

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการทดลองวัดอัตราการปล่อยสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ที่ปล่อยออกมาจากสีที่ทาบนแผ่นยิปซัมบอร์ด และการทดลองวัดความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ที่คงเหลือจากการลดสารโดยไม่พุ่มสามารถนำเสนอผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลองได้ ดังรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

4.1 ผลการวัดความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ภายในกล่องทดลองที่ไม่มีวัสดุทดสอบ และค่าพื้นหลัง

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในกล่องทดลอง และในอากาศโดยทั่วไปมักมีสารระเหยอินทรีย์ปนอยู่แล้วไม่มากนักน้อย ดังนั้นจึงต้องทำการวัดความเข้มข้นสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ที่ระบบการทดลอง โดยยังไม่บรรจุวัสดุทดสอบ โดยการนำค่าสารระเหยอินทรีย์พื้นหลังไปลบออกจากค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้จากการทดลอง ซึ่งมีวัสดุทดสอบบรรจุอยู่ โดยผลการวัดสารระเหยอินทรีย์ที่วัดได้ ดังผลที่แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ผลการวัดความเข้มข้นพื้นหลัง (Background BTEXs) ของสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน

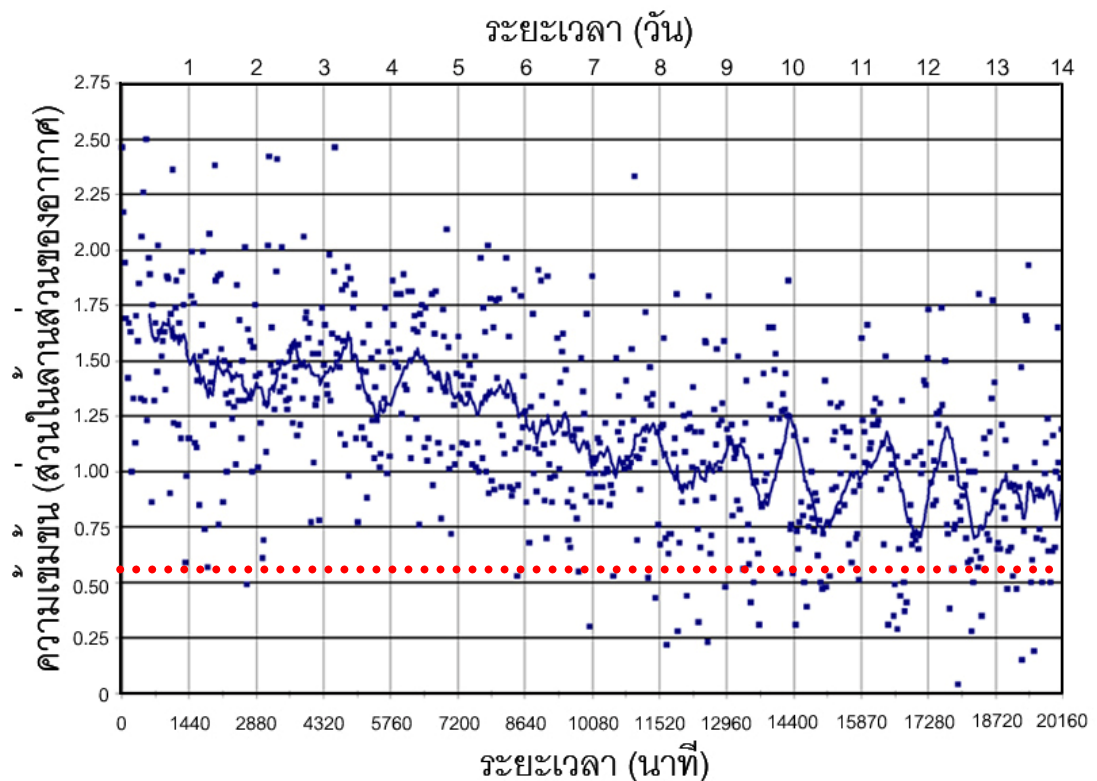
ชนิดสาร	ความเข้มข้นเฉลี่ย (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)
เบนซีน	0.27
โทลูอีน	0.11
เอธิลเบนซีน	0.00
เมตา-ไซลีน	0.00
ออโร-ไซลีน	0.00
พารา-ไซลีน	0.08

4.2 การทดลองที่ 1: การวัดความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน จากสีทาภายในอาคาร

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาอัตราการปล่อยสารระเหยอินทรีย์จากสีทาภายในอาคาร ที่ทาบนแผ่นยิปซัมบอร์ดพื้นที่ 0.50 ตารางเมตร โดยทำการทาสีรองพื้นปูนกันต่างจำนวน 1 เที่ยว และทาสีทาภายในอาคารทับผิว 2 เที่ยว ซึ่งใช้อัตราส่วนผสมตัวทำละลาย และระยะแห้งทาที่บได้ของสีตามคำแนะนำของผู้ผลิต แล้วบรรจุไว้ในกล่องทดลอง แล้วจึงดำเนินการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ในอากาศภายในกล่องทดลอง ด้วยเครื่องตรวจวัดสารระเหยอินทรีย์ Gasmet FT-IR DX 4015 เป็นระยะเวลา 20,160 นาที

ภาพที่ 4.1

ความเข้มข้นเบนซีน (C_6H_6) ที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบ



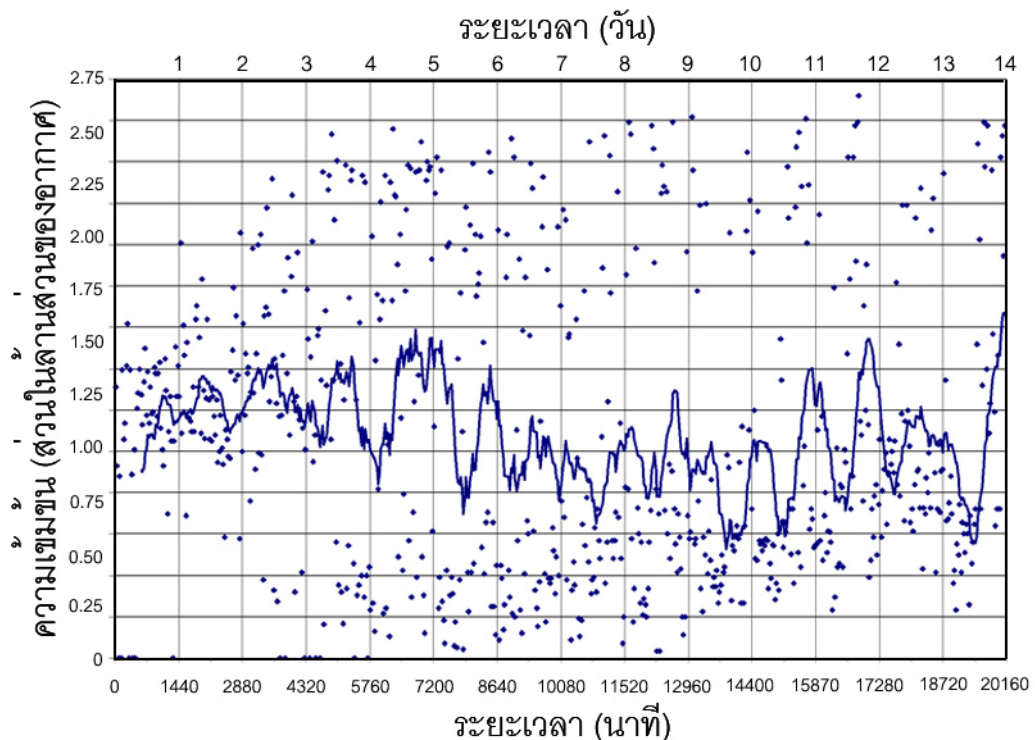
หมายเหตุ: ระดับความเข้มข้นที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน TLV-TWA

จากภาพที่ 4.1 พบว่าเบนซีนมีอัตราความเข้มข้นที่ลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป ก่อนที่ความเข้มข้นจากการวัดจะมีแนวโน้มคงที่

ความเข้มข้นของเบนซีน (Benzene) ที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบเกินระดับการยอมรับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์สำหรับมาตรฐาน TLV - TWA ที่ 0.5 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ เมื่อระยะเวลาการรับเข้าสู่ร่างกายอยู่ที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งความเข้มข้นระดับดังกล่าวจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์แบบเฉียบพลัน แต่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ในระยะยาว เนื่องจากความเข้มข้นระดับดังกล่าว เบนซีนมีความสามารถในการทำลายเม็ดเลือด และเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางพันธุกรรมของมนุษย์ ตลอดจนมีความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia)

ภาพที่ 4.2

ความเข้มข้นโทลูอีน (C_7H_8) ที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบ



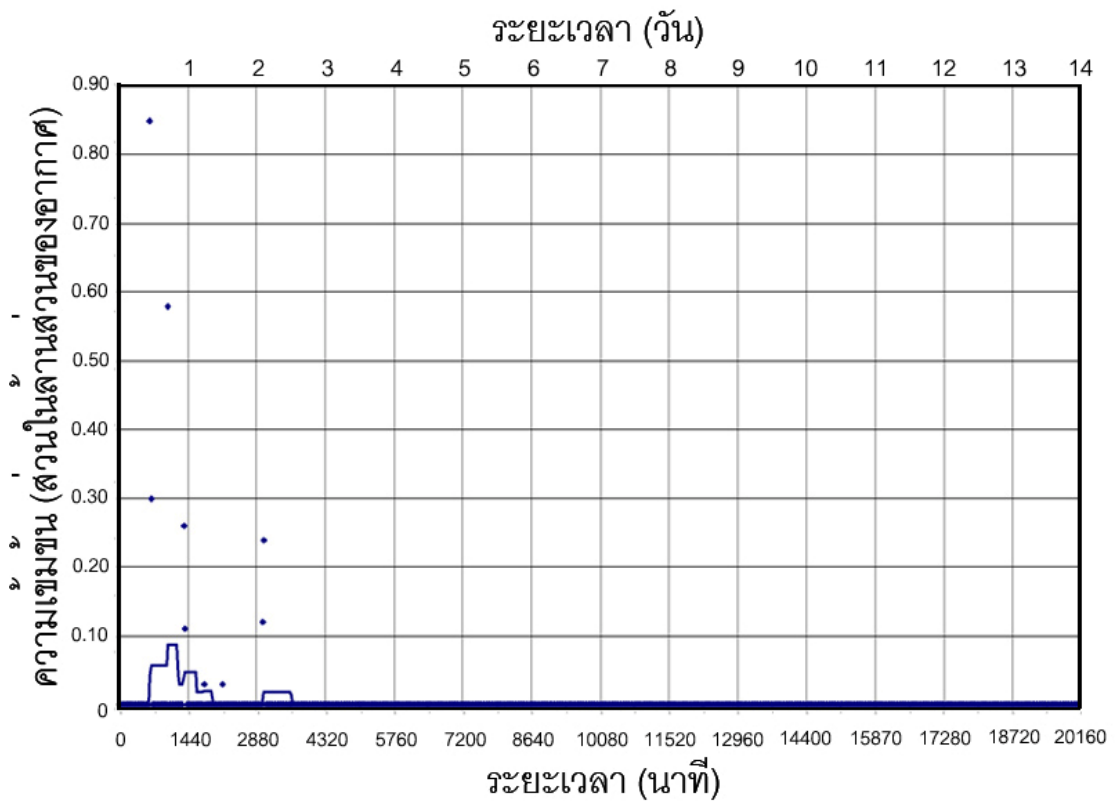
จากภาพที่ 4.2 จะพบว่าความเข้มข้นของโทลูอีน (Toluene) ที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบจะมีแนวโน้มที่ลดลงในช่วงเวลา 2,190 นาทีแรกของการทดลอง หลังจากช่วงระยะเวลา

เอธิลเบนซีนเป็นสารที่มีความเสถียรทางเคมีต่ำ ทำให้เอธิลเบนซีนมีช่วงระยะเวลาในการสลายตัวที่สั้น

ความเข้มข้นของเอธิลเบนซีนที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับการยอมรับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์สำหรับมาตรฐาน TLV - TWA ที่ 100 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ เมื่อระยะเวลาการรับเข้าสู่ร่างกายอยู่ที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งความเข้มข้นระดับดังกล่าวจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ (ตารางที่ 4.2)

ภาพที่ 4.4

ความเข้มข้นของไซลีน ประเภทเมตา-ไซลีน (C_8H_{10}) ที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบ

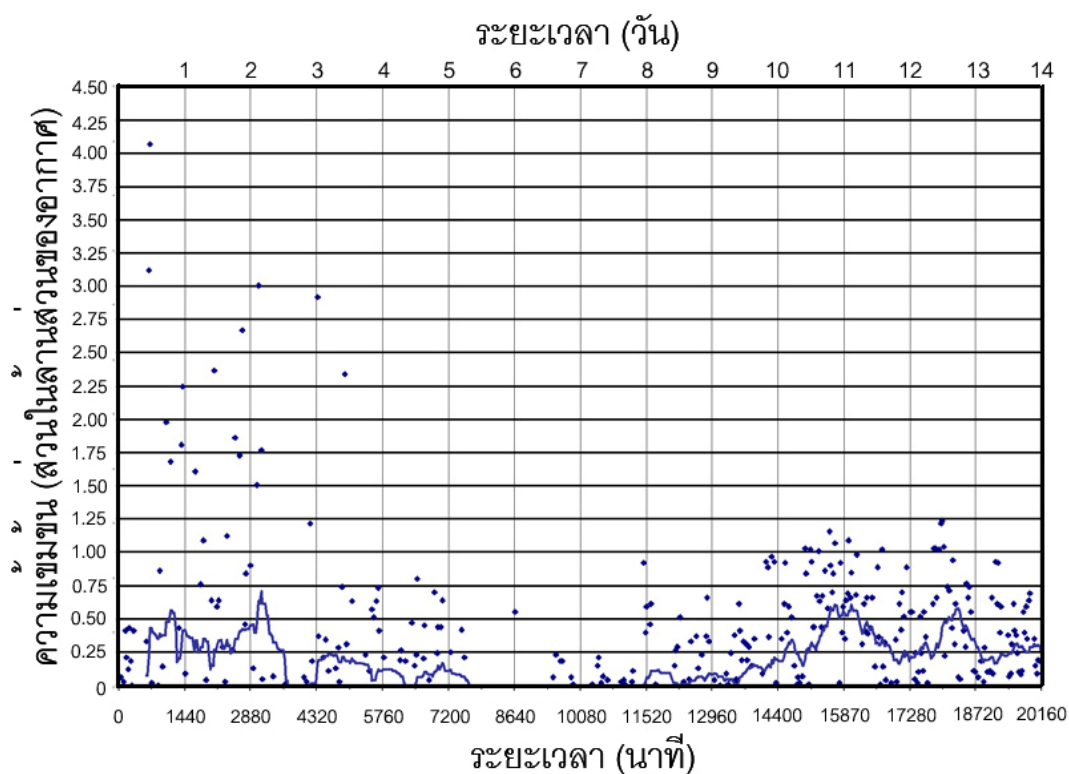


จากภาพที่ 4.4 จะพบว่าความเข้มข้นของเมตา-ไซลีน (m-Xylene) ที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบจะพบเฉพาะ ช่วงระยะเวลา 2,070 นาทีแรกของการทดลองเท่านั้น เนื่องจากเมตา-ไซลีน เป็นสารที่มีความเสถียรทางเคมีต่ำ ทำให้เมตา-ไซลีนมีช่วงระยะเวลาในการสลายตัวที่สั้น

ความเข้มข้นของเมตา-ไซลีนที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับการยอมรับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์สำหรับมาตรฐาน TLV - TWA ที่ 100 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ เมื่อระยะเวลาการรับเข้าสู่ร่างกายอยู่ที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งความเข้มข้นระดับดังกล่าวจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ (ตารางที่ 4.2)

ภาพที่ 4.5

ความเข้มข้นของไซลีน ประเภทพารา-ไซลีน (C_8H_{10}) ที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบ



จากภาพที่ 4.5 จะพบว่าความเข้มข้นของพารา-ไซลีน (p-Xylene) ที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบจะมีแนวโน้มที่ลดลงในช่วงเวลา 7,230 นาทีแรกของการทดลอง ก่อนจะเข้าสู่ภาวะความเข้มข้นคงที่ในช่วงนาทีที่ 7,230 – 11,150 แล้วความเข้มข้นจะมีอัตราที่เพิ่มขึ้นกว่าช่วงระยะเวลาแรก สาเหตุเนื่องจากยิปซัมบอร์ด เป็นวัสดุที่มีรูพรุนสูงจึงเกิดปฏิกิริยาการแพร่ย้อนกลับ และเนื่องจากพารา-ไซลีน เป็นสารระเหยอินทรีย์ที่มีความเสถียรทางเคมี (มีช่วงครึ่งชีวิตของสารที่ยาวนาน) ทำให้พบพารา-ไซลีนที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบเป็นระยะเวลานาน

ความเข้มข้นของพารา-ไซลีนที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 4.25 ส่วนในล้านส่วนของอากาศตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ ซึ่งต่ำกว่าระดับการยอมรับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์สำหรับมาตรฐาน TLV - TWA ที่ 100 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ ดังนั้นพารา-ไซลีน ที่ปล่อยจากวัสดุทดสอบจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์

ทั้งนี้ จากการผลทดลอง ยังพบว่าไม่มีการปล่อยออกซิโ-ไซลีน (o-Xylene) ซึ่งเป็นไซลีนชนิดหนึ่งออกมาวัสดุทดสอบ

ตารางที่ 4.2

ความเข้มข้นสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอิน เอธิลเบนซีน และไซลีนจากวัสดุทดสอบในการทดลองที่ 1

ช่วงเวลาที่รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นสารระเหยอินทรีย์ (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	เบนซีน	โทลูอิน	พารา-ไซลีน
นาที่ที่ 1 - 480 (ชั่วโมงที่ 1 - 8)	1.70	1.71	0.11
นาที่ที่ 481 - 960 (ชั่วโมงที่ 9 - 16)	1.60	1.01	0.51
นาที่ที่ 961 - 1,440 (ชั่วโมงที่ 17 - 24)	1.49	1.59	0.50
นาที่ที่ 1,441 - 1,920 (ชั่วโมงที่ 25 - 32)	1.41	1.40	0.22
นาที่ที่ 1,921 - 2,400 (ชั่วโมงที่ 33 - 40)	1.44	1.69	0.35
นาที่ที่ 2,401 - 2,880 (ชั่วโมงที่ 41 - 48)	1.40	1.51	0.54
นาที่ที่ 2,881 - 3,360 (ชั่วโมงที่ 49 - 56)	1.46	1.50	0.40
นาที่ที่ 3,361 - 3,840 (ชั่วโมงที่ 57 - 64)	1.42	1.65	0.05
นาที่ที่ 3,841 - 4,320 (ชั่วโมงที่ 65 - 72)	1.44	1.63	0.09
นาที่ที่ 4,321 - 4,800 (ชั่วโมงที่ 73 - 80)	1.59	1.41	0.27
นาที่ที่ 4,801 - 5,280 (ชั่วโมงที่ 81 - 88)	1.32	1.47	0.25
นาที่ที่ 5,281 - 5,760 (ชั่วโมงที่ 89 - 96)	1.31	1.67	0.19
นาที่ที่ 5,761 - 6,240 (ชั่วโมงที่ 97 - 104)	1.55	1.29	0.04
นาที่ที่ 6,241 - 6,720 (ชั่วโมงที่ 105 - 112)	1.42	1.44	0.15
นาที่ที่ 6,721 - 7,200 (ชั่วโมงที่ 113 - 120)	1.32	1.96	0.15

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ช่วงเวลาที่รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นสารระเหยอินทรีย์ (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	เบนซีน	โทลูอีน	พารา-ไซลีน
นาที่ที่ 7,201 - 7,680 (ชั่วโมงที่ 121 -128)	1.28	1.86	0.05
นาที่ที่ 7,681 - 8,160 (ชั่วโมงที่ 129 -136)	1.42	1.15	0.00
นาที่ที่ 8,161 - 8,640 (ชั่วโมงที่ 137 -144)	1.23	1.34	0.00
นาที่ที่ 8,641 - 9,120 (ชั่วโมงที่ 145 -152)	1.17	1.39	0.03
นาที่ที่ 9,121 - 9,600 (ชั่วโมงที่ 153 -160)	1.21	1.17	0.01
นาที่ที่ 9,601 - 10,080 (ชั่วโมงที่ 161 -168)	1.01	1.19	0.02
นาที่ที่ 10,081 - 10,560 (ชั่วโมงที่ 169 -176)	1.02	1.19	0.02
นาที่ที่ 10,561 - 11,040 (ชั่วโมงที่ 177 -184)	1.25	1.05	0.01
นาที่ที่ 11,041 - 11,520 (ชั่วโมงที่ 185 -192)	1.06	1.05	0.09
นาที่ที่ 11,521 - 12,000 (ชั่วโมงที่ 193 -200)	0.93	1.25	0.10
นาที่ที่ 12,001 - 12,480 (ชั่วโมงที่ 201 -208)	0.98	1.14	0.08
นาที่ที่ 12,481 - 12,960 (ชั่วโมงที่ 209 -216)	1.13	1.57	0.15
นาที่ที่ 12,961 - 13,340 (ชั่วโมงที่ 217 -224)	1.04	0.94	0.02
นาที่ที่ 13,341 - 13,920 (ชั่วโมงที่ 225 -232)	0.88	1.31	0.20
นาที่ที่ 13,921 - 14,400 (ชั่วโมงที่ 233 -240)	1.20	0.75	0.26
นาที่ที่ 14,401 - 14,880 (ชั่วโมงที่ 241 -248)	0.77	1.16	0.22
นาที่ที่ 14,881 - 15,360 (ชั่วโมงที่ 249 -256)	0.87	0.92	0.48
นาที่ที่ 15,361 - 15,840 (ชั่วโมงที่ 257 -264)	0.92	1.06	0.54
นาที่ที่ 15,841 - 16,320 (ชั่วโมงที่ 265 -272)	1.22	1.74	0.45
นาที่ที่ 16,321 - 16,800 (ชั่วโมงที่ 273 -280)	0.75	1.02	0.31
นาที่ที่ 16,801 - 17,280 (ชั่วโมงที่ 281 -288)	0.93	1.70	0.23
นาที่ที่ 18,241 - 18,720 (ชั่วโมงที่ 305 -312)	0.98	1.51	0.29
นาที่ที่ 18,721 - 19,200 (ชั่วโมงที่ 313 -320)	0.94	1.18	0.19

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ช่วงเวลาที่รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นสารระเหยอินทรีย์ (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	เบนซีน	โทลูอีน	พารา-ไซลีน
นาที่ที่ 19,201 - 19,680 (ชั่วโมงที่ 321 -328)	0.93	1.41	0.28
นาที่ที่ 19,681 - 20,160 (ชั่วโมงที่ 329 -336)	0.91	2.03	0.27

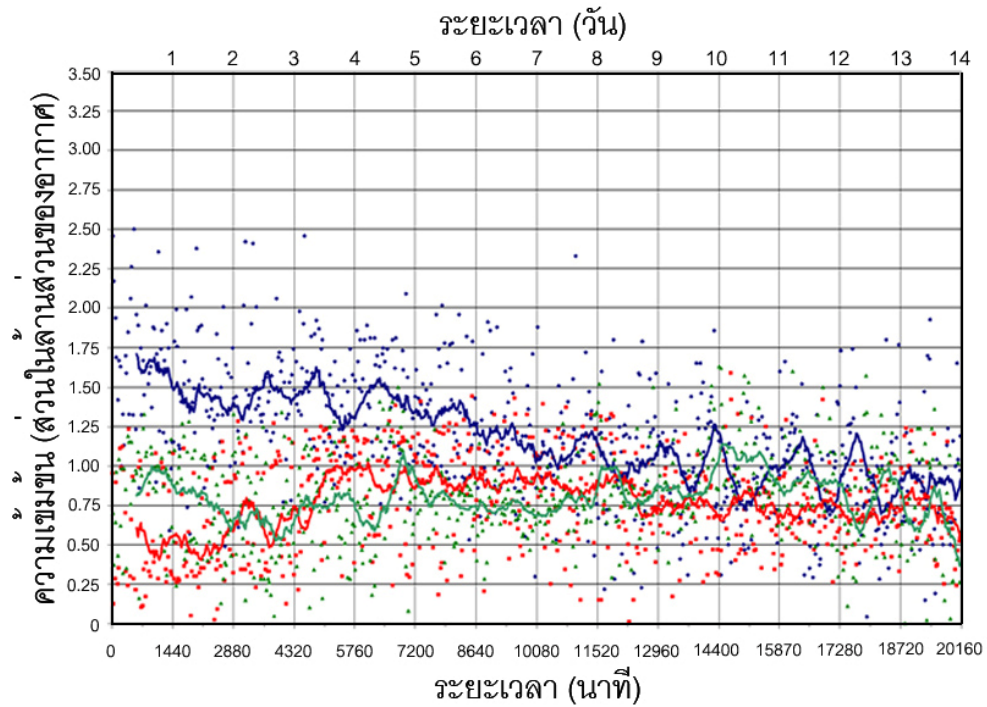
หมายเหตุ: การวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ยทุก ๆ 8 ชั่วโมงเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับมาตรฐานการยอมรับได้ TLV-TWA

4.3 การทดลองที่ 2 : การวัดความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์กลุ่ม เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ที่คงเหลือจากการลดโดยต้นเส้นหิ้งจันทร์แดง และต้นเดหลี

การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาความสามารถในการลดสารระเหยอินทรีย์กลุ่มเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ด้วยไม้พุ่มจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ต้นเส้นหิ้งจันทร์แดง และต้นเดหลี โดยวัสดุทดสอบที่ปล่อยสารระเหยอินทรีย์ คือ แผ่นยิปซัมบอร์ดพื้นที่ 0.50 ตารางเมตร โดยทำการทาสีรองพื้นปูนกันด่างจำนวน 1 เที่ยว และทาสีทากายในอาคารทับผิว 2 เที่ยว ซึ่งใช้อัตราส่วนผสมตัวทำละลาย และระยะแห้งทาทับได้ของสีตามคำแนะนำของผู้ผลิต และไม้ประดับที่ใช้ในการทดลองมีความสูงจากโคนถึงปลายทรงพุ่มขนาด 0.4 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 0.4 เมตร โดยนำต้นไม้ไปบรรจุในกล่องทดลอง แล้วจึงดำเนินการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ในอากาศภายในกล่องทดลอง ด้วยเครื่องตรวจวัดสารระเหยอินทรีย์ Gasmet DX - 4015 FTIR เป็นระยะเวลา 20,160 นาที ผลการทดลองสามารถจำแนกรายละเอียดได้ตามประเภทของสารระเหยอินทรีย์ ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 4.6

เปรียบเทียบความเข้มข้นเบนซีน (C_6H_6) ระหว่างการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2



หมายเหตุ:
 — ความเข้มข้นของสารที่ปล่อยออกมาจากสี (ไม่มีต้นไม้ม)
 ● ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นสนเห็บจันทร์แดง
 ▲ ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นเดหลี

ตารางที่ 4.3

เปรียบเทียบความเข้มข้นเบนซีน จากการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบกับ
ต้นสนเห็บจันทร์แดง และต้นเดหลี

ช่วงเวลาที่ได้รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นเบนซีน (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	ไม่มีต้นไม้ม	ต้นสนเห็บจันทร์แดง	ต้นเดหลี
นาทีที่ 1 - 480 (ชั่วโมงที่ 1 - 8)	1.70	0.65	0.78
นาทีที่ 481 - 960 (ชั่วโมงที่ 9 - 16)	1.60	0.41	0.98
นาทีที่ 961 - 1,440 (ชั่วโมงที่ 17 - 24)	1.49	0.56	0.85

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

เวลาที่รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นเบนซีน (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	ไม่มีต้นไม้	ต้นสนหน่หัจันทรแดง	ต้นเดหลี
นาที่ที่ 1,441 - 1,920 (ชั่วโมงที่ 25 - 32)	1.41	0.44	0.84
นาที่ที่ 1,921 - 2,400 (ชั่วโมงที่ 33 - 40)	1.44	0.51	0.72
นาที่ที่ 2,401 - 2,880 (ชั่วโมงที่ 41 - 48)	1.40	0.60	0.61
นาที่ที่ 2,881 - 3,360 (ชั่วโมงที่ 49 - 56)	1.46	0.76	0.72
นาที่ที่ 3,361 - 3,840 (ชั่วโมงที่ 57 - 64)	1.42	0.50	0.56
นาที่ที่ 3,841 - 4,320 (ชั่วโมงที่ 65 - 72)	1.44	0.75	0.69
นาที่ที่ 4,321 - 4,800 (ชั่วโมงที่ 73 - 80)	1.59	0.74	0.73
นาที่ที่ 4,801 - 5,280 (ชั่วโมงที่ 81 - 88)	1.32	1.00	0.83
นาที่ที่ 5,281 - 5,760 (ชั่วโมงที่ 89 - 96)	1.31	0.95	0.68
นาที่ที่ 5,761 - 6,240 (ชั่วโมงที่ 97 -104)	1.55	0.88	0.60
นาที่ที่ 6,241 - 6,720 (ชั่วโมงที่ 105 -112)	1.42	0.92	0.98
นาที่ที่ 6,721 - 7,200 (ชั่วโมงที่ 113 -120)	1.32	0.87	0.88
นาที่ที่ 7,201 - 7,680 (ชั่วโมงที่ 121 -128)	1.28	0.99	0.82
นาที่ที่ 7,681 - 8,160 (ชั่วโมงที่ 129 -136)	1.42	0.84	0.74
นาที่ที่ 8,161 - 8,640 (ชั่วโมงที่ 137 -144)	1.23	0.93	0.77
นาที่ที่ 8,641 - 9,120 (ชั่วโมงที่ 145 -152)	1.17	0.84	0.68
นาที่ที่ 9,121 - 9,600 (ชั่วโมงที่ 153 -160)	1.21	0.96	0.76
นาที่ที่ 9,601 - 10,080 (ชั่วโมงที่ 161 -168)	1.01	0.89	0.67
นาที่ที่ 10,081 - 10,560 (ชั่วโมงที่ 169 -176)	1.02	0.87	0.72
นาที่ที่ 10,561 - 11,040 (ชั่วโมงที่ 177 -184)	1.25	0.84	0.79
นาที่ที่ 11,041 - 11,520 (ชั่วโมงที่ 185 -192)	1.06	0.90	0.91
นาที่ที่ 11,521 - 12,000 (ชั่วโมงที่ 193 -200)	0.93	0.93	0.91
นาที่ที่ 12,001 - 12,480 (ชั่วโมงที่ 201 -208)	0.98	0.67	0.77

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ช่วงเวลาที่รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นเบนซีน (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	ไม่มีต้นไม้	ต้นสนหน่หัจันทรแดง	ต้นเดหลี
นาที่ที่ 12,481 - 12,960 (ชั่วโมงที่ 209 -216)	1.13	0.72	0.87
นาที่ที่ 12,961 - 13,340 (ชั่วโมงที่ 217 -224)	1.04	0.76	0.81
นาที่ที่ 13,341 - 13,920 (ชั่วโมงที่ 225 -232)	0.88	0.79	0.78
นาที่ที่ 13,921 - 14,400 (ชั่วโมงที่ 233 -240)	1.20	0.65	1.05
นาที่ที่ 14,401 - 14,880 (ชั่วโมงที่ 241 -248)	0.77	0.87	1.03
นาที่ที่ 14,881 - 15,360 (ชั่วโมงที่ 249 -256)	0.87	0.69	1.12
นาที่ที่ 15,361 - 15,840 (ชั่วโมงที่ 257 -264)	0.92	0.67	0.83
นาที่ที่ 15,841 - 16,320 (ชั่วโมงที่ 265 -272)	1.22	0.72	0.92
นาที่ที่ 16,321 - 16,800 (ชั่วโมงที่ 273 -280)	0.75	0.77	0.87
นาที่ที่ 16,801 - 17,280 (ชั่วโมงที่ 281 -288)	0.93	0.71	0.85
นาที่ที่ 17,281 - 17,760 (ชั่วโมงที่ 289 -296)	1.10	0.67	0.58
นาที่ที่ 17,761 - 18,240 (ชั่วโมงที่ 297 -304)	0.72	0.66	0.94
นาที่ที่ 18,241 - 18,720 (ชั่วโมงที่ 305 -312)	0.98	0.75	0.84
นาที่ที่ 18,721 - 19,200 (ชั่วโมงที่ 313 -320)	0.94	0.85	0.64
นาที่ที่ 19,201 - 19,680 (ชั่วโมงที่ 321 -328)	0.93	0.69	0.47
นาที่ที่ 19,681 - 20,160 (ชั่วโมงที่ 329 -336)	0.91	0.57	0.36

หมายเหตุ: การวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ยทุก ๆ 8 ชั่วโมงเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับมาตรฐานการยอมรับได้ TLV-TWA

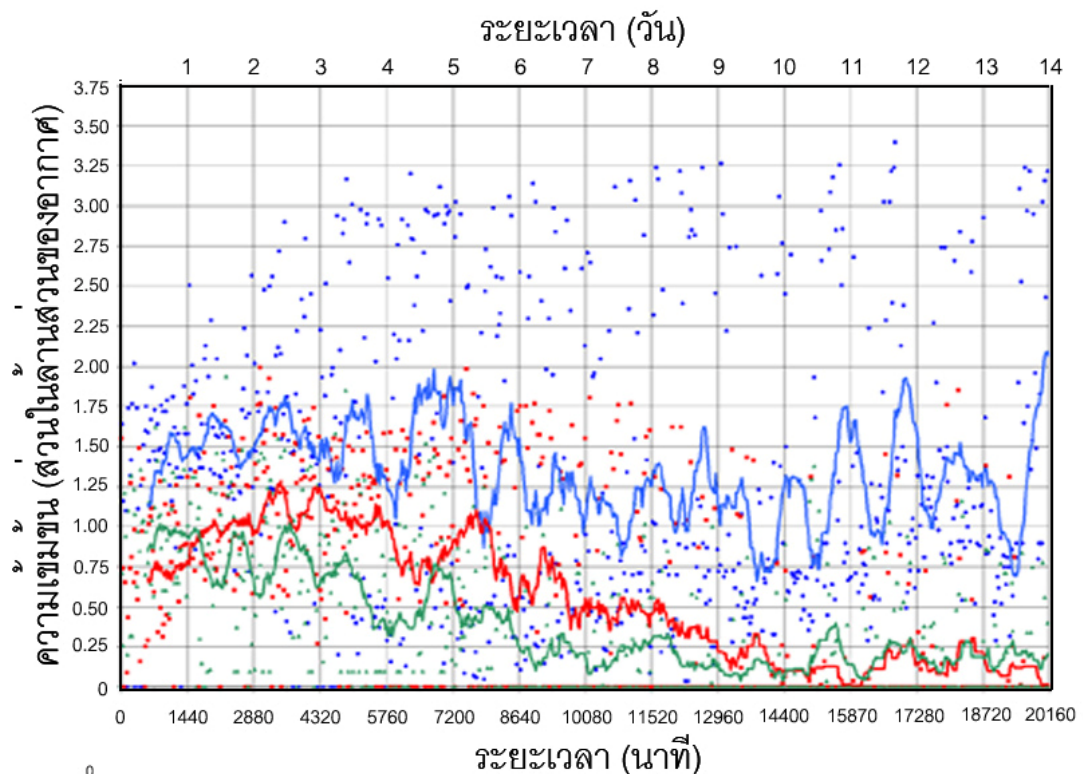
จากภาพที่ 4.6 และตารางที่ 4.3 สามารถอธิบายได้ว่าต้นสนหน่หัจันทรแดง และต้นเดหลีมีความสามารถในการลดเบนซีนจากวัสดุทดสอบได้ โดยที่ต้นสนหน่หัจันทรแดงสามารถลดเบนซีนให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน TLV-TWA (0.5 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ) ในชั่วโมงที่ 9-16 และชั่วโมงที่ 25-32 ส่วนต้นเดหลีสามารถลดเบนซีนให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน TLV-TWA (0.5 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ) ในชั่วโมงที่ 321-336 อย่างไรก็ตาม

ความสามารถในการลดสารระเหยอินทรีย์กลุ่มที่ทำการทดสอบ ไม่สามารถสร้างระดับความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ตลอดเวลา เนื่องจากความเข้มข้นที่วัดได้ ยังคงเกินระดับมาตรฐานการยอมรับได้ (TLV-TWA) หรือยังมีโอกาสเสี่ยงต่อการถูกทำลายเม็ดเลือด และเนื้อเยื่อภายในร่างกายหากได้รับการสะสมเป็นระยะเวลาานาน

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการลดสารระเหยอินทรีย์แล้ว จะพบว่าต้นไม้ทั้งสองต้นมีความสามารถในการลดไม่แตกต่างกัน (แต่ละชนิดสามารถลดความเข้มข้นให้ต่ำกว่าอีกชนิดหนึ่งได้ 21 ชั่วโมงระยะเวลา) แต่เมื่อพิจารณาถึงระดับความเข้มข้นโดยเฉลี่ยแล้ว ต้นสนหน่วจันทร์แดงจะมีความสามารถในการลดเบนซินให้อยู่ในระดับใกล้เคียงมาตรฐานการรับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ TLV-TWA มากกว่าต้นเดหลี

ภาพที่ 4.7

เปรียบเทียบความเข้มข้นโทลูอีน (C_7H_8) ระหว่างการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2



หมายเหตุ: — ความเข้มข้นของสารที่ปล่อยออกมาจากสี (ไม่มีต้นไม้)
● ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นสนหน่วจันทร์แดง
▲ ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นเดหลี

ตารางที่ 4.4

เปรียบเทียบความเข้มข้นโทลูอิน จากการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบกับ
ต้นเสน่ห์จันทร์แดง และต้นเดหลี

เวลาที่รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นโทลูอิน (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	ไม่มีต้นไม้	ต้นเสน่ห์จันทร์แดง	ต้นเดหลี
นาที่ที่ 1 - 480 (ชั่วโมงที่ 1 - 8)	1.71	0.73	0.84
นาที่ที่ 481 - 960 (ชั่วโมงที่ 9 - 16)	1.01	0.67	0.99
นาที่ที่ 961 - 1,440 (ชั่วโมงที่ 17 - 24)	1.59	0.82	0.93
นาที่ที่ 1,441 - 1,920 (ชั่วโมงที่ 25 - 32)	1.40	1.01	0.63
นาที่ที่ 1,921 - 2,400 (ชั่วโมงที่ 33 - 40)	1.69	1.03	1.00
นาที่ที่ 2,401 - 2,880 (ชั่วโมงที่ 41 - 48)	1.51	0.91	0.55
นาที่ที่ 2,881 - 3,360 (ชั่วโมงที่ 49 - 56)	1.50	1.31	0.86
นาที่ที่ 3,361 - 3,840 (ชั่วโมงที่ 57 - 64)	1.65	1.02	0.91
นาที่ที่ 3,841 - 4,320 (ชั่วโมงที่ 65 - 72)	1.63	1.23	0.65
นาที่ที่ 4,321 - 4,800 (ชั่วโมงที่ 73 - 80)	1.41	1.05	0.80
นาที่ที่ 4,801 - 5,280 (ชั่วโมงที่ 81 - 88)	1.47	1.00	0.55
นาที่ที่ 5,281 - 5,760 (ชั่วโมงที่ 89 - 96)	1.67	0.97	0.37
นาที่ที่ 5,761 - 6,240 (ชั่วโมงที่ 97 -104)	1.29	0.81	0.36
นาที่ที่ 6,241 - 6,720 (ชั่วโมงที่ 105 -112)	1.44	0.66	0.77
นาที่ที่ 6,721 - 7,200 (ชั่วโมงที่ 113 -120)	1.96	0.95	0.50
นาที่ที่ 7,201 - 7,680 (ชั่วโมงที่ 121 -128)	1.86	0.99	0.42
นาที่ที่ 7,681 - 8,160 (ชั่วโมงที่ 129 -136)	1.15	0.63	0.44
นาที่ที่ 8,161 - 8,640 (ชั่วโมงที่ 137 -144)	1.34	0.70	0.26
นาที่ที่ 8,641 - 9,120 (ชั่วโมงที่ 145 -152)	1.39	0.80	0.16
นาที่ที่ 9,121 - 9,600 (ชั่วโมงที่ 153 -160)	1.17	0.54	0.34
นาที่ที่ 9,601 - 10,080 (ชั่วโมงที่ 161 -168)	1.19	0.46	0.08
นาที่ที่ 10,081 - 10,560 (ชั่วโมงที่ 169 -176)	1.19	0.44	0.12

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

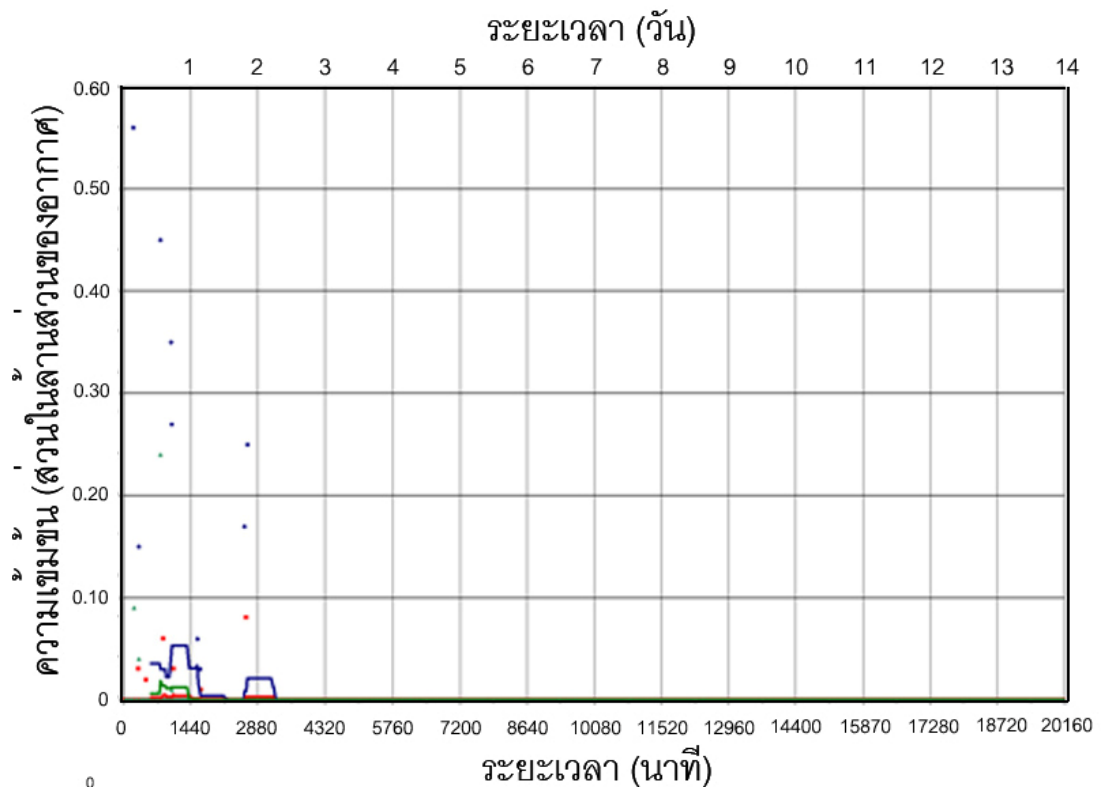
ช่วงเวลาที่ได้รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นโทลูอีน (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	ไม่มีต้นไม้	ต้นสนหน่หัจันทรแดง	ต้นเดหลี
นาที่ที่ 10,561 - 11,040 (ชั่วโมงที่ 177 -184)	1.05	0.49	0.25
นาที่ที่ 11,041 - 11,520 (ชั่วโมงที่ 185 -192)	1.05	0.57	0.32
นาที่ที่ 11,521 - 12,000 (ชั่วโมงที่ 193 -200)	1.25	0.33	0.20
นาที่ที่ 12,001 - 12,480 (ชั่วโมงที่ 201 -208)	1.14	0.31	0.13
นาที่ที่ 12,481 - 12,960 (ชั่วโมงที่ 209 -216)	1.57	0.27	0.12
นาที่ที่ 12,961 - 13,340 (ชั่วโมงที่ 217 -224)	0.94	0.16	0.03
นาที่ที่ 13,341 - 13,920 (ชั่วโมงที่ 225 -232)	1.31	0.25	0.18
นาที่ที่ 13,921 - 14,400 (ชั่วโมงที่ 233 -240)	0.75	0.07	0.05
นาที่ที่ 14,401 - 14,880 (ชั่วโมงที่ 241 -248)	1.16	0.06	0.09
นาที่ที่ 14,881 - 15,360 (ชั่วโมงที่ 249 -256)	0.92	0.16	0.41
นาที่ที่ 15,361 - 15,840 (ชั่วโมงที่ 257 -264)	1.06	0.01	0.12
นาที่ที่ 15,841 - 16,320 (ชั่วโมงที่ 265 -272)	1.74	0.14	0.10
นาที่ที่ 16,321 - 16,800 (ชั่วโมงที่ 273 -280)	1.02	0.18	0.29
นาที่ที่ 16,801 - 17,280 (ชั่วโมงที่ 281 -288)	1.70	0.17	0.21
นาที่ที่ 17,281 - 17,760 (ชั่วโมงที่ 289 -296)	1.30	0.10	0.11
นาที่ที่ 17,761 - 18,240 (ชั่วโมงที่ 297 -304)	1.23	0.35	0.18
นาที่ที่ 18,241 - 18,720 (ชั่วโมงที่ 305 -312)	1.51	0.03	0.17
นาที่ที่ 18,721 - 19,200 (ชั่วโมงที่ 313 -320)	1.18	0.18	0.25
นาที่ที่ 19,201 - 19,680 (ชั่วโมงที่ 321 -328)	1.41	0.06	0.19
นาที่ที่ 19,681 - 20,160 (ชั่วโมงที่ 329 -336)	2.03	0.01	0.17

หมายเหตุ: การวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ยทุก ๆ 8 ชั่วโมงเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับมาตรฐานการยอมรับได้ TLV-TWA

จากภาพที่ 4.7 และตารางที่ 4.4 สามารถอธิบายผลการทดลองได้ว่าต้นเสน่ห์จันทร์แดง และต้นเดหลี มีความสามารถในการลดโทลูอีน แต่เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการลดโทลูอีนแล้ว ต้นเดหลีจะมีความสามารถในการลดได้มากกว่า (สามารถลดได้ต่ำกว่าต้นเสน่ห์จันทร์แดง 28 ช่วงระยะเวลา) อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของโทลูอีนที่ปล่อยออกมาจากสี จะไม่เกิดอันตรายต่อร่างกายมนุษย์

ภาพที่ 4.8

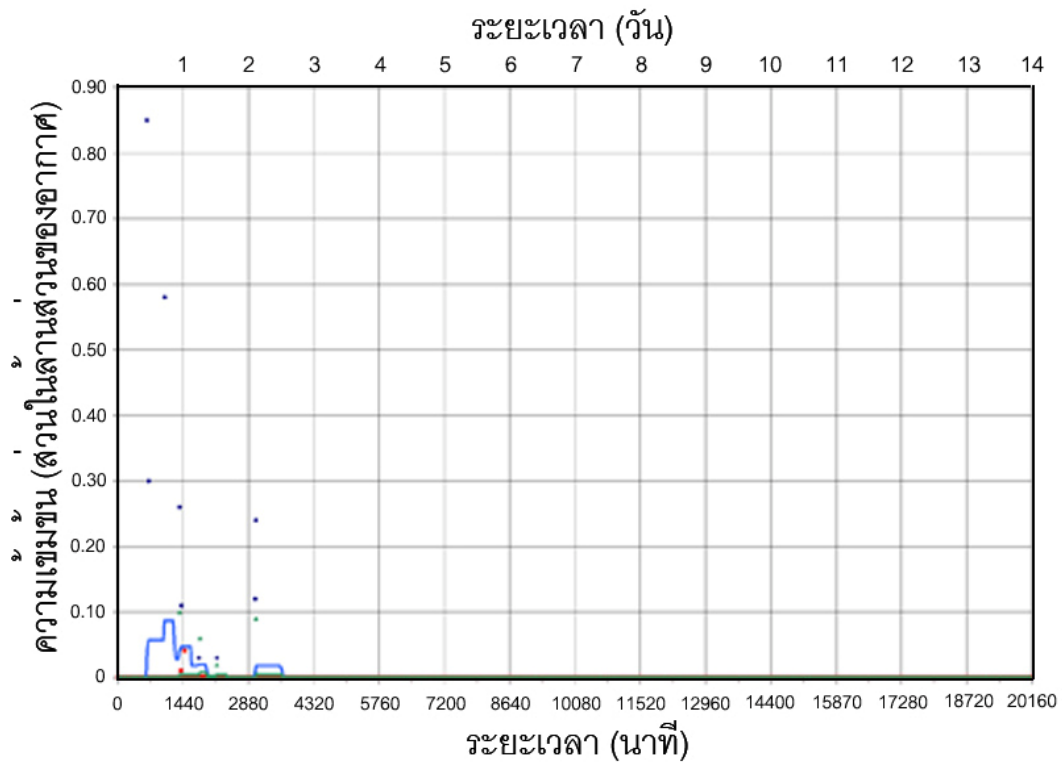
เปรียบเทียบความเข้มข้นเอทิลเบนซีน (C_8H_{10}) ระหว่างการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2



- หมายเหตุ: — ความเข้มข้นของสารที่ปล่อยออกมาจากสี (ไม่มีต้นไม้ม)
- ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นเสน่ห์จันทร์แดง
- ▲ ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นเดหลี

ภาพที่ 4.9

เปรียบเทียบความเข้มข้นของเมตา-ไซลีน (C_8H_{10}) ระหว่างการทดลองที่ 1
และการทดลองที่ทดลองที่ 2

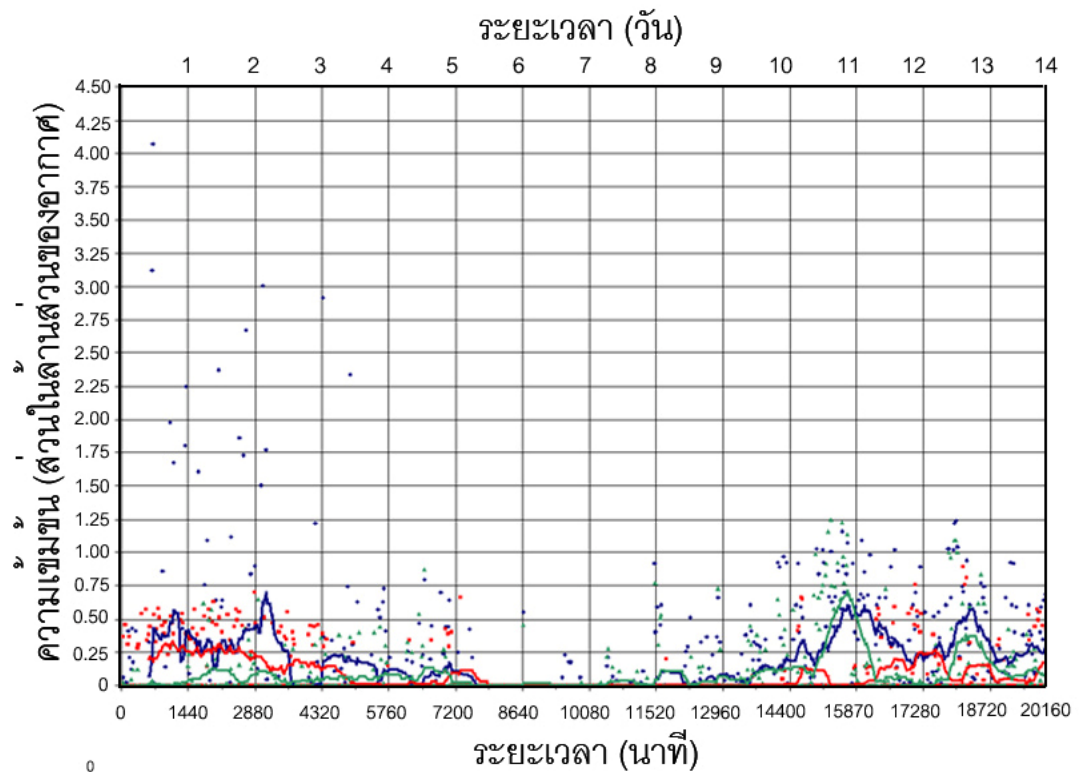


หมายเหตุ: — ความเข้มข้นของสารที่ปล่อยออกมาจากสี (ไม่มีต้นไม้)
●●●●● ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นสนหรือจันทร์แดง
▲▲▲▲▲ ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นเดหลี

จากภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9 สามารถอธิบายได้ว่าต้นสนหรือจันทร์แดง และต้นเดหลีมีความสามารถในการลดเอธิลเบนซีน และเมตา-ไซลีนจากวัสดุทดสอบได้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากสารระเหยอินทรีย์ดังกล่าวมีระยะเวลาการสลายตัวที่สั้น และมีอัตราความเข้มข้นที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบที่ต่ำกว่าระดับมาตรฐาน TLV-TWA ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ ดังนั้นหากนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารจริง จะไม่จำเป็นต้องมีการปลูกต้นไม้ เนื่องจากเอธิลเบนซีนและเมตา-ไซลีนที่ปล่อยออกมาจากสีมีความเข้มข้นต่ำกว่า 0.90 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ ซึ่งต่ำกว่าระดับมาตรฐานการรับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์มาก (มาตรฐาน TLV-TWA ของเอธิลเบนซีนและเมตา-ไซลีน คือความเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)

ภาพที่ 4.10

เปรียบเทียบความเข้มข้นของพารา-ไซลีน (C_8H_{10}) ระหว่างการทดลองที่ 1
และการทดลองที่ 2



หมายเหตุ: — ความเข้มข้นของสารที่ปล่อยออกมาจากสี (ไม่มีต้นไม้ม)
- - - ● ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นสนหน้จันทร้แดง
— ▲ ความเข้มข้นที่คงเหลือจากการลดโดยต้นเดหลี

ตารางที่ 4.5

เปรียบเทียบความเข้มข้นพารา-ไซลีน จากการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบกับ
ต้นสนหน้จันทร้แดง และต้นเดหลี

ช่วงเวลาที่ได้รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นพารา-ไซลีน (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	ไม่มีต้นไม้ม	ต้นสนหน้จันทร้แดง	ต้นเดหลี
นาทีที่ 1 - 480 (ชั่วโมงที่ 1 - 8)	0.11	0.16	0.02

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ช่วงเวลาที่รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นพารา-ไซลีน (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	ไม่มีต้นไม้	ต้นสนหน่หัจันทรแดง	ต้นเดหลี
นาที่ที่ 481 - 960 (ชั่วโมงที่ 9 - 16)	0.51	0.33	0.01
นาที่ที่ 961 - 1,440 (ชั่วโมงที่ 17 - 24)	0.50	0.24	0.04
นาที่ที่ 1,441 - 1,920 (ชั่วโมงที่ 25 - 32)	0.22	0.26	0.11
นาที่ที่ 1,921 - 2,400 (ชั่วโมงที่ 33 - 40)	0.35	0.22	0.05
นาที่ที่ 2,401 - 2,880 (ชั่วโมงที่ 41 - 48)	0.54	0.24	0.09
นาที่ที่ 2,881 - 3,360 (ชั่วโมงที่ 49 - 56)	0.40	0.09	0.04
นาที่ที่ 3,361 - 3,840 (ชั่วโมงที่ 57 - 64)	0.05	0.21	0.04
นาที่ที่ 3,841 - 4,320 (ชั่วโมงที่ 65 - 72)	0.09	0.12	0.06
นาที่ที่ 4,321 - 4,800 (ชั่วโมงที่ 73 - 80)	0.27	0.06	0.03
นาที่ที่ 4,801 - 5,280 (ชั่วโมงที่ 81 - 88)	0.25	0.02	0.06
นาที่ที่ 5,281 - 5,760 (ชั่วโมงที่ 89 - 96)	0.19	0.01	0.10
นาที่ที่ 5,761 - 6,240 (ชั่วโมงที่ 97 -104)	0.04	0.02	0.03
นาที่ที่ 6,241 - 6,720 (ชั่วโมงที่ 105 -112)	0.15	0.02	0.13
นาที่ที่ 6,721 - 7,200 (ชั่วโมงที่ 113 -120)	0.15	0.10	0.03
นาที่ที่ 7,201 - 7,680 (ชั่วโมงที่ 121 -128)	0.05	0.04	0.00
นาที่ที่ 7,681 - 8,160 (ชั่วโมงที่ 129 -136)	0.00	0.00	0.00
นาที่ที่ 8,161 - 8,640 (ชั่วโมงที่ 137 -144)	0.00	0.00	0.00
นาที่ที่ 8,641 - 9,120 (ชั่วโมงที่ 145 -152)	0.03	0.00	0.02
นาที่ที่ 9,121 - 9,600 (ชั่วโมงที่ 153 -160)	0.01	0.00	0.00
นาที่ที่ 9,601 - 10,080 (ชั่วโมงที่ 161 -168)	0.02	0.00	0.01
นาที่ที่ 10,081 - 10,560 (ชั่วโมงที่ 169 -176)	0.02	0.00	0.03
นาที่ที่ 10,561 - 11,040 (ชั่วโมงที่ 177 -184)	0.01	0.00	0.01
นาที่ที่ 11,041 - 11,520 (ชั่วโมงที่ 185 -192)	0.09	0.00	0.05

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ช่วงเวลาที่รับสาร (เฉลี่ยทุก 8 ชั่วโมง)	ความเข้มข้นพารา-ไซลีน (ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)		
	ไม่มีต้นไม้	ต้นสนหน่หัจันท์แดง	ต้นเดหลี
นาที่ที่ 11,521 - 12,000 (ชั่วโมงที่ 193 -200)	0.10	0.01	0.08
นาที่ที่ 12,001 - 12,480 (ชั่วโมงที่ 201 -208)	0.08	0.00	0.02
นาที่ที่ 12,481 - 12,960 (ชั่วโมงที่ 209 -216)	0.15	0.00	0.07
นาที่ที่ 12,961 - 13,340 (ชั่วโมงที่ 217 -224)	0.02	0.00	0.01
นาที่ที่ 13,341 - 13,920 (ชั่วโมงที่ 225 -232)	0.20	0.01	0.15
นาที่ที่ 13,921 - 14,400 (ชั่วโมงที่ 233 -240)	0.26	0.01	0.14
นาที่ที่ 14,401 - 14,880 (ชั่วโมงที่ 241 -248)	0.22	0.14	0.06
นาที่ที่ 14,881 - 15,360 (ชั่วโมงที่ 249 -256)	0.48	0.00	0.63
นาที่ที่ 15,361 - 15,840 (ชั่วโมงที่ 257 -264)	0.54	0.01	0.47
นาที่ที่ 15,841 - 16,320 (ชั่วโมงที่ 265 -272)	0.45	0.09	0.02
นาที่ที่ 16,321 - 16,800 (ชั่วโมงที่ 273 -280)	0.31	0.17	0.07
นาที่ที่ 16,801 - 17,280 (ชั่วโมงที่ 281 -288)	0.23	0.28	0.01
นาที่ที่ 17,281 - 17,760 (ชั่วโมงที่ 289 -296)	0.20	0.06	0.05
นาที่ที่ 17,761 - 18,240 (ชั่วโมงที่ 297 -304)	0.68	0.16	0.42
นาที่ที่ 18,241 - 18,720 (ชั่วโมงที่ 305 -312)	0.29	0.03	0.18
นาที่ที่ 18,721 - 19,200 (ชั่วโมงที่ 313 -320)	0.19	0.05	0.05
นาที่ที่ 19,201 - 19,680 (ชั่วโมงที่ 321 -328)	0.28	0.05	0.10
นาที่ที่ 19,681 - 20,160 (ชั่วโมงที่ 329 -336)	0.27	0.10	0.06

หมายเหตุ: การวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ยทุก ๆ 8 ชั่วโมงเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับมาตรฐานการยอมรับได้ TLV-TWA

จากภาพที่ 4.10 และตารางที่ 4.5 สามารถอธิบายได้ว่าต้นสนหน่หัจันท์แดง และต้นเดหลีมีความสามารถในการลดพารา-ไซลีนจากวัสดุทดสอบ แต่เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการลดแล้ว ต้นเดหลีจะมีความสามารถในการลดมากกว่า (สามารถลดได้ต่ำกว่าต้นสนหน่หัจันท์

แดง 19 ช่วงระยะเวลา) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสารระเหยอินทรีย์ดังกล่าวมีระยะเวลาการสลายตัวที่สั้น และมีอัตราความเข้มข้นที่ปล่อยออกมาจากวัสดุทดสอบที่ต่ำกว่าระดับมาตรฐาน TLV-TWA ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ ดังนั้นหากนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารจริง จะไม่จำเป็นต้องมีการปลูกต้นไม้ เนื่องจากพารา-ไซลีนที่ปล่อยออกมาจากสีมีความเข้มข้นต่ำกว่า 0.51 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ ซึ่งต่ำกว่าระดับมาตรฐานการรับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์มาก (มาตรฐาน TLV-TWA ของพารา-ไซลีน คือความเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ)