

บทที่ 1

บทนำ

บทนำด้านเรื่อง

ในปัจจุบันปัญหาการปนเปื้อนของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่ง ที่นับวันจะทวีความรุนแรงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์ พืช และสัตว์ จึงได้มีงานวิจัยที่มุ่งเน้นในการพัฒนาเทคนิคและวิธีวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์

ตั้งแต่ปี ค.ศ 1990 Clean Air Act, U.S.A. ได้กำหนดให้สารเคมี 188 ชนิดเป็นสารที่เป็นมลภาวะทางอากาศเนื่องจากสารเคมีเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญในการทำลายสิ่งแวดล้อมและยังมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่นก่อให้เกิดโรคมะเร็ง ทำลายระบบประสาท เป็นต้น แหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศมีได้หลายสาเหตุด้วยกันจากรายงานของ United State Environmental Protection Agency (US. EPA) เมื่อปี ค.ศ 1993 มลสารทางอากาศเกิดได้จากหลายแหล่งกำเนิด อย่างเช่น โรงงานผลิตสี โรงงานกลั่นน้ำมัน ยานพาหนะที่อยู่บนท้องถนน ภูเขาไฟระเบิด ไฟไหม้ป่า และยังมีแหล่งกำเนิดขนาดเล็กอีกมากมาย (House, 1999) จากการศึกษาในปี ค.ศ 1993 ของเมืองซานฟรานซิสโก ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าต้นกำเนิดของมลสารชนิด เบนซีน และ 1,3 - บิวทาไดอิน (1,3 - Butadiene) มากที่สุดมาจากยานพาหนะที่ขับขึ้นบนถนนรองลงมาคือยานพาหนะทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ของการเกิดสาร เบนซีน และ สาร 1,3 - บิวทาไดอิน

(1,3 - Butadiene) จากต้นกำเนิดต่างๆ

| สารประกอบ | ยานพาหนะที่ขับขึ้นบนถนน | ยานพาหนะทั่วไป | แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่และอื่นๆ | รวม |
|---------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------|
| 1,3 Butadiene | 36,660 ตัน (46.9%) | 16,630 ตัน (21.2%) | 24,940 ตัน (31.9%) | 78,230 ตัน |
| Benzene | 207,300 ตัน (47%) | 90,000 ตัน (20%) | 145,100 ตัน (33%) | 442,400 ตัน |

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก House (1999)

สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน(Aromatic hydrocarbons) เป็นสารประกอบอีกประเภทหนึ่งที่เป็นมลพิษทางอากาศ ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม ทั้งในดิน และอากาศ สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบซึ่งมีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงและแก๊สธรรมชาติ ดังนั้น การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในชีวิตประจำวันจึงเป็นต้นเหตุสำคัญ ในการทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในอากาศ ในขณะที่มีการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้แก่พาหนะที่มาใช้บริการ หรือในขณะที่มีการส่งถ่าน้ำมัน ทำให้สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถระเหยกลายเป็นไอ และปนเปื้อนเข้าสู่บรรยากาศ โดยรอบได้ที่อุณหภูมิปกติ (Periago, et al., 1997) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่สำคัญ และมีผลกระทบต่อสุขภาพสูง ได้แก่ เบนซีน(Benzene) โทลูอิน (Toluene) และไซลีน (Xylene) ซึ่งมีจุดเดือดเท่ากับ 80-81 °C, 110-111 °C และ 143-144 °C ตามลำดับ ซึ่งสารเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้น อาจเกิดขึ้นได้ทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง

ในกรณีที่สุดคมสารเบนซีน ซึ่งเป็นสารที่ถูกกำหนดให้เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ ผลกระทบแบบเฉียบพลันคือ ทำให้เกิดการระคายเคืองของหลอดลม ไอ เสียงแหบ และอาจมีผลต่อปอด ในกรณีที่สุดคมที่ความเข้มข้น 300 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร เป็นเวลา 30 นาที จะทำให้เกิดอาการคลื่นเหียน ใจสั่น เจ็บคอ ปวดศีรษะและสับสน สำหรับผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรัง พบว่ามีผลกระทบต่อระบบโลหิต และมีรายงานว่า เป็นผลทำให้เกิดมะเร็งในเม็ดเลือด และโรคโลหิตจางในมนุษย์ (Hazmatmag, 1999)

ผลกระทบต่อสุขภาพของสารโทลูอิน พบว่าเมื่อสุดคมสารชนิดนี้เข้าสู่ร่างกาย จะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการเคลิบเคลิ้ม วิงเวียนศีรษะ สับสน เกิดภาพหลอน กล้ามเนื้อแขนขาทำงานผิดปกติ หูอื้อ ตาลาย และอาจสลบได้เมื่อสุดคมโทลูอิน เป็นระยะเวลา นานๆ จะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ภาวะอาหาร ดับ ไต เลือด และผิวหนังได้ (Emedicine, 2001)

สำหรับไซลีน ถึงแม้ว่าจะไม่เป็นสารที่ถูกกำหนดให้เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ แต่เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกาย ก็จะมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทั้งแบบเฉียบพลัน และแบบเรื้อรัง เช่นกัน ผลกระทบแบบเฉียบพลันที่เกิดขึ้นโดยทั่วไป ได้แก่ ในกรณีที่สุดคมไอของไซลีน เป็นเวลา 30-60 นาที จะทำให้มีผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการ ปวดศีรษะ อาเจียน สับสน อ่อนเพลีย อาจจะสลบและเสียชีวิตได้ สำหรับผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรัง จะทำให้มีผลกระทบต่อตับ ไต และอาจทำให้เกิดโรคโลหิตจาง (Mednet, 2001)

เนื่องจากสารเบนซีนเป็นสารมลพิษที่ก่อมะเร็งในมนุษย์จึงมีหลายหน่วยงานที่ให้ความสนใจ และกำหนดค่าความเข้มข้นที่ยอมรับให้มีได้ในสิ่งแวดล้อมดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความเข้มข้นของสารเบนซีนที่ยอมรับให้มีได้ในสิ่งแวดล้อม
ซึ่งกำหนดโดยองค์กรต่างๆ

| องค์กร | ข้อกำหนด | ค่าที่กำหนด |
|---------------------------------|--|--|
| US EPA | Reference Concentration (RfC) – (Inhalation) | - |
| | Inhalation Unit Risk (UR) – lifetime Exposure | $2.2 \cdot 10^{-6}$ to $7 \cdot 10^{-6}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹ |
| | Maximum contaminant Level (MCL) in Drinking water | 5 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| WHO | Drinking water Guideline Value | 10 g/L |
| Health Canada | Maximum Acceptable Concentration (MAC) in Drinking water | 5 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| Environment Canada | Tumourigenic Concentration | 15 mg/m^3 |
| Ontario Ministry of Environment | Maximum Acceptable Concentration (MAC) (Drinking Water) | 5 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| | Interim Provincial Water Quality Objective | 100 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| ACGIH | Threshold Limit Value – TWA (8 Hr. Workshift) | 100 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| NIOSH | Recommended Exposure Limit – Ceiling (15 min) | 1 ppm |
| | Recommended Exposure Limit – TWA (8 Hr. Workshift) | 0.1 ppm |
| OSHA | Permissible Exposure Limit – Time Weighted Average | 10 ppm |
| | Ceiling Limit | 25 ppm |

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hazmatmag (1999)

ในการวิเคราะห์สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี นั้น สามารถใช้เทคนิคเฮดสเปซ (Headspace) ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อช่วยลดขั้นตอน และป้องกันการระเหยของสารที่ต้องการวิเคราะห์ในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง และลดการรบกวนของเมทริกซ์ (Matrix)

คำว่า เฮดสเปซ หมายถึงปริมาตรของไอระเหย หรือบริเวณที่เป็นแก๊สเหนือตัวอย่าง ในภาชนะปิด (Green, 1995) เทคนิคเฮดสเปซ จึงต่างจากเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีทั่วไปคือ ในการฉีดตัวอย่าง จะนำส่วนที่เป็นไอเหนือส่วนที่ไม่ระเหย ที่เป็นของแข็ง หรือของเหลว นั้น เข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีโดยตรง (แมน อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม, 2535)

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเฮดสเปซ สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. แบบสแตติก (Static Headspace)
2. แบบไดนามิก (Dynamic Headspace)

แบบสแตติก

เป็นการปล่อยให้เกิดสภาวะสมดุลของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่สามารถระเหยได้ระหว่าง 2 เฟส คือ เฟสที่เป็นของแข็งหรือของเหลวซึ่งในที่นี้คือตัวอย่าง กับเฟสที่เป็นแก๊สที่อุณหภูมิที่กำหนด จากนั้นชักตัวอย่างที่เป็นไอในเฟสที่เป็นแก๊สด้วยเข็มฉีดยาเฉพาะสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นแก๊ส เพื่อทำการแยกด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีต่อไป

แบบไดนามิก

ในระยะแรกเป็นเทคนิคการเตรียมตัวอย่างโดยการแทนที่สารที่จะวิเคราะห์ในบริเวณเฮดสเปซ ด้วยแก๊สเฉื่อยแบบต่อเนื่องเข้าสู่เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ต่อมาขั้นตอนนี้อาจลดลงได้ โดยการชักตัวอย่างอากาศด้วยอัตราเร็วคงที่ค่าหนึ่งในเวลาที่กำหนด ผ่านอุปกรณ์ที่สามารถจับสารที่ต้องการวิเคราะห์ไว้ จัดเป็นวิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อให้สารที่จะวิเคราะห์มีความเข้มข้นสูงขึ้นซึ่งสามารถทำได้ 2 แบบ ได้แก่

- 1) ใช้ Cryogenic trap
- 2) ใช้ตัวดูดซับที่เหมาะสม (Adsorbent trap) จากนั้นคืนการดูดซับด้วยความร้อน เพื่อให้สารที่ต้องการวิเคราะห์เข้าสู่เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพ ของสารประกอบ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในตัวอย่างอากาศ โดยใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ชนิดแก๊สโครมาโทกราฟี ที่มีตัวตรวจวัดชนิดเฟลมไอออนไนเซชัน และการเตรียมตัวอย่างด้วยเทคนิคเฮดสเปซนั้น เนื่องจากความเข้มข้นของสาร เบนซีน โทลูอีน ไซลีน และเมทิลเทอเทอรับิวทิลอีเทอร์ ในอากาศมีต่ำมาก ดังนั้นจึงต้องมีขั้นตอนของการเพิ่มความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ และเป็นการช่วย ในการแยกสารที่ต้องการวิเคราะห์

ออกจากสารที่เป็นตัวรบกวน (Eva and Svetlana, 1995) การดูดซับสารประกอบระเหยที่ปนเปื้อนในอากาศไว้บนตัวดูดซับ อาจใช้หลอด ตัวดูดซับ หรือตลับที่บรรจุตัวกรอง หรืออุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งไอของสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอากาศจะถูกดูดซับโดยลักษณะทางกายภาพ ตัวดูดซับคาร์บอนมีหลายชนิดด้วยกันเช่น ถ่านกัมมันต์ (Activated Charcoal) โมเลกุลกล่าซีฟ (Molecular Sieves) กราไฟต์คาร์บอนแบล็ค (Graphitized Carbon Black) และคาร์บอนชนิดมีรูพรุน (Porous Carbon) ซึ่งตัวดูดซับแต่ละชนิด จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันทางเคมี และทางกายภาพ เช่น รูปร่าง ขนาด พื้นที่ผิว ปริมาตรของรูพรุน และความเยื่อต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี เป็นต้น (Eva and Svetlana, 1995) ตัวดูดซับคาร์บอน (Carbon Sorbent) เป็นตัวดูดซับที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง สำหรับการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์ในอากาศ ตัวดูดซับถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทอริบิวทิลอีเทอร์ (NIOSH, 1994) การคายการดูดซับสารที่ต้องการวิเคราะห์ออกจากตัวดูดซับเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ สามารถทำได้โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม (Solvent Desorption) และตัวทำละลายที่ใช้สำหรับการสกัดสารจะต้องไม่รบกวน สารที่ต้องการวิเคราะห์ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี และจะต้องมีประสิทธิภาพในการสกัดสารที่ต้องการวิเคราะห์ออกจากตัวดูดซับสูง หรือคายการดูดซับโดยการใช้ความร้อน (Thermal Desorption) ซึ่งวิธีนี้จะมีควมไววิเคราะห์สูง (Martin, 2000) จากนั้นวิเคราะห์ส่วนที่เป็นไอด้วยอุปกรณ์แก๊สโครมาโทกราฟี

การตรวจเอกสาร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีต่างก็มีความแตกต่างกันในขั้นตอนการวิเคราะห์ เช่นการเลือกใช้คอลัมน์ ตัวตรวจวัด สถานะการทดลอง รวมทั้ง การศึกษาการเพิ่มความไววิเคราะห์ในการเตรียมตัวอย่างด้วยเทคนิคเสกตเปซ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเทคนิคที่ใช้ในการเตรียมสารตัวอย่างให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น เช่นการเลือกใช้ตัวดูดซับและเทคนิคในการคายการดูดซับที่ต่างกันซึ่งได้เผยแพร่ตีพิมพ์เช่น

Eugene และคณะ (Eugene, et al., 1960) ได้ศึกษาการแยกสารอะโรแมติกไฮโดรคาร์บอนโดยใช้คอลัมน์โครมาโทกราฟี ชนิด 1.00 กรัมของอะลูมินัม (Aluminum) ซึ่งล้างด้วยกรดแล้วอบที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เติมนลงในสารละลาย เบนซีนในคลอโรฟอร์ม (Chloroform) เมื่อระเหยคลอโรฟอร์มออก สารเบนซีนก็จะจับอยู่บนอะลูมินา หลังจากนั้นชะสารเบนซีนออกจากอะลูมินาโดยใช้ 100.00 มิลลิลิตร ของตัวทำละลายผสมเพนเทน (Pentane) และ อีเทอร์ 0, 3, 6, 9 และ 12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในการแยกด้วยวิธีนี้จะต้องทำในที่มืด หลังจากนั้นนำส่วนที่ได้จาก

การผ่านคอลัมน์โครมาโทกราฟ 15 ถึง 20 มิลลิลิตร นำมาระเหยให้แห้งในที่มืด นำตะกอนที่ได้ละลายด้วยเพนเทน แล้ววิเคราะห์ชนิดของสารอะโรแมติกไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างอากาศด้วยเทคนิคยูวีวิสิเบิลสเปกโทรเมตรี (UV Visible Spectrometry) ที่ความยาวคลื่น 220-450 นาโนเมตร

Durrett และคณะ (Durrett, et al., 1960) ศึกษาการแยกสารอะโรแมติกไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันปิโตรเลียมโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีชนิด แก๊ส - โซลิด โครมาโทกราฟีเป็นการแยกโดยใช้เฟสที่อยู่กับที่เป็นของแข็งไม่มีสารอื่นเคลือบอยู่ จากการศึกษพบว่าการใช้เทคนิคนี้ให้ความถูกต้องแม่นยำสูงกว่าเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโทรเมตรี

Mckenna and Idleman (1960) ได้ศึกษาการแยกสารไฮโดรคาร์บอนที่มีขนาดโมเลกุลเล็กโดยใช้เทคนิคแก๊ส-โซลิด โครมาโทกราฟี โดยใช้เฟสอยู่กับที่เป็นของแข็ง 2 ชนิดคือซิลิกา เจล (silica gel) และเอ็คติเวเต็ดอะลูมินา (activated alumina) ที่มีขนาดอนุภาค 60/80 เมช บรรจุในคอลัมน์ สเตนเลสสตีล ยาว 20 ฟุต เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 นิ้ว แล้วนำไปวิเคราะห์สารผสมไฮโดรคาร์บอนที่มีทั้งชนิดที่อิ่มตัวและไม่อิ่มตัว พบว่าเมื่อทำการแยกโดยใช้อุณหภูมิของคอลัมน์ 91 องศาเซลเซียส สารที่มีจุดเดือดต่ำจะแยกได้อย่างสมบูรณ์กว่าการแยกที่อุณหภูมิ 30 ถึง 50 องศาเซลเซียส ส่วนสารประกอบที่มีจุดเดือดสูงขึ้นพบว่ามีเกิดการเกิดพีคเทลลิง (peak tailing) ขึ้น และจากการศึกษาการพัฒนาเฟสอยู่กับที่โดยการเคลือบ 20.8 เปอร์เซนต์โพรพิลีนคาร์บอเนต (Propylene carbonate) บนเอ็คติเวเต็ดอะลูมินาแล้วนำไปแยกสารกลุ่มเดียวกันที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส พบว่าทำให้ประสิทธิภาพการแยกสูงขึ้น

Friant (Friant, 1979) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเฮกซ์เพนในการวิเคราะห์สารอินทรีย์ปริมาณน้อยในตัวอย่างน้ำในสิ่งแวดล้อม ด้วยเทคนิคสแตติกเฮกซ์เพนแก๊สโครมาโทกราฟี ซึ่งมีตัวตรวจวัดเป็นชนิดฟลอมไอออนไนเซชัน คอลัมน์ที่ใช้เป็นสเตนเลสสตีลเพ็คคอลัมน์ยาว 6 ฟุต เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1/2 นิ้ว บรรจุด้วยเฟสอยู่กับที่ชนิด 20% SE เคลือบบน 80/100 เมช แก๊สโครมาทิว (Gas Chrom Q) และทำการวิเคราะห์โดยใช้อุณหภูมิคงที่ (Isothermal) โดยการศึกษาผลของอุณหภูมิ ความเข้มข้นของเกลือ และ พีเอช (pH) จากการศึกษารูปประกอบ เมทธิลอีเทอร์คีโตน (Methyl ether ketone) ไนโตรอีเทน (Nitroethane) บิวทานอล (Bethanol) ไดออกเซน (Dioxane) พบว่าความเข้มข้นของเกลือมีผลทำให้เพิ่มความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ในแก๊สเฟสได้ถึง 66 เท่า เมื่อเทียบกับการที่ไม่มีการเติมอิเล็กโตรไลต์และพบว่าพีเอชไม่มีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของสารในแก๊สเฟส

Steichen (1976) ได้ศึกษาการเพิ่มความไววิเคราะห์โดยการปรับปรุงตัวทำละลายในการวิเคราะห์ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (vinyl chloridemonomer) บิวทาไดอีนอคริไลนไตร์ (butadiene acrylonitrile) และ 2-เอทิลเฮกซิลอะซิเลต (2-ethylhexyl aceylate) ซึ่งพบว่าเมื่อเติมน้ำกลั่นลงใน

สารละลายพอลิเมอร์ที่มีไดเมทิลอะซิเตท (dimethylacetamide) เป็นตัวทำละลายแล้ววิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปีแก๊สโครมาโทกราฟี ที่มีตัวตรวจวัดเป็นชนิดเฟรมไอออนไนเซชันเฟสอยู่กับที่ที่ใช้ในการแยกคือ 0.4% คาร์โบแว็กซ์ (carbowax) เคลือบอยู่บนคาร์โบแพค เอ (carbopak A) และอุณหภูมิของสเปกโตรสโกปีเท่ากับ 90 องศาเซลเซียส ค่าการตอบสนองของการวิเคราะห์ 2-เอทิลเฮกซิลอะซิเตท เพิ่มขึ้นถึง 200 เท่าเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์โดยไม่มีการเติมน้ำกลั่น

Cox และ Earp (Cox and Earp, 1982) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาสารอินทรีย์ปริมาณน้อยในอากาศด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี โดยใช้ตัวตรวจวัดชนิดเฟรมไอออนไนเซชันและโฟโตไอออนไนเซชันพร้อมกัน คอลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นคอลัมน์ชนิด SE 30 ยาว 60 เมตร การเก็บตัวอย่างอากาศเก็บโดยใช้ภาชนะที่มีความดันภายใน (Pressurized canisters) กระจกพลาสติกหรือและเก็บบนของแข็งดูดซับซึ่งโดยวิธีนี้ทำการชะสารอินทรีย์ออกจากตัวดูดซับโดยใช้ความร้อน แล้วกำจัดความชื้นออกจากสารอินทรีย์แล้วจึงทำให้สารเข้มข้นขึ้นด้วยเทคนิคโครยोजินิกแทรปปิง (Cryogenic-trapping) แล้วผ่านสารที่ต้องการวิเคราะห์ไปยังคอลัมน์ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี หลังจากนั้นแยกสารที่ออกจากคอลัมน์ไปยังตัวตรวจวัดชนิดเฟรมไอออนไนเซชันและโฟโตไอออนไนเซชันพร้อมๆกัน โดยวิธีนี้สามารถวิเคราะห์สารอินทรีย์ในอากาศได้ถึง 14 ชนิดเนื่องจาก การตอบสนองของตัวตรวจวัดเฟรมไอออนไนเซชันต่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจะขึ้นกับ จำนวนอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบนั้นๆ ส่วนตัวตรวจวัดโฟโตไอออนไนเซชันค่าการตอบสนองจะขึ้นกับจำนวนพันธะคู่ และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์ได้ถึงระดับความเข้มข้นต่ำกว่าส่วนในพันล้านส่วน (sub-ppb)

Lowell และคณะ (1970) ได้ศึกษาวิธีการวิเคราะห์เพื่อหาความเข้มข้นของไอของตัวทำละลายอินทรีย์ 14 ชนิดในอากาศบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมในการทำให้สารที่ต้องการวิเคราะห์เข้มข้นขึ้นทำโดยใช้หลอดตัวดูดซับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4 มิลลิเมตร บรรจุด้วยตัวดูดซับชนิดถ่านกัมมันต์ (Activated Charcoal) ขนาด 20/40 เมช หนัก 180 มิลลิกรัม และคายการดูดซับสารที่ต้องการวิเคราะห์ออกจากตัวดูดซับโดยใช้ตัวทำละลายคาร์บอนไดซัลไฟด์ ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร หลังจากนั้น นำ 5 ไมโครลิตร คาร์บอนไดซัลไฟด์วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี คอลัมน์ที่ใช้บรรจุด้วยสแตชันนารีเฟสชนิดโครโมโซป ดับบริว (Chromosorp W) ขนาด 80/100 เมช เคลือบด้วย 10 เปอร์เซ็นต์ FFAP และใช้เฟรมไอออนไนเซชันเป็นตัวตรวจวัด จากการศึกษาประสิทธิภาพของการคายการดูดซับพบว่าประสิทธิภาพของการคายการดูดซับของสารอินทรีย์บนตัวดูดซับถ่านกัมมันต์มีค่า มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ยกเว้นสารที่มีความมีขั้วสูงเช่น เอทานอลและไพรีดีนจะให้ประสิทธิภาพการคายการดูดซับต่ำ

Morgan and Bradley (1989) ได้ศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์ไอระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงในอากาศโดยการใช้พอร์สโพลิเมอร์ชนิดที่เน็กซ์จี (tenax GC) เป็นตัวดูดซับ แล้วคายการดูดซับโดยการนำหลอดบรรจุตัวดูดซับที่มีสารที่ต้องการวิเคราะห์ไปวางในอุปรกรณ์ให้ความร้อนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ซึ่งตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที โดยมีแก๊สฮีเลียมไหลผ่านด้วยอัตราการไหล 15 มิลลิลิตรต่อนาทีแล้ววิเคราะห์สารที่คายออกมาด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี พบว่าซึ่งเป็นตัวดูดซับที่สามารถดูดซับสารระเหยอินทรีย์ได้ดี ไม่ดูดซับน้ำ และทนความร้อนได้สูงถึง 350 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถดูดซับสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น เมทธานอล กรดอะซิติกฟอร์มัลดีไฮด์ ได้ และตัวดูดซับชนิดนี้ยังสามารถนำมาใช้ซ้ำได้อีก โดยการนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-6 ชั่วโมงภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน

Periago และคณะ (Periago et al, 1997) ได้ศึกษาหาปริมาณของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในอากาศบริเวณสถานีบริการน้ำมันโดยทำการเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเป็นชนิด Diffusive sampler แล้วคายการดูดซับโดยการสกัดด้วย 1.5 มิลลิลิตรของตัวทำละลายคาร์บอนไดซัลไฟด์เป็นเวลา 30 นาที แล้ววิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีที่มีตัวตรวจวัดเป็นชนิดเฟลมไอออนไนเซชัน คอลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มีเฟสอยู่กับที่เป็น 0.5 ไมโครเมตรคลอสลิงเมททิวซิลิโคน (crosslinked methyl silicone) ยาว 50 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.2 มิลลิเมตร นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณของน้ำมันที่ขายซึ่งจะมีผลต่อปริมาณสารระเหยอินทรีย์ในอากาศด้วย ในการศึกษาพบว่า ปริมาณของสารระเหยอินทรีย์ในอากาศในเดือนกรกฎาคมจะมีปริมาณสูงกว่าในเดือนมีนาคม เนื่องจากในเดือนดังกล่าวมีอุณหภูมิของอากาศสูงกว่าและปริมาณน้ำมันที่ขายก็สูงกว่าด้วย

Koziel และคณะ (Koziel, et al., 1999) ได้ใช้เทคนิคการสกัดด้วยโซลิดเฟสไมโครเอกแทรกชัน (Solid Phase Microextraction, SPME) ในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์และตรวจติดตามความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ (VOCs) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) และอนุภาคขนาดเล็กในอากาศ และวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแบบพกพาซึ่งมีตัวตรวจวัดชนิดโฟโตไอออนไนเซชัน (Photoionization) เฟรมไอออนไนเซชัน และตัวตรวจวัดชนิดไคร์อิเล็กโตรไลติกคอนดักติวิตี (Dry Electrolytic Conductivity) พบว่าตัวตรวจวัดชนิดโฟโตไอออนไนเซชันมีความไวต่อการวิเคราะห์สารเบนซีน โทลูอีน และไซลีน มากกว่าตัวตรวจวัดชนิดเฟรมไอออนไนเซชัน และตัวตรวจวัดชนิดไคร์อิเล็กโตรไลติกคอนดักติวิตีจะมีความไวต่อการวิเคราะห์สารประกอบพอลิฮาโลเจนเต็ดไฮโดรคาร์บอน (Halogenated Hydrocarbon) และจากการใช้เทคนิคการสกัด

โซลิดเฟสไมโครเอกเทรกชันนี้จะใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์เพียง 15 นาทีต่อหนึ่งตัวอย่าง นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ได้ที่ระดับความเข้มข้น 700 ส่วนในล้านล้านส่วน และเป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ตรวจติดตามในภาคสนาม

Menendez และคณะ (Menendez , et al., 2000) ศึกษาการวิเคราะห์สาร เบนซีน โทลูอิน เอทิลเบนซีน และไซลีนในตัวอย่างน้ำโดยใช้เทคนิคสแตติกเฮดสเปซ (static Headspace) เทคนิคการสกัดด้วยโวลิวล์เฟสเอกเทรกชัน (Solid phase extraction, SPE) และเทคนิคการสกัดด้วยโซลิดเฟสไมโครเอกเทรกชัน ในการเตรียมตัวอย่างและทำให้สารที่ต้องการวิเคราะห์มีความเข้มข้นมากขึ้นสามารถทำได้ในขั้นตอนเดียว และเป็นวิธีที่ใช้ตัวทำละลายในการสกัดน้อย และสะดวกแล้ววิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีที่มีตัวตรวจวัดเป็นชนิดเฟรมไอออนไนเซชัน จากการศึกษาพบว่าการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีนี้สามารถตรวจวิเคราะห์สารเบนซีน โทลูอิน เอทิลเบนซีน และไซลีน ที่ระดับความเข้มข้นนาโนกรัมต่อมิลลิลิตร และพิโคกรัมต่อมิลลิลิตร

นอกจากการวิเคราะห์สารประกอบอะโรแมติกไฮโดรคาร์บอนในอากาศด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแล้ว Gerlach และคณะ (Gerlach et.al, 1996) ยังได้ศึกษาพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารเบนซีน โทลูอิน และไซลีน โดยอาศัยการตรวจด้วยอิมมูโน (immunoassay) โดยใช้เอนไซม์เป็นตัวทำปฏิกิริยา แล้วเกิดสารที่มีสีขึ้น จากการวัดความเข้มแสงของสารที่เกิดขึ้นสามารถบอกได้ว่ามีสารเบนซีน โทลูอิน และไซลีน ในตัวอย่างหรือไม่โดยเมื่อนำผลที่ได้มายืนยันโดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี โดยใช้สภาวะการทดลองตาม EPA Method 8020 (U.S. EPA. 1986) พบว่าให้ผลผิดพลาดทางลบ 6 เปอร์เซ็นต์และให้ผลผิดพลาดทางบวก 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเทคนิคนี้สามารถใช้ในการตรวจเบื้องต้นสำหรับการตรวจวิเคราะห์ภาคสนามได้ดี และใช้เวลาในการตรวจวิเคราะห์ประมาณ 30 นาที

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของการวิเคราะห์ปริมาณสารระเหยอินทรีย์ในอากาศโดยใช้เทคนิคสแตติกเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟี ที่มีตัวตรวจวัดชนิดเฟรมไอออนไนเซชัน โดยการเพิ่มความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์โดยใช้ไหลคอบรรจุตัวดูดซับชนิดถ่านกัมมันต์และคายการดูดซับด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม ซึ่งเทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่ใช้ตัวทำละลายน้อย และไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมที่มีราคาสูง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณในการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์ในอากาศโดยเทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟี
2. ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการเพิ่มความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ในการดูดซับและคายการดูดซับด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม
3. ศึกษาปริมาณสารระเหยอินทรีย์บริเวณสถานีบริการน้ำมัน โดยใช้เทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟีและสภาวะการทดลองข้างต้น
4. ศึกษาปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อปริมาณสารระเหยอินทรีย์บริเวณสถานีบริการน้ำมัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของการใช้เทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟีในการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์ปริมาณน้อยที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศ
2. ได้ทราบถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศโดยเทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟี
3. ได้ทราบปริมาณสารระเหยอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศบริเวณสถานีบริการน้ำมันในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
4. ได้ข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิจัยและพัฒนาวิธีที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้เทคนิค เฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟีในการหาปริมาณสารระเหยอินทรีย์ ชนิด เบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเมทิลเทอเทียร์บิวทิลเอเทอร์
2. ศึกษาเทคนิคการเก็บตัวอย่างสารระเหยอินทรีย์ในอากาศ
3. ศึกษาเทคนิคการเตรียมตัวอย่างสารระเหยอินทรีย์ในอากาศในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเฮดสเปซแก๊สโครมาโทกราฟี