การวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างเกลือบริโภคด้วยเทคนิค TD-GC/MS

ผู้เรียบเรียง : รติมาศ บุญล้อม

บทนำ

ไมโครพลาสติก คือพลาสติกที่มีขนาดอนุภาคระหว่าง 1 ไมโครเมตรถึง 5 มิลลิเมตร ที่เกิดจากการย่อยสลายหรือแตกหักของพลาสติกชิ้นใหญ่ หรือเกิดจากความตั้งใจผลิตให้กลายเป็นไมโครพลาสติกเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์บางประเภท เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีอนุภาคขนาดเล็ก ยากต่อการคัดแยกหรือกำจัด ทำให้เกิดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมทั้งในอากาศ น้ำ และดิน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตได้

เกลือ จัดเป็นเครื่องปรุงรสที่มนุษย์บริโภคเป็นอันดับต้นๆ ซึ่งผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติไม่ว่าทั้งจากภูเขาหรือทะเล ซึ่งเป็นแหล่งที่อาจเกิดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกได้ แม้จะผ่านขั้นตอนหรือกระบวนการผลิต แต่ในบางครั้งการกำจัดอนุภาคของไมโครพลาสติกออกจากวัตถุดิบอาจจะทำได้ยากเนื่องจากอนุภาคของไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กเกินกว่าจะกรองออกได้ ทำให้การตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในผลิตภัณฑ์เกลือมีความสำคัญ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจให้กับผู้บริโภคในการเลือกรับประทาน

ในปัจจุบันยังไม่มีวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาชนิดและปริมาณของไมโครพลาสติก จึงมีงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) หรือไพโรไลซิส (Pyrolysis) เป็นต้น สำหรับเทคนิค Thermal Desorption, TD เป็นอีกเทคนิคที่กำลังได้รับความสนใจนำมาใช้ในการวิเคราะห์ไมโครพลาสติก และไม่มีข้อจำกัดเรื่องขนาดของอนุภาคเหมือนเทคนิค FTIR และสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่ผ่านการกรองมาแล้วได้โดยตรง ช่วยลดการสูญเสียตัวอย่างระหว่างขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างได้

ในบทความนี้จะกล่าวถึงการใช้เทคนิค TD ร่วมกับเทคนิค GC-MS ในการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณไมโครพลาสติกในเกลือจำนวน 5 ตัวอย่างได้แก่

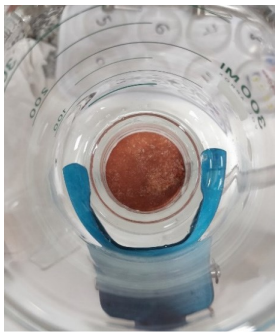
- เกลือโซเดียมคลอไรด์ เกรดห้องปฏิบัติการ แบรนด์ A และแบรนด์ B
- เกลือหิมาลัยสีชมพู
- เกลือทะเลเซลติกสีเทา

โดยจะวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของไมโครพลาสติก หรือสารเติมแต่งในไมโครพลาสติกแต่ละชนิด ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของเทคนิค Thermal Desorption

Thermal Desorption เป็นเทคนิคการนำเข้าตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี ซึ่งสามารถใช้ในการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่าย หรือสารอินทรีย์กึ่งระเหยในตัวอย่างของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สได้ โดยการวิเคราะห์ด้วยระบบ TD-GC ช่วยเพิ่มความไวในการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับเทคนิค Headspace (HS) หรือ Solid Phase Micro Extraction (SPME) เนื่องจากเทคนิค TD ใช้ตัวดูดซับเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารที่สนใจก่อนจะชะสาร VOCs เข้าสู่ระบบ GC อย่างรวดเร็ว ดังแสดงขั้นตอนการทำงานในรูปที่ 1

การเตรียมตัวอย่าง



รูปที่ 2 การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างเกลือ 20 กรัมลงบนกระดาษกรองชนิด Quartz microfiber ขนาด 0.3 µm แล้วนำไปวางบนชุดกรอง ดังรูปที่ 2 จากนั้นล้างด้วยน้ำชนิด Microplastic-free Milli-Q™ เพื่อละลายเกลือ
2. ล้างกระดาษกรองด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อะซิโตน และน้ำกลั่น เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ปนเปื้อนอื่นๆ
3. นำกระดาษกรองไปอบที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที
4. นำกระดาษกรองม้วนและใส่ในหลอดบรรจุตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 หลอดบรรจุตัวอย่าง

การเตรียมสารมาตรฐาน

ชั่งไมโครพลาสติกมาตรฐานลงบนกระดาษกรอง น้ำหนัก 0.1-1.2 มิลลิกรัม (แยกชนิดของพลาสติก) ประกอบด้วย

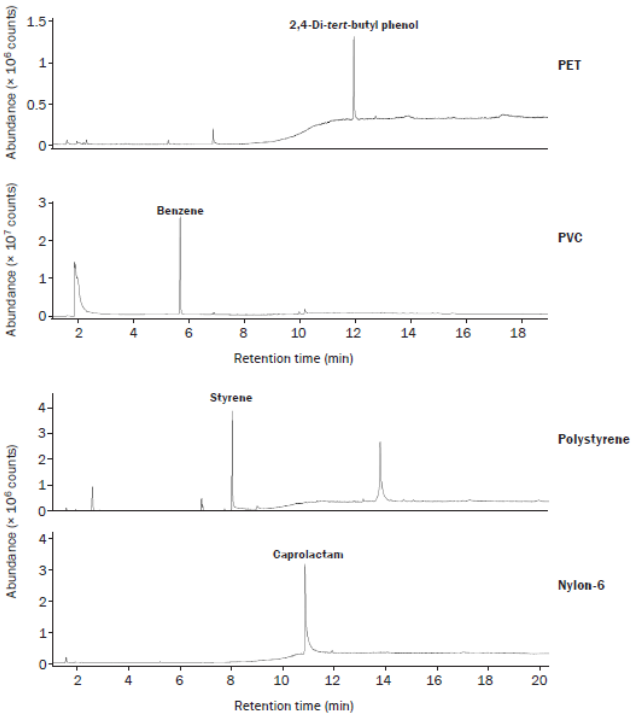
- Polyethylene Terephthalate (PET)
- Polyvinyl Chloride (PVC)
- Nylon-6
- Polystyrene (PS)

แล้วนำไปผ่านขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกันกับตัวอย่างเกลือ แล้วนำไปวิเคราะห์เพื่อหาสารที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของไมโครพลาสติกชนิดนั้นๆ

ผลการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์วิเคราะห์เพื่อหา Marker Compound

การวิเคราะห์วิเคราะห์ Marker Compound เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยพิจารณาความจำเพาะเจาะจงและขนาดของสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 4 โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์พลาสติกทั้ง 4 ชนิด ซึ่งมี Marker compound แตกต่างกัน สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 1

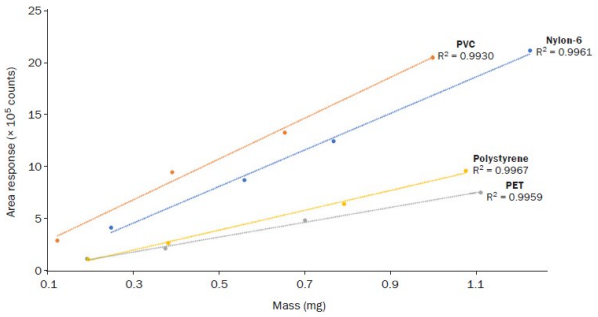


รูปที่ 4 โครมาโตแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ของพลาสติกแต่ละชนิด

เมื่อนำมาขนาดสัญญาณของ Marker Compound ของพลาสติกแต่ละชนิดที่ได้ทำการทดสอบ และน้ำหนักของพลาสติกมาตรฐานมาเขียนความสัมพันธ์เชิงเส้น ให้ค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.993-0.996 ดังแสดงในตารางที่ 1 และ รูปที่ 5

Polymer	Marker compound	Retention time	Linearity	Degradation process
Nylon-6	Caprolactam	10.9	0.9961	Depolymerisation of caprolactam
PET	2,4-DTBP	11.9	0.9959	PET glass transition[8]
Polystyrene	Styrene	8.05	0.9967	Depolymerisation of styrene
PVC	Benzene	5.67	0.9930	Dehydro-chlorination process of PVC

ตารางที่ 1 Marker Compound ของพลาสติกแต่ละชนิด



รูปที่ 5 เส้นกราฟมาตรฐานของพลาสติกแต่ละชนิด

2. การวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกในตัวอย่างเกลือ

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเกลือ ทั้ง 4 ชนิด และคอนโทรล 1 ชนิด โดยในตัวอย่างควบคุมไม่พบ Marker Compound ของพลาสติกที่ทำการทดสอบ แต่ในตัวอย่างสามารถพบ Marker Compound ของพลาสติกบางชนิดได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในตัวอย่าง

Salt type	PET mg/g	PVC mg/g	Polystyrene mg/g	Nylon-6 mg/g
NaCl internal blank	0.000	0.000	0.000	0.000
QC 1 (NaCl spiked with 0.3 mg of Nylon-6)	0.000	0.000	0.000	0.330
QC 2 (NaCl with polymer mix)	0.0236	0.194	0.184	0.000
Himalayan rock salt	0.00775	0.000165	0.0207	0.000
Celtic Sea salt	0.0159	0.00102	0.00463	0.000
Table salt (brand A)	0.00257	0.000265	0.00298	0.000
Table salt (brand B)	0.00173	0.00012	0.00152	0.000

สรุปผลการวิเคราะห์

สำหรับการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในตัวอย่างเกลือ ด้วยเทคนิค TD-GC/MS สามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณโดยใช้ขนาดสัญญาณของสาร Marker Compound ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของพลาสติกนั้นๆ ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ต่ำสุดถึง 0.0001 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของไมโครพลาสติกชนิด PVC แม้ว่าในปัจจุบันยังไม่มีเกณฑ์กำหนดเป็นค่ามาตรฐาน แต่ด้วยความสามารถในการเพิ่มความเข้มข้นของสารก่อนการวิเคราะห์ของเทคนิค TD และระบบ Re-collection จะทำให้สามารถรองรับการตรวจวัดได้ในทุกระดับความเข้มข้น พร้อมทั้งรักษาตัวอย่างที่มีคุณค่าไว้เพื่อนำมาวิเคราะห์ซ้ำได้

แม้ว่าขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง จะเหมือนกันกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอื่นๆ แต่เทคนิค TD-GC/MS ไม่มีการเคลื่อนย้ายตัวอย่างออกจากกระดาษกรองในขั้นตอนสุดท้าย ช่วยลดการสูญเสียตัวอย่างระหว่างขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างลงได้ และเทคนิค TD-GC/MS ยังไม่มีข้อจำกัดเรื่องขนาดของอนุภาคของไมโครพลาสติกพลาสติก ทำให้สามารถรองรับงานวิเคราะห์ในระดับนาโนพลาสติกได้ในอนาคตอีกด้วย

เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

TD100-xr

เครื่องเตรียมตัวอย่างแบบ TD ที่รองรับการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อเนื่องได้สูงสุด 100 ตัวอย่างพร้อม ระบบ Re-Collection และระบบ Leak Check ในทุกตัวอย่างทำให้ไม่พลาดทุกการวิเคราะห์

ISQ™ 7610

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) หรือทำทั้งสองโหมดได้พร้อมๆกัน (FS/SIM simultaneous) โดยผลการวิเคราะห์สามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

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

SciSpec

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

/scispec
@scispec

ThermoFisher SCIENTIFIC