



การศึกษาการดักจับไมโครพลาสติกของแผ่นไบโอฟิล์มจากเจลแบคทีเรีย

Acetobacter xylinum

Study of microplastic capture by biofilms from *Acetobacter xylinum* bacterial gel

ชญาธิษฐ์ แก้วประเสริฐ¹ ปุณณิศา ทิพย์ดวง¹ อาชิรญาณ์ เพชรหมณี¹

อาภรณ์ รัชไช^{1*} ดวงกมล เกลี้ยงแก้ว^{1*}

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช, ตำบลบางจาก, อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช, จังหวัดนครศรีธรรมราช 80330, ประเทศไทย

*Email: arbhorn@pccnst.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการดักจับไมโครพลาสติกของแผ่นไบโอฟิล์มจากเจลแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นไบโอฟิล์มในการดักจับไมโครพลาสติก และพัฒนาเป็นวัสดุชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อบริเวณโรงเรียนด้วยถุงลากพลาสติกขนาดช่องตา 102 ไมครอน จากนั้นนำมาจัดสิ่งแปลกปลอมและจุลินทรีย์ด้วยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ต่อมนำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองและกำจัดจุลินทรีย์มาศึกษาจำนวนไมโครพลาสติก โดยตรวจนับไมโครพลาสติกภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเชิงซ้อน พบจำนวนไมโครพลาสติกเฉลี่ย 27.1 อนุภาค การศึกษาประสิทธิภาพในการดักจับไมโครพลาสติกโดยการผลิตแผ่นไบโอฟิล์มจากแบคทีเรียจากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นเวลา 7 – 14 วัน นำมาล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วอบแห้งด้วยเตาอบลมร้อน ตัดแผ่นเจลขนาด 3 × 3 ตารางเซนติเมตร เพื่อนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 130 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าพบว่าคุณภาพน้ำมีความใสเพิ่มขึ้นและจำนวนไมโครพลาสติกลดลงเฉลี่ย 14.6 อนุภาค คิดเป็นร้อยละ 78.9 แผ่นไบโอฟิล์มจากเจลแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* ในการศึกษาครั้งนี้สามารถพัฒนาเป็นวัสดุชีวภาพสำหรับการบำบัดน้ำที่มีไมโครพลาสติกปนเปื้อนได้

คำสำคัญ: ไมโครพลาสติก, แผ่นไบโอฟิล์ม, *Acetobacter xylinum*, วัสดุชีวภาพ, การดักจับไมโครพลาสติก

1. บทนำ

ปัจจุบันขยะพลาสติกเป็นหนึ่งในปัญหาที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ โดยเฉพาะประเภทที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยส่วนใหญ่เป็นแบบใช้ครั้งเดียวและเกิดการสะสมขยะพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเมื่อเกิดการแตกหักของพลาสติกขนาดใหญ่ด้วยปัจจัยต่างๆ จึงส่งผลให้กลายเป็นพลาสติกที่มีขนาดเล็กเรียกว่าไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในระบบนิเวศและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตที่กินเข้าไปโดยคิดว่าพลาสติกเป็นอาหารอีกทั้งอาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ผ่านการถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหาร

ไมโครพลาสติก (Microplastics) เป็นปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำ ไมโครพลาสติกสามารถเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารของสัตว์น้ำและมนุษย์นอกจากนี้ ยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศโดยรวม ซึ่งปัญหาขยะพลาสติกที่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมเกิดจากการจัดการขยะพลาสติกที่ไม่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการคัดแยกขยะพลาสติกหรือการกำจัดขยะพลาสติกหรือขยะพลาสติกมักจะถูกนำไปฝังกลบรวมกับขยะมูลฝอยอื่น ๆ ซึ่งขยะพลาสติกมีใช้พื้นที่และเวลาในการย่อยสลายค่อนข้างมาก ปัจจุบันมีการพัฒนา



แนวทางในการกำจัดไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำ
หลากหลายวิธี โดยโครงการนี้มุ่งเน้นการศึกษา
ศักยภาพของแผ่นไบโอฟิล์มจากเชื้อแบคทีเรีย
Acetobacter xylinum ในการดักจับไมโครพลาสติก
ซึ่งเป็นสารชีวภาพที่มีคุณสมบัติในการจับอนุภาคขนาดเล็ก
และสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้

2.วิธีการดำเนินงาน

2.1 การเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย

Acetobacter xylinum

2.1.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ผสมอาหารเลี้ยงเชื้อที่ประกอบด้วย น้ำตาลทราย
เป็นแหล่งพลังงานหลักร่วมกับแอมโมเนียมซัลเฟตและ
ฟอสเฟตเพื่อให้เชื้อเจริญเติบโตและสร้างแผ่นเจลได้

2.1.2 ใส่เชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ

เติมเชื้อ *Acetobacter xylinum* ลงในอาหาร
เลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ โดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ

(Aseptic Technique)

2.1.3 ปิดภาชนะเพาะเลี้ยง

ปิดภาชนะด้วยกระดาษที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ
เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

2.1.4 การหมักเชื้อแบคทีเรีย

วางภาชนะไว้ในที่นิ่ง ไม่เขย่าหรือเคลื่อนย้าย
ระหว่างการหมัก เนื่องจากการกระทบกระเทือนจะทำให้
แผ่นเจลที่กำลังก่อตัวจมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1.5 ควบคุมอุณหภูมิ

รักษาอุณหภูมิในตูบ่มเชื้อให้อยู่ในช่วง 28 – 32
องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่เชื้อสร้างแผ่นเจลได้ดีที่สุด

2.1.6 สังเกตผลการเจริญเติบโต

เมื่อหมักได้ระยะเวลาที่เหมาะสม (7 – 14 วัน)
จะเกิดแผ่นเจลเซลล์ลอยอยู่บนผิวหน้าของอาหาร
เลี้ยงเชื้อพร้อมนำไปใช้หรือแปรรูปต่อไปได้

2.2 แยกแผ่นเจลออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อ

แยกแผ่นเจลจากบริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยง
เชื้อ โดยนำมากรองด้วยผ้าขาวบางหรือคีบด้วย

Forceps

2.3 การเตรียมแผ่นไบโอฟิล์ม

2.3.1 นำแผ่นเจลมาล้างด้วยน้ำกลั่น

ใช้ขวดน้ำกลั่นฉีดน้ำผ่านแผ่นเจล จนกระทั่งคราบ
ของอาหารเลี้ยงเชื้อหมดไป

2.3.2 อบแห้ง

นำแผ่นเจลที่ผ่านการล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วไปวาง
บนถาดอบ ปูด้วยกระดาษฟอยล์และใช้แผ่นแก้ววางทับ
เพื่อป้องกันการหดตัว จากนั้นนำไปอบแห้งด้วย
ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา
12 ชั่วโมง

2.3.3 นำแผ่นเจลไปทดสอบ

ทดสอบการดักจับไมโครพลาสติกของแผ่นเจลด้วยการ
เขย่าในน้ำที่ผ่านการกำจัดสิ่งแปลกปลอมและจุลินทรีย์

2.4 การทดสอบประสิทธิภาพในการดักจับ

ไมโครพลาสติกของแผ่นไบโอฟิล์ม

2.4.1 ทดสอบโดยเครื่องเขย่าสาร

นำแผ่นไบโอฟิล์มที่ได้ มาทดสอบกับน้ำที่ผ่าน
การกำจัดสิ่งแปลกปลอมและจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้
ข้างต้น

2.4.2 ทดสอบการดักจับไมโครพลาสติก

หลังจากนั้นทดสอบโดยนำแผ่นไบโอฟิล์มจุ่มลง
ในน้ำที่ผ่านการกำจัดสิ่งแปลกปลอมและจุลินทรีย์ใน
บีกเกอร์ โดยใช้เครื่องเขย่าสารที่ความเร็ว 130 รอบ
ต่อนาที เป็นเวลา 60 นาที

2.4.5 การวิเคราะห์ผล

นำแผ่นไบโอฟิล์มไปตรวจสอบผลการทดลอง
ด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูปริมาณไมโครพลาสติก
คงเหลือบนกระจกสไลด์ โดยคำนวณความหนาแน่น
ของไมโครพลาสติกเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของ



ไมโครพลาสติกบนสไลด์ก่อนและหลังทดสอบสุดท้าย
คำนวณประสิทธิภาพในการดักจับไมโครพลาสติกของ
แผ่นไบโอฟิล์ม จากสมการ

$$\text{ประสิทธิภาพการดักจับ (\%)} = \left(\frac{N_{\text{control}} - N_{\text{test}}}{N_{\text{control}}} \right) \times 100$$

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการวิเคราะห์

การประเมินประสิทธิภาพของแผ่นไบโอฟิล์ม
จากเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* ในการ
ดักจับไมโครพลาสติก ได้ทำการเปรียบเทียบจำนวน
ไมโครพลาสติกเฉลี่ยระหว่างชุดควบคุมและชุดทดลอง
โดยการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดให้จำนวนไมโครพลาสติก
เฉลี่ยในชุดควบคุมเป็นตัวแปร N_{control} และจำนวน
ไมโครพลาสติกเฉลี่ยในชุดทดลองเป็นตัวแปร N_{test} โดย
จากผลการวัดพบว่า N_{control} มีค่าเท่ากับ 27.1 อนุภาค
และ N_{test} มีค่าเท่ากับ 5.7 อนุภาค ข้อมูลดังกล่าวถูก
นำมาใช้คำนวณประสิทธิภาพการดักจับของ
แผ่นไบโอฟิล์มตามสมการข้างต้นจะได้ว่าแผ่นไบโอฟิล์ม
ที่ผลิตจาก *Acetobacter xylinum* สามารถดักจับ
ไมโครพลาสติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมี
ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยประมาณร้อยละ 78.9

ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

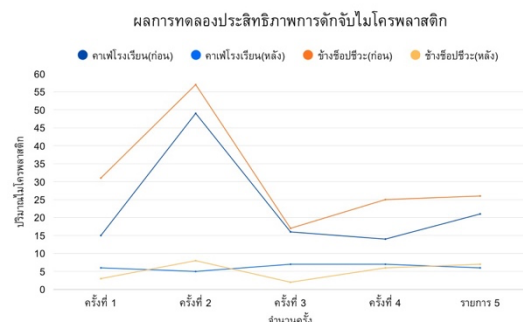
ตารางที่ 1 ปริมาณไมโครพลาสติกก่อนและหลัง
ทดสอบชุดควบคุม

สนาม ภาพ	ปริมาณไมโคร พลาสติกก่อน ทดสอบ (อนุภาค)	ปริมาณไมโคร พลาสติกหลัง ทดสอบ (อนุภาค)
1	31	15
2	57	49
3	17	16
4	25	14
5	28	21

ตารางที่ 2 ปริมาณไมโครพลาสติกก่อนและหลัง
ทดสอบชุดทดลอง

สนาม ภาพ	ปริมาณไมโคร พลาสติกก่อน ทดสอบ (อนุภาค)	ปริมาณไมโคร พลาสติกหลัง ทดสอบ (อนุภาค)
1	15	6
2	49	5
3	16	7
4	14	7
5	21	6

รูปที่ 1 กราฟแสดงปริมาณไมโครพลาสติกบนแผ่นเจล
ชีวภาพก่อนและหลังทดสอบ



4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าแผ่นไบโอฟิล์มที่ผลิต
จากเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* มี
ประสิทธิภาพในการดักจับไมโครพลาสติกคิดเป็น
ร้อยละ 78.9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างของ
แผ่นไบโอฟิล์มมีความเหมาะสมต่อการยึดเกาะอนุภาค
ไมโครพลาสติกในน้ำ ผลลัพธ์นี้อาจเกิดจากลักษณะ
โครงสร้างเส้นใยเซลลูโลสของแบคทีเรียที่มีความ
หนาแน่นสูงและมีพื้นที่ผิวมาก ทำให้เพิ่มโอกาสใน
การจับอนุภาคขนาดเล็กได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งแผ่นไบโอฟิล์ม
ยังมีความสามารถในการดูดซับน้ำบางส่วน ส่งผลให้



ไมโครพลาสติกถูกดูดติดและกักเก็บไว้ภายในเนื้อแผ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 สรุปผลการทดลอง

จากการดำเนินโครงการวิจัยเรื่องการศึกษาการดักจับไมโครพลาสติกของแผ่นไบโอฟิล์มที่ผลิตจากเจลแบบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* พบว่าแผ่นไบโอฟิล์มที่ผลิตขึ้นสามารถบรรจุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยมีประสิทธิภาพในการดักจับไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำตัวอย่างได้ ร้อยละ 78.9 แสดงให้เห็นว่าแผ่นไบโอฟิล์มจากแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัสดุชีวภาพเพื่อช่วยลดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำ และเป็นแนวทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุสังเคราะห์บางชนิด ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่า แผ่นไบโอฟิล์มมีโครงสร้างเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่ละเอียด มีรูพรุนและมีพื้นที่ผิวสูง จึงสามารถดักจับอนุภาคไมโครพลาสติกไว้ในภายในโครงสร้างของแผ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้จำนวนไมโครพลาสติกในน้ำลดลงอย่างชัดเจน นอกจากนี้ วัสดุที่ผลิตจากแบคทีเรียยังสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ จึงช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกับแนวคิดการใช้วัสดุชีวภาพเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการนำแผ่นไบโอฟิล์มไปทดสอบในตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น น้ำคลอง น้ำทะเล หรือน้ำเสีย เนื่องจากอาจมีปัจจัยรบกวน เช่น ความขุ่น อุณหภูมิหรือสารอินทรีย์ ที่มีผลต่อการดักจับไมโครพลาสติก
2. ควรมีการประเมินความทนทานและการใช้งานซ้ำ เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุที่ใช้งานได้จริง มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และความสามารถในการนำกลับมาใช้ซ้ำ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน คณะ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณครูอาภรณ์ รัชไชและคุณครูดวงกมล เกลี้ยงแก้ว ครูที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้ให้คำแนะนำแนวคิดและแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนการตรวจสอบเนื้อหา จนทำให้โครงการมีความสมบูรณ์ ขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัยนครศรีธรรมราช ที่สนับสนุนสถานที่และเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการศึกษาค้นคว้า

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา/ชินสำราญ.และฤทัยรัตน์/สุทธิสุวรรณ.
(2558).//การพัฒนาการผลิตเซลลูโลสจากแบคทีเรียใน
กากน้ำตาลโดยใช้ไขมันพร้าวเป็นสารอาหาร
เสริมและการเติมสารที่ทำให้เกิดเจล.//วารสาร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, 3(2),
98-108
- สุชีลา/พลเรืองและคณะ.// (ม.ป.ป.).//การศึกษา
ปริมาณ รูปร่าง และขนาดไมโครพลาสติกในโรง
ควบคุมคุณภาพ น้ำกรุงเทพมหานคร.//ในการ
ประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 60 สาขา
วิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
- Borisara Kittivanichanon et al.// (n.d.).// The
variation of *Acetobacter* sp. TISTR 893,
TISTR 975 and TISTR 1037.// Proceedings
of the 40th Kasetsart University Annual
Conference, Science Section.
- Shah N et al.// 2013.// Overview of bacterial
cellulose composites multipurpose
advanced material.// Carbohydr
Polym.//98: 1585-1598.



- Lares M.//2018.//Occurrence, identification
and removal of microplastic particles
and fibers in conventional activated
sludge process and advanced MBR
technology.//WaterRes.
/10.1016/j.watres.2018.01.049
- Ziajahromi, S et al.//. 2021. An audit of
microplastic abundance throughout
three Australian wastewater treatment
plants.// Chemosphere
/10.1016/j.chemosphere.//2020.128294.
- Pomthong B et al.// (2023). Study of
microplastics from Lam Ta Klong River in
municipal area, Nakhon Ratchasima
Province. NRRU Journal of Science and
Technology Research