

โฟมชีวภาพจากเส้นใยเห็ด (Mycelium-Based Biofoams)

ในปัจจุบัน ขยะจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกประเภทโพลีสไตรีนโฟม (expanded polystyrene foam (EPS)) หรือโฟมกันกระแทกทั่วไป ก่อให้เกิดปัญหามลพิษสะสม เนื่องจากย่อยสลายได้ยากและใช้เวลานานในสิ่งแวดล้อม การพัฒนาโฟมชีวภาพจากเส้นใยเห็ด (Mycelium-based Biofoams) จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างวัสดุกันกระแทกทางเลือกที่มาจากทรัพยากรชีวภาพ และสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติภายใต้สภาวะที่เหมาะสม

โฟมชีวภาพชนิดนี้เตรียมได้จากการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ด (edible-mushroom mycelium) บนวัสดุลิกโนเซลลูโลส เช่น ขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยเส้นใยเห็ดจะเจริญเติบโตและทำหน้าที่เป็นตัวยึดประสานตามธรรมชาติ ช่วยยึดอนุภาคของวัสดุเพาะให้เกิดเป็นโครงสร้างรูพรุน (porous structure) ภายในแม่พิมพ์ จากนั้นจึงนำไปอบแห้งเพื่อยุติการเจริญของเส้นใยเห็ด และทำให้ชิ้นงานคงรูปเป็นโฟมชีวภาพ

กระบวนการผลิตโฟมชีวภาพประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. Substrates หรือการเตรียมวัสดุเพาะ

นำเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรหรืออุตสาหกรรม เช่น ขี้เลื่อยไม้ยางพารา มาทำความสะอาดและปรับสภาพให้เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

2. Sterilization หรือการฆ่าเชื้อ

นำวัสดุเพาะที่เตรียมไว้ไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ เช่น การนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งแรงดันไอน้ำ (autoclave) เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น

3. Inoculation หรือการใส่เชื้อ

ใส่หัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์หรือเส้นใยเห็ดที่เตรียมไว้ลงในวัสดุเพาะที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

4. Incubation หรือการบ่มเชื้อ

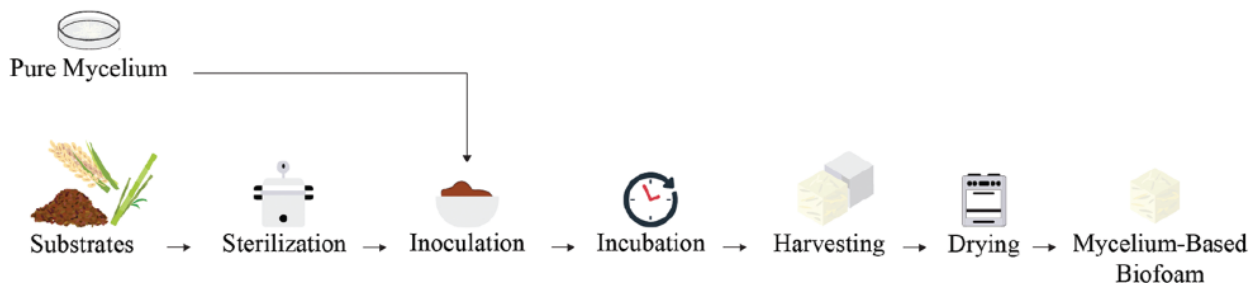
นำวัสดุเพาะที่ใส่เชื้อแล้วบรรจุลงในแม่พิมพ์ (mold) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นนำไปบ่มภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อให้เส้นใยเห็ดเจริญเติบโตและถักทอประสานอนุภาคของวัสดุเพาะเข้าด้วยกัน จนขึ้นรูปตามลักษณะของแม่พิมพ์

5. Harvesting หรือการเก็บเกี่ยว

เมื่อเส้นใยเห็ดเจริญเติบโตจนคลุมทั่ววัสดุเพาะและได้รูปทรงตามต้องการแล้ว จึงถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

6. Drying หรือการอบแห้ง

นำชิ้นงานไปอบแห้งด้วยลมร้อน เพื่อยุติการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด ลดความชื้น และทำให้ชิ้นงานแห้งสนิท จนได้ผลิตภัณฑ์โฟมชีวภาพที่พร้อมใช้งาน



รูปที่ 1 ภาพรวมของกระบวนการเตรียมและผลิตโฟมชีวภาพจากเส้นใยเห็ด

ที่มา: ดัดแปลงจาก Suwandecha, T. และ Pisuchpen, S. (J. Renew. Mater. 12 (2024) 1811-1836)

หลังจากขั้นตอนการขึ้นรูป สามารถปรับลักษณะและความหนาแน่นของโฟมชีวภาพได้ด้วยกรรมวิธีการอัดขึ้นรูปหลายวิธี ดังนี้

1. แบบอัดด้วยมือ (Hand-Packing (HP))

เป็นการบรรจุวัสดุเพาะที่มีเส้นใยเห็ดลงในแม่พิมพ์ จากนั้นบ่มให้เส้นใยเจริญเติบโตและคลุมผิว ก่อนนำไปอบแห้ง โฟมชีวภาพที่ได้มีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา และมีความยืดหยุ่นดี

2. แบบอัดเย็น (Cold-Pressing (CO))

ใช้แรงอัดจากเครื่องจักรโดยไม่ใช้ความร้อน จากนั้นบ่มซ้ำเพื่อให้เส้นใยเห็ดประสานโครงสร้างอีกครั้งก่อนนำไปอบแห้ง วิธีนี้ช่วยเพิ่มความแน่นของชิ้นงานเมื่อเทียบกับการอัดด้วยมือ

3. แบบอัดร้อน (Hot-Pressing (HO))

ใช้แรงอัดร่วมกับความร้อน เช่น อุณหภูมิประมาณ 80 °C จากนั้นบ่มซ้ำและอบแห้ง โฟมชีวภาพที่ได้มีความหนาแน่นสูงขึ้น และมีความทนทานต่อแรงกดได้ดีกว่าวิธีอื่น

จากการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ โฟมชีวภาพจากเส้นใยเห็ดมีสมบัติที่น่าสนใจสำหรับการประยุกต์ใช้เป็นวัสดุกันกระแทก ดังนี้

- ประสิทธิภาพการกันกระแทก (Cushioning Performance)

โฟมชีวภาพสามารถรองรับและดูดซับแรงกระแทกได้ดี จึงมีศักยภาพในการใช้เป็นวัสดุกันกระแทกภายในกล่องพัสดุ เช่น มุมกันกระแทก แผ่นรองกันกระแทก หรือบล็อกถ่วงสินค้า

- ความแข็งแรงทางกล (Mechanical Properties)

โฟมที่ผ่านกระบวนการอัดร้อน (HO) มีความหนาแน่นและความทนทานต่อแรงกดสูงที่สุด ในขณะที่โฟมแบบอัดด้วยมือ (HP) มีความหนาแน่นต่ำสุด จึงให้ลักษณะที่เบา นุ่ม และยืดหยุ่นมากกว่า

- การทนน้ำและความชื้น

เส้นใยเห็ดมีองค์ประกอบบางส่วนที่ช่วยเพิ่มลักษณะไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ให้กับพื้นผิวของวัสดุ ทำให้โฟมชีวภาพไม่เปื่อยยุ่ยง่ายเมื่อสัมผัสความชื้นในอากาศ อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการทนน้ำยังขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยเห็ด วัสดุเพาะ กระบวนการขึ้นรูป และสภาวะการใช้งาน

อย่างไรก็ตาม โฟมชีวภาพจากเส้นใยเห็ดยังมีข้อจำกัดด้านความไวต่อความชื้น ความแปรปรวนของสมบัติที่ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุเพาะและสายพันธุ์เห็ด รวมถึงระยะเวลาในการผลิตที่ค่อนข้างนานกว่าวัสดุโฟมสังเคราะห์ แม้ยังมีข้อจำกัดดังกล่าว แต่วัสดุชนิดนี้ยังมีศักยภาพในการใช้เป็นวัสดุกันกระแทกสำหรับบรรจุภัณฑ์สินค้า กล่องพัสดุ ผลิตภัณฑ์ของขวัญ เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก และสินค้าที่ต้องการสื่อสารภาพลักษณ์ด้านความยั่งยืน



รูปที่ 2 ตัวอย่าง Mushroom® Packaging ผลิตภัณฑ์โฟมชีวภาพจากเส้นใยเห็ดสำหรับใช้เป็นวัสดุกันกระแทกทางเลือกในบรรจุภัณฑ์สินค้า

ที่มาของข้อมูล

1. Suwandecha, T. and Pisuchpen, S. (2024), Characterization and performance evaluation of *Mycelium*-based biofoams for cushioning materials using edible mushrooms. *J. Renew. Mater.*, 12: 1811-1836. (<https://doi.org/10.32604/jrm.2024.056334>)