

การดักจับไมโครพลาสติกในน้ำด้วยสารกลุ่มไขมันของเมล็ดขนุน

ปวีศา ละทะโล, สุพรรณวดี มณีศุภชาติ และ บุรพา แสนวัน

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย

345 หมู่ 2 ตำบลรอบเวียง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย รหัสไปรษณีย์ 57000

อีเมล : 04449_pawarisa@pcccr.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาการดักจับไมโครพลาสติกด้วยสารสกัดสารกลุ่มไขมันของเมล็ดขนุน ให้มีประสิทธิภาพในการดักจับมากขึ้น เพื่อแก้ปัญหาผลกระทบที่เกิดจากไมโครพลาสติก โดยทดลองกับแหล่งน้ำจำลองที่มีไมโครพลาสติกเจือปน การทดลองกระบวนการแรกคือการเตรียมเมล็ดขนุน แล้วนำไปสกัดโดยใช้เทคนิคการกลั่นลำดับส่วน และเก็บรักษาสารที่ได้ นำสารกลุ่มไขมันมาเคลือบตะแกรงโดยใช้ทฤษฎีการยึดเกาะ สมบัติทางกายภาพและเคมีของการกลุ่มไขมัน จากนั้นนำมาทดสอบกับน้ำจำลอง แล้วนำน้ำที่ผ่านการกรองมาบันทึกภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ และคำนวณผล ซึ่งพบว่าตะแกรงเคลือบสารกลุ่มไขมันมีประสิทธิภาพในการดักจับไมโครพลาสติกมากถึง $94.1 \pm 0.5\%$ จึงสรุปได้ว่า สารเคลือบกลุ่มไขมันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับไมโครพลาสติกได้ โครงการนี้เป็นแนวทางที่สามารถนำไปพัฒนาเพื่อลดปัญหาไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ ไมโครพลาสติก สารกลุ่มไขมัน เมล็ดขนุน การกลั่นลำดับส่วน

1. บทนำ

ในปัจจุบันมนุษย์ให้ความสำคัญกับการรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งประเทศต่างๆ ที่พัฒนาแล้วได้ตระหนักถึงการปล่อยน้ำเสียและควันทิซจากโรงงานอุตสาหกรรม จึงได้คิดค้นนวัตกรรมวิธีการต่างๆ เพื่อลดและแก้ปัญหาในส่วนนี้ รวมไปถึงการลดปัญหาขยะพลาสติก ที่เป็นปัญหาระดับโลกในตอนนี้ ไมโครพลาสติกเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อันตรายและรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมาก ไมโครพลาสติกนั้นกระจายอยู่ในดิน น้ำ และอากาศ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อห่วงโซ่อาหารโดยตรง จุดที่พบไมโครพลาสติกสะสมตัวในปริมาณหนาแน่นมาก คือบริเวณแอ่งใต้ทะเล เช่น แอ่งใต้ทะเล Tyrrhenian ก็เป็นอีกหนึ่งบริเวณที่มีไมโครพลาสติกสะสมอยู่เป็นจำนวนมากที่สุดในโลก (Amos, 2020) ซึ่งเป็นปัญหาว่ากระแสน้ำกันสมุทรที่พัดพาเอาออกซิเจนและสารอาหารต่าง ๆ ไปหล่อเลี้ยงบรรดาสัตว์ใต้ทะเลลึก จะถูกไมโครพลาสติกปนเปื้อนในปริมาณสูงไปด้วย หากเป็นเช่นนั้นเองปัญหาไมโครพลาสติกจะส่งผลกระทบกระเทือนเป็นวงกว้าง

ซึ่งทำให้ทั่วโลกหันมาสนใจที่จะแก้ไขในเรื่องของไมโครพลาสติกกันมากขึ้นนักวิทยาศาสตร์

พยายามที่จะหาวิธีเพื่อกำจัดไมโครพลาสติก ไม่ว่าจะเป็นการคิดค้นไบโอฟิล์มจากแบคทีเรียเพื่อนำไปกรองไมโครพลาสติกด้วยเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพ (ปัญญานุสรณ์ และ ม่วงสุนทร, 2021) การใช้แมกนีไทต์ที่ใช้หลักการในการใช้สารไม่มีขั้วที่ไม่ละลายน้ำมาใช้ในการดักจับไมโครพลาสติกที่เจือปนในน้ำโดยเทคนิคนี้ใช้ประโยชน์จากแรงดึงดูดที่ค่อนข้างต่ำของน้ำมัน และคุณสมบัติที่เข้ากันไม่ได้ในน้ำเป็นองค์ประกอบ กวาระหว่างไมโครพลาสติกโดยจะจับส่วนประกอบอนุภาคทั้งหมดเข้ากับตัวกลาง ของน้ำมัน (ตารางที่ 1) (Yeo and Julaihi, 2021) หรือไม่ก็การสร้างอุปกรณ์ที่สามารถติดตั้งกับเรือเพื่อดักจับไมโครพลาสติก ในน้ำ

วิธีเหล่านี้ล้วนแต่เป็นวิธีที่สามารถเอาไมโครพลาสติก ออกจากน้ำได้ แต่ก็ตามมาด้วยข้อจำกัดหลายๆ อย่าง เช่น ไบโอฟิล์มเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม (ปัญญานุสรณ์ และ ม่วงสุนทร, 2021) หรือการใช้วิธีแมกนีไทต์ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตตามมา (Yeo & Julaihi, 2021) เป็นต้น (ตาราง 1)

ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการดักจับไมโครพลาสติกที่มีแนวคิดผสมผสานจากวิธีข้างต้นมา ทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยได้ทำการศึกษา

Treat ment	Effluent type	Before (MP/L ⁻¹)	After (MP/L ⁻¹)	Removal (%)
DF 1	Secondary	0.5 ±0.2	0.3 ±0.1	40.0
DF 2	Secondary	2.0 ±1.3	0.03 ±0.01	98.5
RSF	Secondary	0.7 ±0.1	0.020 ±0.007	97.1
DAF	Secondary	2.00 ±0.07	0.10 ±0.04	95.0
BMR	Primary	5.9 ±1.0	0.005 ±0.004	99.9

DF 1 : disc filter with pore size 10 mm, DF2 : disc filter with pore size 20 mm, RSF : rapid sand filters, DAF : dissolved air flotation and MBR : membrane bioreactor

ตารางที่ 1. ประสิทธิภาพการดักจับไมโครพลาสติกในวิธีการต่างๆ (Yeo & Julaihi, 2021)

วิธีการใช้แมกนีไทด์ที่ใช้ไขมันซึ่งเป็นสารไม่มีขั้วในการจับตัวกับไมโครพลาสติก ซึ่งสารจะต้องมีสมบัติความหนืดและความตึงผิวที่เพียงพอ เพื่อความสะดวกในการจับตัวกับไมโครพลาสติก (Yeo & Julaihi, 2021) จึงได้แนวคิดที่จะใช้สารที่อยู่ในพืช ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คือสารกลุ่มไขมันในเซลล์พืช สารกลุ่มไขมันนั้นสามารถพบได้ในพืชทั่วไป (Trilokesh and Uppuluri, 2019) ซึ่งผู้จัดทำได้เลือกใช้สารกลุ่มไขมันจากเมล็ดขนุน (*Artocarpus heterophyllus*) เนื่องจากเป็นพืชที่หาได้ง่ายทั่วไปและมีจำนวนมากในประเทศไทย โดยสารกลุ่มไขมันนั้นมีคุณสมบัติเป็นสารที่ไม่มีขั้ว ทำให้มีคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ (Pollard et al., 2008) จากคุณสมบัติที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้จัดทำจึงตระหนักได้ว่าจะพัฒนาสารกลุ่มไขมัน ให้กลายเป็นสารเคลือบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับไมโครพลาสติก ในน้ำ จากข้อมูลที่แสดงตารางที่ 2 เมล็ดขนุนมีไขมันอยู่มากกว่าส่วนอื่นๆ จึงเลือกเมล็ดขนุนมาศึกษา

Sample	Fat (%)
Jackfruit Pulp	1.49 ± 0.04
Jackfruit Seeds	4.29 ± 0.12
Jackfruit Leaves	0.73 ± 0.05

ตารางที่ 2. ปริมาณไขมันในส่วนต่าง ๆ ของขนุน (Amadi, 2018)

2. วิธีการทดลองสกัดสารกลุ่มไขมัน

ทำความสะอาดเมล็ดขนุน จากนั้นอบเมล็ดขนุนด้วยอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้ละเอียด แช่ผงเมล็ดขนุนใน Hexane ความเข้มข้น 70% เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารละลายแล้วนำไปกลั่นลำดับส่วน ใช้อุณหภูมิประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส เพื่อนำสารสกัดหยาบออกมา ซึ่งก็คือสารกลุ่มไขมัน (Moreira et al., 2020) ซึ่งจะเก็บรักษาสารที่ได้ที่อุณหภูมิห้อง และพ้นจากแสงแดด

เตรียมน้ำสถานะปนเปื้อนไมโครพลาสติก

นำ Expanded Polyethylene มาปั่น ซึ่งมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 25.4 ± 2.9 ไมโครเมตร จากนั้นผสมไมโครพลาสติกสังเคราะห์ที่ตกลงไปในน้ำอัตราส่วน 2 กรัมต่อลิตร และตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์และวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม ImageJ ในการนับจำนวนไมโครพลาสติก การนับไมโครพลาสติกในโปรแกรมนี้ได้ตั้งเงื่อนไขไว้ว่าจะเริ่มนับไมโครพลาสติกที่มีขนาดต่ำสุดอยู่ที่ 5 ไมโครเมตร ขึ้นไป แล้ววิเคราะห์ผลขนาดไมโครพลาสติกเฉลี่ย ซึ่งขนาดไมโครพลาสติกหลังการปั่น และขนาดไมโครพลาสติกของแหล่งน้ำจำลองเป็นค่าเดียวกัน

เคลือบสารกลุ่มไขมัน ทดสอบ และวิเคราะห์ผล

ทาสารสกัดกลุ่มไขมันลงบนตะแกรง ควบคุมโดยบนตะแกรงต้องมีสารกลุ่มไขมันน้ำหนัก 5 กรัม ทดสอบตะแกรงทั้งหมด 2 แบบ เทน้ำจำลองผ่านในปริมาณ 400 มิลลิลิตร ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง และนำน้ำที่กรองมาคำนวณหาจำนวนไมโครพลาสติกดังวิธีก่อนหน้า

3. ผลการทดลองและการอภิปรายผลการ

หลังจากการนำ ข้อมูลที่ได้จาก การทดลองมา วิเคราะห์ หาขนาดไมโครพลาสติกเฉลี่ย และ เปอร์เซนต์พื้นที่ของกรองไมโครพลาสติก หลัง กรองไมโครพลาสติกด้วยตะแกรงเปล่า และหลัง กรองไมโครพลาสติกด้วยตะแกรงเคลือบสารกลุ่ม ไขมันพบ ว่าไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำจำลองก่อน กรองนั้นมีขนาดของไมโครพลาสติกเฉลี่ยเท่ากับ 25.4 ± 2.9 ไมโครเมตร และมีปริมาณของ ไมโครพลาสติกต่อพื้นที่เท่ากับ $0.90 \pm 0.02\%$ ไมโครพลาสติกในน้ำหลังกรองด้วยตะแกรงเปล่า นั้นมีขนาดของไมโครพลาสติกเฉลี่ยเท่ากับ 25.2 ± 3.6 ไมโครเมตร และมีร้อยละปริมาณของ ไมโครพลาสติกต่อพื้นที่เท่ากับ 0.80 ± 0.01 ไมโครพลาสติกในน้ำหลังกรองด้วยตะแกรงเคลือบ สารกลุ่มไขมันนั้นมีขนาดของไมโครพลาสติกเฉลี่ย เท่ากับ 21.1 ± 1.0 ไมโครเมตร และมีปริมาณของ ไมโครพลาสติกต่อพื้นที่เท่ากับ $0.051 \pm 0.004\%$ ดังตารางที่ 3

จากวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในน้ำหลังกรอง ด้วยตะแกรงเคลือบสารกลุ่มไขมันนั้นมีขนาด ไมโครพลาสติกเฉลี่ย และ มี ปริมาณ ไมโครพลาสติกลดลงถึง $94.1 \pm 0.5 \%$ เมื่อเทียบกับปริมาณไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำจำลองก่อน กรอง ซึ่งมากกว่าการกรองด้วยตะแกรงเปล่าที่มี ปริมาณไมโครพลาสติกลดลงเพียง $5.1 \pm 2.9 \%$ เมื่อเทียบกับปริมาณไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำ จำลองก่อนกรอง ดังตารางที่ 4

สไลด์	ขนาดเฉลี่ย (μm)	%พื้นที่
ก่อนกรอง ไมโครพลาสติก	25.4 ± 2.9	0.86 ± 0.02
หลังกรอง ไมโครพลาสติกด้วย ตะแกรงเปล่า	25.2 ± 3.6	0.81 ± 0.01
หลังกรอง ไมโครพลาสติกด้วย ตะแกรงเคลือบสาร กลุ่มไขมัน	21.1 ± 1.0	0.051 ± 0.004

ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ยขนาดไมโครพลาสติกรวมและ เปอร์เซนต์พื้นที่ไมโครพลาสติกรวมต่อพื้นที่ทั้งหมด

เมื่อเปรียบเทียบกับจากงานวิจัยของ Yeo and Julaihi (2021) จากตารางที่ 1 จะสังเกตได้ว่า ผลการ ทดลองที่ได้มานั้นมี แนวโน้มเดียวกันคือ ไมโครพลาสติกหลังกรองด้วยตะแกรงเคลือบสารกลุ่ม ไขมันมีจำนวนลดลง ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับวิธีการ แยกตะกอนไขมัน (DAF)ภายในงานวิจัย ซึ่งสามารถลด ปริมาณไมโครพลาสติก ได้ 95% ในขณะที่สารเคลือบ แผ่น กรอง จาก เมล็ด ขนุน สามารถดักจับ ไมโครพลาสติกได้ 94.1%

เนื่องจากพื้นที่ผิวของตะแกรงเคลือบมีความ หนืดและขรุขระมากกว่าตะแกรงเปล่า ซึ่งความหนืดและ ขรุขระนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพในการดักจับมากขึ้นดังนั้น การใช้ตะแกรงที่เคลือบสารสกัดกลุ่มไขมันจากเมล็ด ขนุนนั้นจะทำให้มีประสิทธิภาพในการดักจับ ไมโครพลาสติกมากขึ้น (Yeo and Julaihi, 2020)

เนื่องจากโครงงานนี้เป็นเพียงแนวคิดสำหรับการ ดักจับไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็น แนวคิดที่ใช้สารที่มีคุณสมบัติในการยึดเกาะและไม่ ละลายน้ำ ซึ่งมีจุดอ่อนคือไม่สามารถยืนยันได้ถึง ความสามารถในการยึดเกาะในระยะยาว ดังนั้นในการ นำไปปรับใช้จริงในการแก้ปัญหาควรเพิ่มสารเพิ่มความ หนืด (Thickener) เช่น Ethylcellulose หรือ Carboxymethyl cellulose (Arancibia et al., 2016) ซึ่ง มีคุณสมบัติในการเพิ่มความหนืดให้กับสาร และมี คุณสมบัติไม่ละลายน้ำซึ่งจะทำให้มีประสิทธิภาพในการ ยึดเกาะมากขึ้น และมีความคงทนมากขึ้น ในการสกัด สารกลุ่มไขมันนี้ออกมาในปริมาณมากเพื่อใช้ผลิตใน อุตสาหกรรม ควรปรับใช้ Hexane มีความเข้มข้นมากขึ้น เพื่อลดระยะเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดมาก ขึ้นจากแนวคิดของ โครงงานนี้สามารถใช้ สารสกัดจาก ธรรมชาติชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงมาแทนได้เช่น น้ำยาง (Kientz et al., 1996) หรือสารสกัดกลุ่มไขมัน อิ่มตัวจากพืชชนิดอื่น เป็นต้น

ชนิดตะแกรง	ร้อยละการดักจับ ไมโครพลาสติก
ตะแกรงเปล่า	5.1 ± 2.9
ตะแกรงเคลือบสารกลุ่มไขมัน	94.1 ± 0.5

ตารางที่ 4. ร้อยละการดักจับไมโครพลาสติกของตะแกรงแต่ ละชนิดเมื่อเทียบเปอร์เซนต์พื้นที่ไมโครพลาสติกรวมต่อพื้นที่ ทั้งหมด

4. สรุปผลการทดลอง

ตะแกรงที่เคลือบสารสกัดกลุ่มไขมันจากเมล็ดขนุนนั้นมีประสิทธิภาพในการดักจับไมโครพลาสติกได้มากกว่าเมื่อเทียบกับการกรองจากตะแกรงเปล่า ซึ่งตะแกรงเปล่านั้นมีปริมาณของไมโครพลาสติกที่หลงเหลือแทบไม่ต่างจากปริมาณไมโครพลาสติกจากแหล่งน้ำก่อนกรอง ตะแกรงที่เคลือบสารสกัดกลุ่มไขมันสามารถลดปริมาณของไมโครพลาสติกในน้ำได้ถึง $94.1 \pm 0.5\%$ เมื่อเทียบกับปริมาณไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำก่อนกรอง เนื่องจากสารสกัดกลุ่มไขมันที่ใช้เคลือบมีคุณสมบัติทางกายภาพในการช่วยดักจับไมโครพลาสติกมากขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

- ศรีสุตา ปันณานุสรณ์ และ ณัฐธิดา ม่วงสุนทร. (2021). การศึกษาการสร้างไบโอฟิล์มและคุณสมบัติความไม่ชอบน้ำของเชื้อ *Candida parapsilosis*. *Thai Journal of Science and Technology*, 10(1).
- Amadi, Ihemeje, J. A., & Afam-Anene, A. (2018). Nutrient and phytochemical composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) pulp, seeds and leaves. *International Journal of Innovative Food, Nutrition and Sustainable Agriculture*, 6(3), 27-32.
- Amos, J. (1 May 2020). High microplastic concentration found on ocean floor. BBC News. Retrieved from <https://www.bbc.com/news/science-environment-52489126>

- Arancibia, C., Navarro-Lisboa, R., Zúñiga, R. N., & Matiacevich, S. (2016). Application of CMC as thickener on nanoemulsions based on olive oil: Physical properties and stability. *International Journal of Polymer Science*, 2016.
- Kientz, E., Charneau, J., Holl, Y., & Nanse, G. (1996). Adhesion of latex films. *Journal of adhesion science and technology*, 10(8), 745-759.
- Moreira, C. J. S., Bento, A., Pais, J., Petit, J., Escórcio, R., Correia, V. G., . . . Pereira, C. S. (2020). An ionic liquid extraction that preserves the molecular structure of cutin shown by nuclear magnetic resonance. *Plant physiology*, 184(2), 592-606.
- Pollard, M., Beisson, F., Li, Y., & Ohlrogge, J. B. (2008). Building lipid barriers: biosynthesis of cutin and suberin. *Trends in plant science*, 13(5), 236-246.
- Trilokesh, C., & Uppuluri, K. B. (2019). Isolation and characterization of cellulose nanocrystals from jackfruit peel. *Science Reports*, 9(1), 1-8.
- Yeo, L., and Julaihi, M. (2021). Magnetic Ferrous Fluid for Microplastics Extraction Application. In *Materials Science Forum* (Vol. 1030, pp. 138-145). Trans Tech Publications Ltd.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณครูจิรวัฒน์ วโรภาส สำหรับการให้คำปรึกษา ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้เกียรติมอบทุนในการทำโครงการ