ความท้าทายและแนวทางเฝ้าระวังมลสารไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากการซักผ้า

Challenges in Monitoring Microplastics in Laundry Wastewater

พัชชาพันธ์ รัตนพันธ์[1], อาทิตย์ เพ็ชร์รักษ์[2], เจนยุกต์ โล่ห์วัชรินทร์[3], สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ[1,*], จงรักษ์ ผลประเสริฐ[4]

Patchapun Rattanapun[1], Athit Phetrak[2], Jenyuk Lohwacharin[3], Suthirat Kittipongvises[1,*], Chongrak Polprasert[4]

[1] สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ภาควิชาเวชศาสตร์สังคมและสิ่งแวดล้อม คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

[3] ภาควิชาสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[4] สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[1] Sustainable Environment Research Institute, Chulalongkorn University

[2] Department of Social and Environmental Medicine, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University

[3] Department of Environmental and Sustainable Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

[4] Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University

* Email: suthirat.k@gmail.com

ส่งต้นฉบับบทความ : 22 เม.ย. 68 / ส่งบทความฉบับแก้ไข : 25 พ.ค. 68 / ตอบรับให้เผยแพร่ : 26 พ.ค. 68 / เผยแพร่ : 12 มิ.ย. 68

การอ้างอิง: พัชชาพันธ์ รัตนพันธ์ และคณะ (2568). ความท้าทายและแนวทางเฝ้าระวังมลสารไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากการซักผ้า. สิ่งแวดล้อมไทย, ปีที่ 29 (ฉบับที่ 1).

https://doi.org/10.35762/TE.2568001

บทคัดย่อ

ปัญหาการปนเปื้อนมลสารไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมและห่วงโซ่อาหารนับเป็นความท้าทายต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศในทุกด้าน กิจกรรมในชีวิตประจำวันของครัวเรือน อาทิ การซักผ้าของครัวเรือนนับเป็นกิจกรรมที่ปล่อยไมโครไฟเบอร์ปริมาณมากสู่ระบบนิเวศแหล่งน้ำ บทความนี้ได้รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์สถานการณ์การปนเปื้อนมลสารไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากกิจกรรมซักผ้าของครัวเรือนและในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน ทั้งในต่างประเทศและในประเทศ พบว่า รูปแบบและปริมาณไมโครพลาสติกที่ตรวจพบจากกิจกรรมการซักผ้าขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ประเภทเสื้อผ้า อุณหภูมิการซัก ประเภทเครื่องซักผ้าระยะ เวลาซัก ตลอดจนชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์ซักผ้า เนื่องจากข้อจำกัดด้านฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง บทความนี้จึงได้เสนอแนวทางการตรวจวัด ติดตาม เฝ้าระวังและประเด็นท้าทายเพื่อเฝ้าระวังมลสารไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากการซักผ้า ได้แก่ การกำหนดมาตรฐานวิธีเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ไมโครพลาสติกจากกิจกรรมการซักผ้าที่ชัดเจน การออกแบบ ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน และแนวทางการติดตามเฝ้าระวังการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำ รวมทั้งการรณรงค์ให้ความรู้และสร้างความตระหนักแก่ครัวเรือนเกี่ยวกับกิจกรรมที่สัมพันธ์กับการปล่อยไมโครพลาสติกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างเชื่อมโยงและเป็นองค์รวม

คำสำคัญ : กิจกรรมซักผ้า; ครัวเรือน; น้ำเสีย; ไมโครพลาสติก; ระบบบำบัดน้ำเสีย

Abstract

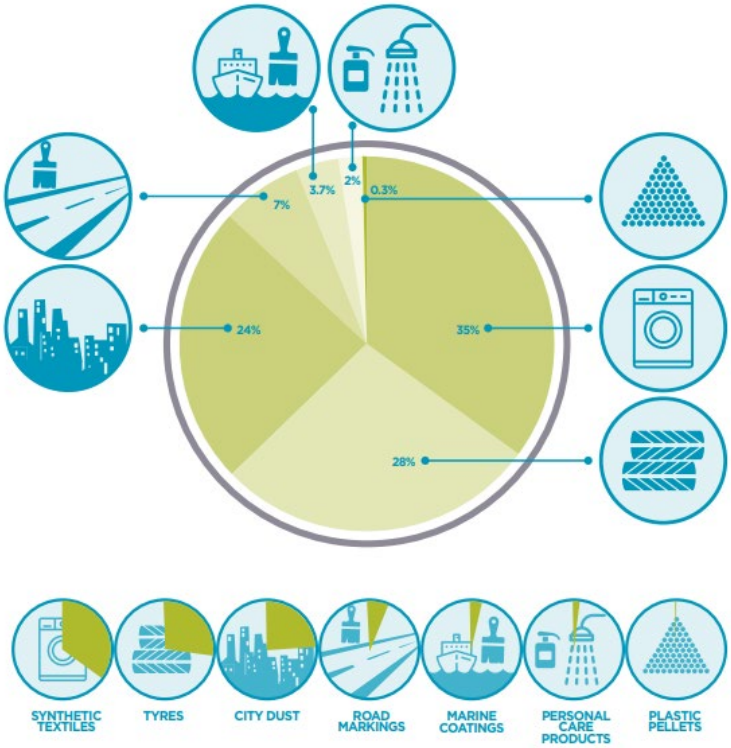
Microplastic contamination in ecosystem and food chain is a significant challenge in all aspects. Specifically, household laundering has been recognized as an emitter of microfibers into aquatic ecosystems. This paper aimed to review and analyze the situations of microplastic contamination in domestic wastewater and wastewater treatment plants in Thailand and international cases. The results revealed that there are several factors that influence microplastic detection in laundry wastewater, including clothing types, washing temperature, washing time, and types and amount of detergent used. Overall, the following recommendations are proposed in mitigating microplastic pollution in domestic wastewater i) setting standard for methods of sampling and monitoring of microplastics in laundry wastewater and ii) raising awareness on household wastewater management, especially microplastic pollution related to household activities in holistic manner.

Keyword: Laundering; Household; Wastewater; Microplastic; Wastewater treatment plants

1. บทนำ

ปัจจุบันการปนเปื้อนมลสารไมโครพลาสติก (หรืออนุภาคพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร) นับเป็นประเด็นท้าทายโดยเฉพาะมิติการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อระบบห่วงโซ่อาหารและสุขภาพอนามัยของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ตลอดจน ผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน โดยการศึกษาของ Cox (2019) รายงานว่ามนุษย์บริโภคไมโครพลาสติกเข้าสู่ร่างกาย ประมาณ 39,000 – 52,000 อนุภาคต่อปี ซึ่งเส้นทางของไมโครพลาสติกเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การรับประทาน (Ingestion) การหายใจ (Inhalation) และการถ่ายทอดพลังงาน (Energy transfer) ตามลำดับขั้นในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งการถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหารนี้เป็นการถ่ายทอดสารพิษแบบทวีคูณโดยสารพิษมีแนวโน้มสะสมเพิ่มมากขึ้นตามลำดับชั้นของการบริโภค (Trophic level) จากผู้ผลิตขั้นต้นสู่ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายหรือมนุษย์โดยมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนหรือสะสมในอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย (Jiang et al., 2020) เช่น รก เนื้อเยื่อหุ้มปอด เลือด เซลล์ รวมไปถึงอุจจาระด้วย สำหรับภาพรวมเชิงสถานการณ์ การใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของไมโครบีดส์เป็นองค์ประกอบ รวมไปถึงกิจกรรมการซักเสื้อผ้าในครัวเรือนซึ่งทำให้เกิดการหลุดลอกและการขาดของเส้นใยสังเคราะห์หลายชนิด ได้แก่ โพลีเอสเตอร์ อะคริลิก เรยอน และไนลอน ล้วนแต่เป็นกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ที่ปล่อยไมโครพลาสติกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ สำหรับสถานการณ์ของประเทศไทย พบว่าใน ค.ศ. 2024 (พ.ศ.2567) ไทยเป็นประเทศที่มีขยะพลาสติกในทะเลสูงเป็นอันดับที่ 10 ของโลก (The Nation, 2025) ทั้งนี้ ยังพบว่าภาคอุตสาหกรรมของไทยมีการใช้พลาสติกเป็นสารตั้งต้นการผลิตในเกือบทุกสาขาและผลิตภัณฑ์ ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตบรรจุภัณฑ์ เครื่องใช้ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดยเมื่อพิจารณา

เฉพาะอุตสาหกรรมสิ่งทอ พบว่า โพลีเอสเตอร์ (Polyester staple fiber, Polyester filament yarn, polyester pre-oriented yarn) เป็นประเภทเส้นใยประดิษฐ์ที่พบในสัดส่วนที่สูงเป็นอันดับต้น ๆ ของอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย ใน พ.ศ. 2561 – 2566 (สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2567) ด้วยเหตุนี้ กระบวนการผลิต การสวมใส่ และการซักเสื้อผ้านับเป็นกิจกรรมสำคัญที่อาจเป็นสาเหตุของการปลดปล่อยอนุภาคเส้นใยไมโครไฟเบอร์สู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง ทั้งนี้ องค์กรระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (International Union for Conservation of Nature) ได้ทำการศึกษาและรายงานว่ากระบวนการซักเสื้อผ้ามีการปลดปล่อยเส้นใยไมโครไฟเบอร์ขณะขั้นตอนการซักสูงถึงร้อยละ 35 ของจำนวนไมโครพลาสติกปฐมภูมิที่ตกค้างในมหาสมุทร (Boucher & Friot, 2017) (รูปที่ 1)



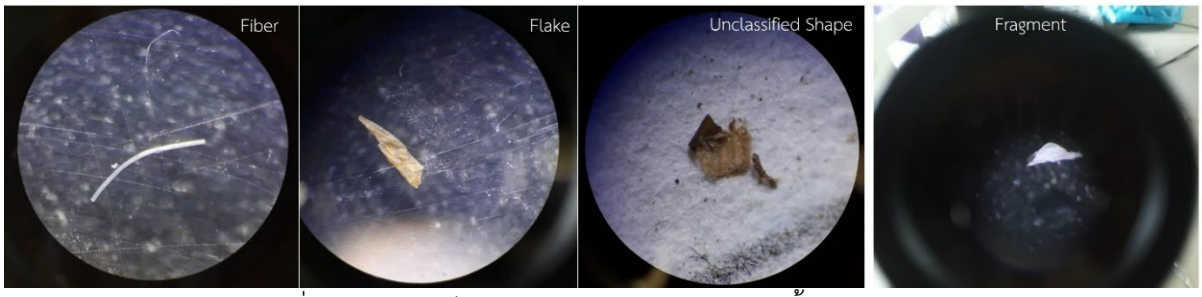
รูปที่ 1 สัดส่วนของไมโครพลาสติกปฐมภูมิที่ตกค้างในมหาสมุทรโลก (Boucher & Friot, 2017)

ถึงแม้ว่า การปลดปล่อยไมโครไฟเบอร์จากกิจกรรมการซักผ้าของครัวเรือนอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศต่าง ๆ (Boucher & Friot, 2017) ได้แก่ แหล่งน้ำธรรมชาติ แม่น้ำ หรือทะเล ตลอดจนสะสมในสิ่งมีชีวิตและห่วงโซ่อาหาร อย่างไรก็ดี การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และประเมินไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากกิจกรรมการซักผ้าในครัวเรือน รวมถึงการเสนอแนะแนวทางการจัดการที่ยั่งยืนยังมีอยู่อย่างจำกัดทั้งในและต่างประเทศ บทความนี้ มีวัตถุประสงค์ในการทบทวนและรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจน เสนอแนะประเด็นท้าทายและแนวทางเฝ้าระวังและติดตามการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากกิจกรรมการซักผ้าในครัวเรือนและประเด็นที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2. การศึกษาวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจวัดมลสารไมโครพลาสติกในน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย

สำหรับสถานการณ์การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเริ่มมีการศึกษาอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ โดยส่วนใหญ่เป็นการตรวจวิเคราะห์ จำแนกคุณลักษณะ รวมถึงการระบุแหล่งกำเนิดของไมโครพลาสติก สำหรับบริบทของประเทศไทย พบว่าฐานข้อมูลวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อดังกล่าวมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะวิธีการและมาตรฐานที่ใช้สำหรับวิเคราะห์มลสารไมโครพลาสติก (Analytical methods) ยังไม่มีการกำหนดขั้นตอนที่แน่ชัด อย่างไรก็ดี ผลศึกษาในต่างประเทศตรวจพบอนุภาคไมโครไฟเบอร์ในสัดส่วนสูงเมื่อเทียบกับไมโครพลาสติกรูปร่างอื่น เช่น Mason et al. (2016) ทำการศึกษาสถานการณ์ไมโครพลาสติกในน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในประเทศสหรัฐอเมริกาทั้งสิ้น 17 แห่ง โดยตรวจพบไมโครพลาสติกในรูปแบบเส้นใย (Fiber) สูงที่สุด รองลงมาคือ แบบชิ้น (Fragment) เช่นเดียวกับ การศึกษาในประเทศสวีเดนโดย Magnusson & Norén (2014) ตรวจพบไมโครพลาสติกในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนแบบเส้นใยมากที่สุด รองลงมาคือ แบบชิ้น และแบบแผ่น ตามลำดับ สำหรับการศึกษาในประเทศไทย Kittipongvises et al. (2022) ได้วิเคราะห์ไมโครพลาสติกที่พบในน้ำเสียชุมชนก่อนการบำบัดในระบบ พบว่า ไมโครพลาสติกรูปแบบเส้นใยถูกตรวจพบมากที่สุดในตัวอย่างน้ำเสีย (ตรวจวัดในช่วงฤดูแล้ง) โดยเฉพาะไมโครพลาสติกจำพวก Polyester และ Rayon ซึ่งน่าจะเกิดจากเส้นใยที่หลุดลอกและปลดปล่อยมาจากกิจกรรมการซักผ้าของชุมชนโดยรอบ เช่นเดียวกับ ผลการวิจัยของ Hongprasith et al. (2020) ซึ่งตรวจพบไมโครพลาสติกในโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนของไทยที่ตรวจพบไมโครพลาสติกหลายรูปร่าง โดยเฉพาะ เส้นใย แบบแผ่น ทรงกลม และรูปร่างที่ไม่สามารถระบุได้ (Unclassified shape) เป็นต้น (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 รูปร่างของไมโครพลาสติกในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน
ที่มา: พัชชาพันธ์ รัตนพันธ์และคณะ

2.2 ไมโครพลาสติกจากกิจกรรมการซักผ้า

โดยทั่วไปแล้ว การปนเปื้อนไมโครพลาสติกจากกิจกรรมการซักผ้ามักเกิดจากการเสียดสีของเส้นใยพลาสติกของผ้าชนิดต่าง ๆ ระหว่างขั้นตอนการซัก ส่งผลให้เกิดการแตกหัก สลายและปลดปล่อยเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์ระหว่างกิจกรรมการซักผ้า การศึกษาของ Napper et al. (2016) ซึ่งได้วิเคราะห์การปล่อยเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์จากเครื่องซักผ้า โดยการแบ่งเสื้อผ้าที่เป็นเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์

ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ Polyester, Acrylic, Polyester และ Cotton blend และควบคุมสภาวะการซักผ้าที่แตกต่างกัน อาทิ อุณหภูมิระหว่างการซัก ผงซักฟอก และ น้ำยาปรับผ้านุ่มที่ใช้ เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า การซักผ้าปล่อยเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์ชนิด Polyester มากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มเส้นใย Acrylic และกลุ่มเส้นใย Polyester/Cotton blend ตามลำดับ ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์ขนาดของเส้นใยไมโครพลาสติก ผู้วิจัยตรวจพบความยาวของอนุภาคไมโครพลาสติกในช่วง 5.0 – 7.8 มิลลิเมตร และผลศึกษายังพบว่า การซักผ้าปลดปล่อยเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์สูงถึง 700,000 ชิ้น ต่อการซักผ้า 6 กิโลกรัม

ขณะเดียวกัน Zambrano et al. (2019) ได้ทำการวิเคราะห์อนุภาคไมโครไฟเบอร์ที่เกิดจากกิจกรรมการซักผ้าประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าเรยอน และผ้าโพลีเอสเตอร์ รวมไปถึงการย่อยสลายทางชีวภาพในแหล่งน้ำ พบว่า ในระหว่างการซักผ้าฝ้ายและผ้าเรยอนมีการปลดปล่อยไมโครไฟเบอร์ประมาณ 1.0 x 106 ชิ้นต่อผ้าหนึ่งกิโลกรัม ในขณะที่ การซักผ้าประเภทโพลีเอสเตอร์ปลดปล่อยไมโครไฟเบอร์ 5.0 x 105 ชิ้นต่อผ้าหนึ่งกิโลกรัม อาจกล่าวได้ว่า การซักผ้าฝ้ายและผ้าเรยอนมีการปลดปล่อยไมโครไฟเบอร์ในสัดส่วนที่สูงกว่าการซักผ้าประเภทโพลีเอสเตอร์ ทั้งนี้ยังพบว่าการซักผ้าด้วยอุณหภูมิสูง (การทดลองกำหนดไว้ที่ 44 องศาเซลเซียส) และการซักด้วยผงซักฟอกนับเป็นปัจจัยที่เพิ่มการปลดปล่อยไมโครไฟเบอร์ในการซักผ้าทุกประเภท ส่วนผลการศึกษาการย่อยสลายทางชีวภาพในแหล่งน้ำ พบว่า เส้นใยประเภทเซลลูโลสถูกย่อยสลายได้ในสภาวะการซักด้วยน้ำอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้อง หากแต่ เส้นใยโพลีเอสเตอร์ไม่มีการย่อยสลายเมื่อเทียบกับเส้นใยประเภทเซลลูโลส อีกทั้ง งานวิจัยของ Hernandez et al. (2017) ได้จำลองการซักผ้าภายใต้สภาวะที่มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ การใช้ผงซักฟอก อุณหภูมิระหว่างการซัก และระยะเวลาการซัก พบว่าการใช้ผงซักฟอกในการซักผ้าปลดปล่อยไมโครไฟเบอร์ออกมาเป็นจำนวนมาก โดยไมโครไฟเบอร์ส่วนใหญ่ที่พบมีความยาวตั้งแต่ 100 - 800 ไมโครเมตร

การศึกษาของ Galvão et al. (2020) ได้รวบรวมน้ำเสียจากการซักเสื้อผ้าที่ผสมกันจาก 4 ครัวเรือน โดยออกแบบการซักผ้า 205 ชิ้น ประกอบด้วยผ้าชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เสื้อ กางเกง กางเกงขาสั้น เสื้อกันหนาว ถุงเท้า ชุดชั้นใน ชุดเดรส ผ้าปูเตียง ผ้านวม ผ้าปูที่นอน ปลอกหมอน พรม และผ้าขนหนู ซึ่งแต่ละชิ้นจะมีวัสดุที่หลากหลายทั้งเป็นผ้าฝ้ายที่เป็นเส้นใยธรรมชาติเพียงชนิดเดียว และประกอบด้วยเส้นใยสังเคราะห์ 5 ประเภท ได้แก่ Polyester Polyamide Viscose Elastane และAcrylic ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการซักผ้าปลดปล่อยไมโครไฟเบอร์เฉลี่ยประมาณ 18,000,000 ชิ้นต่อผ้า 6 กิโลกรัม การกระจายตัวของไมโครไฟเบอร์ส่วนใหญ่พบอนุภาคขนาด 50 –100 ไมโครเมตร (ร้อยละ 79) รองลงมาคือ 100 – 500 ไมโครเมตร (ร้อยละ 17) และใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร (ร้อยละ 4) ตามลำดับ ในขณะที่ ร้อยละ 53 ของเส้นใยสังเคราะห์ที่ตรวจพบมีขนาดของอนุภาคในช่วง 50 –100 ไมโครเมตร รองลงมาคือ 100 – 500 ไมโครเมตร (ร้อยละ 40) และใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร (ร้อยละ7) ตามลำดับ นอกจากนี้ การศึกษาของ Yang et al. (2019) ยังพบว่าเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์ชนิด Polyester Polyamide และ Acetate ที่ซักด้วยเครื่องแบบ Pulsator (เครื่องซักผ้าฝาบน ถังเดี่ยว) ปล่อยเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์มากกว่าการซักผ้าด้วยเครื่องซักผ้าแบบ Platen (เครื่องซักผ้าฝาหน้า) และ ยังพบว่า การซักผ้าประเภทเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์ Acetate

ปล่อยไมโครพลาสติกจำนวนมากเมื่อเทียบกับการซักเส้นใยประเภทอื่น ๆ โดยตรวจพบถึง 74,816 ± 10,656 ชิ้นต่อตารางเมตรต่อการซัก นอกจากนี้ สภาวะต่าง ๆ ที่ควบคุมระหว่างการซักผ้า โดยเฉพาะอุณหภูมิในการซักผ้าที่เพิ่มขึ้นและการซักผ้าด้วยผงซักฟอก (ชนิดผง) ปล่อยเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์สูงกว่าการซักในสภาวะอื่น ขณะเดียวกัน ผลศึกษาชี้ให้เห็นว่าเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์ที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมการซักผ้าในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการซักด้วยเครื่องซักผ้าหรือซักมือจะถูกทิ้งลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนหรือบางครั้งมีการปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง ทำให้เกิดการสะสมตัวของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ จนเกิดการปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหารในที่สุด

3. แนวทางการตรวจวัด ติดตาม เฝ้าระวังและประเด็นท้าทาย

จากการทบทวนวรรณกรรมและผลการศึกษาในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัจจุบัน มีความท้าทายในการตรวจวัด ติดตาม และเฝ้าระวังการปนเปื้อนมลสารไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากกิจกรรมการซักผ้า มีหลายประเด็นดังนี้

- **ข้อจำกัดด้านมาตรฐานวิธีเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ไมโครพลาสติกจากกิจกรรมการซักผ้า**

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนมลสารไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากกิจกรรมการซักผ้ามีหลากหลาย ได้แก่ การควบคุมสภาวะการซักผ้า อาทิ ผลิตภัณฑ์ซักผ้าที่ใช้ (แบบผงและแบบน้ำ) การเติม/ไม่เติมน้ำยาปรับนุ่ม รูปแบบและประเภทการซักผ้า (ซักด้วยมือ และ การซักด้วยเครื่องซักผ้าแต่ละประเภท ได้แก่ เครื่องซักผ้าฝาบนถังเดี่ยว-ถังคู่) อุณหภูมิและระยะเวลาการซัก ประเภทและอายุของเสื้อผ้า ตลอดจน รูปแบบการซักผ้าที่แตกต่างกันในแต่ละครัวเรือน ส่งผลให้รูปแบบของการปล่อยไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งจากกิจกรรมการซักผ้ามีความแตกต่างกันมาก หากแต่ ยังขาดวิธีการอันเป็นมาตรฐานสำหรับเก็บตัวอย่าง การตรวจวิเคราะห์ และการรายงานผลเพื่อตรวจติดตามไมโครพลาสติกในน้ำทิ้งอย่างเป็นรูปธรรม

- **การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน และ แนวทางการติดตามเฝ้าระวัง**

ปัจจุบัน ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนไม่ได้มีการออกแบบเพื่อการบำบัดมลสารขนาดเล็ก โดยเฉพาะไมโครพลาสติก รวมทั้ง ยังขาดแนวทางการตรวจวัด ติดตามและเฝ้าระวังความเข้มข้นของไมโครพลาสติกในน้ำเสียขาเข้า และขาออกจากกระบวนการบำบัด ตลอดจน ฐานข้อมูลประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนแต่ละชนิด

- **ความตระหนักรู้ของครัวเรือนเกี่ยวกับกิจกรรมที่สัมพันธ์กับการปล่อยไมโครพลาสติกสู่สิ่งแวดล้อม**

เนื่องจากมลสารไมโครพลาสติกมักสัมพันธ์กับการทิ้งขยะสู่แหล่งน้ำทั้งจากที่ตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจเช่นเดียวกับ กิจกรรมการซักผ้าซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญและเป็นแหล่งปล่อยที่ใกล้ตัวกับชีวิตประจำวันของชุมชนและครัวเรือน ด้วยเหตุนี้ การสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับรูปแบบการปล่อยไมโครพลาสติกแต่ละชนิดจากกิจกรรมการซักผ้าในรูปแบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การซักด้วยมือ หรือ ซักด้วยเครื่อง

ซักผ้าประเภทต่าง ๆ เป็นต้น จึงเป็นประเด็นสำคัญต่อการวางแผนลดและบรรเทาผลกระทบของการปนเปื้อนมลสารไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับประเด็นความท้าทายสำหรับการจัดการไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในน้ำเสียจากกิจกรรมการซักผ้า สามารถเสนอแนะแนวทางต่อไปนี้เพื่อเป็นการพัฒนาความเป็นไปได้ในการจัดการการปนเปื้อนมลสารไมโครพลาสติกต่อไปในอนาคต

- ควรมีการศึกษาและวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับรูปแบบของการซักผ้าแต่ละรูปแบบที่มีผลต่อความเข้มข้นของไมโครพลาสติกที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม
- ควรศึกษาความเป็นไปได้ไรการพัฒนาและวางแผนตรวจวัด ติดตามและเฝ้าระวังการปลดปล่อยมลสารไมโครพลาสติกในน้ำเสียชุมชนและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง
- ควรพัฒนาฐานข้อมูล องค์ความรู้และ เทคโนโลยีเชิงวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่สามารถออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถบำบัดมลสารไมโครพลาสติและสารมลพิษอุบัติใหม่ (Emerging pollutants) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้งานได้จริง
- ควรสร้างความตระหนักรู้และประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนทราบเกี่ยวกับกิจกรรมชีวิตประจำวันที่สัมพันธ์กับการปล่อยมลสารไมโครพลาสติกสู่สิ่งแวดล้อม และให้ความรู้แก่ภาคประชาสังคมเกี่ยวกับแนวคิดวิถีการผลิตและบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Sustainable Production and Consumption)

4. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2568 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนการดำเนินโครงการวิจัยและบทความวิชาการนี้

เอกสารอ้างอิง

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (Thailand Textile Institute : THTI). (2567). สถิติสิ่งทอไทย 2566/2567. https://www.thaitextile.org/upload/file/th-dl-a5468f4a8a184cd13696974d780a32a2.pdfBoucher, J., & Friot, D. (2017). Primary Microplastics in the Oceans. Mar Environ Res, 111, 18–26. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en

Cox, K.D., Covernton, G.A., Davies, H.L., Dower, J.F., Juanes, F. and Dudas, Sa.E. (2019). Human Consumption of Microplastics. Environ Sci Technol, 53(12), 7068-7074.

Galvão, A., Aleixo, M., De, P.H., Lopes C. and Raimundo J. (2020). Microplastics in wastewater: microfiber emissions from common household laundry. Environ Sci Pollut Res, 27, 26643–26649.

Hernandez, E., Nowack, B., and Mitrano M.D. (2017). Polyester textiles as a source of microplastics from households: a mechanistic study to understand microfiber release during washing. Environ Sci Technol, 51(12), 7036-7046.

Hongprasith, N., Kittimethawong, C., Lertluksanaporn, R., Eamchotchawalit, T., Kittipongvises S. and Lohwacharin J. (2020). IR microspectroscopic identification of microplastics in municipal wastewater treatment plants. Environ Sci Pollut Res Int, 27, 18557–18564.

Kittipongvises, S., Phetrak, A., Hongprasith, N. and Lohwacharin, J. (2022). Unravelling capability of municipal wastewater treatment plant in Thailand for microplastics: Effects of seasonality on detection, fate and transport. J Environ Manag, 302(A), 113990.

Magnusson, K., Nor´ en, F. (2014). Screening of Microplastic Particles in and Down-Stream a Wastewater Treatment Plant. Retrieved from https://doi.org/naturvardsverket-2226.

Mason, S. A., Garneau, D., Sutton, R., Chu, Y., Ehmann, K., Barnes, J., Rogers, D. L. (2016). Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. Environ Pollut, 218, 1045–1054. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.056

Napper, I.E. and Thompson R.C. (2016). Release of synthetic microplastic plastic fibers from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. Mar Pollut Bull, 112(1-2), 39-45.

The Nation. (2025). Thailand enhances marine debris management with new litter traps. Retrieved from https://www.nationthailand.com/sustainability/40045797

Yang, L., Qiao, F., Lei, K., Li, H., Kang, Y., Cui, S., and An, L. (2019). Microfiber release from different fabrics during washing. Environ Pollut, 249, 136–143.

Zambrano, C.M., Pawlak, J.J., Daystar, J., Ankeny, M., Cheng, J.J. and Venditti, A.R. (2019). Microfibers generated from the laundering of cotton, rayon and polyester based fabrics and their aquatic biodegradation. Mar Pollut.Bull,142, 394-407.

Jiang, B., Kauffman, A.E., Li, L., McFee, W., Cai, B., Weinstein, J., Lead, J.R., Chatterjee, S., Scott, G.I. and Xiao, S. (2020). Health impacts of environmental contamination of micro- and nanoplastics: a review. Environ. Health Prev. Med, 25(1): 29.