

## รายการอ้างอิง

- [1] ธนวรรณ ชำเกิด. การเตรียมฟิล์มโคเอ็กซ์ทรูชันจากพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิเอทีลีนความหนาแน่นต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- [2] สุธิดา โทมัยชัยและคณะ. การสังเคราะห์มาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟพอลิแล็กติกแอซิดโดยการทำปฏิกิริยาในเครื่องอัดรีดเกลียวคู่. โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2553.
- [3] วันเพ็ญ เตชะบุญเกียรติ. เอกสารประกอบการสอนวิชาพอลิเมอร์ทางการแพทย์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [4] สรินทร ลิมปนาท. โครงสร้างและชนิดของแร่ดินเหนียว: [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <http://www.material.chula.ac.th/RADIO45/April/radio4-2.htm> [20 ธันวาคม 2555]
- [5] บงกช นันทบุญเลิศ. 2549. การเตรียมนาโนคอมพอสิตของยางธรรมชาติ/ อีวีเอ/ มอนต์มอริลโลไนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [6] ชิตชนก ตั้งบุญอนุสรณ์. การปรับปรุงสมบัติห่วงไฟและด้านการหลอมหยดของพอลิเอทีลีน เทเรฟเทเลตด้วยเบนโทไนต์และเบนโทไนต์ดัดแปร. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2554.
- [7] เสาวรจณ์ ช่วยจุลจิตร. เอกสารประกอบการสอนวิชาฟิล์ม: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2546.
- [8] รัจนา สิริสุข. เอกสารประกอบการสอนวิชาการกระบวนการผลิตทางพอลิเมอร์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2550.

- [9] สมศักดิ์ วรมงคลชัย. เทคโนโลยีพอลิเมอร์1. กรุงเทพฯ: บั๊คเน็ต, 2548.
- [10] บรรณ เลง ศรีนิล. เทคโนโลยีพลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 19. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546
- [11] เจริญ นาคะสรรค์. กระบวนการแปรรูปพลาสติก. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นิติธรรม, 2542.
- [12] Tan, L.; Chen, Y. Zhou, W.; Nie, H.; Li, F.; and He, X. Novel poly(butylene succinate-co-lactic acid) copolyesters: Synthesis, crystallization, and enzymatic degradation. Polymer Degradation and Stability 95 (2010): 1920-1927.
- [13] Kulinski, Z.; Piorkowska, E.; Gadzinowska, K.; and Stasiak, M. Plasticization of poly(L- lactide) with poly(propylene glycol). Biomacromolecules 7 (2006): 2128-2135.
- [14] Singh, G.; Bhunia, H.; Rajor, A.; and Choudhary, V. Thermal properties and degradation characteristics of polylactide, linear low density polyethylene, and their blends. Polymer Bulletin 66 (2010): 939-953.
- [15] Bhatia, A.; Gupta, R.K.; Bhattacharya, S.N.; and Choi, H.J. Compatibility of biodegradable poly(lactic acid)(PLA) and poly(butylene succinate) (PBS) blends for packaging application. Korea-Australia Rheology Journal 19 (2007): 125-131.
- [16] Masaki, H.; Tsubasa, O.; Kouji, I.; Hideki H.; Koji, H.; and Hiroyuki, F. Increased impact strength of Biodegradable poly(lactic acid)/poly(butylene succinate) blend composites by using isocyanate as a reactive processing agent. Journal of Applied Polymer Science 106 (2007): 1813-1820.

- [17] Ojijo, V.; Cele, H.; Ray, S.S. Morphology and properties of polymer composites based on biodegradable polylactide/poly[(butylene succinate)-co-adipate] blend and nanoclay. Macromolecular Materials and Engineering 296 (2011) : 865-877.
- [18] Yuan, Y.; and Ruckenstein, E. Polyurethane toughened Poly(lactic acid). Polymer Bulletin 40 (1988) : 485-490
- [19] Li, Q.; Yoon, J.S.; and Chen, G.X. Thermal and biodegradable properties of poly(L-lactide)/poly(caprolactone) compounded with functionalized organoclay. Journal of Polymers and the Environment 19 (2011): 59-68.
- [20] Krikorian, V.; and Porchan, J.D. Poly(L-lactic acid)/Layered silicate nanocomposite: Fabrication, characterization, and properties. Journal of Materials chemistry. 15(2003): 4317-4324.
- [21] Lee, S.R.; Park, H.M.; Lim, H.; Kang, T.; Li, X.; Cho, W.J.; and Ha, C.S. Microstructure, tensile properties, and biodegradability of aliphatic polyester/clay nanocomposites. Polymer 43(2002): 2494-2500.
- [22] Ray, S.S; Pouliot, S.; Bousmina, M.; and Utracki, L.A. Role of organically modified layered silicate as an active interfacial modifier in immiscible polystyrene/polypropylene blends. Polymer 45(2004): 8403.
- [23] Ray, S.S.; and Bousmina, M. Effect of organic modification on the compatibilization efficiency of clay in an immiscible polymer blend. Macromolecular Rapid Communications 26 (2005): 1639- 1646.

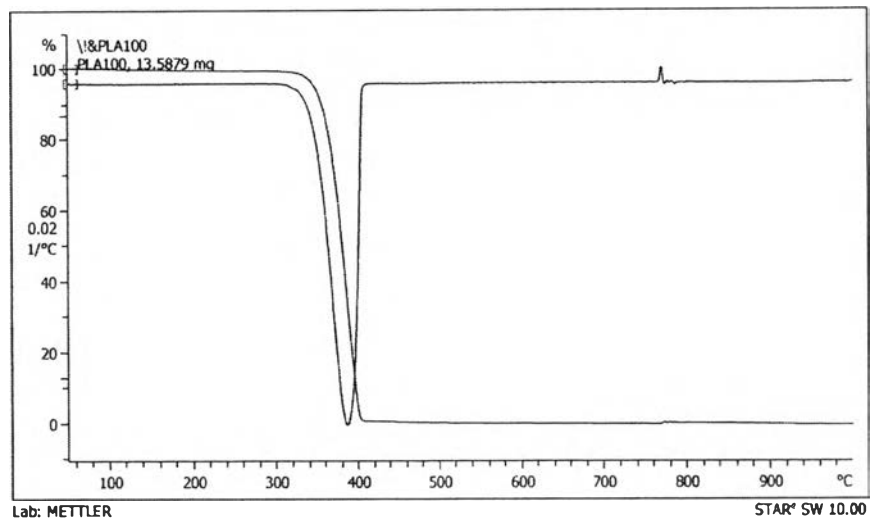
- [24] Bhatia, A.; Gupta, R.K.; Bhattacharya, S.N.; and Choi, H.J. Analysis of gas permeability characteristics of polyZ(lactic acid)/poly(butylene succinate) nanocomposites. Journal of nanomaterials 2012
- [25] Su, K.L.; Dong, G.S.; and Jae, R.Y. Degradation and rheological properties of biodegradable nanocomposites prepared by melt intercalation method. Fiber and polymer 6 (2005): 289-296.
- [26] Chen, G.X.; Kim, H.S.; Kim, E.S.; and Yoon, J.S. Compatibilized like effect of reactive organoclay on the poly(L-lactide)/poly(butylene succinate) blends. Polymer 46(2005): 11829-11836.
- [27] Morlet, S.; Mailhot, B.; Gonzalas, D.; and Gardette, J.L. Photo-oxidation of Polypropylene/Montmorillonite Nanocomposites. 1.Influence of Nanoclay and Compatibilizing Agent. Chemistry of Materials 16(2004): 377-383.
- [28] Su, Z.; Li, Q.; Liu, Y.; Xu, H.; Guo, W.; and Wu, C. Phase structure of compatibilized poly(lactic acid)/linear low density polyethylene blends. Journal of Macromolecular Science. Part B: Physics. 2009: 823-833
- [29] Chen, G.X.; and Yoon, J.S. Thermal stability of poly(L-lactide)/poly(butylene succinate)/claynanocomposites. Polymer Degradation and Stability 88(2005): 206-212.
- [30] Hong, J.S; Kim, Y.K; Ahn, K.H.; Lee, S.J; and Kim, C. Interfacial tension reduction in PBT/PE/clay nanocomposite. Rheologica Acta 4(2007): 469-478.
- [31] Shogren, R. Water vapor permeability of biodegradable polymer. Journal of Environmental Polymer degradation 5(1997): 91-95.

ภาคผนวก

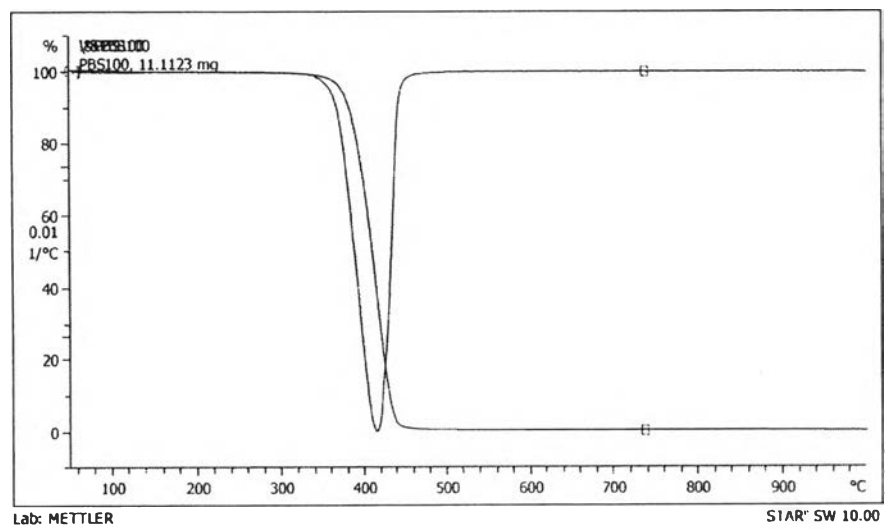
## ภาคผนวก ก

## TGA Thermogram ของพอลิเมอร์

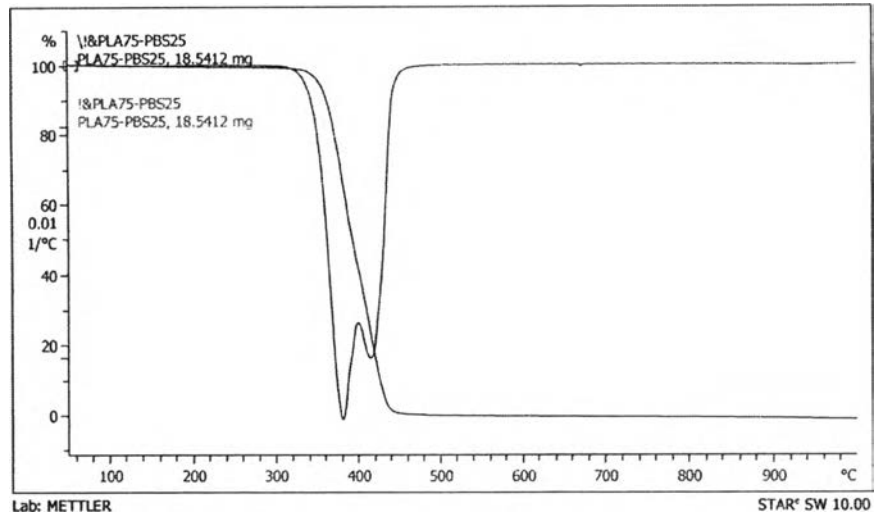
## 1. พอลิแล็กติกแอซิด



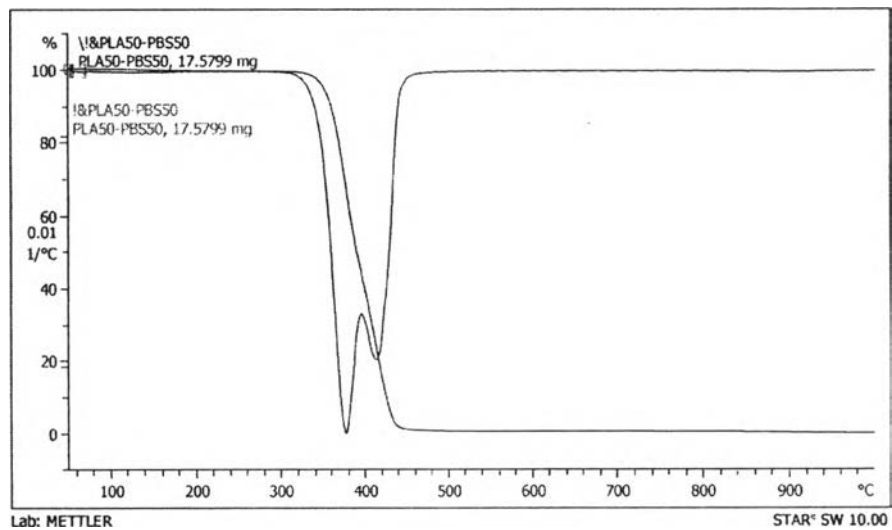
## 2. พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต



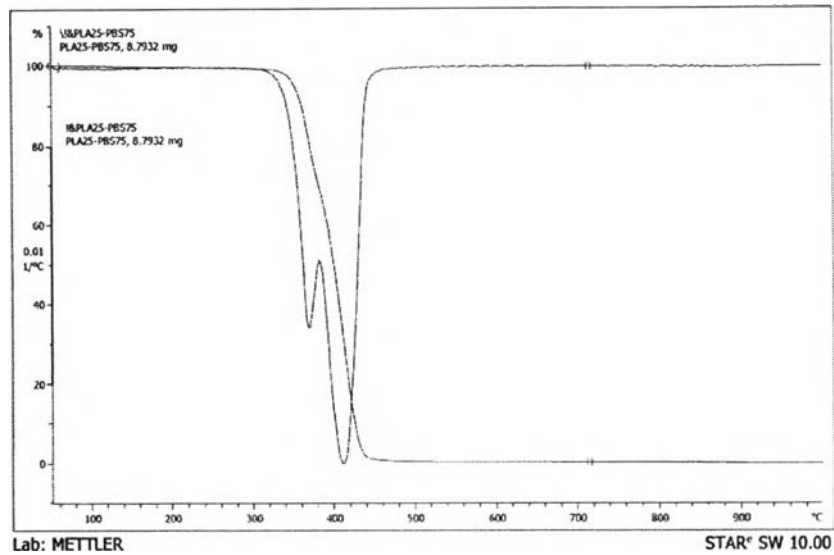
## 3. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตในอัตราส่วน PLA75/PBS25



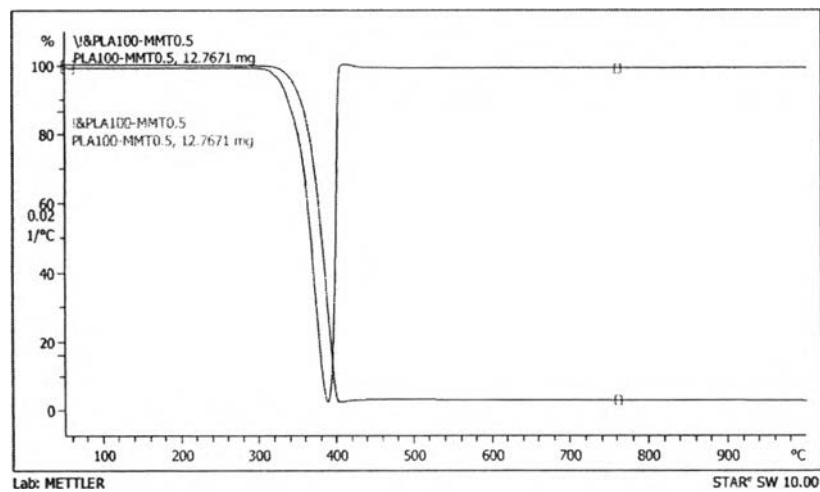
## 4. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตในอัตราส่วน PLA50/PBS50



## 5. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตในอัตราส่วน PLA25/PBS75

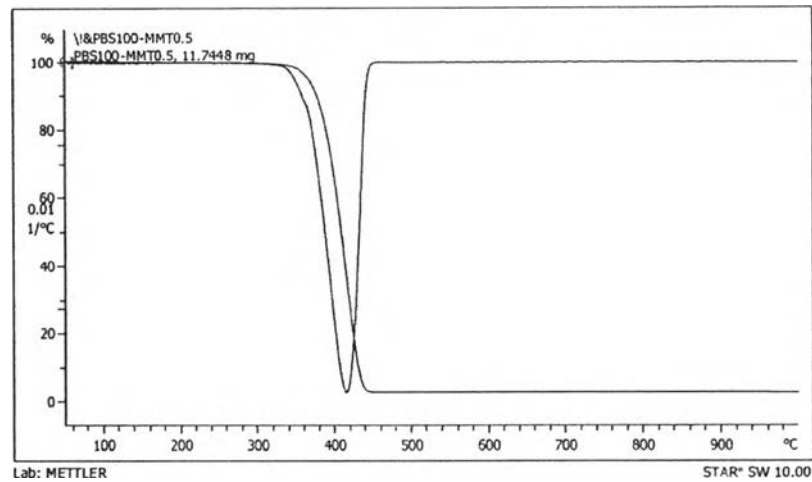


## 6 พอลิแล็กติกแอซิดเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ 0.5 phr

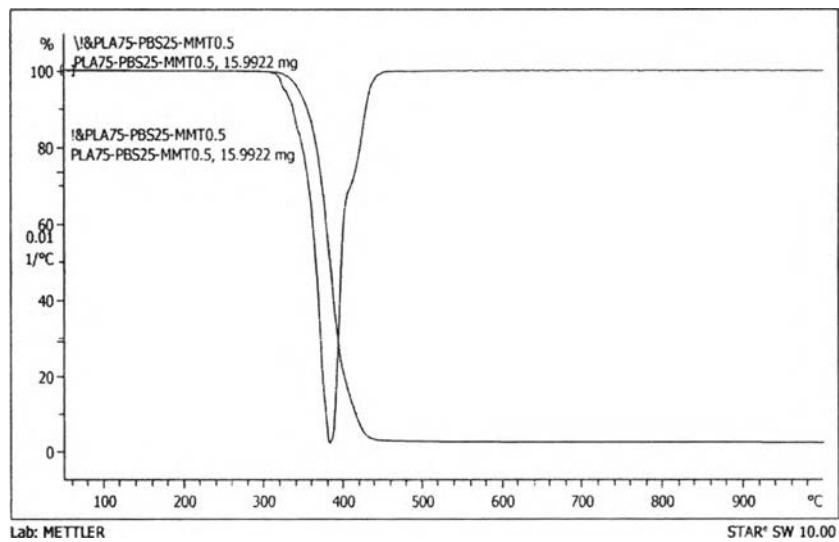




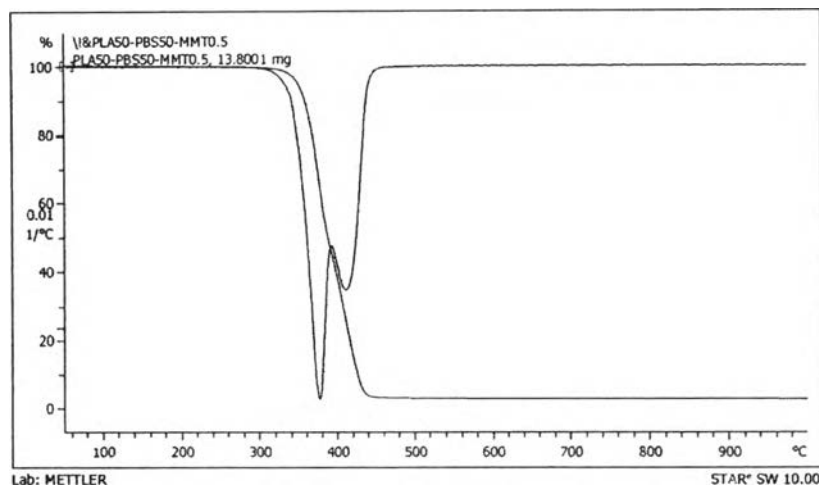
7. พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนไคลด์ 0.5 phr



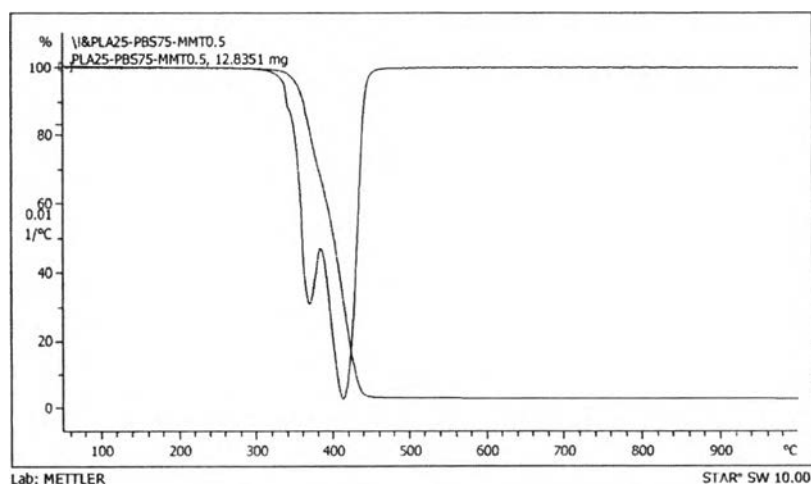
8. พอลิเมอริซึมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนไคลด์  
ดัดแปรในอัตราส่วน PLA75/PBS25/MMT0.5



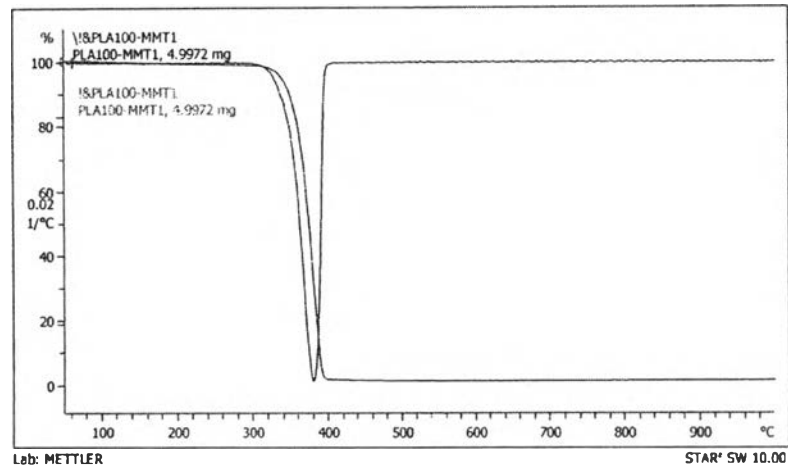
9. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทีลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์  
ดัดแปรในอัตราส่วน PLA50/PBS50/MMT0.5



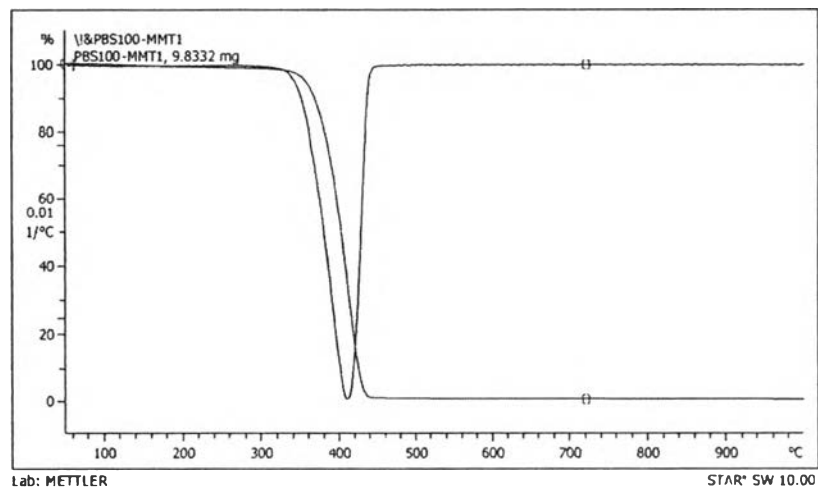
10. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทีลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ดัดแปรในอัตราส่วน PLA25/PBS75/MMT0.5



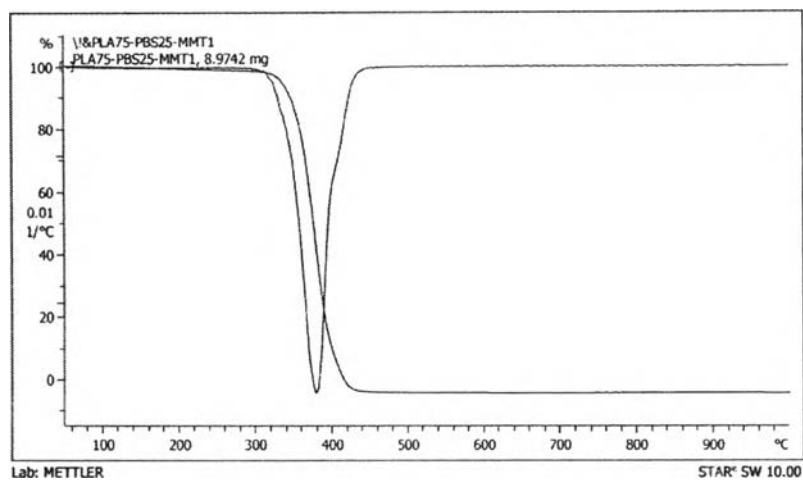
11. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ 1 phr



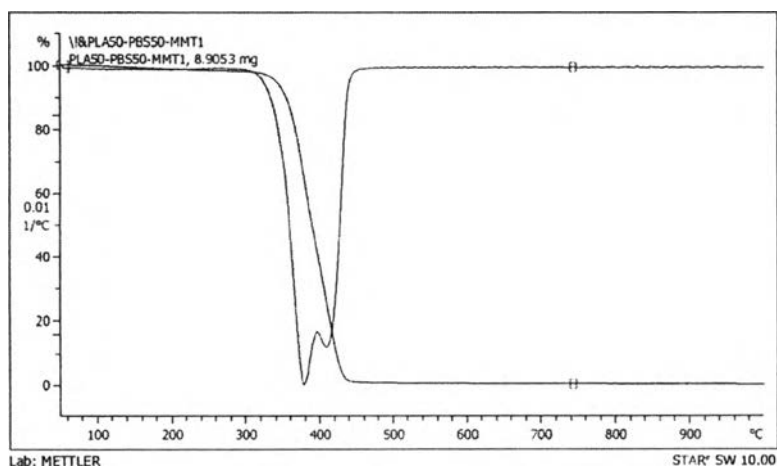
12. พอลิบิวทิลีนซั๊กซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ 1 phr



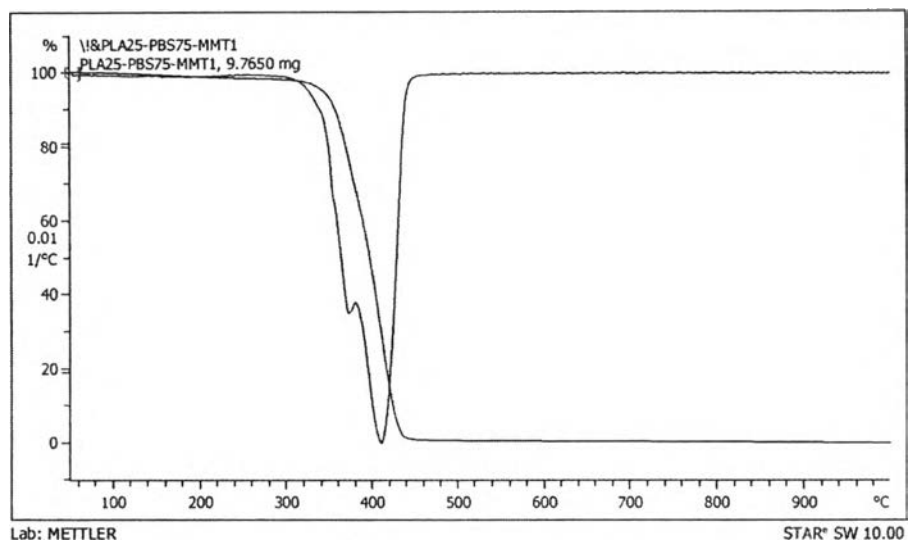
13. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ดัดแปรในอัตราส่วน PLA75/PBS25/MMT1



14. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ดัดแปรในอัตราส่วน PLA50/PBS50/MMT1



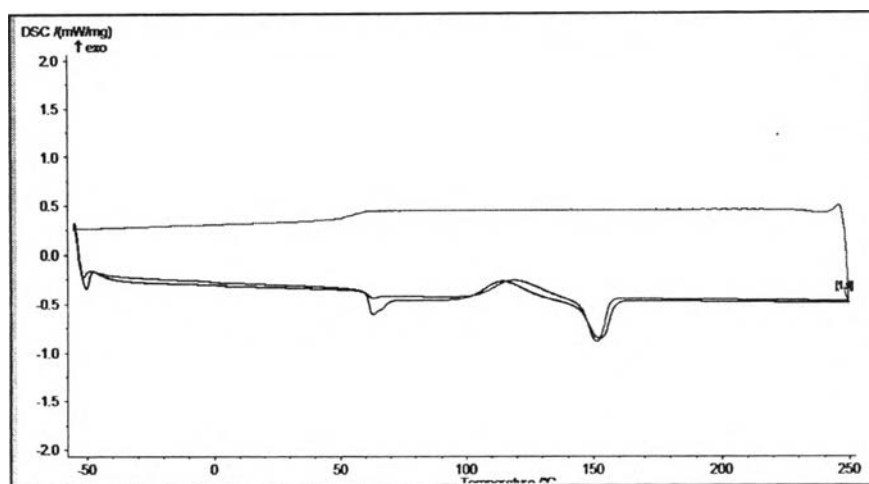
15. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลกติกแอซิดและพอลิบิวทีลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ดัดแปรในอัตราส่วน PLA25/PBS75/MMT1



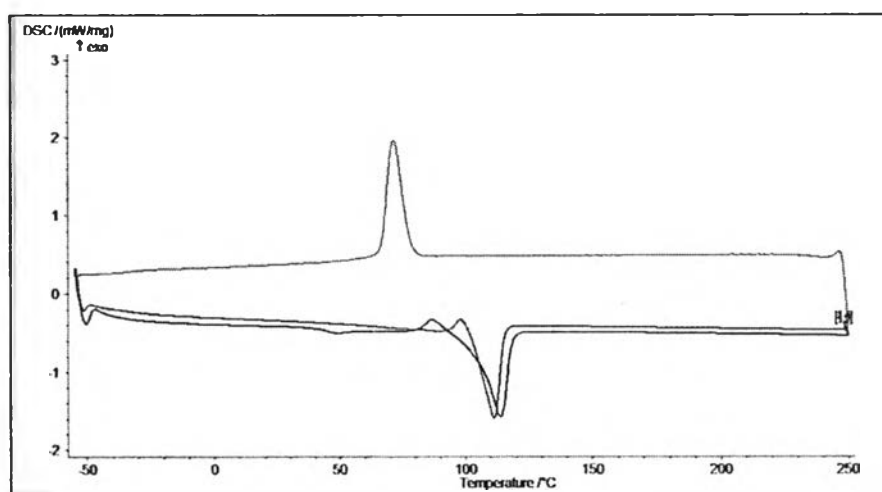
ภาคผนวก ข

DSC Thermogram ของพอลิเมอร์

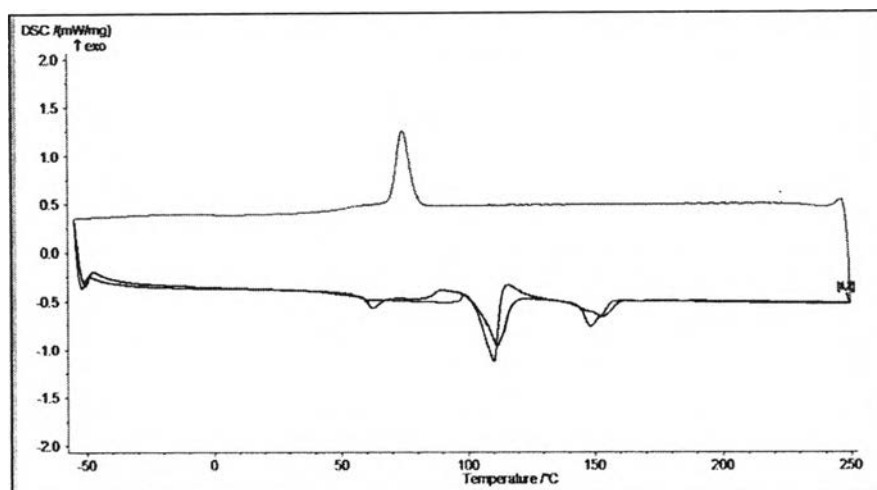
1. พอลิแล็กติกแอซิด



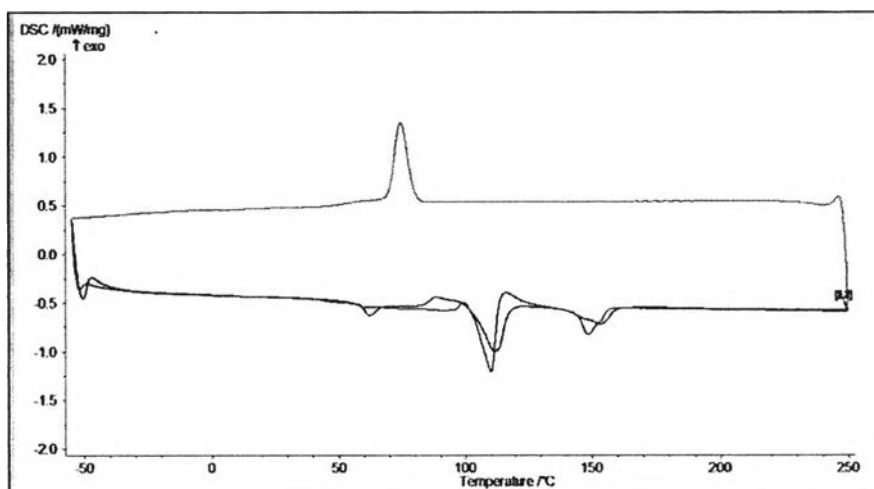
2. พอลิบิวทิลีนซัคซิเนต



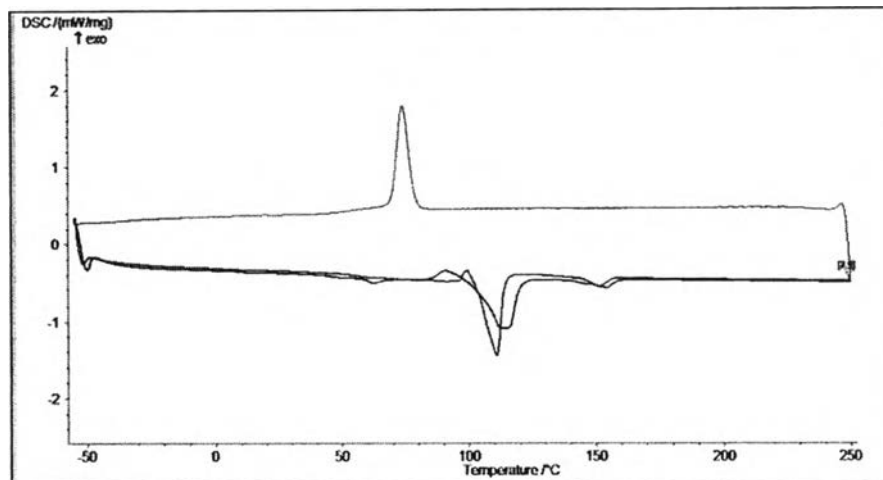
3. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่อัตราส่วน PLA75/PBS25



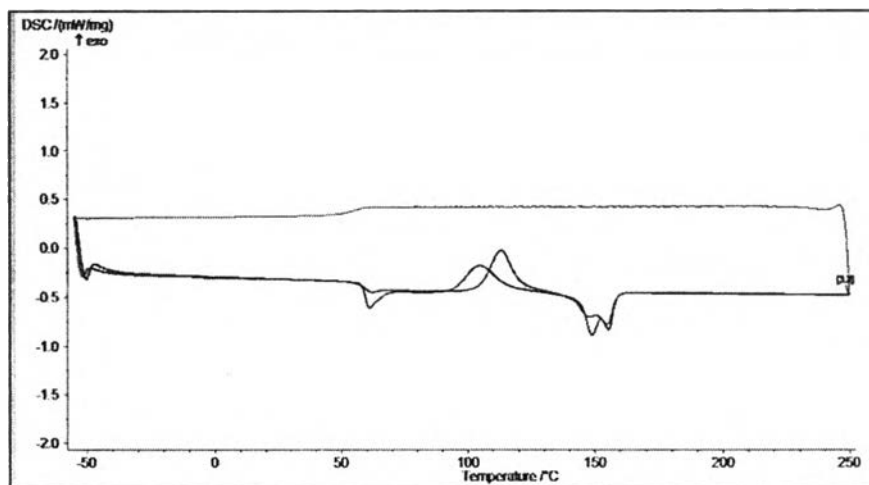
4. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่อัตราส่วน PLA50/PBS50



5. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตที่อัตราส่วน PLA25/PBS75

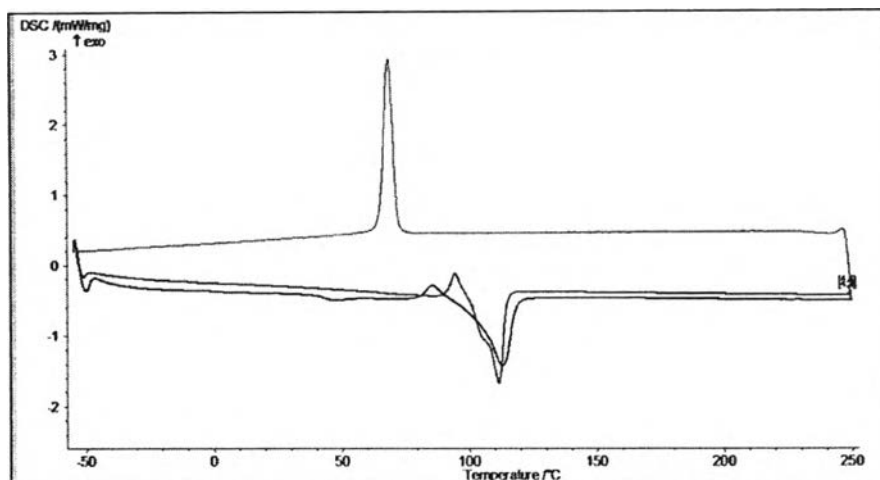


6. พอลิแล็กติกแอซิดเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ 1 phr

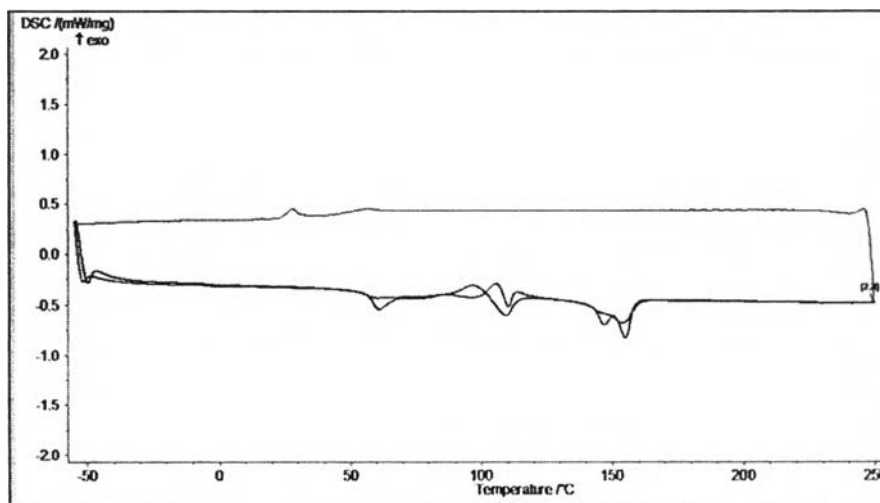




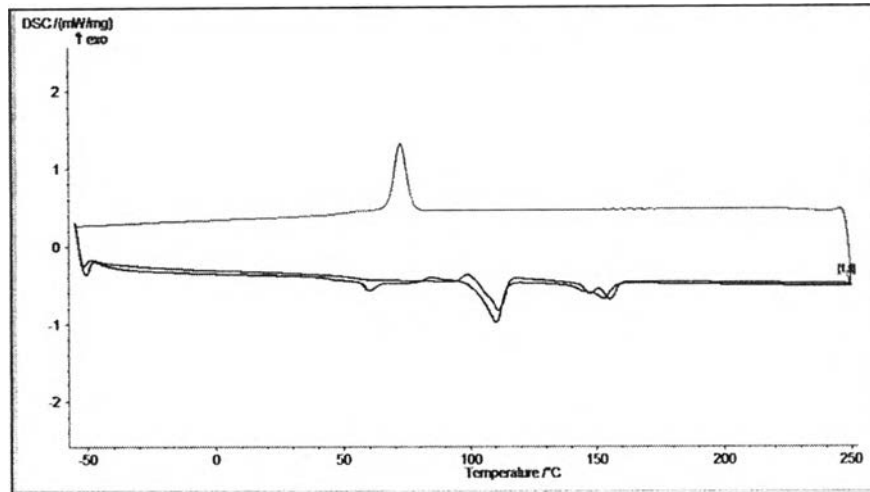
7. พอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนไคลย์ 1 phr



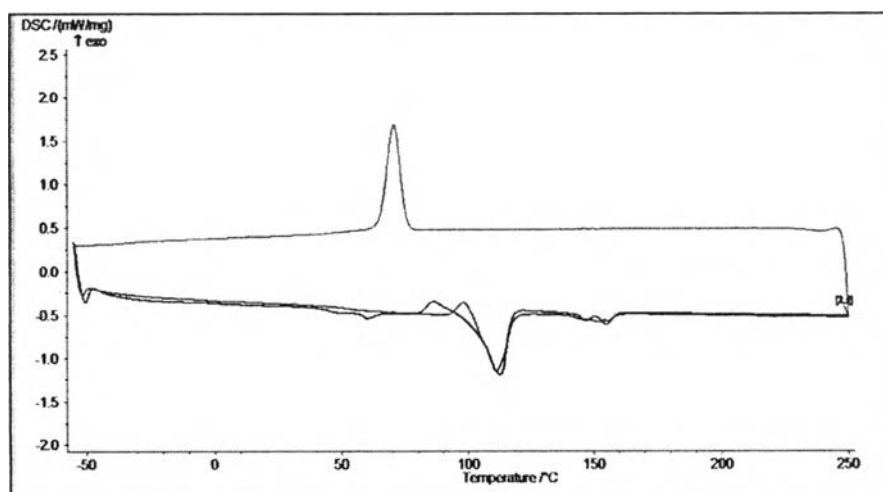
8. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนไคลย์  
ที่อัตราส่วน PLA75/PBS25/MMT1



9. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนไคลย์  
ที่อัตราส่วน PLA50/PBS50/MMT1



10. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลกติกแอซิดและพอลิบิวทีลีนซึกซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์  
ที่อัตราส่วน PLA25/PBS75/MMT1



## ภาคผนวก ค

## ดรชนีการหลอมไหลของพอลิเมอร์ผสม

## 1. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต

ครั้งที่	PLA	PBS	PLA75/PBS25	PLA50/PBS50	PLA25/PBS75
1	7.6	18.9	7.9	12.9	15.8
2	8.5	18.7	9.7	12.4	14.0
3	8.1	19.2	8.5	11.8	13.5
4	8.7	19.7	8.8	11.2	15.1
5	8.3	19.5	8.7	12.3	14.0
Average	8.2	19.2	8.7	12.0	14.5

2. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทีลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์  
0.5 phr

ครั้งที่	PLA100/ MMT0.5	PBS100/ MMT0.5	PLA75/PBS25 /MMT0.5	PLA50/PBS5 0/MMT0.5	PLA25/PBS75 /MMT0.5
1	8.1	21.4	8.3	12.9	14.6
2	7.9	23.3	7.9	11.1	18.4
3	7.8	25.4	7.8	13.5	17.1
4	8.5	25.4	8.5	14.8	16.3
5	9.5	21.5	9.5	15.3	12.8
Average	8.4	23.4	8.4	13.5	15.8

3. พอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและพอลิบิวทิลีนซอกซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์  
1 phr

ครั้งที่	PLA100/ MMT1	PBS100/ MMT1	PLA75/PBS25 /MMT1	PLA50/PBS5 0/MMT1	PLA25/PBS75 /MMT1
1	7.9	23.4	9.2	14.6	20.1
2	9.7	23.3	9.8	18.4	21.5
3	8.5	23.4	7.2	17.1	18.2
4	8.8	24.4	8.3	16.3	19.5
5	8.7	22.5	10.0	12.3	18.7
Average	8.7	25.1	9.0	15.1	19.6

ภาคผนวก ง

ความทนแรงดึงของฟิล์มพอลิเมอร์ผสมชั้นเดียว

1. ฟิล์มพอลิแล็กติกแอซิด

Sample	Tensile Strength (MPa)	Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	45.13	2078.34	3.66
2	45.99	2071.21	3.64
3	46.11	2082.18	3.58
4	46.12	2100.93	3.74
5	46.93	2122.89	3.79
Average	46.05	2091.11	3.68
SD	0.64	20.89	0.08

## 2. फिल्मพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต

Sample	Tensile Strength (MPa)	Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	24.10	484.10	17.50
2	24.87	492.16	17.64
3	25.17	489.55	17.93
4	24.68	493.10	17.96
5	23.40	480.77	17.80
Average	24.44	487.94	17.77
SD	0.70	5.32	0.19

## 3. फिल्मพอลิเมอริผสม PLA75/PBS25

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	40.65	1997.74	4.07
2	40.78	1996.75	4.08
3	41.49	2035.60	3.96
4	41.42	2069.64	4.13
5	42.74	2098.74	3.89
Average	41.42	2039.69	4.03
SD	0.83	44.73	0.10

## 4. พิล์มพอลิเมอร์ผสม PLA50/PBS50

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	38.64	1444.6	200.54
2	37.45	1471.98	227.75
3	37.90	1440.65	209.06
4	39.98	1484.76	183.59
5	40.92	1450.2	182.15
Average	39.18	1458.45	200.62
SD	1.32	19.04	18.97

## 5. พิล์มพอลิเมอร์ผสม PLA25/PBS75

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	31.68	867.14	11.38
2	31.72	838.32	10.96
3	31.74	880.61	10.69
4	31.10	903.15	10.42
5	31.09	918.07	9.70
Average	31.46	881.46	10.63
SD	0.34	31.13	0.63



## 6. ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA100/MMT0.5

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	47.96	2069.67	3.87
2	51.73	2188.34	3.82
3	51.62	2075.62	3.97
4	51.13	2200.30	3.70
5	48.71	2108.48	3.93
Average	50.23	2128.48	3.86
SD	1.77	62.04	0.11

## 7. ฟิล์มพอลิไพลีนซึกซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PBS100/MMT0.5

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	29.27	445.59	14.24
2	28.60	459.54	14.09
3	29.68	486.70	14.91
4	29.83	499.96	14.84
5	29.78	438.54	15.36
Average	29.43	466.07	14.69
SD	0.52	26.43	0.52

## 8. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA75/PBS25/MMT0.5

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	49.34	2119.15	4.13
2	49.66	2185.56	4.14
3	48.07	2218.90	4.28
4	48.91	2286.21	3.90
5	48.55	2320.53	3.82
Average	48.91	2226.07	4.06
SD	0.63	80.10	0.19

## 9. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA50/PBS50/MMT0.5

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	39.55	1537.51	157.95
2	39.09	1537.57	163.75
3	39.17	1537.46	1665.08
4	39.97	1544.07	153.18
5	38.68	1550.78	164.38
Average	39.29	1541.48	160.87
SD	0.49	5.93	5.15

## 10. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA25/PBS75/MMT0.5

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	30.71	853.44	30.71
2	30.06	806.42	30.06
3	29.42	832.61	29.42
4	29.05	804.86	29.05
5	28.85	785.72	28.85
Average	29.62	816.61	29.62
SD	0.77	26.50	0.77

## 11. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA100/MMT1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	52.94	2433.29	4.12
2	51.49	2417.57	4.18
3	51.14	2451.31	4.27
4	51.42	2379.69	3.95
5	52.81	2380.36	3.87
Average	51.96	2412.44	4.08
SD	0.85	31.92	0.16

## 12. फिल्मพอลิบิวทิลีนซัคซินเตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PBS100/MMT1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	31.68	613.47	10.64
2	31.36	607.65	12.75
3	31.14	588.49	25.47
4	30.63	620.54	15.96
5	29.47	618.52	16.46
Average	30.86	609.73	16.25
SD	0.86	12.88	5.68

## 13. फिल्मพอลิเมอริผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA75/PBS25/MMT1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	48.69	2195.57	4.12
2	48.65	2197.00	4.41
3	48.80	2152.36	4.40
4	46.51	2269.40	4.49
5	50.71	2189.29	4.24
Average	48.67	2200.72	4.33
SD	1.49	42.50	0.14

## 14. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA50/PBS50/MMT1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	42.06	1772.80	110.57
2	42.16	1742.07	110.42
3	42.10	1653.11	122.75
4	42.09	1767.63	121.24
5	42.30	1768.84	135.65
Average	42.14	1740.89	120.12
SD	0.09	50.55	0.71

## 15. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA25/PBS75/MMT1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	35.35	976.09	10.62
2	36.44	960.88	10.51
3	38.98	906.89	10.04
4	39.15	924.87	11.85
5	38.99	986.99	11.34
Average	37.78	951.14	10.87
SD	1.76	34.10	0.72

## 16. ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA100/MMT3

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	51.53	2115.04	2.58
2	49.81	2125.82	2.60
3	48.13	2105.37	2.57
4	52.76	2154.47	2.58
5	47.68	2115.18	2.57
Average	49.98	2123.18	2.58
SD	2.17	18.93	0.01

## 17. ฟิล์มพอลิไวนิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PBS100/MMT3

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	27.06	541.92	10.63
2	26.45	545.76	10.33
3	26.34	553.54	10.92
4	26.66	535.19	10.42
5	27.51	539.14	10.14
Average	26.80	543.11	10.49
SD	0.48	6.70	0.30

## 18. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA75/PBS25/MMT3

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	48.07	1720.57	5.64
2	48.69	1741.18	5.68
3	46.81	1722.87	5.72
4	47.10	1705.63	5.78
5	48.97	1828.09	5.54
Average	47.93	1743.67	5.67
SD	0.95	48.80	0.09

## 19. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA50/PBS50/MMT3

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	34.88	1467.55	54.95
2	36.00	1420.93	64.94
3	35.00	1493.06	54.71
4	35.06	1487.52	42.66
5	36.59	1492.16	68.42
Average	35.51	1472.25	57.14
SD	0.75	30.49	10.10

## 20. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA25/PBS75/MMT3

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	23.58	738.32	5.50
2	24.10	733.73	5.54
3	23.83	707.73	5.64
4	23.86	718.01	5.68
5	25.09	773.12	5.72
Average	24.09	734.18	5.62
SD	0.59	24.97	0.09

## 21. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA100/TFC1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	49.81	2167.05	4.01
2	47.68	2127.30	4.47
3	48.13	2085.29	4.99
4	47.03	2297.53	4.14
5	51.53	2189.51	4.06
Average	48.84	2173.33	4.33
SD	1.82	79.99	0.40



## 22. फिल्मพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PBS100/TFC1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	31.68	576.16	15.65
2	31.36	535.83	15.54
3	31.14	543.65	14.75
4	30.63	530.47	14.80
5	29.47	588.85	14.09
Average	30.86	554.99	14.97
SD	0.86	25.94	0.64

## 23. फिल्मพอลิเมอริ์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA75/PBS25/TFC1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	39.61	1617.93	4.18
2	39.11	1695.90	7.46
3	39.19	1605.38	4.52
4	39.82	1674.45	6.79
5	39.75	1603.26	6.99
Average	39.50	1639.38	5.99
SD	0.33	42.85	1.52

## 24. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA50/PBS50/TFC1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	42.06	1336.41	41.81
2	42.16	1433.74	46.89
3	42.10	1254.89	49.01
4	42.09	1310.87	35.90
5	42.30	1297.19	45.07
Average	42.14	1326.62	43.74
SD	0.09	20.84	5.11

## 25. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA25/PBS75/TFC1

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	30.71	642.11	8.35
2	30.06	677.95	8.07
3	29.42	680.05	8.43
4	29.05	684.97	7.82
5	28.84	698.13	7.44
Average	29.62	676.64	8.02
SD	0.77	20.84	0.40

### ความต้านแรงดึงของฟิล์มโคเอ็กซ์ทรูชัน

#### 1. ฟิล์มโคเอ็กซ์ทรูชัน 3 ชั้น P/75-25/P

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	46.48	2137.01	4.77
2	45.65	2100.29	5.53
3	46.81	2134.00	4.56
4	47.25	2151.73	4.20
5	46.49	2159.42	3.74
Average	46.54	2136.49	4.56
SD	0.59	22.77	0.67

#### 2. ฟิล์มโคเอ็กซ์ทรูชัน 3 ชั้น P/50-50/P

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	45.18	1608.24	104.36
2	45.46	1741.49	93.24
3	46.64	1778.37	111.94
4	46.07	1582.50	130.75
5	47.71	1814.26	99.81
Average	46.21	1704.97	108.02
SD	1.00	103.71	14.42

## 3. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชั้น 3 ชั้น P/25-75/P

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	37.11	1573.98	11.20
2	38.32	1547.21	13.31
3	37.12	1604.65	12.63
4	38.14	1593.49	13.07
5	37.08	1494.04	14.32
Average	37.55	1562.67	12.91
SD	0.62	44.13	1.13

## 4. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชั้น 3 ชั้น P/PBS/P

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	31.80	1327.01	13.68
2	33.66	1367.17	12.69
3	32.84	1333.52	14.69
4	32.53	1387.76	13.26
5	32.52	1406.28	16.93
Average	32.67	1364.35	14.25
SD	0.67	34.13	1.67

## 5. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/75-25-0.5/P

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	48.57	2375.16	3.41
2	45.86	2390.79	3.01
3	45.40	2354.41	3.69
4	45.84	2341.05	2.81
5	45.54	2433.22	3.57
Average	46.24	2378.92	3.30
SD	1.31	35.84	0.37

## 6. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/50-50-0.5/P

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	42.09	2096.12	72.38
2	41.24	2033.96	90.07
3	42.24	2054.71	110.53
4	41.33	2034.09	129.50
5	41.54	2068.32	94.76
Average	41.68	2057.44	99.44
SD	0.45	26.07	21.61

## 7. फिल्मโคเอ็กซ์ทิวชั้น P/25-75-0.5/P

Sample	Tensile Strength (MPa))	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	39.95	2070.57	8.58
2	40.95	2014.10	7.68
3	41.99	1984.03	6.28
4	40.96	2010.79	9.80
5	41.66	2043.24	9.21
Average	41.10	2024.55	8.31
SD	0.79	33.20	1.38

## 8. फिल्मโคเอ็กซ์ทิวชั้น P/PBS-0.5/P

Sample	Tensile Strength (MPa))	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	35.86	1560.33	14.10
2	34.32	1510.38	11.16
3	35.48	1550.33	10.81
4	35.17	1550.44	9.31
5	35.08	1517.40	8.21
Average	35.18	1537.78	10.73
SD	0.57	22.32	2.21

## 9. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/75-25-1/P

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	50.04	2334.40	3.15
2	50.52	2493.78	3.08
3	50.78	2410.23	3.03
4	50.24	2416.13	3.33
5	50.53	2584.56	3.16
Average	50.42	2467.82	3.15
SD	0.28	73.15	0.11

## 10. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/50-50-1/P

Sample	Tensile Strength (MPa)	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	46.74	2197.36	48.95
2	46.52	2220.79	52.99
3	46.91	2366.05	36.55
4	46.95	2283.86	53.94
5	44.72	2237.94	49.41
Average	46.37	2261.02	48.37
SD	0.94	66.62	6.95

## 11. फिल्मโคเอ็กซ์ทुरुชั้น P/25-75-1/P

Sample	Tensile Strength (MPa))	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	35.66	1709.26	12.38
2	35.34	1726.64	13.12
3	35.59	1743.28	12.26
4	34.75	1705.34	12.76
5	34.29	1704.38	12.75
Average	35.13	1717.77	12.66
SD	0.59	16.85	0.34

## 12. फिल्मโคเอ็กซ์ทुरुชั้น P/PBS-1/P

Sample	Tensile Strength (MPa))	Tensile Modulus (MPa)	Elongation at Break (%)
1	36.68	1667.51	8.21
2	33.88	1632.14	10.31
3	35.84	1577.90	11.15
4	37.84	1607.88	10.81
5	37.29	1679.15	9.94
Average	36.31	1632.92	10.08
SD	1.55	41.80	1.14



## ภาคผนวก จ

## ความต้านทานแรงฉีกขาดของฟิล์มพอลิเมอร์ผสมชั้นเดียว

## 1. ฟิล์มพอลิแล็กติกแอซิด

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.69
2	0.62
3	0.67
4	0.66
5	0.66
Average	0.66
SD	0.02

## 2. ฟิล์มพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.66
2	0.73
3	0.66
4	0.75
5	0.84
Average	0.73
SD	0.07

## 3. ฟิล์มพอลิเมอร์ PLA75/PBS25

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.35
2	1.31
3	0.93
4	0.92
5	1.06
Average	1.11
SD	0.21

## 4. ฟิล์มพอลิเมอร์ PLA50/PBS50

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.05
2	1.47
3	1.19
4	0.89
5	0.74
Average	1.07
SD	0.28

## 5. ฟิล์มพอลิเมอร์ PLA25/PBS75

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.35
2	0.36
3	0.31
4	0.35
5	0.35
Average	0.34
SD	0.02

## 6. ฟิล์มพอลิแล็กติกแอซิดเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA100/MMT0.5

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.86
2	0.77
3	0.81
4	0.78
5	0.83
Average	0.81
SD	0.04

## 7. ฟิล์มพอลิไบิวทิลีนซึกซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PBS100/MMT0.5

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.09
2	1.23
3	1.01
4	1.07
5	1.14
Average	1.11
SD	0.08

## 8. ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA75/PBS25/MMT0.5

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.10
2	0.98
3	0.71
4	0.64
5	0.61
Average	0.81
SD	0.22

## 9. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA50/PBS50/MMT0.5

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.59
2	0.56
3	0.50
4	0.50
5	0.50
Average	0.53
SD	0.04

## 10. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA25/PBS75/MMT0.5

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.60
2	0.69
3	0.65
4	0.62
5	0.62
Average	0.64
SD	0.03

## 11. ฟิล์มพอลิแล็กติกแอซิดเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA100/MMT1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.01
2	0.97
3	0.83
4	1.02
5	1.20
Average	1.01
SD	0.13

## 12. ฟิล์มพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PBS100/MMT1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.56
2	1.67
3	1.32
4	1.52
5	1.37
Average	1.49
SD	0.14

13. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนิกเคลย์ PLA75/PBS25/MMT1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	2.19
2	2.00
3	2.13
4	1.74
5	1.65
Average	1.94
SD	0.24

14. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนิกเคลย์ PLA50/PBS50/MMT1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.61
2	0.73
3	0.82
4	0.92
5	0.74
Average	0.77
SD	0.11

## 15. फिल्मพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA25/PBS75/MMT1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.64
2	0.57
3	0.54
4	0.54
5	0.58
Average	0.57
SD	0.04

## 16. फिल्मพอลิแล็กติกแอซิดเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA100/MMT3

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.75
2	0.71
3	0.78
4	0.66
5	0.61
Average	0.70
SD	0.07



## 17. ฟิล์มพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PBS100/MMT3

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.30
2	1.30
3	1.32
4	1.34
5	1.38
Average	1.33
SD	0.03

## 18. ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA75/PBS25/MMT3

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.81
2	0.80
3	0.92
4	0.89
5	1.34
Average	0.91
SD	0.14

## 19. ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA50/PBS50/MMT3

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.65
2	0.70
3	0.64
4	0.61
5	0.64
Average	0.65
SD	0.03

## 20. ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA25/PBS75/MMT3

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.85
2	1.19
3	1.18
4	1.12
5	1.13
Average	1.09
SD	0.14

## 21. फिल्मพอลิแล็กติกแอซิดเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA100/TFC1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.81
2	0.79
3	0.75
4	0.75
5	0.74
Average	0.77
SD	0.03

## 22. फिल्मพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PBS100/TFC1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.92
2	0.84
3	0.93
4	0.82
5	0.77
Average	0.85
SD	0.07

## 23. พิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA75/PBS25/TFC1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.02
2	0.95
3	0.99
4	1.13
5	0.88
Average	0.99
SD	0.09

## 24. พิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA50/PBS50/TFC1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	0.65
2	0.70
3	0.71
4	0.66
5	0.73
Average	0.69
SD	0.03

## 25. ฟิล์มพอลิเมอร์ผสมเสริมแรงด้วยออร์แกนอเคลย์ PLA25/PBS75/TFC1

Sample	Tear Strength (MPa)
1	1.47
2	1.73
3	1.32
4	1.34
5	1.63
Average	1.50
SD	0.18

ความต้านทานแรงฉีกขาดของฟิล์มโคเอ็กซ์ทรูชัน

1. ฟิล์มโคเอ็กซ์ทรูชัน P/75-25/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	5.42
2	4.64
3	6.41
4	5.76
5	5.80
Average	5.61
SD	0.65

2. ฟิล์มโคเอ็กซ์ทรูชัน P/50-50/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	3.30
2	3.43
3	3.10
4	2.69
5	2.42
Average	2.99
SD	0.42

## 3. फिल्मโคเอ็กซ์ทรูชัน P/25-75/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	5.10
2	4.86
3	6.07
4	4.77
5	5.82
Average	5.32
SD	0.59

## 4. फिल्मโคเอ็กซ์ทรูชัน P/PBS/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	3.22
2	2.71
3	2.57
4	2.83
5	2.92
Average	2.85
SD	0.24

## 5. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/75-25-0.5/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	5.49
2	6.22
3	7.85
4	5.03
5	4.03
Average	5.72
SD	1.43

## 6. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/50-50-0.5/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	6.46
2	6.50
3	7.59
4	5.95
5	5.67
Average	6.44
SD	0.74



## 7. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/25-75-0.5/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	7.58
2	6.91
3	7.97
4	7.82
5	8.65
Average	7.79
SD	0.63

## 8. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/PBS-0.5/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	8.46
2	8.86
3	8.06
4	8.90
5	8.79
Average	8.61
SD	0.36

## 9. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/75-25-1/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	5.69
2	6.00
3	4.72
4	6.41
5	4.84
Average	5.53
SD	0.73

## 10. फिल्मโคเอ็กซ์ทอร์ชัน P/50-50-1/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	6.69
2	8.57
3	7.11
4	8.95
5	6.83
Average	7.63
SD	1.05

## 11. फिल्मโคเอ็กซ์ท루ชัน P/25-75-1/P

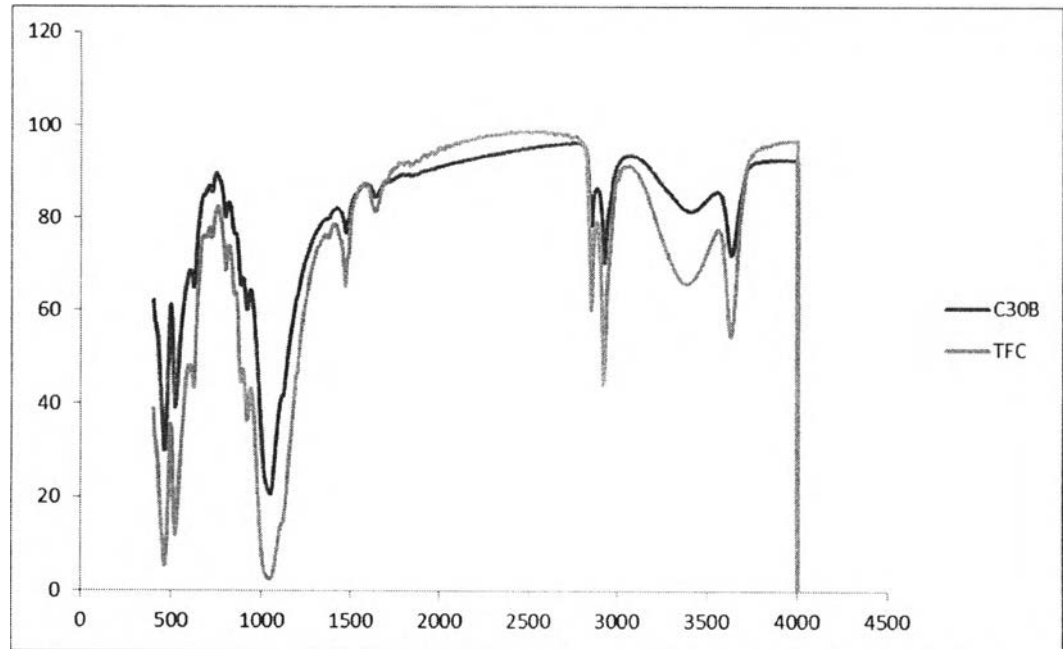
Sample	Tear Strength (MPa)
1	6.81
2	5.82
3	5.37
4	5.86
5	6.75
Average	6.12
SD	0.63

## 12. फिल्मโคเอ็กซ์ท루ชัน P/PBS-1/P

Sample	Tear Strength (MPa)
1	11.93
2	11.05
3	10.75
4	8.53
5	9.81
Average	10.41
SD	1.30

## ภาคผนวก จ

FTIR ของออร์แกนโอเคลย์และออร์แกนโอเคลย์ดัดแปร



### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววรรษษา ทิพย์สุวรรณกุล เกิดเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ.2531 สำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ แขนงวิชาพอลิเมอร์ และสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553 หลังจากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2554 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลาย ปีการศึกษา 2555

