

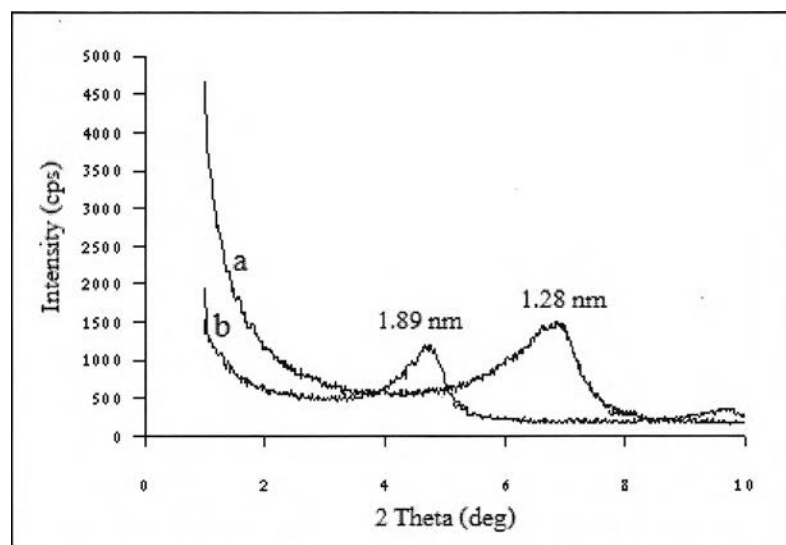


บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การตรวจสอบโครงสร้างผลึกของมอนต์มอริลโลไนต์และมอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรด้วยเทคนิค XRD

รูปที่ 4.1 แสดง XRD pattern ของ MMT และ modified-MMT ที่เตรียมได้จากการดัดแปร MMT ด้วยซอร์บิทอล

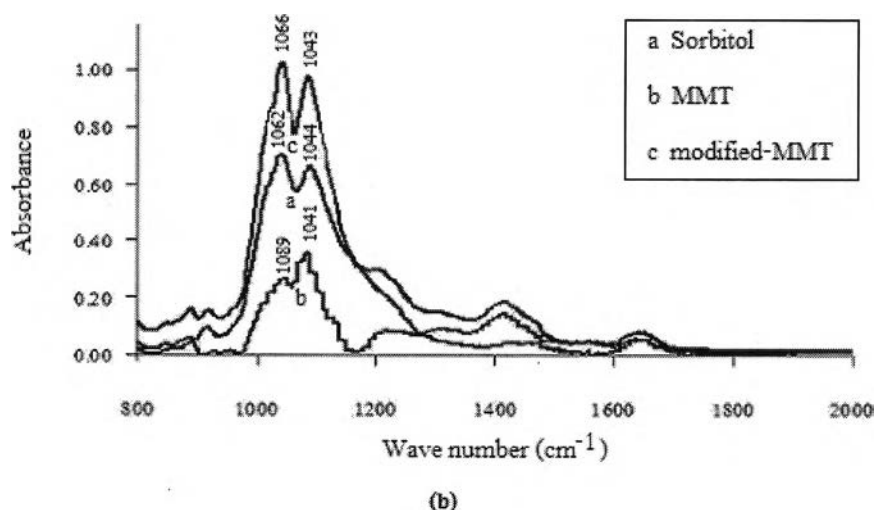
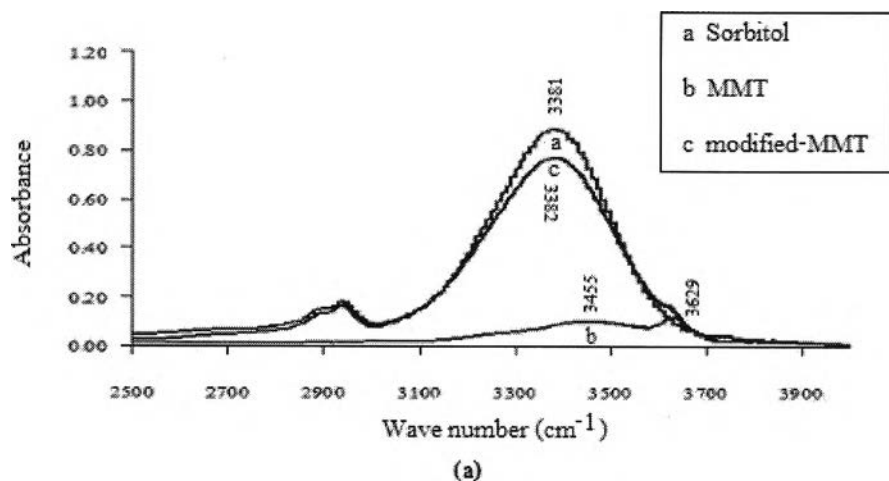


รูปที่ 4.1 XRD pattern ของ (a) MMT และ (b) modified-MMT

จากรูปที่ 4.1 แสดงพิกโครงสร้างผลึกของ MMT ที่ตำแหน่ง 2θ เท่ากับ 6.48 และของ modified-MMT ที่ตำแหน่ง 2θ เท่ากับ 4.68 ซึ่งคำนวณหาระยะห่างระหว่างระนาบ 001 (d_{001}) จาก Bragg's Equation ได้เท่ากับ 1.28 nm และ 1.89 nm ตามลำดับ แสดงว่าโมเลกุลของซอร์บิทอลได้แทรกเข้าอยู่ภายในช่องว่างของชั้นซิลิเกต ซึ่งมีผลทำให้ระยะห่างระหว่างระนาบ 001 เพิ่มขึ้น

4.2 การวิเคราะห์โครงสร้างของซอร์บิทอล มอนต์มอริลโลไนต์ และมอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรด้วยเทคนิค FT-IR

รูปที่ 4.2 แสดง FT-IR สเปกตรัมของซอร์บิทอล MMT และ modified-MMT ในช่วง wavenumber ตั้งแต่ 800-2000 และ 2500-4000 cm^{-1}



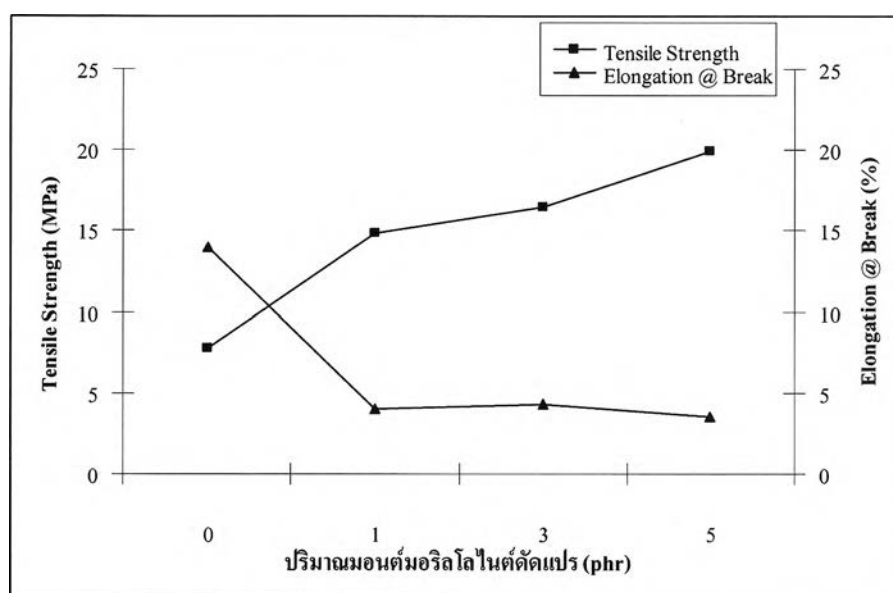
รูปที่ 4.2 FT-IR สเปกตรัมของซอร์บิทอล MMT และ modified-MMT ในช่วง Wave number (a) 2500-4000 cm^{-1} และ (b) 800-2000 cm^{-1}

รูปที่ 4.2 แสดง FT-IR สเปกตรัมของซอร์บิทอลที่ wavenumber 3381 และ 1044 cm^{-1} ซึ่งเป็นช่วงความยาวคลื่นของ O-H Stretching ($3500-3250 \text{ cm}^{-1}$) และช่วงความยาวคลื่นของ C-O Stretching ของแอลกอฮอล์ ($1200-1000 \text{ cm}^{-1}$) และสเปกตรัมของ MMT ที่ wavenumber 3455, 3655 และ 1041 ซึ่งเป็นช่วงความยาวคลื่นของ O-H stretching, free O-H stretching ($3700-3600$) และ C-O stretching ของแอลกอฮอล์ ตามลำดับ และเมื่อตัดแปรรูป MMT ด้วยซอร์บิทอลโดยการปั่นผสมด้วยความเร็วสูง พบว่า พีกของ O-H stretching ขยับไปที่ 3382, C-O stretching ของแอลกอฮอล์ ขยับไปที่ 1043 และไม่ปรากฏพีกของ free O-H stretching แสดงว่าหมู่ C-OH ของซอร์บิทอลเกิดอันตรกิริยากับ free O-H stretching และ O-H stretching ของ MMT ทำให้โมเลกุลของซอร์บิทอล

สามารถแทรกเข้าไปอยู่ภายในช่องว่างของ MMT จึงเป็นสาเหตุให้ระยะห่างระหว่างระนาบ 001 เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD

4.3 สมบัติด้านความต้านแรงดึงของเทอร์โมพลาสติกสไตร์ช/มอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรนาโนคอมพอสิต

รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบสมบัติด้านความต้านแรงดึงของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต เมื่อใส่ modified-MMT ปริมาณ 0, 1, 3 และ 5 phr

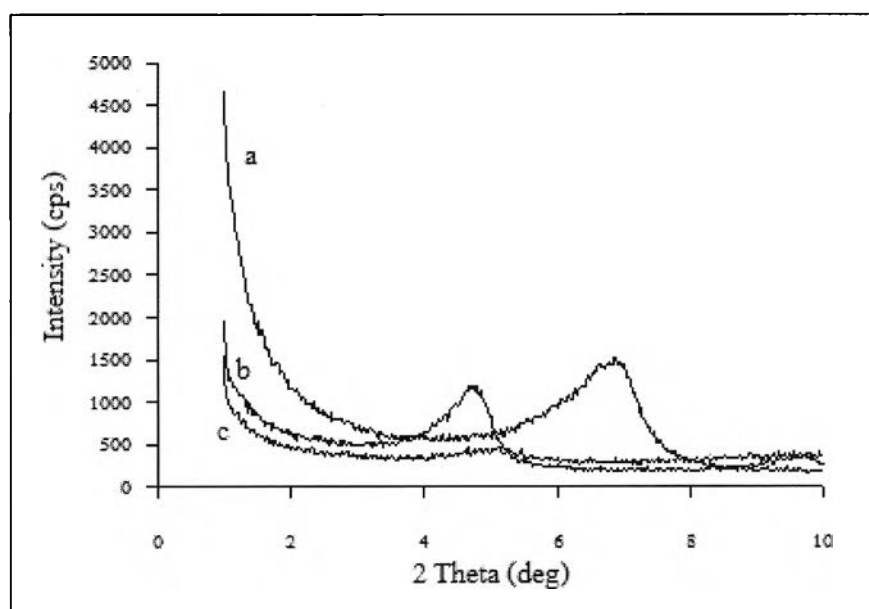


รูปที่ 4.3 ความต้านแรงดึง และ % การยืดตัว ณ จุดขาดของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

รูปที่ 4.3 แสดงผลของปริมาณ modified-MMT ต่อสมบัติความต้านแรงดึง (tensile strength) และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ณ จุดขาด (% elongation at break) ของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า นาโนคอมพอสิตมีความต้านแรงดึงสูงขึ้นตามปริมาณ modified-MMT ใน TPS ที่เพิ่มขึ้น และสูงที่สุดเมื่อใส่ modified-MMT ปริมาณ 5 phr ซึ่งเป็นปริมาณมากที่สุดที่ใช้ในการทดลองนี้ ทั้งนี้เนื่องจากการเตรียมวัสดุนาโนคอมพอสิตโดยทั่วไปจะใส่ modified-MMT ไม่เกิน 5 phr ในขณะที่การผสม modified-MMT ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การยืดตัวของนาโนคอมพอสิตมีค่าลดลงตามปริมาณ modified-MMT ที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากอนุภาคของ modified-MMT ซึ่งมีขนาดระดับนาโนเมตร และมีพื้นที่ผิวมากทำให้มีแรงยึดเกาะระหว่างซอร์บิทอลที่แทรกอยู่ในชั้นของ MMT กับ TPS จึงทำให้ความสามารถในการยืดตัวลดลง

4.4 การตรวจสอบโครงสร้างผลึกของเทอร์โมพลาสติกสตาบิลไรเซอร์/มอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปร นาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค XRD

รูปที่ 4.4 แสดง XRD pattern ของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต โดยเลือกเฉพาะ
สูตรที่ได้ modified-MMT ปริมาณ 5 phr เปรียบเทียบกับ pattern ของ MMT และ modified-MMT

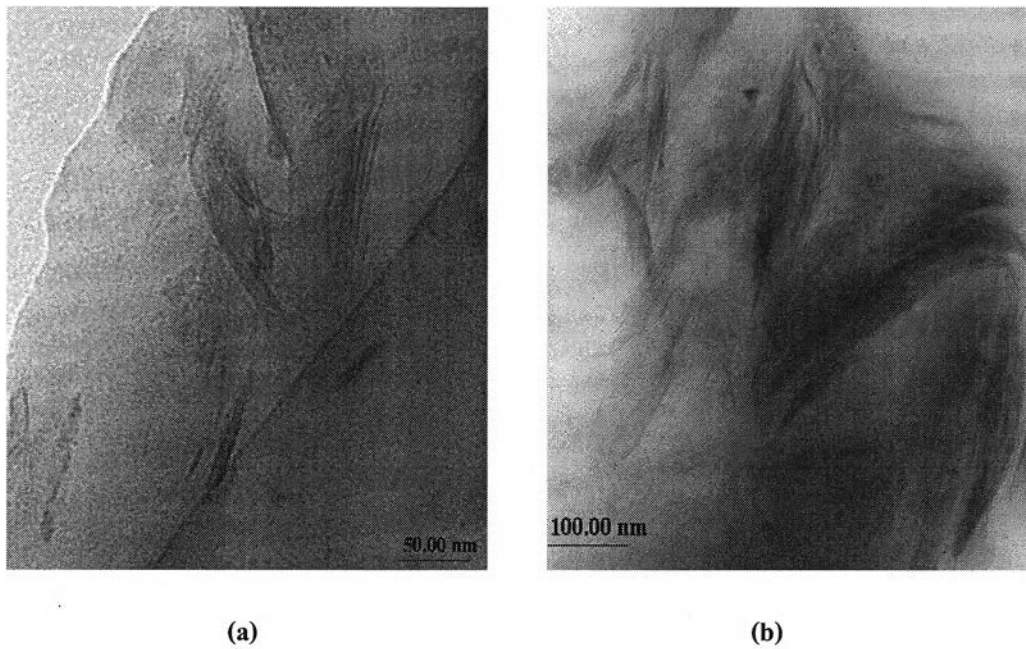


รูปที่ 4.4 XRD pattern ของ (a) MMT, (b) modified-MMT
และ (c) TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

รูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า XRD pattern ของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่ได้
modified-MMT ปริมาณ 5 phr นั้น ไม่ปรากฏพีกให้เห็น ซึ่งแสดงถึงความเป็นอสัณฐาน ทั้งนี้เพราะ
ชั้นซิลิเกตของ MMT แดกออก เนื่องจากการเกิดอันตรกิริยาระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลของซอร์บิทอล
กับหมู่ไฮดรอกซิลของแป้งมันสำปะหลังซึ่งเหนี่ยวนำให้โมเลกุลของแป้งมันสำปะหลังซึ่งมีขนาด
ใหญ่แทรกเข้าไประหว่างชั้นของ MMT และทำให้โครงสร้างของ MMT ที่เคยเรียงซ้อนกันแตกแยก
ออก และนาโนคอมพอสิตมีโครงสร้างเป็นแบบ exfoliate ซึ่งอาจยืนยันได้จากผลการวิเคราะห์
สัณฐานวิทยาของนาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค TEM

4.5 การตรวจสอบสถานะวิทยาของเทอร์โมพลาสติกสตาเรซ/มอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปร นาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค TEM

รูปที่ 4.5 แสดง TEM image ของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตสูตรที่ใส่ modified-MMT ปริมาณ 5 phr

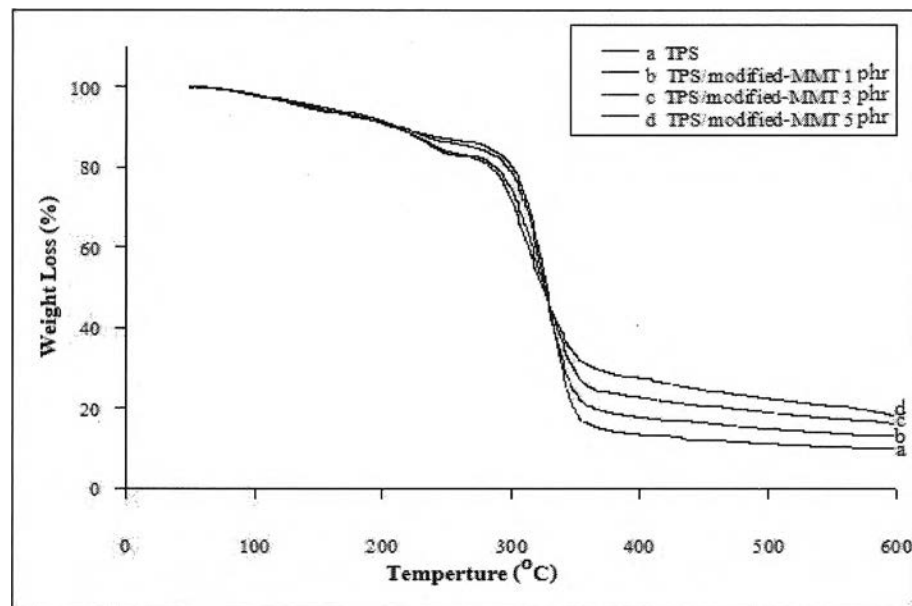


รูปที่ 4.5 TEM image ของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าชั้นซิลิเกตของ MMT อยู่ห่างจากกัน และกระจายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้เกิดนาโนคอมพอสิตแบบ exfoliate ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเทคนิค XRD

4.6 การตรวจสอบสมบัติทางความร้อนของเทอร์โมพลาสติกสตาโรล/มอนต์มอริลไลต์ดัดแปรนาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค TGA

รูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของ TPS และ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค TGA เพื่อหาเสถียรภาพทางความร้อนของวัสดุนาโนคอมพอสิตที่เตรียมได้



รูปที่ 4.6 TGA เทอร์โมแกรมของ TPS และ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

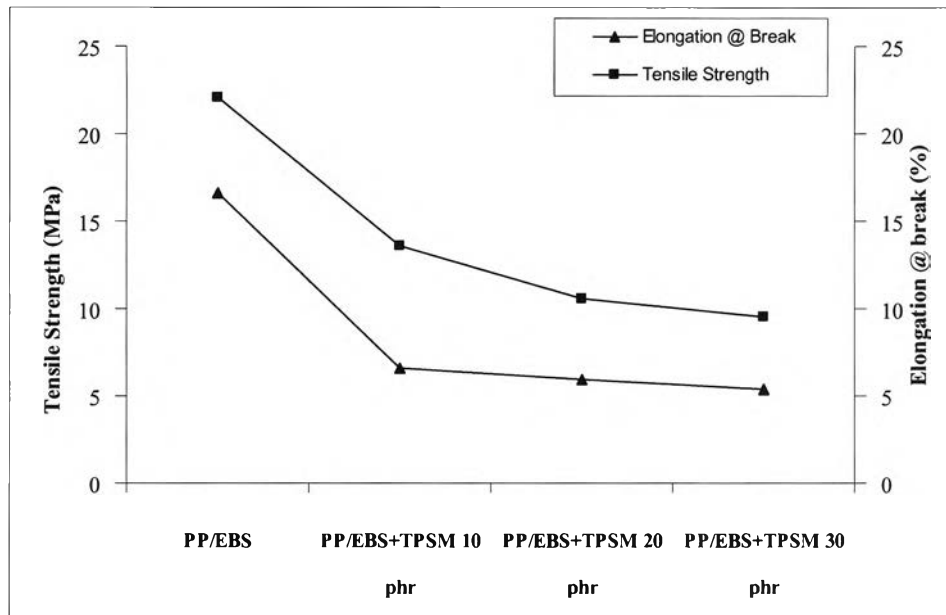
ตารางที่ 4.1 อุณหภูมิการสลายตัวของ TPS และ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

ชนิดของสาร	อุณหภูมิการสลายตัว (C)		
	T _{onset 1}	T _{onset 2}	T _{endset}
TPS	-	237	345
TPS/modified-MMT 1 phr	-	242	350
TPS/modified-MMT 3 phr	200	251	352
TPS/modified-MMT 5 phr	207	252	353

รูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.1 แสดงผลการตรวจสอบหาเสถียรภาพทางความร้อนของ TPS และ TPS/ modified-MMT นาโนคอมพอสิต ซึ่งพบว่า TPS เกิดการสลายตัวที่อุณหภูมิ 237 องศาเซลเซียส ในขณะที่ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่ประกอบด้วย modified-MMT ปริมาณ 1 phr เกิดการสลายตัว 1 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 243 องศาเซลเซียส แสดงว่า TPS และ modified-MMT สามารถรวมตัวเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ ส่งผลให้การอุณหภูมิการสลายตัวของ TPS เพิ่มขึ้นจาก 237 เป็น 242 องศาเซลเซียส เนื่องจาก modified-MMT ประพฤติตัวเป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียของสารที่ระเหยได้ง่าย (พลาสติกไซเซออร์) แต่เมื่อเพิ่มปริมาณ modified-MMT เป็น 3 และ 5 ส่วน พบว่า นาโนคอมพอสิตเกิดการสลายตัว 2 ครั้ง โดยการสลายตัวในช่วงแรกเป็นการสลายตัวของพลาสติกไซเซออร์ (ซอร์บิทอลและฟอร์มัลดี) ซึ่งเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก (มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ) จึงสลายตัวได้ง่ายกว่า นอกจากนี้ การเพิ่มปริมาณ modified-MMT ในวัสดุนาโนคอมพอสิตทำให้ MMT ชัดขวางการแพร่ของพลาสติกไซเซออร์เข้าไปในแข็ง ดังนั้น เมื่อได้รับความร้อนมีผลทำให้พลาสติกไซเซออร์สลายตัวออกมาก่อน และการสลายตัวในช่วงที่สองเป็นการสลายตัวของแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งสลายตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณ modified-MMT (เพิ่มขึ้น 5-8 องศาเซลเซียส) เนื่องจาก MMT ช่วยเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อนให้กับแป้งมันสำปะหลัง

4.7 สมบัติด้านความต้านแรงดึงของพอลิโพรพิลีน/อีบีเอส/เทอร์โมพลาสติกสตาบิลไรเซอร์/มอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรนาโนคอมพอสิต

รูปที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบสมบัติด้านความต้านแรงดึงของ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต ที่เตรียมได้จากการผสม PP/EBS wax ในอัตราส่วน 90/10 (EBS wax ทำหน้าที่เป็นทั้งสารช่วยผสมและสารหล่อลื่น นอกจากนี้ EBS wax ยังสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพอีกด้วย) แล้วนำไปผสมกับ 100 TPS/5 modified-MMT นาโนคอมพอสิตในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 phr

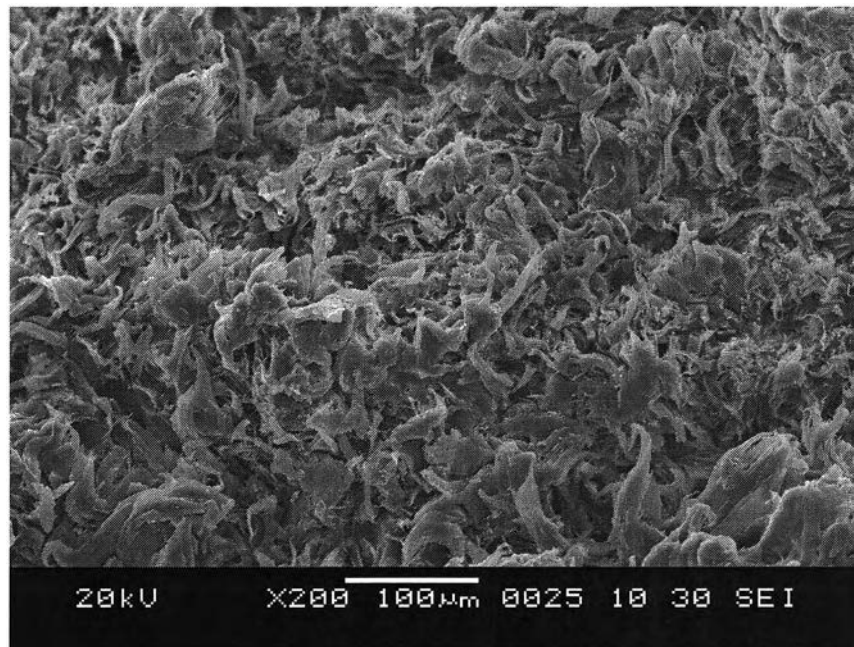


รูปที่ 4.7 ความต้านแรงดึง และ % การยืดตัวของ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

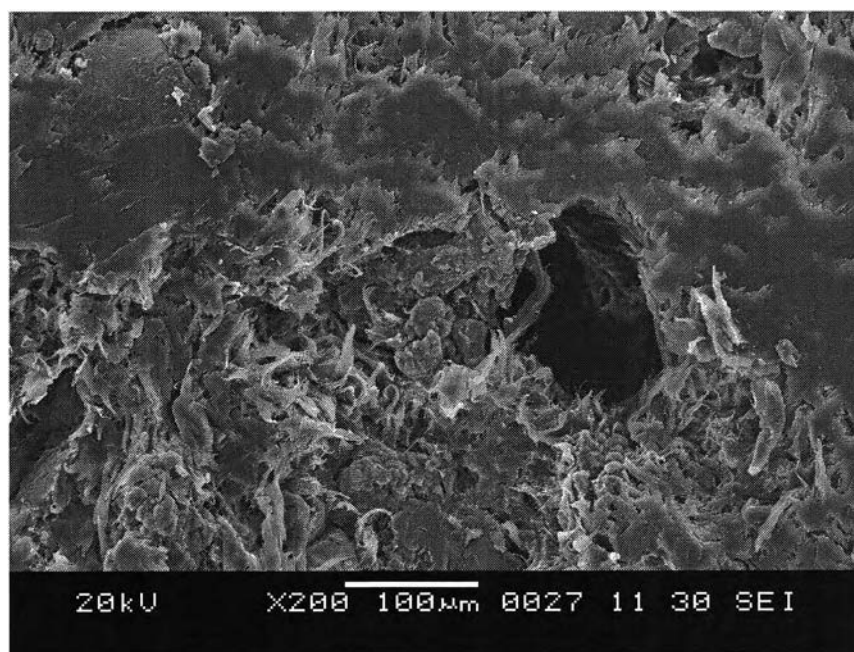
รูปที่ 4.7 แสดงค่าความต้านแรงดึง และ % การยืดตัว ณ จุดขาด ของ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่ลดลงตามปริมาณ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากนาโนคอมพอสิตที่ผสมลงไปเป็นวัสดุที่แข็งและมีการยืดตัวน้อย อีกทั้งการเข้าร่วมตัวระหว่าง PP และ TPS ลดลงเมื่อปริมาณ TPS เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจดูได้จากการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของชิ้นงานด้วยเทคนิค SEM นอกจากนี้ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตยังขัดขวางการจัดเรียงตัว และการพันกันของสายโซ่พอลิโพรพิลีน จึงทำให้มีค่าความต้านแรงดึงและเปอร์เซ็นต์การยืดตัวลดลง

4.8 การตรวจสอบสัณฐานวิทยาของพอลิโพรพิลีน/อีบีเอส/เทอร์โมพลาสติกสตาบิลไรเซอร์/มอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรนาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค SEM

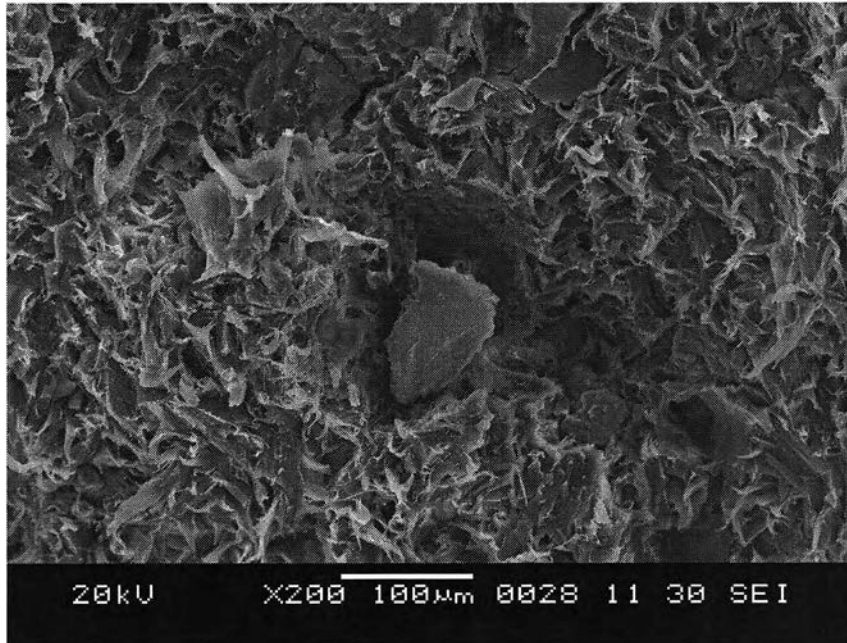
รูปที่ 4.8 แสดงภาพ SEM ของชิ้นทดสอบที่เตรียมจากการผสม PP/EBS ในอัตราส่วน 90/10 และรูปที่ 4.9-4.11 แสดงภาพ SEM ของ PP/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่เตรียมได้จากการผสม PP/EBS ในอัตราส่วน 90/10 และผสมกับ TPS/modified-MMT ในปริมาณ 10, 20 และ 30 ตามลำดับ โดยตรวจสอบพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบด้วยเครื่อง Scanning electron microscope (SEM)



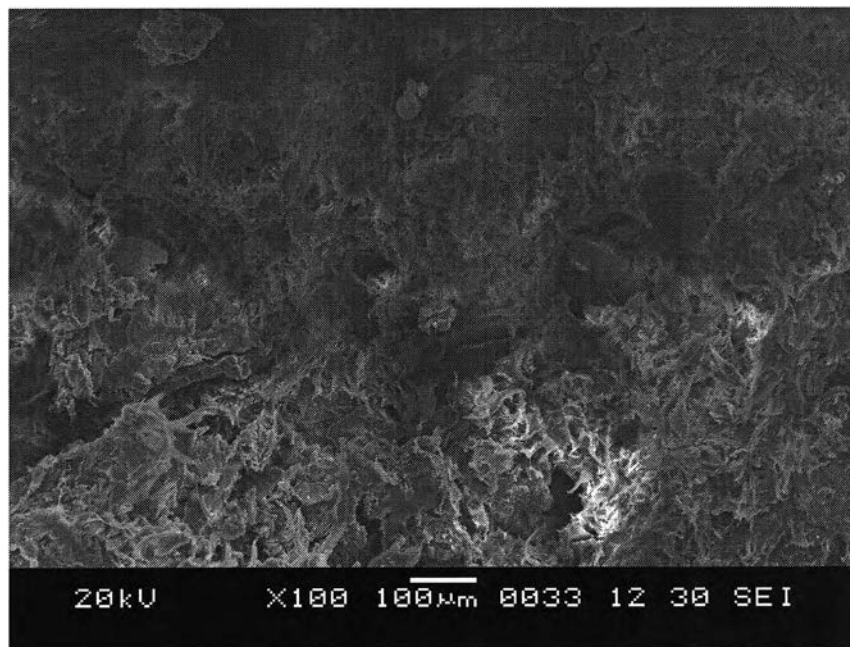
รูปที่ 4.8 สัณฐานวิทยาของชิ้นทดสอบที่เตรียมจากการผสม PP/EBS ในอัตราส่วน 90/10



รูปที่ 4.9 สัณฐานวิทยาของPP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต
ที่ผสม TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตปริมาณ 10 phr



รูปที่ 4.10 สัณฐานวิทยาของPP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต
ที่ผสม TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตปริมาณ 20 phr

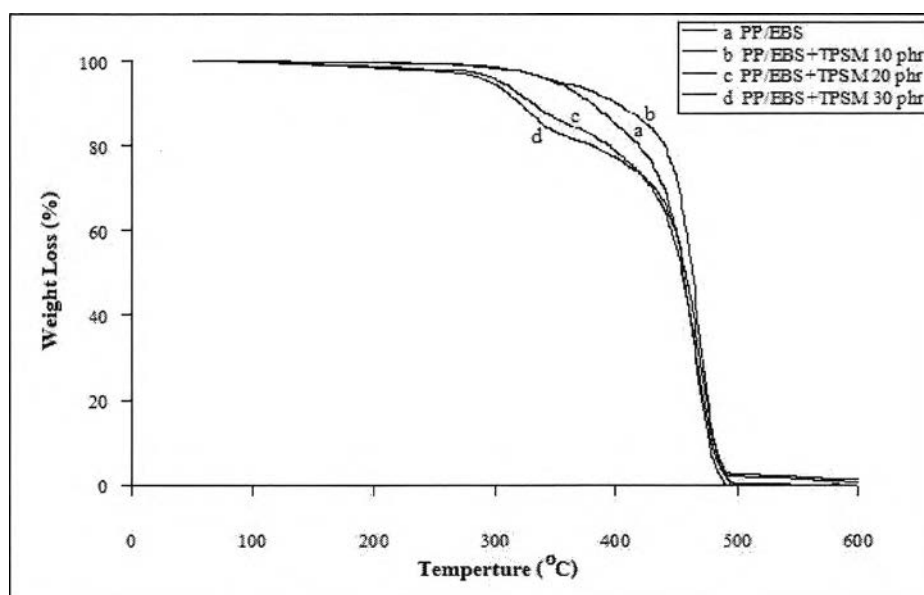


รูปที่ 4.11 สัณฐานวิทยาของPP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต
ที่ผสม TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตปริมาณ 30 phr

รูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่า PP และ EBS wax สามารถรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันได้โดยไม่เกิดการแยกเฟส ส่วนรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวที่ดีของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต โดยยังไม่เห็นการแยกเฟสที่ชัดเจนแต่เมื่อเพิ่มปริมาณ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตในส่วนผสมของ PP/EBS wax เป็น 20 และ 30 phr (รูปที่ 4.10 และ 4.11) จะมองเห็นการแยกเฟสได้มากขึ้น นอกจากนี้ ยังเกิดรูพรุน (voids) มากขึ้น จึงทำให้เกิดเป็นข้อบกพร่องของชิ้นงาน และส่งผลให้สมบัติเชิงกลของ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตลดลง ซึ่งเป็นการยืนยันผลของการทดสอบสมบัติด้านความต้านแรงดึง

4.9 การทดสอบสมบัติทางความร้อนของพอลิโพรพิลีน/อีบีเอส/เทอร์โมพลาสติกสตาโรล/มอนต์มอริลโลไนต์ดัดแปรนาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค TGA

รูปที่ 4.12 และตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของ PP/EBS 90/10 และ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค TGA เพื่อหาเสถียรภาพทางความร้อนของวัสดุนาโนคอมพอสิตที่เตรียมได้



รูปที่ 4.12 TGA เทอร์โมแกรมของ PP/EBS และ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

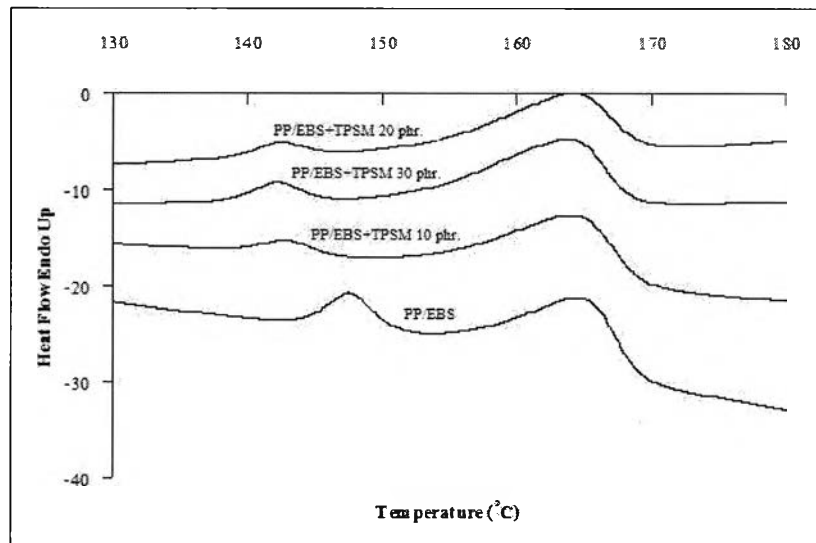
ตารางที่ 4.2 อุณหภูมิการสลายตัวของ PP/EBS และ PP/EBS/TPS/modified-MMT
นาโนคอมพอสิต

ชนิดของสาร	อุณหภูมิการสลายตัว (°C)		
	T _{onset 1}	T _{onset 2}	T _{endset}
PP/EBS	-	422	482
PP/EBS+TPSM 10 phr	-	429	483
PP/EBS+TPSM 20 phr	293	422	482
PP/EBS+TPSM 30 phr	290	425	484

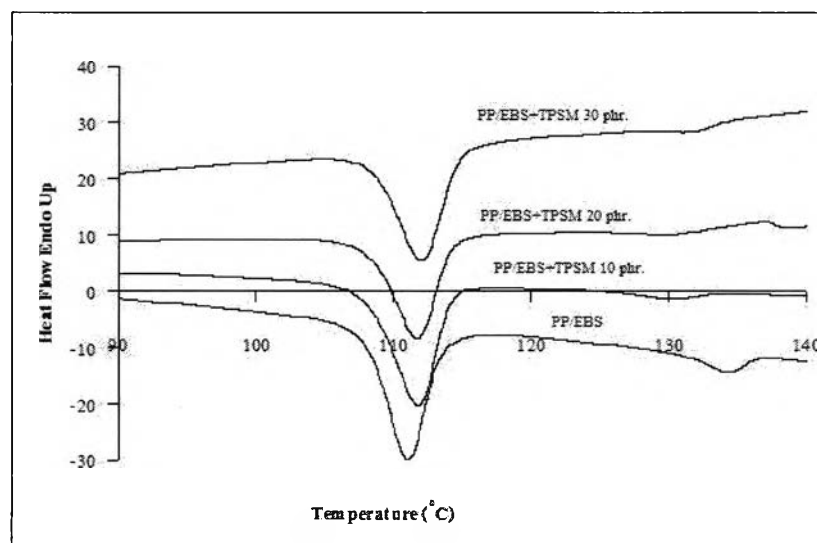
รูปที่ 4.12 และตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจสอบหาเสถียรภาพทางความร้อนของ PP/EBS และ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต ซึ่งพบว่า PP/EBS เกิดการสลายตัวที่อุณหภูมิ 422 องศาเซลเซียส ในขณะที่ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่ประกอบด้วย TPS/modified-MMT ปริมาณ 10 phr เกิดการสลายตัว 1 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 429 องศาเซลเซียส แสดงว่า PP/EBS และ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต ยังสามารถรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันได้ ส่งผลให้การอุณหภูมิการสลายตัวของ PP/EBS เพิ่มขึ้นจาก 422 เป็น 429 องศาเซลเซียส เนื่องจาก หมู่ไฮดรอกซิลใน TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต สามารถเกิดอันตรกิริยากับหมู่เอไมด์ของ EBS และ modified-MMT แสดงพฤติกรรมที่เป็นฉนวนความร้อนอีกด้วย จึงทำให้อุณหภูมิการสลายตัวของ PP/EBS สูงขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตเป็น 20 และ 30 phr พบว่า นาโนคอมพอสิตเกิดการสลายตัว 2 ครั้ง โดยการสลายตัวในช่วงแรกเป็นการสลายตัวของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต และการสลายตัวในช่วงที่สองเป็นการสลายตัวของ PP/EBS แสดงว่า TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต ที่ปริมาณ 20 และ 30 phr ไม่สามารถรวมตัวเข้ากับ PP/EBS ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับผลการตรวจสอบฐานวิทยาของนาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค SEM

4.10 การทดสอบสมบัติทางความร้อนของพอลิพรพิลีน/อีบีเอสเทอร์โมพลาสติกสตาเรช/มอนต์-มอริลไลต์ตัดแปรรูปนาโนคอมพอสิตโดยใช้เทคนิค DSC

รูปที่ 4.13–4.14 และตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตด้วยเทคนิค DSC เพื่อหาอุณหภูมิหลอมเหลวและอุณหภูมิก่อผลึกของวัสดุนาโนคอมพอสิตที่เตรียมได้



รูปที่ 4.13 อุณหภูมิหลอมเหลวของ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต



รูปที่ 4.14 อุณหภูมิก่อผลึกของ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

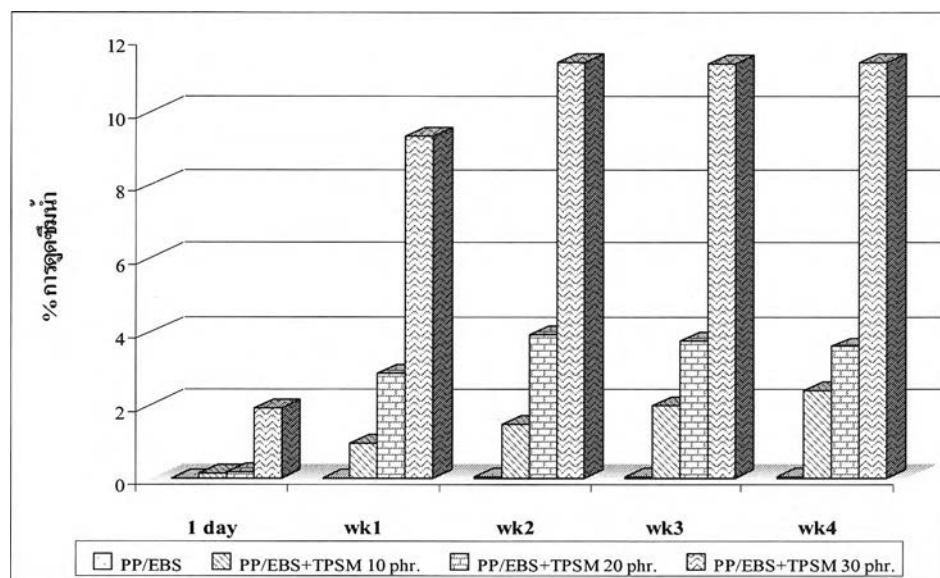
ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิหลอมเหลวและอุณหภูมิก่อผลึกของPP/EBS/TPS/modified-MMT
นาโนคอมพอสิต

ชนิดของสาร	พอลิโพรพิลีน		อีบีเอส แวกซ์	
	T _c (°C)	T _m (°C)	T _c (°C)	T _m (°C)
PP/EBS	111	165	134	148
PP/EBS+TPSM 10 phr	112	164	130	143
PP/EBS+TPSM 20 phr	112	164	132	142
PP/EBS+TPSM 30 phr	112	164	132	142

จาก DSC เทอร์โมแกรม (รูปที่ 4.13 และ 4.14) และตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่ใส่เข้าไปใน PP/EBS ปริมาณ 10, 20 และ 30 phr มีผลต่ออุณหภูมิหลอมเหลวและอุณหภูมิก่อผลึกของทั้ง PP และ EBS wax อย่างไม่มีนัยสำคัญ

4.11 ผลการทดสอบความสามารถในการดูดซึมน้ำ

รูปที่ 4.15 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของ PP/EBS และ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต



รูปที่ 4.15 เปอร์เซนต์การดูดซึมน้ำของ PP/EBS และ PP/EBS/TPS/modified-MMT
นาโนคอมพอสิต

จากรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่า ชั้นทดสอบของ PP/EBS มีการดูดซึมน้ำได้บ้างเล็กน้อย เนื่องจากความมีขี้ของหมู่เอไมด์ที่อยู่ในโมเลกุลของ EBS wax ที่สามารถเกิดอันตรกิริยากับ โมเลกุลของน้ำ จึงทำให้โมเลกุลของน้ำแทรกเข้าไปในชั้นทดสอบได้ และเมื่อใส่ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตเข้าไปผสมกับ PP/EBS พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของชั้นทดสอบ เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดตามปริมาณ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่ใส่เข้าไป นอกจากนี้ ยังพบว่า อัตราการดูดซึมน้ำมากที่สุดในสัปดาห์แรกที่ทำการทดลอง หลังจากนั้นอัตราการดูดซึมน้ำ ค่อยๆ เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มเข้าสู่จุดอิ่มตัวเมื่อเวลาผ่านไป (สัปดาห์ที่ 1–2) หลังจากผ่านจุดอิ่มตัว เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำค่อยๆ ลดลง เนื่องจากโมเลกุลของ TPS ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยน้ำ หรือเกิดการ ย่อยสลายด้วยน้ำ จึงทำให้น้ำหนักลดลงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำลดลง (สัปดาห์ที่ 3–4) ดังนั้น ผลการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำจึงแสดงแนวโน้มของการถูกย่อยสลายทางชีวภาพ ทั้งนี้ เพราะเอนไซม์ของจุลินทรีย์สามารถผ่านเข้าไปย่อยสลายแบ่งได้โดยผ่านตัวกลางที่เป็นน้ำ ซึ่งอาจ ยืนยันได้จากการทดสอบการย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพด้วยการ วัดปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกี่ยวข้องได้

4.12 ผลการทดสอบความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ

การทดสอบความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพนี้ ทำการทดสอบโดยอาศัยกิจกรรม ของจุลินทรีย์ โดยการใส่ส่วนที่สามารถเป็นอาหารให้แก่จุลินทรีย์ ซึ่งก็คือส่วนของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักลงไปแล้วทำการวัดปริมาณแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น การทดสอบนี้ แบ่งเป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิและชนิดของ แหล่งที่มาของดินที่มีผลต่ออัตราการย่อยสลายทางชีวภาพ โดยศึกษาการย่อยสลายทางชีวภาพที่ อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส และดินจากบริเวณกองขยะและบริเวณใต้ต้นไม้

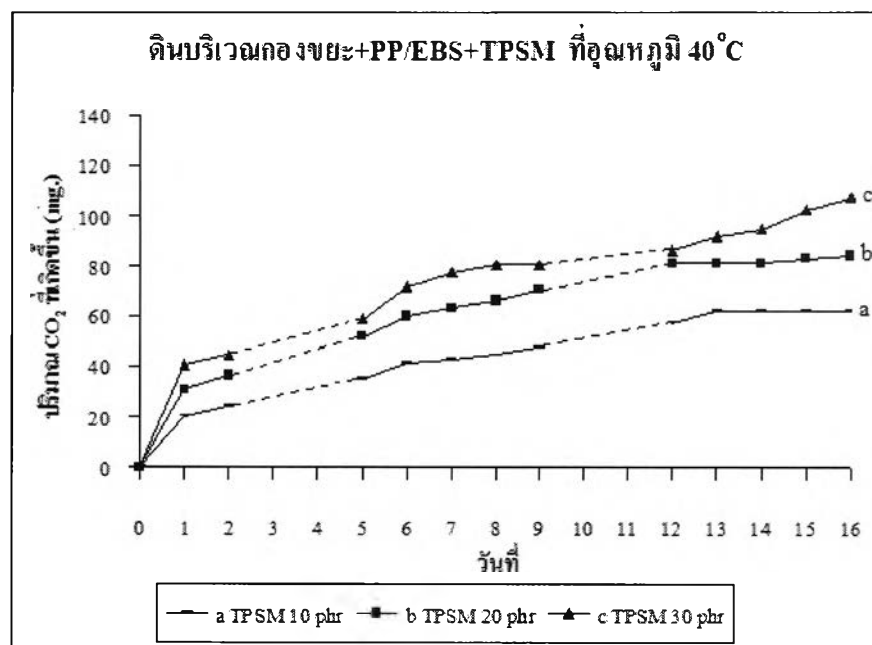
รูปที่ 4.16-4.29 แสดงปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจาก PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต ภายใต้ภาวะการทดสอบต่างๆ กัน

พิจารารูปที่ 4.16 - 4.19 พบว่าปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นตามปริมาณของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่เพิ่มขึ้น

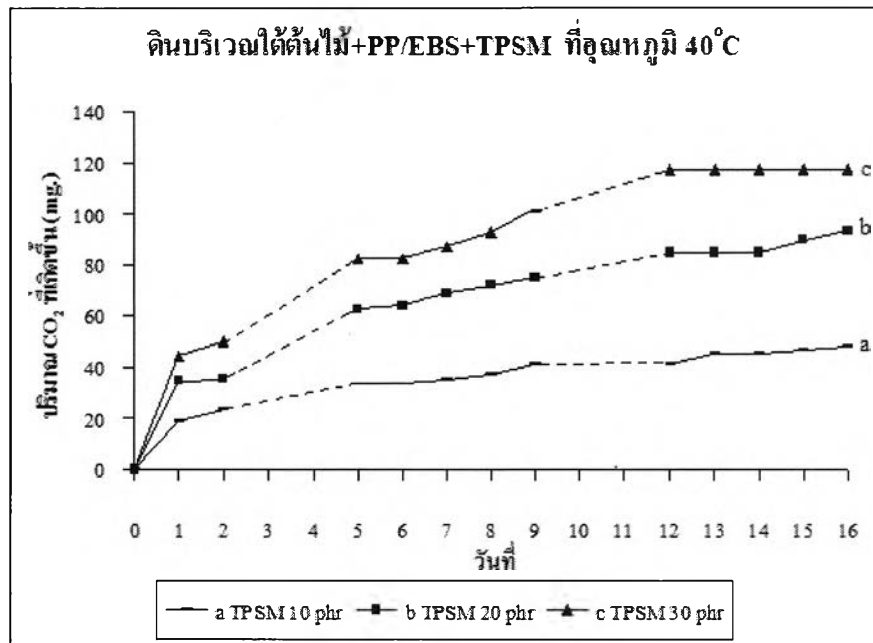
พิจารารูปที่ 4.16 กับ 4.18 และ 4.17 กับ 4.19 พบว่าทำการทดลองที่อุณหภูมิ 40°C จะให้ ปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าที่อุณหภูมิ 30°C

พิจารารูปที่ 4.16 กับ 4.17 พบว่าดินที่มาจากบริเวณใต้ต้นไม้จะให้ปริมาณของแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าดินที่มาจากบริเวณกองขยะ

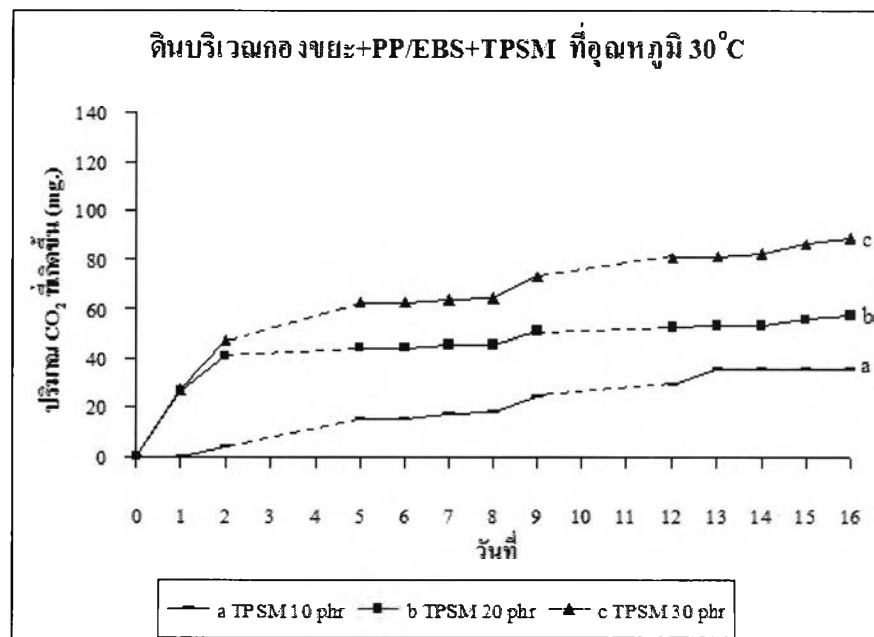
จากรูปที่ 4.17 แสดงการย่อยสลายทางชีวภาพจากดินบริเวณใต้ต้นไม้ที่อุณหภูมิ 40 °C และปริมาณของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตที่ 30 phr พบว่าที่สภาวะการทดสอบนี้ให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด แสดงว่าอุณหภูมิ 40 °C จะช่วยเร่งปฏิกิริยาเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์จึงทำให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้ดี และคาดว่าจุลินทรีย์ในดินบริเวณใต้ต้นไม้มีปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายของ TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิตมากกว่าดินจากบริเวณกองขยะที่ จึงทำให้มีปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด



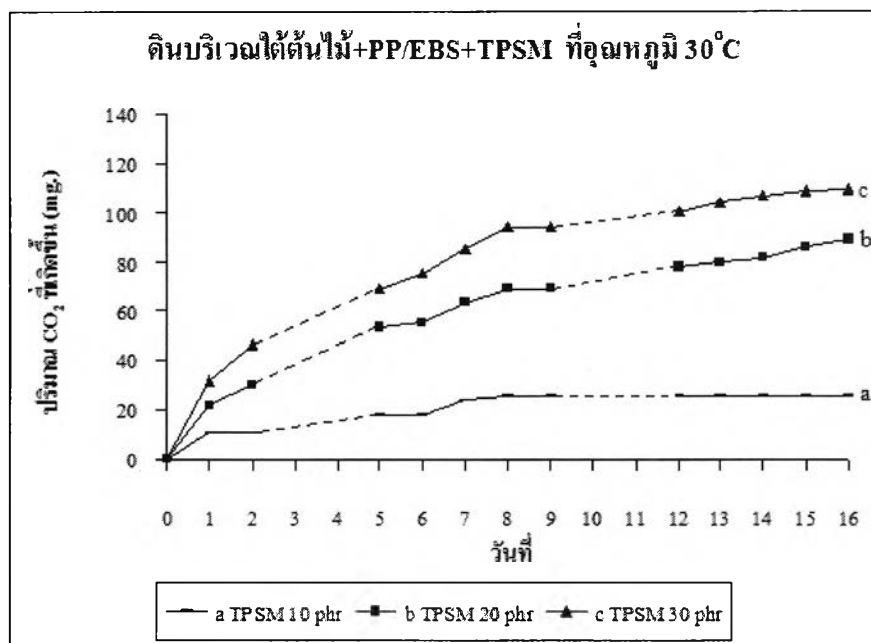
รูปที่ 4.16 ปริมาณ CO₂ ที่เกิดขึ้นของ PP/EBS/TPS/ modified-MMT นาโนคอมพอสิต ที่อุณหภูมิ 40°C โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินบริเวณกองขยะ



รูปที่ 4.17 ปริมาณ CO₂ ที่เกิดขึ้นของ PP/EBS/TPS/ modified-MMT นาโนคอมพอสิต ที่อุณหภูมิ 40°C โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินบริเวณกองขยะ



รูปที่ 4.18 ปริมาณ CO₂ ที่เกิดขึ้นของ PP/EBS/TPS/ modified-MMT นาโนคอมพอสิต ที่อุณหภูมิ 40°C โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินบริเวณกองขยะ



รูปที่ 4.19 ปริมาณ CO_2 ที่เกิดขึ้นของ PP/EBS/TPS/ modified-MMT นาโนคอมพอสิต ที่อุณหภูมิ 40°C โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินบริเวณ ใต้ต้นไม้

จากการวัดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น แสดงให้เห็นว่าการย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพนั้นขึ้นกับ ปริมาณของส่วนที่จุลินทรีย์สามารถทำปฏิกิริยา อุณหภูมิที่เหมาะสมในการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ และแหล่งที่มาของดิน โดยดินแต่ละชนิดมีจำนวน และชนิดของจุลินทรีย์แตกต่างกัน ซึ่งถ้ามีปัจจัยเหล่านี้ในสภาวะที่เหมาะสม อัตราการย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพจะเกิดได้เร็วขึ้น