

## รายการอ้างอิง

1. สุขใจ เดชสุภบุญ. อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์สินค้าไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.dft.moc.go.th/eximcentre/technical/pack.htm>, 2548.
2. สมจิตต์ ตั้งชัยวัฒนา. พอลิเมอร์ผสม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/cp\\_5\\_2548\\_polymer\\_blend.pdf](http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/cp_5_2548_polymer_blend.pdf), 2549.
3. ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. เคมีพอลิเมอร์พื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ โอเอสพริ้นติงเฮาส์, 2527.
4. ปรีชา พหลเทพ. โพลีเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2544.
5. เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ 1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (ม.ป.ป.)(เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์).
6. ฉันททิพ คำนวนทิพย์. การสลายตัวของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่ดัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
7. สุพิน ท้าวพูนมงคล. การสังเคราะห์เชื้อเพลิงจากน้ำยางธรรมชาติผสมกับแป้งมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
8. สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ. การสกัดแป้งจากหัวมันสำปะหลัง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.kmutt.ac.th/rippc/prog17t.htm>, 2549.
9. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนเล่ม 5. มันสำปะหลัง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK5/chapter4/t5-4-l3.htm>, 2549.
10. EBS. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.iic.co.th/products/EBS.asp?from=EHTYLENE+BIS+STEARAMIDE>, 2549.
11. Ethylene Bis Stearamide. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.stearate.com/productdetails.cfm?PID=168>, 2549.
12. Goheen, S. M. and Wool, R. P. Degradation of Polyethylene-Starch Blends in Soil. Journal of Applied Polymer Science 42(1991): 2691-2701.
13. Ioannis Arvanitoyannis ; Biliaderis, Costas G. ; Hiromasa Ogawa ; Norioki Kawasaki. Biodegradable films made from low-density polyethylene (LDPE), rice starch and potato starch for food packaging applications: Part 1. Carbohydrate Polymers 36(1998): 89-104.

14. Pedroso, A. G. ; and Rosa, D. S. Mechanical thermal and morphological characterization of recycled LDPE/corn starch blends. Carbohydrate Polymers 59(2005): 1-9.
15. Nakamura,E. M. ; Cordi, L. ; Almeida, G. S. G. ; Duran, N. and Mei, L. H. I. Study and development of LDPE/starch partially biodegradable compounds. Journal of Materials Processing Technology162-163(2005): 236-241.
16. Bikiaris, D. and Panayiotou, C. LDPE/starch blends compatibilized with PE-g-MA copolymers. Journal of Applied Polymer science 70(1998): 1503-1521.
17. Thakore,I. M. ; Srividya Iyer ; Anjana Desai ; Ashish Lele ; Surekha Devi. Morphology, Thermomechanical Properties, and Biodegradability of Low Density Polyethylene/Starch Blends. Journal of Applied Polymer science 74(1999) : 2791-2802.

ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ก. แสดงสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสม LDPE, EBS และแป้งมันสำปะหลัง (ST) ที่อัตราส่วนต่างๆ

#### ก.1 สมบัติด้านแรงดึง

LDPE/EBS/ST 100/0/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	7.8030	222.88	40.686
2	7.8533	225.44	39.755
3	7.5262	216.42	37.365
4	7.6893	224.17	39.117
5	7.7799	229.34	40.820
Average	7.73034 ± 0.12866	223.65 ± 4.70947	39.5486 ± 1.40598

LDPE/EBS/ST 100/0/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.6875	69.318	71.130
2	6.6931	61.668	68.448
3	6.7307	70.515	65.840
4	6.6738	69.125	72.056
5	6.7993	68.014	68.170
Average	6.71688 ± 0.05067	67.728 ± 3.50187	69.1288 ± 2.48859

LDPE/EBS/ST 100/0/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.3405	53.962	89.269
2	6.3986	61.150	78.354
3	6.2579	68.489	75.880
4	6.3693	55.423	76.684
5	6.3690	59.731	95.276
Average	6.34706 ± 0.05391	59.751 ± 5.71302	83.0926 ± 8.69093

LDPE/EBS/ST 100/0/100 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.3392	14.567	185.542
2	6.1869	14.244	185.317
3	6.0410	12.670	158.244
4	6.3355	13.967	184.619
5	6.2578	14.214	176.971
Average	6.23208 ± 0.12388	13.9324 ± 0.73722	178.139 ± 11.6779

LDPE/EBS/ST 90/10/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	7.3743	181.47	70.781
2	7.3563	182.46	77.654
3	7.3502	186.42	78.091
4	7.4155	179.38	81.194
5	7.3443	184.90	78.468
Average	7.36812 ± 0.02877	182.926 ± 2.7846	77.2376 ± 3.86511

LDPE/EBS/ST 90/10/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.8042	71.948	156.436
2	5.7869	74.424	164.621
3	5.6903	71.159	149.578
4	5.6642	72.223	149.744
5	5.7202	62.982	159.579
Average	5.73316 ± 0.06061	70.5472 ± 4.39905	155.992 ± 6.47496

LDPE/EBS/ST 90/10/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.2619	50.053	177.021
2	5.5624	35.076	169.330
3	5.3246	42.840	154.731
4	5.4678	45.364	167.103
5	5.2581	50.053	166.004
Average	5.37496 ± 0.13484	44.6772 ± 6.20138	166.8378 ± 8.01949

LDPE/EBS/ST 90/10/100 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	4.5268	14.927	218.066
2	4.4424	15.538	239.323
3	4.5654	13.724	223.796
4	4.4593	14.173	216.176
5	4.6532	16.952	228.939
Average	4.52942 ± 0.08531	15.0628 ± 1.26466	225.26 ± 9.32361

LDPE/EBS/ST 80/20/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.4285	82.765	136.965
2	6.4463	79.303	140.820
3	6.4780	85.603	131.158
4	6.4928	67.657	122.387
5	6.4194	84.374	139.903
Average	6.4530 ± 0.03156	79.9404 ± 7.26272	134.2466 ± 7.62863

LDPE/EBS/ST 80/20/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.4138	17.051	183.888
2	5.2861	21.349	179.061
3	5.5246	19.628	184.311
4	5.6324	23.121	188.171
5	5.3132	21.336	187.629
Average	5.43402 ± 0.1453	20.497 ± 2.2883	184.612 ± 3.64682

LDPE/EBS/ST 80/20/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.2164	12.879	212.362
2	5.5375	17.826	225.918
3	5.4940	12.294	199.141
4	5.3614	14.421	193.219
5	5.4883	14.950	212.590
Average	5.41952 ± 0.13118	14.474 ± 2.16574	208.646 ± 12.8065

LDPE/EBS/ST 80/20/100 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	4.4236	11.266	248.635
2	4.2349	9.4276	248.783
3	4.2299	10.498	250.195
4	4.3154	10.119	270.602
5	4.3548	10.616	266.609
Average	4.31172 ± 0.08213	10.3853 ± 0.67632	256.965 ± 10.7371

LDPE/EBS/ST 70/30/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.1874	31.321	177.205
2	6.2409	36.647	164.416
3	6.1867	31.851	173.908
4	6.1940	34.092	164.266
5	6.1957	34.432	171.492
Average	6.20094 ± 0.02269	33.6886 ± 2.14755	170.2574 ± 5.7693

LDPE/EBS/ST 70/30/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.3165	16.016	190.902
2	5.2233	13.295	207.749
3	5.2800	16.920	215.146
4	5.4161	19.907	199.592
5	5.3331	18.361	214.612
Average	5.3138 ± 0.07102	16.8998 ± 2.49772	205.6 ± 10.3572



LDPE/EBS/ST 70/30/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.5350	12.971	218.872
2	5.1783	7.6903	246.606
3	5.2644	12.948	220.424
4	5.2134	7.6791	232.358
5	5.5911	12.448	188.373
Average	5.35644 ± 0.1921	10.74728 ± 2.80354	231.2266 ± 21.5263

LDPE/EBS/ST 70/30/100 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	4.4268	7.7212	288.188
2	4.6780	6.4075	287.863
3	4.7600	7.1985	287.454
4	4.7910	6.8071	312.709
5	4.4798	6.9579	302.215
Average	4.62712 ± 0.16503	7.01844 ± 0.48679	295.686 ± 11.3754

LDPE/EBS/ST 60/40/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.8328	17.907	200.106
2	5.9767	17.455	202.057
3	6.0126	17.227	195.329
4	5.9731	17.521	216.002
5	6.1638	17.582	213.910
Average	5.9918 ± 0.11819	17.5384 ± 0.24597	205.4808 ± 9.01966

LDPE/EBS/ST 6040/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.2260	12.217	239.897
2	5.3759	13.200	236.673
3	5.2882	11.776	241.299
4	5.3272	9.4282	243.345
5	5.4755	11.278	237.086
Average	5.33856 ± 0.09418	11.5798 ± 1.39553	239.66 ± 2.82265

LDPE/EBS/ST 60/40/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.2314	10.767	241.476
2	5.5472	10.169	270.720
3	5.4303	9.7365	280.460
4	5.2146	9.0436	252.294
5	5.1654	10.998	264.411
Average	5.31778 ± 0.16326	10.14282 ± 0.78978	261.8722 ± 15.3132

LDPE/EBS/ST 60/40/100 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	4.4282	5.1392	294.139
2	4.8734	6.2655	313.373
3	4.7768	6.5902	299.021
4	4.7342	5.5849	326.644
5	4.7740	5.6039	333.613
Average	4.71732 ± 0.16955	5.83674 ± 0.58218	313.358 ± 17.0419

LDPE/EBS/ST 50/50/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.1807	13.305	229.541
2	5.7986	12.565	228.842
3	5.8548	12.961	217.746
4	5.9482	12.550	219.677
5	5.9126	13.034	221.316
Average	5.93898 ± 0.14663	12.883 ± 0.32364	223.4244 ± 5.14977

LDPE/EBS/ST 50/50/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.4216	8.8189	258.958
2	5.7154	9.5340	270.454
3	5.2164	7.6814	268.214
4	5.4864	8.9168	186.608
5	5.5078	10.530	248.502
Average	5.46952 ± 0.17929	9.09622 ± 1.04381	246.547 ± 34.6105

LDPE/EBS/ST 50/50/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.2027	5.7723	276.478
2	5.3688	5.7590	312.338
3	4.9937	7.0170	250.199
4	5.3343	5.1724	235.161
5	5.0747	6.8893	299.168
Average	5.19484 ± 0.16176	6.1220 ± 0.79774	274.6688 ± 32.3345

LDPE/EBS/ST 50/50/100 phr	Stress at Maximum Load (MPa)	%Elongation at Break	Young's Modulus (MPa)
1	4.2198	5.7723	276.478
2	4.8256	5.7590	312.338
3	4.6512	6.8893	299.168
4	4.2136	5.7586	345.558
5	4.8521	5.8457	331.529
Average	4.55246 ± 0.31608	6.00498 ± 0.49567	313.014 ± 27.06

ก.2 สมบัติด้านแรงดัดโค้ง

LDPE/EBS/ST 100/0/0 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	29.83	6.638
2	34.87	6.638
3	30.67	6.638
4	29.45	6.409
5	31.66	6.523
Average	31.296 ± 2.1711	6.5692 ± 0.10247

LDPE/EBS/ST 100/0/33 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	30.82	8.583
2	30.89	8.583
3	29.53	8.583
4	29.14	8.698
5	34.18	8.698
Average	30.912 ± 1.9836	8.629 ± 0.06299

LDPE/EBS/ST 100/0/50 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	28.99	8.926
2	31.28	8.926
3	29.68	8.926
4	30.44	9.041
5	31.20	8.926
Average	$30.318 \pm 0.98601$	$8.949 \pm 0.05143$

LDPE/EBS/ST 100/0/100 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	23.19	10.990
2	22.58	10.990
3	21.51	10.990
4	23.12	10.990
5	22.43	10.870
Average	$22.566 \pm 0.67641$	$10.966 \pm 0.05367$

LDPE/EBS/ST 90/10/0 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	30.64	8.926
2	33.04	8.926
3	31.59	8.926
4	29.14	8.926
5	28.76	8.926
Average	$30.634 \pm 1.764$	$8.926 \pm 0$

LDPE/EBS/ST 90/10/33 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	26.40	9.384
2	28.08	9.270
3	26.55	9.270
4	28.42	9.270
5	28.61	9.270
Average	$27.612 \pm 1.05649$	$9.2928 \pm 0.05098$

LDPE/EBS/ST 90/10/50 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	26.55	9.041
2	26.40	9.041
3	28.76	9.041
4	28.45	9.155
5	26.20	9.155
Average	$27.272 \pm 1.22808$	$9.0866 \pm 0.06244$

LDPE/EBS/ST 90/10/100 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	19.30	8.583
2	20.14	8.698
3	24.34	8.583
4	22.20	8.583
5	21.44	8.698
Average	$21.484 \pm 1.9524$	$8.629 \pm 0.06299$

LDPE/EBS/ST 80/20/0 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	32.27	10.070
2	28.92	10.070
3	30.21	10.190
4	29.75	10.070
5	28.61	10.190
Average	29.952 ± 1.44451	10.118 ± 0.06573

LDPE/EBS/ST 80/20/33 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	27.31	9.842
2	27.24	9.842
3	24.41	9.842
4	23.12	9.842
5	24.19	9.956
Average	25.254 ± 1.90852	9.8648 ± 0.05098

LDPE/EBS/ST 80/20/50 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	21.06	9.842
2	25.79	9.842
3	22.35	9.842
4	24.03	9.842
5	24.03	9.842
Average	23.452 ± 1.80766	9.842 ± 0

LDPE/EBS/ST 80/20/100 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	18.84	8.354
2	19.91	8.469
3	21.74	8.469
4	20.83	8.469
5	18.39	8.583
Average	19.942 ± 1.38252	8.4688 ± 0.08096

LDPE/EBS/ST 70/30/0 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	29.68	10.640
2	28.53	10.640
3	26.40	10.530
4	26.55	10.530
5	28.15	10.530
Average	27.862 ± 1.38682	10.574 ± 0.06025

LDPE/EBS/ST 70/30/33 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	22.89	10.300
2	25.48	10.190
3	23.04	10.190
4	22.51	10.190
5	22.35	10.190
Average	23.254 ± 1.27516	10.212 ± 0.04919



LDPE/EBS/ST 70/30/50 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	19.00	9.727
2	18.92	9.727
3	19.53	9.727
4	19.23	9.842
5	19.45	9.956
Average	19.226 ± 0.26801	9.7958 ± 0.10247

LDPE/EBS/ST 70/30/100 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	15.11	9.041
2	14.34	9.041
3	14.50	9.041
4	14.42	8.926
5	13.96	8.926
Average	14.466 ± 0.41531	8.995 ± 0.06299

LDPE/EBS/ST 60/40/0 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	26.93	10.870
2	25.18	10.760
3	25.33	10.870
4	22.81	10.870
5	23.27	10.870
Average	24.704 ± 1.6746	10.848 ± 0.04919



LDPE/EBS/ST 60/40/33 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	17.78	10.530
2	17.47	10.300
3	17.62	10.410
4	18.39	10.530
5	16.78	10.300
Average	$17.608 \pm 0.58006$	$10.414 \pm 0.11502$

LDPE/EBS/ST 60/40/50 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	15.72	9.956
2	15.79	10.07
3	17.32	10.07
4	15.41	9.956
5	15.41	9.956
Average	$15.93 \pm 0.79634$	$10.0016 \pm 0.06244$

LDPE/EBS/ST 60/40/100 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	9.308	8.583
2	9.842	8.689
3	10.53	8.689
4	10.45	8.689
5	9.46	8.583
Average	$9.918 \pm 0.55794$	$8.6466 \pm 0.05806$

LDPE/EBS/ST 50/50/0 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	19.15	10.870
2	18.92	10.870
3	17.85	10.870
4	17.55	10.870
5	17.70	10.870
Average	$18.234 \pm 0.74332$	$10.87 \pm 0$

LDPE/EBS/ST 50/50/33 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	11.83	9.842
2	12.97	9.842
3	13.35	9.842
4	13.35	9.499
5	14.19	10.07
Average	$13.138 \pm 0.85669$	$9.819 \pm 0.20432$

LDPE/EBS/ST 50/50/50 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	11.98	9.613
2	11.98	9.842
3	11.60	9.842
4	12.21	9.842
5	11.75	9.727
Average	$11.904 \pm 0.23522$	$9.7732 \pm 0.10247$

LDPE/EBS/ST 50/50/100 phr	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	7.706	8.469
2	8.316	8.926
3	8.392	8.926
4	8.469	8.698
5	7.477	8.583
Average	8.072 ± 0.44931	8.7204 ± 0.2044

### ก.3 สมบัติด้านความต้านแรงกระแทก

LDPE/EBS/ST 100/0/0 phr *	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
Average	±

LDPE/EBS/ST 100/0/33 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	3640
2	3640
3	3625
4	3625
5	3625
Average	3631 ± 8.21584

\* LDPE ไม่สามารถตีขึ้นงานให้แตกได้จึงไม่สามารถแสดงค่า Impact Strength ได้

LDPE/EBS/ST 100/0/50 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	3640
2	3640
3	3617.5
4	3617.5
5	3370
Average	3577 ± 116.262

LDPE/EBS/ST 100/0/100 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	1205
2	1202.5
3	1205
4	1212.5
5	967.5
Average	1158.5 ± 116.84

LDPE/EBS/ST 90/10/0 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	12017.5
2	11845
3	12135
4	12352.5
5	12110
Average	12092 ± 184.792

LDPE/EBS/ST 90/10/33 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	5337.5
2	5327.5
3	5307.5
4	5337.5
5	5337.5
Average	5329.5 ± 13.0384

LDPE/EBS/ST 90/10/50 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	5047.5
2	4602.5
3	4602.5
4	4807.5
5	5067.5
Average	4825.5 ± 227.83

LDPE/EBS/ST 90/10/100 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	1930
2	1932.5
3	1932.5
4	1932.5
5	1930
Average	1931.5 ± 1.36931

LDPE/EBS/ST 80/20/0 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	7025
2	7252.5
3	7025
4	7010
5	7010
Average	7064.5 ± 105.362

LDPE/EBS/ST 80/20/33 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	3890
2	4085
3	4125
4	4117.5
5	3882.5
Average	4020 ± 123.047

LDPE/EBS/ST 80/20/50 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	3397.5
2	3155
3	3147.5
4	3382.5
5	3390
Average	3294.5 ± 130.903

LDPE/EBS/ST 80/20/100 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	1450
2	1682.5
3	1455
4	1682.5
5	1455
Average	1545 ± 125.536

LDPE/EBS/ST 70/30/0 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	4610
2	4610
3	4825
4	4602.5
5	4610
Average	4651.5 ± 97.0438

LDPE/EBS/ST 70/30/33 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	2642.5
2	2667.5
3	2667.5
4	2667.5
5	2667.5
Average	2662.5 ± 11.1803

LDPE/EBS/ST 70/30/50 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	2180
2	2175
3	2175
4	2183.5
5	2175
Average	2177.7 ± 3.89872

LDPE/EBS/ST 70/30/100 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	970
2	970
3	967.5
4	967.5
5	970
Average	969 ± 1.36931

LDPE/EBS/ST 60/40/0 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	2662.5
2	2662.5
3	2675
4	2662.5
5	2662.5
Average	2665 ± 5.59017

LDPE/EBS/ST 60/40/33 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	1697.5
2	1695
3	1695
4	1697.5
5	1690
Average	1695 ± 3.06186

LDPE/EBS/ST 60/40/50 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	1450
2	1455
3	1455
4	1452.5
5	1452.5
Average	1453 ± 2.09165

LDPE/EBS/ST 60/40/100 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	725
2	727.5
3	725
4	725
5	725
Average	725.5 ± 1.11803

LDPE/EBS/ST 50/50/0 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	1697.5
2	1460
3	1700
4	1697.5
5	1700
Average	1651 ± 106.78

LDPE/EBS/ST 50/50/33 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	1212.5
2	1212.5
3	1207.5
4	1207.5
5	1210
Average	1210 ± 2.5

LDPE/EBS/ST 50/50/50 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	970
2	965
3	970
4	967
5	970
Average	968.4 ± 2.30217

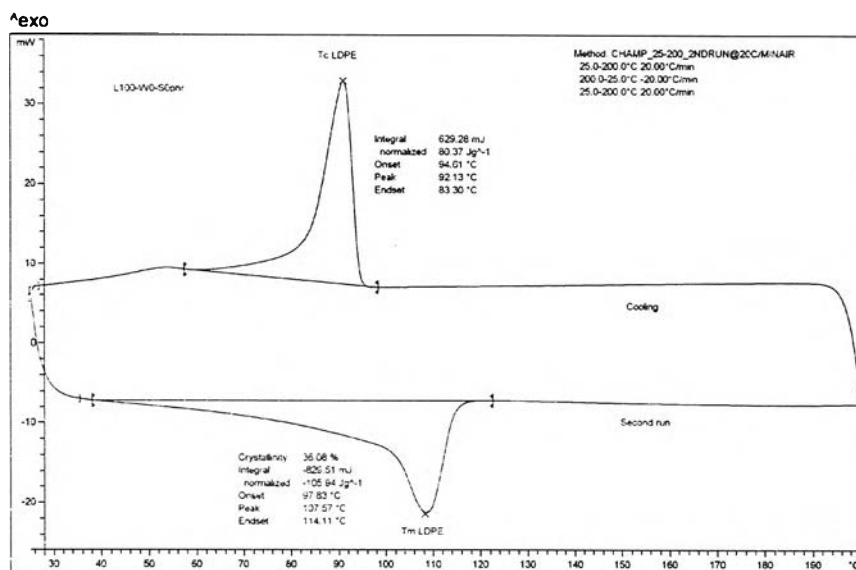
LDPE/EBS/ST 50/50/100 phr	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	722.5
2	720
3	727.5
4	722.5
5	722.5
Average	723 ± 2.73861



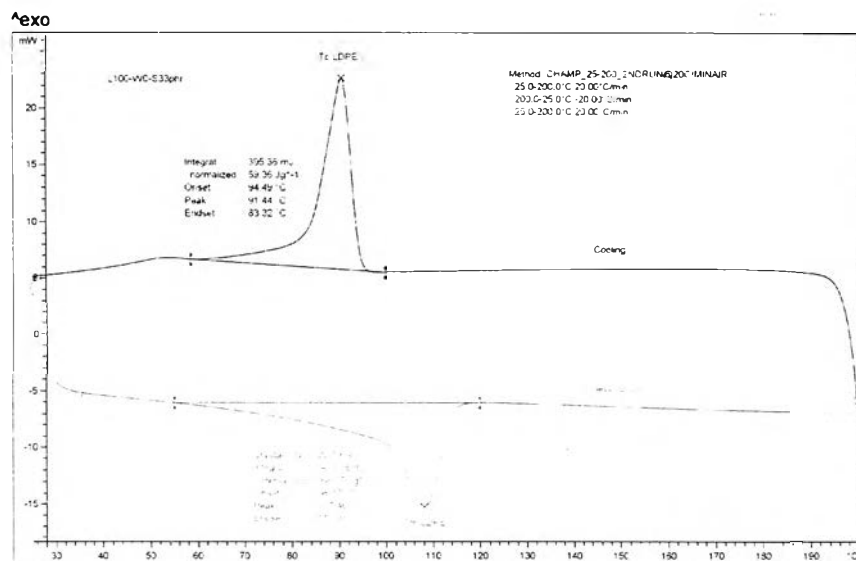
## ภาคผนวก ข.

ภาคผนวก ข. แสดงกราฟทดสอบสมบัติทางความร้อน

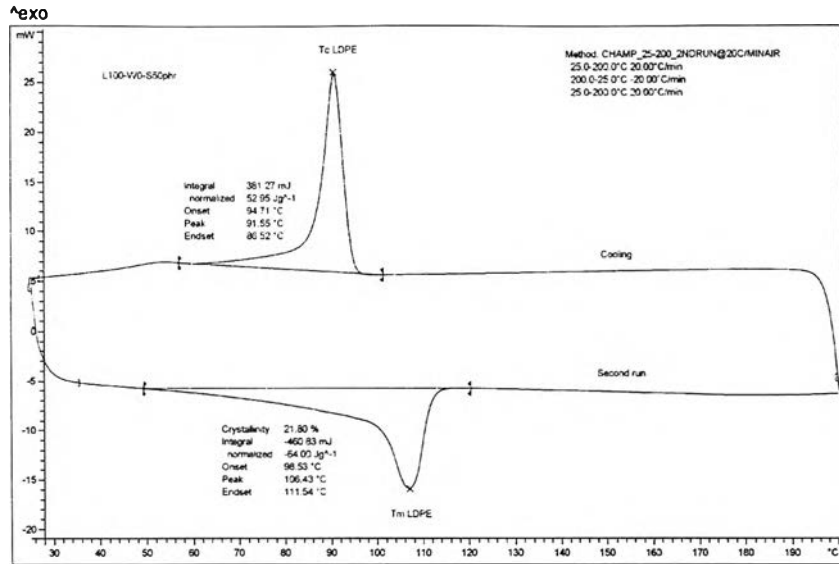
ข.1 แสดง DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE, EBS และแป้งมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ



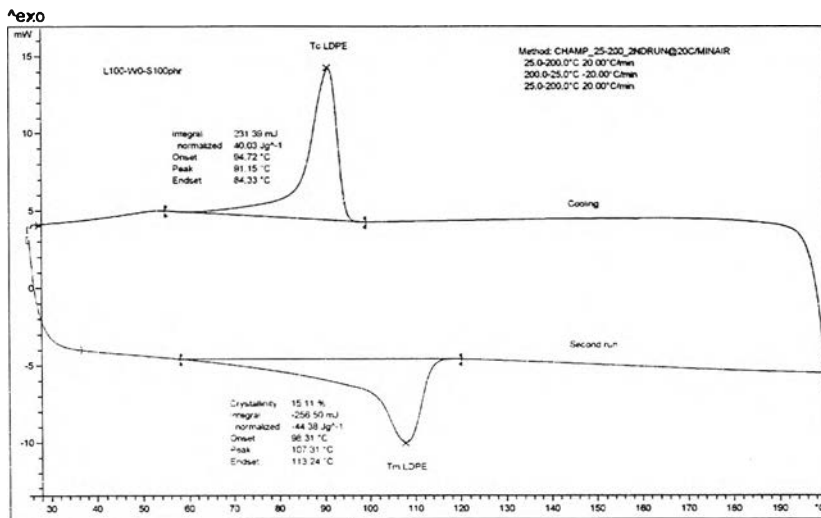
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE



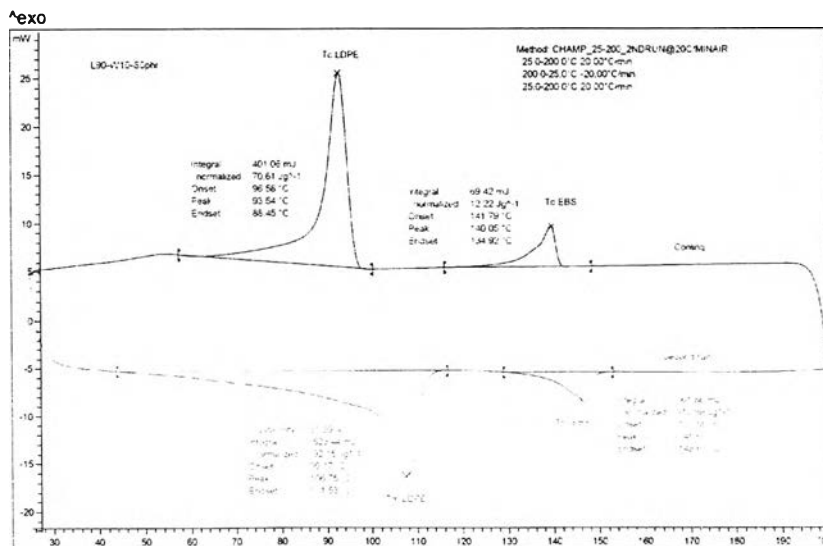
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE ที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 33 phr



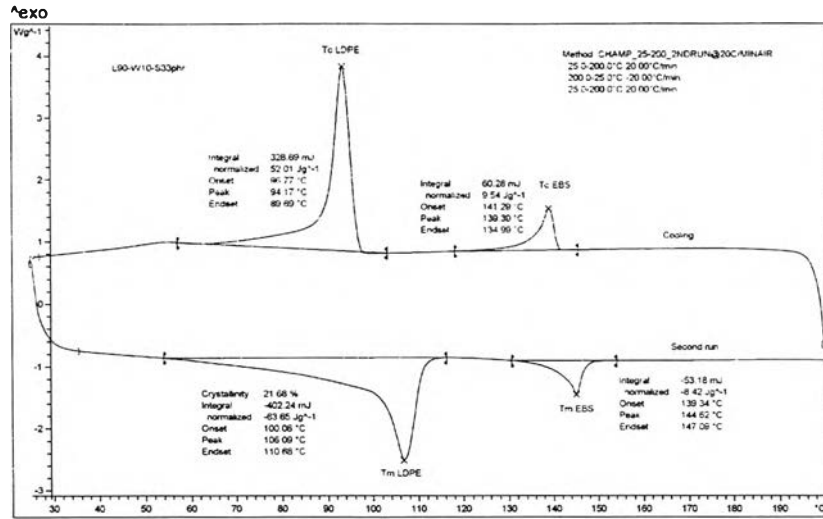
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE ที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 50 phr



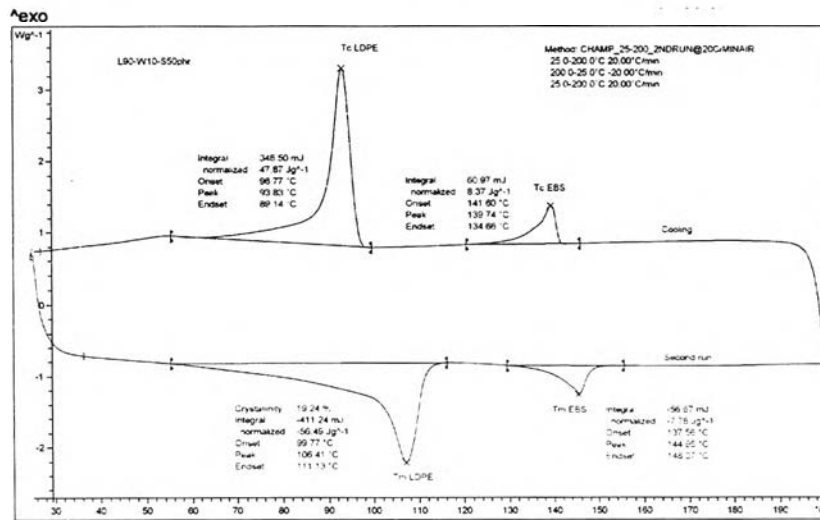
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE ที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 100 phr



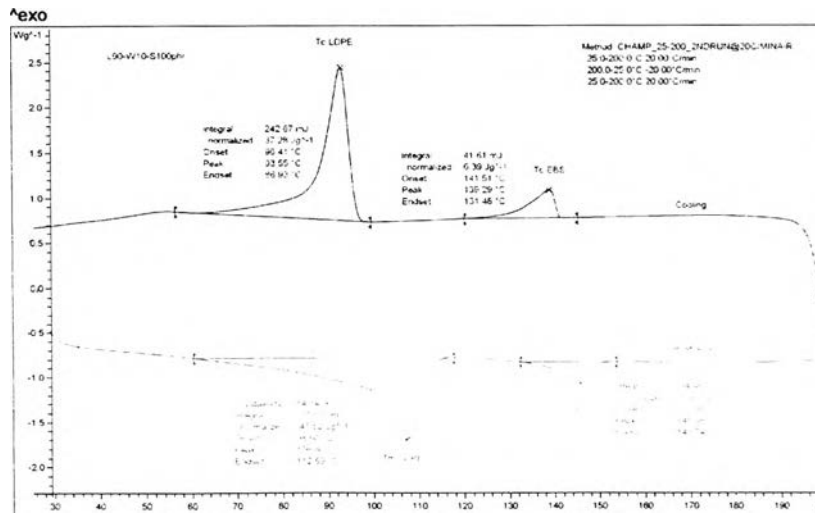
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS ที่อัตราส่วน 90/10



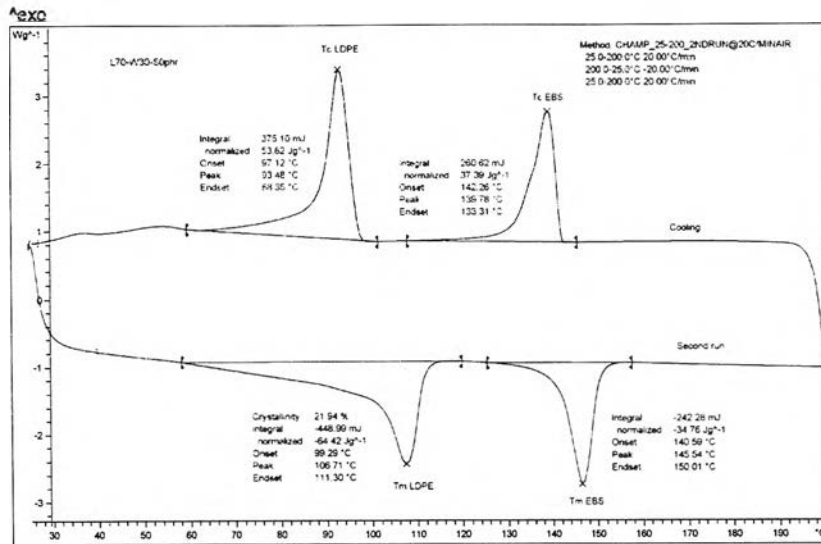
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 90/10/33 phr



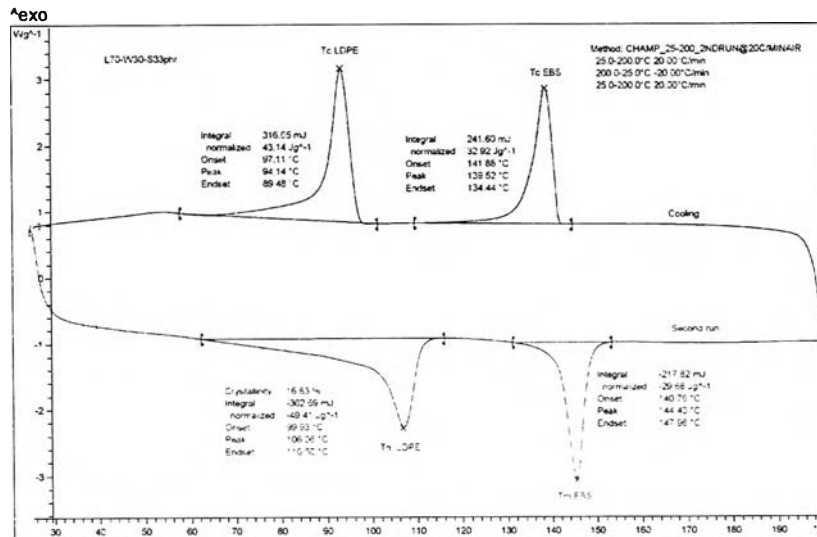
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 90/10/50 phr



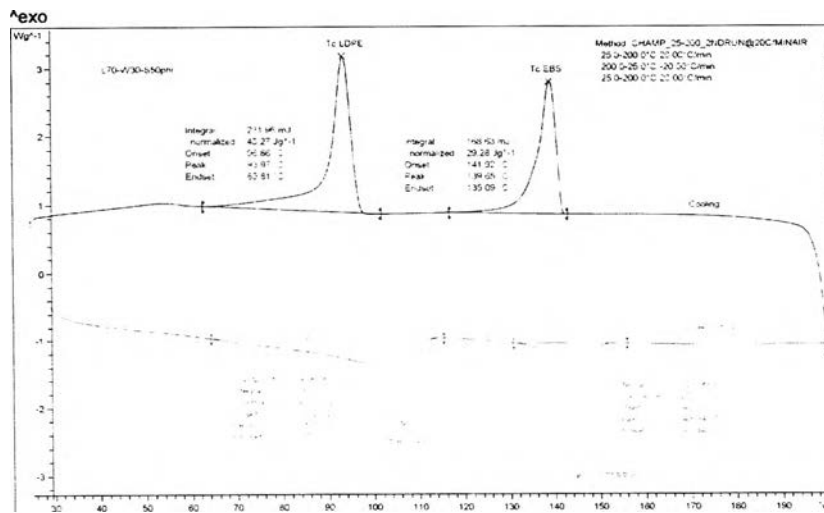
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 90/10/100 phr



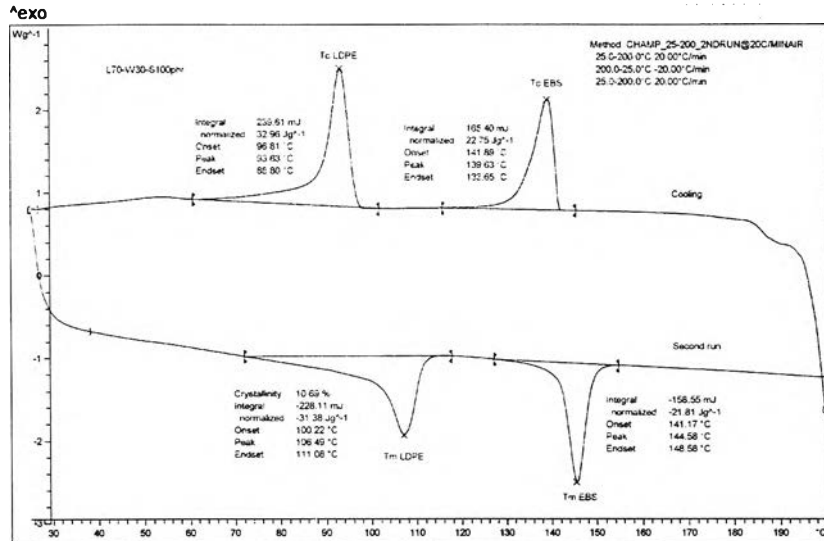
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS ที่อัตราส่วน 70/30



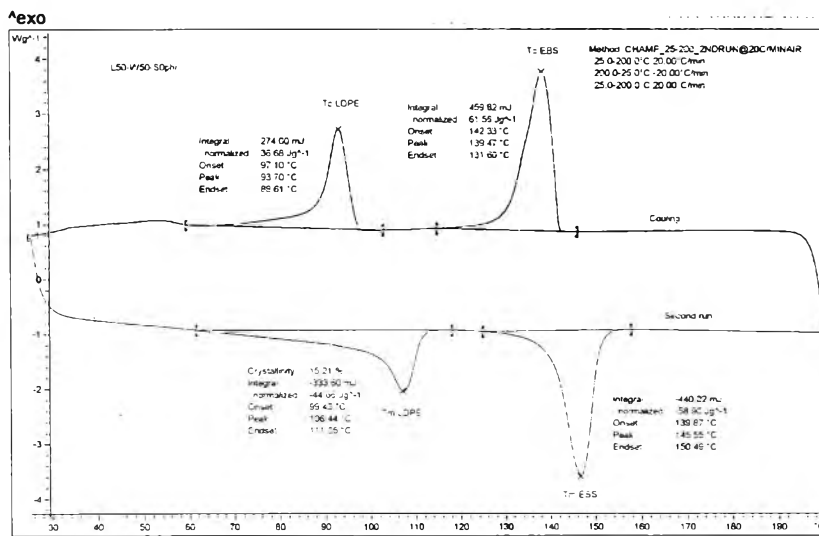
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 70/30/33 phr



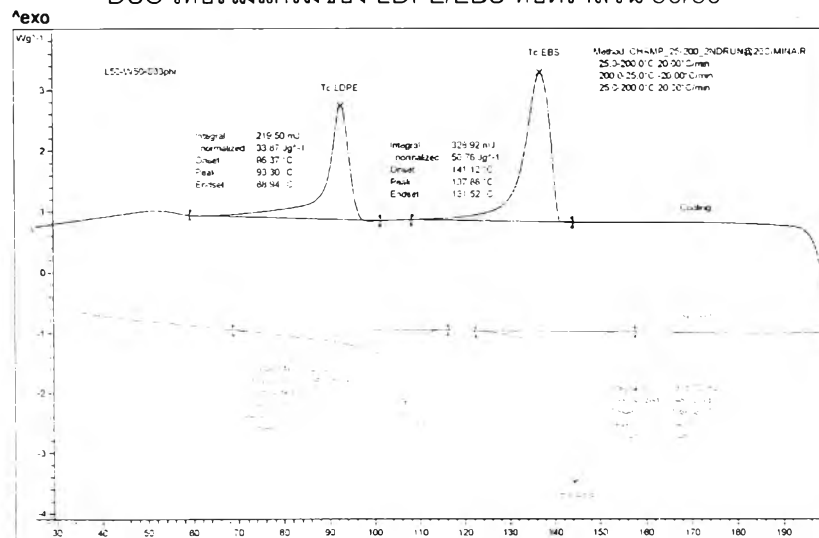
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 70/30/50 phr



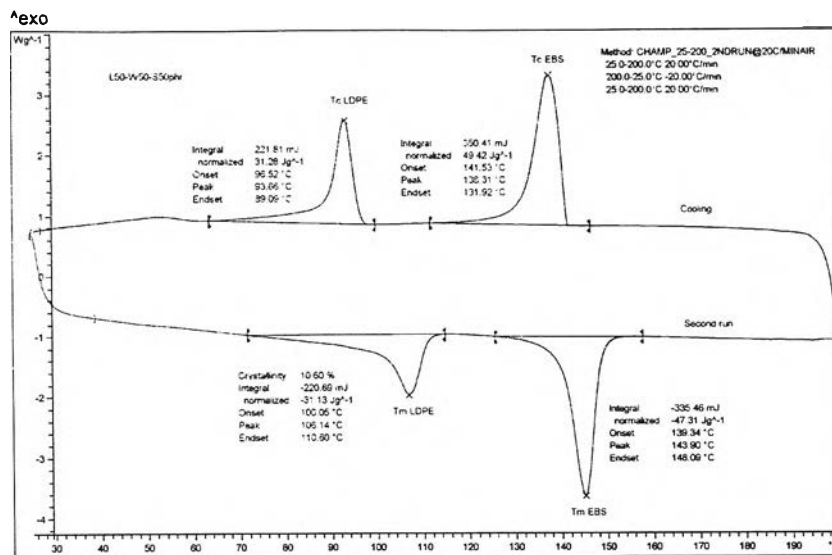
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 70/30/100 phr



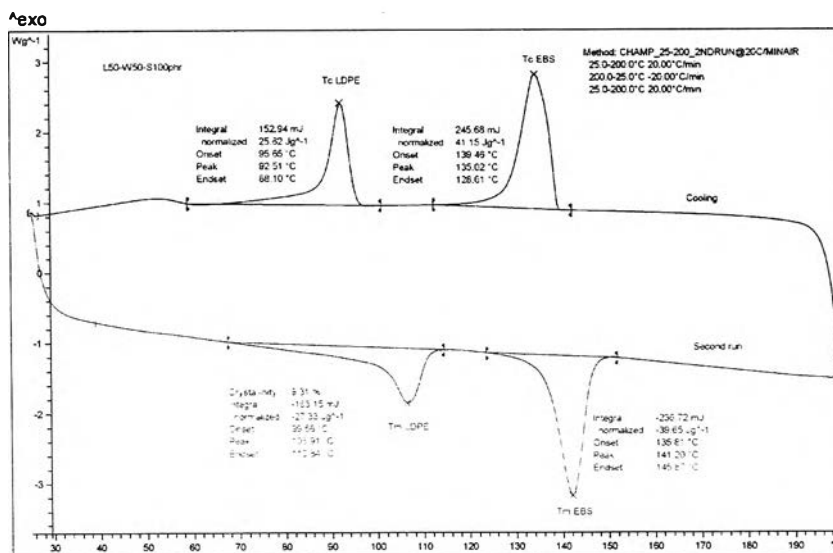
DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS ที่อัตราส่วน 50/50



DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 50/50/33 phr

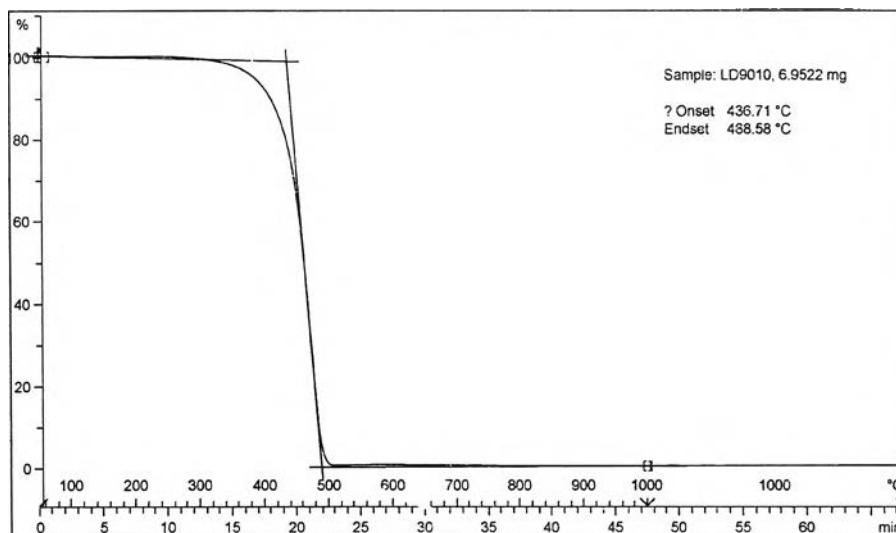


DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 50/50/50 phr

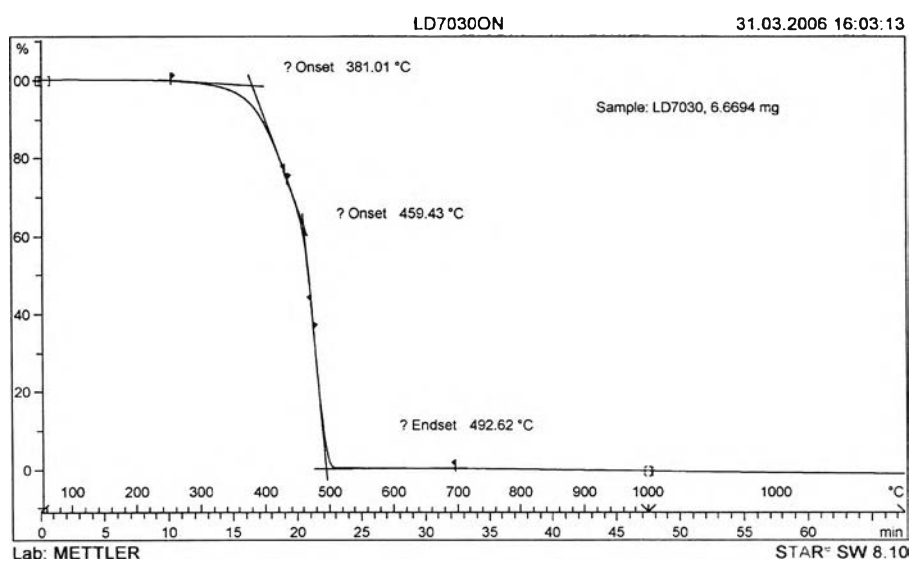


DSC เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 50/50/100 phr

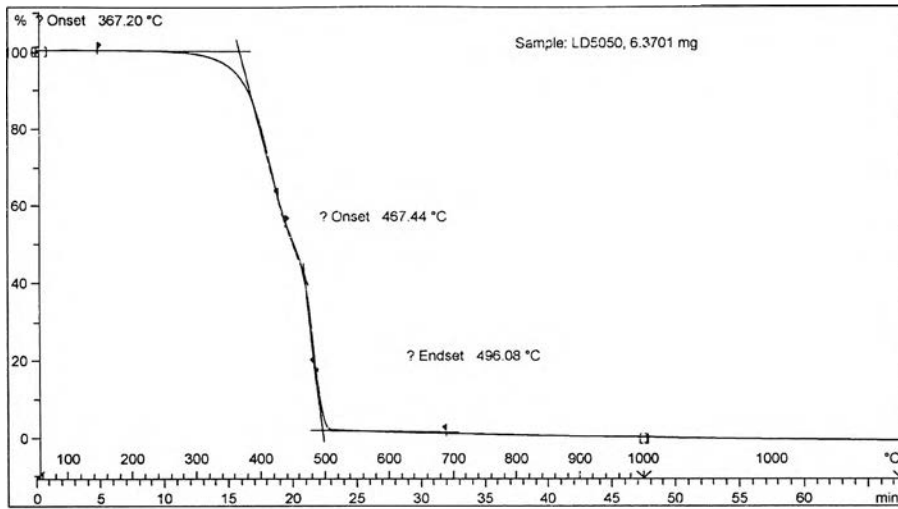
ข.1 แสดง TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE, EBS และแป้งมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ



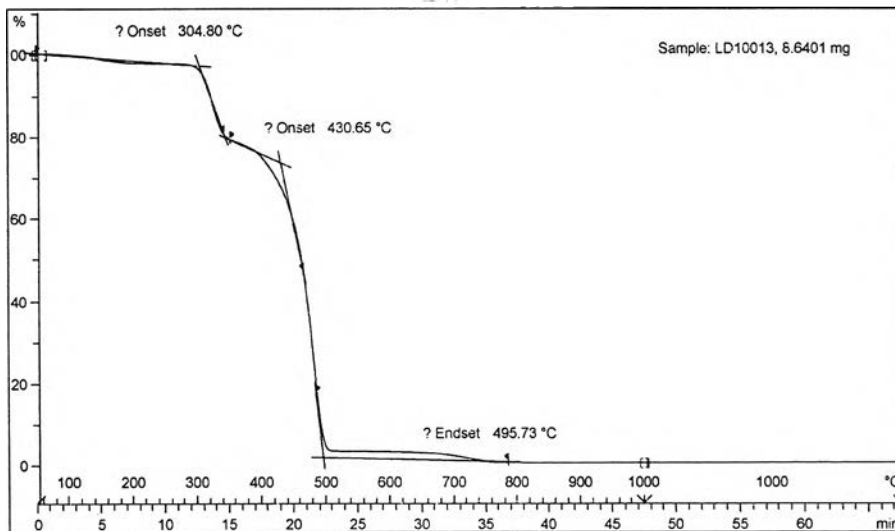
TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS ที่อัตราส่วน 90/10



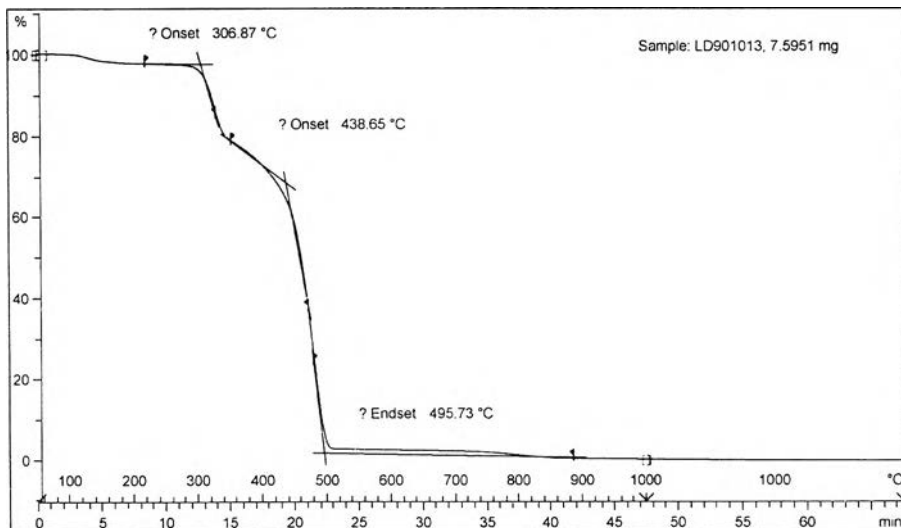
TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS ที่อัตราส่วน 70/30



TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS ที่อัตราส่วน 50/50

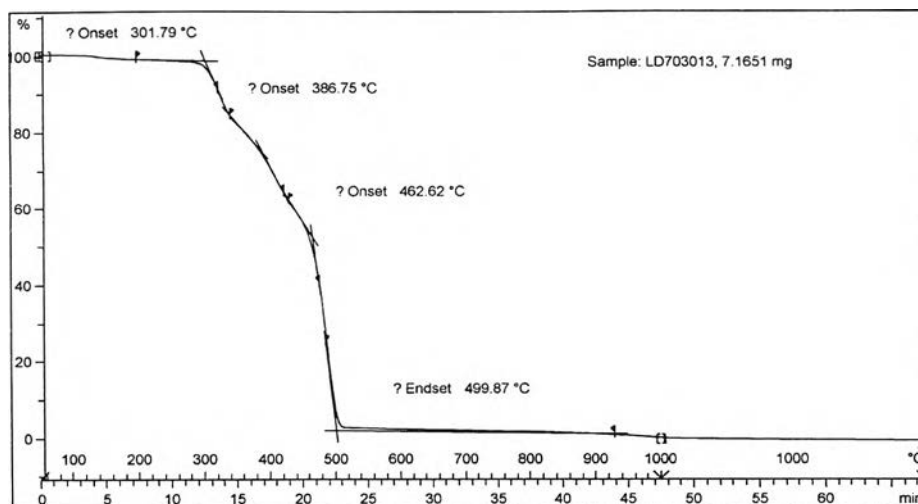


TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE ที่ปริมาณน้ำมันดำปะหลัง 33 phr

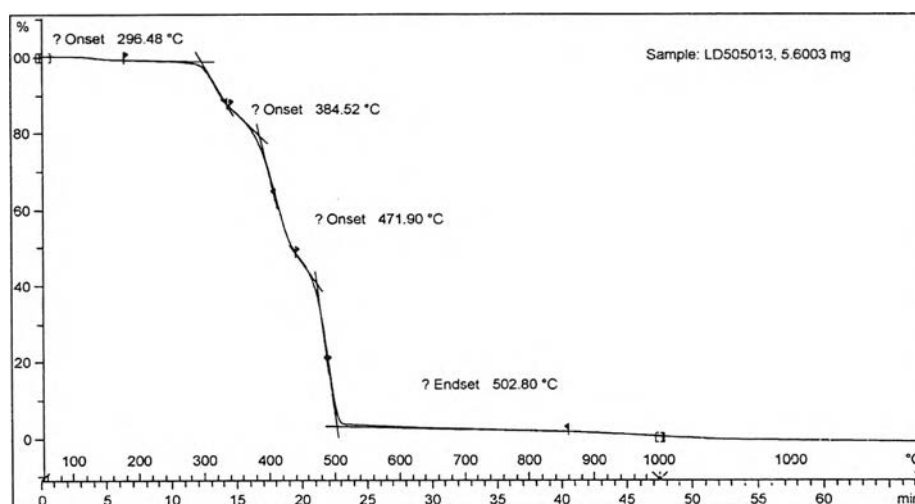


TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 90/10/33 phr

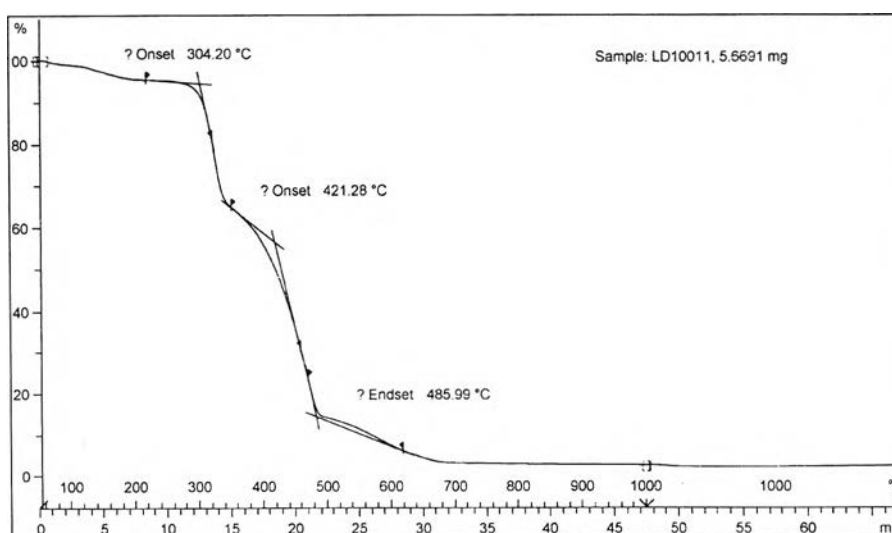




TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 70/30/33 phr



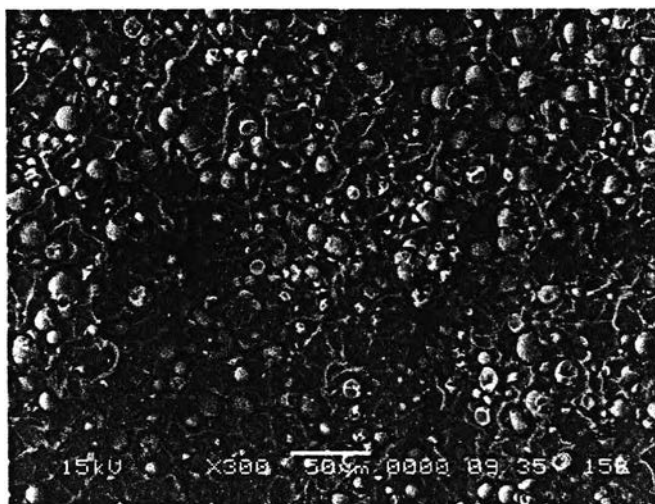
TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE/EBS/starch ที่อัตราส่วน 50/50/33 phr



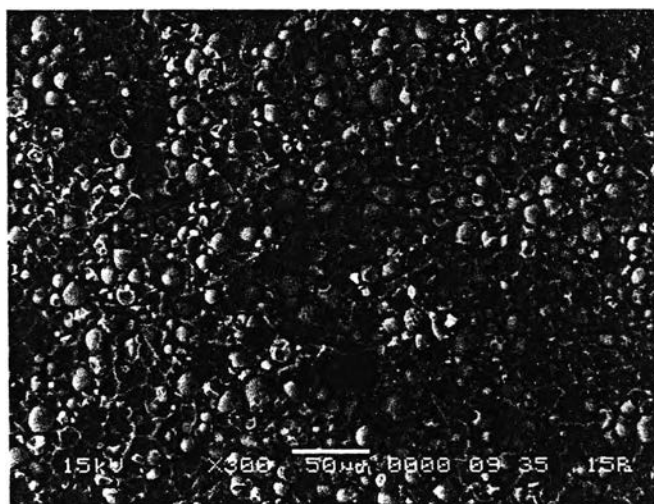
TGA เทอร์โมแกรมของ LDPE ที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 100 phr

### ภาคผนวก ค.

ภาคผนวก ค. แสดงผลการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของชั้นทดสอบที่เตรียมจากการผสม LDPE, EBS และแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่างๆ โดยตรวจสอบพื้นที่หน้าตัดของชั้นทดสอบที่ผ่านการทดสอบความต้านแรงกระแทกแล้ว ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 300 เท่า

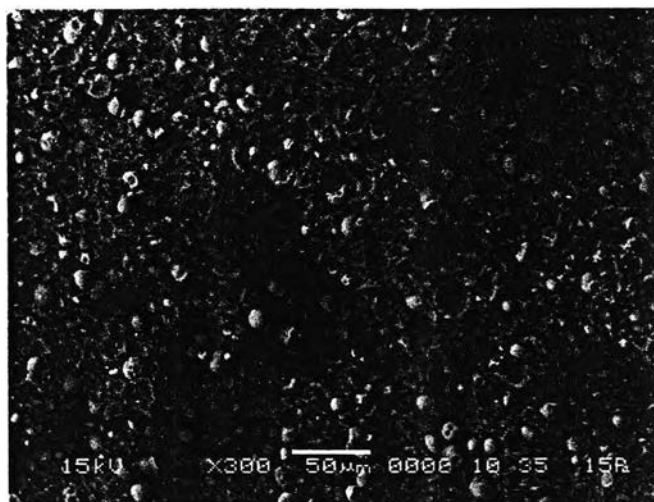


LDPE/EBS/starch : 100/0/50 phr

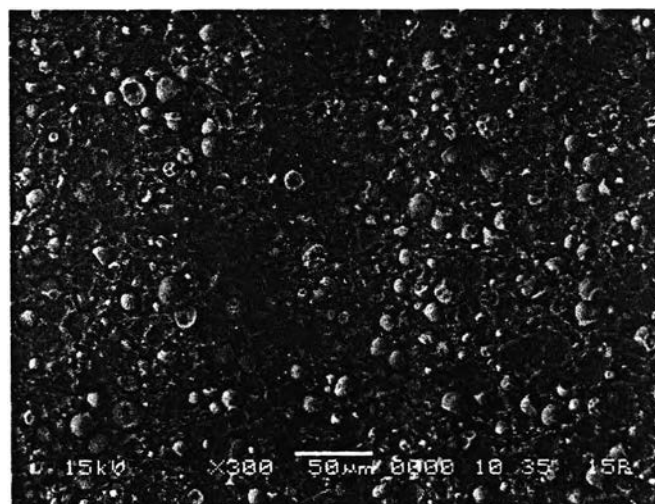


LDPE/EBS/starch : 100/0/100 phr

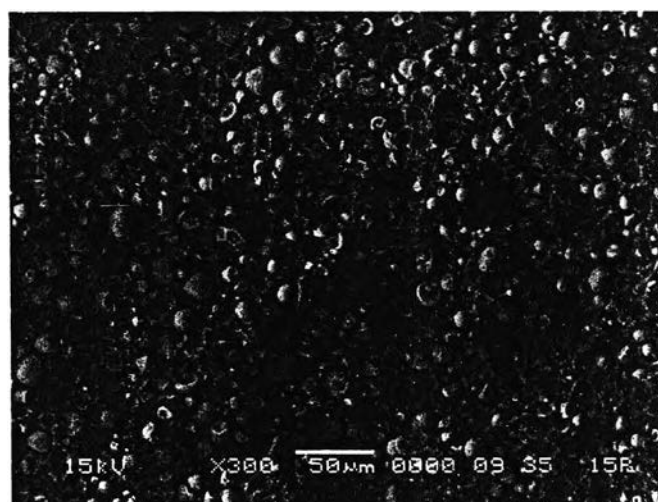
สัณฐานวิทยาของชั้นทดสอบ LDPE ที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่างๆ



LDPE/EBS/starch : 70/30/33 phr

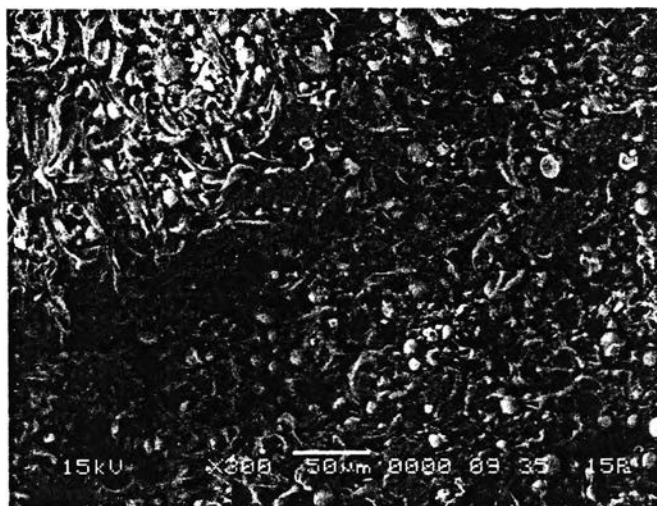


LDPE/EBS/starch : 70/30/50 phr

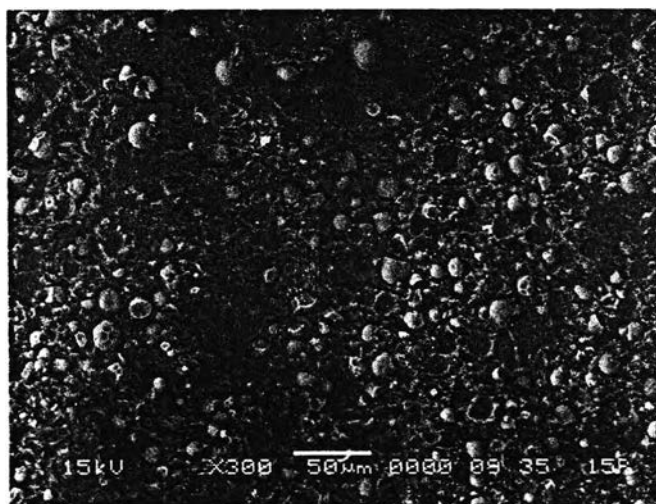


LDPE/EBS/starch : 70/30/100 phr

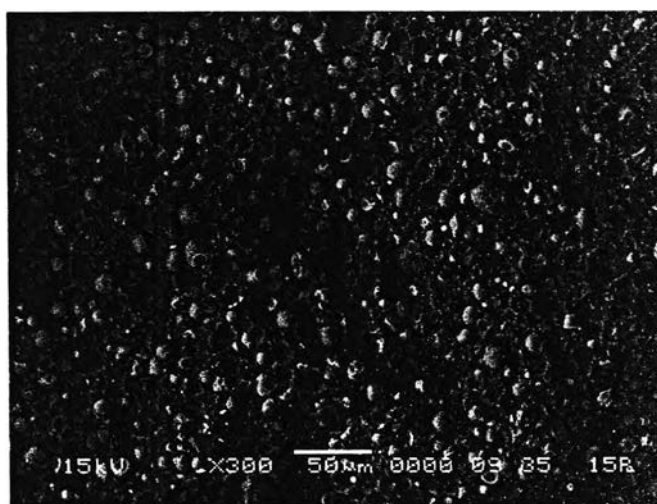
สำนักงานวิทยาของชั้นทดสอบที่มีอัตราส่วน LDPE/EBS เป็น 70/30 ที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่างๆ



LDPE/EBS/starch : 50/50/33 phr



LDPE/EBS/starch : 50/50/50 phr



LDPE/EBS/starch : 50/50/100 phr

สัณฐานวิทยาของชั้นทดสอบที่มีอัตราส่วน LDPE/EBS เป็น 50/50 ที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่างๆ

## ภาคผนวก ง.

ภาคผนวก ง. แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของ LDPE และพอลิเมอร์ผสม LDPE/EBS ที่ปริมาณแบ่ง  
มันสำปะหลัง (ST) ต่างๆ เป็นเวลา 1, 7, 14, 21, 28 วันตามลำดับ

LDPE/EBS/ST 100/0/0 phr	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	0.01601	0.00534	0.02669	0.04270	0.02669
2	0.04859	0.0216	0.02699	0.02699	0.02699
3	0.02666	0.02132	0.03199	0.03732	0.04798
4	0.01659	0.03870	0.03870	0.00553	0.03870
5	0.02753	0.05506	0.02753	0.02753	0.04405
6	0.01614	0.04842	0.04304	0.03228	0.02152
7	0.02148	0.04296	0.03222	0.04833	0.03222
Average	0.02471	0.03334	0.03245	0.03153	0.03402
SD	± 0.0116	± 0.01773	± 0.00631	± 0.01387	± 0.00983

LDPE/EBS/ST 100/0/33 phr	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	0.43567	0.80836	0.99207	1.19679	1.35426
2	0.50690	0.79431	0.99812	1.16534	1.33779
3	0.46648	0.76000	1.00110	1.15834	1.31558
4	0.47128	0.78023	1.00016	1.19390	1.36147
5	0.45996	0.77357	1.03492	1.21263	1.29626
6	0.47579	0.81564	1.10844	1.15550	1.33849
7	0.37177	0.80637	1.02105	1.16243	1.35093
Average	0.45541	0.79121	1.02226	1.17785	1.33640
SD	± 0.04252	± 0.02056	± 0.04086	± 0.02273	± 0.02213

LDPE/EBS/ST 100/0/50phr	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	0.58586	1.04040	1.31818	1.59091	1.72727
2	0.58157	1.06706	1.30980	1.54243	1.74977
3	0.64784	1.04768	1.36147	1.56392	1.76131
4	0.60710	1.02196	1.36092	1.53799	1.71507
5	0.68840	1.15914	1.35149	1.65013	1.72606
6	0.61068	1.02453	1.31220	1.53932	1.76138
7	0.58568	1.05524	1.34303	1.51974	1.73685
Average	0.61530	1.05943	1.33673	1.56349	1.73967
SD	± 0.03952	± 0.04680	± 0.02282	± 0.04444	± 0.01823

LDPE/EBS/ST 90/10/0 phr	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	0.03987	0.06835	0.06265	0.07404	0.06835
2	0.05135	0.04564	0.07988	0.05705	0.07417
3	0.06282	0.07425	0.05140	0.03427	0.06282
4	0.04564	0.04564	0.05705	0.06275	0.06275
5	0.06974	0.06974	0.06392	0.06974	0.08717
6	0.06858	0.05144	0.0743	0.07430	0.06858
7	0.06258	0.07396	0.0512	0.05120	0.06258
Average	0.05723	0.06129	0.06292	0.06048	0.06949
SD	± 0.01166	± 0.01314	± 0.01097	± 0.01444	± 0.00889



LDPE/EBS/ST 90/10/33 phr	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	0.41265	0.88203	0.85109	0.98004	1.13478
2	0.51546	0.63402	0.82990	0.97938	1.05670
3	0.42595	0.80515	0.97138	1.00255	1.15319
4	0.43366	0.63500	0.81569	0.94476	1.08415
5	0.47755	0.71632	0.95510	0.99144	1.10044
6	0.39550	0.74417	0.86386	0.94192	1.09804
7	0.48237	0.71058	0.92324	0.98548	1.12552
Average	0.44902	0.73247	0.88718	0.97508	1.10755
SD	± 0.04339	± 0.08918	± 0.06224	± 0.02306	± 0.03271

LDPE/EBS/ST 90/10/50 phr	1 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
1	0.59735	1.05295	1.32125	1.52374	1.73129
2	0.61226	0.99175	1.40667	1.46233	1.54329
3	0.61545	1.02911	1.33683	1.48313	1.66473
4	0.61120	1.13148	1.24261	1.41941	1.65177
5	0.61557	1.04445	1.28664	1.47838	1.61966
6	0.61797	0.99281	1.26634	1.44869	1.62598
7	0.55237	1.05407	1.28212	1.51016	1.66726
Average	0.60317	1.04238	1.30607	1.47512	1.64342
SD	± 0.0234	± 0.04724	± 0.05455	± 0.03567	± 0.05731

## ภาคผนวก จ.

ภาคผนวก จ. แสดงค่าความต้านแรงดึงของ LDPE และพอลิเมอร์ผสม LDPE/EBS ที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง (ST) ต่างๆ

## จ.1 ความต้านแรงดึง ที่เวลา 21 วัน

LDPE/EBS/ST 100/0/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	7.5626
2	7.6359
3	7.5124
4	7.8569
5	7.7589
Average	7.66534 ± 0.14165

LDPE/EBS/ST 100/0/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	6.8597
2	7.0136
3	6.9256
4	6.8356
5	6.6921
Average	6.86532 ± 0.11889

LDPE/EBS/ST 100/0/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	6.4259
2	6.2683
3	6.4298
4	6.5263
5	6.5249
Average	6.43504 ± 0.10526

LDPE/EBS/ST 90/10/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	7.4562
2	7.3165
3	7.7596
4	7.5216
5	7.3264
Average	7.47606 ± 0.18078



LDPE/EBS/ST 90/10/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	5.8679
2	5.6123
3	5.7623
4	5.8726
5	5.9682
Average	$5.81666 \pm 0.1355$

LDPE/EBS/ST 90/10/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	5.2359
2	5.1245
3	5.0126
4	5.3269
5	5.3516
Average	$5.2103 \pm 0.14201$

จ.2 ความต้านแรงดึง ที่เวลา 42 วัน

LDPE/EBS/ST 100/0/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	7.8965
2	7.8567
3	7.9658
4	7.9316
5	7.8369
Average	$7.8975 \pm 0.05283$

LDPE/EBS/ST 100/0/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	6.6253
2	6.4523
3	6.5123
4	6.6012
5	6.6754
Average	$6.5733 \pm 0.08982$

LDPE/EBS/ST 100/0/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	5.9167
2	5.9687
3	6.3485
4	6.1238
5	6.2358
Average	6.1187 ± 0.18017

LDPE/EBS/ST 90/10/0 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	7.3726
2	7.2163
3	7.4216
4	7.1236
5	7.4236
Average	7.31154 ± 0.1349

LDPE/EBS/ST 90/10/33 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	5.4267
2	5.3246
3	5.2314
4	5.5648
5	5.6349
Average	5.43648 ± 0.16621

LDPE/EBS/ST 90/10/50 phr	Stress at Maximum Load (MPa)
1	5.1268
2	4.7589
3	4.8697
4	4.9625
5	5.0129
Average	4.94616 ± 0.13988

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธนพัทธ์ ชัยปลาทอง เกิดเมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2524 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาปิโตรเคมี และวัสดุพอลิเมอร์ ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปี พ.ศ. 2545 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชา วัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2547 สำเร็จการศึกษาในภาค ปลาย ปีการศึกษา 2548 รวมระยะเวลาในการศึกษา 2 ปี

