

บทที่ 3

ผลและการอภิปรายผล

3.1 ศึกษาสภาวะการทดลองที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเวเนทอเรียบิวทิลเอเทอร์

3.1.1 ศึกษาอัตราเร็วที่เหมาะสมของแก๊สดั้วพา (Optimum Flow Rate)

จากการทดลองหาอัตราเร็วที่เหมาะสมของแก๊สดั้วพาในการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอิน และ ไซลีน โดยใช้โพลีเมอร์ชนิดมีรูพรุนชนิดซูเปอร์คิวเป็นสแตชันนารีเฟส ซึ่งเป็นเฟสอยู่กับที่ชนิดแก๊ส-โซลิดเฟส ตามข้อ 2.3.1.1 นำข้อมูลไปเขียนกราฟแวนดิมเตอร์ระหว่างอัตราเร็วของแก๊สดั้วพากับค่าความสูงของเพลตทางทฤษฎี (Height equivalent to a theoretical plate, HETP) จะได้กราฟรูปโค้ง ค่าอัตราเร็วของแก๊สดั้วพาที่เหมาะสมจะอยู่ที่จุดต่ำสุดของส่วนโค้งซึ่งเป็นค่าที่ให้ค่าเพลตทางทฤษฎีมีค่าต่ำสุด ที่ให้ประสิทธิภาพในการแยกของคอลัมน์มีค่าสูงสุด

ในเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี โมเลกุลของสารตัวอย่างจะเคลื่อนที่ผ่านเฟสที่อยู่กับที่จนกระทั่งออกจากคอลัมน์โดยใช้แก๊สดั้วพาเป็นเฟสเคลื่อนที่ ดังนั้นกลไกการดูดซับ (Adsorption) ของสารตัวอย่างระหว่างเฟสอยู่กับที่และเฟสเคลื่อนที่ที่จะขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของแก๊สดั้วพา ประสิทธิภาพของคอลัมน์ขึ้นอยู่กับ การเลือกใช้อัตราเร็วของแก๊สดั้วพา ค่าเพลตทางทฤษฎีสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$N = 5.55 \left(\frac{t_R}{W_{1/2}} \right)^2 \quad (5)$$

$$\text{HETP} = \frac{L}{N} \quad (6)$$

t_R คือ คาร์เร็นชั่ม (วินาที)

$W_{1/2}$ คือ ความกว้างของพีคที่ครึ่งหนึ่งของความสูง

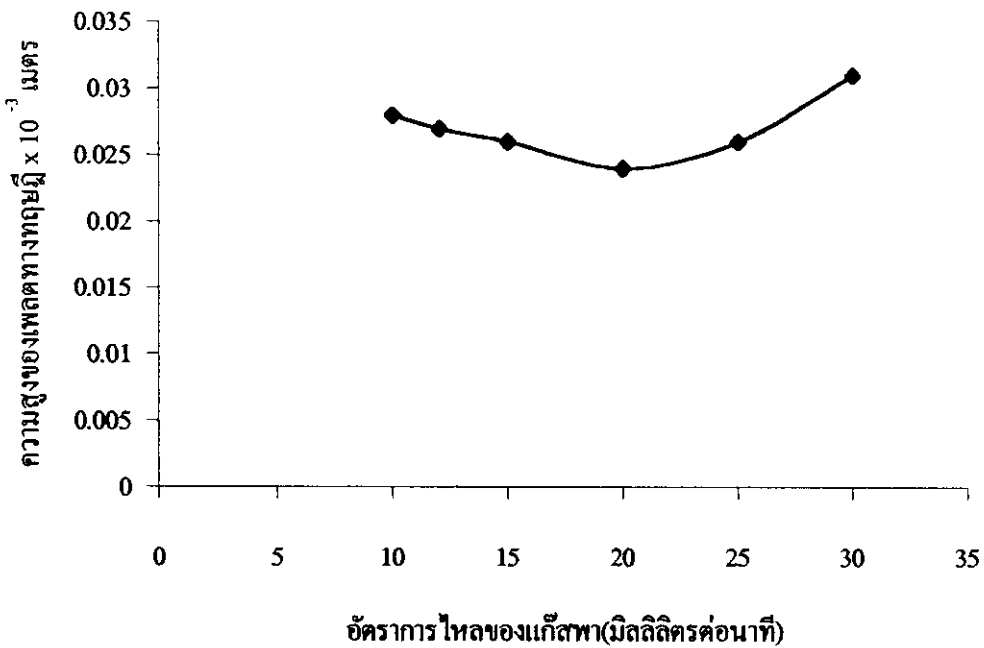
L คือ ค่าความยาวของคอลัมน์ (เช่น เมตร)

N คือ จำนวนเพลต

จากผลการทดลองพบว่าอัตราที่เหมาะสมที่สุดของแก๊สตัวพาในการแยกสารเบนซีน โทลูอิน และไซลีน ที่ให้ค่าเพลตทางทฤษฎีต่ำสุด คือที่อัตราเร็วเท่ากับ 20, 18 และ 20 มิลลิลิตรต่อนาที ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และ 3 รูปที่ 6, 7 และ 8 สำหรับ เบนซีน โทลูอิน และไซลีน สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้อัตราเร็วที่เหมาะสมของแก๊สตัวพาเท่ากับ 20 มิลลิลิตรต่อนาที ซึ่งเป็นอัตราการไหลของแก๊สตัวพาที่ให้ค่า HETP ต่ำที่สุดหรือมีจำนวนเพลตสูงสุด

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สพากับค่าความสูงของเพลตทางทฤษฎี
กรณีสารเบนซีน

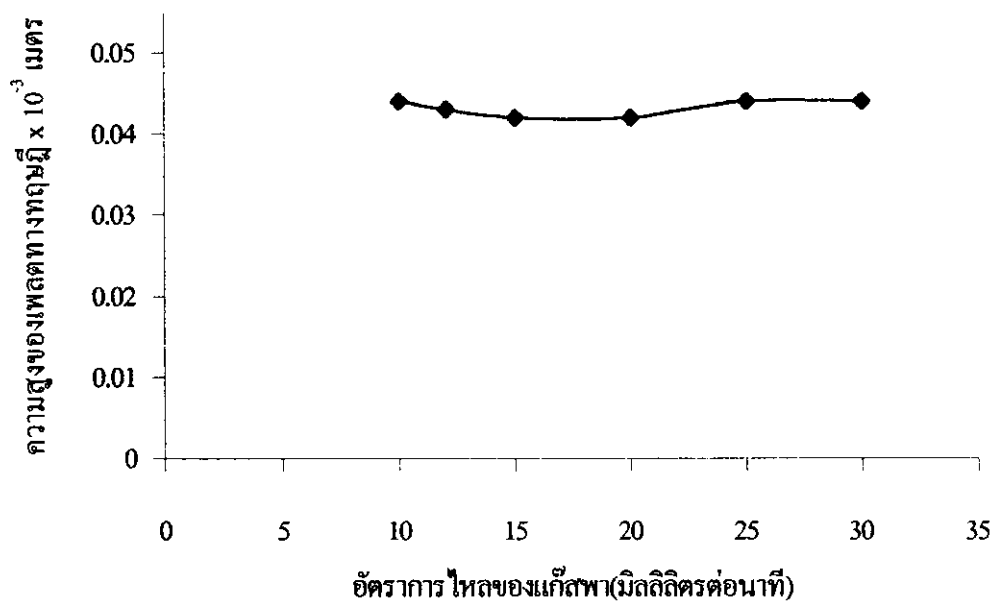
อัตราการไหลของแก๊สพ (มิลลิลิตรต่อนาที)	ความสูงของเพลตทางทฤษฎี ($\times 10^{-3}$ เมตร)
10	0.028
12	0.027
15	0.026
20	0.024
25	0.026
30	0.031



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สพากับค่าความสูงของเพลต
ทางทฤษฎีกรณีสารเบนซีน

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สพากับค่าความสูงของเพลตทางทฤษฎี
กรณีสาร โทลูอิน

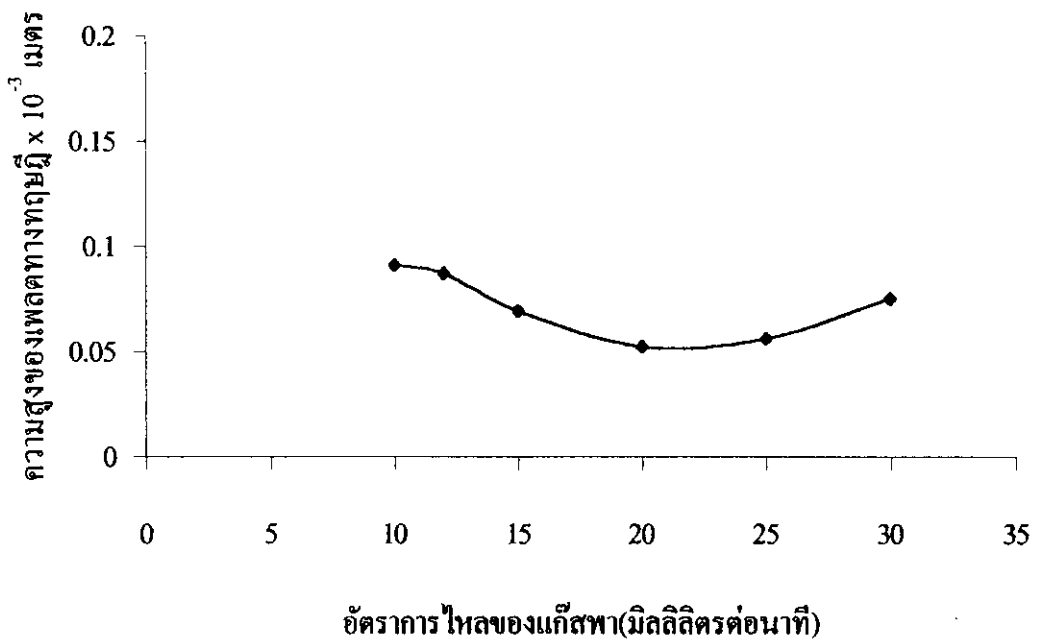
อัตราการไหลของแก๊สพ (มิลลิเมตรต่อนาที)	ความสูงของเพลตทางทฤษฎี ($\times 10^{-3}$ เมตร)
10	0.44
12	0.43
15	0.42
20	0.42
25	0.44
30	0.44



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สพากับค่าความสูงของเพลต
ทางทฤษฎีกรณีสาร โทลูอิน

ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สพากับค่าความสูงของเพลตทางทฤษฎีกรณีสารโซลิน

อัตราการไหลของแก๊สพ (มิลลิลิตรต่อนาที)	ความสูงของเพลตทางทฤษฎี ($\times 10^{-3}$ เมตร)
	0.91
10	0.87
12	0.69
15	0.52
20	0.56
25	0.75
30	



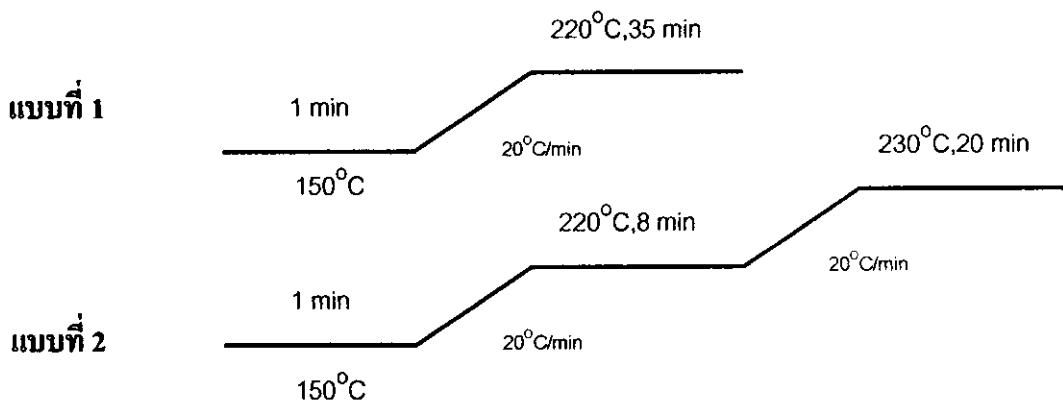
รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของแก๊สพากับค่าความสูงของเพลตทางทฤษฎีกรณีสารโซลิน

3.1.2 ศึกษาโปรแกรมอุณหภูมิของคอลลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอีน

ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์

อุณหภูมิของคอลลัมน์มีส่วนสำคัญมากต่อการวิเคราะห์สารตัวอย่าง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของคอลลัมน์จะทำให้องค์ประกอบของสารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นและช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะส่งผลเสียคือไม่สามารถที่จะแยกสารออกจากกัน และทำให้คอลลัมน์ที่ใช้วิเคราะห์มีอายุใช้งานลดลง ในการวิเคราะห์สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนทั้ง 4 ชนิด พร้อมกันหากใช้อุณหภูมิแบบไอโซเทอร์มัล (Isothermal) จะใช้เวลาในการวิเคราะห์นานเกินไป รวมทั้งพีคของไซลีนซึ่งเป็นสารที่อยู่ในคอลลัมน์นานที่สุดจะมีสัญญาณที่ได้จากการตรวจวัดต่ำ ดังนั้นจึงใช้การโปรแกรมอุณหภูมิของคอลลัมน์ในการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอีน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์

จากการศึกษาโปรแกรมอุณหภูมิของคอลลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอีน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ ตามข้อ 2.3.1.2 เมื่อทำการโปรแกรมอุณหภูมิของคอลลัมน์เป็นสองแบบดังรูปที่ 9 กล่าวคือแบบที่ 1 อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 150 องศาเซลเซียส คงที่นาน 1 นาที แล้วเพิ่มเป็น 220 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 20 องศาเซลเซียสต่อนาที คงที่ไว้เวลานาน 35 นาที กับการโปรแกรมอุณหภูมิของคอลลัมน์แบบที่ 2 กล่าวคือ อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 150 องศาเซลเซียส คงที่ไว้เวลานาน 1 นาที เพิ่มอุณหภูมิเป็น 220 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 20 องศาเซลเซียสต่อนาที คงที่ไว้เวลานาน 8 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 230 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 20 องศาต่อนาที คงที่ไว้เวลานาน 20 นาที พบว่าการโปรแกรมอุณหภูมิของคอลลัมน์แบบที่ 2 จะใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อยกว่าและค่าการตอบสนองของตัวตรวจของไซลีนมีค่าสูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 6 และ 7



รูปที่ 9 แสดงการ โปรแกรมอุณหภูมิของคอลลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการโปรแกรมอุณหภูมิแบบที่ 1 กับค่ารีเทนชันไทม์ และสัญญาณที่ได้จากการตรวจวัด

ชนิดของสารที่วิเคราะห์	ค่ารีเทนชันไทม์ (นาที)	สัญญาณที่ได้จากการตรวจวัด (ไมโครโวลต์) x 10 ⁴
เบนซีน	14.89	7.06
โทลูอิน	21.77	12.50
ไซลีน	34.03	3.23
เมทิลเทอเทอริบิวทิลเอเทอร์	12.69	12.50

* ค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ 3 ครั้ง %RSD < 8

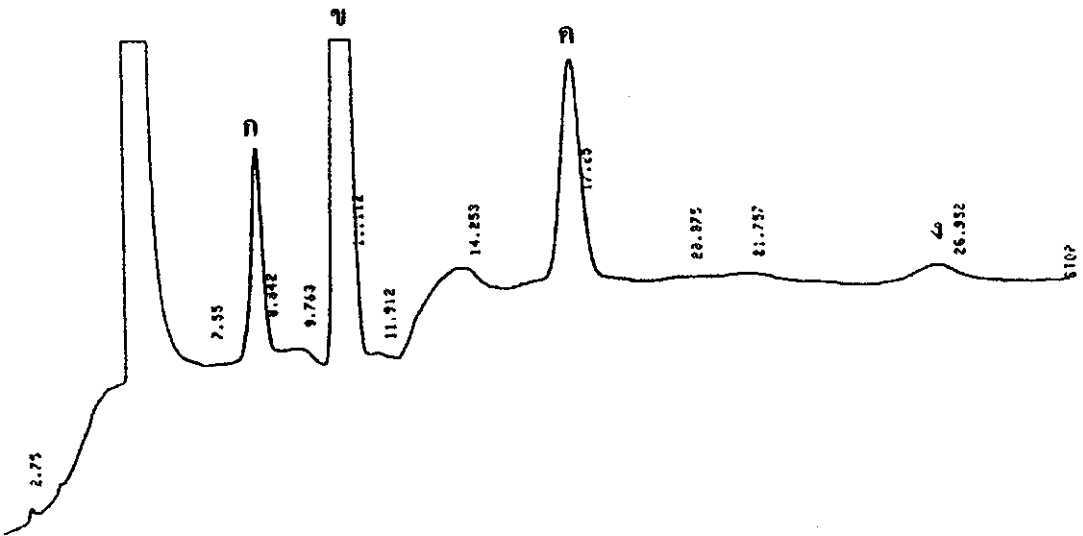
ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการโปรแกรมอุณหภูมิแบบที่ 2 กับค่ารีเทนชันไทม์ และสัญญาณที่ได้จากการตรวจวัด

ชนิดของสารที่วิเคราะห์	ค่ารีเทนชันไทม์ (นาที)	สัญญาณที่ได้จากการตรวจวัด (ไมโครโวลต์) x 10 ⁴
เบนซีน	11.57	8.94
โทลูอิน	17.72	15.82
ไซลีน	28.21	5.39
เมทิลเทอเทอริบิวทิลเอเทอร์	9.05	10.19

* ค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ 3 ครั้ง %RSD < 6

จากตารางที่ 6 และ 7 พบว่าเมื่ออุณหภูมิของคอลัมน์สูงขึ้นและทำการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 2 ช่วง ทำให้ค่ารีเทนชันไทม์ของสาร เบนซีน โทลูอิน และ เมทิลเทอเทอริบิวทิลเอเทอร์ ลดลงและค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดสูงขึ้น เนื่องจากการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้เป็นการวิเคราะห์สารผสมที่มีสภาพขั้วต่างกันมากคือ สารเบนซีน โทลูอิน และไซลีนเป็นสารอะโรแมติก-ไฮโดรคาร์บอนที่มีสภาพขั้วต่ำ ส่วนเมทิลเทอเทอริบิวทิลเอเทอร์ เป็นสารที่มีสภาพขั้วสูง และเป็น

สารที่มีจุดเดือดต่ำ คือเท่ากับ 53-56 องศาเซลเซียส เฟสอยู่กับที่ใช้จะต้องสามารถวิเคราะห์สารทั้ง 4 ได้ในคราวเดียวกัน ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้โพลีเมอร์ชนิดมีรูพรุนชื่อทางการค้าซูเปอร์คิว (Super Q) ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นเฟสอยู่กับที่ที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ (Yancey, 1977) และจากการที่สภาพตัวของสารที่ต้องการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันจึงต้องใช้โปรแกรมอุณหภูมิในการวิเคราะห์ และอุณหภูมิสูงสุดที่เสถียรบนรีเฟสที่ใช้ในการวิเคราะห์ สามารถรับได้เท่ากับ 250 องศาเซลเซียส จึงเลือกใช้การโปรแกรมอุณหภูมิแบบที่ 2 คือตั้งอุณหภูมิกอลัมน์เริ่มต้นที่ 150 องศาเซลเซียส คงที่ไว้ 1 นาที เพิ่มอุณหภูมิกอลัมน์เป็น 220 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 20 องศาเซลเซียสต่อนาที คงที่ไว้ 8 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิกอลัมน์เป็น 230 องศาเซลเซียสด้วย อัตรา 20 องศาเซลเซียสต่อนาที คงที่ไว้ 20 นาที เนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊ส-โซลิดโครมาโทกราฟฟีอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองจะสูงเมื่อเทียบกับงานของ Levadie and MacAskill, 1976 ซึ่งได้วิเคราะห์สารอินทรีย์โดยใช้หลอดบรรจุตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ในการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สลิควิดโครมาโทกราฟฟีซึ่งใช้อุณหภูมิกอลัมน์ หัวฉีด และตัวตรวจวัด เท่ากับ 95, 125 และ 250 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

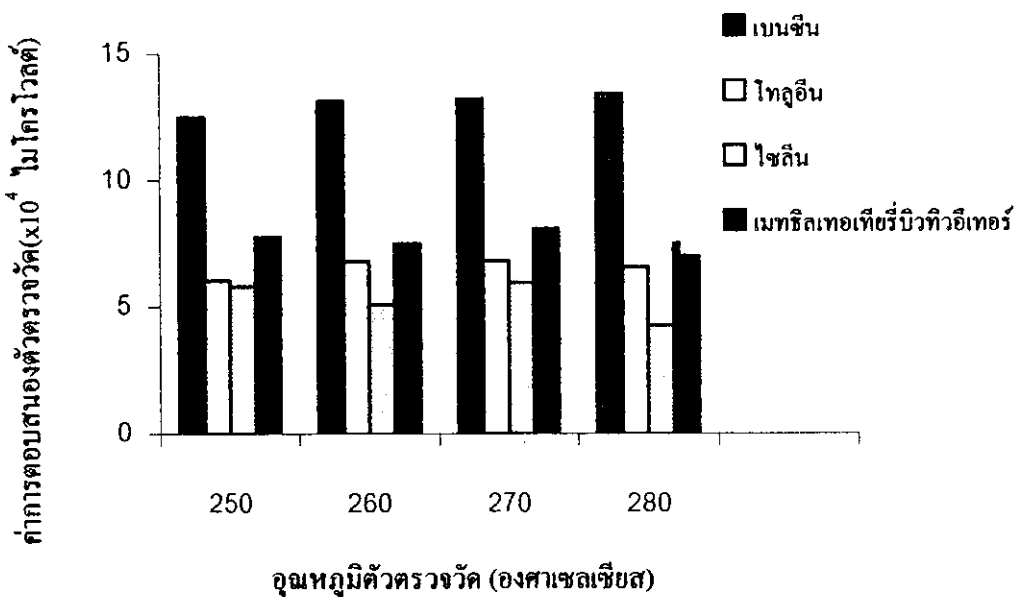


รูปที่ 10 แสดงโครมาโทแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์สารมาตรฐาน

(ก) เมทิลเทอร์เทียร์บิวทิลอีเทอร์ (ข) เบนซีน (ค) โทลูอิน (ง) ไซลีน

3.1.3 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมของตัวตรวจวัดเฟลมไอออนไนเซชันที่ใช้ในการวิเคราะห์สารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และ เมทิลเทอเทียร์บิวทิลอีเทอร์

เพื่อให้ได้ค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดไอออนไนเซชันสูงสุดสำหรับการวิเคราะห์สารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลอีเทอร์ ตามข้อ 2.3.1.3 ผลการศึกษาอุณหภูมิของตัวตรวจวัดเฟลมไอออนไนเซชันที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลอีเทอร์ เมื่อปรับอุณหภูมิของตัวตรวจวัดจาก 250, 260, 270 และ 280 องศาเซลเซียส พบว่าค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดของสารมาตรฐานเบนซีน ไม่มีความแตกต่างอย่าง เป็นนัยสำคัญและจากการทดลองพบว่าค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดเฟลมไอออนไนเซชันที่มีต่อสารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิดจะ ไม่เท่ากันซึ่งจะขึ้นกับจำนวนคาร์บอนอะตอมของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนนั้นๆ ส่วนสารมาตรฐานเมทิลเทอเทียร์บิวทิลอีเทอร์ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีอะตอมอื่นเป็นองค์ประกอบด้วยจะให้ค่าการตอบสนองต่ำกว่าถึงแม้จะมีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากัน (Szepesy , 1971) อุณหภูมิที่ให้ค่าการตอบสนองสูงสุดเท่ากับ 270 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 11



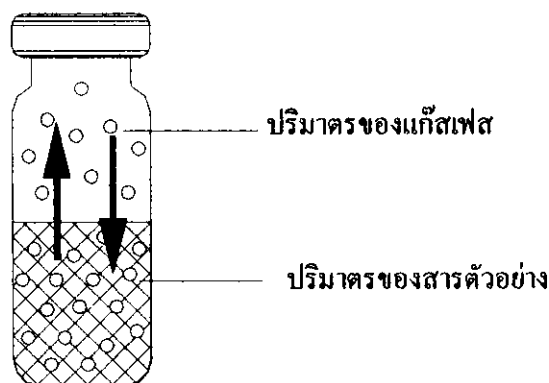
รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิตัวตรวจวัดชนิดเฟลมไอออนไนเซชันกับพื้นที่ใต้พีคของสารประกอบอะโรมาติกทั้ง 4 ชนิด

3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเฮคสเปซในการเตรียมตัวอย่างสาร เบนซีน โทลูอิน

ไซลีน และ เมทริลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์

3.2.1 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมของเฮคสเปซ

จากหลักการของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี สารที่ต้องการวิเคราะห์จะต้องระเหยกลายเป็นไอที่หัวฉีดของแก๊สโครมาโทกราฟี ในกรณีที่สารที่ต้องการวิเคราะห์อยู่ในองค์ประกอบที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่ระเหยกลายเป็นไอได้ยากอาจทำให้ต้องเพิ่มขึ้นคอนในการเตรียมตัวอย่างเพิ่มขึ้นเช่นการสกัดด้วยตัวทำละลาย ทำให้ใช้เวลาในการวิเคราะห์มากขึ้น สารที่ต้องการอาจจะเจือจางกว่าในตัวอย่าง และเพิ่มความยุ่งยากในการวิเคราะห์ และอาจเกิดข้อผิดพลาดได้มากขึ้น จึงได้มีการนำเทคนิคเฮคสเปซมาใช้ โดยการบรรจุตัวอย่างที่มีสารที่ต้องการวิเคราะห์ในภาชนะปิดโดยมีที่ว่างอยู่เหนือตัวอย่างที่บรรจุดังรูปที่ 12

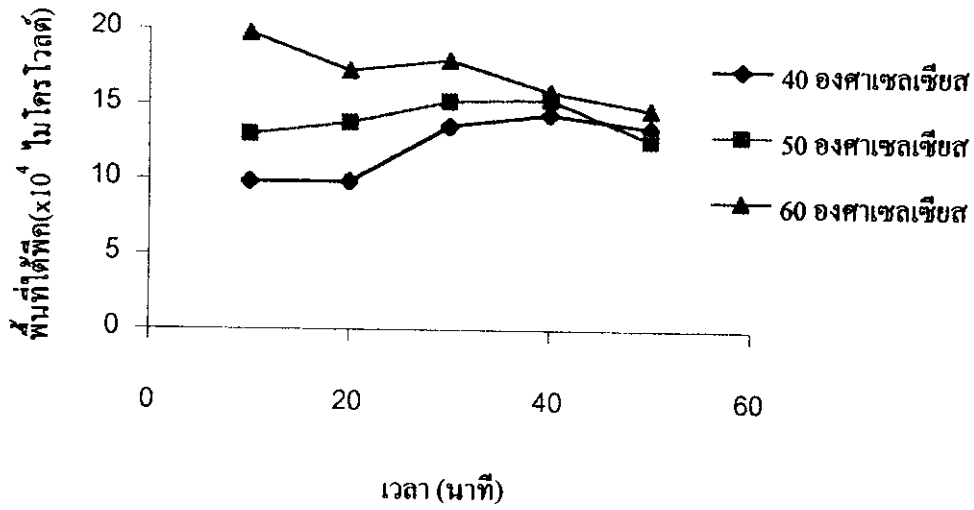


รูปที่ 12 แสดงหลักการพื้นฐานในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเฮคสเปซ

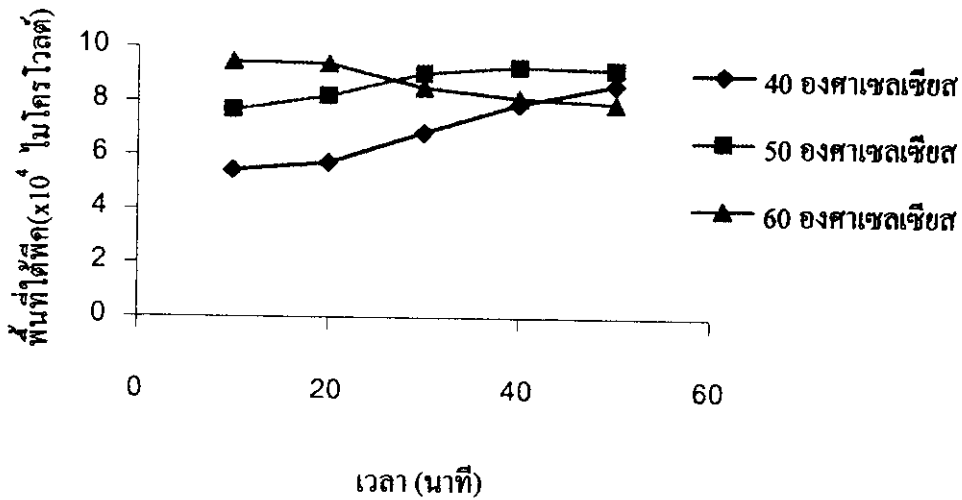
สารที่ต้องการวิเคราะห์จะระเหยขึ้นมาในส่วนของแก๊สเฟสที่อยู่เหนือสารตัวอย่างจนกระทั่งเกิดสมดุลของสารที่ต้องการวิเคราะห์ระหว่างสารตัวอย่างกับแก๊สเฟส ความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ในแก๊สเฟสจะขึ้นอยู่กับความดันไอของสารนั้น การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกบรรจุตัวอย่างในภาชนะปิดที่มีที่ว่างอยู่เหนือสารตัวอย่าง (เฮดสเปซ) ขั้นตอนที่สองให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่จนกระทั่งสารที่ต้องการวิเคราะห์อยู่ในสภาวะสมดุลระหว่างเฟสของสารตัวอย่างและแก๊สเฟส แล้วนำส่วนที่เป็นแก๊สที่ปริมาตรแน่นอนฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Kolb and Ettre, 1997)

จากผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการเตรียมเฮดสเปซสำหรับการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเทอร์ ตามข้อ 2.3.2.1 พบว่าที่อุณหภูมิในการเตรียมเฮดสเปซเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส จะให้ค่าการตอบสนองสูงและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิด จะให้ค่าการตอบสนองสูงกว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าสูงด้วยคือมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ เวลาที่แฉะวดสารมาตรฐานเท่ากับ 40 นาที เนื่องจากที่เวลาเพิ่มขึ้นมากกว่า 40 นาที ค่าการตอบสนองจะมีค่าคงที่ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาที่เหมาะสมที่ 40 นาที ผลการทดลองนี้แสดงในรูปที่ 13-16 ตามลำดับ ในการศึกษาทดลองนี้จึงเลือกใช้อุณหภูมิและเวลาสำหรับเตรียมเฮดสเปซเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส และเวลาแฉะวดสาร 40 นาที จะเห็นว่าอุณหภูมิที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ต่ำเมื่อเทียบกับงานของ Pen Lee, 1997 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส แฉะวดสารนาน 30 นาที ในการเตรียมเฮดสเปซสำหรับวิเคราะห์ เบนซีน โทลูอิน และ ไซลีน

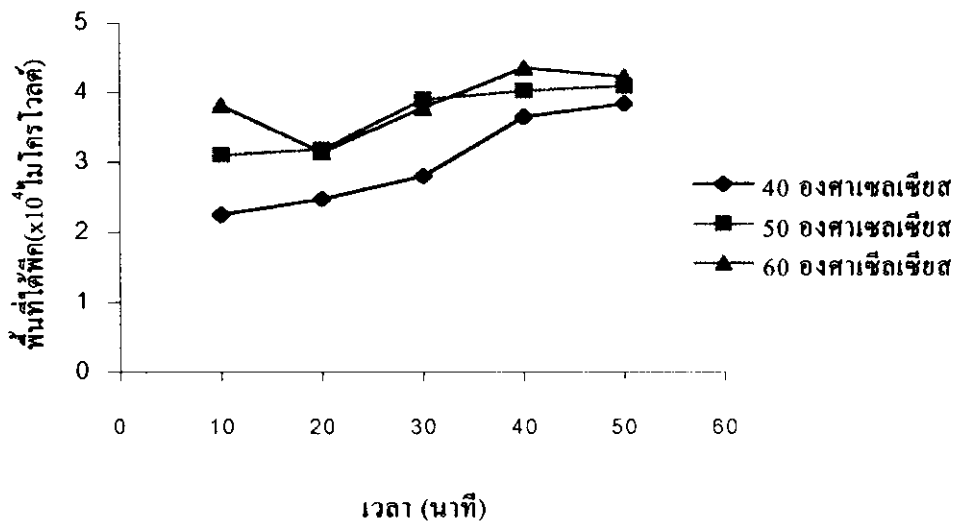
เนื่องในงานวิจัยนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมเฮดสเปซเป็นอุปกรณ์ที่ดัดแปลงขึ้นในห้องปฏิบัติการและเป็นระบบเปิดทำให้การควบคุมอุณหภูมิไม่ได้ดีพอเท่ากับเครื่องมือสำเร็จรูปที่จำหน่ายทำให้เมื่อเตรียมเฮดสเปซที่อุณหภูมิสูงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์จะสูงขึ้น



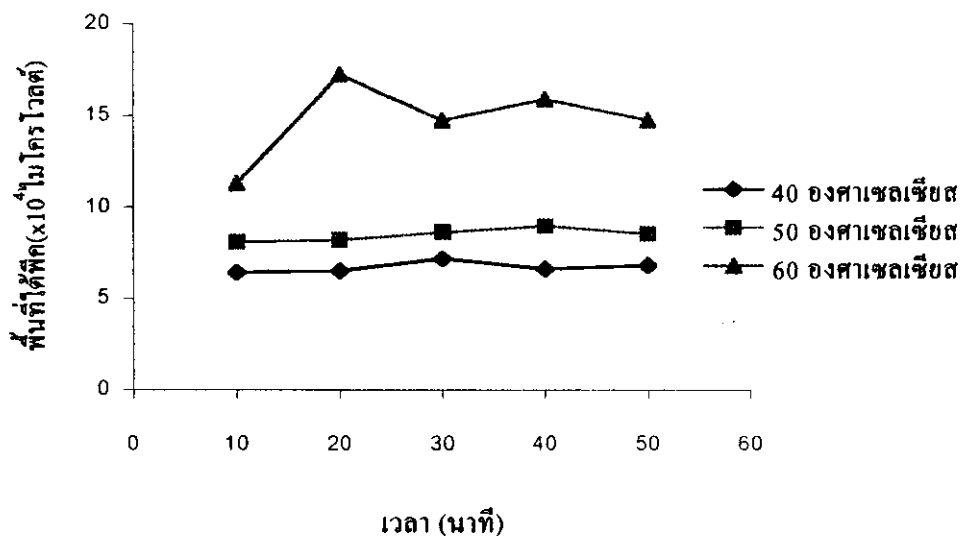
รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเตรียมเฮกสเปนซ์ กับพื้นที่ได้พิคของเบนซีน



รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเตรียมเฮกสเปนซ์ กับพื้นที่ได้พิคของโทลูอิน



รูปที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเตรียม
 เสดสพซกับพื้นที่ได้ฟักของไซติน



รูปที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเตรียม
 เสดสพซกับพื้นที่ได้ฟักของเมทริลเทอเทียร์บิวทิลอีนเทออร์

3.2.2 ศึกษาการเพิ่มความเข้มข้นโดยการลดปริมาตรเฮกสเปซ

ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเฮกสเปซ พื้นที่พีคที่วิเคราะห์ได้จากการฉีดไอของสารจากส่วนเฮกสเปซ ซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่อยู่ในตัวอย่าง ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการนี้คือ

$$A \cdot \alpha \cdot C_G = \frac{C_0}{K + \beta} \quad (7)$$

$$A \cdot \alpha \cdot C_G = \alpha \cdot C_0 \quad (8)$$

เพราะฉะนั้น

$$\alpha = \frac{1}{K + \beta} \quad (9)$$

A คือ พื้นที่ที่ได้พีค

C_G คือ ความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ในแก๊สเฟส

C_0 คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ในตัวอย่าง

K คือ ค่าคงที่ของการแพร่กระจาย (Partition Coefficient)

β คือ อัตราส่วนเฟส (Phase Ratio)

α คือ ความไววิเคราะห์ของเฮกสเปซ

จากสมการที่ (7) จะเห็นว่าพื้นที่ที่ได้พีคของสารที่ต้องการวิเคราะห์หรือความไววิเคราะห์ของเฮกสเปซจะขึ้นอยู่กับ 2 ตัวแปรคือ ค่าคงที่ของการแพร่กระจายและอัตราส่วนเฟส ค่าความไววิเคราะห์จะสูงขึ้นเมื่อค่าคงที่ของการแพร่กระจายและอัตราส่วนเฟสมีค่าลดลง

ในการลดปริมาตรของเฮกสเปซเท่ากับเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนเฟส โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ในรูปของเศษส่วนเฟส (Phase Fraction, ϕ_s)

$$\phi_s = \frac{V_s}{V_v} \quad (10)$$

และ

$$\beta = \frac{1 - \phi_s}{\phi_s} \quad (11)$$

V_s คือ ปริมาตรของตัวอย่าง

V_v คือ ปริมาตรทั้งหมดของขวดตัวอย่าง

จากการศึกษาในข้อ 2.3.2.2 การลดขนาดของขวดตัวอย่างจากขนาด 60 มิลลิลิตร เป็น 10 มิลลิลิตร โดยใส่ตัวอย่างลงในขวดตัวอย่างด้วยปริมาตรเท่าเดิมเท่ากับเป็นการเพิ่มปริมาตรของตัวอย่างและจากการคำนวณโดยใช้สมการที่ (9) และ(10) พบว่าค่าอัตราส่วนเฟสมีค่าลดลงจาก 13.3 เป็น 1.5 จะมีผลทำให้ค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดเพิ่มขึ้น ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของขวดใส่สารตัวอย่างกับพื้นที่ได้พิคของสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และ เมทิลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์

ปริมาตรของขวดใส่สารตัวอย่าง (มิลลิลิตร)	พื้นที่ได้พิค (ไมโคร โวลต์) $\times 10^4$ *			
	เบนซีน	โทลูอิน	ไซลีน	เมทิลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์
10	3.0	4.8	3.1	6.8
60	1.3	3.1	0.9	4.6

* ค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง % RSD < 7

3.2.3 ศึกษาการเพิ่มความเข้มข้นโดยการเพิ่มตัวของตัวทำละลาย

จากการศึกษาการเพิ่มความเข้มข้นโดยการเพิ่มตัวของตัวทำละลายตามข้อ 2.3.2.3 โดยใช้เมทานอลและน้ำกลั่นในการเตรียมสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์-บิวทิลอีเทอร์ในช่วงความเข้มข้นที่ใช้งาน พบว่าค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของตัวอย่างจะมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์แอกติวิตี (Activity Coefficient) ซึ่งเป็นค่าที่อธิบายอันตรกิริยาระหว่างตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย เนื่องจากค่าคงที่ของการแพร่กระจายจะแปรผกผันกับค่าความดันไอและค่าสัมประสิทธิ์แอกติวิตี เพราะฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์แอกติวิตีจึงมีผลต่อค่าความไววิเคราะห์ของเฮคสเปคด้วย เนื่องจากสารประกอบอินทรีย์จะสามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ได้ดีกว่าในน้ำทำให้ค่าคงที่ของการกระจายมีค่าสูงจึงทำให้ค่าความไววิเคราะห์มีค่าลดลง การเติมน้ำลงในสารละลายที่เป็นตัวทำละลายได้ จะทำให้ค่าความสามารถในการละลายลดลง ค่าคงที่ของการแพร่กระจายลดลงมีผลทำให้ค่าความไววิเคราะห์ของเฮคสเปคเพิ่มขึ้น (Kolb and Ettre, 1997) และค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ในกรณีที่ใช้ น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายจะมีค่าต่ำกว่าเมื่อใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายดังแสดงในตารางที่ 9 ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานของ (Richard, 1976)

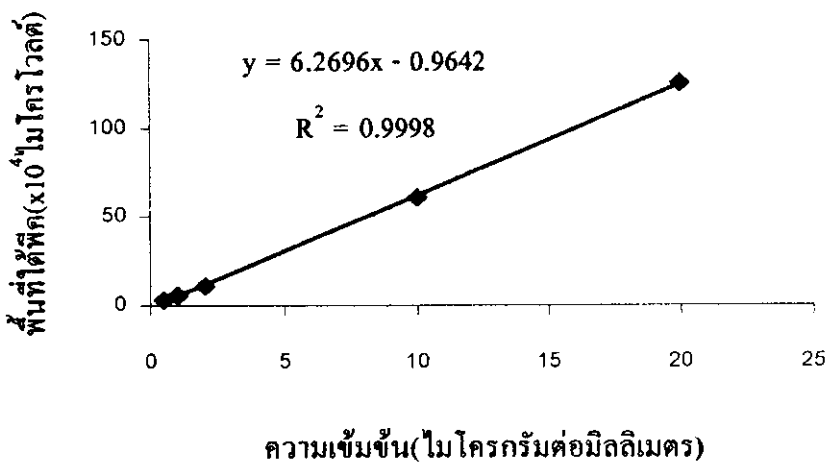
ตารางที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของตัวทำละลายกับพื้นที่ได้พีคของสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และ เมทิลเทอเทียร์บิวทิลอีเทอร์

ชนิดของตัวทำละลาย	พื้นที่ได้พีค(ไมโคร โวลต์) $\times 10^4$			
	เบนซีน	โทลูอิน	ไซลีน	เมทิลเทอเทียร์บิวทิลอีเทอร์
เมทานอล	3.2	3.7	2.3	5.7
น้ำกลั่น	61.5	132.5	94.4	57.3

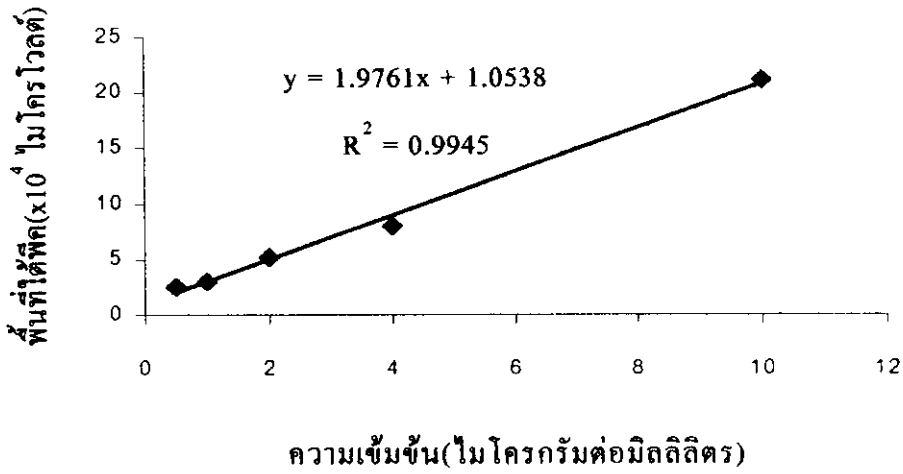
* ค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ 3 ครั้ง % RSD < 8

3.2 ศึกษาการตอบสนองเป็นเส้นตรงของตัวตรวจวัดที่มีต่อสาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ โดยใช้เมทธานอลในการเตรียมสารมาตรฐานตั้งต้น (Stock Standard Solution)

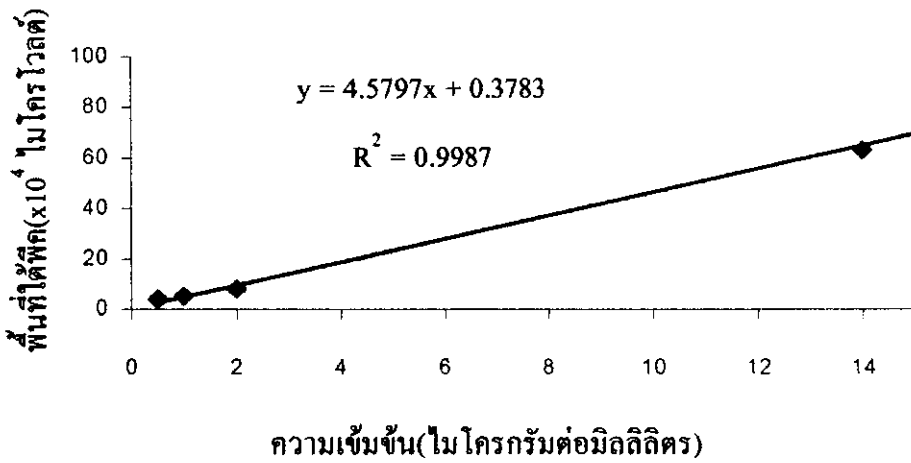
จากการศึกษาช่วงความเข้มข้นของสาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ ที่ให้ผลการตอบสนองเป็นเส้นตรงโดยเตรียมสารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิดโดยใช้เมทธานอลในการเตรียมสารมาตรฐานตั้งต้นแล้วเจือจางให้ได้ความเข้มข้นในช่วงต่างๆ โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายทำการทดลองตามข้อ 2.3.3 จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิดกับพื้นที่ใต้พีคเทคนิคที่ทำการทดลองที่สภาวะดังกล่าวนี้สามารถจะวิเคราะห์สารมาตรฐานเบนซีนความเข้มข้นช่วง 0.5-20.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารมาตรฐานโทลูอินความเข้มข้นช่วง 0.3-10.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารมาตรฐานไซลีนความเข้มข้นช่วง 0.5-20.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารมาตรฐานเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ความเข้มข้นช่วง 0.1-20.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งความเข้มข้นของสารมาตรฐานเป็นช่วงที่เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีให้การตอบสนองเป็นเส้นตรงและให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องมากที่สุด ช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรงมีสมการของกราฟมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 17-20 ตามลำดับ



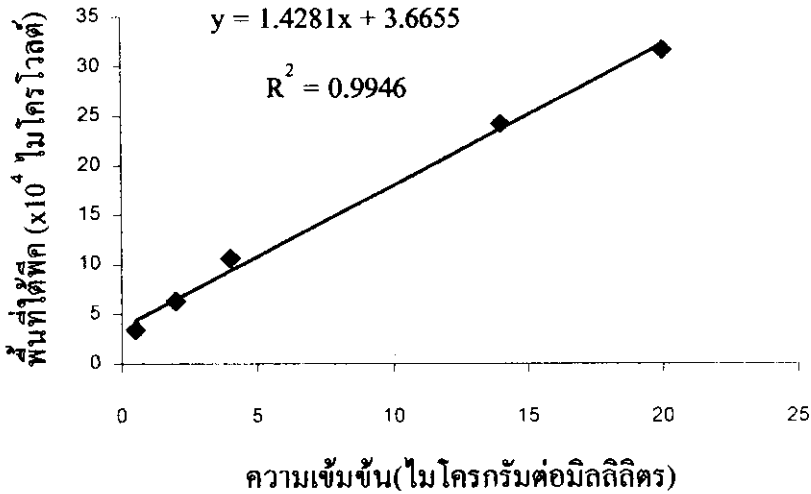
รูปที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานเบนซีน และพื้นที่ใต้พีค



รูปที่ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐาน โทลูอินกับพื้นที่ที่ได้พืค



รูปที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐาน ไซลีนกับพื้นที่ที่ได้พืค



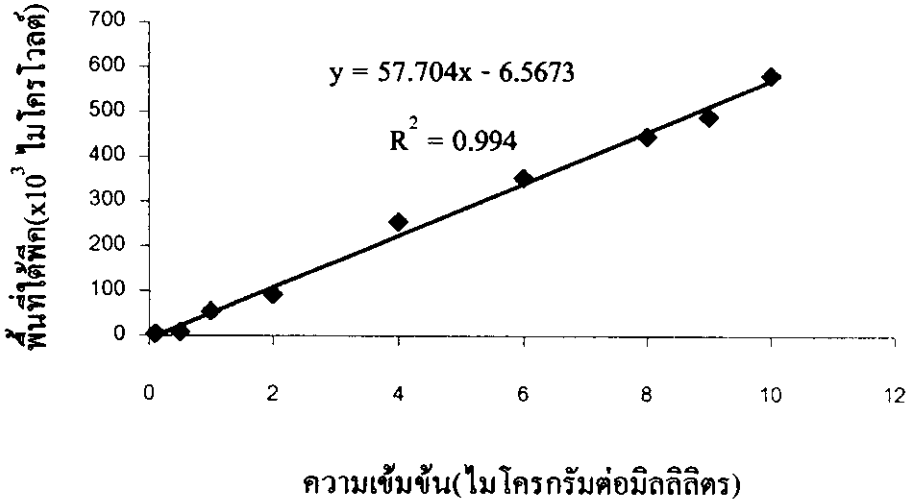
รูปที่ 20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานเมทริลเทอเทียริบิวทิวอิเทอร์ กับพื้นที่ที่ได้พิก

3.3 ศึกษาการตอบสนองเป็นเส้นตรงของตัวตรวจวัดที่มีต่อสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทริลเทอเทียริบิวทิวอิเทอร์ โดยใช้แอซีโตนเป็นตัวทำละลายในการเตรียมสารละลายตั้งต้น

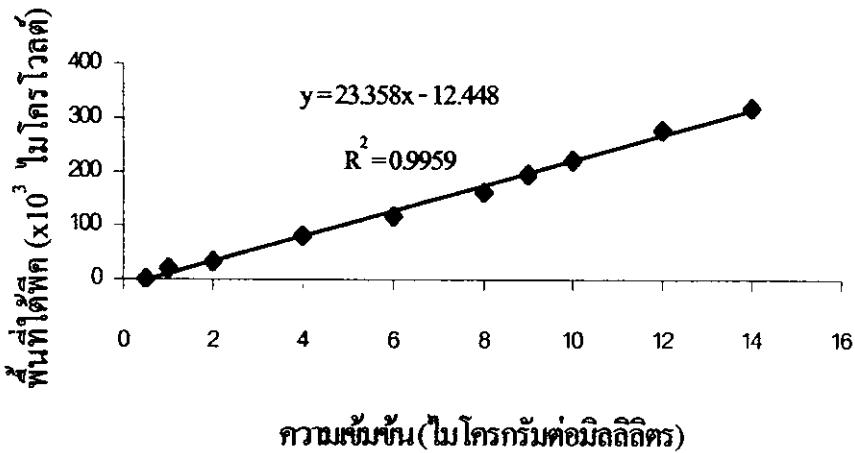
เนื่องจากแอซีโตนเป็นตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทริลเทอเทียริบิวทิวอิเทอร์ ออกจากตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ในขั้นตอนการเตรียมสารที่ต้องการวิเคราะห์ให้เข้มข้นมากขึ้น และใช้เป็นตัวทำละลายในการเตรียมกราฟมาตรฐาน จากการศึกษาช่วงความเข้มข้นของสาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทริลเทอเทียริบิวทิวอิเทอร์ ที่ให้ผลการตอบสนองเป็นเส้นตรง โดยเตรียมสารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิด โดยใช้แอซีโตนในการเตรียมสารมาตรฐานตั้งต้นแล้ว เจือจางให้ได้ความเข้มข้นในช่วงต่างๆ โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายทำการทดลองตามข้อ 2.3.4

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิดกับพื้นที่ที่ได้พิกเทคนิค ที่ทำการทดลองที่สภาวะดังกล่าวนี้สามารถจะวิเคราะห์สารมาตรฐานเบนซีนความเข้มข้นช่วง 0.1-9.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร สารมาตรฐานโทลูอินความเข้มข้นช่วง 0.5-14.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร สารมาตรฐานไซลีนความเข้มข้นช่วง 0.5-14 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร สารมาตรฐาน

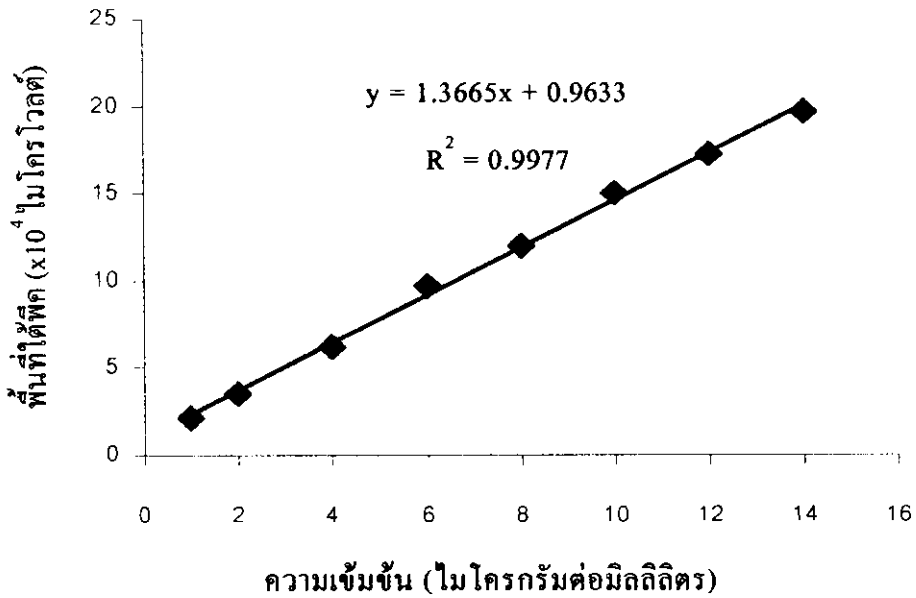
เมทริกซ์เทอเรียรีบิวทิวอิเทอร์ความเข้มข้นช่วง 0.2-10.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร ซึ่งความเข้มข้นของสารมาตรฐานเป็นช่วงที่เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีให้การตอบสนองเป็นเส้นตรงและให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องมากที่สุด ช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรงมีสมการของกราฟมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 21-24 ตามลำดับ



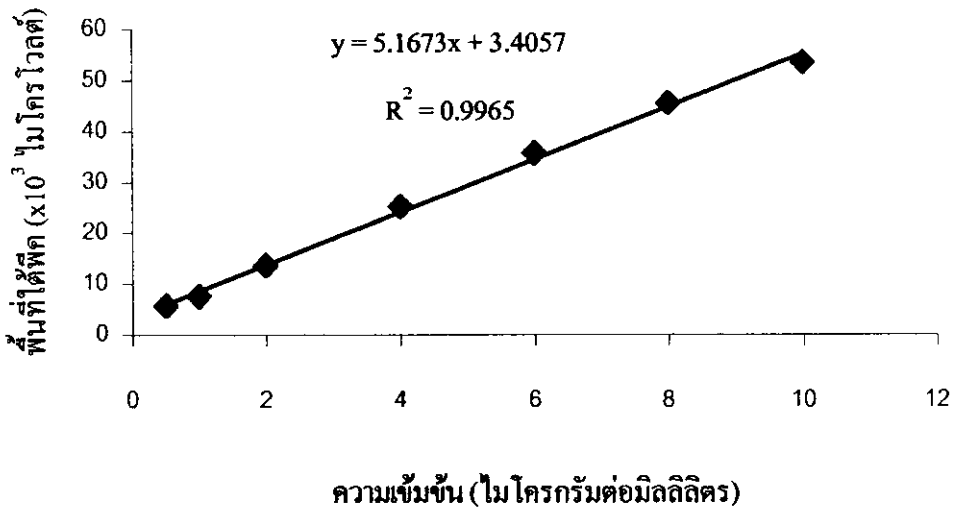
รูปที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานเบนซีนกับพื้นที่ใต้พีค



รูปที่ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานโทลูอีนกับพื้นที่ใต้พีค



รูปที่ 23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐาน ไซลีนกับพื้นที่ได้พิก

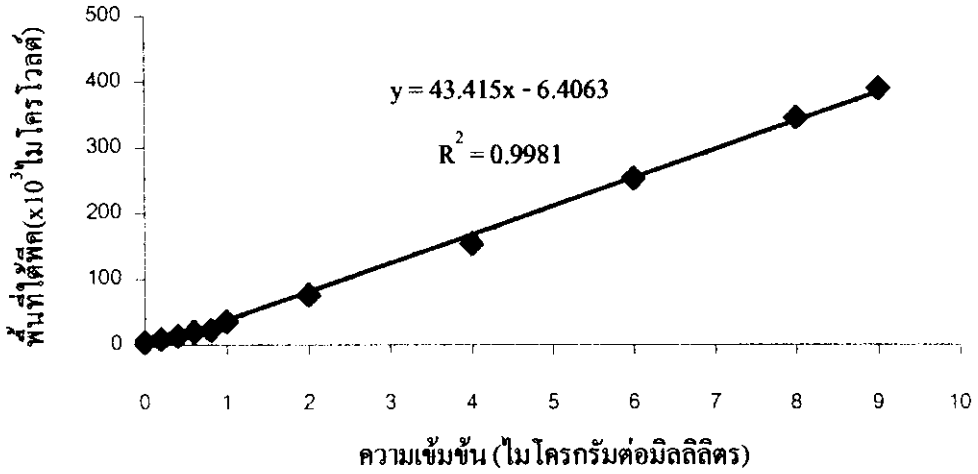


รูปที่ 24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานเมทริลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์ กับพื้นที่ได้พิก

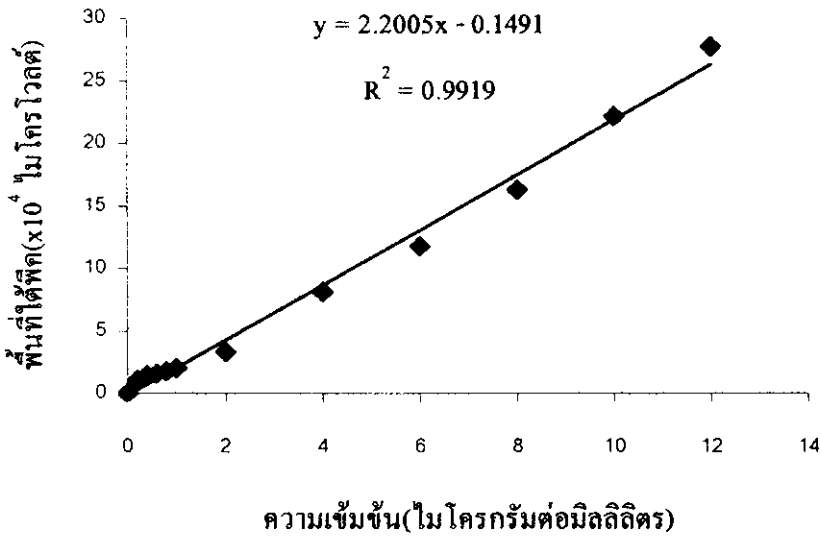
3.4 ศึกษาขีดจำกัดค่าสูงสุดการตรวจวัดของสารพิษสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเอทิลทอรีนทิวอีเทอร์

ศึกษาขีดจำกัดค่าสูงสุดทางการตรวจวัดของสารพิษสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเอทิลทอรีนทิวอีเทอร์ โดยเตรียมสารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิด ที่ความเข้มข้นต่างๆซึ่งอยู่ในช่วงการตอบสนองเป็นเส้นตรง พร้อมด้วยสารละลายแบลนด์ ตามวิธี ในข้อ 2.3.5 และวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ตามข้อ 2.3.1.3

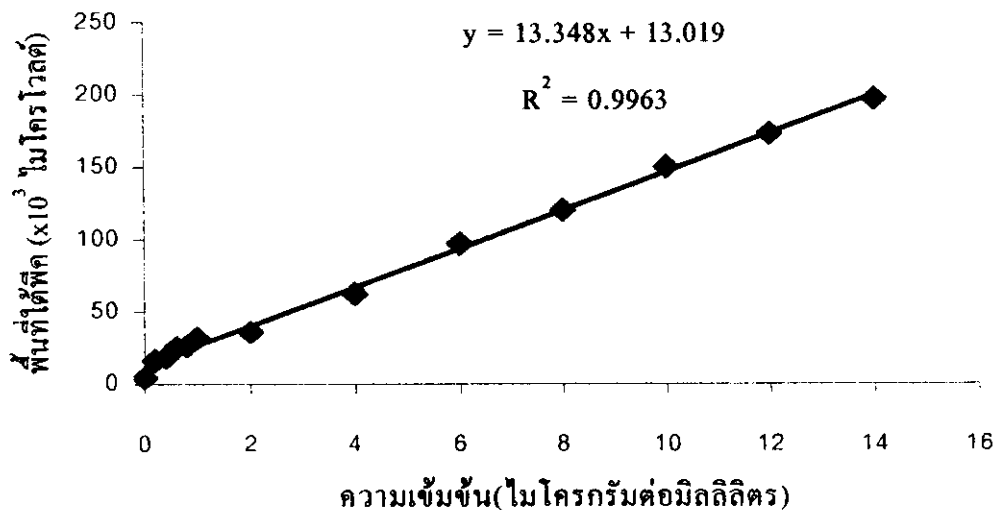
นำสัญญาณที่ได้จากการตรวจวัดมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐาน เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเอทิลทอรีนทิวอีเทอร์ จากสมการเส้นตรง ที่ได้นำไปคำนวณค่าการตอบสนองที่ได้จากการประมาณ Y_{est} และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประมาณ S_{y-x} ตามวิธีของ OSHA จากสมการ $S_{y-x} = \sqrt{(Y_{obs} - Y_{est})^2 / n - k}$ ได้ S_{y-x} เท่ากับ 9419.20, 3317.01, 3565.00 และ 450.66 สำหรับสารมาตรฐาน เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเอทิลทอรีนทิวอีเทอร์ ตามลำดับและเมื่อแทนค่า S_{y-x} ลงในสมการ $L_D = 3 S_{y-x} / A$ เพื่อคำนวณค่าความเข้มข้นค่าสูงสุดของสารมาตรฐานแต่ละชนิดของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเอทิลทอรีนทิวอีเทอร์ มีค่าเป็น 0.63, 0.44, 0.78 และ 0.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ



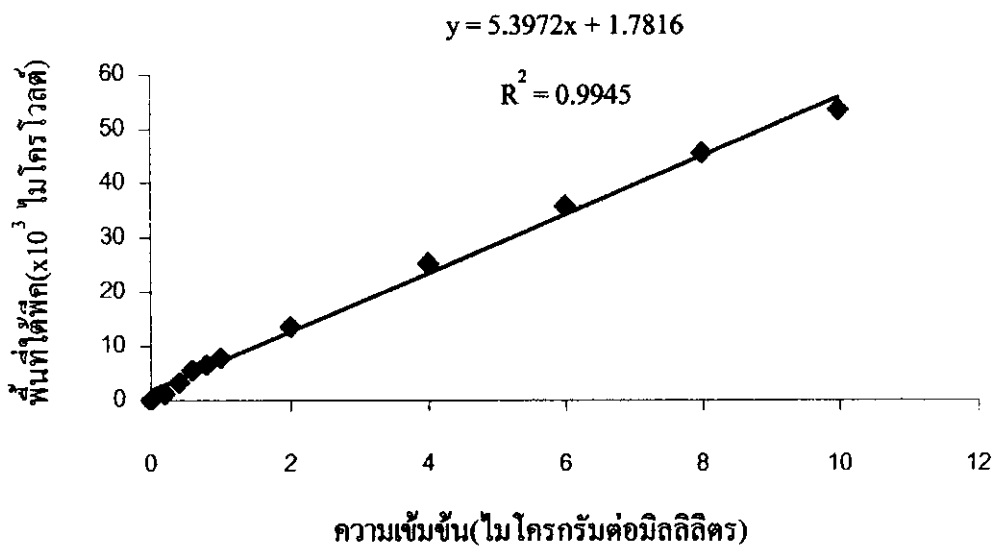
รูปที่ 25 แสดงสมการและความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดของสารมาตรฐานเบนซีน



รูปที่ 26 แสดงสมการและความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดของสารมาตรฐานโทลูอิน



รูปที่ 27 แสดงสมการและความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดของสารมาตรฐานไซลีน



รูปที่ 28 แสดงสมการและความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดของสารมาตรฐานเมทิลเทอเทอเรียรีบิวทีวออีเทอร์

3.5 ศึกษาขั้นตอนการทำสารตัวอย่างให้เข้มข้นมากขึ้น (Preconcentrate)

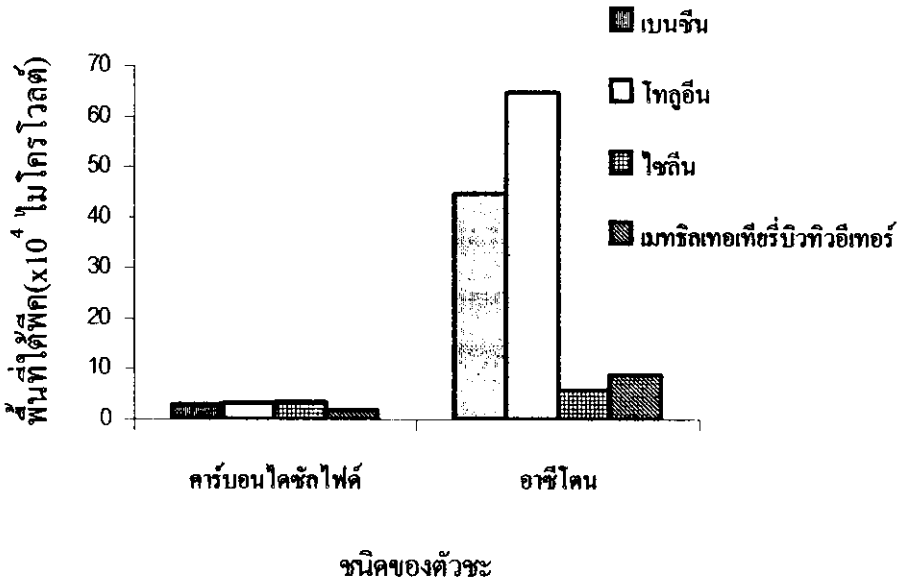
3.5.1 ศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทอริบิวทิลอีเทอร์

การสกัดสารตัวอย่างออกจากตัวดูดซับเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญขั้นตอนหนึ่งตัวทำละลายใช้ในการสกัดจะต้องสามารถชะสารตัวอย่างที่ดูดซับออกมาได้มากที่สุด และไม่รบกวนการวิเคราะห์ของสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทอริบิวทิลอีเทอร์ ทำการทดลองโดยดูดซับสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทอริบิวทิลอีเทอร์ เข้มข้น 2.7, 17.5, 13.5 และ 2.7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ตามข้อ 2.4.2 หลังจากนั้นสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทอริบิวทิลอีเทอร์ ออกจากตัวดูดซับ โดยใช้ตัวทำละลายที่มีปริมาตรเท่ากัน แต่ต่างชนิดกันสำหรับในการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ ได้ทดลองใช้ตัวทำละลาย คาร์บอนได-ซัลไฟด์ และตัวทำละลายเอซีโตน ได้ผลของการทดลองดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดเมื่อตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดต่างกัน

ตัวทำละลาย	พื้นที่ได้พิค ($\times 10^3$ ไมโครโวลต์)			
	เบนซีน	โทลูอิน	ไซลีน	เมทิลเทอเทอริบิวทิลอีเทอร์
คาร์บอนไดซัลไฟด์	29.423	32.387	34.574	18.181
เอซีโตน	446.619	547.741	5.560	88.282

* เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง % RSD < 7



รูปที่ 29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดกับชนิดของตัวทำละลาย

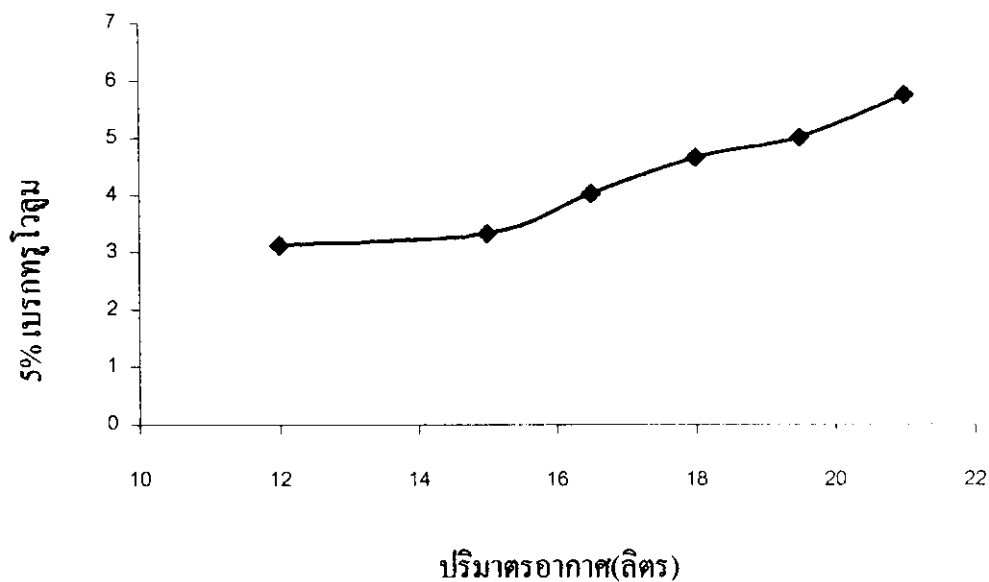
จากตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาค่าสัญญาณการตอบสนองของตัวตรวจวัดเมื่อตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดต่างกัน พบว่าเมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวทำละลายในการสกัดสารเบนซิน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ จะได้ค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดต่ำกว่าเมื่อใช้เอซีโตนเป็นตัวทำละลายในการสกัดอย่างมีนัยสำคัญ

เนื่องจากการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟี ความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ในแก๊สเฟสจะมีผลต่อค่าความไววิเคราะห์ (Kolb and Ettre, 1997) การใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวสกัดจึงให้ค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดต่ำเนื่องจากสารมาตรฐานเบนซิน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายคาร์บอนไดออกไซด์จึงระเหยขึ้นมาในแก๊สเฟสได้น้อยมาก ทำให้ค่าคงที่ของการแพร่กระจายสูง ค่าความไววิเคราะห์จึงลดลง และคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำการเติมน้ำกลั่นจึงไม่มีผลต่อการเพิ่มความไววิเคราะห์ สำหรับเอซีโตนสามารถละลายได้ดีในน้ำกลั่นจึงทำให้ค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในการศึกษานี้จึงเลือกใช้เอซีโตนเป็นตัวทำละลายในการสกัดสารเบนซิน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ ออกจากตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ (Baya and Siskos, 1996)

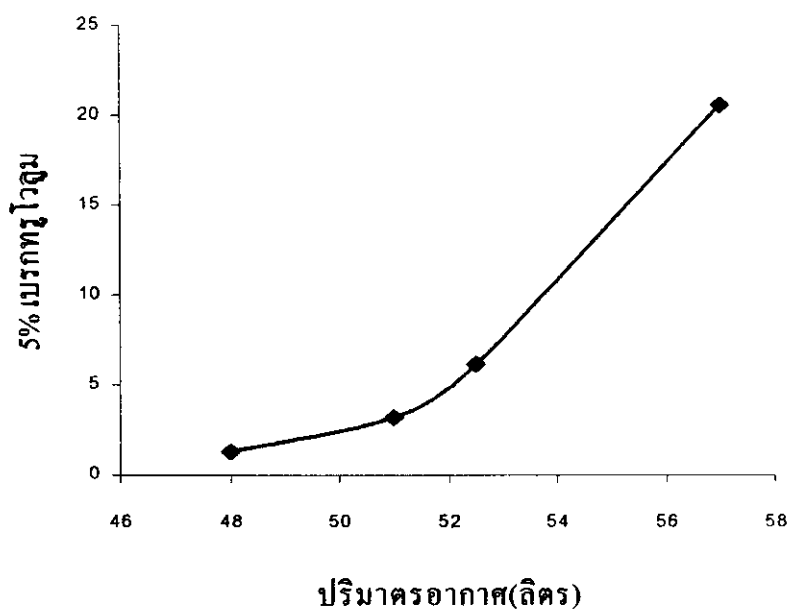
3.5.2 ศึกษาเบรกทรูโวลูมของตัวดูดซับ (Breakthrough Volume)

เป็นการศึกษาเบรกทรูโวลูมของตัวดูดซับที่บรรจุอยู่ในหลอดดูดซับ ซึ่งตัวดูดซับที่บรรจุอยู่ในหลอดดูดซับจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหน้า เป็นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งมีน้ำหนักเป็น 2 เท่าของส่วนหลัง ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ควบคุม เพื่อไม่ให้เกิดการสูญหายของสารตัวอย่าง ในการหาเบรกทรูโวลูมของหลอดดูดซับสารตัวอย่าง โดยสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเทอร์ ที่ถูกดูดซับอยู่ในส่วนหลังของหลอดบรรจุตัวดูดซับจะต้องไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเทอร์ ที่ถูกดูดซับอยู่บนส่วนหน้าของหลอดตัวดูดซับ ซึ่งจะแสดงว่ามีการสูญหายของสารที่ต้องการวิเคราะห์ (Harper.,1994) ค่าเบรกทรูโวลูมของตัวดูดซับถูกกำหนดโดยระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ความเข้มข้น ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อุณหภูมิและมวลสารอื่นๆที่อยู่ในบรรยากาศ (Harper, 2000)

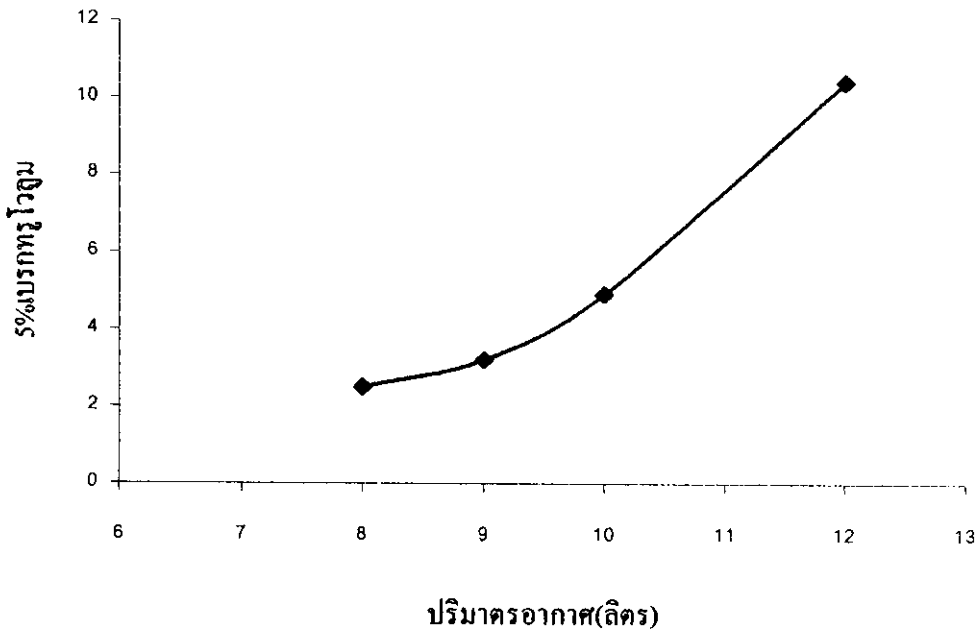
การวัดค่าเบรกทรูโวลูมของหลอดบรรจุตัวดูดซับในการศึกษานี้ทำการทดลองโดยจัดอุปกรณ์ดูดซับสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเทอร์ ซึ่งมีความเข้มข้น 2.7,17.5,13.5 และ 2.7 ตามลำดับตามข้อ 2.4.2 โดยจัดวางหลอดตัวดูดซับในแนวตั้งและให้ส่วนหลังของหลอดตัวดูดซับอยู่ใกล้กับอุปกรณ์เก็บอากาศทำการดูดซับที่ปริมาตรของอากาศและวิเคราะห์และคำนวณตามวิธีในข้อ 2.4.3 และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรอากาศกับเปอร์เซ็นต์เบรกทรูโวลูม ได้ค่าความจุของสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเทอร์ เท่ากับ 19.5, 52.0, >72 .0 และ 10.0 ลิตรของอากาศตามลำดับ รูปที่ 30-32 แสดงความสัมพันธ์ของค่า 5 เปอร์เซ็นต์เบรกทรูโวลูมกับปริมาตรของอากาศที่ผ่านหลอดตัวดูดซับสำหรับสารมาตรฐานไซลีน ไม่สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง 5 เปอร์เซ็นต์เบรกทรูโวลูมกับปริมาตรของอากาศได้เนื่องจากเมื่อทำการดูดซับสารผ่านหลอดตัวดูดซับเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วนำมาวิเคราะห์ก็ยังคงไม่พบสารมาตรฐานไซลีนในส่วนหลังของตัวดูดซับ จึงสรุปว่าค่า 5 เปอร์เซ็นต์เบรกทรูโวลูมมากกว่า 72 ลิตร



รูปที่ 30 แสดงความสัมพันธ์ของ 5 เปอร์เซ็นต์เบรกดทรวอดุมของสารมาตรฐานเบนจีน



รูปที่ 31 แสดงความสัมพันธ์ของ 5 เปอร์เซ็นต์เบรกดทรวอดุมของสารมาตรฐานไทลูอิน



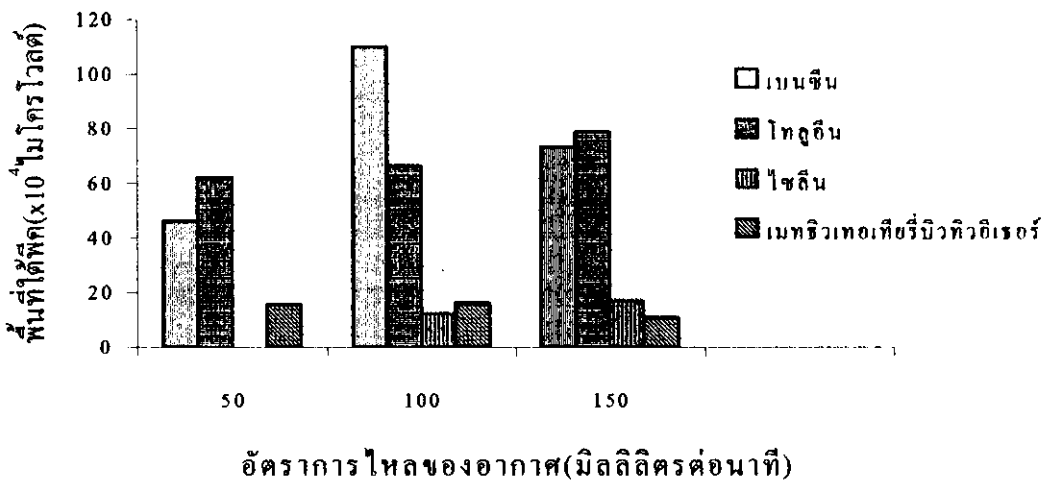
รูปที่ 32 แสดงความสัมพันธ์ของ 5 เปอร์เซ็นต์เบรคทรวอลูมของสารมาตรฐาน
เมทริลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าเบรคทรวอลูมของตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ต่อสารมาตรฐานแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน โดยจะเห็นว่าค่าความจุของตัวดูดซับต่อสารจะมีค่าลดลงเมื่อสารที่ต้องการวิเคราะห์มีขั้วสูงขึ้น และจากผลการทดลองที่ได้จะสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Motisova and Skrabakova, 1995 ซึ่งพบว่าตัวดูดซับถ่านกัมมันต์จะสามารถดูดซับสารที่มีความเป็นขั้วต่ำได้ดี

3.5.3 ศึกษาอัตราเร็วที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างอากาศในการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทริลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์

เนื่องจากเวลาที่สารตัวอย่างเคลื่อนที่ผ่านหลอดตัวดูดซับจะมีผลต่อความสามารถในการถูกดูดซับของสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทริลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์ บนตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ จึงศึกษาเพื่อหาอัตราเร็วที่เหมาะสมในการดูดตัวอย่างอากาศผ่านหลอดตัวดูดซับ เพื่อให้สารเบนซีน โทลูอิน ไซลีนและ เมทริลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์ สามารถดูดซับอยู่บนตัวดูดซับบนถ่านกัมมันต์ได้มากที่สุด จากการศึกษาตามข้อ 2.4.4 โดยศึกษาอัตราเร็วของการดูดอากาศ ที่มีสาร

มาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 2.7, 17.5, 13.5 และ 2.7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ผ่านตัวดูดซับที่อัตราการไหลต่างๆกันคือ 50, 100 และ 150 มิลลิลิตรต่อนาทีจากผลการทดลองพบว่า ที่อัตราการไหล 100 มิลลิลิตรต่อนาที สารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิดจะให้ค่าการตอบสนองสูงสุด เนื่องจากที่อัตราการไหลของอากาศสูงๆอาจทำให้เกิดความดันย้อนกลับ (Back Pressure) และเวลาที่สารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ อยู่ในหลอดบรรจุตัวดูดซับเป็นเวลาสั้นเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับลดลง(Crisp,1980) ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอบสนองของตัวตรวจของสารมาตรฐานทั้ง 4 ชนิดเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของอากาศผ่านตัวดูดซับ

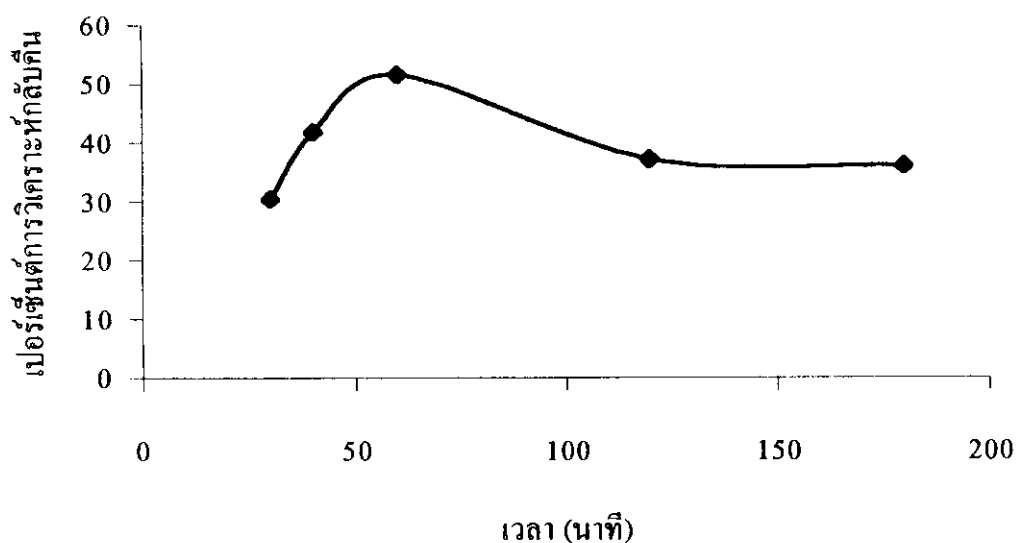


รูปที่ 33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอบสนองของตัวตรวจวัดที่อัตราการไหลต่างๆ ของสารมาตรฐาน เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์

3.6 ศึกษาประสิทธิภาพการสกัด

3.6.1 ศึกษาเวลาในการสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์

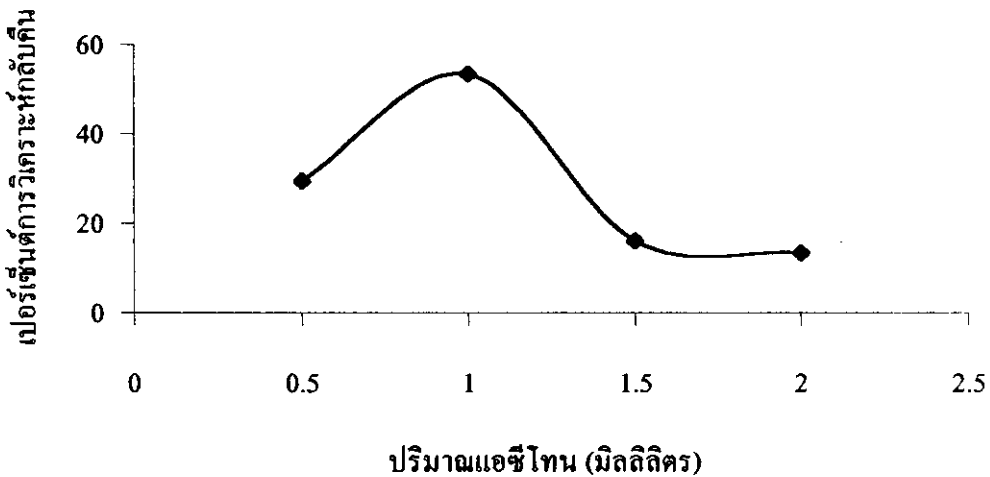
ทำการทดลองเพื่อศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการเขย่าด้วยเครื่องอัลตราโซนิค ในการสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์ ออกจากตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของการสกัดสูงสุด การศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้สารมาตรฐานเบนซีนเป็นตัวแทนในการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพการสกัดเนื่องจากสารมาตรฐานเบนซีนเป็นสารที่ให้ค่าการตอบสนองสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานไฮโดรคาร์บอนตัวอื่นๆ จากการทดลองตามข้อ 2.4.5 โดยเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการเขย่าต่างๆ กันคือ 30, 40, 60, 120 และ 180 นาที ตามลำดับพบว่า ที่เวลาที่ใช้ในการเขย่า 60 นาที จะให้เปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนสูงสุดเท่ากับ 51.56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้นจะเกิดความคั่งในขวดสูง ทำให้มีการสูญหายของสารมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนจึงลดลง ดังแสดงในรูปที่ 34



รูปที่ 34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนกับเวลาที่ใช้ในการสกัด

3.7.2 ศึกษาปริมาณของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีนและ เมทิลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์

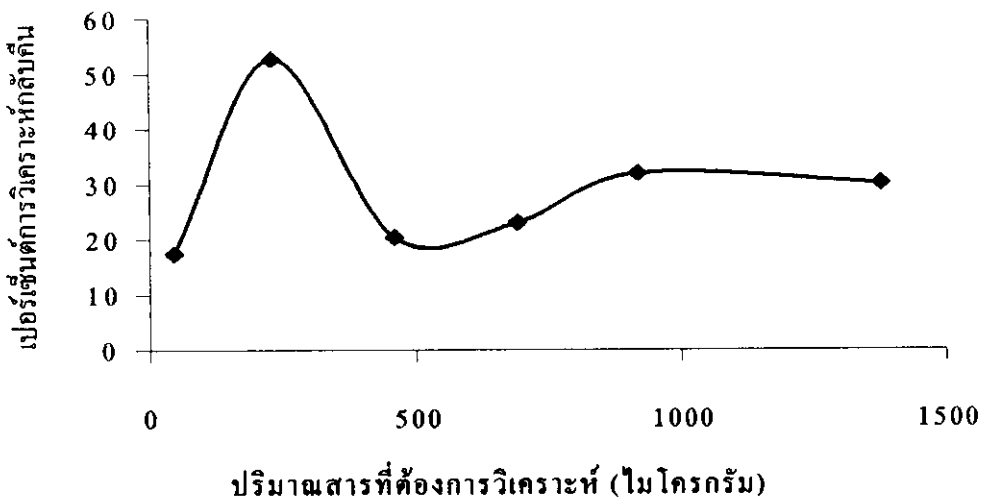
ปริมาณของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีนและ เมทิลเทอเทียร์บิวทิวอีเทอร์ออกจากตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนที่ได้จากการสกัดจะมีค่าที่แตกต่างกันในการศึกษานี้จึงทำการทดลองเพื่อหาปริมาณของแอซีโทนที่เหมาะสมที่ให้เปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนสูงสุดและจากการทดลองตามข้อ 2.4.6 โดยใช้ปริมาณของแอซีโทนต่าง ๆ กันคือ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 มิลลิลิตรตามลำดับสกัดสารประกอบอะโรแมติกไฮโดรคาร์บอนทั้ง 4 ชนิดออกจากตัวดูดซับถ่านกัมมันต์ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ปริมาณแอซีโทนเท่ากับ 1.00 มิลลิลิตร จะให้ค่าเปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนสูงสุดเท่ากับ 53.45 เปอร์เซ็นต์ดังแสดงในรูปที่ 35



รูปที่ 35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนกับปริมาณตัวทำละลาย

3.6.3 ศึกษาปริมาณของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่มีผลต่อการสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และ เมทิลเอทเทียร์นิวทิวอีเทอร์

ผลการศึกษาปริมาณของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่ให้เปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนสูงสุดตามข้อ 2.4.7 เมื่อเปลี่ยนปริมาณของสารที่ต้องการวิเคราะห์จาก 46, 230, 460, 690, 920 และ ไมโครกรัมตามลำดับพบว่าได้ค่าเปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนสูงที่สุดเมื่อปริมาณของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่เติมลงไปเท่ากับ 230 ไมโครกรัม ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 36



รูปที่ 36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนกับปริมาณสารที่ต้องการ

จากสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเอทเทียร์นิวทิวอีเทอร์ออกจากตัวดูดซับถ่านกัมมันต์คือใช้เอซีโทน 1 มิลลิลิตร เขย่านาน 60 นาที ปริมาณสารมาตรฐานที่เติมลงไปเท่ากับ 230 ไมโครกรัม ได้เปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนเท่ากับ 51.56, 34.87, 60.87 และ 63.58 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Lee X.-P., et. al. (1998) ซึ่งได้วิเคราะห์หาปริมาณสารระเหยอินทรีย์ในตัวอย่างชีวะวัตถุโดยใช้เทคนิคเฮดสเปซ

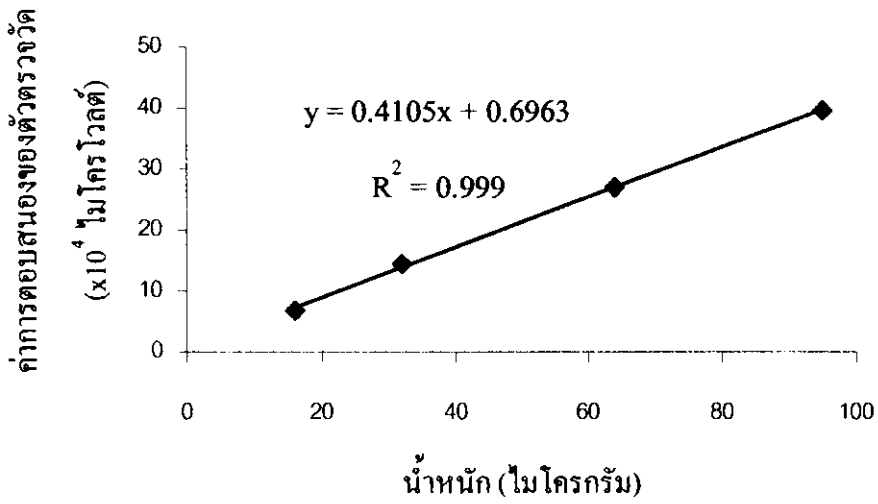
ตารางที่ 11 แสดงเปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืนของสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีนและเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์

สารมาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์กลับคืน *
เบนซีน	51.56
โทลูอิน	34.87
ไซลีน	60.87
เมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์	63.58

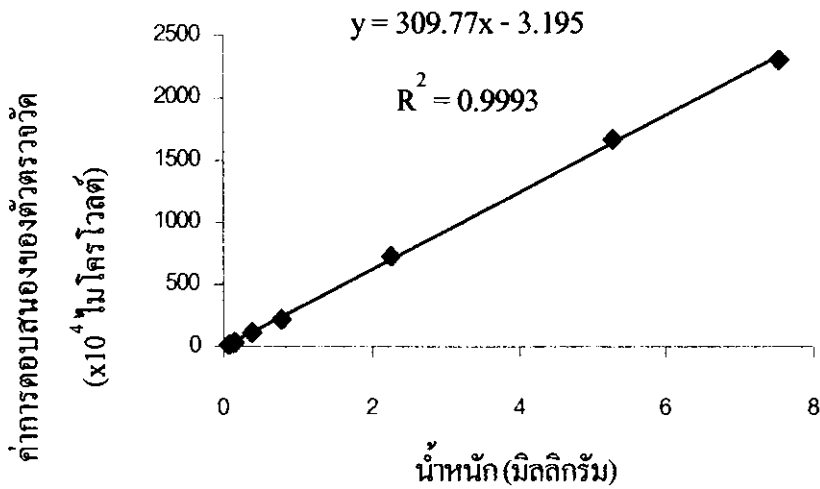
* เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง % RSD<6

3.7 การเตรียมกราฟมาตรฐานของสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีนและเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์

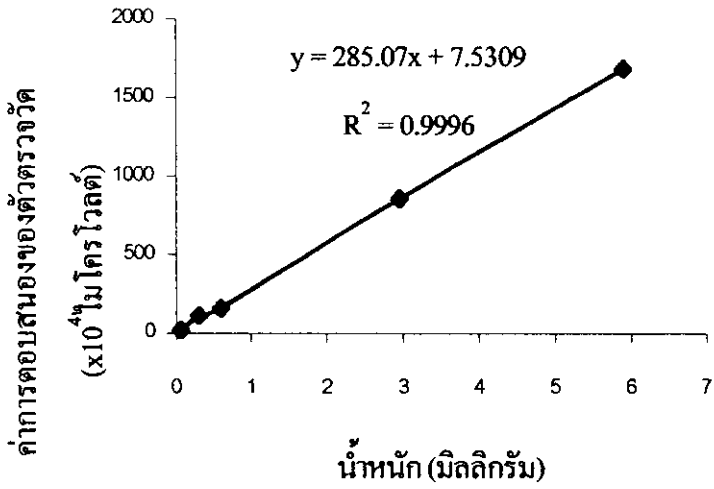
เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์สารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ ในตัวอย่างอากาศโดยการดูดซับด้วยตัวดูดซับแล้วสกัดออกจากตัวดูดซับด้วยตัวทำละลายเอซีโตน ดังนั้นจึงเตรียมกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ ในหน่วยไมโครกรัมของสารที่ต้องการวิเคราะห์ต่อมิลลิกรัมของตัวทำละลายที่ใช้สกัดสารออกจากตัวดูดซับโดยคำนวณจากสมการที่ (3) ซึ่งจะคิดจากจำนวนเท่าของสารแต่ละชนิดที่ยอมให้มีได้ในอากาศซึ่งกำหนดโดย OSHA ความเข้มข้นที่เตรียมจะอยู่ในช่วงที่ให้ค่าการตอบสนองเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐานแต่ละชนิด แล้ววิเคราะห์ด้วยเทคนิคเฮคสเปซตามข้อ 2.5.1 ซึ่งจากการทดลองได้เตรียมสารมาตรฐานเบนซีน ในช่วงความเข้มข้น 16, 32, 64 และ 95 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม สารมาตรฐานโทลูอินเตรียมในช่วงความเข้มข้น 75, 150, 380, 750, 2260, 3030, 5280, และ 7540 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม สารมาตรฐานไซลีน เตรียมในช่วงความเข้มข้น 59, 295, 590, 1179, 2956 และ 5905 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม สารมาตรฐานเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์ เตรียมในช่วงความเข้มข้น 10, 50, 100, 2000, 3000, 4000 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม จากผลการทดลองได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 37 ถึง 40



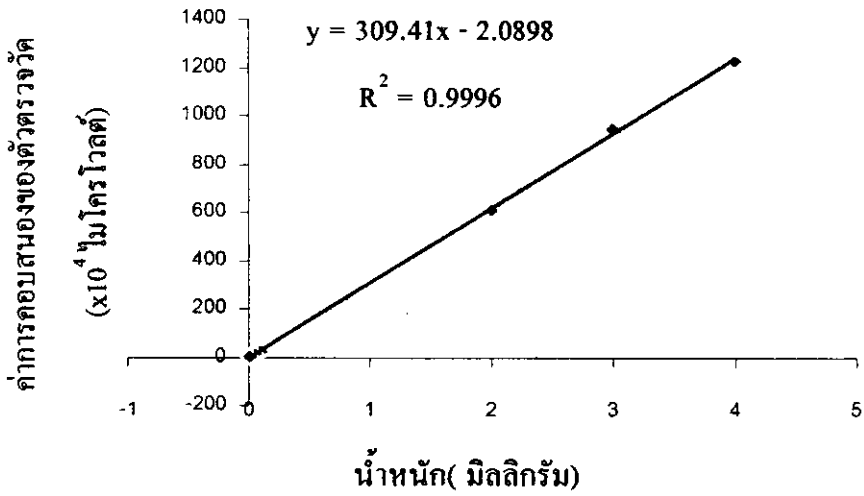
รูปที่ 37 แสดงกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเบนซีน



รูปที่ 38 แสดงกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานโทลูอีน



รูปที่ 39 แสดงกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานไซลีน



รูปที่ 40 แสดงกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเทอร์

3.8 ศึกษาปริมาณของสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอร์เทียร์บิวทิลอีเทอร์ในอากาศ บริเวณสถานีบริการน้ำมัน

3.8.1 การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง

ในการเลือกจุดเก็บตัวอย่างจะพิจารณาลักษณะที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมันจำนวนรถที่มาใช้บริการความหนาแน่นของยานพาหนะที่ผ่านไปได้แก่ สถานีบริการน้ำมันบางจากที่ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สถานีบริการน้ำมันคาร์ลเทคตั้งอยู่บริเวณสามแยกคอหงษ์ และ สถานีบริการน้ำมันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยตั้งอยู่บนถนนศุภสารรังสรรค์ บริเวณที่เก็บตัวอย่าง ดังแสดงใน รูปที่ 3-6 ลักษณะทั่วไปของจุดเก็บตัวอย่างมีดังนี้คือ

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เป็นสถานีบริการที่ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีการจราจรบนถนนไม่หนาแน่นมากนักรถที่มาใช้บริการส่วนใหญ่จะเป็นรถจักรยานยนต์ และรถยนต์ส่วนบุคคล มีจุดสำหรับจ่ายน้ำมันทั้งหมด 4 จุด

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เป็นสถานีบริการน้ำมันที่ตั้งอยู่บนถนนกาญจนาภิเษย์ อยู่ใกล้สามแยกคอหงษ์ จุดเก็บตัวอย่างนี้ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีการจราจรค่อนข้างหนาแน่น แต่มีรถมาใช้บริการค่อนข้างน้อย มีจุดสำหรับจ่ายน้ำมันทั้งหมด 8 จุด

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 เป็นสถานีบริการน้ำมันที่ตั้งอยู่บนถนนศุภสารรังสรรค์ ทางเข้าย่านการค้าเมืองหาดใหญ่ เป็นบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นตลอดทั้งวัน รถที่มาใช้บริการมีค่อนข้างหนาแน่น และรถที่มาใช้บริการมีทั้งรถบรรทุก รถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์มีจุดจ่ายน้ำมันทั้งหมด 12 จุด

ในการเก็บตัวอย่างจะคำนึงปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอร์เทียร์บิวทิลอีเทอร์ คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ในการศึกษารั้งนี้ได้ทำการเก็บ 2 ช่วงเวลาคือช่วงเช้าและช่วงบ่าย ซึ่งช่วงเช้าเป็นช่วงที่อุณหภูมิและความเร็วลมต่ำกว่าในช่วงบ่ายแต่ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้าจะสูงกว่าในช่วงบ่าย และจำนวนรถที่มาใช้บริการในช่วงเวลาเช้าจะมากกว่าในช่วงเวลาบ่าย

3.8.2 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์สารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และ เมทิลเอทิลเทียร์ บิวทิลเอเทอร์

การเก็บตัวอย่างสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และ เมทิลเอทิลเทียร์ บิวทิลเอเทอร์ ใน อากาศบริเวณสถานีบริการน้ำมัน จะวางอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอยู่ในระยะห่าง 30 เซนติเมตรจาก หัวจ่ายน้ำมันสูงจากพื้น 150 เซนติเมตร เริ่มทำการเก็บตัวอย่างโดยตัดปลายทั้ง 2 ข้างของหลอดตัว ดูดซับด้วยคัทเตอร์ แล้วต่อหลอดตัวดูดซับเข้ากับอุปกรณ์เก็บอากาศโดยวางหลอดเก็บตัวอย่างใน แนวตั้งและให้ส่วนหลัง (Section B) อยู่ใกล้กับอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (ASTM, D3686) ดังแสดงใน รูปที่ 2 ดูดอากาศผ่านหลอดตัวดูดซับด้วยอัตราเร็ว 100 มิลลิลิตรต่อนาที ให้ปริมาณอากาศทั้งหมด ที่ผ่านหลอดตัวดูดซับเท่ากับ 10 ลิตร บันทึกความชื้นสัมพัทธ์เมื่อเริ่มและหลังจากเก็บตัวอย่างเสร็จ นำมาหาค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ และความเร็วลม บันทึกทุกๆ 15 นาที และบันทึกจำนวนรถที่มาใช้บริการ เติมน้ำมันในระหว่างการเก็บตัวอย่าง ปิดอุปกรณ์เก็บอากาศนำหลอดตัวดูดซับออกจากที่จับปิดด้วย ฝาพลาสติกทั้งสองปลายทันที นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามวิธีที่ศึกษามาข้างต้น จากค่าการ ตอบสนองของตัวตรวจวัดที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณของสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน จาก น้ำหนักที่ได้คำนวณความเข้มข้นของสาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเอทิลเทียร์ บิวทิลเอเทอร์ในอากาศจากสมการที่ (12)

$$C_M = \frac{M}{V \cdot E_E} \quad (12)$$

C_M คือ ความเข้มข้นโดยน้ำหนัก (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ)

M คือ น้ำหนักต่อตัวอย่าง (ไมโครกรัม)

V คือ ปริมาตรของตัวอย่างอากาศ

E_E คือ ประสิทธิภาพการสกัด

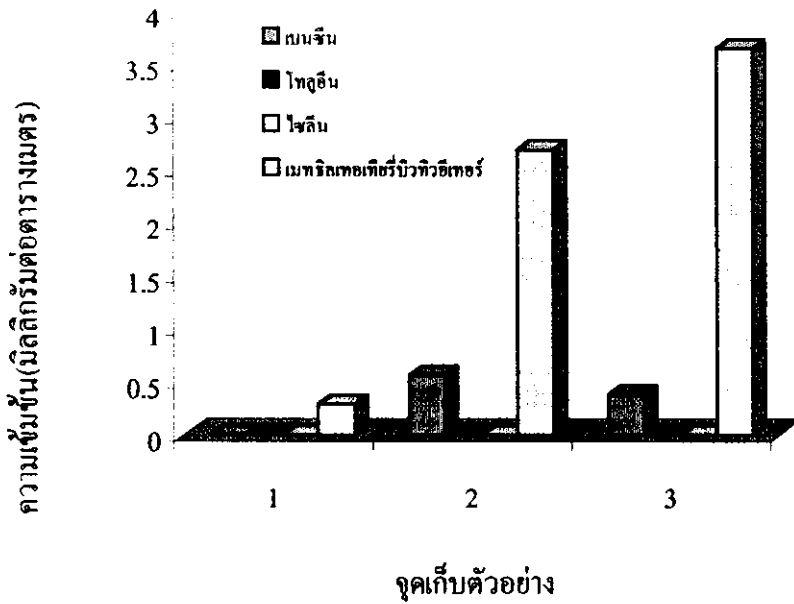
ตารางที่ 12 ความเข้มข้นของสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และ เมทิลเอทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์
ที่บริเวณสถานีบริการน้ำมันในช่วงเวลาเช้าและบ่าย

จุดเก็บที่	ช่วงเวลา	ความเข้มข้น(มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		เบนซีน	โทลูอิน	ไซลีน	เมทิลเอทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์
1	เช้า	N.D.	N.D.	N.D.	0.29
	บ่าย	0.12	N.D.	N.D.	2.54
2	เช้า	0.56	N.D.	N.D.	2.69
	บ่าย	0.80	N.D.	N.D.	2.38
3	เช้า	0.38	N.D.	N.D.	3.65
	บ่าย	0.83	N.D.	N.D.	2.54

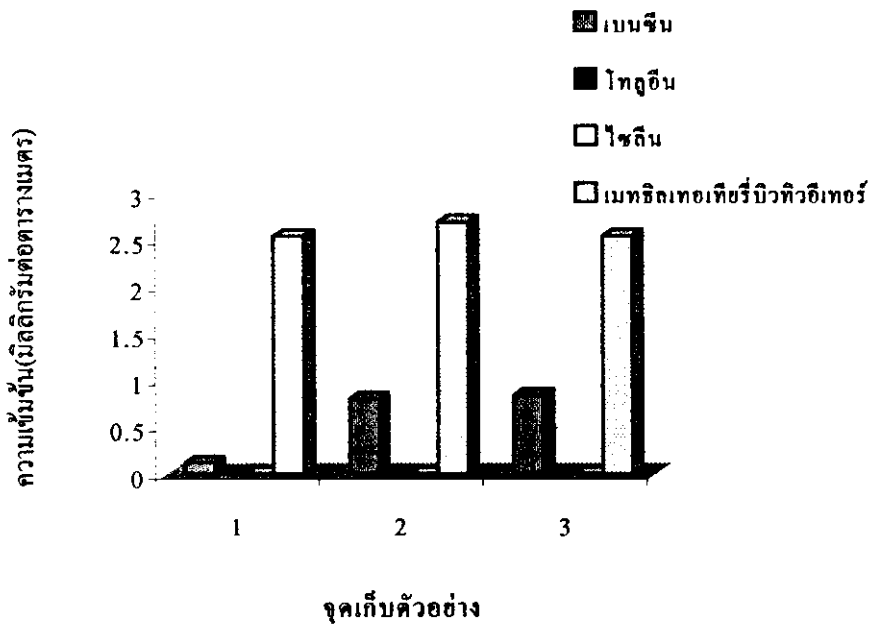
N.D. ค่ากว่าขีดจำกัดการตรวจวัด

ตารางที่ 13 แสดงสภาวะแวดล้อมและจำนวนรถที่มาใช้บริการบริเวณสถานีบริการน้ำมัน
ในขณะเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บที่	ช่วงเวลา	ระยะเวลา	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็วลม (กิโลเมตรต่อ ชั่วโมง)	จำนวนรถ (คัน)
1	เช้า	9.30-12.30	29	76	0.0-12.9	85
	บ่าย	12.40-15.40	31.5	65	12.9-23.2	58
2	เช้า	7.40-11.00	30	84	0.0-11.43	26
	บ่าย	11.30-14.30	33	60	7.2-16.9	12
3	เช้า	8.30-11.30	30.5	80	0.0-9.9	90
	บ่าย	11.40-14.40	33.5	66	6.5-13.4	47



รูปที่ 41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเบนซิน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลทอ เทียร์บิวทิลเอเทอร์ ในช่วงเวลาเช้า



รูปที่ 42 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเบนซิน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลทอเทอเรียร์บิวทิลเอเทอร์ ในช่วงเวลาบ่าย

จากผลการวิเคราะห์สาร จะเห็นว่า เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิล-อีเทอร์ในอากาศบริเวณสถานีบริการน้ำมัน จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 แห่ง พบว่าสารเมทิลเทอเทียร์บิวทิล-อีเทอร์จะมีความเข้มข้นสูงที่สุดทั้งในช่วงเช้าและบ่าย คืออยู่ในช่วง 0.29-3.65 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เพราะว่าสารเมทิลเทอเทียร์บิวทิล-อีเทอร์เป็นสารที่มีการเติมลงไปนํ้ามันเพื่อเพิ่มค่าออกเทน (Green, 1995) และส่วนเบนซีนความเข้มข้นที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 0.12-0.83 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณของเบนซีนที่มีอยู่ในนํ้ามันจะขึ้นอยู่กับนํ้ามันดิบที่นำมาใช้ในการกลั่นและขบวนการในการกลั่น เช่นเดียวกันกับ โทลูอิน และไซลีน ซึ่งโดยปกติจะมีอยู่น้อยมากในนํ้ามัน (McGraw-Hill, 1987) เพราะฉะนั้นในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างปริมาณของสารเหล่านี้จะแตกต่างกันเนื่องจากอาจจะมีค่าความแตกต่างของแหล่งนํ้ามันดิบและขบวนการกลั่นของแต่ละบริษัทนํ้ามัน ในการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่า โทลูอินและ ไซลีนจะมีความเข้มข้นต่ำมาก นอกจากนี้จุดเดือดของสารก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความเข้มข้นของสารทั้ง 4 ชนิด ซึ่งจุดเดือดของสารทั้ง 4 ชนิดเท่ากับ 55.2, 80.1, 110.6 และ 144.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับจะเห็นว่าเมทิลเทอเทียร์บิวทิล-อีเทอร์เป็นสารที่มีจุดเดือดต่ำที่สุดจึงสามารถระเหยได้ง่ายที่สุดที่อุณหภูมิเท่ากันรองลงมาคือ เบนซีนส่วนความแตกต่างของความเข้มข้นของสารที่ตรวจพบในช่วงเช้าและช่วงบ่ายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่เป็นนัยสำคัญ จะเห็นว่าอุณหภูมิขณะเก็บตัวอย่างต่างกันไม่มากนัก นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆอีกเช่น ความเร็วลมซึ่งในช่วงเช้าจะมีความเร็วลมต่ำกว่าในช่วงบ่ายและจำนวนรถที่มาใช้บริการพบว่าช่วงเช้าจะมีรถมาใช้บริการมากกว่าในช่วงบ่าย และพบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เป็นจุดที่พบว่ามีค่าความเข้มข้นต่ำสุดเนื่องจากเป็นสถานีบริการน้ำมันที่มีขนาดเล็กและรถที่มาใช้บริการส่วนใหญ่จะเป็นรถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนบุคคลทำให้ปริมาณน้ำมันที่จ่ายจะน้อยกว่าสถานีบริการที่มีรถบรรทุกขนาดใหญ่ไปใช้บริการ