

## รายการอ้างอิง

1. นิต์สน์ จิระอรุณ. วัสดุพอลิเมอร์. เชียงใหม่ : กาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, (ม.ป.ป.) 2536.
2. พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติก. พิมพ์ครั้งที่11. กรุงเทพฯ : (ม.ป.ป.) 2532.
3. กรมวิชาการเกษตร. เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง. เล่มที่7. กรุงเทพฯ : (ม.ป.ป.) 2540.
4. ณัฐพงษ์ กริชยานนท์ และ ทศน์พล รัชพิชชา. การเตรียมโพลิเมอร์จากกราฟต์ โคลพอลิเมอร์ของแป้งมันสำปะหลังและสไตรีน. โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี กาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
5. สมพร รุ่งสัมพันธ์กุล และ สุพิชญา ชื่นชนม์. ภาวะที่เหมาะสมในการดัดแปรแป้งข้าวเหนียวเพื่อใช้ในการเตรียมพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ. โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี กาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
6. จักรกฤษณ์ โสวิรัชน์ และ ศราวุทธิ์ อุตกุล. การเตรียมพลาสติกที่ย่อยสลายได้จากแป้งธรรมชาติดัดแปรชนิดต่างๆ. โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี กาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
7. ชลดา ฤตวิรุพท์. เอกสารประกอบการสอนวิชาหัวข้อที่น่าสนใจในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ กาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.
8. Malcolm, B.S. Polymer Chemistry : An Introduction. 3<sup>rd</sup> ed, New York : Oxford University Press, 1999
9. Ioannis, A.; Costas, G.; Hiromasa, O.; Norioki, K. 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.
10. Pedroso, A.G.; Rosa, D.S. Mechanical, thermal and morphological characterization of recycled LDPE/corn starch blends. Carbohydrate Polymers 59 (2005) : 1-9.
11. Ismail, H.; Nawang, R.; Danjaji, D. I.; Ishiaku, U. S.; and Ishak, Z.A. Degradation study and moisture uptake of sago starch filled linear-low density polyethylene composites. Polymer Testing 20 (2001) : 75.
12. Nakamura, E.M.; Cordi, L.; Almeida, G.S.G.; Duran, N.; Mei, L.H.I. Study and development of LDPE/starch partially biodegradable compounds. Journal of Materials Processing Technology 162-163 (2005) : 236-241.

13. Matzinos, P.; Tserki, V.; Gianikouris, C.; Pavlidou, E.; Panayiotou, C. Processing and characterization of LDPE/starch/PCL blends. European Polymer Journal 38 (2002) : 1713–1720.
14. Jang, B. C.; Huh, S. Y.; Jang, J.G.; and Bae, Y. C. Mechanical properties and morphology of modified HDPE/starch reactive blends. Journal of Applied Polymer Science 82 (2001) : 3313-3320.
15. Kawai, F.; Masaji, W.; Masaru, S.; Shigeo, Y.; Yasuhiro, S.; Shizue, H. Comparative study on biodegradability of polyethylene wax by bacteria and fungi. Polymer Degradation and Stability 86 (2004) : 105-114.
16. Kaitkamjornwong, S.; Pabunrung T.; Wongvisetsirikul, N; and Prasassarakich, P. Degradation of cassava starch – polyethylene blends. J. Sci. Sco. Thailand 13 (1997) : 135.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

ก. แสดงสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ กับ พีอี แวกซ์ และแป้งมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆกัน

## ก. 1.1 สมบัติด้านแรงดึง

## ก. 1.1.1 สมบัติด้านแรงดึง (ก่อนทำการฝังดิน)

สูตร 1	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	8.0176	5.0450	207.011
2	9.6389	6.1354	230.139
3	9.4168	5.9679	248.367
4	9.3368	5.6688	235.274
5	9.1313	5.1887	229.559
Average	9.1083 ± 0.56905	5.7272 ± 0.37463	230.070 ± 13.371

สูตร 2	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	8.8675	6.4767	192.705
2	9.1254	6.9583	194.085
3	9.2236	6.2526	203.975
4	8.6915	5.7191	220.307
5	9.1888	6.1903	225.972
Average	9.0194 ± 0.230338	6.3194 ± 0.451228	207.4088 ± 15.13665

สูตร3	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	10.549	10.341	200.943
2	10.314	9.0880	170.924
3	10.336	9.8644	229.438
4	10.836	10.471	169.713
5	10.638	10.239	219.199
Average	10.535 ± 0.19477	10.000 ± 0.49893	198.043 ± 24.412

สูตร4	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	11.527	11.750	161.586
2	11.098	12.799	157.695
3	11.268	10.750	159.373
4	10.290	9.6924	177.861
5	11.278	10.791	155.761
Average	11.0922 ± 0.473824	11.1565 ± 1.171801	162.4552 ± 8.875049

สูตร5	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	12.992	14.575	125.570
2	12.023	12.625	152.586
3	12.686	15.987	120.649
4	11.152	12.246	121.765
5	10.784	10.218	155.892
Average	11.927 ± 0.85152	13.130 ± 1.9883	135.292 ± 15.591

สูตร 6	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.1292	13.295	268.983
2	6.3034	12.562	154.271
3	6.0634	11.732	176.332
4	6.0811	13.564	161.268
5	6.2135	7.7595	185.245
Average	6.1581 ± 0.089337	11.783 ± 2.1099	189.220 ± 41.344

สูตร 7	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.2910	11.496	136.547
2	5.9287	8.1418	147.166
3	6.3028	10.074	181.891
4	5.9597	9.4387	116.970
5	6.1739	13.999	120.012
Average	6.1312 ± 0.178343	10.6299 ± 2.237163	140.5172 ± 26.20446

สูตร 8	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	7.3625	23.059	138.576
2	6.3355	19.597	97.197
3	6.7479	22.286	190.316
4	6.5851	29.858	141.645
5	7.0804	28.500	114.571
Average	6.8223 ± 0.36254	24.660 ± 3.8885	136.461 ± 31.472

สูตร9	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	10.062	40.436	118.244
2	10.150	57.172	141.999
3	10.107	59.672	134.379
4	9.8404	37.904	167.658
5	10.009	50.744	139.866
Average	10.034 ± 0.10733	49.186 ± 8.7178	140.429 ± 15.956

สูตร10	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	11.266	150.72	72.315
2	11.254	147.06	68.086
3	11.129	160.96	69.171
4	11.146	148.24	69.468
5	11.064	148.65	67.524
Average	11.172 ± 0.077141	151.13 ± 5.0577	69.313 ± 1.659

สูตร11	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.7208	20.503	187.718
2	5.4050	15.602	217.971
3	5.7603	20.423	221.627
4	5.8416	23.591	232.746
5	5.7311	15.204	223.553
Average	5.6918 ± 0.167162	19.0646 ± 3.581074	216.7230 ± 17.10469

สูตร 12	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.4495	38.954	157.029
2	5.5089	29.246	159.690
3	5.4353	28.829	199.178
4	5.3933	34.401	211.132
5	5.4232	21.180	129.216
Average	5.4421 ± 0.038224	30.522 ± 5.9653	171.249 ± 29.911

สูตร 13	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.8768	68.354	117.284
2	6.9673	65.328	100.705
3	6.8973	52.800	140.301
4	7.0124	65.380	85.334
5	6.8761	55.405	117.698
Average	6.9260 ± 0.054597	61.454 ± 6.1564	112.264 ± 18.437

สูตร 14	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	8.1788	87.431	81.723
2	7.8986	94.627	122.339
3	8.0346	78.889	78.417
4	7.8740	96.632	79.710
5	7.9517	86.572	107.659
Average	7.9875 ± 0.11035	88.830 ± 6.3302	93.969 ± 17.818



สูตร 15	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	10.098	171.05	58.464
2	9.9871	175.39	67.380
3	10.038	168.87	57.925
4	10.057	172.88	61.887
5	10.084	178.31	55.295
Average	$10.053 \pm 0.038905$	$173.30 \pm 3.2961$	$60.190 \pm 4.163$

ก. 1.1.2 สมบัติด้านแรงดึง (เมื่อฝังดินเป็นเวลา 6 สัปดาห์)

สูตร1	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	8.59.35	7.0823	247.512
2	9.0797	7.4492	206.874
3	8.8386	6.9017	276.199
4	8.1192	6.1346	294.639
5	8.4557	6.3514	266.888
Average	8.6173 ± 0.32789	6.7838 ± 0.48045	258.423 ± 29.918

สูตร2	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	9.5558	7.9637	214.042
2	8.8262	6.9631	234.854
3	9.0243	7.3342	267.832
4	8.7020	7.1420	265.617
5	8.7702	6.3212	277.138
Average	8.9757 ± 0.30931	7.1448 ± 0.53251	251.896 ± 23.676

สูตร3	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	9.7362	8.8993	232.667
2	10.260	10.297	192.145
3	10.225	10.132	197.270
4	7.9157	6.2104	210.409
5	10.649	11.082	178.650
Average	9.7572 ± 0.96526	9.3242 ± 1.7069	202.228 ± 18.307

สูตร 4	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	11.667	13.259	184.006
2	10.723	11.321	202.816
3	8.7246	7.7964	243.693
4	10.213	10.060	179.099
5	10.597	11.284	204.768
Average	10.385 ± 0.95814	10.744 ± 1.7948	202.876 ± 22.764

สูตร 5	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	11.685	3.8605	177.464
2	11.231	7.2041	163.691
3	11.723	3.5625	187.672
4	12.589	4.6051	155.004
5	10.745	8.6270	225.867
Average	11.5946 ± 0.683285	5.5718 ± 1.9949	181.940 ± 24.662

สูตร 6	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	4.6448	19.309	111.394
2	4.7545	30.222	86.549
3	5.2884	22.519	83.098
4	5.4651	22.802	95.987
5	4.4514	20.362	101.700
Average	4.9208 ± 0.38873	23.043 ± 3.8212	95.745 ± 10.246

สูตร 7	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.2522	34.454	64.560
2	4.6928	30.841	66.746
3	5.1859	29.758	55.685
4	4.5859	35.770	60.035
5	5.4901	37.075	64.529
Average	5.0414 ± 0.34517	33.580 ± 2.8244	62.311 ± 3.968

สูตร 8	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.2257	34.695	67.610
2	7.0368	36.394	86.284
3	6.0033	29.872	87.053
4	4.9073	25.864	62.006
5	5.8723	23.745	85.699
Average	6.0091 ± 0.68350	30.114 ± 4.8809	77.730 ± 10.707

สูตร 9	Stress at Maximum (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	9.4698	45.130	152.894
2	9.3704	45.997	155.916
3	9.6118	57.201	98.157
4	9.3514	46.146	152.447
5	9.4598	44.585	155.907
Average	9.4526 ± 0.092407	47.812 ± 4.7291	142.264 ± 22.097

สูตร 10	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	10.389	150.97	97.760
2	10.644	146.78	79.708
3	10.493	142.28	120.368
4	10.640	151.62	86.569
5	10.745	141.69	95.739
Average	10.582 ± 0.12577	146.67 ± 4.1732	96.029 ± 13.794

สูตร 11	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.0568	37.835	109.865
2	5.1865	28.668	108.760
3	5.1293	30.565	102.661
4	5.2067	33.756	103.968
5	5.0560	27.707	112.822
Average	5.1271 ± 0.063024	31.706 ± 3.6956	107.615 ± 2.6756

สูตร 12	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	5.5556	45.565	114.257
2	5.5123	48.316	105.008
3	5.4333	59.077	126.206
4	5.4476	42.836	108.934
5	5.4402	43.626	106.654
Average	5.4778 ± 0.048072	43.884 ± 3.0576	112.212 ± 7.662

สูตร13	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	6.9196	52.686	92.736
2	6.9883	69.221	101.750
3	6.7924	71.002	100.723
4	6.8204	60.864	96.390
5	6.9888	61.725	104.249
Average	6.9019 ± 0.082412	63.099 ± 6.5611	99.170 ± 4.098

สูตร14	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	7.9605	93.428	80.269
2	7.9858	76.330	70.820
3	8.0789	84.149	79.295
4	8.1149	89.232	81.554
5	7.8703	84.422	93.998
Average	8.0021 ± 0.087166	85.512 ± 5.7247	81.187 ± 7.432

สูตร15	Stress at Maximum Load (MPa)	% Strain at Break	Young's Modulus (MPa)
1	9.9893	192.14	66.075
2	10.024	196.64	53.352
3	9.8404	168.35	54.799
4	8.8323	106.24	55.529
5	9.8645	183.92	57.435
Average	9.7102 ± 0.44454	169.46 ± 33.045	57.438 ± 4.514

## ก. 1.2 สมบัติด้านแรงดัดโค้ง

สูตร1	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	4.004	15.83
2	3.395	13.78
3	3.815	15.26
4	3.433	14.51
5	3.319	13.69
Average	$3.601 \pm 0.313$	$14.61 \pm 0.93$

สูตร2	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	4.539	14.42
2	4.501	14.12
3	4.539	13.73
4	4.349	13.08
5	3.014	10.56
Average	$4.189 \pm 0.661$	$13.18 \pm 1.55$

สูตร3	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	8.087	15.26
2	8.659	14.83
3	7.591	14.48
4	8.163	14.55
5	7.553	13.50
Average	$8.011 \pm 0.457$	$14.52 \pm 0.65$

สูตร 4	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	10.34	13.78
2	10.26	14.43
3	12.44	19.23
4	7.286	16.02
5	11.02	17.88
Average	$10.27 \pm 1.88$	$16.27 \pm 2.29$

สูตร 5	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	14.19	17.74
2	8.926	16.17
3	12.82	18.57
4	13.43	18.20
5	12.36	17.51
Average	$12.34 \pm 2.03$	$17.64 \pm 0.92$

สูตร 6	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	8.888	11.33
2	11.75	11.22
3	9.537	11.44
4	9.613	10.41
5	9.422	11.67
Average	$9.842 \pm 1.103$	$11.22 \pm 0.48$



สูตร 7	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	9.117	11.44
2	7.439	12.13
3	9.460	10.64
4	8.888	9.956
5	9.270	10.53
Average	8.835 ± 0.808	10.94 ± 0.85

สูตร 8	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	13.54	9.270
2	26.63	9.956
3	27.24	10.41
4	26.93	11.79
5	11.60	9.499
Average	21.19 ± 0.79	10.19 ± 1.00

สูตร 9	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	26.55	13.05
2	26.70	13.28
3	26.44	13.05
4	26.74	12.93
5	27.01	12.93
Average	26.69 ± 0.22	13.05 ± 0.14

สูตร 10	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	25.98	12.13
2	25.90	12.36
3	26.59	12.82
4	26.59	12.82
5	26.74	12.82
Average	26.25 ± 0.39	12.59 ± 0.32

สูตร 11	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	12.02	11.10
2	11.63	10.64
3	13.85	10.30
4	12.63	10.99
5	27.81	10.87
Average	15.59 ± 0.68	10.78 ± 0.32

สูตร 12	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	11.86	9.956
2	10.95	9.842
3	11.41	9.384
4	10.03	8.583
5	10.53	9.727
Average	10.96 ± 0.72	9.499 ± 0.555



สูตร 13	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	13.08	9.041
2	28.15	9.842
3	28.50	9.384
4	28.57	9.613
5	14.08	9.041
Average	$22.48 \pm 0.81$	$9.384 \pm 0.353$

สูตร 14	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	27.33	7.553
2	26.23	7.210
3	26.74	7.324
4	27.25	8.354
5	27.29	8.125
Average	$26.97 \pm 0.57$	$7.648 \pm 0.477$

สูตร 15	Deformation at Maximum Load (mm)	Flexural Strength (MPa)
1	25.63	8.354
2	26.17	7.668
3	25.98	8.469
4	26.82	8.354
5	25.06	7.896
Average	$25.93 \pm 0.65$	$8.148 \pm 0.347$

## ก. 1.3 ความแรงกระแทก

สูตร1	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	9.325
2	9.325
3	9.475
4	9.325
5	9.375
Average	9.365 ± 0.065192

สูตร2	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	9.475
2	7.100
3	9.375
4	9.425
5	9.300
Average	8.935 ± 1.027831

สูตร3	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	4.625
2	6.975
3	7.125
4	7.100
5	6.975
Average	6.560 ± 1.083917

สูตร4	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	6.975
2	6.975
3	6.975
4	6.975
5	7.025
Average	6.985 ± 0.022361

สูตร5	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	11.500
2	9.375
3	9.300
4	9.200
5	9.150
Average	9.705 ± 1.007224

สูตร6	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	58.525
2	65.400
3	63.975
4	62.500
5	60.975
Average	62.272 ± 2.667337

สูตร7	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	69.025
2	62.775
3	63.100
4	84.525
5	68.275
Average	69.540 ± 8.855147

สูตร8	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	73.800
2	96.150
3	89.600
4	76.025
5	86.025
Average	84.320 ± 9.356973

สูตร9	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	52.975
2	52.500
3	53.475
4	53.725
5	55.550
Average	53.645 ± 1.164501

สูตร10	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	60.175
2	55.550
3	58.400
4	59.900
5	53.475
Average	57.500 ± 2.903823

สูตร 11	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	60.725
2	64.275
3	62.500
4	55.275
5	63.075
Average	61.170 ± 3.53511

สูตร 12	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	76.175
2	70.775
3	61.600
4	80.175
5	68.075
Average	71.360 ± 7.198602

สูตร 13	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	105.975
2	100.450
3	121.425
4	102.800
5	116.650
Average	109.450 ± 9.117816

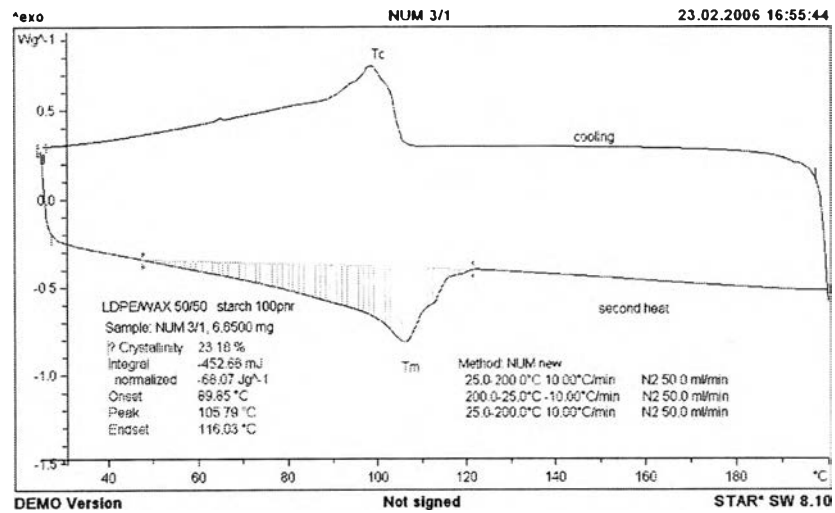
สูตร 14	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	257.125
2	254.750
3	261.775
4	326.825
5	229.850
Average	260.065 ± 36.1582

สูตร 15	Impact Strength (KJ/m <sup>2</sup> )
1	376.200
2	302.375
3	213.950
4	217.575
5	240.550
Average	270.130 ± 69.07023

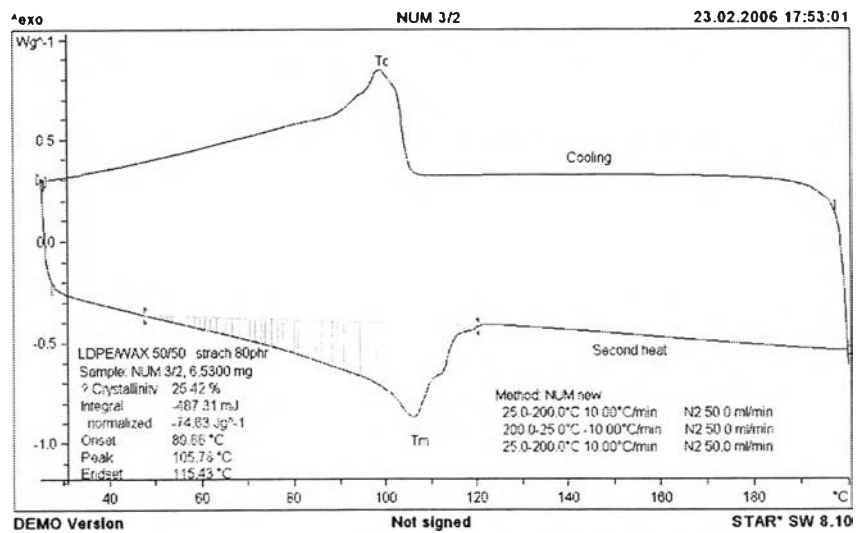
## ภาคผนวก ข

## ข.1 ผลการทดสอบสมบัติทางความร้อนของพอลิเมอร์ผสม

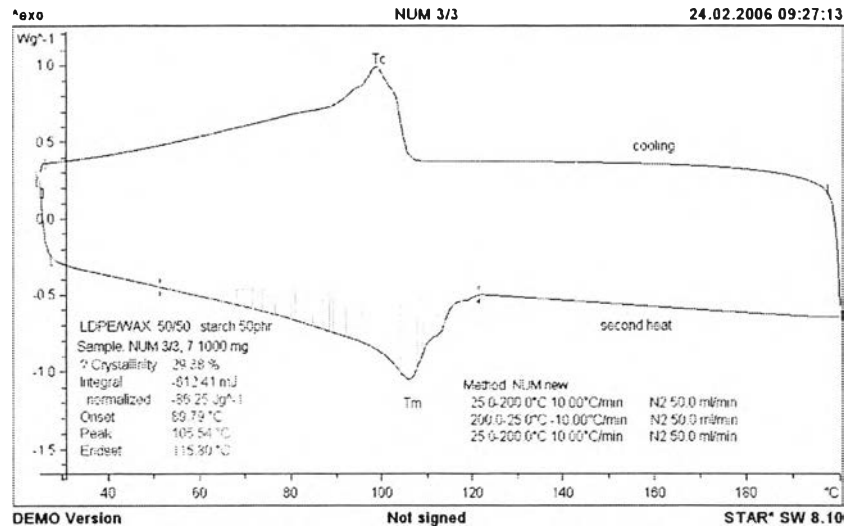
สูตร 1



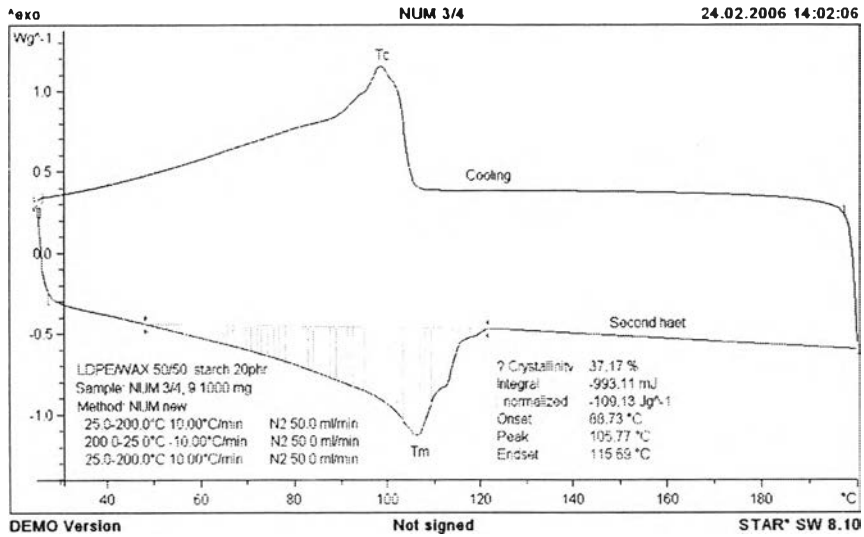
สูตร 2



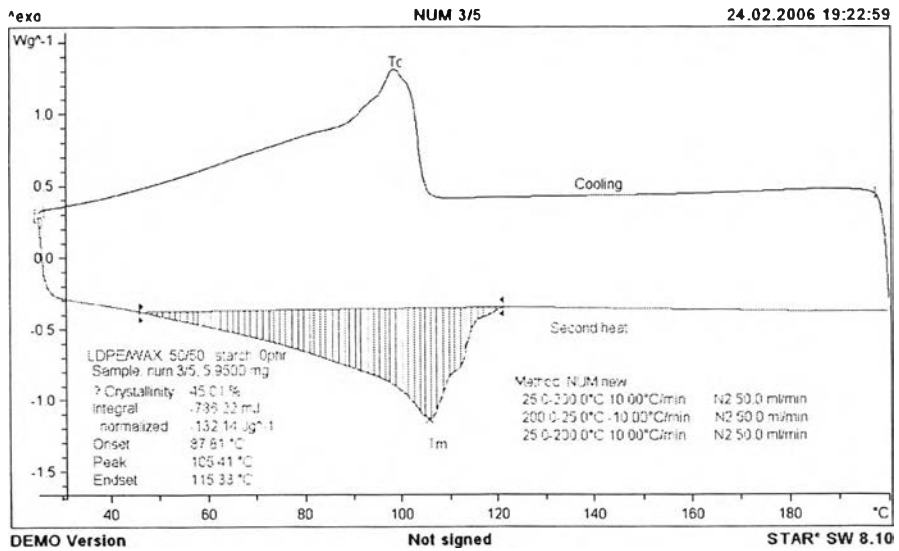
តួលេខ 3



តួលេខ 4

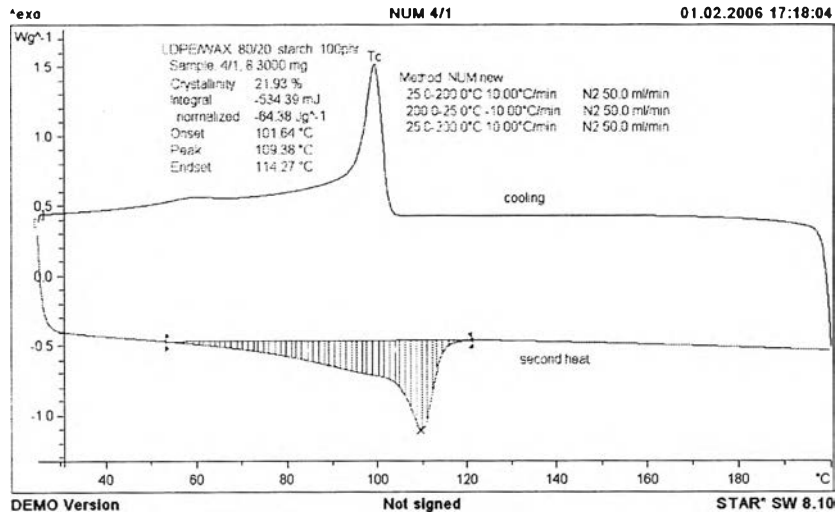


តួលេខ 5

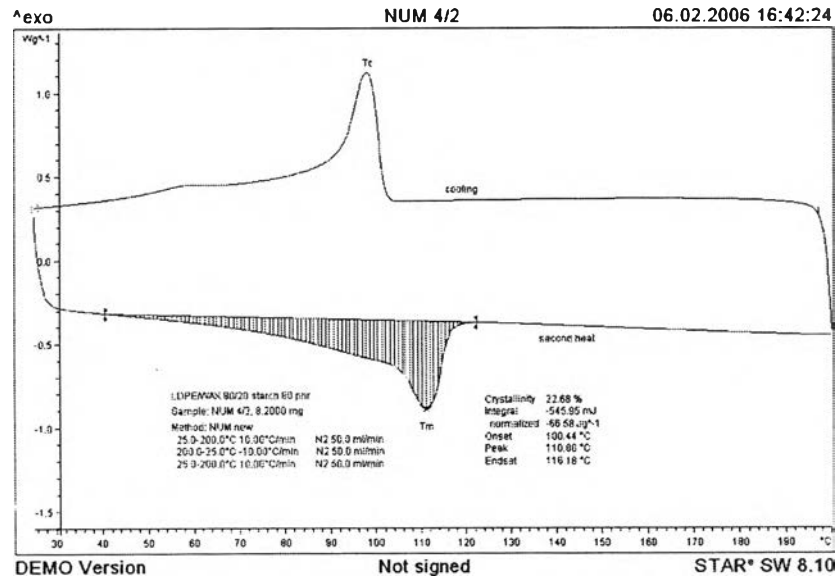




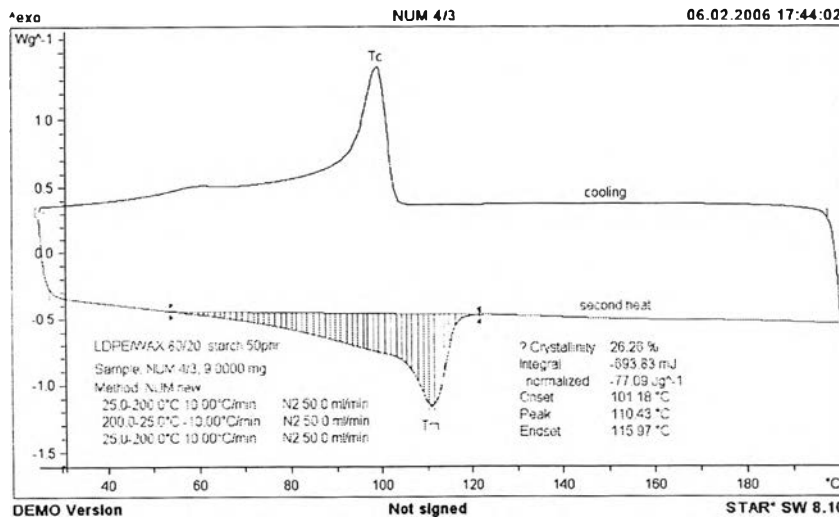
สูตร 56



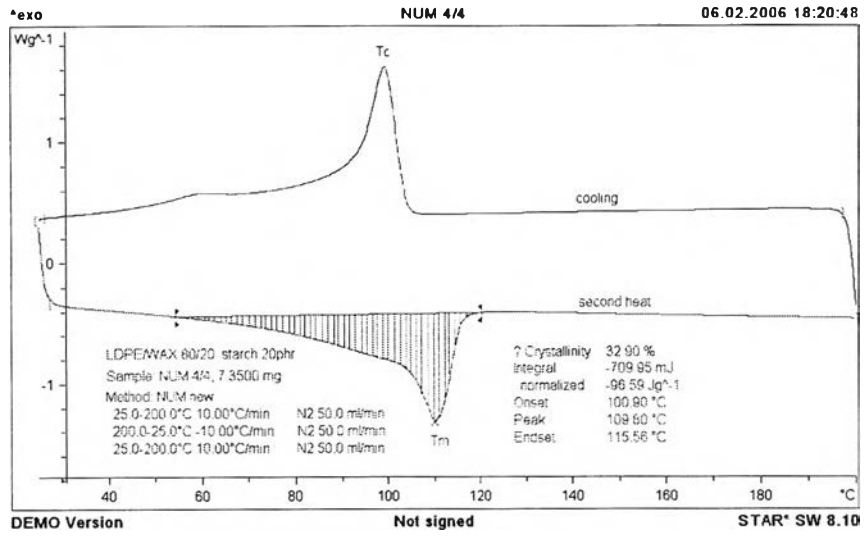
สูตร 57



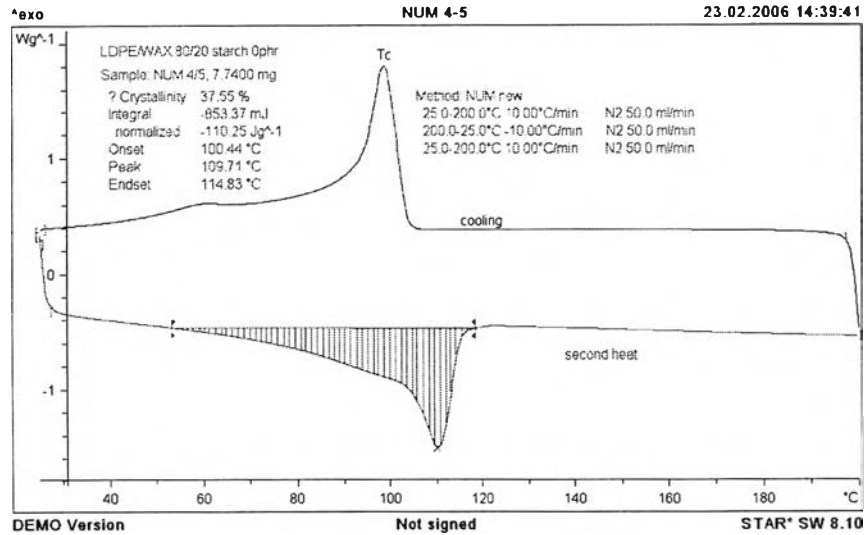
สูตร 58



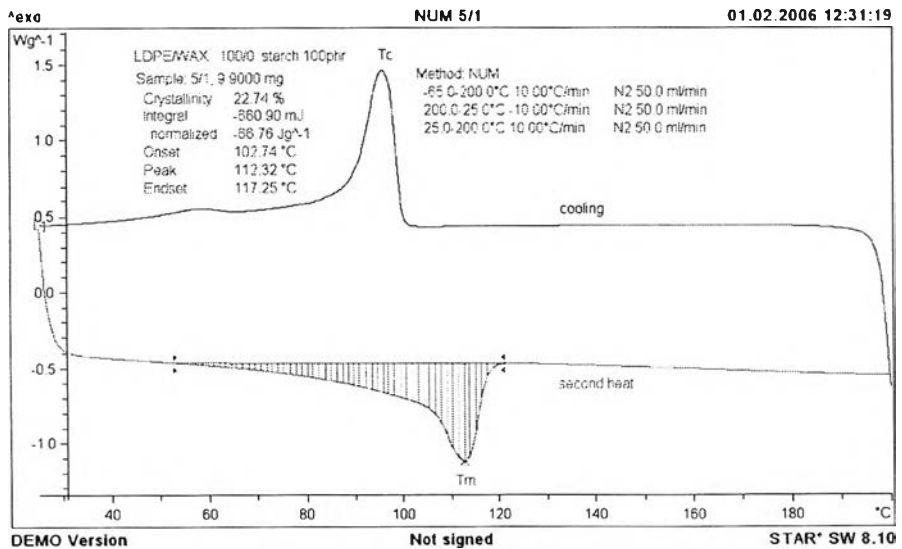
สูตร 9



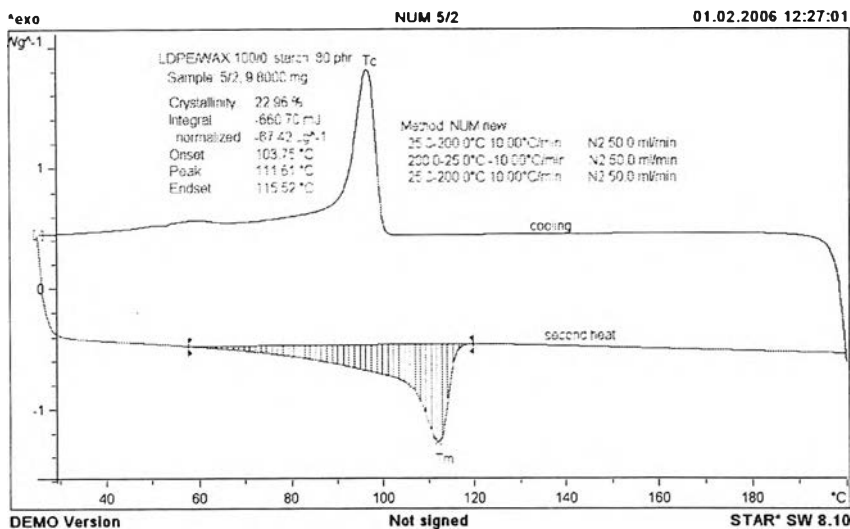
สูตร 10



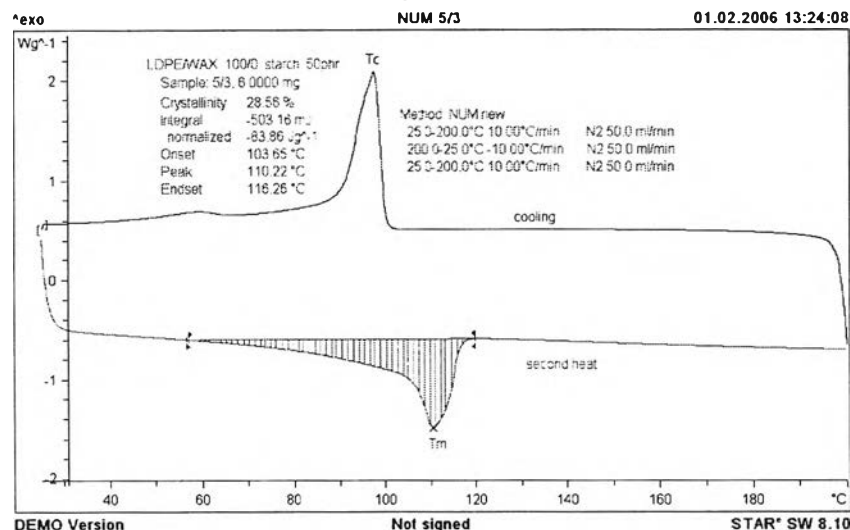
สูตร 11



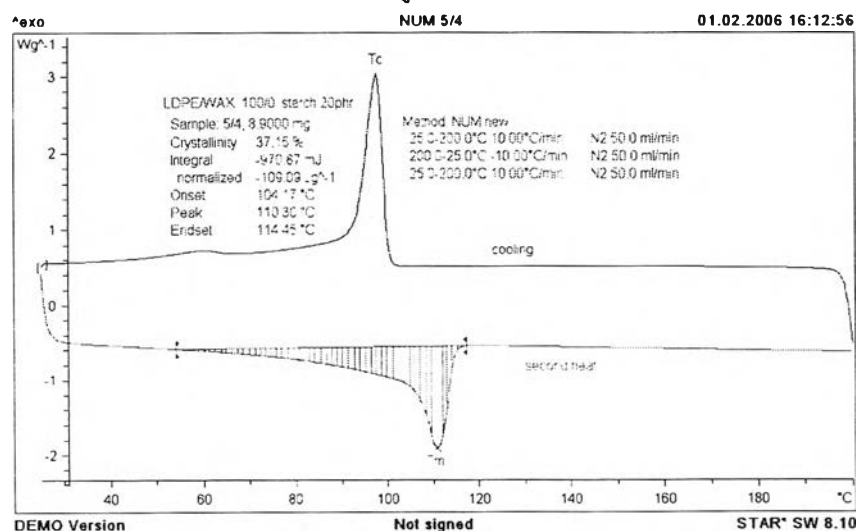
สูตร 12



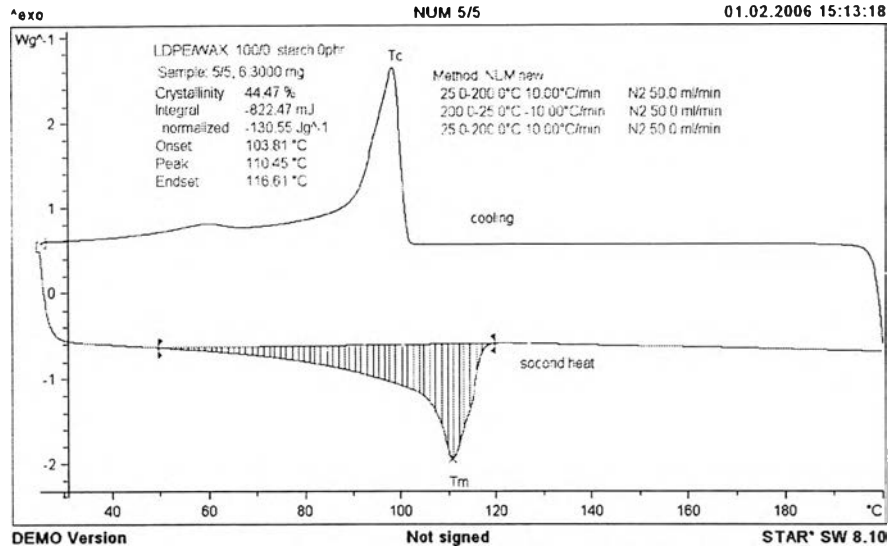
สูตร 13



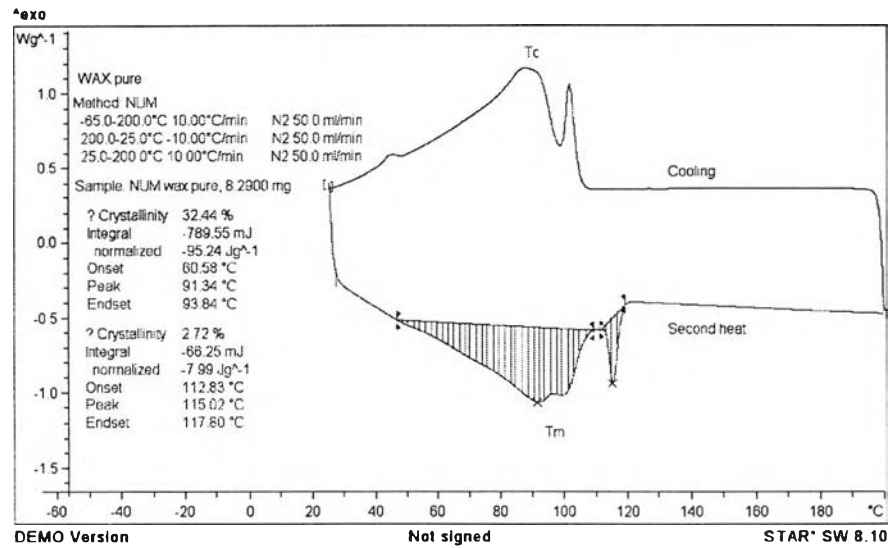
สูตร 14



สูตร 15

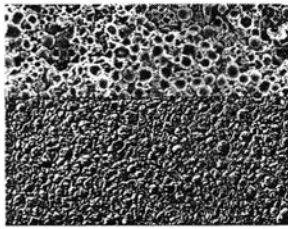


PE WAX pure

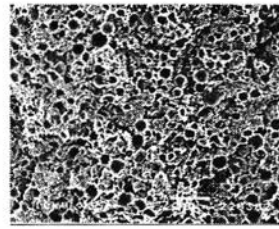


## ภาคผนวก ค

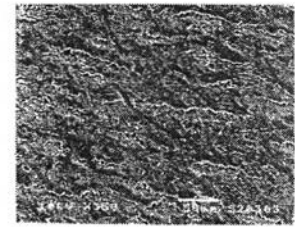
## ค. 1 ผลการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสม

ค. 1.1 ผลการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสม  
(ก่อนทำการฝังดิน)

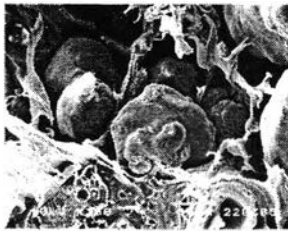
สูตร 1



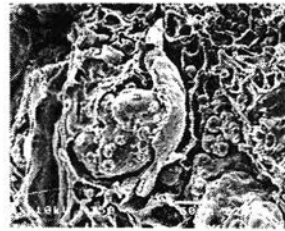
สูตร 3



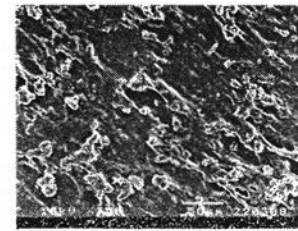
สูตร 5



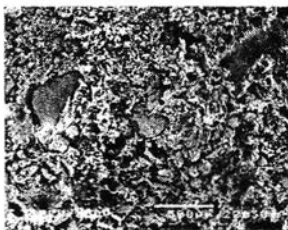
สูตร 6



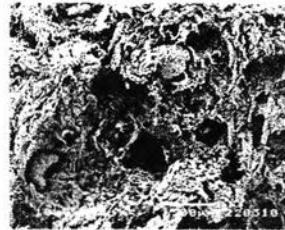
สูตร 8



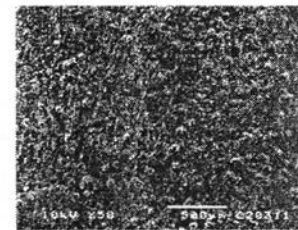
สูตร 10



สูตร 11

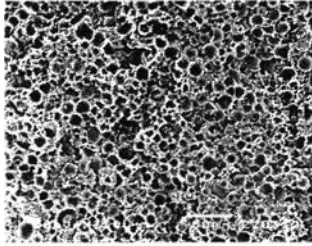


สูตร 13

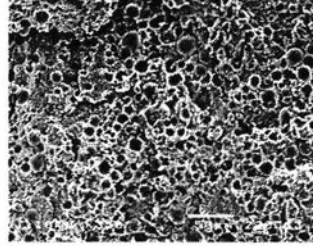


สูตร 15

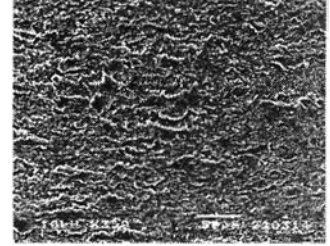
ค. 1.2 ผลการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสม  
(หลังทำการฝังดินเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์)



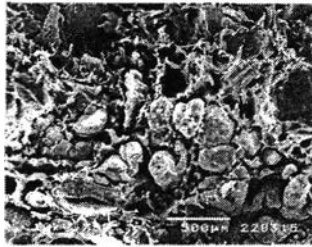
สูตร1



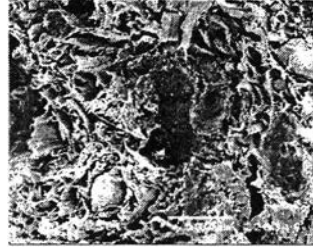
สูตร3



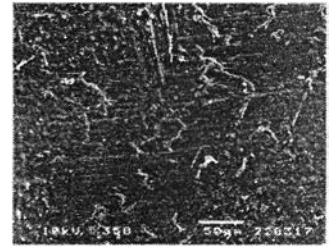
สูตร5



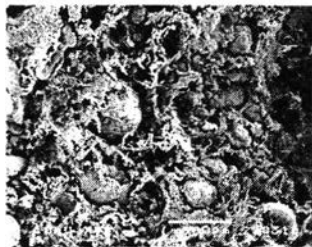
สูตร6



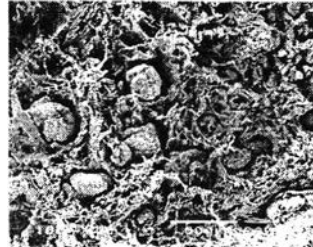
สูตร8



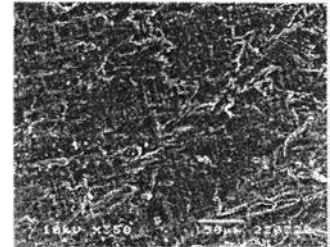
สูตร10



สูตร11

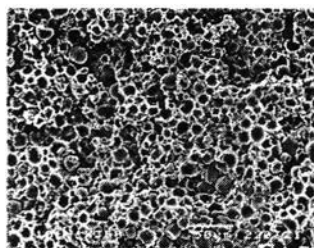


สูตร13

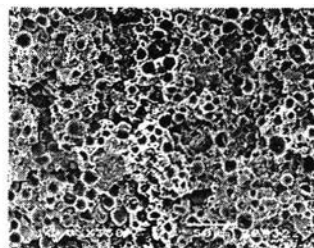


สูตร15

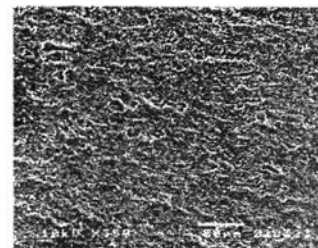
ค. 1.3 ผลการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของพอลิเมอร์ผสม  
(หลังทำการฝังดินเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์)



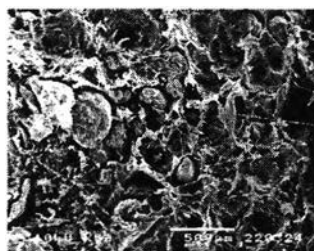
สูตร1



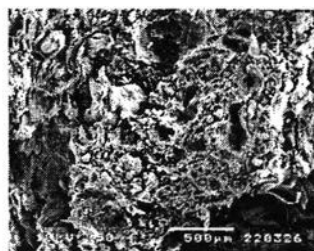
สูตร3



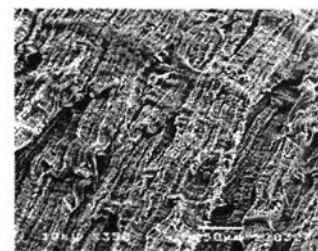
สูตร5



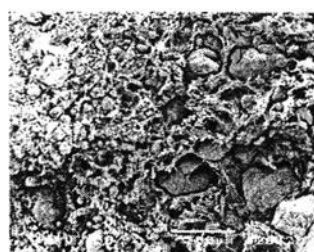
สูตร6



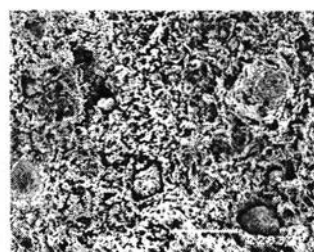
สูตร8



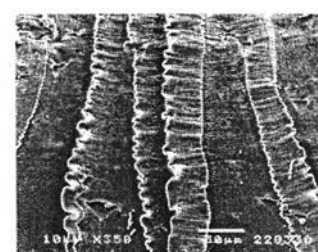
สูตร10



สูตร11



สูตร13



สูตร15

## ภาคผนวก ง

ง. 1 ผลการทดสอบการดูดซึ่มความชื้นของพอลิเมอร์ผสม

สูตร1	% Moisture Absorption
1	0.1169
2	0.1054
3	0.1246
4	0.1178
5	0.1065
Average	$0.1142 \pm 0.008141$

สูตร2	% Moisture Absorption
1	0.069
2	0.080
3	0.0634
4	0.0638
5	0.0683
Average	$0.0689 \pm 0.006705$

สูตร3	% Moisture Absorption
1	0.0424
2	0.0426
3	0.0544
4	0.0487
5	0.0544
Average	$0.0485 \pm 0.005951$

สูตร4	% Moisture Absorption
1	0.0000
2	0.0261
3	0.0193
4	0.0195
5	0.0130
Average	$0.0156 \pm 0.009865$

สูตร5	% Moisture Absorption
1	0.0000
2	0.0000
3	0.0068
4	0.0000
5	0.0068
Average	$0.0027 \pm 0.003725$



สูตร 6	% Moisture Absorption
1	0.1509
2	0.1434
3	0.1575
4	0.1641
5	0.2164
Average	$0.1665 \pm 0.028956$

สูตร 7	% Moisture Absorption
1	0.1637
2	0.2611
3	0.1172
4	0.1757
5	0.1061
Average	$0.1648 \pm 0.061452$

สูตร 8	% Moisture Absorption
1	0.0188
2	0.0893
3	0.1062
4	0.0875
5	0.0000
Average	$0.0604 \pm 0.047555$

สูตร 9	% Moisture Absorption
1	0.0132
2	0.0066
3	0.0000
4	0.0468
5	0.0398
Average	$0.0213 \pm 0.020784$

สูตร 10	% Moisture Absorption
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.0069
Average	$0.0014 \pm 0.003086$

สูตร11	% Moisture Absorption
1	0.0309
2	0.3227
3	0.3025
4	0.3571
5	0.2691
Average	$0.2565 \pm 0.13007$

สูตร12	% Moisture Absorption
1	0.2991
2	0.2713
3	0.2591
4	0.2845
5	0.2980
Average	$0.2824 \pm 0.071268$

สูตร13	% Moisture Absorption
1	0.1677
2	0.1352
3	0.1358
4	0.2021
5	0.1505
Average	$0.1583 \pm 0.027872$

สูตร14	% Moisture Absorption
1	0.1050
2	0.1387
3	0.0625
4	0.2001
5	0.1595
Average	$0.1332 \pm 0.05242$

สูตร15	% Moisture Absorption
1	0.0149
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000
5	0.0000
Average	$0.0015 \pm 0.006663$

ง. 2 ผลการทดสอบความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพของพอลิเมอร์ผสม

ง. 2.1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ลดลงของพอลิเมอร์ผสม

เมื่อฝังดินเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

สูตร1	% Weight Loss
1	0.370
2	0.465
3	0.556
4	0.278
5	0.093
Average	$0.3524 \pm 0.178371$

สูตร2	% Weight Loss
1	0.095
2	0.952
3	0.190
4	0.190
5	0.385
Average	$0.3624 \pm 0.34608$

สูตร3	% Weight Loss
1	0.101
2	0.202
3	0.302
4	0.201
5	0.403
Average	$0.2418 \pm 0.114764$

สูตร4	% Weight Loss
1	0.539
2	0.108
3	0.216
4	0.108
5	0.108
Average	$0.2158 \pm 0.186629$

สูตร5	% Weight Loss
1	0.456
2	0.228
3	0.460
4	0.000
5	0.229
Average	$0.2746 \pm 0.191661$

สูตร6	% Weight Loss
1	2.891
2	4.319
3	2.651
4	2.822
5	2.898
Average	$3.1162 \pm 0.679709$

สูตร7	% Weight Loss
1	3.657
2	0.000
3	2.327
4	1.864
5	1.078
Average	$1.7852 \pm 1.368435$

สูตร8	% Weight Loss
1	1.846
2	2.574
3	2.588
4	2.368
5	2.083
Average	$2.2918 \pm 0.322301$

สูตร9	% Weight Loss
1	0.111
2	0.548
3	0.111
4	1.221
5	0.222
Average	$0.4426 \pm 0.470531$

สูตร10	% Weight Loss
1	0.117
2	1.843
3	0.117
4	0.117
5	0.000
Average	$0.4388 \pm 0.786605$

สูตร11	% Weight Loss
1	0.575
2	0.675
3	1.736
4	0.964
5	0.585
Average	$0.9070 \pm 0.489444$

สูตร12	% Weight Loss
1	0.690
2	0.903
3	0.393
4	0.595
5	0.492
Average	$0.6146 \pm 0.19582$

สูตร13	% Weight Loss
1	0.718
2	0.209
3	0.000
4	0.627
5	1.247
Average	$0.5602 \pm 0.48431$

สูตร14	% Weight Loss
1	0.685
2	0.803
3	0.688
4	0.344
5	0.459
Average	$0.5958 \pm 0.188087$

สูตร15	% Weight Loss
1	0.000
2	0.000
3	0.000
4	0.000
5	0.000
Average	$0.000 \pm 0$

ง. 2.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ลดลงของพอลิเมอร์ผสม  
เมื่อฝังดินเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

สูตร1	% Weight Loss
1	0.557
2	0.556
3	0.555
4	0.553
5	0.740
Average	$0.5922 \pm 0.082636$

สูตร2	% Weight Loss
1	0.475
2	0.192
3	0.950
4	0.669
5	0.476
Average	$0.5524 \pm 0.279909$

สูตร3	% Weight Loss
1	0.604
2	0.403
3	0.504
4	0.303
5	0.404
Average	$0.4436 \pm 0.114413$

สูตร4	% Weight Loss
1	0.323
2	0.322
3	0.646
4	0.856
5	0.429
Average	$0.5152 \pm 0.231814$

สูตร5	% Weight Loss
1	0.571
2	0.690
3	0.457
4	0.344
5	0.690
Average	$0.5504 \pm 0.150603$

สูตร6	% Weight Loss
1	4.681
2	4.111
3	3.484
4	3.069
5	5.529
Average	4.1748 ± 0.973931

สูตร7	% Weight Loss
1	1.470
2	1.666
3	2.807
4	2.718
5	2.918
Average	2.3158 ± 0.689802

สูตร8	% Weight Loss
1	4.226
2	1.857
3	2.904
4	4.757
5	3.901
Average	3.5290 ± 1.153081

สูตร9	% Weight Loss
1	1.107
2	1.657
3	0.222
4	0.774
5	1.327
Average	1.0174 ± 0.548834

สูตร10	% Weight Loss
1	0.587
2	0.352
3	1.165
4	0.352
5	0.235
Average	0.5382 ± 0.373005

สูตร 11	% Weight Loss
1	1.648
2	1.445
3	0.964
4	1.246
5	2.019
Average	1.4644 ± 0.399927

สูตร 12	% Weight Loss
1	1.081
2	1.081
3	1.278
4	1.671
5	0.492
Average	1.1206 ± 0.426025

สูตร 13	% Weight Loss
1	0.725
2	0.826
3	0.929
4	0.310
5	1.461
Average	0.8502 ± 0.414537

สูตร 14	% Weight Loss
1	0.919
2	0.574
3	0.803
4	0.571
5	0.573
Average	0.6880 ± 0.163169

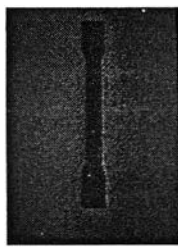
สูตร 15	% Weight Loss
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
Average	0.00 ± 0



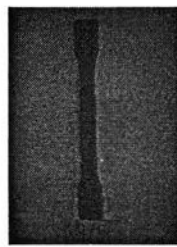


ง. 2.3 รูปแสดงลักษณะของพอลิเมอร์ผสมที่ผ่านการทดสอบความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ

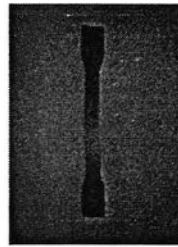
ง. 2.3.1 ลักษณะของพอลิเมอร์ผสมก่อนการทดสอบ



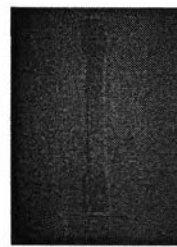
สูตร1



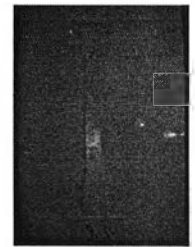
สูตร2



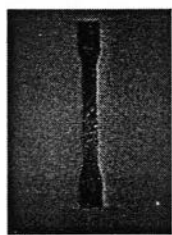
สูตร3



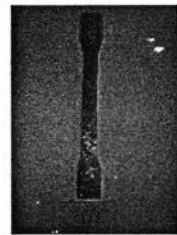
สูตร4



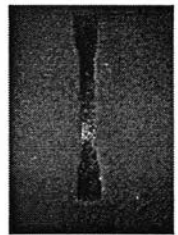
สูตร5



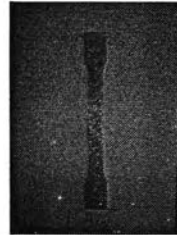
สูตร6



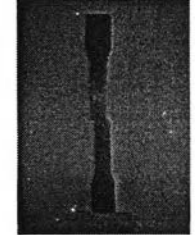
สูตร7



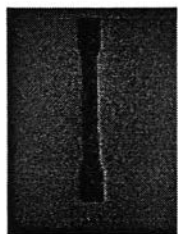
สูตร8



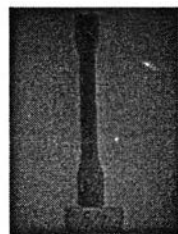
สูตร9



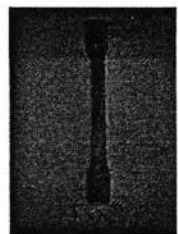
สูตร10



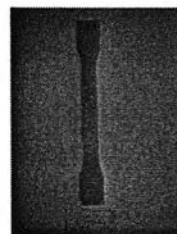
สูตร11



สูตร12



สูตร13

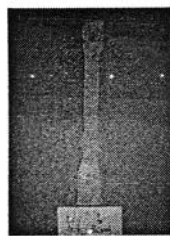


สูตร14

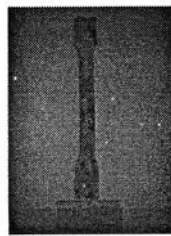


สูตร15

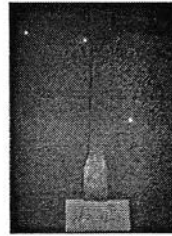
## ง. 2.3.2 ลักษณะของพอลิเมอร์ผสมหลังการทดสอบเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์



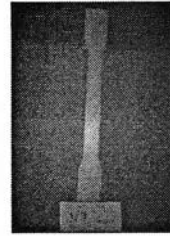
สูตร1



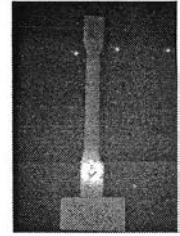
สูตร2



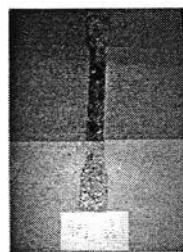
สูตร3



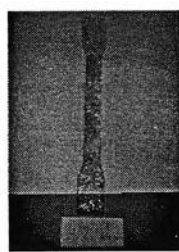
สูตร4



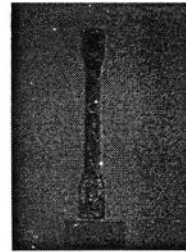
สูตร5



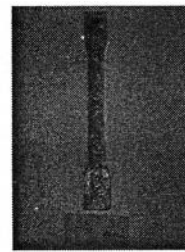
สูตร6



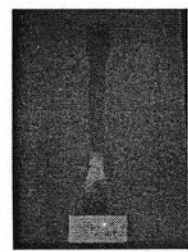
สูตร7



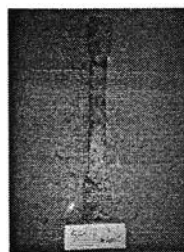
สูตร8



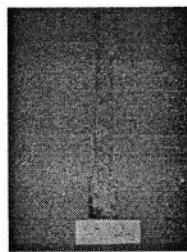
สูตร9



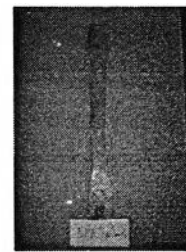
สูตร10



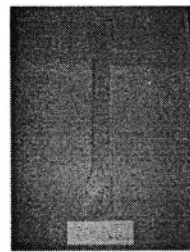
สูตร11



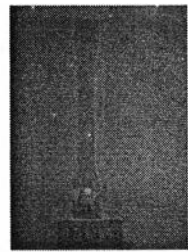
สูตร12



สูตร13

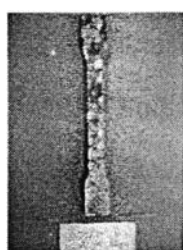


สูตร14

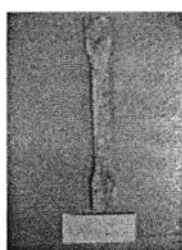


สูตร15

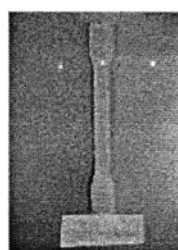
## ง. 2.3.2 ลักษณะของพอลิเมอร์ผสมหลังการทดสอบเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์



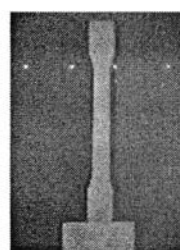
สูตร 1



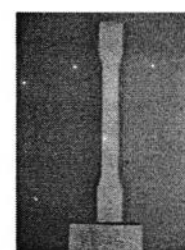
สูตร 2



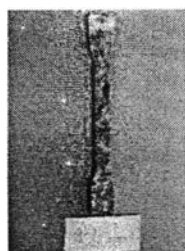
สูตร 3



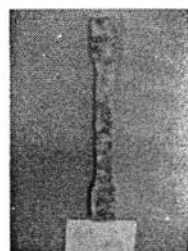
สูตร 4



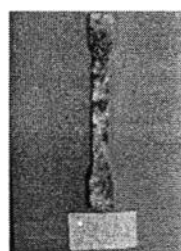
สูตร 5



สูตร 6



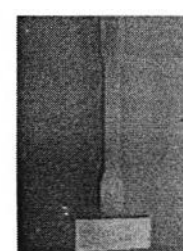
สูตร 7



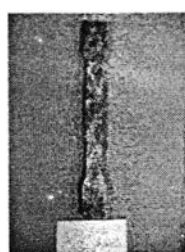
สูตร 8



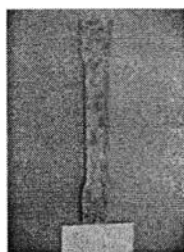
สูตร 9



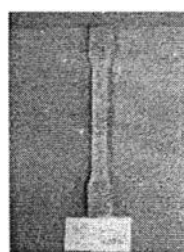
สูตร 10



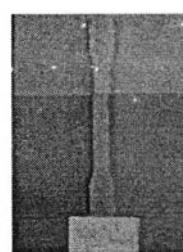
สูตร 11



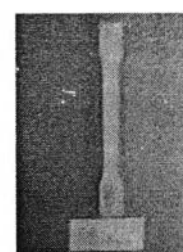
สูตร 12



สูตร 13



สูตร 14



สูตร 15

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย วัชรพัฐ สุหรัาย เกิดวันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2523 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม จากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2546 หลังจากนั้นเข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่ง ทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคต้นปีการศึกษา 2547 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลายปีการศึกษา 2549

