

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง แนวทางการเก็บและวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในน้ำทะเลและตะกอนดินในทะเล

พ.ศ. ๒๕๖๘

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดแนวทางการเก็บและวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในน้ำทะเลและตะกอนดินในทะเลสำหรับประเทศไทย เพื่อเป็นแนวปฏิบัติในการเก็บและวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในน้ำทะเลและตะกอนดินในทะเลในประเทศไทยให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล และสามารถเปรียบเทียบหรือเชื่อมโยงผลการวิเคราะห์กันได้ ตามวัตถุประสงค์ในการเฝ้าระวังและประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำทะเลและตะกอนดินในทะเล เพื่อมิให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล โดยขอบเขตการเก็บและวิเคราะห์อยู่ในกลุ่มไมโครพลาสติกที่มีขนาดใหญ่กว่า ๐.๓ มิลลิเมตรเป็นหลัก ทั้งนี้ การเก็บและวิเคราะห์ไมโครพลาสติกที่มีขนาด หรือวัตถุประสงค์ที่แตกต่างจากที่กำหนดในประกาศนี้ ให้พิจารณาวิธีการเก็บ การวิเคราะห์ ตามมาตรฐานสากลอื่นที่เกี่ยวข้อง

ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. ๒๕๖๕ ซึ่งกำหนดให้กรมควบคุมมลพิษมีหน้าที่และอำนาจในการพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยี เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการคุณภาพน้ำ และให้ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาเกี่ยวกับการจัดการมลพิษ รวมทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านการจัดการมลพิษ อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ จึงอาศัยอำนาจตามมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ และแก้ไขเพิ่มเติม ออกประกาศกำหนดวิธีเก็บและวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในน้ำทะเลและตะกอนดินในทะเลดังรายละเอียดในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๘

ปรีญาพร สุวรรณเกษ

อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

ภาคผนวก

ท้ายประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง แนวทางการเก็บและวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในน้ำทะเลและตะกอนดินในทะเล

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“ไมโครพลาสติก (Microplastic : MP)” หมายถึง ชิ้นส่วนพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า ๕ มิลลิเมตร ที่พบในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ Polyethylene (PE), Polycarbonate (PC), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polyvinyl Chloride (PVC) , Polyethylene Terephthalate (PET) และอื่น ๆ

“การเก็บตัวอย่าง” หมายถึง การเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกตามหลักวิชาการที่กำหนดในประกาศนี้ ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย การคัดเลือกจุดเก็บตัวอย่าง ความถี่ ระยะเวลา และกระบวนการเก็บตัวอย่าง เป็นต้น

“การวิเคราะห์ตัวอย่าง” หมายถึง การวิเคราะห์ไมโครพลาสติกตามหลักวิชาการที่กำหนดในประกาศนี้ เพื่อสามารถนำไปรายงานสถานการณ์การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม และใช้ในการประเมินผลการดำเนินงานในการแก้ไข และป้องกันการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม

“การเก็บรักษาตัวอย่าง” หมายถึง การเก็บรักษาตัวอย่างไมโครพลาสติก โดยแบ่งเป็น ๒ ช่วง คือ ช่วงการเก็บตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมก่อนการวิเคราะห์ และ ช่วงหลังจากที่มีการวิเคราะห์ตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว

“การรายงานผลการเก็บและวิเคราะห์” หมายถึง รูปแบบที่ใช้รายงาน โดยองค์ประกอบของการรายงานจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดขั้นต่ำที่ประกาศนี้ได้กำหนดไว้

“น้ำทะเล” หมายถึง น้ำทั้งหมดในเขตน่านน้ำไทย แต่ไม่รวมถึง น้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

“น่านน้ำไทย” หมายถึง บรรดาน่านน้ำที่อยู่ภายใต้อำนาจอธิปไตยของประเทศไทยตามกฎหมายว่าด้วยการเดินเรือในน่านน้ำไทย

“ตะกอนดินในทะเล” หมายถึง ชั้นของอนุภาคที่ไม่ละลายน้ำซึ่งสะสมอยู่บนพื้นทะเล ประกอบด้วยอนุภาคของหิน ดิน โครงสร้างของสิ่งมีชีวิต ชิ้นส่วนของภูเขาไฟใต้ทะเล สารเคมีที่ตกตะกอนจากน้ำทะเล และชิ้นส่วนที่มาจากภายนอกโลก โดยเคลื่อนที่จากแผ่นดินมายังมหาสมุทร และเคลื่อนที่จากทะเลกลับสู่ชายฝั่ง ซึ่งอยู่บริเวณนอกเขตปากแม่น้ำและปากทะเลสาบ และให้หมายรวมถึงบริเวณรอบเกาะที่อยู่ในทะเลด้วย ทั้งนี้ ปากแม่น้ำและปากทะเลสาบให้ถือแนวเขตตามที่กรมเจ้าท่ากำหนด

“สารอินทรีย์” (Organic Compound) หมายถึง สารประกอบที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก โดยสามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติหรือเกิดจากการสังเคราะห์ ยกเว้นสารในกลุ่มต่อไปนี้ เกลือคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไฮโดรเจนคาร์บอเนต (HCO_3^-) สารประกอบออกไซด์ของคาร์บอน เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สารประกอบเกลือคาร์ไบด์ เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเพียงธาตุเดียว เช่น เพชร เป็นต้น

ข้อ ๒ ขนาด รูปร่าง และชนิดของไมโครพลาสติก

๒.๑ ขนาดของไมโครพลาสติก

พิจารณาเฉพาะชิ้นส่วนไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า ๕ มิลลิเมตร โดยแบ่งเป็น ๓ กลุ่ม คือ

๒.๑.๑ ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ ได้แก่ ไมโครพลาสติกขนาดเท่ากับ ๑ มิลลิเมตร ขึ้นไป แต่เล็กกว่า ๕ มิลลิเมตร ($1 - < 5$ มิลลิเมตร)

๒.๑.๒ ไมโครพลาสติกขนาดกลาง ได้แก่ ไมโครพลาสติกขนาดเท่ากับ ๐.๓ มิลลิเมตร ขึ้นไป แต่เล็กกว่า ๑ มิลลิเมตร ($0.3 - < 1$ มิลลิเมตร) และ

๒.๑.๓ ไมโครพลาสติกขนาดเล็ก ได้แก่ ไมโครพลาสติกขนาดเท่ากับ ๐.๐๐๑ มิลลิเมตร ขึ้นไป แต่เล็กกว่า ๐.๓ มิลลิเมตร ($0.001 - < 0.3$ มิลลิเมตร)

ทั้งนี้ ขนาดของไมโครพลาสติกตาม ๑) และ ๒) เป็นกลุ่มหลักที่ใช้ในการติดตามตรวจสอบ ส่วนขนาดของไมโครพลาสติกตาม ๓) จะเป็นกลุ่มรองที่ใช้ในการติดตามตรวจสอบเนื่องจากอาจมีข้อจำกัดในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

๒.๒ รูปร่างของไมโครพลาสติก

รูปร่างของไมโครพลาสติก ให้รายงาน ๔ กลุ่ม คือ

๒.๒.๑ แผ่น (film/sheet)

๒.๒.๒ เส้นใย (fiber/filament)

๒.๒.๓ ทรงกลม/แท่งทรงกระบอก (pellet/sphere)

๒.๒.๔ รูปร่างไม่ชัดเจน และอื่นๆ

๒.๓ ชนิดของไมโครพลาสติก

แบ่งเป็น Polyethylene (PE), Polycarbonate (PC), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polyvinyl Chloride (PVC), Polyethylene Terephthalate (PET) และอื่น ๆ

ข้อ ๓ การเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกในน้ำทะเล

๓.๑ การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

วัตถุประสงค์หลักตามประกาศนี้ เพื่อติดตามตรวจสอบสถานการณ์การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม และใช้ข้อมูลในการเปรียบเทียบและประเมินสถานการณ์ของปัญหา ดังนั้น การกำหนดจุดเก็บควรเป็นตัวแทนพื้นที่ดังกล่าว และสะดวกในการเก็บตัวอย่างซ้ำได้ อย่างไรก็ตาม การกำหนดจุดในการเก็บตัวอย่างควรเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยงานที่ดำเนินการ

ทั้งนี้ แนะนำให้มีการกำหนดกรอบการเก็บตัวอย่างขนาดอย่างน้อย ๑ กิโลเมตร x ๑ กิโลเมตร แล้วแบ่งเป็นกรอบเล็ก ซึ่งแต่ละกรอบเล็กมีขนาด ๐.๒ กิโลเมตร x ๐.๒ กิโลเมตร และสุ่มเก็บตัวอย่างจากกรอบอย่างน้อย ๓ ครั้ง ตามหลักวิชาการ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่พื้นปากแม่น้ำหรือมีอุปสรรคในการวางกรอบดำเนินงาน สามารถปรับการสุ่มตัวอย่างให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ได้

๓.๒ อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

๓.๒.๑ อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

๑) กรณีใช้ตาข่าย

การใช้ตาข่ายเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกเหมาะกับการติดตามการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในเชิงพื้นที่ในแนวราบ และเก็บข้อมูลเฉพาะผิวน้ำเท่านั้น ทั้งนี้ โดยสามารถประยุกต์ใช้ Menta net หรือ Neuston net หรืออุปกรณ์ติดตามดัดแปลงที่มีขนาดปากกว้างอยู่ระหว่าง ๐.๓ – ๑ เมตร ยาว ๐.๕ – ๒ เมตร ความยาวของตาข่าย อยู่ระหว่าง ๑ – ๘ เมตร ขนาดรู (Mesh size) ๐.๒ – ๐.๓๓ มิลลิเมตร ปากตาข่ายควรมีตาข่ายดักวัตถุขนาดใหญ่อีกชั้นหนึ่ง (ขนาดรู > ๕ มิลลิเมตร)

๒) กรณีใช้ปั๊ม

การใช้ปั๊มเหมาะกับการติดตามการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแนวดิ่ง ซึ่งสามารถศึกษาความแตกต่างของไมโครพลาสติกที่ความลึกหลายระดับ อย่างไรก็ตาม การใช้ปั๊มไม่เหมาะกับการเก็บไมโครพลาสติกขนาดใหญ่ นอกจากนี้ อาจใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างนาน ควรประยุกต์ใช้ปั๊มสำหรับการเก็บแพลงก์ตอนเนื่องจากจะมีค่าที่ไม่แตกต่างจากการใช้ตาข่าย ทั้งนี้ ควรหลีกเลี่ยงอุปกรณ์ประกอบที่มีชิ้นส่วนของพลาสติก

๓.๒.๒ เครื่องวัดการไหลของน้ำ (flow meter)

๑) กรณีใช้ตาข่าย

ใช้ติดตามปริมาณการไหลของน้ำผ่านตาข่ายในขณะลากเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้ หากไม่สามารถจัดหา หรือติดกับตาข่ายได้ ให้ใช้วิธีการคำนวณจากความเร็วเรือ ระยะเวลาที่ลาก และคูณกับขนาดปากของตาข่ายที่ใช้ลาก กรณีไม่สามารถติดตั้ง flow meter ได้ ให้ใช้การคำนวณจากความเร็วเรือสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่และระยะเวลา

๒) กรณีใช้ปั๊ม

สามารถคำนวณปริมาณน้ำที่สูบเก็บตัวอย่างได้จากอัตราการสูบจากอุปกรณ์ได้

๓.๒.๓ ขวดเก็บตัวอย่าง

๑) กรณีใช้ตาข่าย

จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างติดที่ปลายตาข่ายที่ใช้ลาก (ขนาดอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับขนาดของตาข่าย) โดยสามารถใช้เป็นลักษณะรับน้ำที่ตัวอย่างติดอยู่ในตาข่าย หรือใช้เป็นตาข่ายเพื่อมีการระบายน้ำออก เฉพาะไมโครพลาสติก จากนั้นนำตัวอย่างจากอุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่ปลายตาข่ายที่ใช้ลากมาใส่ขวดแก้วเพื่อรับตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

๒) กรณีใช้ปั๊ม

สามารถสูบน้ำ และกรองผ่านแผ่นกรอง หรือตะแกรงร่อนตามขนาดได้โดยตรง ทั้งนี้ ควรเตรียมอุปกรณ์ในการรับตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วย

๓.๒.๔ เรือ

ควรมีความปลอดภัย มีขนาดเหมาะสมกับภาระบรรทุก และมีความเหมาะสมสามารถติดตั้งอุปกรณ์ในการลากตาข่ายได้

๓.๓ ขั้นตอนการเก็บไมโครพลาสติก

๓.๓.๑ กำหนดเวลาการเก็บตัวอย่างให้สอดคล้องกับข้อ ๓.๑

๓.๓.๒ ตรวจสอบอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างให้พร้อมใช้งาน

๓.๓.๓ คำแนะนำในช่วงการเก็บตัวอย่าง

๑) กรณีใช้ตาข่าย

ติดตั้งอุปกรณ์ โดยให้ปากด้านหน้าของอุปกรณ์จมอยู่ในน้ำประมาณร้อยละ ๕๐ (Neuston net) และปากด้านหลังจมอยู่ในน้ำทั้งหมด (manta net) ทั้งนี้ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านตาข่ายควรอยู่ระหว่าง ๓๐ - ๑๐๐ ลูกบาศก์เมตร ด้วยความเร็วเรือควรอยู่ระหว่าง ๑ - ๓ น็อต การลากควรใช้เวลาประมาณ ๕ - ๑๐ นาทีต่อครั้ง แล้วยกขึ้นเพื่อถ่ายเทตัวอย่างลงในภาชนะบรรจุก่อนสุ่มเก็บตัวอย่างในครั้งถัดไป จนครบจำนวน ๓ ครั้ง หากพบการอุดตันควรมีการล้างตาข่ายก่อนสุ่มเก็บตัวอย่างต่อไป

๒) กรณีใช้ปั๊ม

ติดตั้งอุปกรณ์ จอดเรือให้นิ่ง เพื่อควบคุมระดับความลึกของการสูบน้ำให้คงที่ประมาณ ๐.๕ - ๑ เมตร อัตราการสูบน้ำให้เหมาะสมกับขนาดปั๊ม ทั้งนี้ การใช้อัตราสูบน้ำที่สูงเกินไปอาจเกิดการผสมของตัวอย่างในระดับความลึกอื่น ปริมาณน้ำตัวอย่างที่สูบน้ำไม่ควรต่ำกว่า ๕ - ๑๐ ลูกบาศก์เมตร

๓.๓.๔ บันทึกรายละเอียดการเก็บตัวอย่างในแบบฟอร์ม

๓.๓.๕ เก็บรักษาตัวอย่างโดยการแช่ที่อุณหภูมิไม่เกิน ๔ องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการย่อยสลายทางชีวภาพ และควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสแสงแดดโดยตรง เพราะอาจกระตุ้นการแตกหักมากขึ้น

๓.๓.๖ ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง อย่างน้อยควรมีตัวแทนของช่วงฤดูแล้ง และฤดูฝน หากมีความเป็นไปได้ ควรพิจารณาช่วงฤดูมรสุมในแต่ละพื้นที่

๓.๓.๗ ในกรณีใช้ตาข่าย ควรติดตั้งเครื่องวัดการไหล เพื่อช่วยให้ผลลัพธ์มีความแม่นยำมากขึ้น

ข้อ ๔ การเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินในทะเล

๔.๑ การเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่าง

๔.๑.๑ ควรเก็บในพื้นที่ที่มีการสะสมของตะกอนดิน หลีกเลี่ยงการเก็บจากบริเวณที่มีการทิ้งเปลือกหอย อย่างไรก็ตาม การเก็บตัวอย่างตะกอนดินในพื้นที่อ่อนไหว (sensitive area) เช่น แนวปะการัง แนวหญ้าทะเล ฯลฯ อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่นั้น

๔.๑.๒ พื้นที่ที่สอดคล้องกับแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติก เช่น พื้นที่ชายฝั่งที่มีชุมชนขนาดใหญ่ (มีทางน้ำไหลจากฝั่ง) พื้นที่ชายฝั่งที่มีหมู่บ้านชาวประมง พื้นที่ติดปากแม่น้ำ พื้นที่นอกชายฝั่ง (offshore) เช่น เส้นทางเดินเรือ พื้นที่ทำประมง พื้นที่ทำอุตสาหกรรม ฯลฯ

๔.๑.๓ กำหนดกรอบการเก็บตัวอย่าง ๑ กิโลเมตร x ๑ กิโลเมตร แล้วแบ่งเป็นกรอบเล็ก ซึ่งแต่ละกรอบเล็กมีขนาด ๐.๒ กิโลเมตร x ๐.๒ กิโลเมตร และสุ่มเก็บตัวอย่างจากกรอบอย่างน้อย ๓ ครั้ง ตามหลักวิชาการ โดยตัวอย่างในแต่ละครั้งไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มิลลิลิตร หรือ ๕๐๐ กรัม อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่เก็บปากแม่น้ำหรือมีอุปสรรคในการวางกรอบดำเนินงาน สามารถปรับการสุ่มตัวอย่างให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ได้

๔.๒ วิธีการเก็บตัวอย่างไมโครพลาสติกในตะกอนดินในทะเล

โดยทั่วไป แบ่งเป็น ๒ วิธี คือ วิธี Ekman grab sampling และ วิธี Core sampling ซึ่งมีหลักการและข้อควรระวัง ดังนี้

๔.๒.๑ วิธี Ekman grab sampling เป็นการปล่อย grab ลงไปเพื่อเก็บตัวอย่างดินในระดับ ๕ – ๑๐ เซนติเมตร ข้อควรระวัง การเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้จะไม่สามารถกำหนดความลึกในการเก็บได้ และโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดสูงหากไม่ทำการล้าง Ekman grab ก่อนนำไปใช้ในจุดถัดไป ทั้งนี้ การเผ่าระวังสถานการณ์ไมโครพลาสติกจะใช้วิธีนี้เป็นหลัก

๔.๒.๒ วิธี core sampling เป็นการปัก corer (กระบอกเก็บตัวอย่างดิน) ความลึกตามที่ต้องการศึกษา หรือสามารถแบ่งตัวอย่างเป็นชั้นตามความสนใจ ข้อควรระวัง วิธีนี้เหมาะกับการศึกษาการสะสมของไมโครพลาสติกในชั้นดิน และโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดสูงหากไม่ทำการล้างกระบอกเก็บตัวอย่างก่อนนำไปใช้ในจุดถัดไป

๔.๓ อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง

๔.๓.๑ อุปกรณ์หลักเป็นไปตามวิธีที่เลือกในข้อ ๔.๒ ได้แก่ Ekman grab หรือ corer

๔.๓.๒ ขวดในการเก็บตัวอย่างตะกอนดินควรเป็นแก้ว หรือโลหะ หลีกเลี่ยงการใช้ขวดและฝาที่ทำจากพลาสติก ขนาดสามารถบรรจุดินได้ไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มิลลิลิตร

๔.๔ ขั้นตอนการเก็บไมโครพลาสติก

๔.๔.๑ กำหนดวิธีการเก็บตัวอย่างให้สอดคล้องกับข้อ ๔.๑ และ ๔.๒

๔.๔.๒ ตรวจสอบอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างให้พร้อมใช้งาน

๔.๔.๓ เก็บตัวอย่างตะกอนดินจากการสุ่มอย่างน้อย ๓ ครั้ง ปริมาณดินครั้งละอย่างน้อย ๔๐๐ มิลลิลิตร (๕๐๐ กรัม) จากนั้นนำมาผสมกัน แล้วบรรจุตะกอนดินตัวอย่าง ประมาณ ๔๐๐ มิลลิลิตร (๕๐๐ กรัม) ในภาชนะที่เตรียมไว้เพื่อส่งไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

๔.๔.๔ บันทึกรายละเอียดการเก็บตัวอย่างในแบบฟอร์ม

๔.๔.๕ เก็บรักษาตัวอย่างโดยการแช่ที่อุณหภูมิไม่เกิน ๔ องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการย่อยสลายทางชีวภาพ และควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสแสงแดดโดยตรง เพราะอาจกระตุ้นการแตกหักมากขึ้น

๔.๔.๖ ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง อย่างน้อยควรมีตัวแทนของช่วงฤดูแล้ง และฤดูฝน หากมีความเป็นไปได้ ควรพิจารณาช่วงฤดูมรสุมในแต่ละพื้นที่ประกอบ

ข้อ ๕ การวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติก

๕.๑ อุปกรณ์สำหรับจำแนกตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

๕.๑.๑ ปีกเกอร์ ขนาด ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร และ ขนาด ๕๐๐ มิลลิลิตร

๕.๑.๒ กระจกนาฬิกา (Watch glass) หรือ อลูมิเนียมฟอยล์ สำหรับปิดปีกเกอร์

๕.๑.๓ เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อนและแท่งแม่เหล็กกวนสาร (Hotplate stirrer, magnetic stir bar) /แท่งแก้วสำหรับคนสาร

๕.๑.๔ ตะแกรง ขนาด ๕ และ ๑ มิลลิเมตร

๕.๑.๕ ฝากรองขนาดตา ๐.๓ และ ๐.๐๒ มิลลิเมตร

๕.๑.๖ กระดาษกรอง GF/C หรือ GF/F หรือ GF/B หรืออื่นๆ

๕.๑.๗ จานเพาะเชื้อ ขนาด ๔ นิ้ว และ ๖ นิ้ว (Glass Petri dish)

๕.๑.๘ ปากคีบแบบปลายเล็ก (Tweezer forceps)

๕.๑.๙ เครื่องปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump)

๕.๑.๑๐ กระบอกแก้วทรงสูงที่มีท่อเปิดด้านล่าง หรือกรวยแยกและฐานตั้ง (Density separator set)

๕.๑.๑๑ ถุงมือยาง

๕.๑.๑๒ ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (incubator)

๕.๑.๑๓ แวนขยายเลนส์แบบพกพา

๕.๑.๑๔ กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (Dissecting microscope) หรือ กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope)

๕.๑.๑๕ เครื่องชั่ง ๖ ตำแหน่ง (ทางเลือก)

๕.๑.๑๖ ตู้ปลอดเชื้อหรือ (Laminar flow hoods) (ทางเลือก)

๕.๒ สารเคมีสำหรับการเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

๕.๒.๑ เฟอรัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

๕.๒.๒ กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)

๕.๒.๓ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ ๓๐ (H_2O_2 ๓๐%)

๕.๒.๔ สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ ๑ (KOH ๑%)

๕.๒.๕ น้ำกลั่น (Distilled water)

๕.๒.๖ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

๕.๒.๗ โพแทสเซียมเมตาฟอสเฟต (KPO_3) (ทางเลือก)

๕.๒.๘ โซเดียมโพลิทังสเตต ($\text{Na}_6(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40})$) หรือ ($3\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 9\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (ทางเลือก)

๕.๒.๙ ซิงค์คลอไรด์ (ZnCl_2) (ทางเลือก)

๕.๒.๑๐ โซเดียมไอโอไดด์ (NaI) (ทางเลือก)

๕.๓ การเตรียมสารเคมี

๕.๓.๑ สารละลายไอรอน (II) ซัลเฟต ๐.๐๕ โมลาริตี (M)

เติม $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ๗.๕ กรัม ลงในน้ำกลั่น ๕๐๐ มิลลิลิตร และ เติม กรด H_2SO_4 เข้มข้น จำนวน ๓ มิลลิลิตร

๕.๓.๒ สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ๓๐%

การเตรียมสารละลาย H_2O_2 ๓๐% จำนวน ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร เตรียมจาก H_2O_2 ๕๐% จำนวน ๖๐๐ มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนครบ ๑,๐๐๐ มิลลิลิตร

๕.๔ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำทะเล

๕.๔.๑ นำตัวอย่างน้ำกรองผ่านตะแกรง ขนาด ๕ มิลลิเมตร นำตะกอนที่ค้างบนตะแกรงทิ้ง

๕.๔.๒ นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตะแกรง ขนาด ๕ มิลลิเมตร มากรองต่อด้วย ตะแกรง ขนาด ๑ มิลลิเมตร ตรวจสอบ และคัดแยกตัวอย่างด้วยตาเปล่า ใช้แว่นขยายเลนส์แบบพกพา (เช่น ไดโนไลท์) หรือใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (dissecting microscope) ซึ่งการคัดแยกตัวอย่างด้วย สายตาในขั้นตอนนี้ ส่วนมากมีความแม่นยำค่อนข้างสูง หากผู้ปฏิบัติได้รับการฝึกฝนและมีภาพตัวอย่างอ้างอิง เพียงพอเมื่อแยกชิ้นไมโครพลาสติกออกแล้ว ให้ทำการวัดขนาด (กว้างที่สุด และยาวที่สุดแต่ถ้าเป็นเส้นใยเล็ก จะวัดเฉพาะความยาว หน่วยเป็น ไมโครเมตร หรือไมครอน) และ ถ่ายรูป โดยแสดงสเกลอ้างอิงขนาด ในรูปภาพทุกครั้ง ในกรณีที่สามารถชั่งน้ำหนักได้ แนะนำให้ดำเนินการ โดยอาจชั่งรวมหรือแยกตาม ความเหมาะสม (ความละเอียดอย่างน้อย ๐.๐๑ มิลลิกรัม) และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิคอื่น ๆ ต่อไปตามข้อ ๖

๕.๔.๓ นำตัวอย่างที่ผ่านการคัดกรองด้วยตะแกรง ขนาด ๑ มิลลิเมตร มากรองผ่านผ้ากรอง ขนาด ๐.๓ มิลลิเมตร ถ่ายตัวอย่างจากผ้ากรองลงในบีกเกอร์ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ มิลลิลิตร แล้วทำการย่อย สารอินทรีย์ด้วยวิธี Wet Peroxide Oxidation (WPO) รายละเอียดตาม ข้อ ๕.๖

๕.๔.๔ เมื่อทำการย่อยสารอินทรีย์เสร็จแล้ว ให้ดำเนินการตามขั้นตอนการแยกตัวอย่าง ออกจากตะกอน (density separation) ซึ่งสามารถใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวตามข้อ ๕.๗ โดยนำตัวอย่างที่ใส่ภาชนะ ที่เตรียมไว้ (เช่น บีกเกอร์ ปริมาตร ๕๐๐ มิลลิลิตร) นำสารละลายเกลืออิ่มตัวที่เย็นแล้วใส่ภาชนะทรงสูง (เช่น กระบอกตวง) ปริมาตร ๕๐๐ มิลลิลิตร ทิ้งไว้ ๑ คืน

๕.๔.๕ กรองตัวอย่างในส่วนที่เป็นของเหลวผ่านผ้ากรอง ขนาด ๐.๓ มิลลิเมตร และนำผ้ากรอง ที่มีตัวอย่างอยู่ ผึ่งให้แห้งไว้ ๑ คืน หรืออบที่ ๔๐ องศาเซลเซียส แต่ไม่เกิน ๖๐ องศาเซลเซียส นาน ๒ – ๓ ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง

๕.๔.๖ นำตัวอย่างบนผ้ากรองขนาด ๐.๓ มิลลิเมตร ที่แห้งแล้ว ไปคัดแยกไมโครพลาสติก ได้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ เก็บตัวอย่างที่พบใส่หลอดมีเนียมฟอยล์ที่เตรียมไว้ (ตัวอย่างที่ผ่านการอบต้องรอให้เย็น ก่อนชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง ๖ ตำแหน่ง)

๕.๔.๗ นำน้ำที่ผ่านผ้ากรอง ขนาด ๐.๓ มิลลิเมตร ไปกรองด้วยผ้ากรอง ขนาด ๐.๐๒ มิลลิเมตร หรือกระดาษกรอง GF/C GF/C หรือ GF/F หรือ GF/B หรืออื่น ๆ อีกครั้ง โดยใช้ชุดกรองสุญญากาศ

จากนั้น นำผ้ากรองหรือกระดาษกรองที่มีตัวอย่างอยู่ ผึ่งให้แห้งไว้ ๑ คืน หรืออบที่ ๔๐ องศาเซลเซียส แต่ไม่เกิน ๖๐ องศาเซลเซียส นาน ๒ – ๓ ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง

๕.๔.๘ นำผ้ากรองขนาด ๐.๐๒ มิลลิเมตร หรือกระดาษกรอง GF/C GF/C หรือ GF/F หรือ GF/B หรืออื่น ๆ ที่แห้งแล้ว ไปตัดแยกไมโครพลาสติก ได้กลึงจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ เก็บตัวอย่างที่พบ ใส่ลูมิเนียมฟอยล์ที่เตรียมไว้ (ตัวอย่างที่ผ่านการอบต้องรอให้เย็น ก่อนชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง ๖ ตำแหน่ง)

๕.๔.๙ นำตัวอย่างจากข้อ ๕.๔.๖ และ ๕.๔.๘ นับจำนวน วัดขนาด แบ่งประเภท เบื้องต้น ในกรณีที่ดำเนินการได้ สามารถชั่งน้ำหนักขึ้นไมโครพลาสติก โดยอาจชั่งรวมหรือแยกตามความเหมาะสม อย่างไรก็ตาม ในงานติดตามตรวจสอบทั่วไป ไม่จำเป็นต้องชั่งน้ำหนัก ทั้งนี้ หากจำเป็นให้ใช้การประเมินน้ำหนัก ซึ่งอ้างอิงจาก ISO 24187:2023 (E) และ มอก. ๓๔๗๔ – ๒๕๖๖ ดังแสดงในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ การจัดแบ่งขนาดเพื่อประเมินน้ำหนัก

การแบ่งขนาด		ไมโครพลาสติก						ไมโครพลาสติกขนาดใหญ่
ขนาดของอนุภาค	มิลลิเมตร	๐.๐๐๑ ถึง <๐.๐๐๕	๐.๐๐๕ ถึง <๐.๐๑๐	๐.๐๑๐ ถึง <๐.๐๕๐	๐.๐๕๐ ถึง <๐.๑๐๐	๐.๑๐๐ ถึง <๐.๕๐๐	๐.๕๐๐ ถึง <๑.๐๐๐	๑.๐๐๐ ถึง ๕.๐๐๐
ขนาดเฉลี่ยของอนุภาค	มิลลิเมตร	๐.๐๐๓	๐.๐๐๗๕	๐.๐๓๐	๐.๐๗๕	๐.๓๐๐	๐.๗๕๐	๓.๐๐๐
มวล*	มิลลิกรัม	๑.๔ x ๑๐ ^{-๕}	๒.๒ x ๑๐ ^{-๕}	๑.๔ x ๑๐ ^{-๔}	๒.๒ x ๑๐ ^{-๔}	๐.๐๑๔	๐.๒๒	๑.๔
จำนวนอนุภาคในน้ำหนัก ๑๔.๑๓ มิลลิกรัม	จำนวนอนุภาค	๑.๐ x ๑๐ ^๕	๖.๔ x ๑๐ ^๔	๑.๐ x ๑๐ ^๖	๖.๔ x ๑๐ ^๕	๑,๐๐๐	๖๔	๑
* มวลในที่นี้เป็นการประมาณการจากค่าเฉลี่ยของอนุภาคขนาด (๓.๐๐๐ มิลลิเมตร) โดยใช้สมมติฐานเป็นทรงกลมที่มีความหนาแน่นเท่ากับ ๑								
หมายเหตุ กรณีขนาดของอนุภาค อยู่ในช่วง ๐.๐๓๐ – ๑.๐๐๐ มิลลิเมตร ขนาดเฉลี่ย ๐.๑๗๒๕ มิลลิเมตร มวล ๐.๑๑ มิลลิกรัม								

๕.๔.๙ นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอื่น ๆ เพื่อยืนยันชนิดของไมโครพลาสติก เช่น Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), Micro-Fourier Transform Infrared Spectrometry (Micro-FTIR), Attenuated Total Reflectance - Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR), Raman Spectroscopy (Raman), Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) และ Pyrolysis–Gas Chromatography–Mass Spectrometry (Py–GC–MS) เป็นต้น

๕.๕ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างตะกอนดิน

๕.๕.๑ วิธีทำให้ตัวอย่างตะกอนดินแห้ง

- ๑) สุ่มตะกอนดินประมาณ ๔๐๐ มิลลิลิตร (๕๐๐ กรัม) เทใส่บีกเกอร์ ๘๐๐ มิลลิลิตร (บีกเกอร์แห้ง) (a)
- ๒) นำตัวอย่างดินในข้อ ๑) อบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ ๙๐ องศาเซลเซียสหนึ่งคืน หรือจนกว่าตัวอย่างจะแห้ง
- ๓) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างในข้อ ๒) (ได้เป็นน้ำหนักแห้งรวมตะกอนดิน) (b)
- ๔) นำ น้ำหนักแห้งรวมตะกอนดิน (b) – น้ำหนักแห้งของบีกเกอร์ (a) ผลที่ได้เป็นน้ำหนักของตะกอนดิน (C) $(b - a = C)$

๕.๕.๒ แยกของแข็งออกจากตัวอย่างตะกอนดิน (ที่แห้งแล้ว)

- ๑) เติมสารละลาย potassium metaphosphate ๔๐๐ มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง
- ๒) ใส่แท่งกวนสารลงในบีกเกอร์ที่บรรจุตัวอย่าง และเปิดเครื่องให้หมุนที่รอบสูงสุดเป็นเวลา ๑ ชั่วโมง

๕.๕.๓ การร่อนเพื่อหาของแข็งทั้งหมด

- ๑) เทตัวอย่างในข้อ ๕.๕.๒ ลงในตะแกรกร่อนขนาด ๐.๓ มิลลิเมตร
- ๒) ฉีดน้ำกลั่นเพื่อไล่ของแข็งที่ติดขอบบีกเกอร์ลงในตะแกรกร่อนให้หมด
- ๓) ใช้ปากคีบแบบปลายเล็ก (Tweezer forceps) หยิบของแข็ง และพลาสติกที่มีขนาด > ๕ มิลลิเมตร ออก
- ๔) นำตัวอย่างที่ติดบนตะแกรกร่อน ชั่งน้ำหนัก และเทใส่บีกเกอร์ ขนาด ๕๐๐ มิลลิลิตร (น้ำหนักบีกเกอร์แห้ง) (a) ตัวอย่างที่ผ่านตะแกรกร่อนนำไปทำตามขั้นตอน ๕.๔ (ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำทะเล) ข้างโดยไม่ต้องร่อน

- ๕) นำตัวอย่างในข้อ ๔) ชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักแห้ง) (b)
- ๖) นำ น้ำหนักแห้ง (b) – น้ำหนักบีกเกอร์แห้ง (a) ผลที่ได้เป็นน้ำหนักรวมของของแข็งทั้งหมด (C)

๕.๖ วิธีย่อยสารอินทรีย์ (Wet Peroxide Oxidation : WPO)

- ๕.๖.๑ นำตัวอย่างเทใส่บีกเกอร์ที่สะอาดจากนั้นเติมสารละลายไฮดรอน (II) ซัลเฟต ปริมาณ ๒๐ มิลลิลิตร
- ๕.๖.๒ เติม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (๓๐%) ปริมาณ ๒๐ มิลลิลิตร คนสารละลายตลอดเวลาเป็นเวลา ๕ นาที

๕.๖.๓ หากสารอินทรีย์ยังไม่หมด เติม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (๓๐%) ครั้งละ ๒๐ มิลลิลิตร และให้ความร้อนควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน ๗๕ องศาเซลเซียส ระวังการเดือด และเกิดฟอง

๕.๖.๔ หากมีฟองเกิดขึ้นมาก เทน้ำกลั่นลงไปจนกว่าฟองจะลดลงเพื่อลดปฏิกิริยา

๕.๖.๕ เมื่อสารอินทรีย์หมด ซึ่งอาจใช้เวลาจนถึง ๗ วัน จากนั้น ให้พิจารณาแยกของแข็งด้วยความหนาแน่น (Density separation) เมื่อพบวัสดุที่อาจไม่ใช่พลาสติกจำนวนมาก

๕.๗ สารละลายเกลืออิมัลชันในการแยกของแข็งด้วยความหนาแน่น (Density separation)

การเติมสารละลายเกลืออิมัลชันลงในตัวอย่าง ในข้อ ๕.๖ (หลังจากทำปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้ว) สามารถใช้สารละลายเกลืออิมัลชันที่แนะนำ ดังแสดงในตารางที่ ๒ ดังนี้

ตารางที่ ๒ ตัวอย่างสารละลายเกลืออิมัลชันที่สามารถใช้ในการแยกของแข็งด้วยความหนาแน่น

เกลือ*	สูตรเคมี	ความหนาแน่นที่ใช้ (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ข้อควรระวัง
Sodium chloride	NaCl	๑.๑๘	ไม่ครอบคลุมพลาสติกบางชนิด เช่น PVC แต่เป็นชนิดที่ปกติพบน้อยในธรรมชาติ
Sodium polytungstate	Na ₆ (H ₂ W ₁₂ O ₄₀) Or 3Na ₂ WO ₄ ·9WO ₃ ·H ₂ O	๑.๕	-
Zinc chloride	ZnCl ₂	๑.๕ - ๑.๗	ราคาแพง อาจเกิดการสูญเสียตัวอย่าง
Sodium Iodide	Nal	๑.๘	-

หมายเหตุ * สามารถใช้เกลือชนิดอื่นได้ โดยควรต้องพิจารณาการสูญเสียตัวอย่าง และข้อจำกัดในการใช้

ข้อ ๖ การวิเคราะห์ไมโครพลาสติกเพื่อยืนยันชนิดด้วยเทคนิคต่างๆ

๖.๑ เมื่อนับจำนวนพลาสติกที่มองเห็นโดยแยกตามกลุ่มแล้ว ให้แยกตัวอย่างในแต่ละกลุ่มไว้ในจานเพาะเชื้อ (Glass Petri dish) ในกรณีที่มีจำนวนมากสามารถแยกเป็นตามรูปร่าง และสี เพื่อให้สะดวกในการสุ่ม โดยแนะนำให้สุ่มร้อยละ ๒๐ ของแต่ละกลุ่ม แล้วบันทึกผล

๖.๒ การตรวจสอบยืนยันชนิดของพลาสติกสามารถเลือกใช้เทคนิคต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม โดยมีเทคนิคแนะนำเบื้องต้น ดังแสดงในตารางที่ ๓ ดังนี้ Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), Attenuated Total Reflectance - Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR), Micro-Fourier Transform Infrared Spectrometry (Micro-FTIR), Raman Spectroscopy (Raman), Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) และ Pyrolysis–Gas Chromatography–Mass Spectrometry (Py–GC–MS)

ตารางที่ ๓ ตัวอย่างเทคนิคเพื่อตรวจสอบยืนยันชนิดของพลาสติก

เทคนิค	ข้อดี	ข้อเสีย	ข้อแนะนำ
FT-IR	๑. ตัวอย่างไม่ถูกทำลาย ๒. มีความแม่นยำ ๓. สามารถเลือกโหมดใช้งาน ได้ระหว่าง Transmission และ Reflection	๑. ใช้เวลานานหากตรวจวัดทีละชิ้น ๒. เหมาะกับตัวอย่างที่ใหญ่กว่า ๐.๓ มิลลิเมตร	ควรเลือกโหมด Reflection และทำ Mapping กรณีที่มี ตัวอย่างจำนวนมาก
ATR-FTIR	๑. ตัวอย่างไม่ถูกทำลาย ๒. เป็นวิธีที่สะดวก ไม่ยุ่งยาก	๑. ใช้เวลานานหากตรวจวัดทีละชิ้น ๒. เหมาะกับตัวอย่างที่ใหญ่กว่า ๐.๓ มิลลิเมตร	-
Micro-FTIR	๑. ตัวอย่างไม่ถูกทำลาย ๒. เป็นวิธีที่สะดวก ไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาในการตรวจวิเคราะห์ สั้น มีความปลอดภัยสูง สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างทั้ง ในรูปของแข็งและของเหลว	๑. ใช้เวลานานหากตรวจวัดทีละชิ้น ๒. ตัวอย่างขนาดเล็กมีโอกาส สูญหายได้ง่าย ๓. ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะในการ เตรียมตัวอย่างโดยเฉพาะแผ่นกรอง ต้องเป็นโลหะ หรือ Aluminum mesh เนื่องจากเป็น IR-Inactive จะ ไม่รบกวนพีคของ FTIR	๑. ใช้กับตัวอย่างที่มีขนาด เล็ก ๒. ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการให้ เหมาะสม
Raman	๑. ตัวอย่างไม่ถูกทำลาย ๒. มีความไวและแม่นยำ ๓. ใช้ได้กับไมโครพลาสติก ขนาดเล็ก	๑. ใช้เวลานานหากตรวจวัดทีละชิ้น ๒. ไม่เหมาะกับตัวอย่างเปียก	ควรใช้ตัวอย่างแห้งหรือ ปรับรุ่นเป็น RM5 Raman Microscopy เพื่อลดการ รบกวน
GC-MS	๑. สามารถวิเคราะห์ตัวอย่าง ที่เป็นของแข็ง ของกึ่งแข็ง กึ่งเหลว หรือของเหลว ๒. ดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว	ตัวอย่างถูกทำลาย	นิยมนำมาใช้เพื่อตรวจสอบ ลักษณะทางคุณสมบัติและ ชนิดของโพลีเมอร์นั้น ๆ
Py-GC-MS	๑. สามารถวิเคราะห์ตัวอย่าง ที่เป็นของแข็ง ของกึ่งแข็งกึ่ง เหลว หรือของเหลว ๒. ดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว	ตัวอย่างถูกทำลาย	๑. นิยมนำมาใช้เพื่อ ตรวจสอบลักษณะทาง คุณสมบัติและชนิดของ โพลีเมอร์นั้น ๆ ๒. ใช้กับนาโนพลาสติก

ข้อ ๗ การบันทึกผล

ให้บันทึกผลในหัวข้อ ดังนี้

๗.๑ อัตราการไหล และปริมาณน้ำที่ไหลผ่านตาข่าย

๗.๒ สารเคมีที่ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ และเทคนิคในการวิเคราะห์ (เครื่องมือ)

๗.๓ รูปร่าง ขนาด สี

๗.๔ น้ำหนักไมโครพลาสติก (ทางเลือก)

๗.๕ ความหนาแน่นไมโครพลาสติกด้วยหน่วยขึ้นต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับตัวอย่างน้ำทะเล และความหนาแน่นในหน่วยขึ้นต่อน้ำหนักตะกอนแห้งสำหรับตัวอย่างตะกอนในทะเล ในภาพรวม หรือแยกลักษณะ และชนิดของไมโครพลาสติก ตามข้อ ๒ ให้ครบถ้วน ทั้งนี้ ในกรณีที่ต้องการบันทึกเรื่องสี สามารถเพิ่มกลุ่มการแบ่งแยกได้ตามความเหมาะสม

๗.๖ สภาพแวดล้อมของการเก็บตัวอย่าง ลักษณะของตัวอย่าง อุปกรณ์และวิธีการเก็บตัวอย่าง จุดที่เก็บตัวอย่าง เป็นต้น

๗.๗ ข้อมูลการครอบครองตัวอย่าง (Chain of Custody) ผู้เก็บตัวอย่าง วันที่เก็บตัวอย่าง วันที่วิเคราะห์ตัวอย่าง ผู้วิเคราะห์ตัวอย่าง เป็นต้น

ข้อ ๘ การรายงานผล

การรายงานผลให้รายงานเป็นรายจุด พร้อมพิกัด ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล เทคนิคการวิเคราะห์ ความหนาแน่นในหน่วยขึ้นต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับตัวอย่างน้ำทะเล และความหนาแน่นในหน่วยขึ้นต่อน้ำหนักตะกอนแห้งสำหรับตัวอย่างตะกอนในทะเล โดยรายงานผลในภาพรวมหรือแยกตามลักษณะ และชนิด ทั้งนี้ ในกรณีที่ในระหว่างการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างมีความหนาแน่นของไมโครพลาสติกสูงมากจนไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์ทั้งหมดได้ระยะเวลาที่จำกัด จำเป็นต้องสุ่มเพื่อยืนยันชนิดของไมโครพลาสติก (ตามข้อ ๖) ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ โดยให้ระบุว่าสุ่มจากแต่ละกลุ่มตัวอย่าง (ตามข้อ ๒.๒ รูปร่าง) หรือสุ่มจำนวนรวมทั้งหมด เพื่อให้สามารถแปลผลได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ หากมีการประเมินในรูปแบบอื่น สามารถเพิ่มรายละเอียด เช่น การคำนวณความหนาแน่นในเชิงพื้นที่ (ขึ้นต่อตารางกิโลเมตร) หรือความเข้มข้น (น้ำหนักต่อปริมาตรตัวอย่าง) เป็นต้น

ข้อ ๙ การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

เนื่องจากการปนเปื้อนสามารถเกิดขึ้นทั้งในระหว่างการเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง และขณะวิเคราะห์ผล จึงควรดำเนินการ ดังนี้

๙.๑ ลดการปนเปื้อนจากอากาศ โดยสวมชุดและถุงมือสำหรับห้องปฏิบัติการ ดำเนินการใน Laminar flow hoods และใช้อะลูมิเนียมฟอยล์

๙.๒ ทำความสะอาดอุปกรณ์/สารละลาย หลีกเลี่ยงอุปกรณ์ที่ใช้พลาสติก และกรองสารละลายก่อนใช้งาน อย่างไรก็ตาม ในส่วนของการกรองสารจะทำให้เกิดเสียเวลา ซึ่งควรพิจารณาตามความเหมาะสม

๙.๓ การควบคุมคุณภาพด้วยการทำ Blank Test และ Spiked Recovery Test

๙.๓.๑ การทดสอบตัวอย่าง Blank (Blank Test) เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนในไมโครพลาสติก ระหว่างขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ของชุดการทดสอบ

๑) ก่อนที่จะเก็บตัวอย่างให้เก็บตัวอย่าง Blank ก่อน โดยเก็บตัวอย่างจากการฉีดน้ำจากภายนอกทะเลสาบที่ยังไม่ถูกลากจูง หรือในกรณีใช้ปั๊ม ให้เก็บตัวอย่าง Blank ก่อนสูบน้ำตัวอย่าง โดยใช้น้ำกลั่นไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มิลลิลิตร แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง

๒) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง Blank ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ หากจำนวนไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่าง Blank มีค่ามากกว่าจำนวนไมโครพลาสติกที่พบในตัวอย่างประมาณร้อยละ ๕ หรือมากกว่า จะต้องหาสาเหตุของการปนเปื้อนก่อนตัดสินใจจะดำเนินการเก็บตัวอย่างอีกครั้งหรือไม่ ทั้งนี้ ควรมีการบันทึกผลไว้ด้วย

๙.๓.๒ การทดสอบการคืนกลับด้วยการเพิ่มความเข้มข้นที่รู้ค่า (Spiked Recovery Test) เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันว่าการวิเคราะห์ดำเนินการอย่างเหมาะสมหรือไม่

๑) การทดสอบการคืนกลับด้วยการเพิ่มความเข้มข้นที่รู้ค่าให้ทำการเตรียมโดยบุคคลอื่นที่ไม่ใช่ผู้วิเคราะห์

๒) ใช้ตัวอย่างไมโครพลาสติกที่วิเคราะห์แล้วเสร็จ หรือไมโครพลาสติกอื่นๆ ที่ได้จากการบดผลิตภัณฑ์พลาสติกสามารถนำมาใช้สำหรับการทดสอบโดยนำตัวอย่างในปริมาณที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างที่เก็บได้จริงมาวัดตามข้อ ๕ และ ๖

๓) ใส่ไมโครพลาสติกที่วัดแล้วเสร็จที่เตรียมไว้ ใส่ในภาชนะตัวอย่างและเติมน้ำที่กรองด้วยตัวกรองขนาด ๐.๑ มิลลิเมตร ลงในภาชนะให้เท่ากับปริมาตรภาชนะของตัวอย่างที่เก็บได้จริงจะทำให้ได้ตัวอย่างสำหรับการทดสอบการคืนกลับด้วยการเพิ่มความเข้มข้นที่รู้ค่า

๔) ผู้วิเคราะห์ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างการทดสอบการคืนกลับด้วยการเพิ่มความเข้มข้นที่รู้ค่า ตามขั้นตอนในข้อ ๕ - ๖

๕) ประเมินผลการทดสอบการคืนกลับด้วยการเพิ่มความเข้มข้นที่รู้ค่า ควรมีค่าร้อยละการทดสอบการคืนกลับ (%recovery) อยู่ในช่วงร้อยละ ๙๐ - ๑๑๐ หากค่าไม่อยู่ในเกณฑ์ ต้องหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไข

๖) พิจารณาค่าร้อยละการทดสอบการคืนกลับ จะแปรผันตรงกับขนาดของไมโครพลาสติก และแปรผกผันกับจำนวนขั้นตอนของการวิเคราะห์

ข้อ ๑๐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อการอื่นๆ ที่มิใช่การเฝ้าระวัง

๑๐.๑ การเก็บตัวอย่างในบรรยากาศ (Ambient air) ให้พิจารณาตาม ISO 16000-34 หรือ ISO 14966:2019

๑๐.๒ การเก็บตัวอย่างในสิ่งมีชีวิต ให้พิจารณาตาม ISO 10870, ISO 23611-1, ISO 23611-12, ISO 23611-3, ISO 23611-14, ISO 23611-5 และ ISO 23611-6

๑๐.๓ การเก็บตัวอย่างในดิน ตะกอนดิน ให้พิจารณาตาม ISO 18400-203, ISO 18400-205, ISO 23611-2, ISO 23611-3, ISO 23611-4, และ ISO 23611-5

๑๐.๔ การเก็บตัวอย่างในสิ่งแวดล้อม ให้พิจารณาตาม ISO 24187:2023