การวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่ายในตัวอย่างดิน

ผู้เรียบเรียง : รติมาศ บุญล้อม

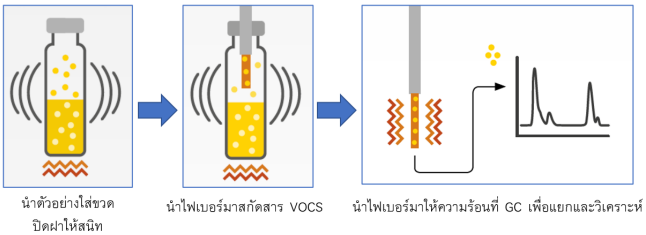
บทนำ

"**ดิน**"เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการผุพัง การสลายตัวของหินและแร่ ตลอดจนการสลายตัวของซากพืชและสัตว์ผสมคลุกเคล้ากัน อีกทั้งยังได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ ระยะเวลาที่ได้รับการพัฒนา เป็นต้น ทำให้เกิดดินหลากหลายชนิดที่เป็นพื้นฐานสำคัญของระบบนิเวศน์เนื่องจากดินเป็นแหล่งหมุนเวียนของสารอาหาร น้ำ และอากาศ ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดินและบนดิน คุณภาพของดินจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมคุณภาพของดิน โดยการบุกรุกหรือทำลาย เช่น การทิ้งของเสียจากครัวเรือน แหล่งเกษตร และแหล่งอุตสาหกรรมที่ไม่ผ่านการบำบัด เป็นต้น ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของดินเพื่อป้องกันหรือวางแผนแก้ไขปรับปรุงคุณภาพดินให้เหมาะสมจึงจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ระบบนิเวศน์ยังคงอยู่อย่างสมดุล

สารอินทรีย์ระเหยง่าย(Volatile Organics Compounds, VOCs) เป็นกลุ่มสารเคมีที่สามารถปนเปื้อนได้ในดิน เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การทิ้งขยะปนเปื้อนผิดวิธี การลักลอบฝังกลบขยะอันตราย เป็นต้น นอกเหนือจากการสะสมในดินแล้ว สาร VOCs เหล่านี้อาจจะถูกชะล้างแล้วไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จนทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตเป็นวงกว้าง หรือในบางครั้งสาร VOCs ก็สามารถเกิดได้จากการปลดปล่อยจากสิ่งมีชีวิตเล็กๆ จำพวกเชื้อราหรือจุลินทรีย์ซึ่งจะสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตรอบๆบริเวณนั้น และเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของดินได้เช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์สาร VOCs ในตัวอย่างดินโดยทั่วไปนิยมใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography, GC) ซึ่งเป็นเทคนิคการแยกสารและตรวจวัดสารผสมที่อยู่ในสถานะไอระเหย เหมาะกับการวิเคราะห์สารที่มีคุณสมบัติระเหยกลายเป็นไอได้ง่าย เช่นสารกลุ่ม VOCs แต่ก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้ได้จะต้องมีขั้นตอนการสกัดสาร VOCs ก่อน วิธีการสกัดสาร VOCs มีหลากหลายวิธีทั้งแบบใช้สารละลายในการสกัด หรือเทคนิคที่ใช้ตัวดูดซับในการสกัด เช่น เทคนิค Solid Phase Micro Extraction, SPME) หรือ เทคนิค Thermal Desorption, TD) ซึ่งเทคนิคที่ใช้ตัวดูดซับในการสกัดเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นวิธีที่ลดการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ในการสกัด ช่วยลดของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการและลดขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่างลงอีกด้วย

เทคนิค SPME เป็นเทคนิคการเตรียมตัวอย่างหรือสกัดตัวอย่างโดยใช้ตัวดูดซับ(Absorbent) หรือ ไฟเบอร์ (Fiber) ที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อสาร VOCs ที่ต้องการวิเคราะห์ ขั้นตอนการสกัดเริ่มจากชั่งตัวอย่างใส่ขวดปิดฝาให้สนิท จากนั้นให้ความร้อนกับขวดตัวอย่างและนำไฟเบอร์เข้าไปสกัดสาร VOCs ที่ระเหยออกมาจากตัวอย่าง โดยสาร VOCs จะถูกดูดซับที่ไฟเบอร์ จากนั้นจึงนำไฟเบอร์ไปให้ความร้อนที่ส่วนฉีดสารของเครื่อง GC เพื่อชะสาร VOCs เข้าสู่ระบบ GC เพื่อแยกและวิเคราะห์ถัดไป ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การทำงานการสกัดสารด้วยเทคนิค SPME

โดยปกติการชะสาร VOCs จากไฟเบอร์จะใช้อุณภูมิคงที่ทำให้สาร VOCs ถูกชะอย่างช้าๆ ส่งผลให้พีกของสาร VOCs ในโครมาโตแกรมของการวิเคราะห์มีลักษณะมีหางยาว ซึ่งยากต่อการอินทิเกรต ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาระบบ SPME-trap ขึ้นมาเพื่อลดปัญหานี้ เนื่องจาก Trap ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็กและควบคุมอุณหภูมิให้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและทั่วถึง และยังสามารถสกัดซ้ำหลายครั้งได้ (Multi-Step Enrichment, MSE) เพื่อเพิ่ม Sensitivity ในการวิเคราะห์ได้อีกด้วย

ตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SPME

การวิเคราะห์สาร VOCs ในตัวอย่างดินเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ระหว่างเทคนิคการสกัดแบบ SPME-Trap และ SPME-Trap with Enrichment

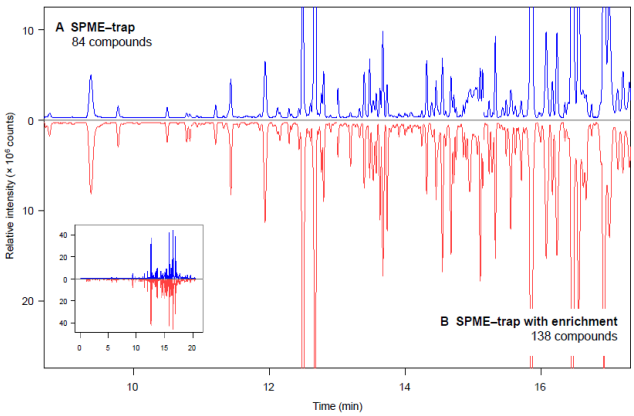
เตรียมตัวอย่าง : ชั่งตัวอย่างดิน 2 กรัมใส่ขวดเฮดสเปซขนาด 20 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท

เครื่องมือ : เครื่องเตรียมตัวอย่างชนิด SPME-Trap แบบอัตโนมัติ รุ่น Centri ผลิตภัณฑ์ Markes International

วิธีการ : SPME-Trap, Multi-phase fiber (DVB/CAR/PDMS) สกัดตัวอย่างที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สำหรับ SPME-Trap with MSE ให้สกัดซ้ำ 3 ครั้งก่อนฉีดเข้าเครื่อง GC-MS

ผลการวิเคราะห์

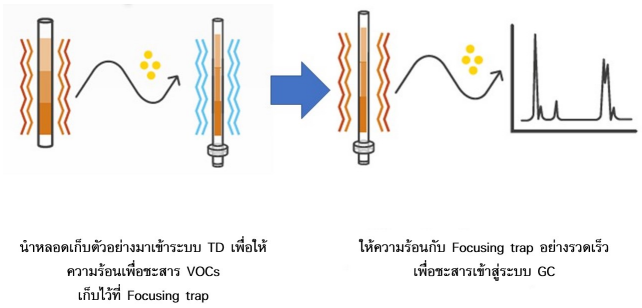
ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SPME-Trap และ SPME-Trap with Enrichment ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยเทคนิค SPME-Trap และ SPME-Trap with Enrichment สามารถตรวจวัดสาร VOCs ในตัวอย่างดินได้ 84 พีก และ 138 พีกตามลำดับ



รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างเทคนิค SPME-trap (A) และ SPME-Trap with Enrichment (B)

จากผลการวิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์สาร VOCs ในตัวอย่างดินด้วยเทคนิค SPME-trap with enrichment ช่วยให้การวิเคราะห์สาร VOCs มีช่วงกว้างมากขึ้นเมื่อเทียบกับเทคนิค SPME-trap อีกทั้งยังสามารถตรวจวัดสารได้จำนวนชนิดมากขึ้นทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการตรวจวัดโปรไฟล์ จัดกลุ่มสาร VOCs ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ สำหรับหาแหล่งมาได้ และ Sensitivity ที่เพิ่มมากขึ้นช่วยให้ในการ Identified ร่วมกับระบบ GC-MS ที่มีฐานข้อมูลทำได้ง่ายมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

เทคนิค TD เป็นเทคนิคการสกัดสาร VOCs โดยใช้ตัวดูดซับเช่นเดียวกันกับเทคนิค SPME ซึ่งตัวดูดซับของเทคนิคนี้จะถูกบรรจุอยู่ในหลอดเก็บตัวอย่าง (Sorbent Tube) ที่สามารถนำไปเก็บตัวอย่างจากนอกห้องปฏิบัติการได้แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ ขั้นตอนการวิเคราะห์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือการให้ความร้อนกับหลอดเก็บตัวอย่างเพื่อชะสาร VOCs เข้าสู่ Focusing Trap ที่ดักจับสาร VOCs ไว้ด้วยอุณหภูมิต่ำ (-30 ถึง 50 องศาเซลเซียส) เพื่อเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสาร VOCs ก่อนการวิเคราะห์ จากนั้นจึงให้ความร้อนกับ Focusing Trap อย่างรวดเร็วเพื่อชะสาร VOCs เข้าสู่ระบบ GC เพื่อแยกสารและวิเคราะห์ถัดไป ดังแสดงในรูปที่ 3

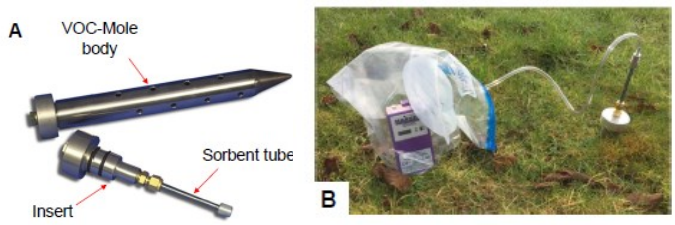


รูปที่ 3 การทำงานการสกัดสารด้วยเทคนิค TD

ตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TD

การวิเคราะห์สาร VOCs ในตัวอย่างดินเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเก็บตัวอย่างแบบ Passive และแบบ Active

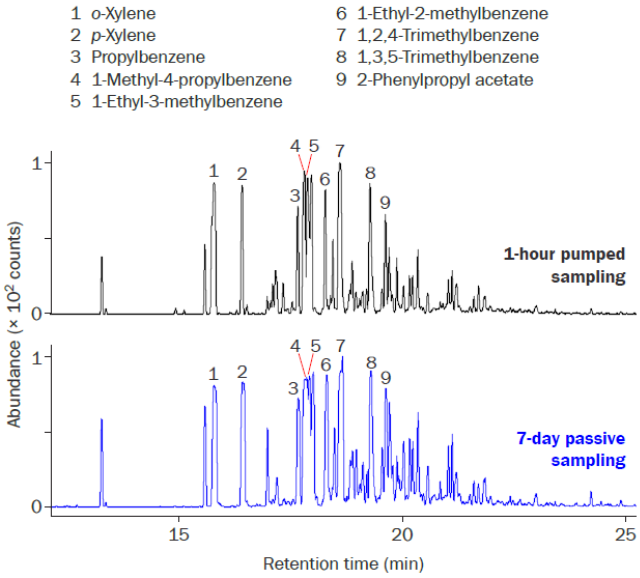
เตรียมตัวอย่าง : เก็บตัวอย่างแบบ Passive คือการปล่อยให้สาร VOCs ค่อยๆ แพร่เข้าสู่หลอดเก็บตัวอย่างเอง โดยใช้เวลาเก็บตัวอย่าง 7 วัน และแบบ Active คือการใช้ปั๊มช่วยดูดสาร VOCs ให้เข้าสู่หลอดเก็บตัวอย่างใช้เวลาในการเก็บตัวอย่าง 1 ชั่วโมง



รูปที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง VOCs ในดินด้วยเทคนิค Passive (A) และ Active (B)

ผลการวิเคราะห์

สำหรับการวิเคราะห์โดยเทคนิค TD ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง สามารถทำได้ที่นอกห้องปฏิบัติการและสามารถเลือกวิธีการเตรียมตัวอย่างได้ตามความเหมาะสม ดังเช่นการเก็บตัวอย่างแบบ Passive และแบบ Active ที่ทั้งสองวิธีให้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังแสดงในโครมาโตแกรมรูปที่ 5 แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือระยะเวลาในการเตรียมตัวอย่าง ทำให้ผู้ปฏิบัติงาน สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสมและงบประมาณ



รูปที่ 5 โครมาโตแกรมเปรียบเทียบระหว่างการเก็บตัวอย่างแบบ Active (สีดำ) และแบบ Passive (สีน้ำเงิน)

สรุป

การวิเคราะห์สาร VOCs ในตัวอย่างดิน สามารถเลือกรูปแบบการเตรียมตัวอย่าง และเทคนิคการสกัดได้ตามความเหมาะสม โดยเทคนิคการสกัดโดยใช้ตัวดูดซับจะช่วยลดการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ ลดของเสียที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการ ตลอดจนปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย และเทคนิคการสกัดโดยใช้ตัวดูดซับดังที่กล่าวในบทความนี้ เป็นเทคนิคที่ช่วยเพิ่มความเข้มข้นก่อนการวิเคราะห์ ช่วยให้มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ที่ดีขึ้น และในขั้นตอนการทำงานร่วมกับเทคนิค GC หรือ GC/MS จะเป็นไปอย่างอัตโนมัติทำให้สะดวกในการใช้งานอีกด้วย

เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

Centri® Automated Extraction and Enrichment

เครื่องสกัดสาร VOCs หรือ SVOCs แบบอัตโนมัติ สามารถสกัดสาร VOCs หรือ SVOCs ในตัวอย่างของแข็ง หรือของเหลว เช่น ตัวอย่างอาหาร เครื่องดื่ม ดิน บรรจุภัณฑ์ หรือวัสดุต่างๆ เป็นต้น อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศผ่านการเก็บตัวอย่างด้วยหลอดเก็บตัวอย่างได้ รองรับการทำงานด้วยเทคนิคการสกัดหลากหลาย ได้แก่ Headspace, Headspace-Trap, SPME, SPME-Trap, HiSorb และ Thermal Desorption

ISQ™ 7000 Single Quadrupole Mass Spectrometer

เครื่อง GC/MS ชนิด Single Quadrupole พร้อมระบบ Pre-Filter แบบ S-Shape ช่วยลดสัญญาณรบกวนในการวิเคราะห์ มี Dual Filament ช่วยให้สะดวกในการทำงาน สามารถการเลือกวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้งโหมดสแกนช่วงมวล (Full Scan) หรือเลือกเฉพาะมวลที่สนใจ (Selected Ion Monitoring ,SIM) หรือทำทั้งสองโหมดได้พร้อมๆกัน (FS/SIM Simultaneous) โดยผลการวิเคราะห์สามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ

ติดตามแอพพลิเคชั่นอื่น ๆ ได้ที่ https://www.scispec.co.th

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

/scispec
@scispec
/scispec.co.th

MARKES international