเดหลีภายในอาคารจะให้ประโยชน์กับอาคารเมื่อมีวัสดุก่อสร้าง และเครื่องเรือนเป็นปริมาณมาก เนื่องจากวัสดุมีพื้นผิวมากขึ้นจะทำให้อัตราความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์มีความเข้มข้นสูงขึ้นด้วย

5.3 ข้อสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ และประยุกต์ใช้ภายในอาคาร

จากข้อสรุปของการศึกษาทั้งหมด สามารถเสนอแนะเป็นแนวทางในการออกแบบและการประยุกต์ใช้ภายในอาคาร เพื่อลดปริมาณสารระเหยอินทรีย์กลุ่มเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีนภายในอาคารได้ ดังนี้

1. การออกแบบอาคารหากภายนอกอาคารไม่มีมลพิษทางอากาศ ควรออกแบบให้มีระบบการแลกเปลี่ยนอากาศ (ควรมากกว่า 2 เท่าของปริมาตรห้องภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมง) และสามารถหมุนเวียนอากาศได้ตลอดพื้นที่ เพื่อระบายสารระเหยอินทรีย์ที่เกิดจากการปล่อยโดยวัสดุต่าง ๆ ได้

2. ก่อนนำวัสดุก่อสร้าง และเครื่องเรือนมาใช้ ควรจะนำการออกสัมผัสกับอากาศเพื่อให้วัสดุเกิดปฏิกิริยาการปล่อย ก่อนจะนำมาใช้ในการก่อสร้าง

3. หากในอาคารมีการทาวัสดุเคลือบผิว หรือมีวัสดุก่อสร้างที่มีระยะเวลาสัมผัสกับอากาศน้อยควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุ หรือเครื่อเรือนที่มีความเป็นรูพรุนสูง เช่น พรม ผ้าม่าน หรือไม้อัด เนื่องจากความเป็นรูพรุนของวัสดุจะทำให้พบสารระเหยอินทรีย์อยู่ในอาคารได้นานกว่าปกติ

4. เมื่อทำการก่อสร้างอาคาร และติดตั้งเครื่องเรือนแล้ว หรือหากภายนอกอาคารไม่มีมลพิษทางอากาศ ควรเปิดให้อากาศภายนอกถ่ายเทให้มากที่สุด เพื่อระบายสารระเหยอินทรีย์ที่สะสมอยู่ภายในอาคารออกสู่ภายนอก

5. หลีกเลี่ยงการออกแบบ หรือการวางผังที่กีดขวางเส้นทางการระบายอากาศภายในอาคาร เนื่องจากจะทำให้เกิดพื้นที่อับลมขึ้น กลายเป็นบริเวณที่มีการสะสมของสารระเหยอินทรีย์ได้

6. ตำแหน่งที่ปลูกต้นไม้ภายในอาคารขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานอาคาร และวัสุก่อสร้างที่มีภายในอาคาร โดยสามารถจำแนกได้ ดังนี้

6.1 หากมีพฤติกรรมการใช้งานอาคารอยู่กับที่ เช่น นั่งทำงาน รับประทานอาหาร ควรปลูกต้นไม้ไว้ใกล้กับตำแหน่งที่ใช้งาน เพื่อกรองสารระเหยอินทรีย์ก่อนที่จะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์

6.2 ห้องที่มนุษย์มีพฤติกรรมเคลื่อนที่ตลอดเวลาควรจะตั้งต้นไม้ไว้ใกล้แหล่งกำเนิดสารระเหยอินทรีย์ เช่น ตั้งใกล้ผนังทาสี ผนังไม้เทียม เป็นต้น โดยยกเว้นวัสดุ 2 ชนิด คือกระจก และสแตนเลส ที่มีคุณสมบัติการปล่อย หรือดูดซับน้อยมาก

7. ตำแหน่งที่ปลูกต้นสเน่ห์จันทร์แดง และต้นเดหลี ควรห่างจากพื้นที่รับแสงโดยตรง เนื่องจากต้นไม้ทั้ง 2 ชนิด เป็นไม้ระดับปลูกในร่ม หากรับแสงอาทิตย์เป็นปริมาณที่มากจะทำให้ใบเหี่ยว และต้นไม้ตายได้

8. ภายในอาคารควรมีอุณหภูมิระหว่าง 25 – 30 องศาเซลเซียสเนื่องจากมีการเปิดและปิดปากใบของต้นไม้เต็มที่ ซึ่งทำให้ต้นไม้สามารถลดสารระเหยอินทรีย์ได้มีประสิทธิภาพสุงสุดอีกด้วย

9. ในอาคารควรปลูกต้นไม้ทั้ง 2 ชนิดปะปนกัน เนื่องจากภายในอาคารจะมีสารระเหยอินทรีย์ที่เกิดจากวัสดุก่อสร้างชนิดอื่น เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการลดสารระเหยอินทรีย์ดดยรวมสูงกว่าการปลูกต้นไม้เพียงชนิดเดียว

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการทดลองวัดอัตราการปล่อยสารระเหยอินทรีย์ในครั้งนี้ สามารถกระทำได้เพียง 20,160 นาที (14 วันต่อ 1 การทดลอง) และสามารถทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผลการทดลองได้ 1 ครั้ง เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องระยะเวลา ทำให้ได้ข้อมูลค่อนข้างน้อย จึงไม่สามารถสร้างสมการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้ง เพื่อคำนวณอัตราความเข้มข้นที่จะเกิดในอนาคตได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มระยะเวลาทดลอง เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล และเห็นรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ชัดเจนขึ้น

2. จากการทดลองวัดการปล่อยสารระเหยอินทรีย์จากวัสดุทดสอบ พบว่ามีสารระเหยอินทรีย์กลุ่มอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น ถูกปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบ ดังนั้นนอกจากปริมาณสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในสารระเหยอินทรีย์กลุ่มอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอนกลุ่มอื่นด้วย

3. ในการทดลองหาอัตราการปล่อยสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีนมีการทดสอบวัสดุเคลือบผิวเพียงชนิดเดียว ในงานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรทดสอบกับวัสดุเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ เพื่อนำเสนอถึงอัตราการปล่อยสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน และแนวโน้มในการทำอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ ของสารระเหยอินทรีย์จากวัสดุก่อสร้างประเภทอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาถึงความสามารถในการปล่อยสารระเหยอินทรีย์ต่อความเป็นรูพรุนของวัสดุก่อสร้าง

4. ในการวัดอัตราการรั่วซึมของกล่องทดลอง เนื่องจากผู้วิจัยขาดเครื่องมือที่ให้ความละเอียดในการวัด ดังนั้นจึงไม่สามารถวัดอัตราการรั่วที่แท้จริงได้ โดยผู้วิจัยใช้วิธีการควบคุมสภาพแวดล้อม และควบคุมกล่องทดลองที่ใช้ให้เป็นกล่องเดียวกันทุก ๆ การทดลอง และควบคุมอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศเป็นจำนวนเท่าของกล่องทดลองแทน ควรหาเครื่องมือวัดอัตราการรั่วซึมที่มีความละเอียดสูง เพื่อหาอัตราการลดสารระเหยอินทรีย์ที่แท้จริง ต่อไป

5. ในการทดลองครั้งนี้ ไม่สามารถทำการทดลองเกี่ยวกับอัตราการแลกเปลี่ยนของอากาศต่อระดับความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ได้เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงระดับความดัน

ของอากาศ หรือ การใช้ปั๊มอากาศเพื่อทดสอบระดับความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์จะทำให้การอ่านผลโดยเครื่องมือเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากความดันของอากาศได้ (สรุปจากคู่มือการใช้เครื่อง Gasmet DX4015 FT-IR) ดังนั้นหากมีเครื่องมือที่เหมาะสมควรทำการวิจัยต่อในเรื่องดังกล่าว

7. เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านระยะเวลา และงบประมาณในการวิจัย ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถทำการทดลองความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ ต่อจำนวนของต้นไม้ได้ และไม่สามารถทำการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าชิ้นส่วนใดของต้นไม้มีความสามารถในการลดสารระเหยอินทรีย์สูงสุด ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาถึงจำนวนต้นไม้ที่สามารถลดความเข้มข้นของเบนซีนให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน TLV-TWA และทำการศึกษาว่าต้นไม้เกิดการลดสารระเหยอินทรีย์ที่ส่วนใดของต้นไม้มากกว่ากัน ระหว่างการดูดซับโดยอาศัยคุณสมบัติความเป็นรูพรุนของลำต้นไม้ หรือที่ปากใบของต้นไม้

8. ควรทำการเปรียบเทียบความสามารถในการลดสารระเหยอินทรีย์กลุ่มเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ระหว่างต้นไม้ และวัสดุที่มีความเป็นรูพรุน หรือการใช้รังสีในการลดสารระเหยอินทรีย์ในอาคาร แต่ควรระวังเรื่องการสลายตัวของสารระเหยอินทรีย์ ที่ทำปฏิกิริยาแล้วจะให้ก๊าซโอโซน (O_3) ซึ่งเป็นก๊าซไม่มีสี แต่มีกลิ่นเหม็นคาว และเป็นพิษต่อระบบหายใจของมนุษย์ออกมาด้วย