รายการอ้างอิง

1. Scheirs, J. 1998. Polymer Recycling: Science, Technology and Applications. England: John Wiley.

2. Nakamura, E.M., Cordi, L., Almeida, G.S.G., Duran, N. and Mei, L.H.I. 2005. Study and Develoment of LDPE/Starch Partially Biodegsadable Compounds. Journal of Materials Processings Technology 162-163: 236-241.

3. Malucelli, G., Ronchetti, S., Lak, N., Priola, A., Dintcheva, N.T., and Mantia, F.P. 2007. Intercalation Effects in LDPE/O-Montmorillnite Nanocomposites. European Polymer Journal 43: 328-335.

4. Lebaron, P.C., Wang, Z. and Pinnavaia, T.J. 1999. Polymer-Layered Silicate Nanocomposites: An Overview, Applied Clay Science 15: 11-29.

5. รัตนวรรณ มกรพันธุ์. นาโนเคลย์/นาโนคอมพอสิต (Nanoclay/Nanocomposites) [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaiscience.com/lab_vol/P18/NANOCLAY.asp [2551,เมษายน 10]

6. บริษัท Bio-Plas จำกัด. Polypropylene [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://library.dip.go.th/multim/edoc/09483.pdf [2551,เมษายน 10].

7. ปรีชา พหลเทพ. 2544. โพลีเมอร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

8. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯเล่ม 5. มันสำปะหลัง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://kanchanapisek.or.th/kp5/BOOH5/chapter4/t5-1-I3.htm [2551,เมษายน 10].

9. กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

10. ระพีพรรณ ทองระอา. 2548. การเตรียมนาโนคอมพอสิตของพีวีซี/อีวีเอ/มอนต์มอริลโลไนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

11. จุรีพร นันทรักษ์. 2548. การเตรียมนาโนคอมพอสิตของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ/แป้งมันสำปะหลัง/มอนต์มอริลโลไนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

12. บุญแสน เตียวนุกูลธรรม. ปฐพีวิทยา (Soil Science) . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.nsru.ac.th/elearning/soil/lesson_7_3.php [2551,เมษายน 10].

13. ธนพัต ชัยปลาทอง. 2548 พอลิเมอร์ผสมที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากแอลดีพีอี/อีบีเอสแว็กซ์/แป้งมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

14. ดำรงพล คำแหวงศ์. 2550. บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่สลายตัวได้โดยธรรมชาติ. วารสารสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ. ปีที่ 3 ฉบับที่ 8 ตุลาคม 2549 – มกราคม 2550: หน้า 7 - 11.

15. Schinner, F., Ohilner, R., Kandeler, E., and Margesin, R. 1996. Methods in Soil Biologist. Germany: Springer.

16. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. พลาสติก–การทดสอบหาความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพเมื่อใช้ออกซิเจนปริมาณสูงสุดในดิน การวัดปริมาณความต้องการออกซิเจนด้วยเครื่องวัดการหายใจหรือปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกี่ยวข้อง. กรุงเทพ มหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม. (อัดสำเนา)

17. Huang, M.F., Yu, J.G., and Ma, X.F. 2004. Studies on the Properties of Montmorillonite-Reinforced Thermoplastic Starch Nanocomposites. Polymer 45: 7017-7023.

18. Ma, X., Yu, J., and Wang, J. 2007. Production of Thermoplastic Starch/MMT-Sorbitol Nanocomposites by Dual-Melt Extrusion Processing. Macromolecular Materials Engineering 292: 723-728.

19. Zuchowsak, D., Steller, R., and Meissner, W. 1998. Structure and Properties of Degradable Polyolefin-Starch Blends. Polymer Degradation and Stability 60: 471-480.

20. Zhang, X., Yang, M., Zhao, Y., Dong, X., Liu, A., Wang, D., and Xu, D. 2004. Polypropylene/Montmorillonite Composites and Their Application in Hybrid Fiber Preparation by Melt-Spinning. Journal of Applied Polymer Science 92: 552-558.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. สมบัติเชิงกลของ TPS, TPS/modified-MMT นาโนคอมพอลิต และ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอลิต

TPS	Tensile Strength (MPa)	Elongation @ Break (%)
1	7.423	28.177
2	6.857	17.841
3	8.068	11.784
4	7.592	15.174
5	8.331	11.273
Average	7.712 ± 0.64	14.018 ± 3.08

TPS/modified-MMT 1 phr	Tensile Strength (MPa)	Elongation @ Break (%)
1	16.760	5.502
2	14.597	3.856
3	16.722	4.252
4	15.648	3.787
5	13.977	4.304
Average	14.813 ± 1.25	4.045 ± 0.69

TPS/modified-MMT 3 phr	Tensile Strength (MPa)	Elongation @ Break (%)
1	17.689	3.672
2	17.127	4.813
3	14.432	3.692
4	16.370	5.545
5	16.955	3.660
Average	16.515 ± 1.25	4.276 ± 0.86

TPS/modified-MMT 5 phr	Tensile Strength (MPa)	Elongation @ Break (%)
1	21.043	2.1423
2	20.733	2.384
3	18.100	3.618
4	19.381	3.902
5	20.240	5.443
Average	19.899 ± 1.185	3.498 ± 1.326

PP/EBS	Tensile Strength (MPa)	Elongation @ Break (%)
1	22.590	16.920
2	20.690	14.420
3	23.710	16.100
4	21.130	18.630
5	22.070	16.970
Average	22.040 ± 1.200	16.610 ± 1.530

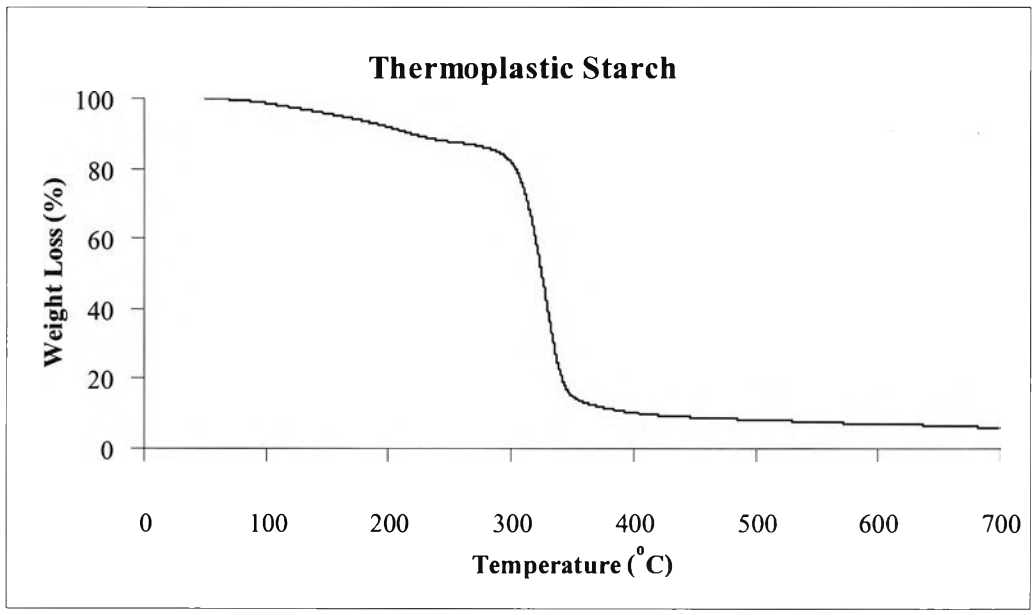
PP/EBS+TPSM 10 phr	Tensile Strength (MPa)	Elongation @ Break (%)
1	13.100	6.920
2	13.560	4.420
3	13.150	6.100
4	13.310	8.630
5	14.590	6.970
Average	13.540 ± 0.610	6.610 ± 1.530

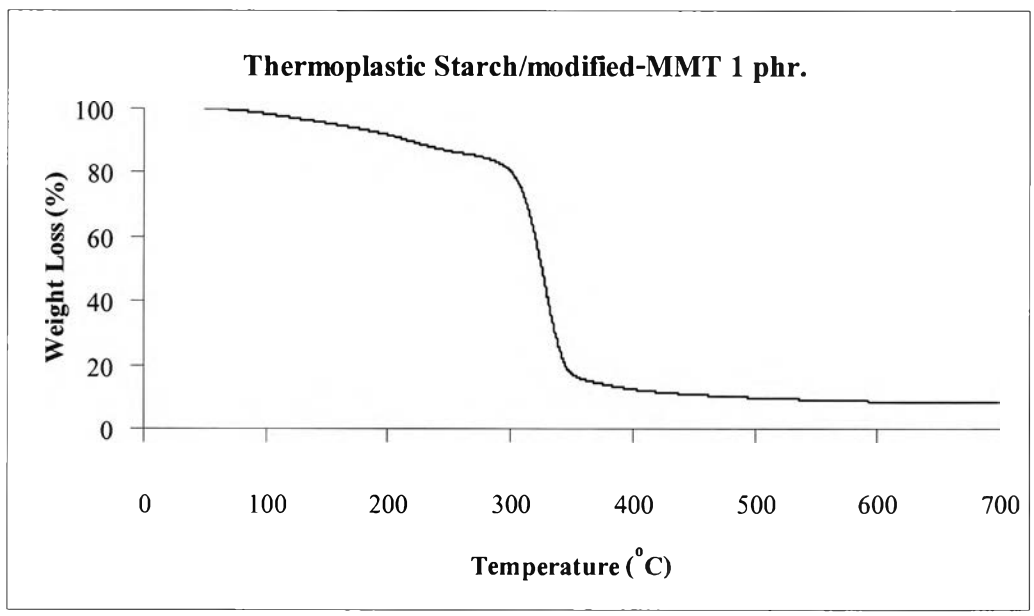
PP/EBS+TPSM 20 phr	Tensile Strength (MPa)	Elongation @ Break (%)
1	10.400	6.130
2	10.040	5.010
3	10.800	5.290
4	11.070	6.950
5	10.750	6.550
Average	10.610 ± 0.400	5.990 ± 0.820

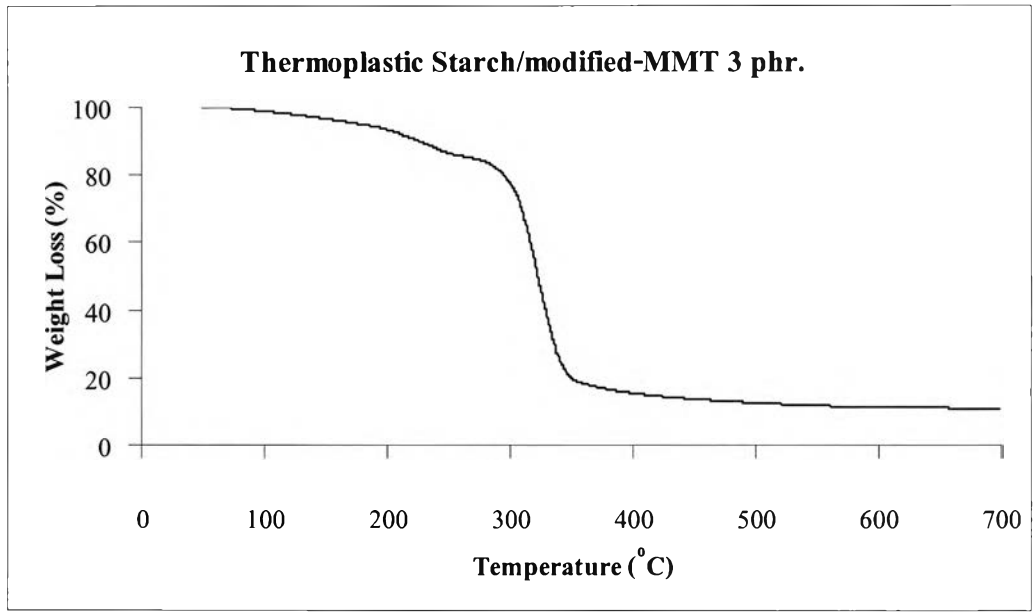
PP/EBS+TPSM 30 phr	Tensile Strength (MPa)	Elongation @ Break (%)
1	9.300	5.970
2	9.180	5.300
3	9.940	5.180
4	9.430	4.600
5	9.940	5.970
Average	9.560 ± 0.360	5.400 ± 0.580

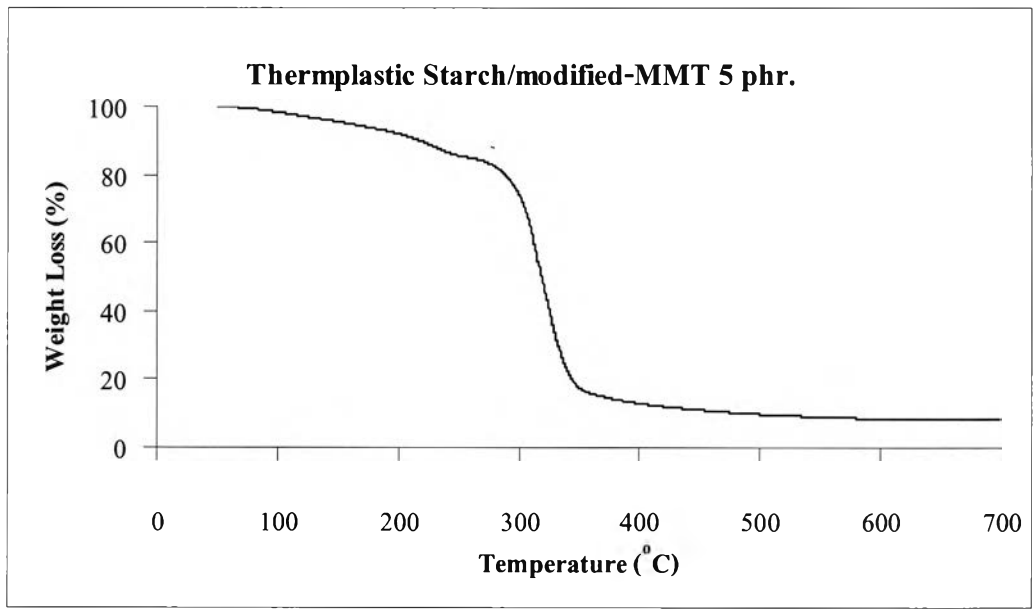
ภาคผนวก ข. กราฟผลการทดสอบสมบัติทางความร้อน

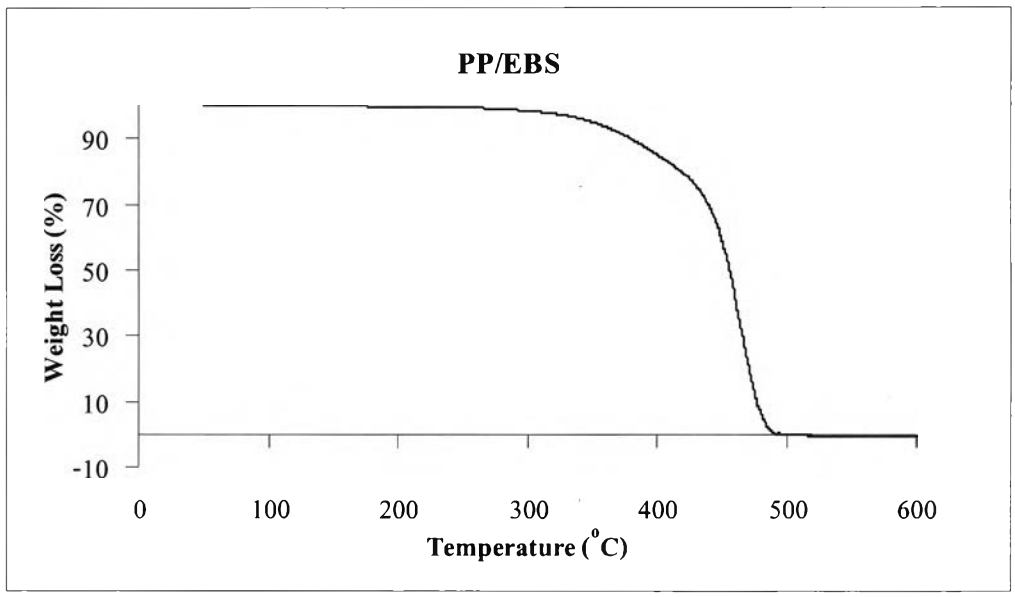
ข.1 แสดง TGA เทอร์โมแกรมของ TPS, TPS/modified-MMT นาโนคอมพอลิต และ 90PP/10EBS/TPS/ modified-MMT นาโนคอมพอสิต

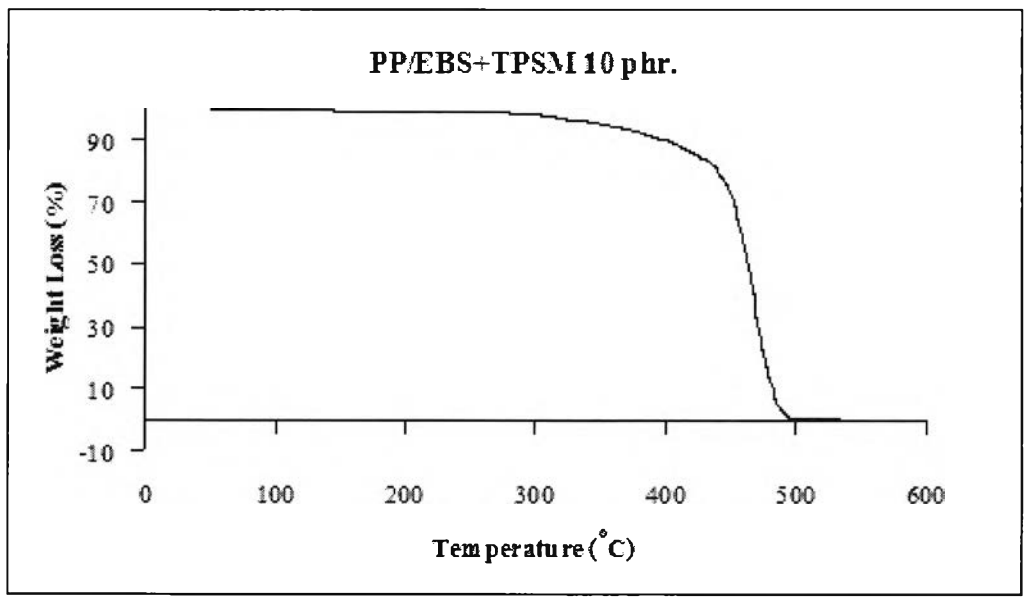


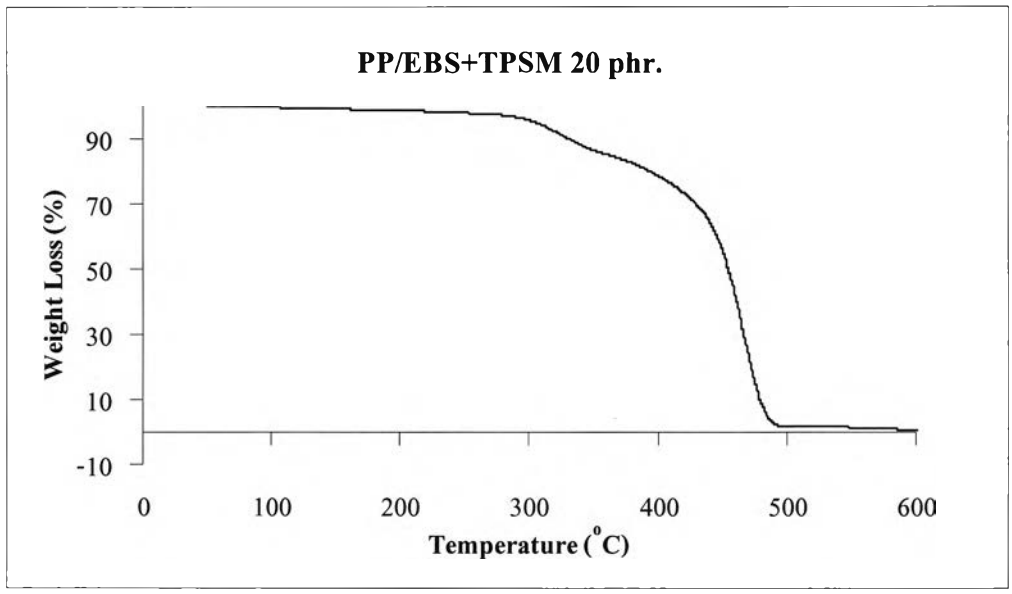


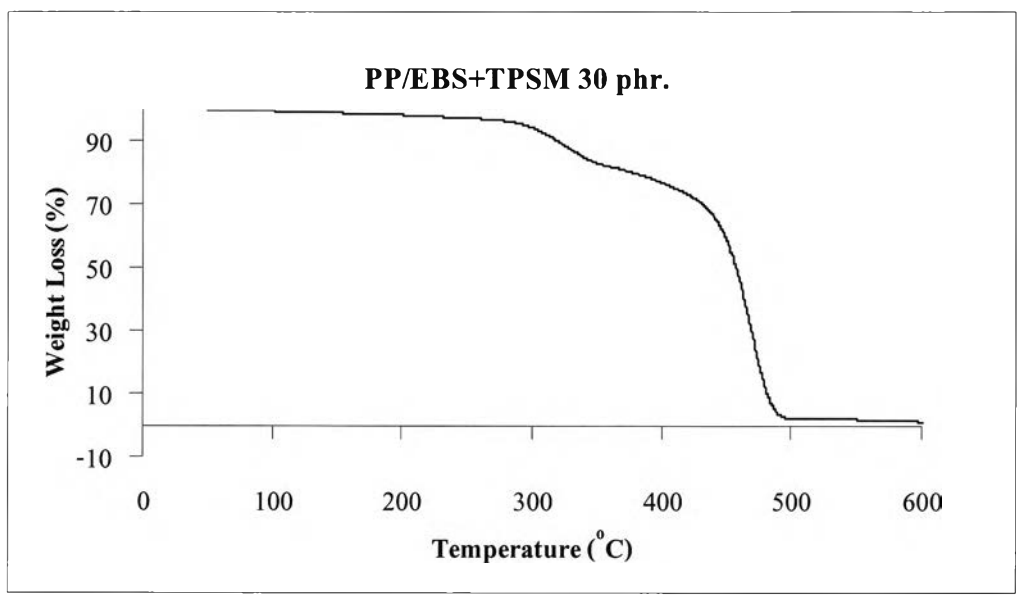

Thermoplastic Starch/modified-MMT 3 phr.
Weight Loss (%)
100
80
60
40
20
0
0
100
200
300
400
500
600
700
Temperature (°C)


Thermplastic Starch/modified-MMT 5 phr.
Weight Loss (%)
100
80
60
40
20
0
0
100
200
300
400
500
600
700
Temperature (°C)

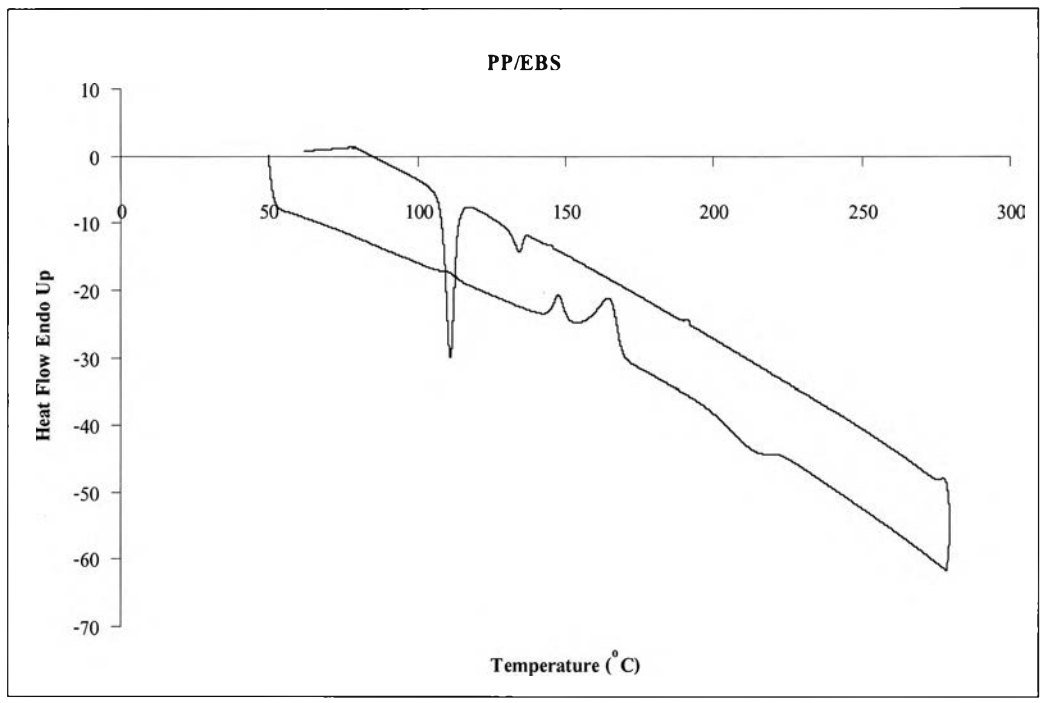

PP/EBS
Weight Loss (%)
90
70
50
30
10
-10
0
100
200
300
400
500
600
Temperature (°C)

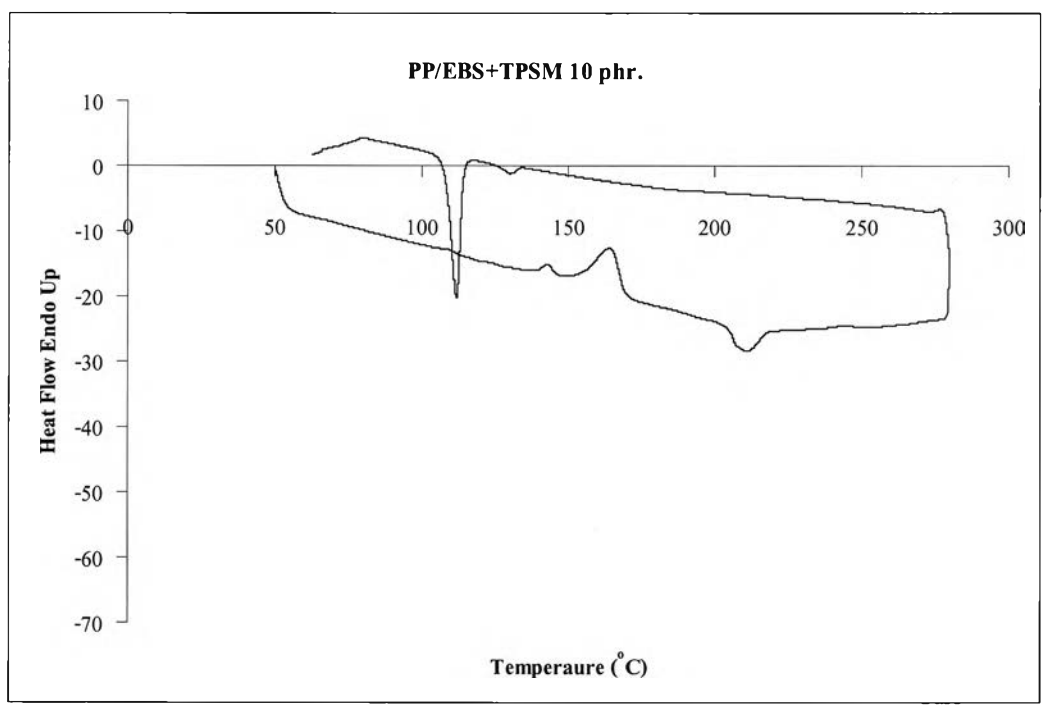

PP/EBS+TPSM 10 phr.
Weight Loss (%)
90
70
50
30
10
-10
0
100
200
300
400
500
600
Temperature (°C)

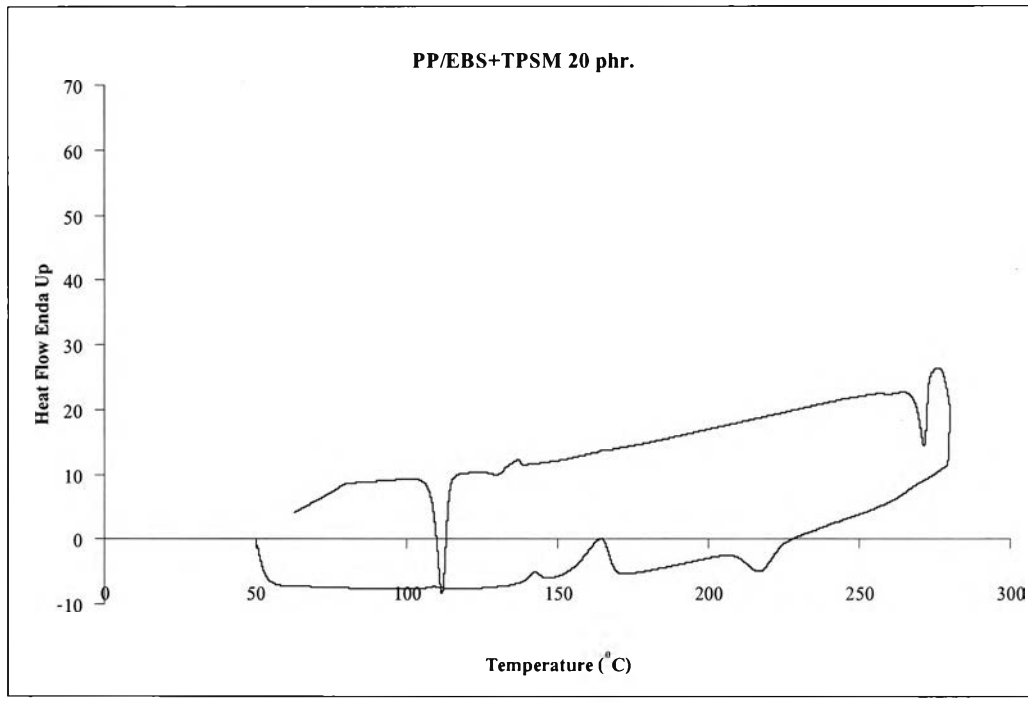

PP/EBS+TPSM 20 phr.
Weight Loss (%)
90
70
50
30
10
-10
0
100
200
300
400
500
600
Temperature (°C)

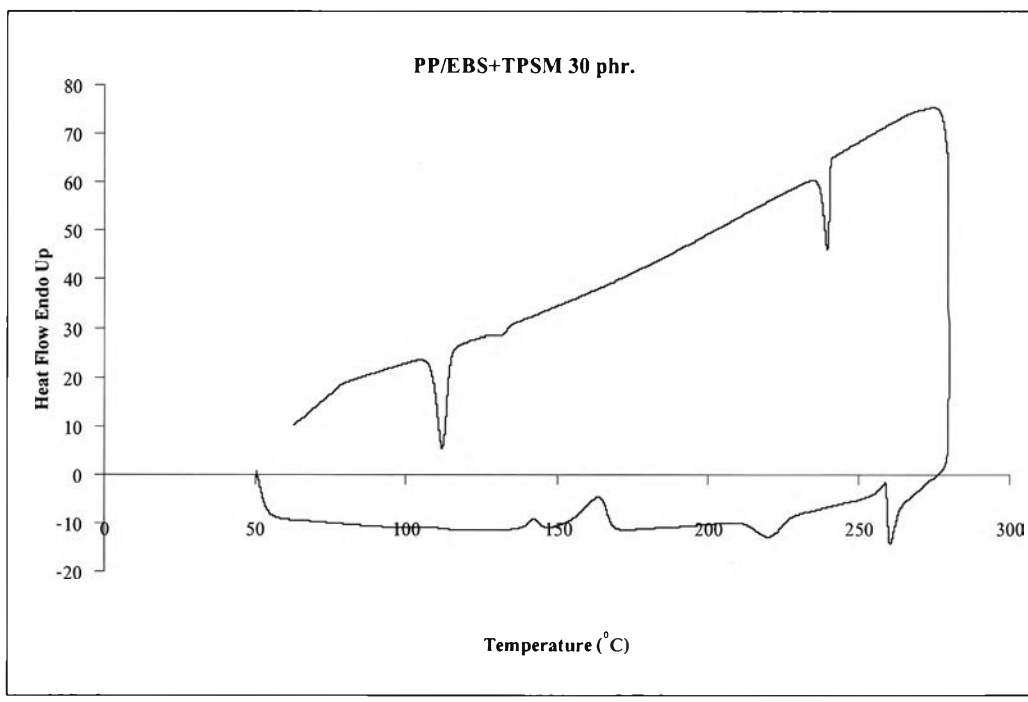

PP/EBS+TPSM 30 phr.
Weight Loss (%)
90
70
50
30
10
-10
0
100
200
300
400
500
600
Temperature (°C)

ข.2 แสดง DSC เทอร์โทแกรมของ PP/EBS และ PP/EBS/TPS/ modified-MMT นาโนคอมพอสิต






PP/EBS+TPSM 20 phr.
Heat Flow Enda Up
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
0
50
100
150
200
250
300
Temperature (°C)


PP/EBS+TPSM 30 phr.
Heat Flow Endo Up
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
0
50
100
150
200
250
300
Temperature (°C)

ภาคผนวก ค. เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของ PP/EBS และ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

PP/EBS	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	4.2554	4.2554	4.2562	4.2571	4.2565
2	4.3880	4.3877	4.3886	4.3889	4.3892
3	4.3407	4.3400	4.3402	4.3414	4.3415
4	4.3986	4.3993	4.3992	4.3998	4.3998
5	4.5252	4.5248	4.5255	4.5259	4.5262
Average	4.3814	4.3819	4.3826	4.3826	4.3828
SD	± 0.0981	± 0.0981	± 0.0979	± 0.0982	± 0.0982

PP/EBS+TPSM 10 phr.	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	4.5638	4.5970	4.6232	4.6445	4.6619
2	4.3959	4.4302	4.4553	4.4783	4.4941
3	4.5065	4.5475	4.5736	4.5968	4.6128
4	4.5323	4.5679	4.5943	4.6166	4.6324
5	4.5483	4.5872	4.6130	4.6372	4.6527
Average	4.5094	4.5460	4.5719	4.5947	4.6108
SD	± 0.0669	± 0.0674	± 0.0679	± 0.0677	± 0.0679

PP/EBS+TPSM 20 phr.	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	4.5741	4.7010	4.7554	4.7528	4.7393
2	4.7584	4.8822	4.9238	4.9182	4.9112
3	4.6252	4.7400	4.7830	4.7740	4.7638
4	4.7005	4.8322	4.8996	4.8912	4.8877
5	4.7686	4.9023	4.9406	4.9308	4.9261
Average	4.6854	4.8115	4.8605	4.8534	4.8456
SD	± 0.0844	± 0.0880	± 0.0852	± 0.0837	± 0.0874

PP/EBS+TPSM 30 phr.	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	4.9255	5.2686	5.3775	5.3709	5.3710
2	4.8244	5.1666	5.3024	5.3275	5.3381
3	4.7919	5.1526	5.2691	5.2720	5.5627
4	5.0682	5.4539	5.5188	5.5036	5.5030
5	5.1249	5.4616	5.5571	5.5417	5.5467
Average	4.9470	5.3007	5.4050	5.4031	5.4043
SD	± 0.1465	± 0.1502	± 0.1282	± 0.1153	± 0.1178

ภาคผนวก ง. ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของ PP/EBS และ PP/EBS/TPS/modified-MMT นาโนคอมพอสิต

		ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (mg.)				
	วันที่	0	1	2	3	4
อุณหภูมิ 40°C	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	0	20.328	24.024	-	-
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	0	30.800	36.344	-	-
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	0	40.656	44.352	-	-
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	0	19.096	24.024	-	-
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	0	34.496	35.112	-	-
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	0	44.352	49.896	-	-
อุณหภูมิ 30°C	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	0	0.000	3.696	-	-
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	0	26.488	41.272	-	-
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	0	26.981	47.309	-	-
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	0	10.472	10.472	-	-
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	0	22.279	30.287	-	-
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	0	32.032	46.200	-	-

		ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (mg.)				
	วันที่	5	6	7	8	9
อุณหภูมิ 40°C	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	35.112	41.272	43.012	44.352	47.421
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	51.744	60.368	63.362	66.528	70.62
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	59.136	72.072	77.655	80.696	80.696
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	33.264	33.264	35.206	36.96	41.564
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	62.832	64.064	68.587	72.072	74.63
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	81.928	81.928	87.256	92.4	102.118
อุณหภูมิ 30°C	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	15.4	15.4	17.359	18.48	24.618
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	44.352	44.352	45.192	45.584	51.211
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	62.4008	62.4008	63.6188	64.2488	73.4558
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	18.172	18.48	23.88	25.842	25.842
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	53.079	55.543	63.391	68.843	68.843
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	68.992	75.152	85.616	94.096	94.096

		ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (mg.)				
	วันที่	10	11	12	13	14
อุณหภูมิ 40°C	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	-	-	57.651	61.743	61.743
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	-	-	80.85	81.365	81.365
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	-	-	85.811	91.437	95.018
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	-	-	41.564	45.144	45.144
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	-	-	84.86	84.860	84.860
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	-	-	116.67	116.670	116.670
อุณหภูมิ 30°C	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	-	-	28.71	35.359	35.359
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	-	-	52.234	53.265	53.265
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	-	-	80.6168	81.640	82.663
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	-	-	25.842	25.842	25.842
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	-	-	78.05	79.584	81.630
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	-	-	100.234	104.326	106.884

		ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (mg.)	
		15	16
อุณหภูมิ 40°C	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	61.743	61.743
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	83.206	84.434
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	102.384	107.294
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	46.985	48.213
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	89.770	93.044
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	116.670	116.670
อุณหภูมิ 30°C	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	35.359	35.359
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	55.720	57.357
	ดินบริเวณกองขยะ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	86.346	88.801
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 10 ส่วน	25.842	25.842
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 20 ส่วน	86.234	89.303
	ดินบริเวณใต้ต้นไม้ + PP/EBS/TPSM 30 ส่วน	108.418	109.441

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุรีรัตน์ ใช้เอกปัญญา เกิดเมื่อวันที่ 8 มกราคม พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์ ภาควิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาสงขลานครินทร์ ในปี พ.ศ. 2547 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาในภาคปลาย ปีการศึกษา 2550 รวมระยะเวลาในการศึกษา 2 ปี

สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย