



การตรวจติดตามสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่เป็นพิษและเป็นสารก่อให้เกิดโอโซนในอากาศ

ผู้จัดทำ: รติมาศ บุญล้อม

บทนำ

ระดับมลพิษในอากาศมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตามกิจกรรมของมนุษย์ ณ เวลานั้นๆ นอกเหนือจากแก๊สพิษและฝุ่นละอองขนาดเล็กแล้ว สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds, VOCs) ก็เป็นกลุ่มสารที่สามารถก่อให้เกิดมลพิษในอากาศได้เช่นเดียวกัน

สาร VOCs คือ สารที่มีอะตอมของ ธาตุคาร์บอนและธาตุไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบหลักและอาจมีอะตอมของธาตุอื่นๆ เช่น คลอรีน ออกซิเจน ฟลูออรีน โบรมีน ซัลเฟอร์ หรือไนโตรเจนประกอบด้วย สาร VOCs สามารถแบ่งได้ 2 ชนิดตามองค์ประกอบ คือ

- 1) กลุ่ม non-Chlorinated VOCs เป็นกลุ่มที่ไม่มีอะตอมของธาตุคลอรีนเป็นองค์ประกอบ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซโซลีน เฮกเซน แอลกอฮอล์ แอลดีไฮด์ คีโตน โทลูอิน เบนซีน เอทิลเบนซีน ไซลีน ฟีนอล เป็นต้น
- 2) กลุ่ม Chlorinated VOCs เป็นกลุ่มที่มีอะตอมของธาตุคลอรีนเป็นองค์ประกอบ โดยมากเป็นสารสังเคราะห์ที่มีความเป็นพิษและมีความเสถียรในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารกลุ่มแรก จึงยากต่อการสลายตัว ทำให้เกิดการสะสมในสิ่งแวดล้อมในปริมาณมาก

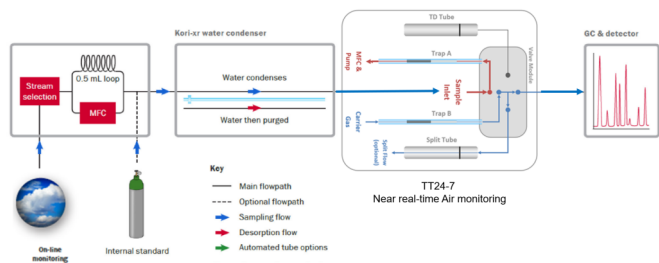
นอกเหนือจากสาร VOCs จะก่อให้เกิดพิษต่อมนุษย์ได้โดยตรงแล้ว สาร VOCs ยังเป็น Ozone precursors โดยมีส่วนเป็นสารตั้งต้นทำให้เกิดโอโซนระดับพื้นดิน ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และสาร VOCs โดยมีแสงแดดเป็นตัวกระตุ้น (photochemical reactions) ซึ่งเมื่อโอโซนระดับพื้นดินมีความเข้มข้นสูง อาจทำให้เกิดการหายใจติดขัด ไอ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียร และการระคายเคืองต่อปอดได้

ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการตรวจติดตามสาร VOCs ในอากาศแบบทันที เนื่องจาก การเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์สาร VOCs ซึ่งเป็นกลุ่มสารที่มีหลากหลายชนิด จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์หรือวิธีการเก็บตัวอย่างแตกต่างกันตามวิธี

มาตรฐาน เช่น EPA TO-15 ใช้ Canister หรือ EPA TO-17 หรือ EPA 325 ใช้หลอดเก็บตัวอย่าง เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทำให้ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน และผลการวิเคราะห์ไม่เป็นปัจจุบันส่งผลให้การแจ้งเตือนต่อสาธารณะไม่ทันทั่วถึง

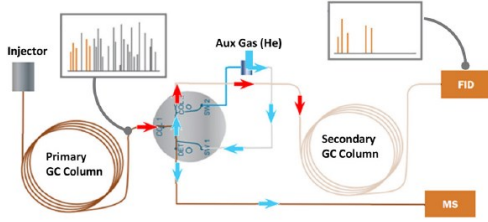
สำหรับระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์สาร VOCs ในอากาศแบบทันที (on line analysis) คือ การเตรียมตัวอย่างแบบเทอร์มอลดีซอร์พชัน (Thermal Desorption, TD) ร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography, GC) ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดงระบบการเก็บตัวอย่างอากาศแบบอัตโนมัติ

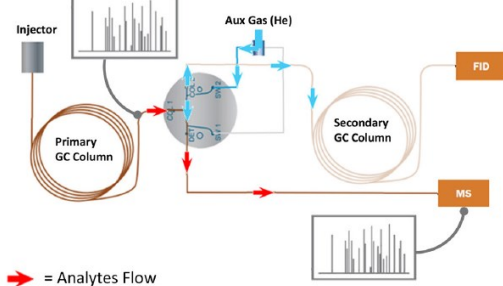


การเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยระบบ GC จำเป็นต้องมีระบบกำจัดความชื้นซึ่งเทคโนโลยีของ Kori-xr ช่วยให้ไม่สูญเสียสาร VOCs ที่มีขั้ว (Polar compound) ช่วยขยายขีดความสามารถในการวิเคราะห์สาร VOCs ได้ครอบคลุมด้วยการเก็บตัวอย่างเพียงครั้งเดียว ร่วมกับระบบ TT24-7 ที่มี Twin-trap thermal desorption สามารถเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ได้อย่างต่อเนื่องและระบบ Dual-column GC-MS/FID ช่วยให้การครอบคลุมการวิเคราะห์สาร VOCs ได้สูงสุด 117 สารในคราวเดียวกันทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์เหมาะสมสำหรับงานตรวจติดตามเพื่อควบคุม ดูแลและแจ้งเตือนได้อย่างทันทั่วถึง

A. Primary Column Flow to Secondary Column and FID



B. Primary Column Flow to MS



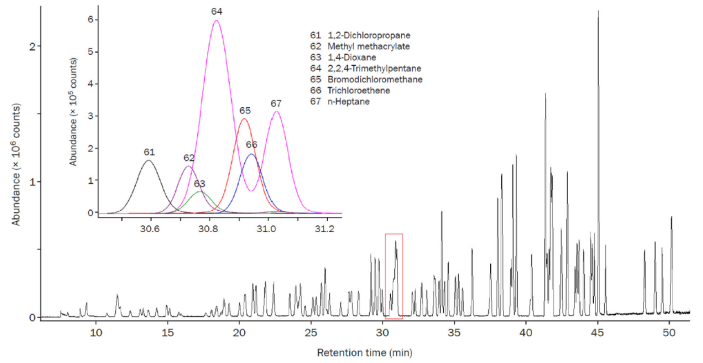
➔ = Analytes Flow

รูปที่ 2 แสดงระบบ Dual-column GC-MS/FID

เครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์

GC (Trace1300)	
Inlet Temperature	230 °C
Carrier gas	Primary column:2 ml/min Secondary column:3 ml/min
Inlet mode	Splitless
Primary column	TraceGOLD TG-VVOC B, 60 m × 0.32 mm I.D. × 5 μm film capillary column
Secondary column	TracePLOT TG-Bond Q+, 30 m × 0.32 mm x 10 μm film capillary column
Oven Temperature program	35 °C hold 10 min ramp 1 10 °C/min to 240 °C ramp 2 20 °C/min to 270 °C hold 6 min
MS (ISQ 7000)	
Transferline Temperature	280 °C
Ion source Temperature	300 °C
Ionization Type	EI
Mass Range	29-300 Da
FID	
Temperature	270 °C
Acquisition rate	10 or 25 Hz
TD (TT24-7 and Kori-xr)	
Flow path	120 °C
Trap purge flow	50 ml/min
Trap purge time	2 min
Tpar low temperature	-30 °C
Tpar high temperature	250 °C

ผลการวิเคราะห์

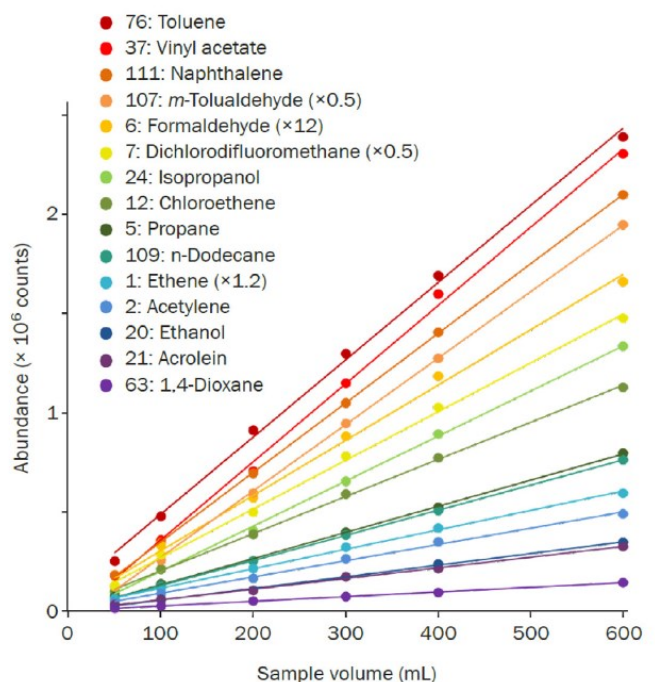


รูปที่ 3 โครมาโทแกรมแสดงผลการวิเคราะห์

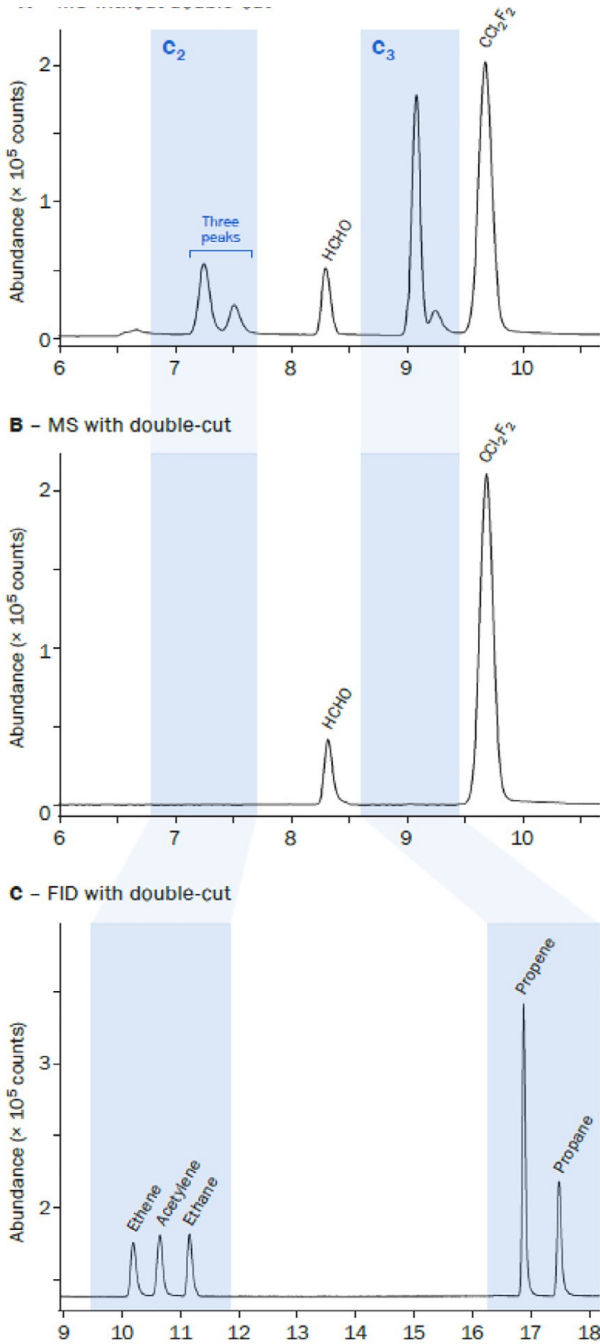
จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแยกสารผสมโดยใช้การคัดไอออน (Selected Ion Monitoring, SIM) (ภาพขยาย) ทำให้สามารถวิเคราะห์สารที่ซ้อนทับกันได้ และเนื่องด้วยระบบ TD และ GC oven ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ไนโตรเจนเหลวในการทำความเย็นทำให้ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์ใช้เวลาเร็วมากขึ้นอีกทั้งยังครอบคลุมสาร VOCs ได้กว้างทั้ง polar และ non-polar ในการวิเคราะห์คราวเดียวกันอีกด้วย จึงทำให้สามารถวิเคราะห์สารผสมทั้ง 117 ชนิดได้ภายในเวลาไม่เกิน 60 นาที

นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ โดยการสร้างกราฟมาตรฐานปกติ เช่นในตัวอย่างได้มีการเตรียมกราฟมาตรฐานโดยใช้สารมาตรฐานความเข้มข้น 10 ppb ปริมาตร 50-600 มิลลิลิตร ได้กราฟดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานของสาร 15 ชนิด



และในกรณีที่ต้องการให้พีกของสาร ที่ซ้อนทับกันแยกออกจากกันชัดเจนสามารถใช้ระบบ double-cut เพื่อสวิตซ์ชุดตัวอย่างที่แยกไม่ชัดเจนในคอลัมน์แรกเข้าสู่คอลัมน์ที่สองเพื่อให้เกิดการแยกที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงการใช้ระบบ double-cut เพื่อให้สารเกิดการแยกได้อย่างสมบูรณ์

สรุปผลการวิเคราะห์

สำหรับระบบ TD เป็นระบบการเตรียมตัวอย่างที่ช่วยเพิ่มความเข้มข้นของสาร VOCs ในอากาศก่อนการวิเคราะห์ด้วยระบบ GC โดยระบบทั้งสองไม่จำเป็นต้องใช้ในโตรเจนเหลวช่วยในการวิเคราะห์ ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์สั้นกว่าระบบปกติทั่วไป และระบบกำจัดความชื้นที่มีประสิทธิภาพและลดการสูญเสียสาร VOCs ในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดังนั้นจึงทำให้วิธีวิเคราะห์นี้สามารถทำได้ต่อเนื่องและครอบคลุมกลุ่มสาร VOCs ได้กว้างมากขึ้นในการตรวจวิเคราะห์คราวเดียวกัน

นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างเป็นแบบอัตโนมัติ ช่วยให้การวิเคราะห์สามารถทำได้ต่อเนื่อง จึงง่ายต่อการควบคุมดูแล ตลอดจนการแจ้งเตือนหากเกิดมลพิษที่ส่งผลต่อสุขภาพของประชากรในพื้นที่ และยังสามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ต่อเนื่องนี้ไปใช้สำหรับวางแผนการควบคุม ดูแลได้ในอนาคตอีกด้วย

เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง



ISQ™ 7000

เครื่องแมสสเปคโตรมิเตอร์ แบบ Single Quadrupole พร้อมระบบ Pre-filter แบบ S-Shape ช่วยลดตัวรบกวนใน

การวิเคราะห์ และ Dual filament ช่วยให้สะดวกในการทำงาน การเลือกวิเคราะห์ตัวอย่างสามารถเลือกโหมดสแกนช่วงมวล (Full Scan) และ เลือกเฉพาะมวลที่สนใจ (Selected Ion Monitoring ,SIM) หรือทำทั้งสองโหมดได้พร้อมๆกัน (FS/SIM simultaneous) โดยผลการวิเคราะห์สามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ



TT24-7

เครื่อง Thermal desorption เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์สาร VOCs และสาร Semi-VOCs ซึ่งรวมการเตรียมตัวอย่างแก๊ส การเพิ่มความเข้มข้นของตัวอย่างแก๊ส และการฉีดตัวอย่างเข้าสู่

เครื่อง GC เข้าด้วยกันในขั้นตอนการทำงานแบบอัตโนมัติและต่อเนื่องแบบ Near real-time

ติดตามแอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ที่ <https://www.scispec.co.th>



บริษัท ชายนี สเปค จำกัด
10 กาญจนภิเษก ซอย 0010 แยกสอง
เขตบางแค กทม. 10160
โทร 02-454-8533



/scispec



@scispec

ThermoFisher
SCIENTIFIC