

การวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างเครื่องดื่มด้วยเทคนิค TD-GC/MS

ผู้จัดทำ : รติมาศ บุญล้อม

บทนำ

ไมโครพลาสติก คือพลาสติกที่มีขนาดอนุภาคระหว่าง 1 ไมโครเมตรถึง 5 มิลลิเมตร ที่เกิดจากการย่อยสลายหรือแตกหักของพลาสติกชิ้นใหญ่ หรือเกิดจากความตั้งใจผลิตให้กลายเป็นไมโครพลาสติกเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์บางประเภท เมื่อไมโครพลาสติกถูกปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการปนเปื้อนและสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ตลอดจนสามารถส่งต่อในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศนั้นๆ ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตได้

สำหรับมนุษย์ ซึ่งจัดเป็นผู้บริโภคที่อยู่อันดับบนสุดของห่วงโซ่อาหาร จึงมีโอกาสได้รับผลกระทบจากการสะสมปริมาณไมโครพลาสติกในร่างกายได้ จึงมีการรณรงค์ให้ลดการใช้พลาสติกและกำจัดอย่างถูกวิธีเพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

ในปัจจุบันยังไม่มีวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ไมโครพลาสติก จึงมีงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) หรือไพโรไลซิส เป็นต้น สำหรับเทคนิค Thermal Desorption, TD เป็นอีกเทคนิคที่กำลังได้รับความสนใจนำมาใช้ในการวิเคราะห์ไมโครพลาสติก เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดเรื่องขนาดของอนุภาคเหมือนเทคนิค FTIR และสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่ผ่านการกรองมาแล้วได้โดยตรง ช่วยลดการสูญเสียตัวอย่างระหว่างขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างได้เมื่อเทียบกับเทคนิคไพโรไลซิส

ในบทความนี้จะกล่าวถึงการใช้เทคนิค TD ร่วมกับ GC-MS ในการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณพลาสติก PET ในเครื่องดื่มบรรจุขวด โดยสามารถวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds, VOCs) ที่อยู่ในไมโครพลาสติกหรือสารเติมแต่งในไมโครพลาสติกแต่ละชนิด ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทำให้สามารถวิเคราะห์ไมโครพลาสติกได้ ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative) และ เชิงปริมาณ (Quantitative)



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของเทคนิค Thermal Desorption

เทคนิค Thermal Desorption (TD) เป็นเทคนิคการนำเข้าตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas Chromatography ซึ่งสามารถใช้ในการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่าย หรือสารอินทรีย์กึ่งระเหยในตัวอย่างของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สได้ โดยการวิเคราะห์ด้วยระบบ TD-GC ช่วยเพิ่มความไวในการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับเทคนิค Headspace (HS) หรือ Solid Phase Micro Extraction (SPME) เนื่องจากเทคนิค TD ใช้ตัวดูดซับเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารก่อนจะชะสาร VOCs เข้าสู่ระบบ GC อย่างรวดเร็วดังแสดงขั้นตอนการทำงานในรูปที่ 1

เตรียมสารมาตรฐาน

บดพลาสติก PET (Sigma Aldrich) จากนั้นนำไปซึ่งบนกระดาษกรองชนิด Quartz Microfiber ขนาด 0.3 มิลลิเมตร แล้วนำไปใส่ในหลอดสำหรับบรรจุตัวอย่างของเครื่อง Thermal Desorption ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 หลอดบรรจุตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่าง

กรองเครื่องต้มบรรจุขวดด้วยกระดาษกรองชนิด Quartz Microfiber ขนาด 0.3 มิลลิเมตร แล้วล้างด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์, อะซิโตน และน้ำความบริสุทธิ์สูงเพื่อกำจัดสารอินทรีย์อื่นๆ จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงนำมาใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างของเครื่อง Thermal Desorption

ตารางที่ 1 แสดงสภาวะเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

TD conditions:

Desorption temp.	300°C (12 min)
Focusing trap low	- 15°C
Focusing trap high	300°C (3 min)
Flow path	200°C
Trap flow	20 mL/min
Split flow	60 mL/min

GC conditions:

Column type	DB-624™ 30 m×0.25 mm×1.4 μm
Carrier gas flow	1.2 mL/min (constant flow)
Oven program	40°C (2 min), 10°C/min to 60°C, 30°C/min to 250°C (7 min);

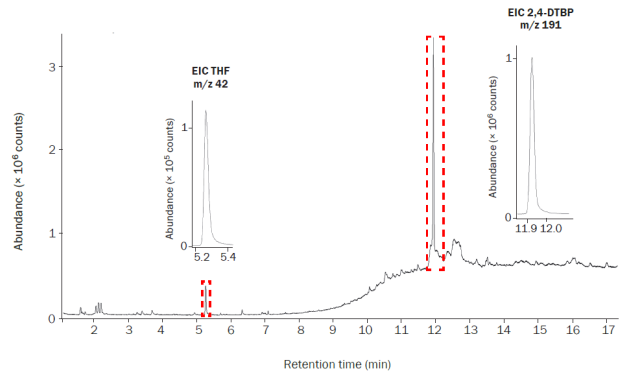
Mass Spectrometer conditions:

Transfer line	230°C
Ion source	230°C
Mass range	m/z 34-250

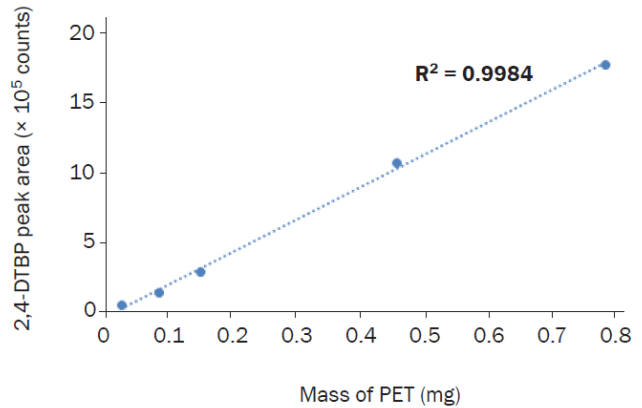
ผลการวิเคราะห์

สำหรับการวิเคราะห์สาร VOCs ที่ถูกปลดปล่อยจากไมโครพลาสติก สามารถนำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อระบุเอกลักษณ์เฉพาะของไมโครพลาสติกแต่ละชนิดได้ ซึ่งในบทความสาร VOCs 2 ชนิดที่ถูกปลดปล่อยจากพลาสติก PET มาใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณของพลาสติก PET จะพบสาร 2,4-di-tert-butylphenol (2,4-DTBP) และ Tetrahydrofuran (THF) ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งเป็นสารที่ถูกปลดปล่อยจากพลาสติก PET โดยเฉพาะ จึงนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อยืนยันชนิดของ PET ได้และใช้สาร 2,4-DTBP ในการหาปริมาณของ PET ในตัวอย่างได้



รูปที่ 3 โครมาโตแกรมผลการวิเคราะห์สารมาตรฐาน 0.8 มิลลิกรัมด้วยเทคนิค TD-GC/MS



รูปที่ 4 กราฟมาตรฐานของสาร 2,4-DTBP

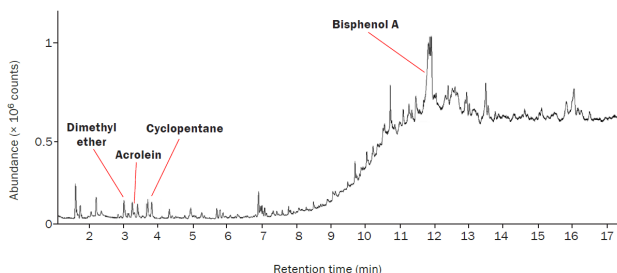
กราฟของสาร 2,4-DTBP ที่ได้จากการวิเคราะห์พลาสติก PET ที่มีน้ำหนักช่วง 0.027 ถึง 0.777 มิลลิกรัมให้ค่า $R^2 = 0.9984$ ดังแสดงในรูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าสาร 2,4-DTBP เป็นสารที่แปรผันตรงกับปริมาณของพลาสติก PET จึงสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณพลาสติก PET ในตัวอย่างได้

ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่างจริง ไม่มีการทดสอบเติมพลาสติก PET น้ำหนัก 0.480 มิลลิกรัมลงในน้ำความบริสุทธิ์ที่ปราศจากพลาสติก PET ปริมาตร 2 ลิตรแล้วนำไปเตรียมตัวอย่างเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TD-GC/MS เพื่อหาปริมาณของพลาสติก PET พบว่าอ่านค่าได้ 220 ไมโครกรัมต่อลิตรซึ่งหมายถึงมีค่าร้อยละการกลับคืน (% Recovery) อยู่ที่ >90%

สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องต้ม 4 ตัวอย่างพบว่า มีเพียงตัวอย่างเดียวที่ไม่พบพลาสติก PET ดังแสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณพลาสติก PET ในตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)
น้ำดื่ม A	46.6
น้ำดื่ม B	n.d.
เครื่องดื่มโคลา A	16.6
เครื่องดื่มโคลา B	22.1



รูปที่ 5 โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ของตัวอย่างน้ำดื่ม A

สำหรับการใช้เทคนิค Thermal Desorption ในการวิเคราะห์เพื่อหาชนิดและปริมาณของพลาสติกแล้วนั้น ยังสามารถวิเคราะห์เพื่อหาสาร VOCs อื่นๆ ที่อาจปนเปื้อนมาจากกระบวนการผลิตได้อีกด้วย เช่น ในตัวอย่างน้ำดื่ม A ดังแสดงในรูปที่ 5 สามารถตรวจพบสาร Dimethyl Ether ที่ใช้เป็นตัวทำละลายในการผลิต พบสาร Acrolein ที่ใช้ในการสังเคราะห์โคพอลิเมอร์ พบสาร Cyclopentane ที่ใช้เป็นสารที่ใช้ในการเป่าในกระบวนการผลิต และพบสาร Bisphenol A, BPA ซึ่งเป็นสารเติมแต่งที่ใช้ในกระบวนการผลิตพลาสติก ซึ่งสาร BPA เป็นสารที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายกับมนุษย์ได้โดยออกฤทธิ์ทำลายต่อมไร้ท่อ โดยเฉพาะต่อมไทรอยด์และส่งผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์อีกด้วย

สรุปผลการวิเคราะห์

สำหรับการวิเคราะห์ไมโครพลาสติก ในตัวอย่างเครื่องดื่มด้วยเทคนิค TD-GC/MS สามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณโดยใช้ขนาดสัญญาณของสาร VOCs ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของพลาสติกนั้นๆ การเตรียมตัวอย่างมีขั้นตอน

เหมือนกันกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอื่นๆ แต่เทคนิค TD-GC/MS ไม่ต้องการเคลื่อนย้ายตัวอย่างออกจากกระดาศกรองในขั้นตอนสุดท้าย ทำให้ลดการสูญเสียตัวอย่างระหว่างขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างลงได้ และการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TD-GC/MS เป็นเทคนิคที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงจนเป็นการทำลายตัวอย่าง ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ นอกเหนือจากชนิดและปริมาณของพลาสติกที่สนใจแล้ว ยังได้ข้อมูลการวิเคราะห์ของสาร VOCs อื่นๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่างได้อีกด้วย ซึ่งสาร VOCs อื่นๆ เหล่านี้สามารถนำมาบ่งบอกแหล่งที่มาหรือกระบวนการผลิตได้อีกด้วย

สำหรับเทคนิค TD-GC/MS ที่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องขนาดของอนุภาคของพลาสติก ทำให้สามารถรองรับงานวิเคราะห์ในระดับนาโนพลาสติกได้ในอนาคตอีกด้วย

เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

TD100-xr



เครื่องเตรียมตัวอย่างแบบ TD ที่รองรับการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อเนื่องได้สูงสุด 100 ตัวอย่าง พร้อมมีระบบ Re-Collection และระบบ Leak Check ในทุกตัวอย่างทำให้ไม่พลาดทุกการวิเคราะห์

ISQ™ 7000



เครื่อง GC/MS ชนิด Single Quadrupole พร้อมระบบ Pre-Filter แบบ S-Shape ช่วยลดสัญญาณรบกวนในการวิเคราะห์ มี Dual Filament

ช่วยให้สะดวกในการทำงาน สามารถการเลือกวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้งโหมดสแกนช่วงมวล (Full Scan) หรือ เลือกเฉพาะมวลที่สนใจ (Selected Ion Monitoring ,SIM) หรือทำทั้งสองโหมดได้พร้อมๆ กัน (FS/SIM simultaneous) โดยผลการวิเคราะห์สามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

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



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



/scispec



@scispec

ThermoFisher
SCIENTIFIC