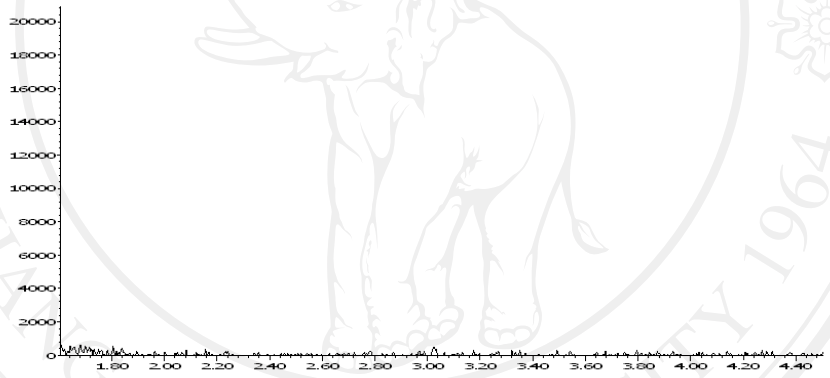
บทที่ 4

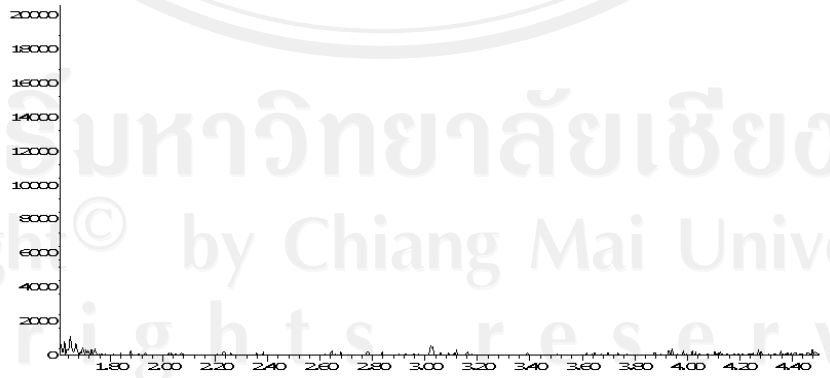
ผลการทดลอง

4.1 ผลทดสอบวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ในการวิจัยคำนึงถึงวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง โดยการนำวัสดุและสารเคมีมาทดสอบ เพื่อดูรูปแบบของ Chromatogram ว่ามีพีคครบกวนพีคของน้ำมันเบนซินหรือไม่ โดยวัสดุที่นำมาทดสอบ คือ กระดาษ Kimwipes ถุงชา (Tea bag) ถ่านไม้ไผ่ และถ่านกัมมันต์เมื่อนำมาสกัดด้วย dichloromethane ปริมาตร 1 ml โดยพบว่า Chromatogram ของกระดาษ Kimwipes ถุงชา (Tea bag), ถ่านไม้ไผ่ และถ่านกัมมันต์ไม่พบพีคที่รบกวนของน้ำมันเบนซิน และสารตัวทำละลาย dichloromethane ไม่พบพีคที่รบกวนของน้ำมันเบนซินเช่นกัน

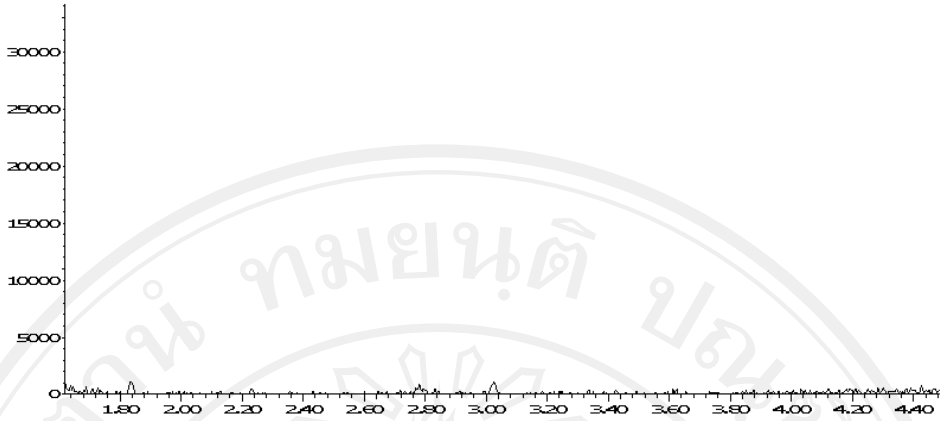


รูป 4.1 Chromatogram ของกระดาษ Kimwipes

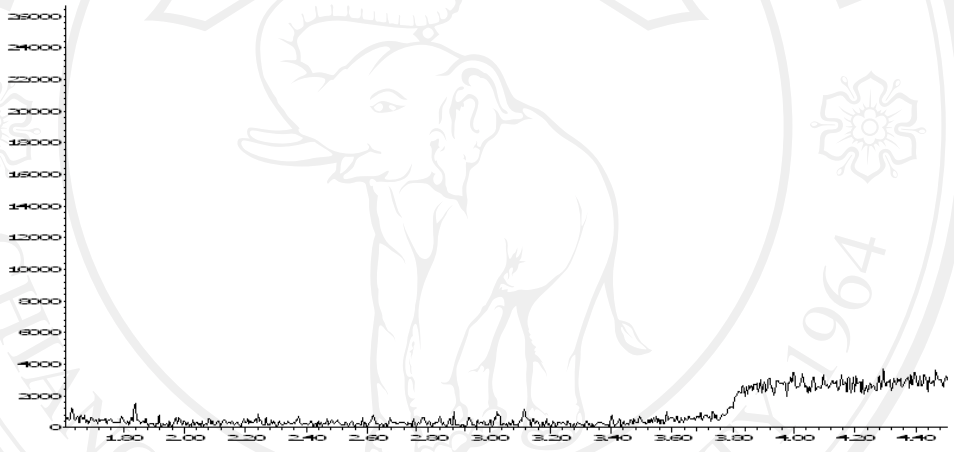


รูป 4.2 Chromatogram ของถุงชา (Tea bag)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.3 Chromatogram ของถ่านไม้ไผ่



รูป 4.4 Chromatogram ของถ่านกัมมันต์

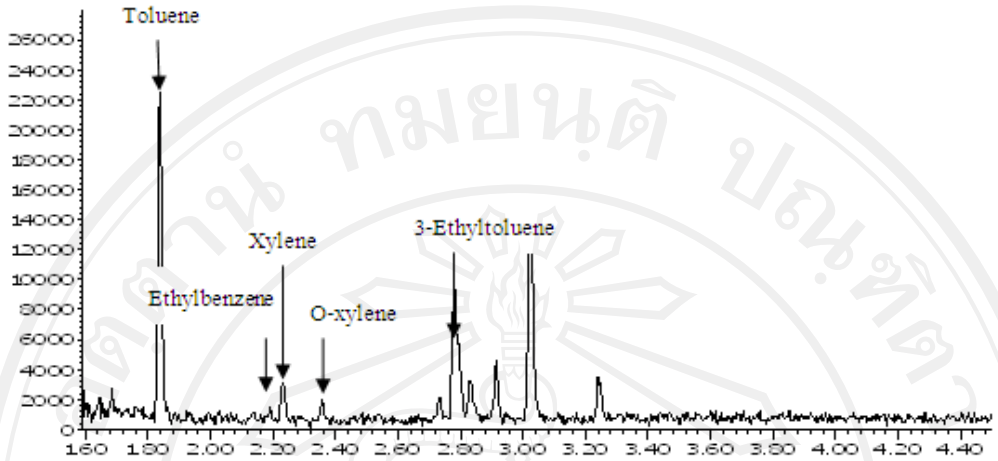
ตาราง 4.1 ผลการทดสอบวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	**ผลการทดสอบ**
กระดาษ Kimwipes	ไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน
ถุงชา (Tea bag)	ไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน
ถ่านไม้ไผ่	ไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน
ถ่านกัมมันต์	ไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน

4.2 ผลวิเคราะห์น้ำมันเบนซิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์หาสารประกอบของน้ำมันเบนซินเพื่อดูรูปแบบของ Chromatogram เพราะน้ำมันเบนซินมีสารประกอบหลายชนิด จึงได้พีคที่สำคัญ ดังรูป



รูป 4.5 Chromatogram ของน้ำมันเบนซินปริมาตร 0.5 µl/ml วิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-MS

จากภาพ 4.5 รูปแบบ Chromatogram ของน้ำมันเบนซินวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-MS ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถระบุได้ว่าน่าจะเป็นสารใด ผลการวิเคราะห์พบว่า ทุกระดับความเข้มข้นของน้ำมันเบนซิน มีรูปแบบของ Chromatogram ที่คล้ายกัน และมีพีคหลายพีค แต่มีเพียง 5 พีคที่ (Eric Stauffer, 2008) ได้แนะนำว่าเป็นพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซิน โดยสารประกอบที่จุดเดือดต่ำ ความดันไอสูง คือ Toluene แสดงพีคก่อนและสารประกอบที่จุดเดือดสูง ความดันไอต่ำ คือ 3-Ethyltoluene แสดงพีคลำดับท้ายสุด ดังตาราง 4.2

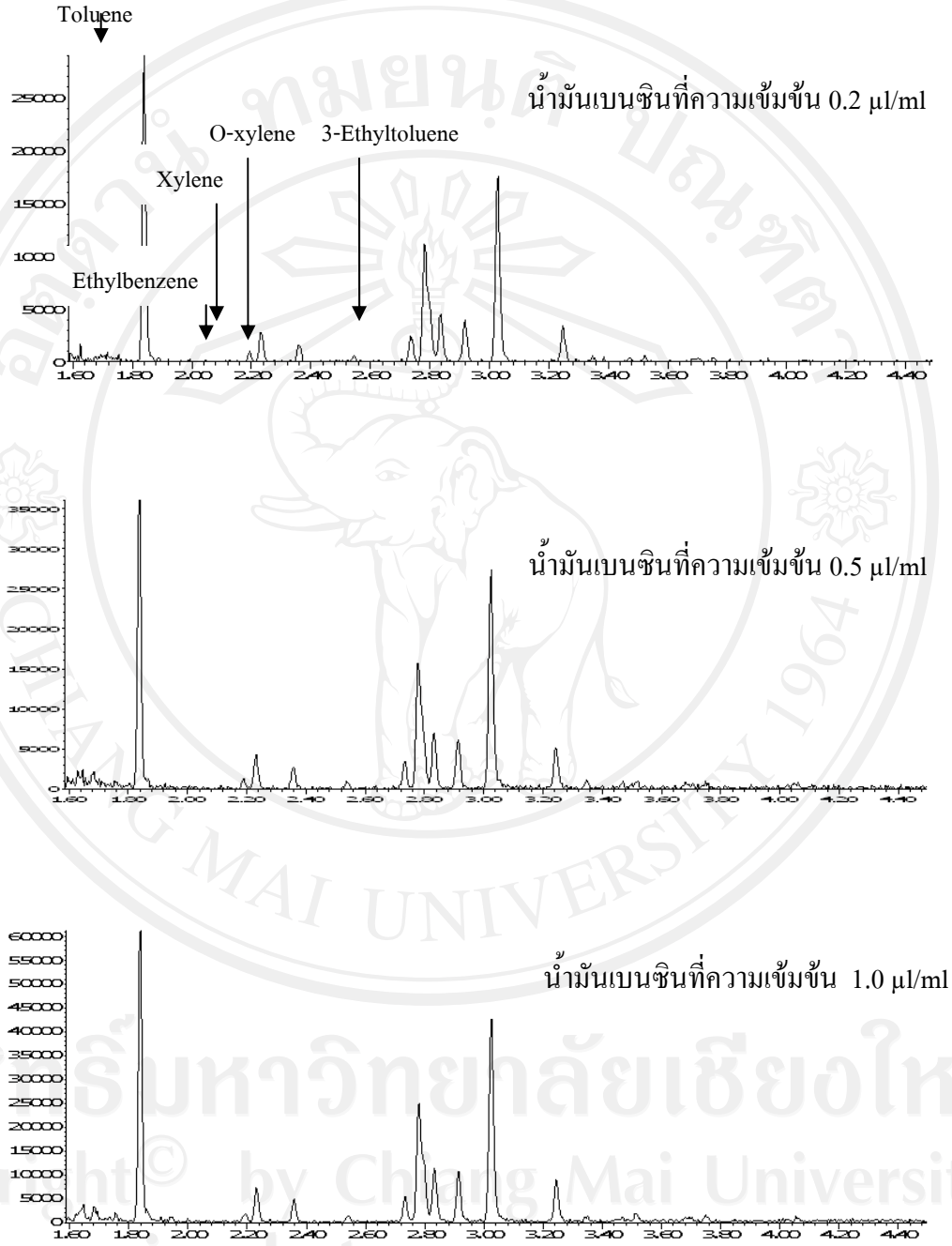
ตาราง 4.2 Retention time ทั้ง 5 ที่เป็นพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซิน

Retention time เฉลี่ยของน้ำมันเบนซิน (min)	**Group (Name)**	**m/z**
1.84	Toluene	91
2.19	Ethylbenzene	91, 106
2.23	Xylene	91, 106
2.36	O-xylene	91, 106
2.78	3-Ethyltoluene	105, 120

4.3 ผลทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซิน

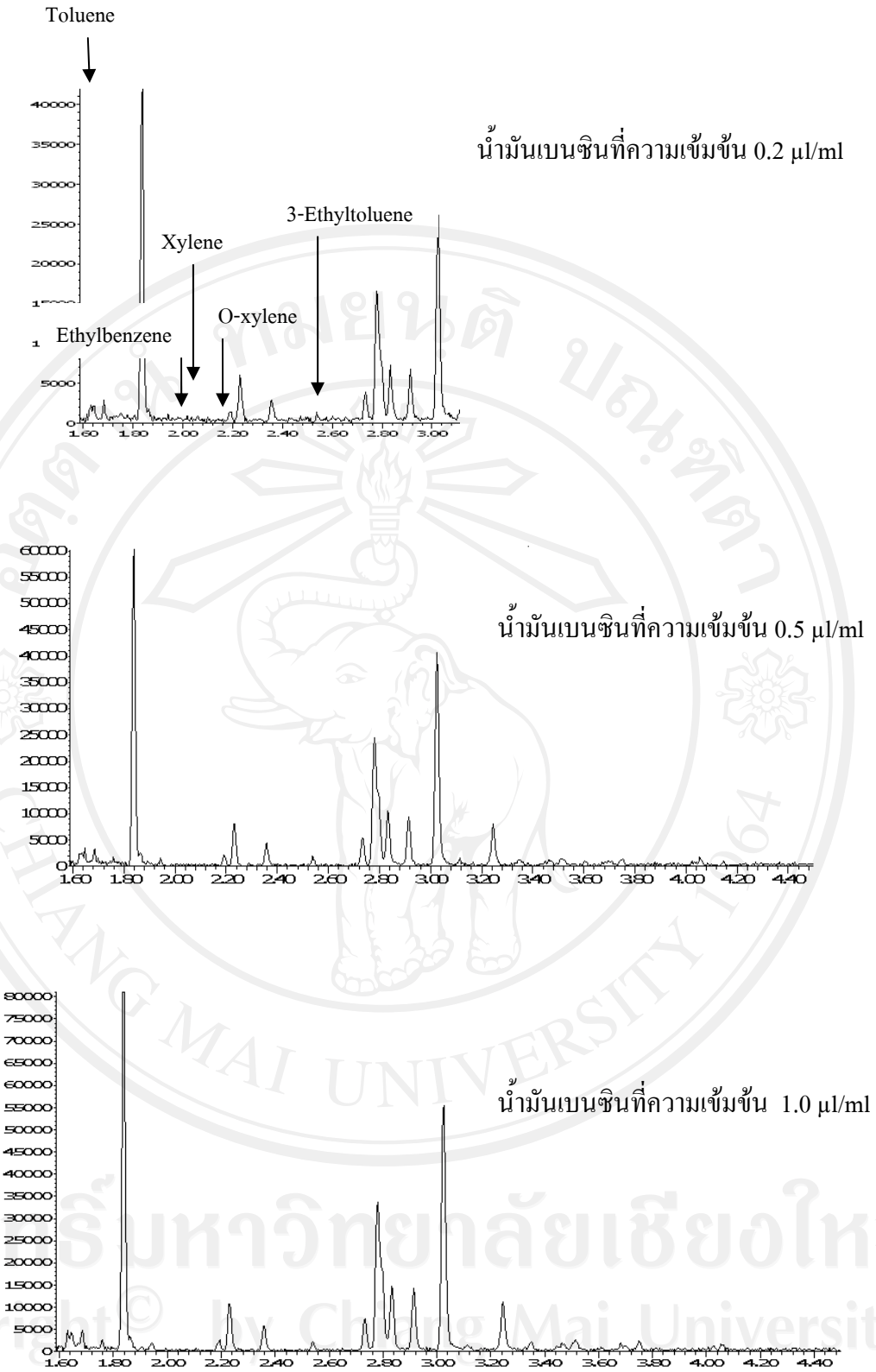
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซินโดยตัวดูดซับ คือ ถ่านไม้ไผ่ และถ่านกัมมันต์เพื่อมาเปรียบเปรียบประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซิน โดยการสกัดด้วย Dichloromethane 2 ml โดยที่มีน้ำมันเบนซินที่มีความเข้มข้นต่างกัน คือ 0.2, 0.5, 1.0 µl/ml ตามลำดับ ได้ผลดังภาพ



รูป 4.6 Chromatogram ของผงถ่านไม้ไผ่ที่ดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซินที่ความเข้มข้น 0.2, 0.5, 1.0 µl/ml ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.7 Chromatogram ของถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซินที่ความเข้มข้น 0.2, 0.5, 1.0 µl/ml ตามลำดับ

ตาราง 4.3 ปริมาณของสารประกอบหลักของน้ำมันเบนซินที่ตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิด สามารถดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซิน จากผลวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-MS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชุดตัวอย่าง	ปริมาตรของน้ำมันเบนซิน (µl/1ml)	ปริมาณของสารประกอบหลักของน้ำมันเบนซินที่ตัวดูดซับสามารถดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซินได้ (ppm)				
		Toluene	Ethylbenzene	Xylene	O-xylene	3-Ethyltoluene
ถ่านไม้ไผ่	0.2	0.11	0.31	0.21	0.23	0.2
ถ่านไม้ไผ่	0.5	0.17	0.36	0.3	0.34	0.3
ถ่านไม้ไผ่	1.0	0.37	0.62	0.52	0.56	0.54
ถ่านกัมมันต์	0.2	0.21	0.45	0.36	0.37	0.33
ถ่านกัมมันต์	0.5	0.35	0.69	0.52	0.52	0.53
ถ่านกัมมันต์	1.0	0.91	0.8	0.75	0.7	0.77

จากผลการวิเคราะห์พีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่ถ่านไม้ไผ่และถ่านกัมมันต์ สามารถดูดซับไอระเหยในน้ำมันเบนซินที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าในระดับความเข้มข้นของน้ำมันเบนซินที่ต่างกัน 0.2, 0.5, 1.0 µl ตามลำดับ ประสิทธิภาพการดูดซับไอระเหยถ่านไม้ไผ่และถ่านกัมมันต์พบว่า พีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่พบ (ภาพ 4.6และ 4.7) ได้แก่ Toluene, Ethylbenzene, Xylene, O-xylene และ 3-Ethyltoluene ซึ่งในระดับความเข้มข้นของน้ำมันเบนซินที่ 0.2 µl พีคเอกลักษณ์ของสารประกอบที่ดูดซับมีปริมาณมากที่สุด คือ Ethylbenzene ถ่านไม้ไผ่มีปริมาณ 0.31 ppm และถ่านกัมมันต์มีปริมาณ 0.45 ppm แต่พีคเอกลักษณ์ของสารประกอบที่ดูดซับมีปริมาณน้อยที่สุด คือ Toluene ถ่านไม้ไผ่มีปริมาณ 0.11 ppm และถ่านกัมมันต์มีปริมาณ 0.21 ppm ในระดับความเข้มข้นของน้ำมันเบนซินที่ 0.5 µl/ml พีคเอกลักษณ์ของสารประกอบที่ดูดซับมีปริมาณมากที่สุด คือ Ethylbenzene ถ่านไม้ไผ่มีปริมาณ 0.36 ppm และถ่านกัมมันต์มีปริมาณ 0.69 ppm แต่พีคเอกลักษณ์ของสารประกอบที่ดูดซับมีปริมาณน้อยที่สุด คือ Toluene ถ่านไม้ไผ่มีปริมาณ 0.17 ppm และถ่านกัมมันต์มีปริมาณ 0.35 ppm และในระดับความเข้มข้นของน้ำมันเบนซินที่ 1.0 µl พีคเอกลักษณ์ของสารประกอบที่ดูดซับมีปริมาณมากที่สุดของถ่านไม้ไผ่ คือ Ethylbenzene มีปริมาณ 0.62 ppm พีคเอกลักษณ์ของสารประกอบที่ดูดซับมีปริมาณน้อยที่สุด คือ Toluene แต่ถ่านกัมมันต์พีคเอกลักษณ์ของสารประกอบที่ดูดซับมีปริมาณมากที่สุด คือ Toluene มีปริมาณ 0.91 ppm พีคเอกลักษณ์ของสารประกอบที่ดูดซับมีปริมาณน้อยที่สุด คือ O-xylene มีปริมาณ 0.7 ppm ทั้งนี้การดูดซับของ ถ่านกัมมันต์ในระดับความเข้มข้นของน้ำมันเบนซินที่ 1.0 µl มีความแตกต่างจากกลุ่มเนื่องจากปัจจัยทางด้านกายภาพ เช่น จุดเดือด สิ่งแวดล้อม อุณหภูมิ เป็นต้น

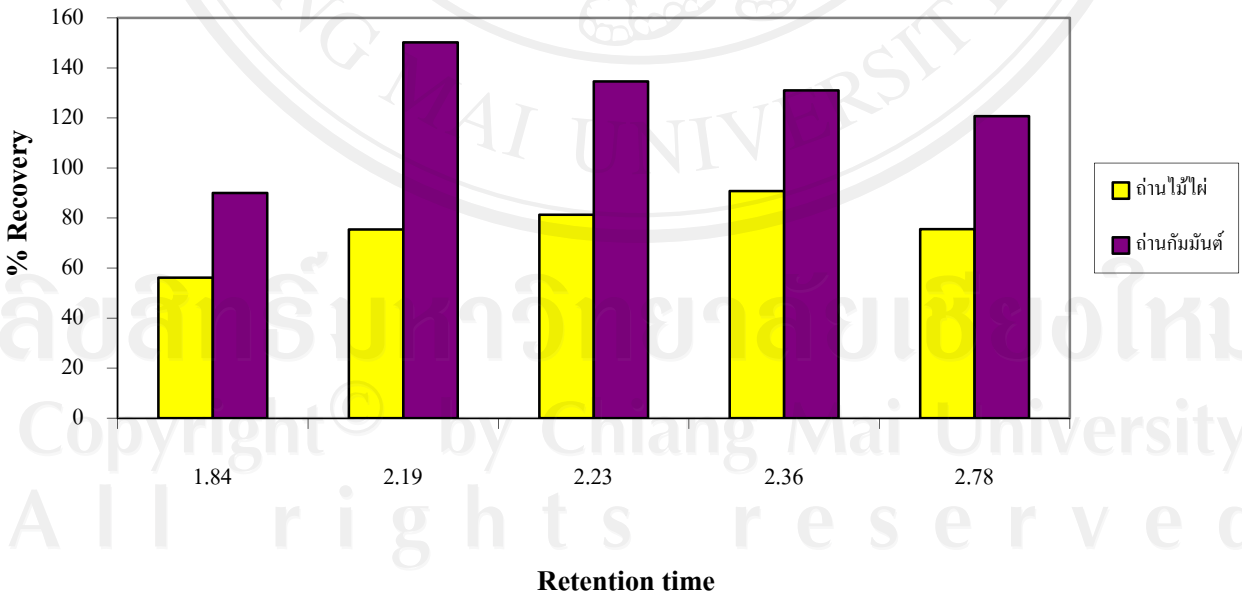
4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านไม้ไผ่ในการดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถ่านไม้ไผ่ในการดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซิน โดยนำปริมาณค่าตอบสนองของตัวดูดซับถ่านไม้ไผ่และถ่านกัมมันต์ที่ดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซิน มาเปรียบเทียบกับค่าตอบสนองของน้ำมันเบนซิน ที่ความเข้มข้นเดียวกัน แล้วคำนวณหา % Recovery ได้ผลดังตาราง 4.4

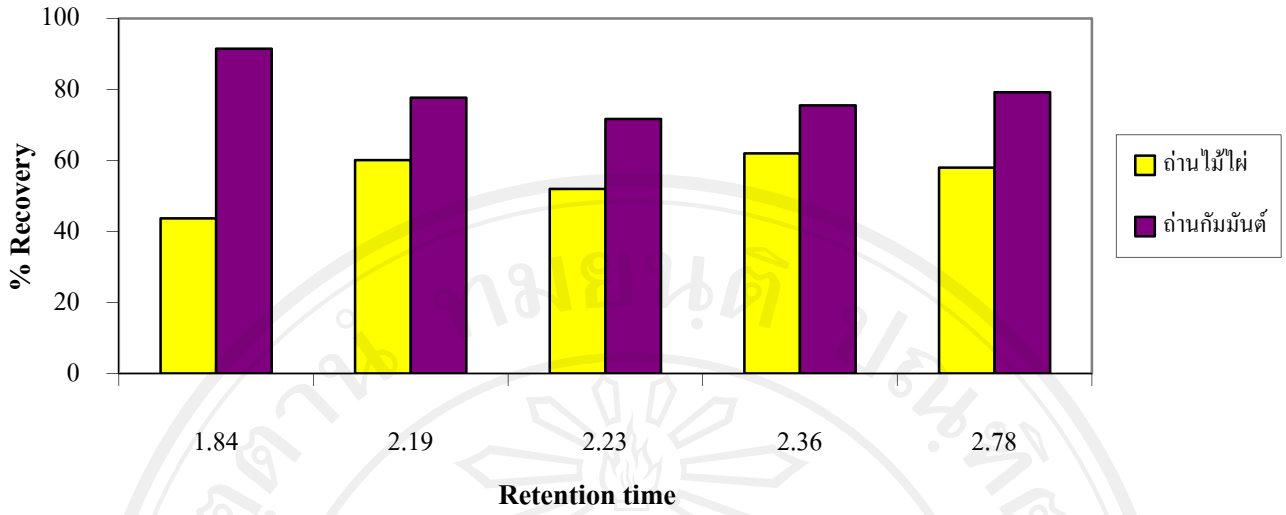
ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ยของ % Recovery ของถ่านไม้ไผ่และถ่านกัมมันต์ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 µl/ml

Retention time เฉลี่ยของน้ำมันเบนซิน (min)	**Group (Name)**	**% Recovery**			
		ความเข้มข้นของน้ำมันเบนซิน ที่ 0.5µl/ml		**ความเข้มข้นของน้ำมันเบนซิน ที่ 1.0 µl/ml**	
		ถ่านไม้ไผ่	**ถ่านกัมมันต์**	**ถ่านไม้ไผ่**	**ถ่านกัมมันต์**
1.84	Toluene	56.2	90	43.7	91.5
2.19	Ethylbenzene	75.4	150.2	60.1	77.7
2.23	Xylene	81.3	134.6	52.0	71.7
2.36	O-xylene	90.3	131	62.0	75.5
2.78	3-Ethyltoluene	75.56	120.7	58.0	79.2



รูป 4.8 แผนภูมิการแสดง % Recovery ของถ่านไม้ไผ่และถ่านกัมมันต์ในการดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซินที่ความเข้มข้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 4.9 แผนภูมิการแสดง % Recovery ของถ่านไม้ไผ่และถ่านกัมมันต์ในการดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซินที่ความเข้มข้น 1.0 µl/ml

4.5 การทำ Calibration curve

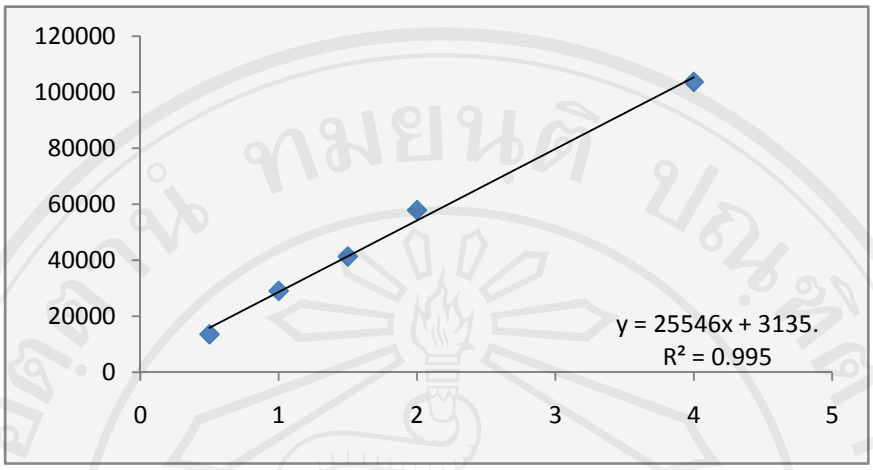
การทำกราฟมาตรฐานทำได้โดยนำค่าการตอบสนองของพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่ความเข้มข้นต่างกัน คือ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 4.0 µl/ml นำมาทำกราฟได้ผลดังนี้

ตาราง 4.5 การตอบสนองของพีค Toluene ค่า Retention time ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของน้ำมันเบนซิน (µl/ml)	ค่าการตอบสนอง (Response)
0.5	13564
1.0	29055
1.5	41342
2.0	57911
4.0	103720

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กราฟมาตรฐานของสารละลาย Toluene มีความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 0.5-4.0 µl/ml และมีค่าความสัมพันธ์ (Correlation coefficient) $R^2 = 0.995$



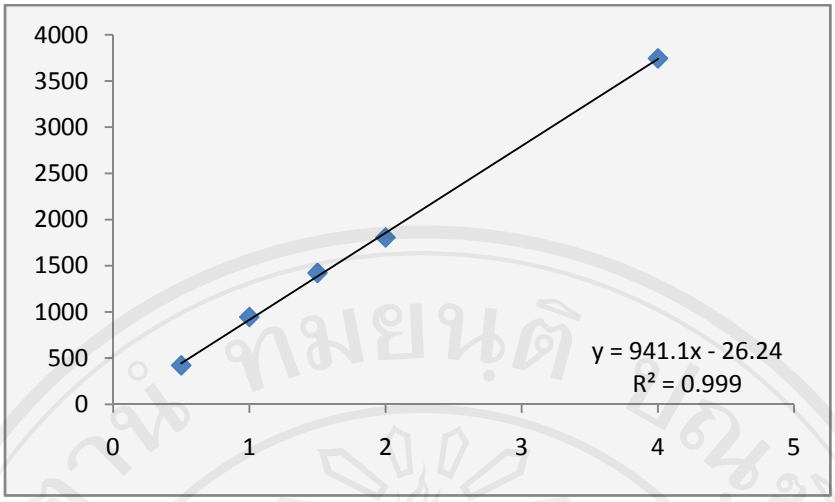
ภาพ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานToluene

ตาราง 4.6 การตอบสนองของพีค Ethylbenzene ค่า Retention time ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของน้ำมันเบนซิน (µl/ml)	**ค่าการตอบสนอง (Response)**
0.5	421
1.0	945
1.5	1422
2.0	1806
4.0	3745

กราฟมาตรฐานของสารละลาย Ethylbenzene มีความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 0.5-4.0 µl/ml และมีค่าความสัมพันธ์ (Correlation coefficient) $R^2 = 0.999$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



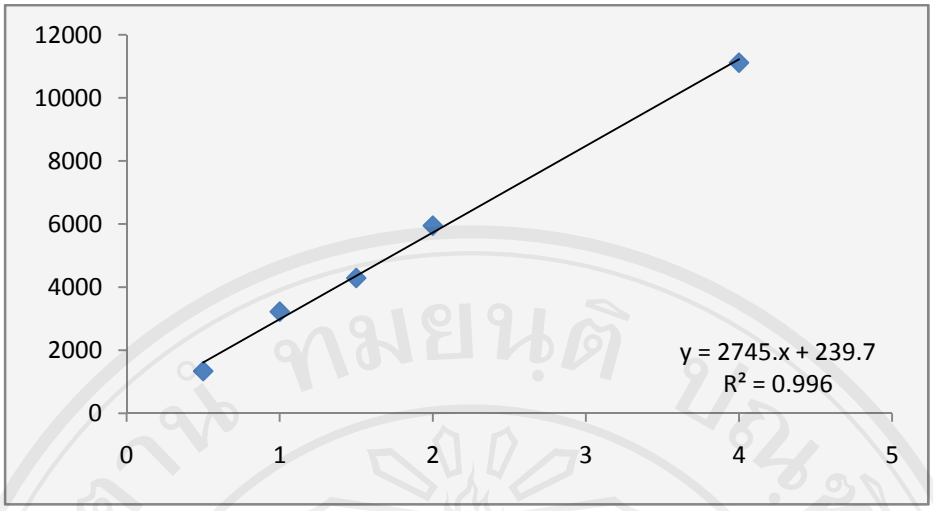
ภาพ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Ethylbenzene

ตาราง 4.7 การตอบสนองของพีค Xylene ค่า Retention time ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของน้ำมันเบนซิน (µl/ml)	ค่าการตอบสนอง (Response)
0.5	1336
1.0	3222
1.5	4288
2.0	5949
4.0	11116

กราฟมาตรฐานของสารละลาย Xylene มีความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 0.5-4.0 µl/ml และมีค่าความสัมพันธ์ (Correlation coefficient) $R^2 = 0.996$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



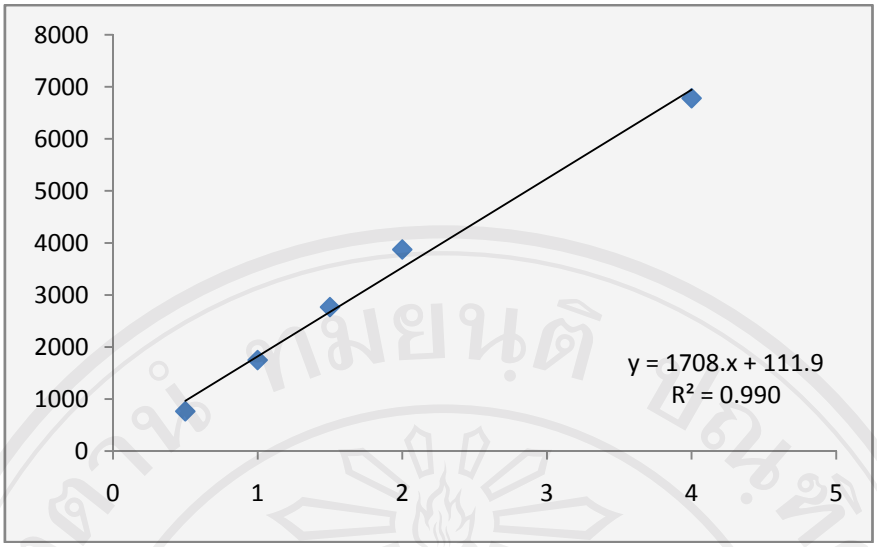
ภาพ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Xylene

ตาราง 4.8 การตอบสนองของพีค O-xylene ค่า Retention time ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของน้ำมันเบนซิน (µl/ml)	ค่าการตอบสนอง (Response)
0.5	764
1.0	1749
1.5	2767
2.0	3873
4.0	6781

กราฟมาตรฐานของสารละลาย O-xylene มีความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 0.5-4.0 µl/ml และมีค่าความสัมพันธ์ (Correlation coefficient) $R^2 = 0.99$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



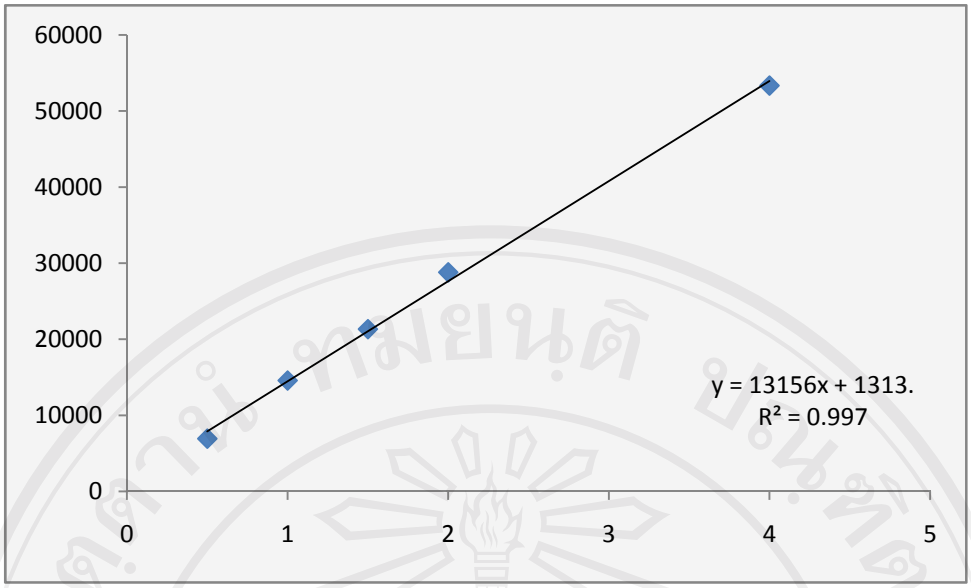
ภาพ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน O-xylene

ตาราง 4.9 การตอบสนองของพีค Ethyltoluene ค่า Retention time ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของน้ำมันเบนซิน (µl/ml)	ค่าการตอบสนอง (Response)
0.5	6930
1.0	14577
1.5	21327
2.0	28794
4.0	53339

กราฟมาตรฐานของสารละลาย Ethyltoluene มีความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 0.5-4.0 µl/ml และมีค่าความสัมพันธ์ (Correlation coefficient) $R^2 = 0.997$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Ethyltoluene

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved