

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท

สุวิญา พานพันธ์, อาชีติน ทะโละตัง, ณัฐเศรษฐ์ ชำนาญมาก, อธิภัทร เฮอร์วัล, และ อธิพงษ์ เลิศอัศวกร*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

* Corresponding author: teerapong.ler@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

น้ำแข็งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคและหาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย เนื่องจากมีการใช้แหล่งน้ำดิบในกระบวนการผลิตซึ่งมีโอกาสปนเปื้อนไมโครพลาสติก จึงมีความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัส การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำแข็งจากร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท จำนวน 4 ร้าน ตัวอย่างน้ำแข็งนำมาสกัดสารอินทรีย์ด้วยวิธี Oxidative Digestion (H_2O_2) และกรองแยกไมโครพลาสติกผ่าน silicon membrane ($1.5\ \mu m$) ก่อนนำไปวิเคราะห์สัณฐานและปริมาณของไมโครพลาสติกด้วยกล้องจุลทรรศน์สโตเรียอิมเมจ และระบุประเภทพลาสติกด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy โหมด Attenuated Total Reflection ร่วมกับการตรวจสอบสุขภาพอาหารภายในร้านจำหน่ายอาหารเพื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อการปนเปื้อน

ผลการศึกษาจากการส่องกล้องจุลทรรศน์สโตเรียอิมเมจ พบชิ้นส่วนไมโครพลาสติก 123-316 ชิ้นต่อตัวอย่างน้ำแข็ง 150 mL (เฉลี่ย 63 ± 36 ชิ้น) ชนิดสัณฐานที่พบมากที่สุดคือ เส้นใย ขนาดตั้งแต่ 3-726 ไมโครเมตร เมื่อสุมตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วย FTIR 14 ชิ้น สามารถระบุเป็นไมโครพลาสติกได้ 42.9% จำแนกเป็นได้เป็นพลาสติกประเภท Polypropylene และ Polyester จากการสังเกตของผู้วิจัยร่วมกับแบบตรวจสอบสุขภาพ พบสาเหตุการปนเปื้อนอาจมาจากกระสอบน้ำแข็งที่ใช้บรรจุน้ำแข็งสำหรับบริโภคในการขนส่งเสื่อมสภาพ หรือไมโครพลาสติกปนเปื้อนตั้งแต่แหล่งน้ำดิบและกระบวนการผลิตน้ำแข็งจากต้นทาง ผลการศึกษานี้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานแสดงการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในพื้นที่วิทยาเขตพญาไท สำหรับประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสไมโครพลาสติกต่อไป

คำสำคัญ: การปนเปื้อน / ไมโครพลาสติก / น้ำแข็ง / ร้านจำหน่ายอาหาร / วิทยาเขตพญาไท

Microplastic Contamination in Ice Cubes from Food Vendors at the Faculty of Public Health, Mahidol University, Phayathai Campus

Suwichaya Phanuphan, Arsidin Talohding, Nuttaset Chamnanmak,
Teerapat Arawan, and Teerapong Lertassavakorn*

Department of Environmental Health Sciences, Faculty of Public Health, Mahidol University, Thailand

** Corresponding author: teerapong.ler@mahidol.ac.th*

Abstract

Ice is a widely consumed product in Thailand. However, the raw water sources used in the production process in various studies are found to be contaminated with microplastic, posing potential exposure concerns. This study aimed to investigate microplastic contamination in ice cubes from four food vendors within the Faculty of Public Health, Mahidol University, Phayathai Campus. Ice samples were collected and treated to eliminate organic matter via the Oxidative Digestion method using hydrogen peroxide (H_2O_2). The solution was filtered through a 1.5 μm silicon membrane before analyzing the morphology and quantity of microplastic under a stereomicroscope. Then, microplastic identification and classification were conducted using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) in Attenuated Total Reflection (ATR) mode. Additionally, a sanitary inspection of food vendors was assessed to determine the contamination factors.

The stereomicroscopic analysis results showed microplastic particles ranging from 123 to 316 pieces per 150 mL ice sample, with an average of 63 ± 36 pieces. The most common morphology observed was fibers with a size varying between 3 to 726 μm . Subsequently, 14 suspected microplastic particles were randomly selected to undergo FTIR analysis and 6 pieces (42.9%) were confirmed as microplastics. These microplastics were classified as polypropylene and polyester. Based on observations and sanitary inspection, potential contamination sources included deteriorated ice sacks used to pack ice for transportation and pre-existing microplastic contamination in raw water and ice production processes. This study provides baseline data on microplastic contamination in the Phayathai Campus area for further risk assessment of microplastic exposure.

Keywords: Contamination / Microplastics / Ice cubes / Food vendors / Phayathai Campus

1. บทนำ

ไมโครพลาสติก (Microplastics) เป็นชิ้นส่วนพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร เกิดจากการแตกหัก หรือย่อยสลายของพลาสติกขนาดใหญ่ หรือจากกระบวนการผลิตพลาสติกขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน ปัจจุบันปัญหาไมโครพลาสติกมีความสำคัญเพิ่มมากยิ่งขึ้น เนื่องจากทั่วโลกมีการผลิตพลาสติกมากกว่า 430 ล้านตัน [1] แต่กลับมีขยะพลาสติกสูงถึง 8 ล้านตัน ถูกปล่อยทิ้งลงสู่มหาสมุทร และพบว่ามากกว่าร้อยละ 50 มีต้นกำเนิดจากประเทศในเอเชีย โดยถุงพลาสติกและบรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นขยะที่พบมากที่สุด [2] สำหรับสถานการณ์ขยะพลาสติกในประเทศไทยในปี 2564 มีปริมาณขยะพลาสติกใช้ครั้งเดียว (Single-use plastics) เกิดขึ้นจากการบริโภคสูงถึง 2.76 ล้านตัน โดยร้อยละ 63 เป็นถุงพลาสติก เช่น ถุงร้อน ถุงหิ้ว ส่วนใหญ่เป็นพลาสติกชนิด polyethylene ซึ่งพฤติกรรมการใช้พลาสติกที่เกินความจำเป็นนี้ เกิดจากความสะดวกและราคาถูกของผลิตภัณฑ์ การใช้บริการสั่งอาหารเดลิเวอรี่ที่ใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เพิ่มมากขึ้น และการกำจัดขยะพลาสติกอย่างไม่ถูกต้อง [3]

ไมโครพลาสติกเหล่านี้ตกค้างจากการใช้แล้วกำจัดทิ้งก่อนปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณมาก โดยมีการปนเปื้อนผ่านระบบนิเวศทางทะเลจากการระบายน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด และน้ำเสียชุมชนที่ไม่ผ่านการบำบัดซึ่งมีสาเหตุการปนเปื้อนมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทิ้งพลาสติกใช้ครั้งเดียวอย่างไม่ถูกต้อง การใช้เครื่องสำอางและเวชภัณฑ์ หรือการซักผ้าที่มีเส้นใยพลาสติกเป็นส่วนประกอบ [4] ส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในทะเลได้ เนื่องจากไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กและมีอายุการย่อยสลายนาน ทำให้เกิดการคุกคามระบบนิเวศทางทะเลในระยะยาว โดยสามารถเข้าไปปนเปื้อนอยู่ในห่วงโซ่อาหารของสัตว์น้ำ เมื่อสัตว์น้ำกินไมโครพลาสติกเข้าไปจะเกิดการสะสมและถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคตามลำดับ [5] อาทิ พบรายงานการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในปลาบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง พบว่าปลาฉลามมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 0.3-4.3 ชิ้นต่อตัว ปลาหนวดมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 0.9-3 ชิ้นต่อตัว และปลาแนวปะการังมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 0.3-2.3 ชิ้นต่อตัว [6] หรือแม้แต่การตรวจพบไมโครพลาสติกในดินจากการเกษตร โดยเกิดจากการใช้พลาสติกคลุมหน้าดินเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช แต่เมื่อฟิล์มพลาสติกเกิดการเสื่อมสภาพจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมทำให้มีการแตกสลายของพลาสติกสะสมอยู่ในดิน ส่งผลให้คุณสมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น ความพรุน การซึมผ่านของน้ำ ทำให้การเจริญเติบโตของพืชเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ [7] ด้วยความที่ไมโครพลาสติกปนเปื้อนในหลากหลายตัวกลางสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้มนุษย์มีช่องทางการรับสัมผัสหลายช่องทางจากรายงานขององค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล (WWF) พบว่า มนุษย์บริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ยสูงถึง 2,000 ชิ้นต่อสัปดาห์ หรือ 250 กรัมต่อปี [8] และยังพบว่าไมโครพลาสติกสามารถลอยอยู่ในอากาศ มนุษย์สามารถสูดดมไมโครพลาสติกเข้าสู่ปอดได้โดยตรง ทำให้มีการทำลายถุงลมปอดเสี่ยงต่อการเกิดโรคถุงลมโป่งพองและมะเร็งปอด รวมถึงสามารถเข้าสู่กระแสเลือดส่งผลให้หลอดเลือดแดงมีการแข็งตัวและเพิ่มความเสี่ยงทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดอีกด้วย [9]

ตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมที่มักพบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกคือแหล่งน้ำดิบเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค โดยน้ำแข็งถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคและหาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย รวมถึงมีการใช้แหล่งน้ำดิบในกระบวนการผลิตน้ำแข็ง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยในประเทศไทยพบว่างานวิจัยเกี่ยวกับไมโครพลาสติกในน้ำแข็งสำหรับบริโภคมีเพียงงานวิจัยเดียวเท่านั้น จากงานวิจัยของสุรวุฒิ สุธา และดุสิตพร หิรัญ พบว่าแหล่งน้ำดิบในจังหวัดชัยภูมิมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย 224 ชิ้นต่อลิตร และพบในน้ำแข็งได้อยู่ที่ 28 ชิ้นต่อลิตร [10] แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสไมโครพลาสติกจากการบริโภคน้ำแข็งพร้อมรับประทานได้ สำหรับในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ประกอบไปด้วยบุคลากร นักศึกษา และบุคลากรภายนอกเข้ามาใช้บริการโรงอาหารและร้านค้าต่อวันเป็นจำนวนมาก แต่ยังไม่มียางานเกี่ยวกับการปนเปื้อนของ ไมโครพลาสติกในน้ำแข็งสำหรับบริโภค ทีมผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในร้านน้ำแข็งของร้านจำหน่าย

อาหารภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท โดยศึกษาถึงปริมาณและขนาดรวมถึงจำแนกชนิดของไมโครพลาสติก เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานแสดงการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในพื้นที่วิทยาเขตพญาไท สำหรับประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสไมโครพลาสติก และเป็นข้อมูลในการพิจารณาลดช่องทางการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกสู่น้ำแข็งต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท
2. เพื่อจำแนกรูปร่างของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท
3. เพื่อศึกษาขนาดและปริมาณของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท

3. ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำแข็งพร้อมบริโภคร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท จำนวน 4 ร้าน

4. วิธีการศึกษา

4.1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

ผู้วิจัยซื้อตัวอย่างน้ำแข็งจากร้านจำหน่ายอาหาร ที่ตั้งอยู่ภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยใช้ขวดแก้ว Duran ขนาด 1,000 มิลลิลิตร สำหรับบรรจุตัวอย่างน้ำแข็ง พร้อมเขียนฉลากระบุชื่อและตำแหน่งร้าน บรรจุลงในกล่องโฟมรักษาอุณหภูมิ ก่อนนำตัวอย่างกลับไปเก็บในตู้เย็นที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์น่ายสิ่งแวดล้อม ในระหว่างการเก็บตัวอย่าง ดำเนินการตรวจสอบสุขาภิบาลอาหารภายในร้านจำหน่ายอาหาร โดยใช้แบบตรวจมาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร (ตามกฎกระทรวงสุขลักษณะของสถานที่จำหน่ายอาหาร พ.ศ. 2561) เป็นแม่แบบ ทีมผู้วิจัยได้มีการปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมบางหัวข้อ เพื่อใช้ตรวจประเมินเบื้องต้นถึงปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในงานวิจัยนี้ ดังแสดงในตารางที่ 1

4.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างน้ำแข็งที่เก็บในตู้เย็นห้องปฏิบัติการ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาทีหรือจนกว่าน้ำแข็งจะละลาย ก่อนถ่ายใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 30% Hydrogen Peroxide (H_2O_2) 40 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างและนำไปอุ่นบนเตาให้ความร้อน (hot plate) ที่อุณหภูมิ $65^{\circ}C$ เพื่อกำจัดเชื้อโรคและสารอินทรีย์วัตถุที่อาจปนเปื้อนหรือติดมากับตัวอย่าง [11] โดยทำการกวนตัวอย่างทุก ๆ 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อให้ความร้อนเสร็จแล้ว นำตัวอย่างน้ำแข็งที่ละลายกรองแบบสุญญากาศผ่าน silicon filter ขนาดรูพรุน $1\ \mu m$ ที่ผ่านการล้างด้วย DI water โดยใช้ filter 1 แผ่นต่อตัวอย่าง 100-150 มิลลิลิตร ก่อนนำ filter วางตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้งที่อุณหภูมิห้องบนจานเพาะเชื้อในตู้ดูดควัน (fume hood)

ตารางที่ 1 แบบตรวจสอบคุณภาพอาหารหั่วข้อการตรวจน้ำแข็ง “สถานที่จำหน่ายอาหาร” สำหรับพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนไมโครพลาสติก

ข้อกำหนดสัญลักษณ์	ผลการตรวจ			หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่มีกิจกรรม	
1. น้ำแข็ง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เช่น เครื่องหมาย ออ.				
2. น้ำแข็งเก็บในภาชนะที่สะอาด ไม่มีคราบสกปรก มีฝาปิด				
3. ภาชนะบรรจุน้ำแข็ง วางสูงจากพื้นอย่างน้อย 15 เซนติเมตร จากปาก ขอบภาชนะ สูงจากพื้นอย่างน้อย 60 เซนติเมตร จากบริเวณที่วางภาชนะ				
4. ไม่มีน้ำแข็งอะฉะฉะ หรือวางใกล้ถังขยะ				
5. ใช้อุปกรณ์ที่สะอาด มีด้ามสำหรับคีบหรือตักน้ำแข็งโดยเฉพาะ				
6. ไม่นำอาหารหรือสิ่งของ ไปแช่รวมในถังน้ำแข็งสำหรับบริโภค				
7. วางอุปกรณ์สำหรับตักน้ำแข็งเหมาะสม เช่น วางปลายด้ามไม่สัมผัส น้ำแข็ง				
รวม				

ข้อสังเกตเพิ่มเติม.....

4.3 ขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจหาไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำแข็งเบื้องต้นด้วยสายตาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereomicroscope) ยี่ห้อ OLYMPUS รุ่น SZX16 โดยวัดขนาดของชิ้นส่วนที่คาดว่าจะเป็ไมโครพลาสติกที่พบด้วยเครื่องมือวัดขนาดผ่านโปรแกรม DP2-BSW จากนั้นเพื่อยืนยันชิ้นส่วนดังกล่าวที่พบในกล้องว่าเป็นไมโครพลาสติกจริง ทำการสุมัคตัวอย่างชิ้นส่วนที่คาดว่าจะเป็ไมโครพลาสติกผ่านกล้องจุลทรรศน์ใส่ลงใน Plate แบบ 12 ช่อง นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ชนิด Microscope Spectrometer ยี่ห้อ Thermo Fisher Scientific รุ่น Nicolet iN10 เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบโครงสร้างทางเคมีของชิ้นส่วนว่าเป็นไมโครพลาสติกจริงหรือไม่ เป็พลาสติกชนิดใด ผ่านการเทียบกับ spectra ของตัวอย่างกับแหล่งข้อมูลใน library ของเครื่อง FTIR

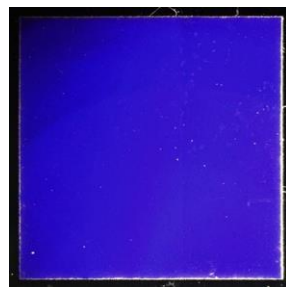
4.4 การควบคุมคุณภาพ (Quality control)

ดำเนินการเตรียมตัวอย่างควบคุม (Blank) ควบคุมไปตัวอย่างน้ำแข็ง โดยใช้น้ำ Deionized (DI water) เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระหว่างปฏิบัติการทดลอง ร่วมกับหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ทดลองที่มีส่วนประกอบของพลาสติกและขั้นตอนที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการได้ ได้แก่ ฝาขวดแก้วซึ่งเป็พลาสติก ให้ใช้อะลูมิเนียมฟอยล์คลุมปากขวดก่อนปิดด้วยฝา ดำเนินการเตรียมและสกัดตัวอย่างทุกขั้นตอนใน fume hood ปิดฝาจานเพาะเชื้อเมื่อทำให้แห้งใน fume hood เพื่อลดการปนเปื้อนจากอากาศ เป็ต้น

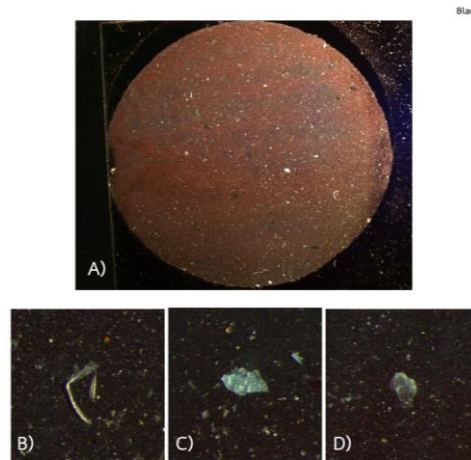
5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

5.1 ผลวิเคราะห์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำแข็งด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

ผลการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท จำนวน 4 ร้าน (แทนด้วยรหัส PH01 – PH04) พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท ในทุก ๆ ตัวอย่างที่ทำการตรวจวิเคราะห์ โดยยังพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกแม้แต่ในตัวอย่างควบคุมที่ใช้ DI water ด้วย (รูปที่ 1) โดยการปนเปื้อนอาจมาจากสิ่งแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ อ้างอิงจากงานวิจัยของ Nandi และคณะ พบว่าปริมาณไมโครพลาสติกภายในอาคารสูงกว่าในที่โล่งแจ้งในช่วงหลังมรสุมและฤดูหนาว รวมถึงการทำกิจกรรมของมนุษย์ก่อให้เกิดความแปรปรวนของการไหลในอากาศซึ่งเป็นการพัดพาไมโครพลาสติกเข้าสู่อาคาร [12] ส่งผลต่อการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตัวอย่างควบคุมได้ รวมถึง DI water ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็น type II water อาจส่งผลให้ยังพบเศษชิ้นส่วนได้หากเทียบกับการใช้ type I water (ultrapure) หรือตัวกรองของ type II water เองที่เสื่อมประสิทธิภาพจนส่งผลให้ยังพบเศษชิ้นส่วนในตัวอย่างควบคุมได้ ลักษณะสัณฐานของไมโครพลาสติกมี 3 ลักษณะจากทั้งหมด 6 ลักษณะ จำนวนรวมทั้งหมดเฉพาะตัวอย่างน้ำแข็ง 830 ชิ้น โดยลักษณะสัณฐานของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดคือ ไมโครพลาสติกชนิดเส้นใย ตามด้วยชนิดแผ่นฟิล์ม และชนิดชิ้นส่วนตามลำดับ (ตารางที่ 2) ส่วนรูปแบบที่ยังไม่พบหรือไม่อาจสามารถระบุลักษณะสัณฐานของไมโครพลาสติกอีก 3 ลักษณะ คือ ทรงกลม (Sphere) เม็ดพลาสติกบริสุทธิ์ (Nurdle) และโฟม (Foam) เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562 กำหนดไว้ว่า ห้ามผลิต หรือขายเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของพลาสติกไมโครบีดส์ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2563 ทำให้ประเทศไทยไม่มีการผลิตและใช้พลาสติกประเภทเหล่านี้ [13] รวมถึงร้านจำหน่ายอาหารที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำแข็งไม่มีการใช้โฟมภายในร้าน โดยตัวอย่างผลการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกของ PH01-1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอมีปริมาณ ไมโครพลาสติกมากกว่าในตัวอย่างตัวควบคุม (blank) โดยพบลักษณะสัณฐานของไมโครพลาสติกทั้ง 3 ชนิด (รูปที่ 2) ซึ่งขนาดของ ไมโครพลาสติกที่พบอยู่ระหว่าง 3-726 ไมโครเมตร (ตารางที่ 3)

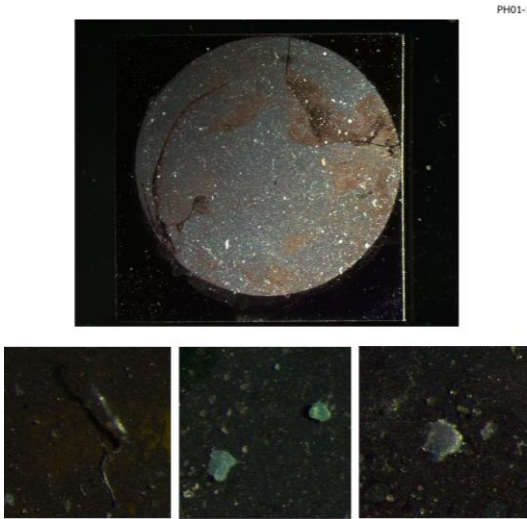


(ก) Silicon filter ที่ไม่ได้ผ่านการกรอง (กำลังขยาย 1X)



(ข) Silicon filter ที่กรองตัวอย่าง blank

รูปที่ 1 เปรียบเทียบแผ่นกรอง silicon ที่ส่องผ่าน stereomicroscope ระหว่างยังไม่ได้ผ่านการกรอง (ก) และกรองแล้วด้วยตัวอย่าง blank (ข) ; โดยที่ กำลังขยาย 1X [A] Silicon filter ที่กรองด้วย DI water] ที่กำลังขยาย 11.5X [B] รูปร่างไมโครพลาสติกชนิดเส้นใย C) รูปร่างไมโครพลาสติกชนิดชิ้นส่วน D) รูปร่างไมโครพลาสติกชนิดแผ่นฟิล์ม]



รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์ไมโครพลาสติกของ PH01-1 ที่ส่องผ่าน stereomicroscope; โดยที่*กำลังขยาย 1X* [A] Silicon filter ที่กรองด้วย DI water] ที่*กำลังขยาย 11.5X* [B] รูปร่างไมโครพลาสติกชนิดเส้นใย C) รูปร่างไมโครพลาสติกชนิดชิ้นส่วน D) รูปร่างไมโครพลาสติกชนิดแผ่นฟิล์ม]

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดลักษณะสัณฐานของไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำแข็งจากร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพะเยาไท

ร้านจำหน่ายอาหารที่	หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะสัณฐานไมโครพลาสติก (ชิ้น)				
		ชิ้นส่วน	เส้นใย	แผ่นฟิล์ม	รวม	
	Blank	3	2	4	9	9
1	PH01-1	3	18	2	23	123
	PH01-2	3	31	12	46	
	PH01-3	4	36	14	54	
2	PH02-1	6	37	15	58	130
	PH02-2	2	21	4	27	
	PH02-3	6	19	20	45	
3	PH03-1	13	58	39	110	316
	PH03-2	10	40	24	74	
	PH03-3	5	23	13	41	
	PH03-4	10	48	33	91	
4	PH04-1	58	62	30	150	261
	PH04-2	20	35	23	78	

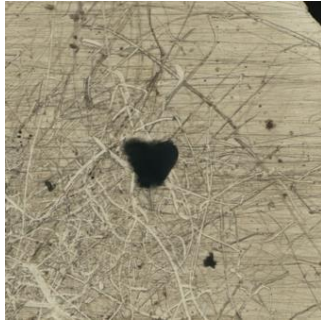
	PH04-3	4	18	11	33	
รวม (เฉพาะตัวอย่างน้ำแข็ง)		141	446	240	830	

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดลักษณะปริมาณและขนาดของไมโครพลาสติกในน้ำแข็งในร้านจำหน่ายอาหารภายในพื้นที่ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท

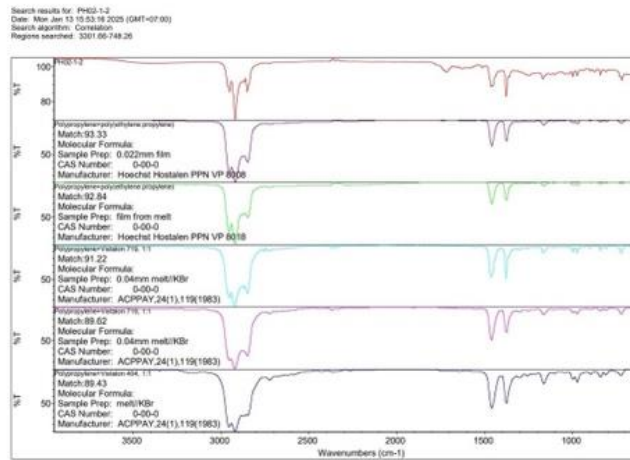
ร้านจำหน่ายอาหารที่	หมายเลขตัวอย่าง	ปริมาณไมโครพลาสติกที่พบ (ชิ้น)		S.D.	ขนาดไมโครพลาสติก (ไมโครเมตร)
		รวม	เฉลี่ย		
	Blank	9	-	-	13-47
1	PH01-1	23	41	16	5-724
	PH01-2	46			
	PH01-3	54			
2	PH02-1	58	43	16	5-658
	PH02-2	27			
	PH02-3	45			
3	PH03-1	111	79	30	4-726
	PH03-2	74			
	PH03-3	41			
	PH03-4	91			
4	PH04-1	150	86	60	3-300
	PH04-2	76			
	PH04-3	31			

5.2 ผลวิเคราะห์เพื่อยืนยันการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำแข็งด้วยด้วย FTIR Microscope Spectrometer

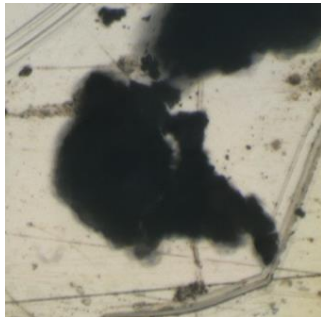
ผลวิเคราะห์จากการสืบสุ่มตัวอย่างจำนวน 14 ชิ้น ไปวิเคราะห์ด้วย FTIR Microscope Spectrometer โหมดการสะท้อนกลับหมด (Attenuated Total Reflectance, ATR) โดยใช้แบบส่วนรองรับตัวอย่างเป็นผลึกเจอร์มาเนียม (Germanium Crystal) พบว่า สามารถระบุเป็นไมโครพลาสติกได้ 42.9% หรือ 6 ชิ้น โดยจำแนกเป็นได้เป็นพลาสติกประเภท polypropylene จำนวน 5 ชิ้น (83.3%) และ polyester จำนวน 1 ชิ้น (16.7%) (รูปที่ 3) ซึ่งพลาสติกประเภท polypropylene เป็นพลาสติกที่ใช้สำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์ทั่วไป เช่น ถังพลาสติก ขวดน้ำ หรือกระสอบน้ำแข็งที่นิยมใช้ในปัจจุบัน และพลาสติกประเภท polyester เป็นพลาสติกที่ใช้สำหรับการผลิตสิ่งทอต่าง ๆ เช่น เสื้อผ้า ผ้าปูที่นอน เป็นต้น สาเหตุการปนเปื้อนพลาสติกชนิดดังกล่าวอาจมาจากการบรรจุน้ำแข็งในกระสอบน้ำแข็งที่ผ่านการใช้งานซ้ำเป็นระยะเวลายาวนานเสื่อมสภาพและผ่านการขนส่งจากโรงงานน้ำแข็งมายังร้านจำหน่ายอาหารภายในคณะสาธารณสุขศาสตร์ หรือจากน้ำเสียที่ผ่านการชักล้างปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำดิบ ซึ่งกระบวนการผลิตน้ำแข็งในปัจจุบันยังไม่สามารถกำจัดไมโครพลาสติกออกจากผลิตภัณฑ์น้ำแข็งที่ใช้สำหรับบริโภคได้หมด จึงส่งผลให้ยังคงมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำแข็งสำหรับบริโภค



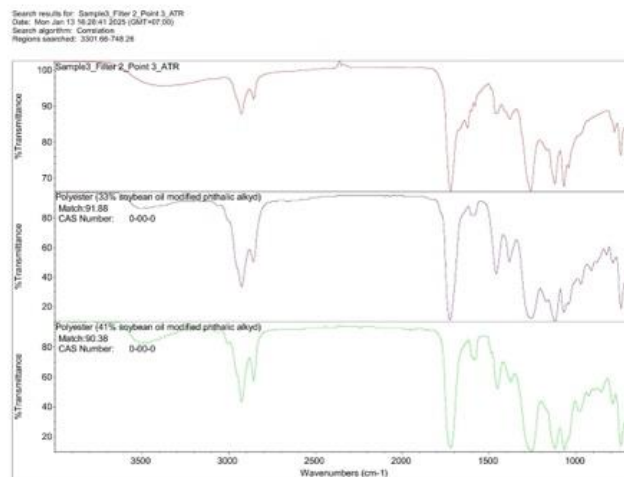
A)



B)



C)



D)

รูปที่ 3 แสดง A) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติก PH02-1 ผ่าน FTIR Microscope Spectrometer B) ผลการวิเคราะห์ spectra ของ PH02-1 ที่เทียบกับฐานข้อมูลของเครื่อง FTIR C) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติก PH03-2 ผ่าน FTIR Microscope Spectrometer D) ผลการวิเคราะห์ spectra ของ PH03-2 ที่เทียบกับฐานข้อมูลของเครื่อง FTIR

5.3 ผลการตรวจสอบสุขภาพอาหารในหัวขื่อน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหารปิ้งจี้ที่ส่งผลต่อการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหาร

ผลการศึกษาพบว่า ร้านจำหน่ายอาหารที่มีการเก็บตัวอย่างน้ำแข็งมีการใช้น้ำแข็งแบบหลอดเล็ก ไม่มีการวางอาหารและสิ่งของประเภทอื่น ๆ ปะปนอยู่ในถังน้ำแข็งที่ใช้สำหรับบริโภค บางร้านถึงที่ใช้สำหรับบรรจุน้ำแข็งไม่สูงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากการวางถุงกระสอบที่วางบนน้ำแข็งได้ และแม้ทุกร้านจำหน่ายอาหารมีการวางอุปกรณ์ตักน้ำแข็งลงบนน้ำแข็งโดยตรง แต่วัสดุไม่ได้ทำมาจากพลาสติก (ตารางที่ 4) จากการสำรวจขณะเก็บตัวอย่างพบว่าทุกร้านจำหน่ายอาหารมีการใช้น้ำแข็งที่ขนส่งมาในถุงกระสอบน้ำแข็งที่มีองค์ประกอบของพลาสติก และบางร้านมีการนำถุงกระสอบน้ำแข็งวางบน

น้ำแข็งพร้อมบริโภคโดยตรง ซึ่งอาจเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการปนเปื้อนในไมโครพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Shruti และคณะ พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในทุกตัวอย่างของผลิตภัณฑ์น้ำแข็งพร้อมบริโภคทั้งหมด 15 ยี่ห้อ ในประเทศ เม็กซิโก คณะผู้วิจัยคาดว่า การปนเปื้อนอาจเนื่องมาจากการตั้งขั้นตอนและกระบวนการผลิตน้ำแข็ง [11] และจากงานวิจัยของสุรวดี สุธา และคุณิพร หิรัญ พบว่ามีการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำดิบ 224 ชิ้นต่อลิตร รวมถึงยังพบไมโครพลาสติกในผลิตภัณฑ์น้ำแข็งจากร้านจำหน่ายอาหารจากผู้ประกอบการน้ำแข็งในจังหวัดชัยภูมิเฉลี่ย 323 ชิ้นต่อลิตร โดยสาเหตุการปนเปื้อนไมโครพลาสติกดังกล่าวอาจมาจากแหล่งน้ำดิบในกระบวนการผลิตเป็นแหล่งน้ำชุมชนหมู่บ้านและพฤติกรรมกรขนส่งผลิตภัณฑ์ลักษณะการเก็บ และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บ เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้พบ การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในน้ำแข็งมากกว่า [10]

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจสอบสุภาภิลาอาหารในหัวข้อน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหารปัจจัยที่ส่งผลต่อการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำแข็งของร้านจำหน่ายอาหาร

ข้อกำหนดสุขลักษณะ	ร้านจำหน่ายอาหารที่			
	PH01	PH02	PH03	PH04
1. น้ำแข็ง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เช่น เครื่องหมาย ออ.	/	/	/	/
2. น้ำแข็งเก็บในภาชนะที่สะอาด ไม่มีคราบสกปรก มีฝาปิด	/	/	/	/
3. ภาชนะบรรจุน้ำแข็ง วางสูงจากพื้นอย่างน้อย 15 เซนติเมตร จากปากขอบ ภาชนะสูง จากพื้นอย่างน้อย 60 เซนติเมตร จากบริเวณที่วางภาชนะ	/		/	/
4. ไม่มีน้ำแข็งเอะอะ หรือวางใกล้ถังขยะ	/	/	/	/
5. ใช้อุปกรณ์ที่สะอาด มีด้ามสำหรับคีบหรือตักน้ำแข็งโดยเฉพาะ	/	/	/	/
6. ไม่นำอาหารหรือสิ่งของ ไปแช่รวมในถังน้ำแข็งสำหรับบริโภค	/		/	/
7. วางอุปกรณ์สำหรับตักน้ำแข็งเหมาะสม เช่น วางปลายด้ามไม่สัมผัสน้ำแข็ง				

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ / หมายถึง ผลการตรวจผ่านเกณฑ์

6. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาและวิเคราะห์จำนวนไมโครพลาสติกของร้านจำหน่ายอาหาร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตพญาไท จำนวน 4 ร้าน โดยใช้น้ำแข็งตัวอย่างปริมาตรประมาณ 500 มิลลิลิตร พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำแข็งทุกร้าน สามารถจำแนกตามลักษณะสัณฐาน ได้ 3 ลักษณะ คือ ชิ้นส่วน (Fragment) เส้นใย (Fiber) แผ่นฟิล์ม (Film) โดยพบชนิดเส้นใยมากที่สุด จำนวน 446 ชิ้น มีขนาดอยู่ระหว่าง 3–726 ไมโครเมตร เมื่อนำผลการตรวจสอบสุภาภิลาอาหารในหัวข้อน้ำแข็งพบว่าทุกร้านจำหน่ายอาหารมีการใช้ที่ตักน้ำแข็งวางลงในถังน้ำแข็ง แต่วัสดุที่ใช้ไม่มีองค์ประกอบของพลาสติก จึงสามารถสรุปได้ว่าการปนเปื้อนในการศึกษาครั้งนี้อาจมาจากการขนส่งน้ำแข็งที่บรรจุในกระสอบน้ำแข็งที่มีองค์ประกอบของพลาสติกและการนำถุงกระสอบน้ำแข็งวางบนน้ำแข็งที่ใช้สำหรับบริโภคโดยตรง เมื่อสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วย FTIR Microscope Spectrometer 14 ชิ้น สามารถระบุเป็นไมโครพลาสติกได้ 42.9% สามารถระบุชนิดของไมโครพลาสติกที่พบได้เป็นพลาสติกชนิด polypropylene (PP) และ polyester การศึกษาครั้งนี้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานแสดงการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในพื้นที่วิทยาเขตพญาไท สำหรับ

ประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสไมโครพลาสติกและประเมินแหล่งที่มาของไมโครพลาสติก รวมถึงสร้างความตระหนักให้แก่ผู้ประกอบการในการลดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากกระบวนการผลิตและแก่ผู้จำหน่ายน้ำแข็งในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] United Nations. (25 August 2023). *Fast Facts – What is Plastic Pollution?*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2023/08/explainer-what-is-plastic-pollution/>
- [2] ลัทธิกา เนตรทัศน์. (19 ธันวาคม 2562). *สถานการณ์ขยะพลาสติกทะเลในอาเซียน*. Law for ASEAN. <https://lawforasean.ocs.go.th/Content/View?Id=716&Type=1>
- [3] กรมควบคุมมลพิษ. (27 มกราคม 2566). *แผนปฏิบัติการด้านการจัดการขยะพลาสติก ระยะที่ 2 (พ.ศ.2566 – 2570)*. <https://www.pcd.go.th/publication/28484/>
- [4] สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ, อาทิตย์ เพ็ชรรักษ์, เจนยุกต์ โล่ห์วชิรินทร์, จงรักษ์ ผลประเสริฐ. (2562). *มลสารไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำเสียดิบและระบบบำบัดน้ำเสีย*. วารสารสิ่งแวดล้อมไทย, 23(1), 4.
- [5] กรรณิกา หวังฤทธิไกรกุล, ศุภกร เทพวิไล, สกลวรรณ ชาวไชย, ราฟาเอล บิสเซน. (2564). *ไมโครพลาสติกบนตะกอนชายหาดของประเทศไทย*. วารสารสิ่งแวดล้อมไทย, 25.
- [6] กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (10 มกราคม 2563). *จากปลาสู่คน : ไมโครพลาสติก ตอนที่ 4*. <https://www.dmcrc.go.th/detailAll/38013/nws/191>
- [7] มูลนิธิสืบค้นะเสถียร. (8 มกราคม 2567). *‘ดินพลาสติก’ เมื่อการเกษตรกรรมปนเปื้อนไปด้วย ‘ไมโครพลาสติก’*. <https://www.seub.or.th/blogging/news/2024-4/>
- [8] World Wildlife Fund. (13 June 2019). *No plastic in nature: Assessing plastic ingestion from nature to people*. https://awsassets.panda.org/downloads/plastic_ingestion_press_singles.pdf
- [9] IQAir. (1 มกราคม 2563). *ไมโครพลาสติกเข้ามาในอากาศได้อย่างไร?*. <https://www.iqair.com/th/newsroom/microplastics-effects-on-air-pollution>
- [10] สุรวุฒิ สุตหา, ดุษฎีพร หิรัญ. (2565). *การพัฒนาวิธีการหาและลดปริมาณไมโครพลาสติกปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์น้ำแข็งที่ผลิตจากแหล่งน้ำดิบเชิงพื้นที่ อำเภอเมืองชัยภูมิ*. วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 29(2), 59-73.
- [11] Shruti V.C., Kutralam-Muniasamy G., Pérez-Guevara F., Roy P.D., Elizalde-Martinez I. (2023). *First evidence of microplastic contamination in ready-to-use packaged food ice cubes*. Environmental Pollution, 318, 120905.
- [12] Nandi, S., Kumar, R. N., Dhandapani, A., & Iqbal, J. (2024). *Characterization of microplastics in outdoor and indoor air in Ranchi, Jharkhand, India: first insights from the region*. Environmental Pollution, 346, 123543.
- [13] กลุ่มควบคุมเครื่องสำอาง. (2562). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องสำอางที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือขาย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562*. https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2562/E/312/T_0004.PDF