

รายการอ้างอิง

- [1] "โครงการฉลากเขียว: ข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับผลิตภัณฑ์พลาสติกแปรใช้ใหม่ (Recycled Plastics)". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.tei.or.th/thaigpn/pdf%20doc/TGL_01_R1_06.pdf 2550.
- [2] Juthatip Sowat. Synthesis of graft copolymers of glutinous starch and methyl methacrylate using benzoyl peroxide as an initiator. Master's Thesis, Department of Materials Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 2005.
- [3] Radley, J.A. Examination and Analysis of Starch and Starch Products. London: Applied Science Publishers, (1976): 1-32.
- [4] Suchalee Rodtung. Preparation of medium density polyethylene/starches/modified starches blends. Master's Thesis, Department of Materials Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 2005.
- [5] Wurzburg, O.B. Introduction. In Wurzburg, O.B. (ed.), Modified Starch: Properties and Uses. Florida: CRC Press, (1886): 3-16.
- [6] Thanpitcha, T.; Kritchayanon, N.; Pentrakoon, D.; and Pimpan, V. An initial study of starch-g-polystyrene foam prepared by a steaming process. Journal of Metals, Materials and Minerals. 12 (2003): 1-6.
- [7] สุพัตรางามอุรุเลิศ. ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของสตาร์ชข้าวเหนียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.
- [8] กาญจนา อูทัยฉาย, โกสินทร์ หาชะวี และนเรนทร์ อาศัยพานิชย์. การศึกษาการพัฒนาเทอร์โมพลาสติกที่เตรียมจากแป้ง. โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี, ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2546.
- [9] Ebeuele, R.O. Polymer Science and Technology. Florida: CRC Press, (1996): 103-104.
- [10] Moad, G.; and Solomon, D. H. The Chemistry of Free Radical Polymerization. Oxford: Pergamon, (1995).

- [11] ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์. เคมีพอลิเมอร์พื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์-ไอเดียสโตร์, 2547 หน้า 199-200.
- [12] Dretfuss, P.; and Quirk, R.P. Grafted copolymer. In Mark, H.F. (ed), Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, (1985): 551-579.
- [13] Athawale , V.D.; and Rathi, S.C. Graft polymerization : Starch as a model substrate. Journal of Macromolecular Science – Reviews in Macromolecular Chemistry and Physics 39 (1999): 445-480.
- [14] Fanta, G.E.; and Doane, W.M. Grafted starches. In Wurzburg, O.B. (ed.), Modified Starch : Properties and Uses, Florida, CRC Press (1986): 149-178.
- [15] Wararuck Chomsaksakul. Graft copolymerization of hydrolyzed cassava starch – acrylamide/acrylic acid by gamma irradiation. Master's Thesis, Program of Petrochemistry and Polymer Science, Graduate School, Chulalongkorn University, 1999.
- [16] Surack Arayamaythakert. Preparation of acrylic acid-cassava starch graft copolymer as a thickener for cotton fabrics printing. Master's Thesis, Department of Materials Science, Graduate School, Chulalongkorn University, 1996.
- [17] Allock, H.R.; and Lampe, F.W. Contemporary Polymer Chemistry. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1990.
- [18] Weeradech Kiratitanavit. Synthesis of graft copolymers of cassava starch and styrene by free- radical polymerization. Master's Thesis, Department of Materials Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 2001.
- [19] Pimpan. V; and, Thothong, P. Synthesis of cassava Starch-g-Poly(methyl methacrylate) Copolymers with benzoyl peroxide as an initiator. Journal of Applied Polymer Science. 101 (2006): 4083 -4089.
- [20] Horthimaworrakun R.; and Pomsunthorntawee O. Possibility in industrial application of the synthesis of cassava starch-g-poly(methyl methacrylate) using benzoyl peroxide as an initiator. Abstracts to 13th Academic Conference, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 16-17 March 2005, Bangkok.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

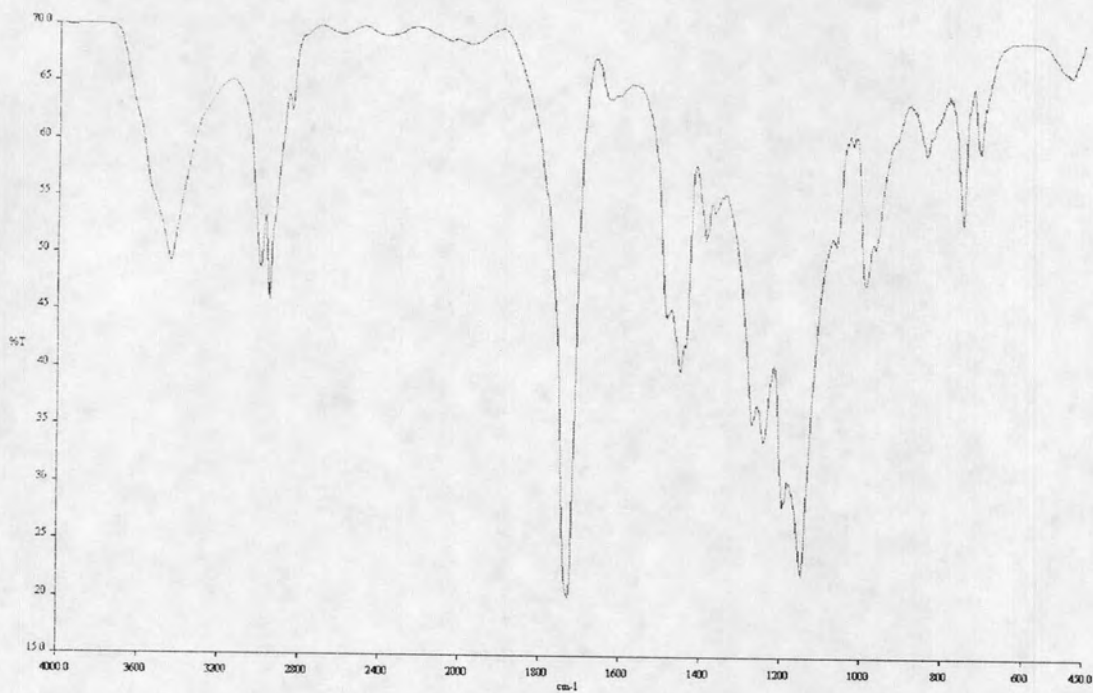
ตารางแสดงคุณลักษณะการกราฟต์ภาวะที่ 1

ปริมาณ BPO 0.1 g, แป้งข้าวเหนียว 5 g, MMA monomer 5 g เวลา 2 ชั่วโมง
ณ 80 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบในการรวน 320 รอบต่อนาที

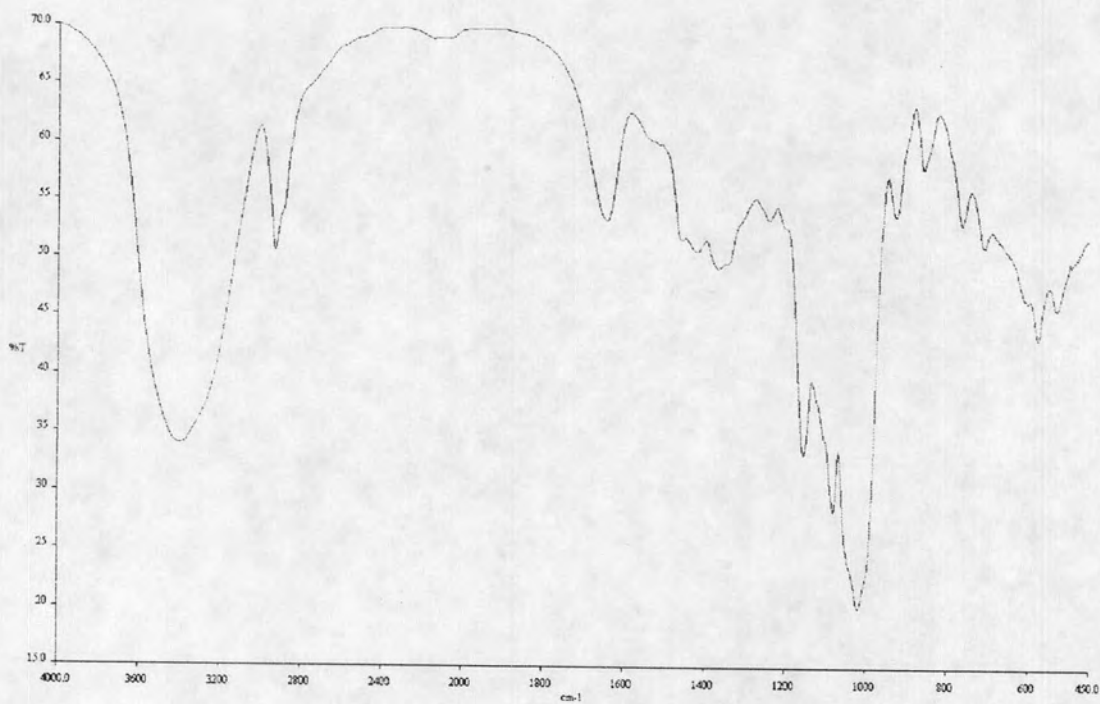
ข้อมูล	จำนวนเท่า					
	1	5	10	15	20	50
Weight of product obtained from graft copolymerization (g)	7.46	36.60	79.75	122.58	156.16	360.50
Weight of product obtained after soxhlet extraction (g)	6.31	30.16	66.40	103.68	136.74	335.00
Weight loss after soxhlet extraction (g)	1.15	6.44	13.35	18.90	19.42	25.50
Weight obtained after acid hydrolysis (g)	1.31	7.00	14.70	24.68	36.70	84.90
Percent yield (%)	73.86	72.48	78.96	80.91	77.31	71.39
Percent monomer conversion (%)	49.20	53.76	56.10	58.11	56.12	44.16
Percent homopolymer formation (%)	46.75	47.92	47.59	43.37	34.60	23.10
Percent grafting efficiency (%)	53.25	52.08	52.41	56.63	65.40	76.90
Percent grafting ratio (%)	26.20	30.22	28.43	31.24	36.69	33.95
Percent add-on (%)	20.76	23.21	22.14	23.80	26.84	25.34

ภาคผนวก ข

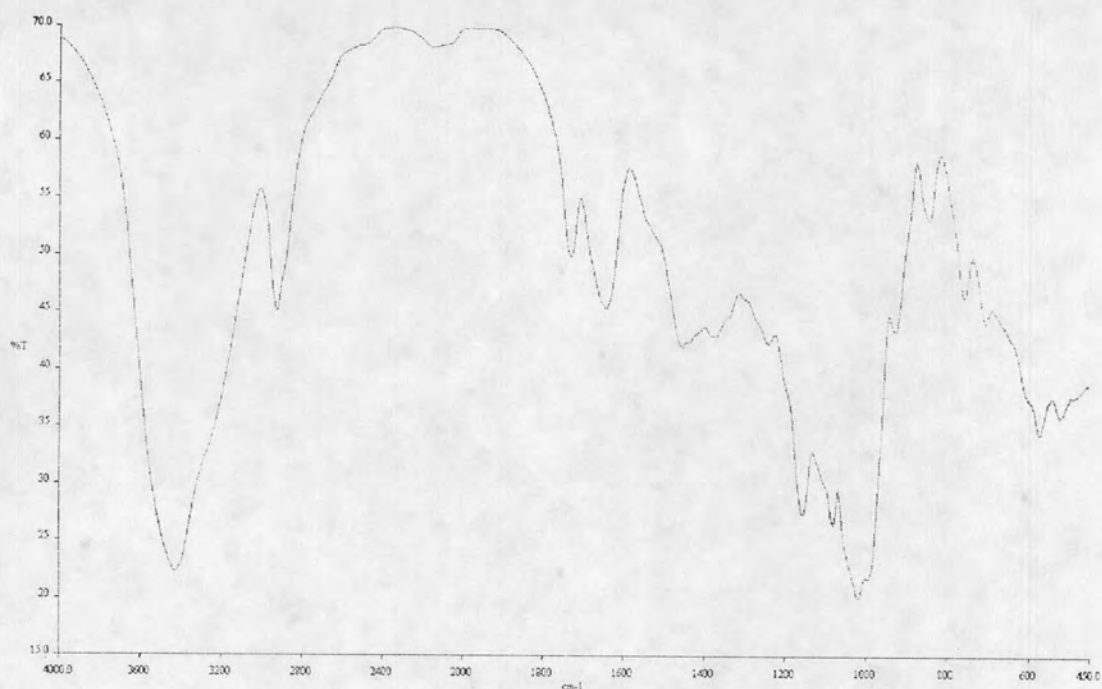
กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR



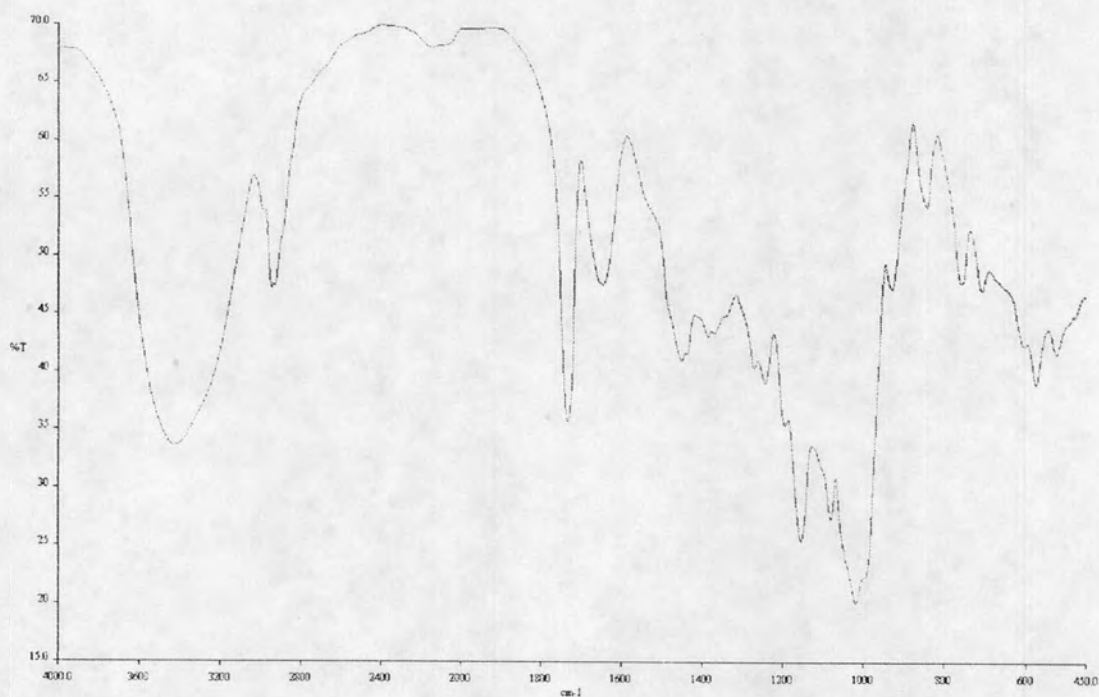
รูปที่ 1 FT-IR ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตอ้างอิง



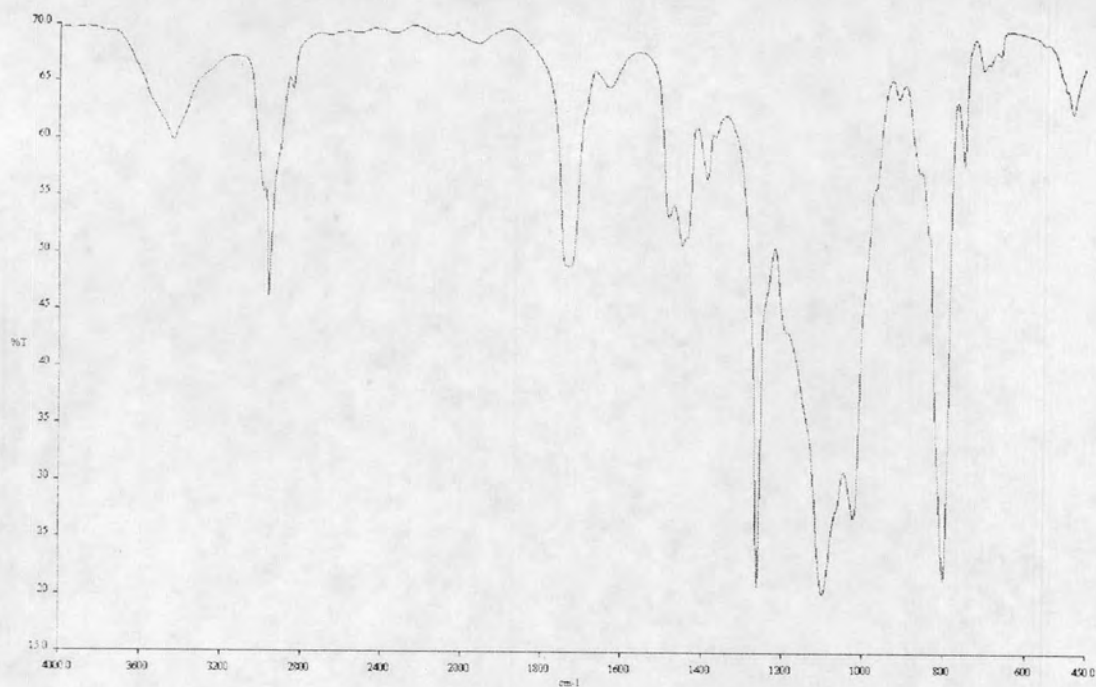
รูปที่ 2 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียว



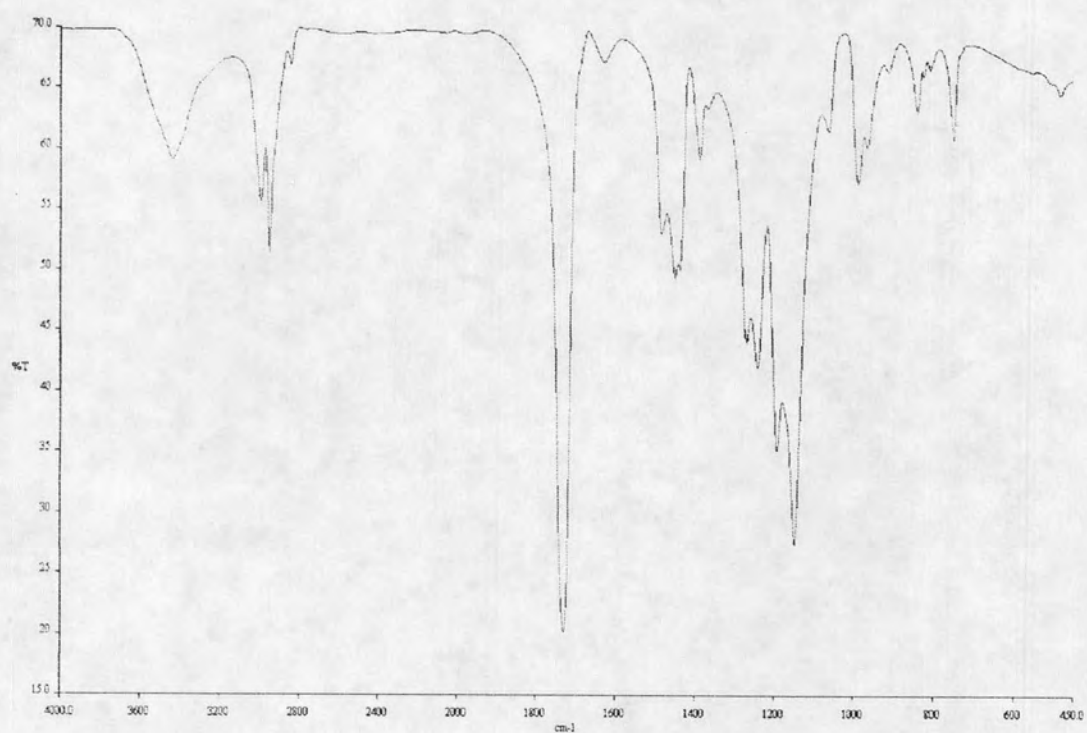
รูปที่ 3 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต
ก่อนสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



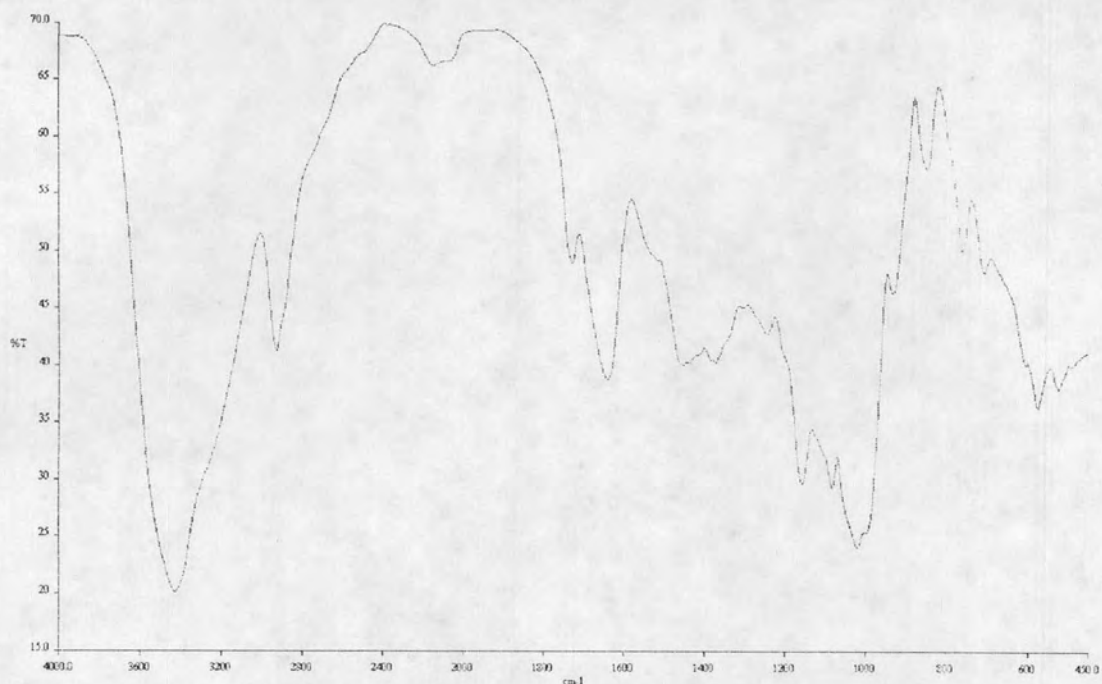
รูปที่ 4 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต
หลังสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



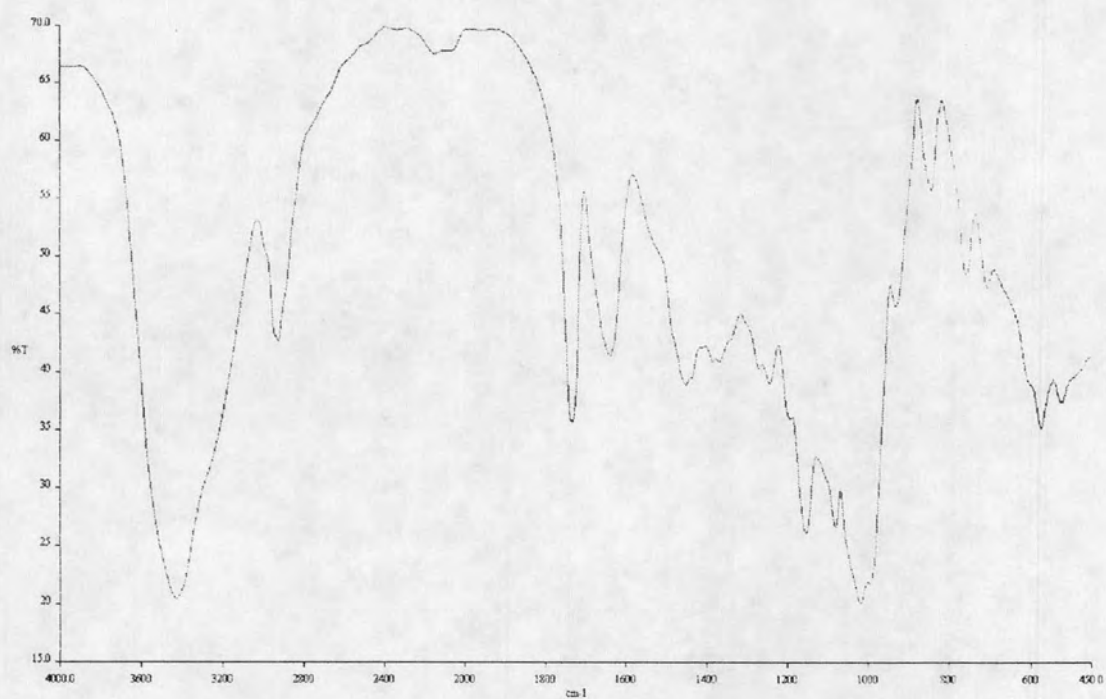
รูปที่ 5 FT-IR ของโพลิเมทิลเมทาคริลเลตภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



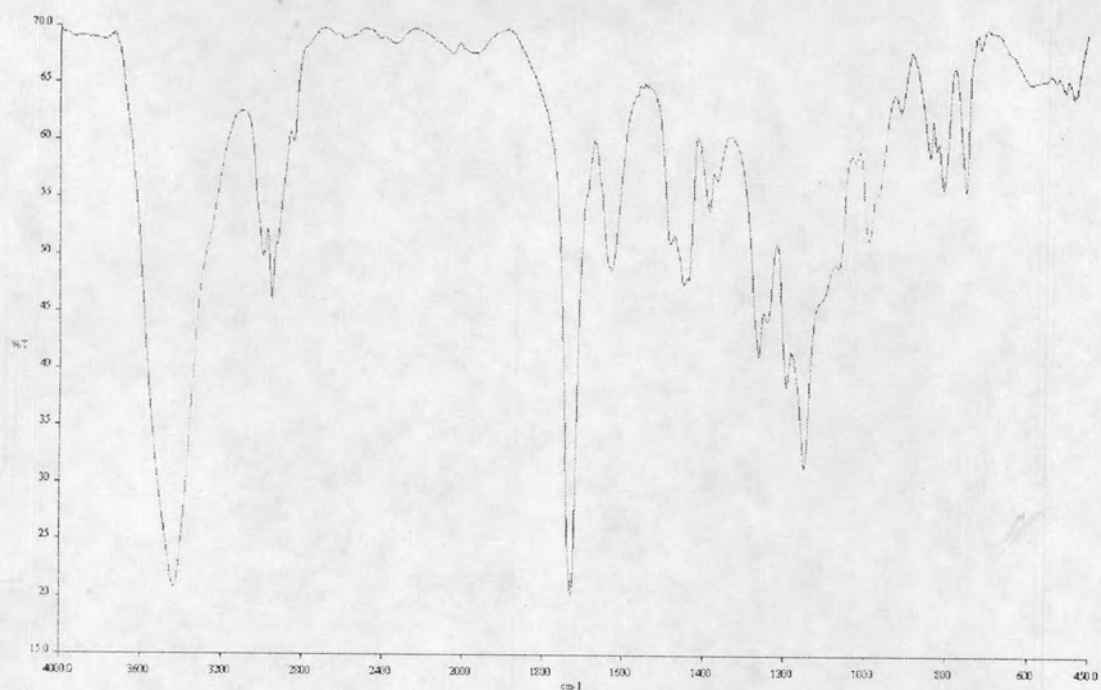
รูปที่ 6 FT-IR ของกราฟต์โพลิเมทิลเมทาคริลเลตภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



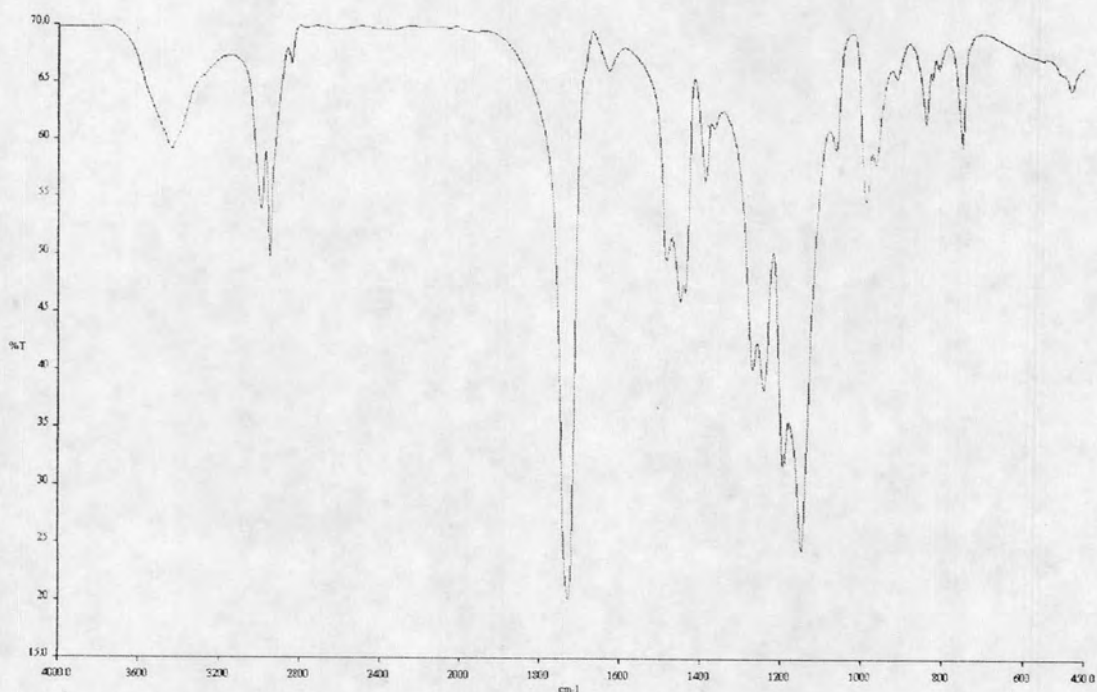
รูปที่ 7 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริลเลต
ก่อนสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



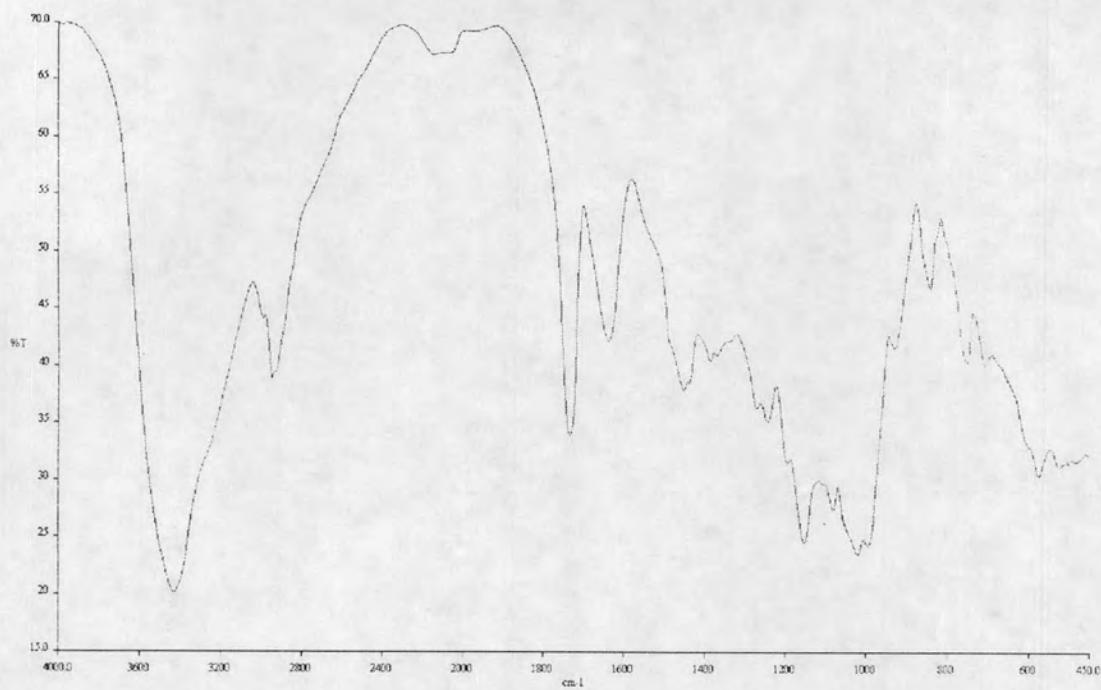
รูปที่ 8 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริลเลต
หลังสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



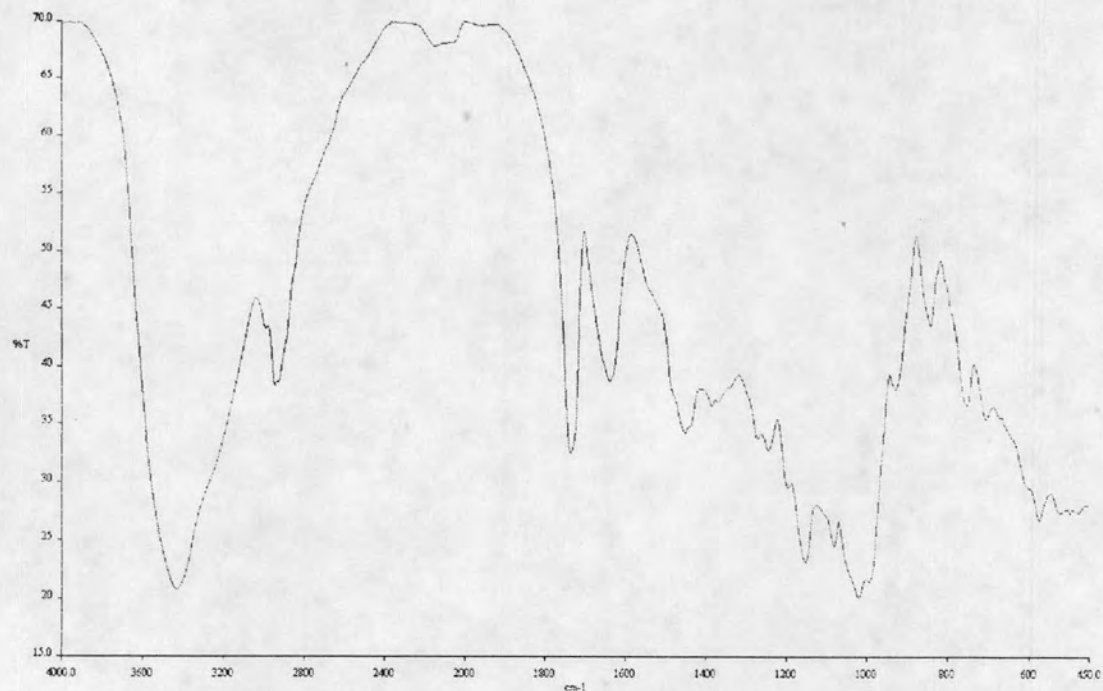
รูปที่ 9 FT-IR ของโพลิเมทิลเมทาคริลเลตภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



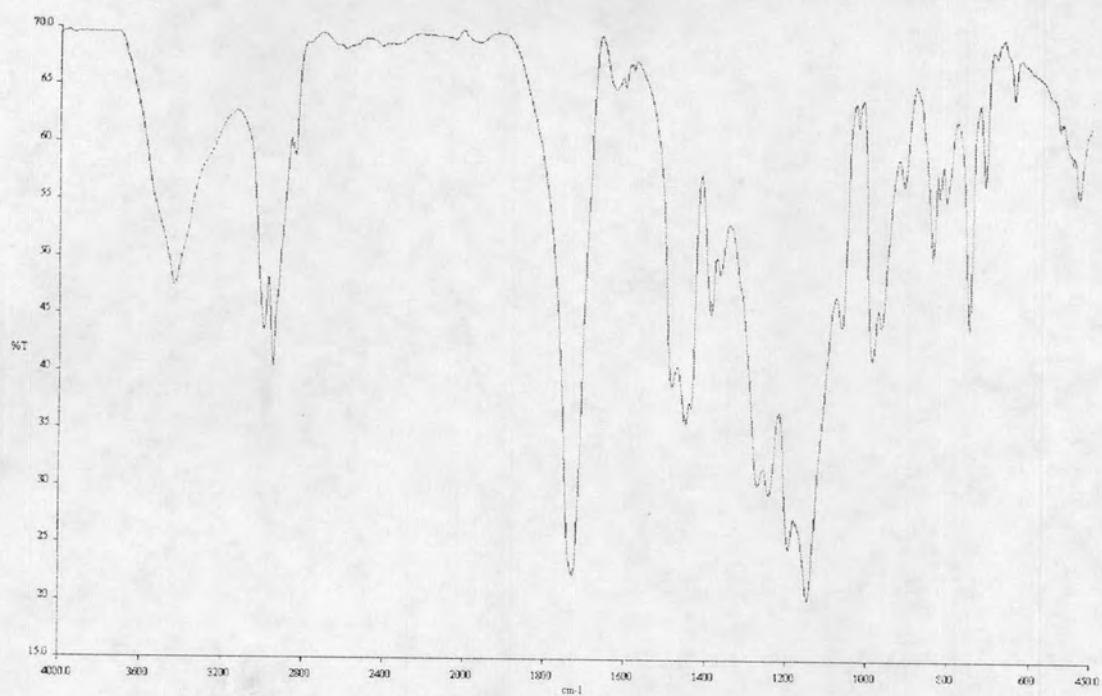
รูปที่ 10 ของกราฟต์โพลิเมทิลเมทาคริลเลตภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



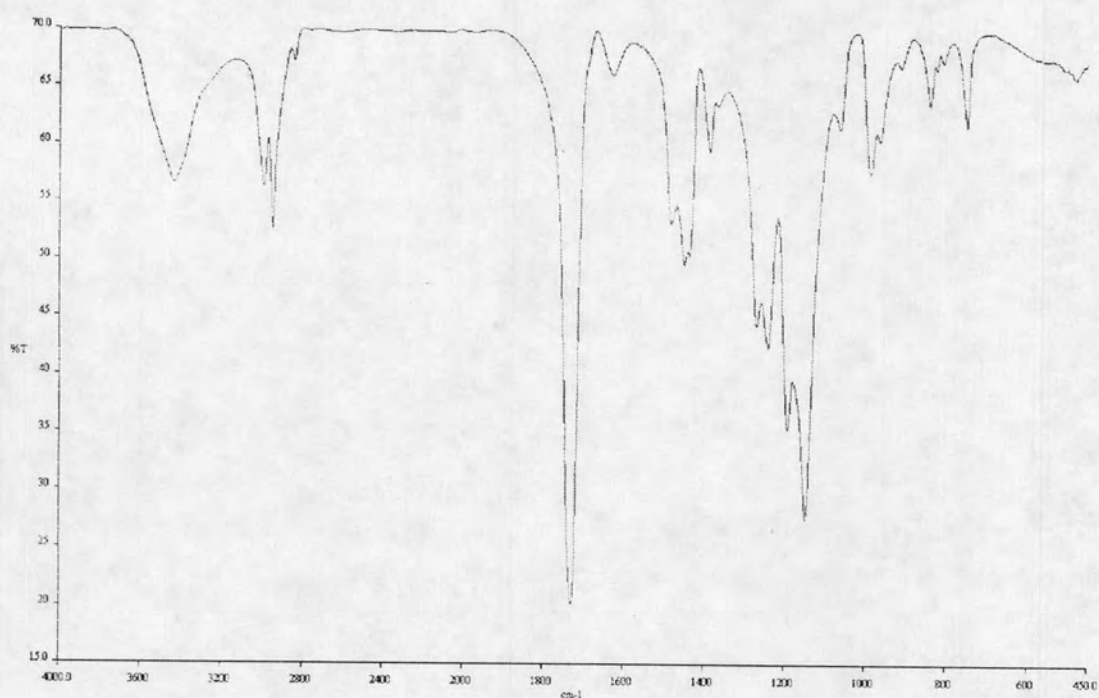
รูปที่ 11 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต
ก่อนสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



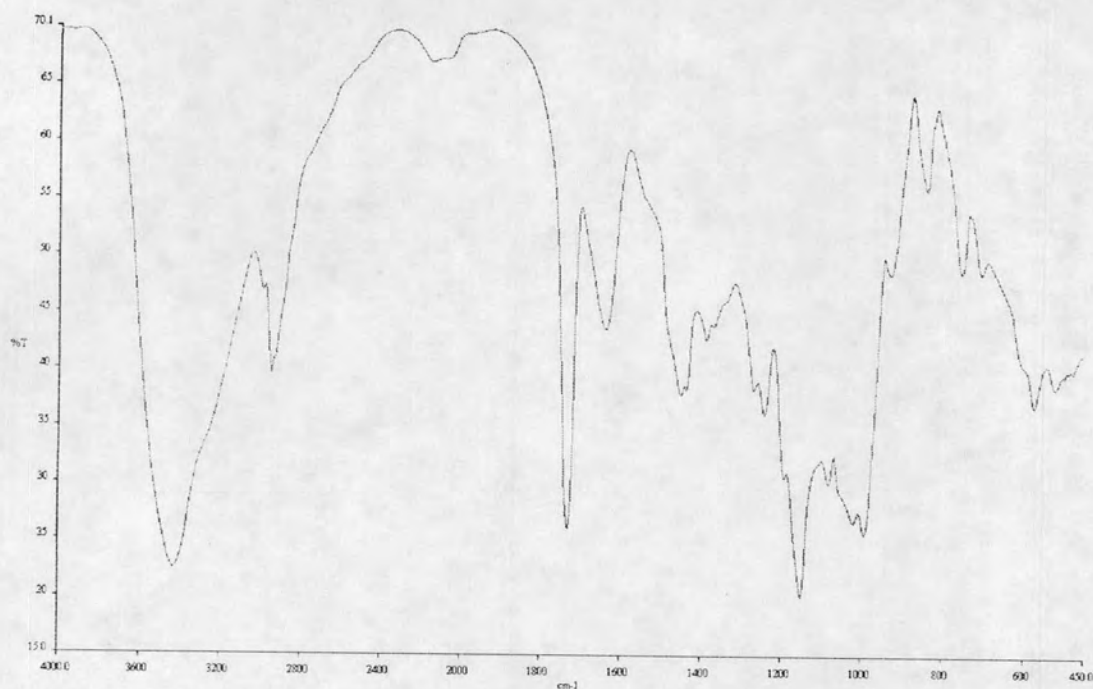
รูปที่ 12 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต
หลังสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



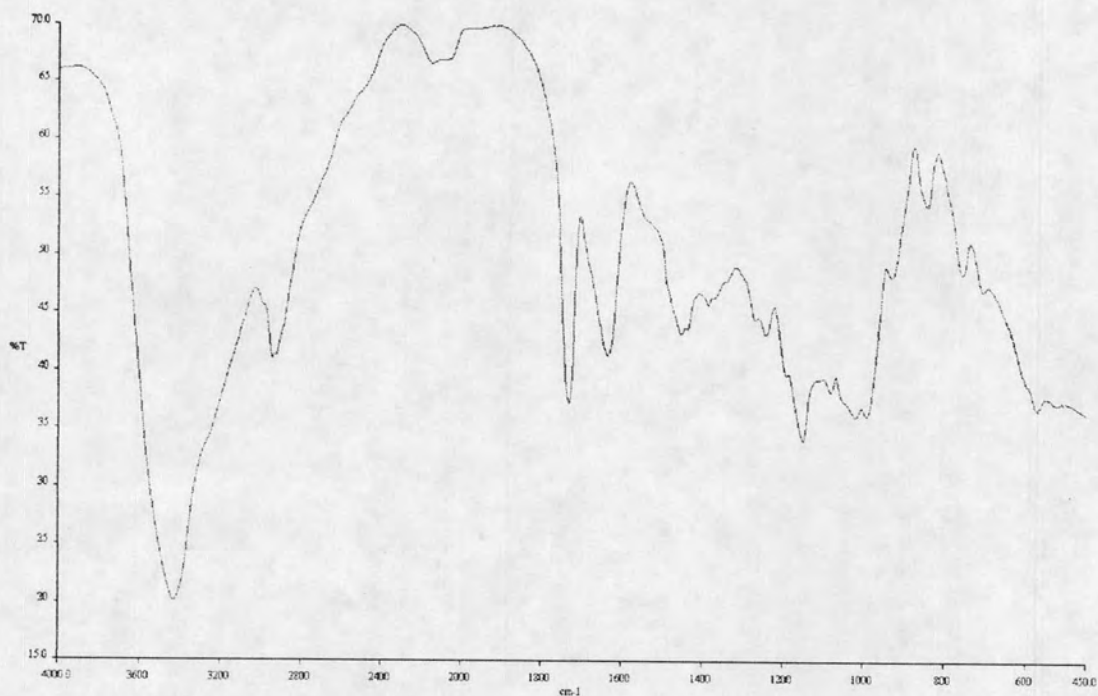
รูปที่ 13 FT-IR ของโพลิเมทิลเมทาคริลิตภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



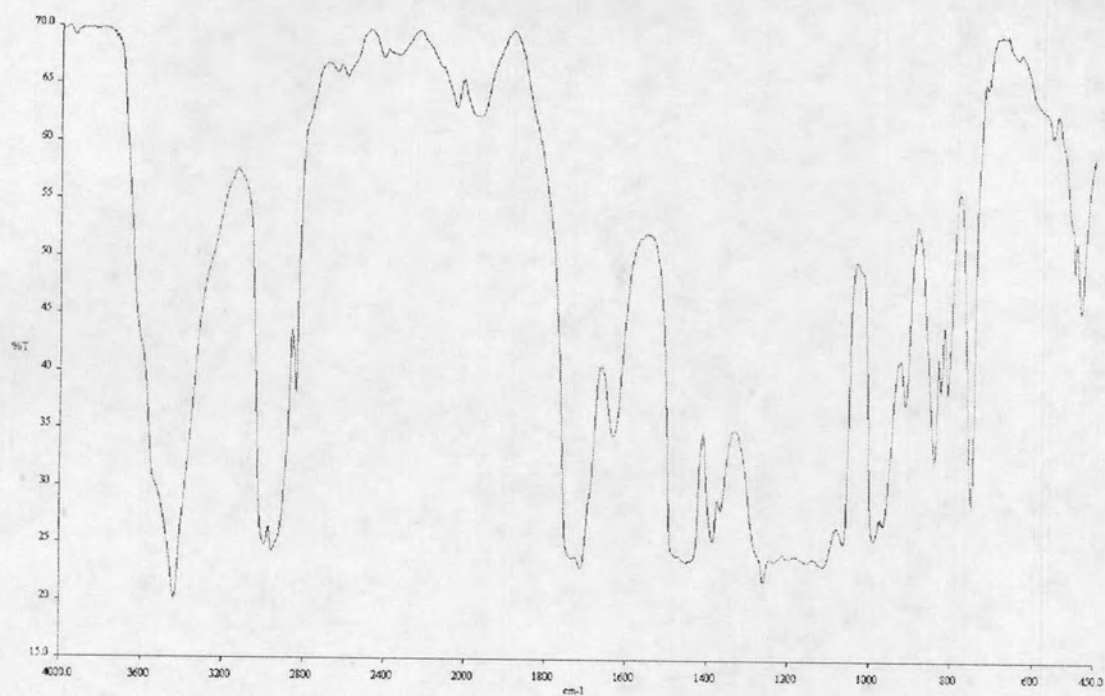
รูปที่ 14 FT-IR ของกราฟต์โพลิเมทิลเมทาคริลิตภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



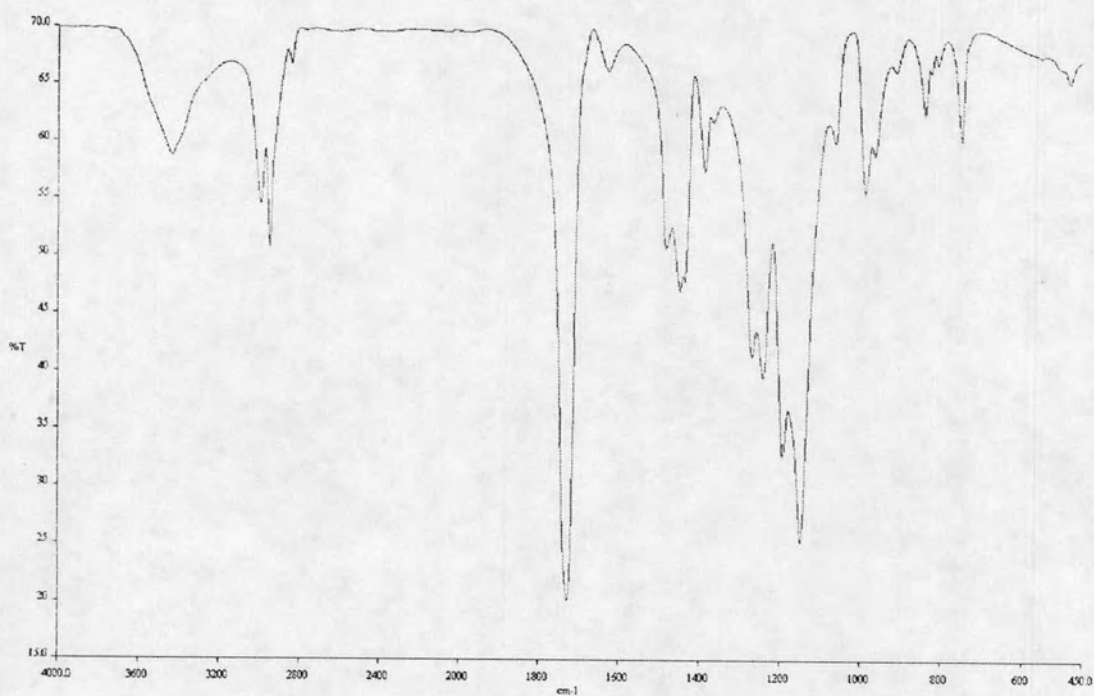
รูปที่ 15 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต
ก่อนสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



รูปที่ 16 FT-IR ของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต
หลังสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



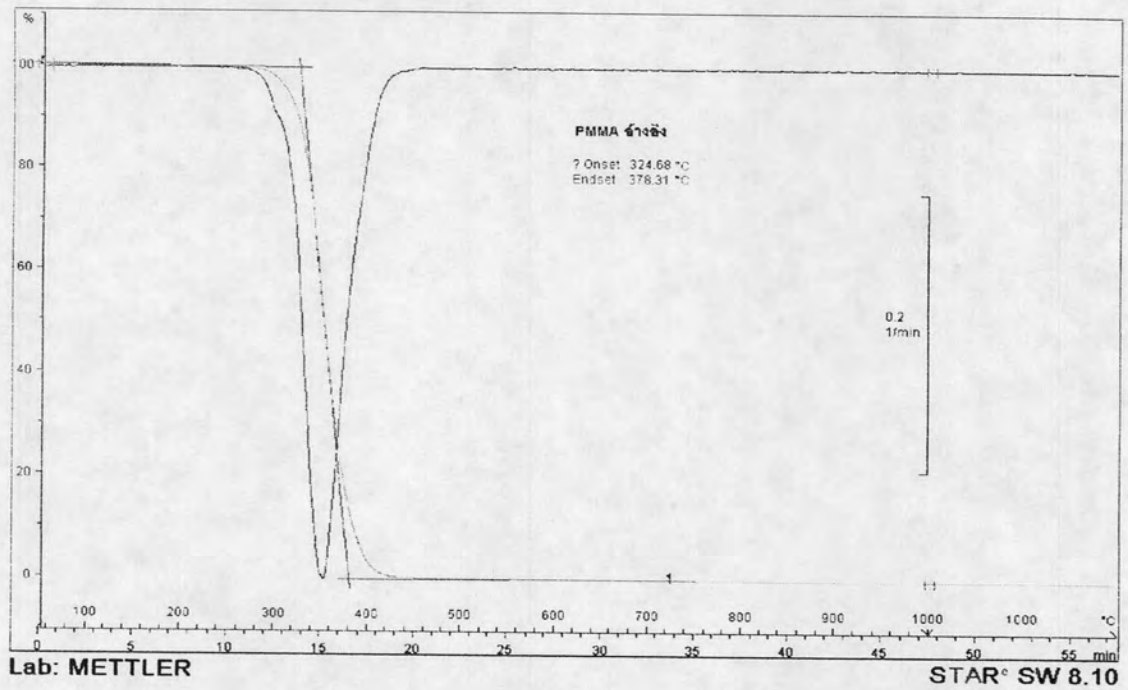
รูปที่ 17 FT-IR ของโพลิเมทิลเมทาคริลิตภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



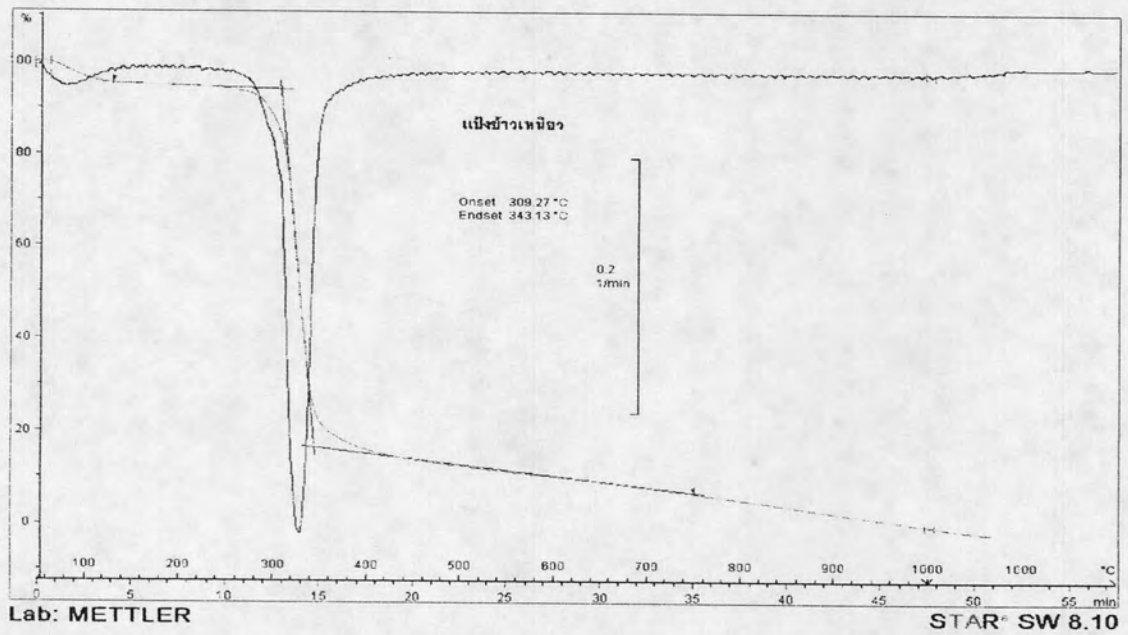
รูปที่ 18 FT-IR ของกราฟต์โพลิเมทิลเมทาคริลิตภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ

ภาคผนวก ค

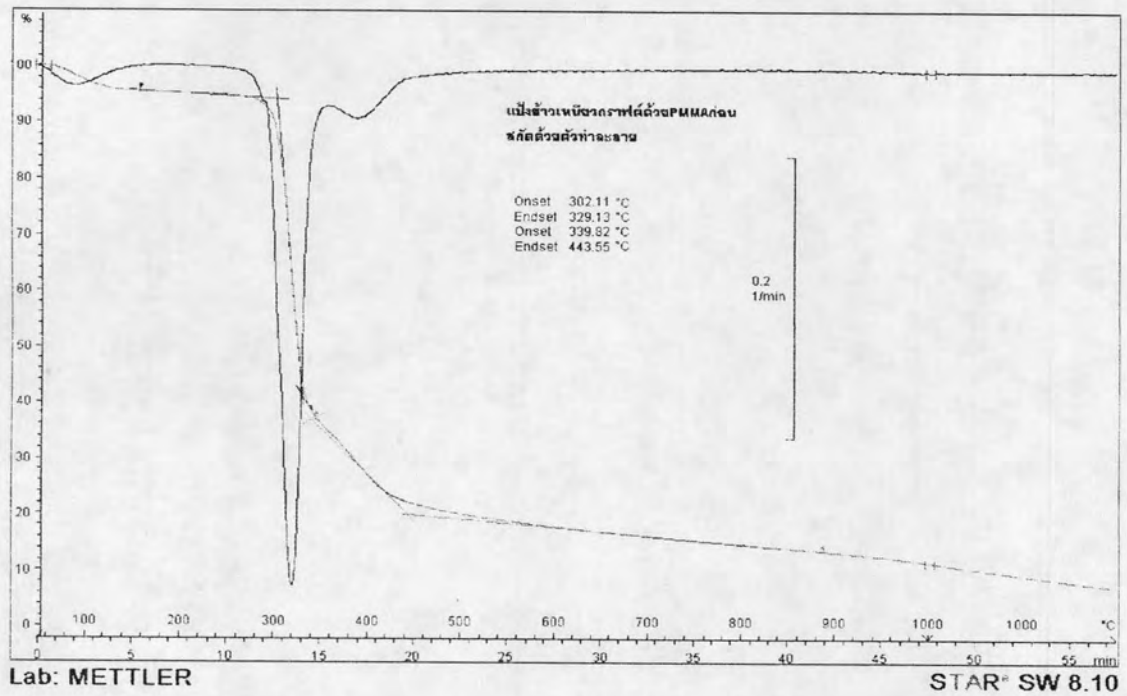
กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TGA



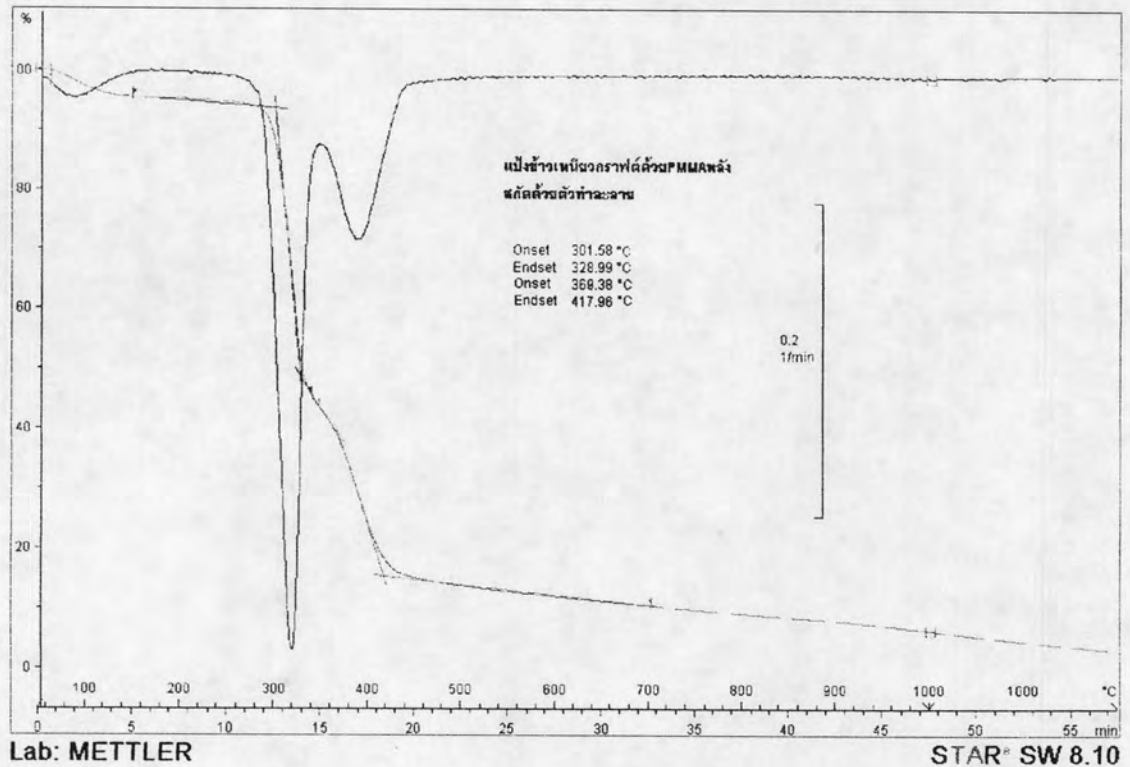
รูปที่ 1 TGA เทอร์โมแกรมของพอลิเมทิลเมทาคริเลตอ่างอิง



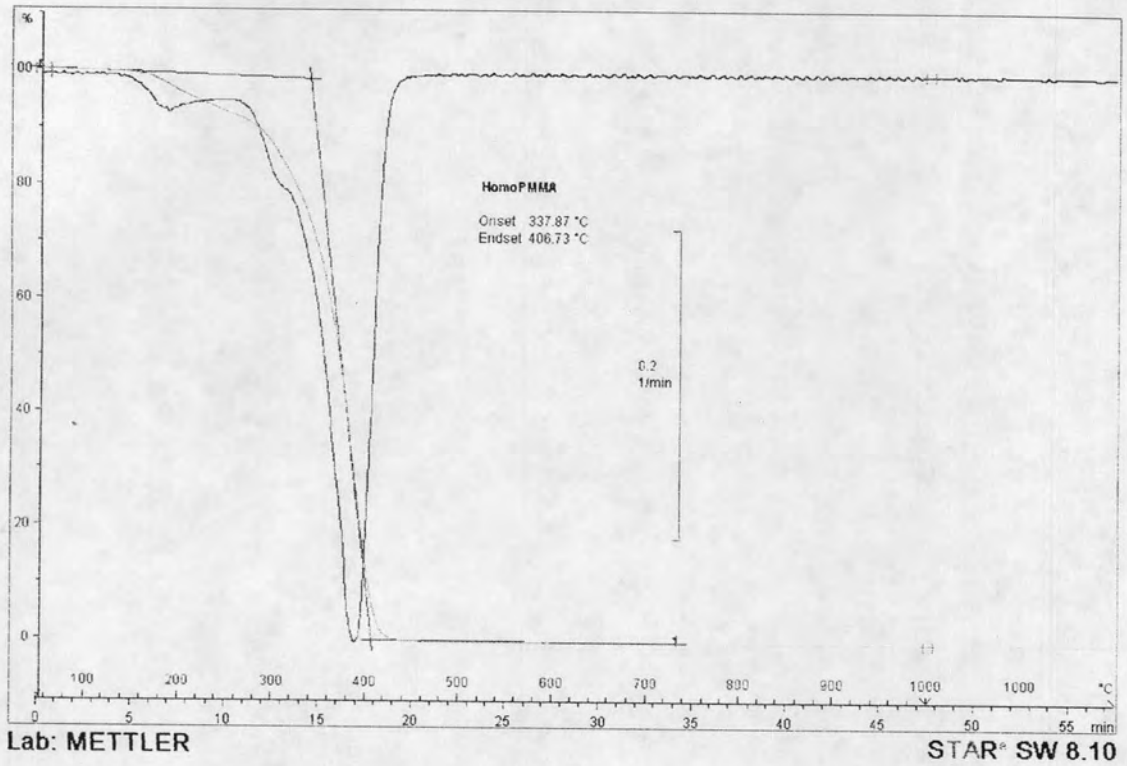
รูปที่ 2 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียว



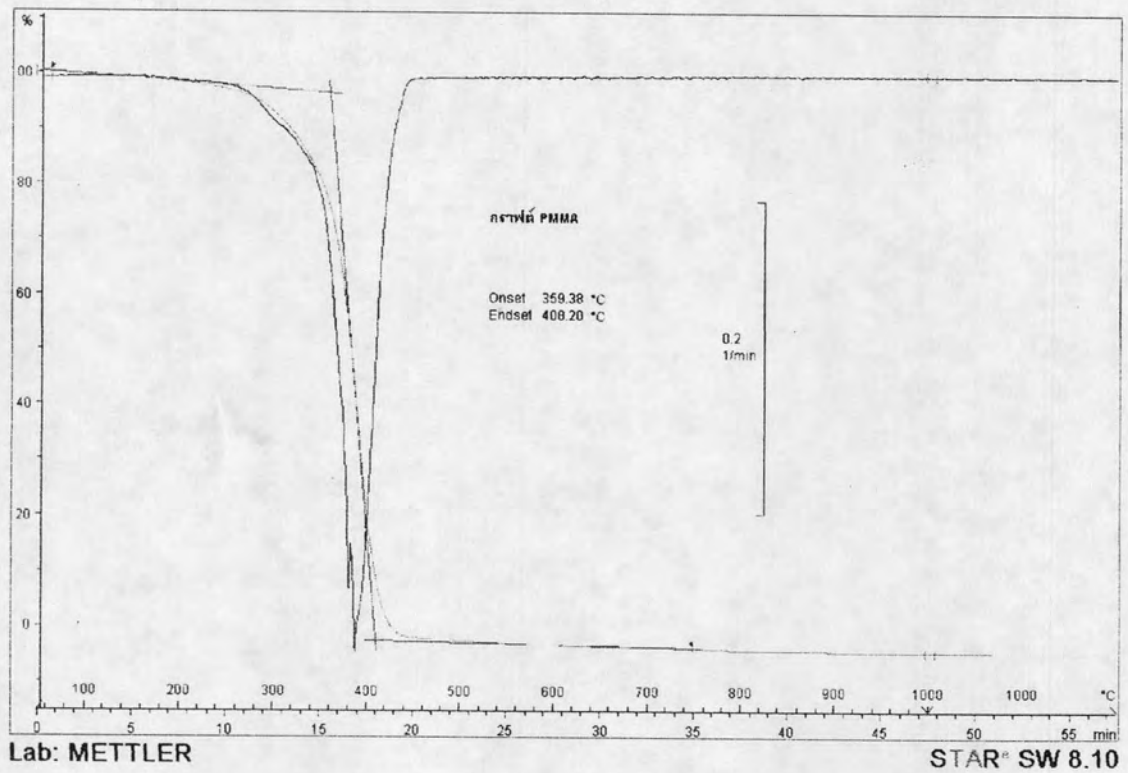
รูปที่ 3 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต
ก่อนสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



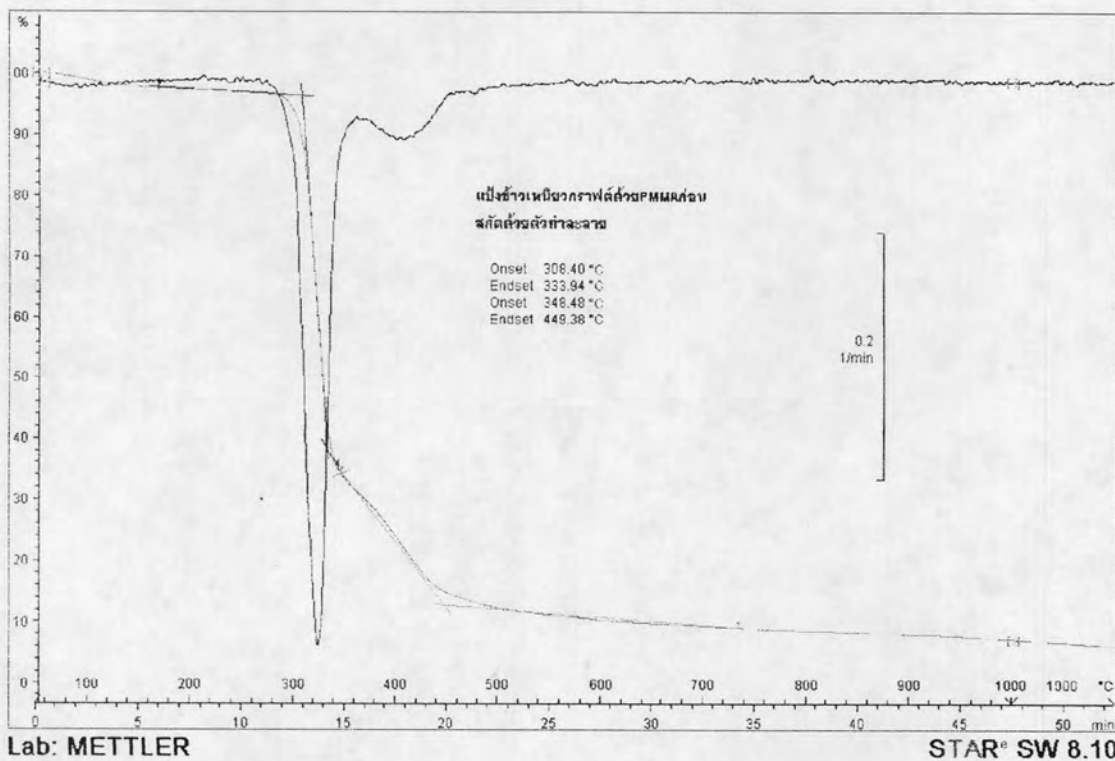
รูปที่ 4 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต
หลังสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



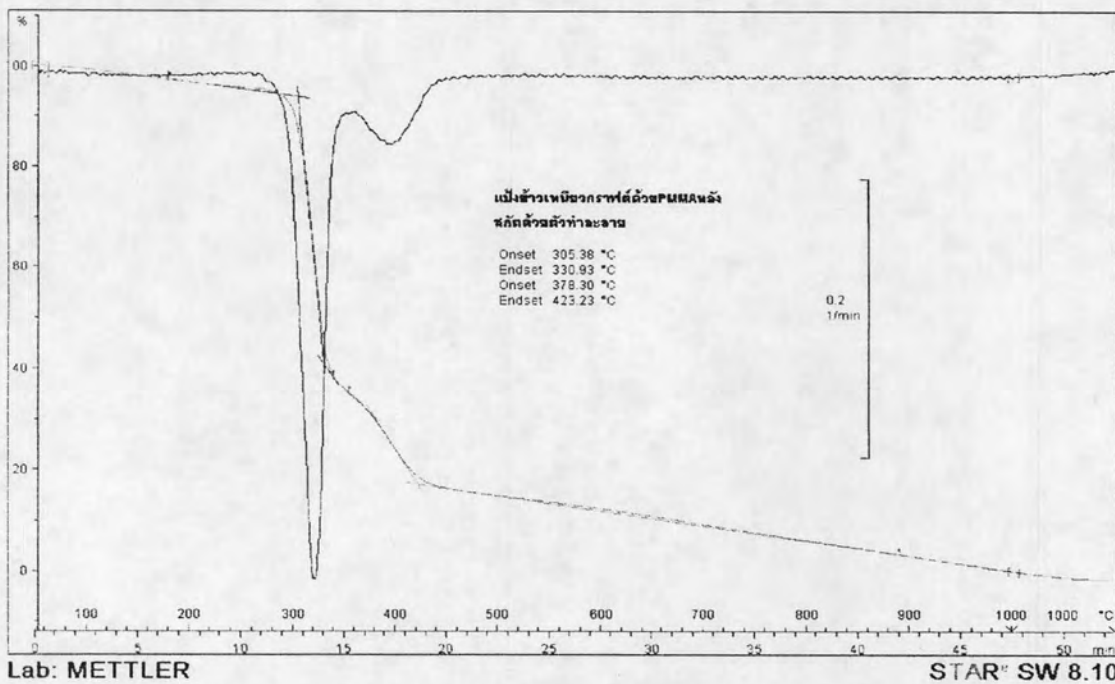
รูปที่ 5 TGA เทอร์โมแกรมของโฮโมพอลิเมทิลเมทาคริเลตภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



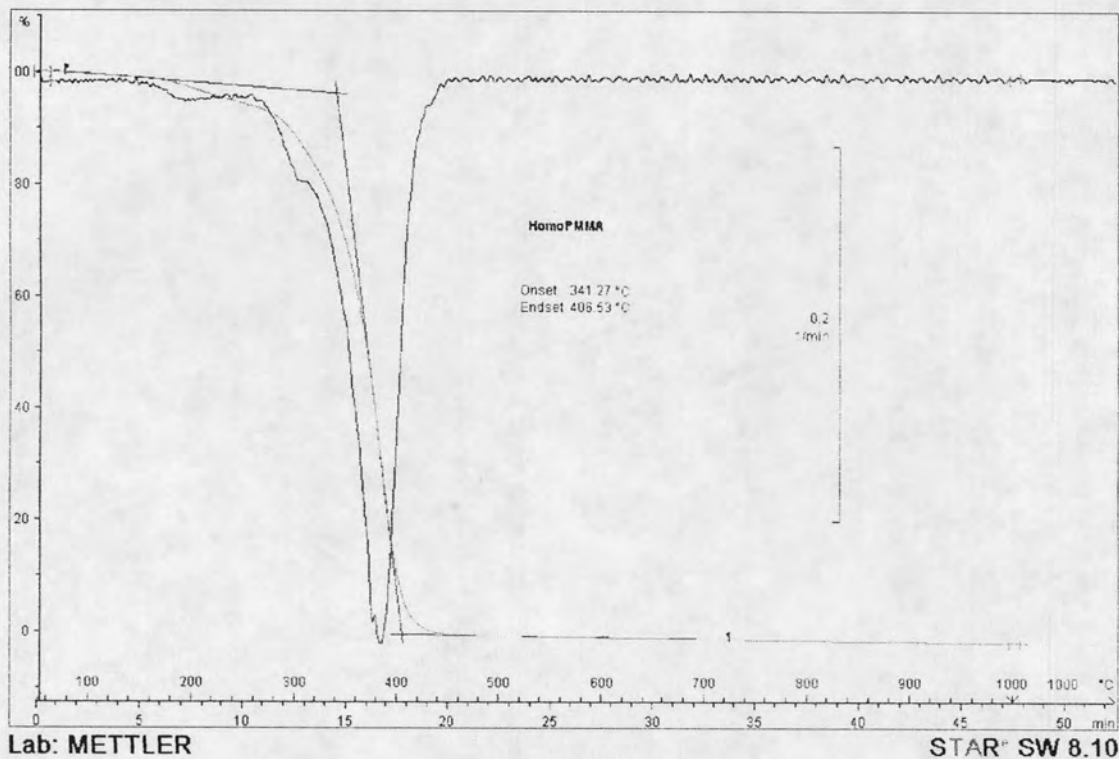
รูปที่ 6 TGA เทอร์โมแกรมของกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลตภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



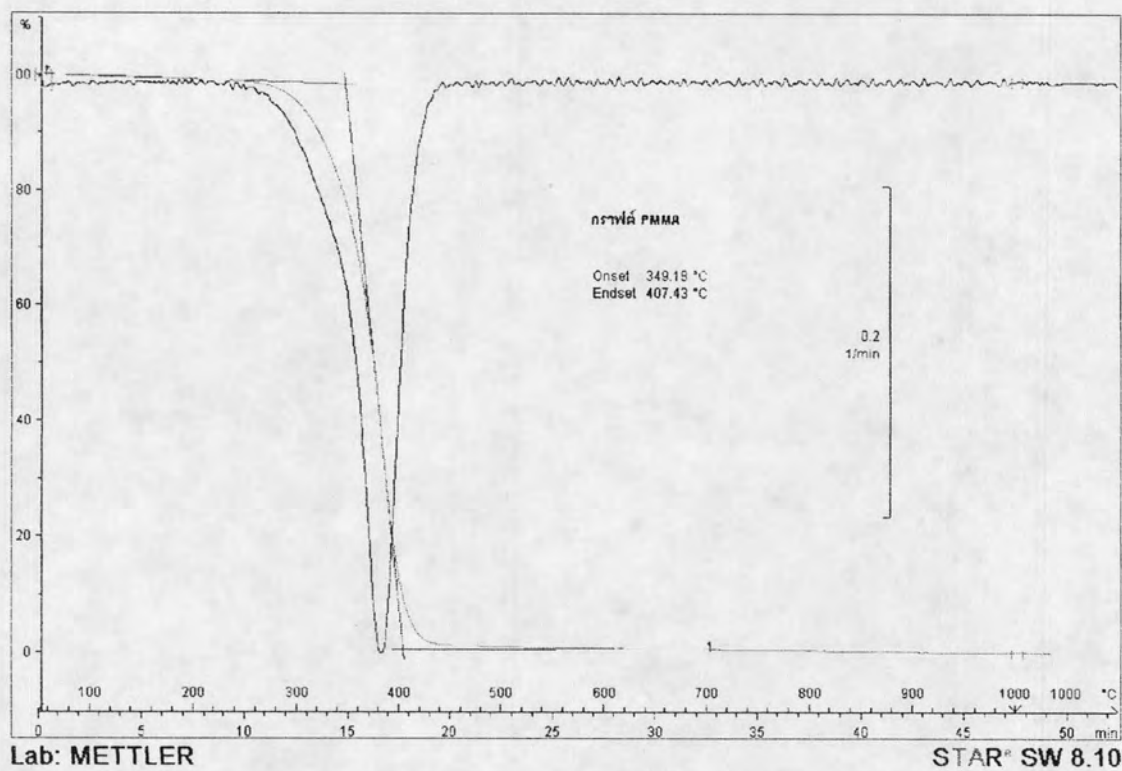
รูปที่ 7 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต ก่อนสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



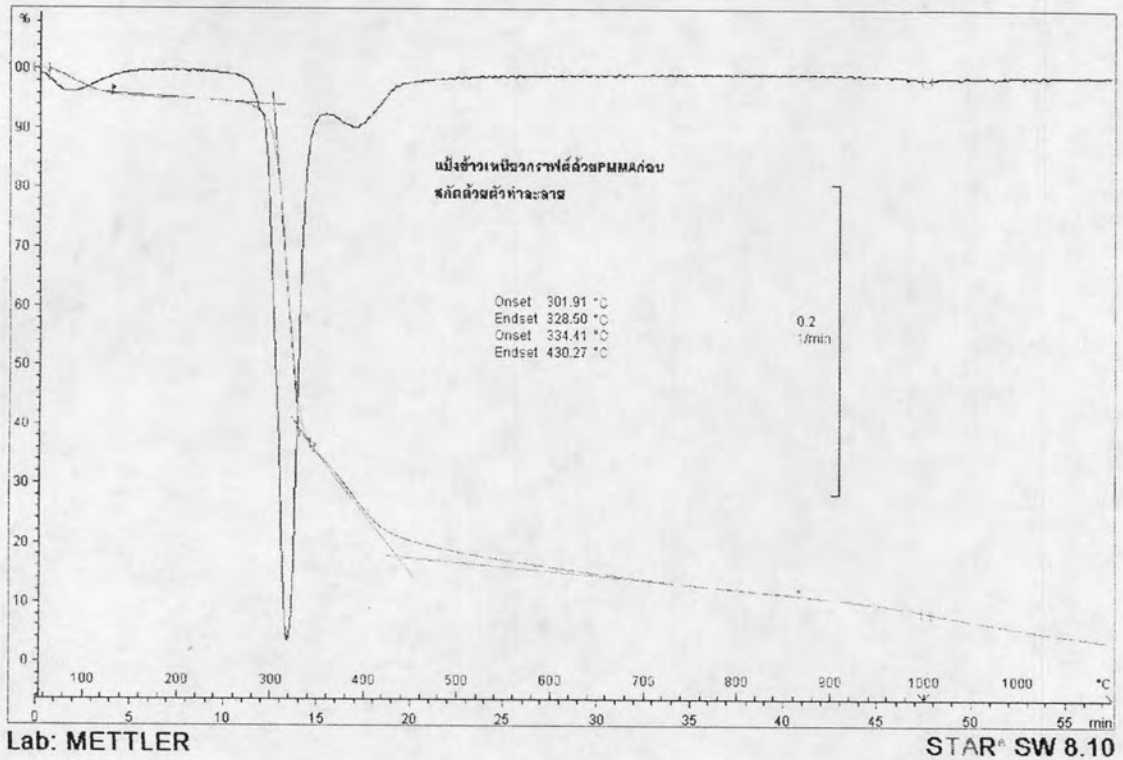
รูปที่ 8 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต หลังสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



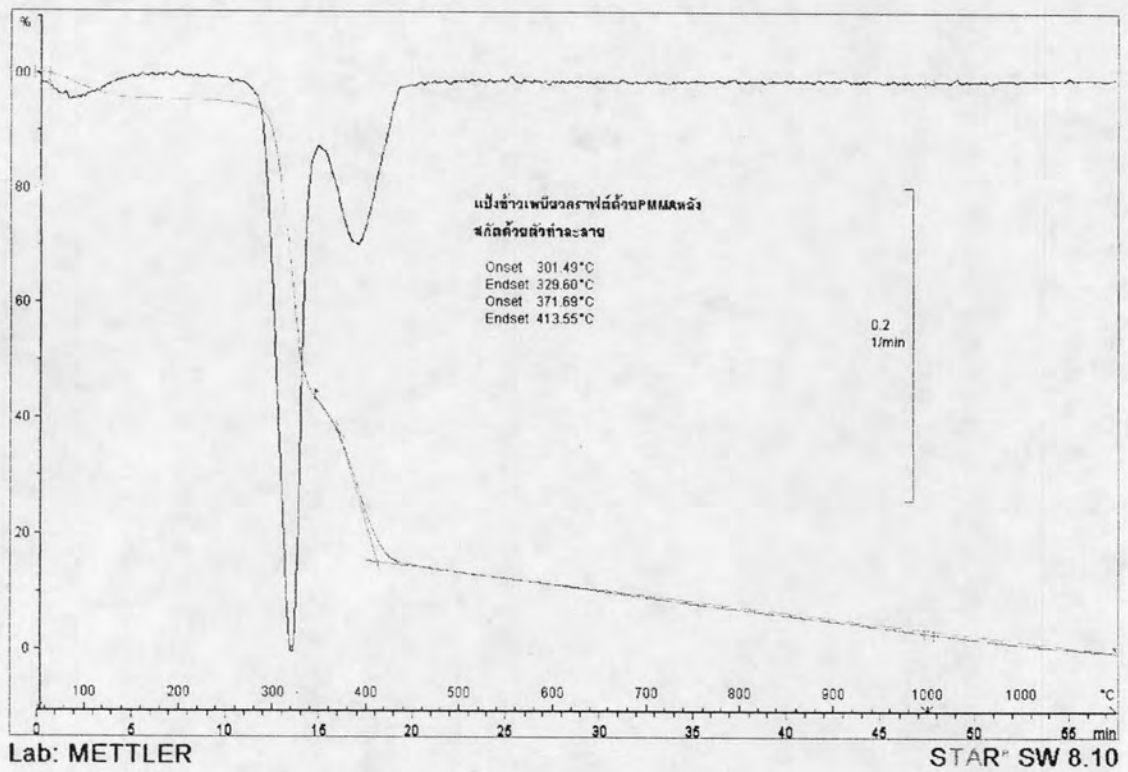
รูปที่ 9 TGA เทอร์โมแกรมของโฮโมพอลิเมทิลเมทาคริเลตภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



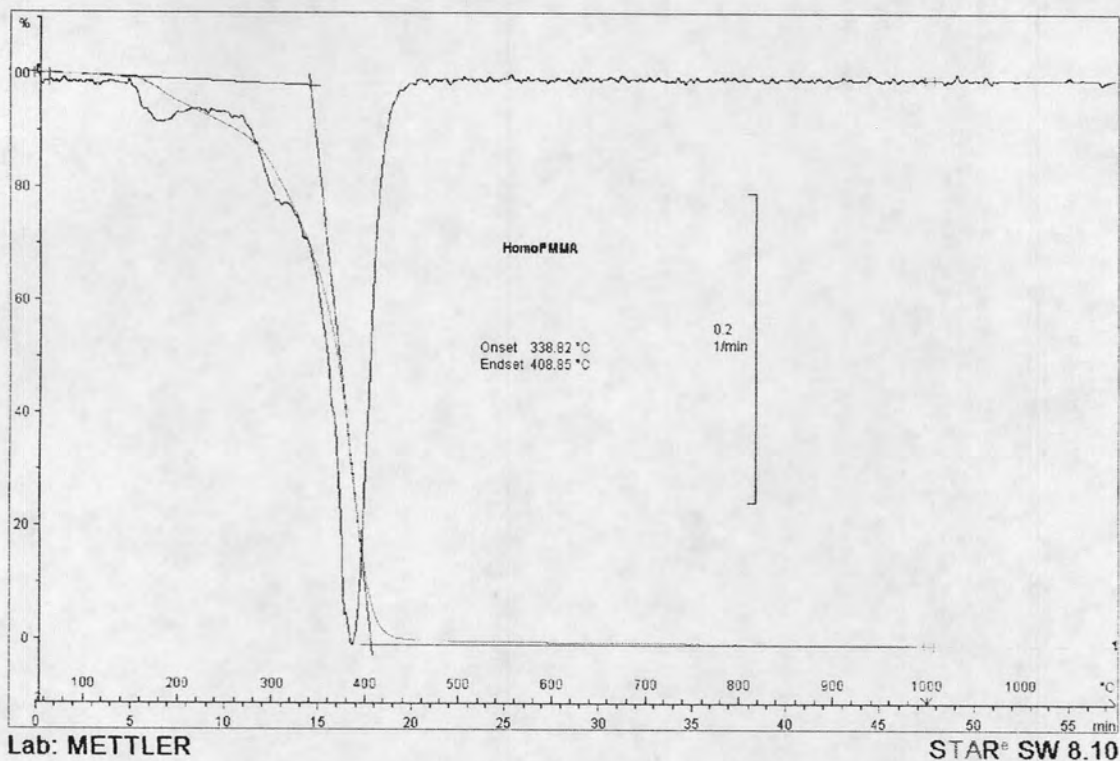
รูปที่ 10 TGA เทอร์โมแกรมของกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลตภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



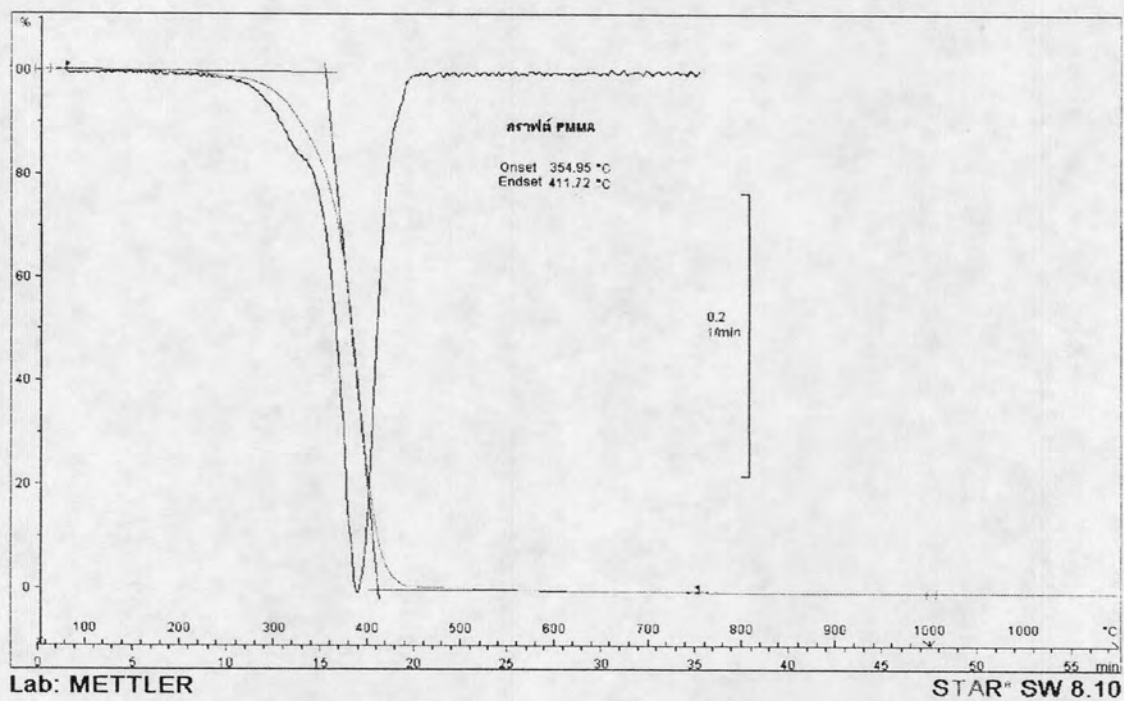
รูปที่ 11 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริลิต
ก่อนสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



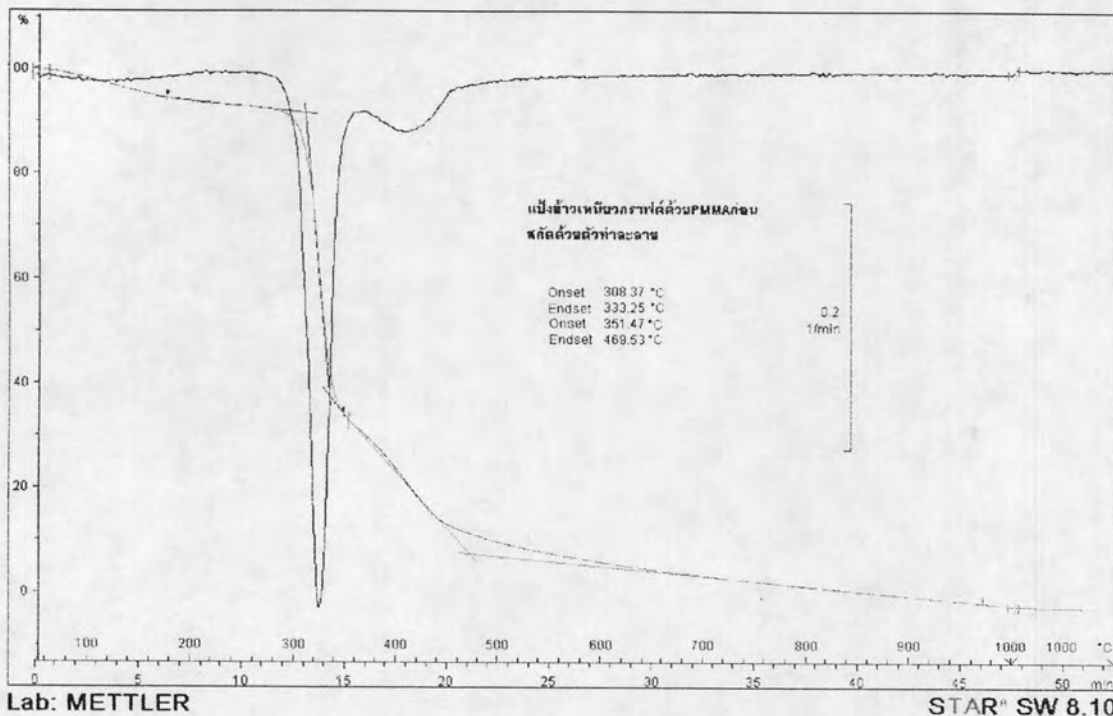
รูปที่ 12 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริลิต
หลังสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



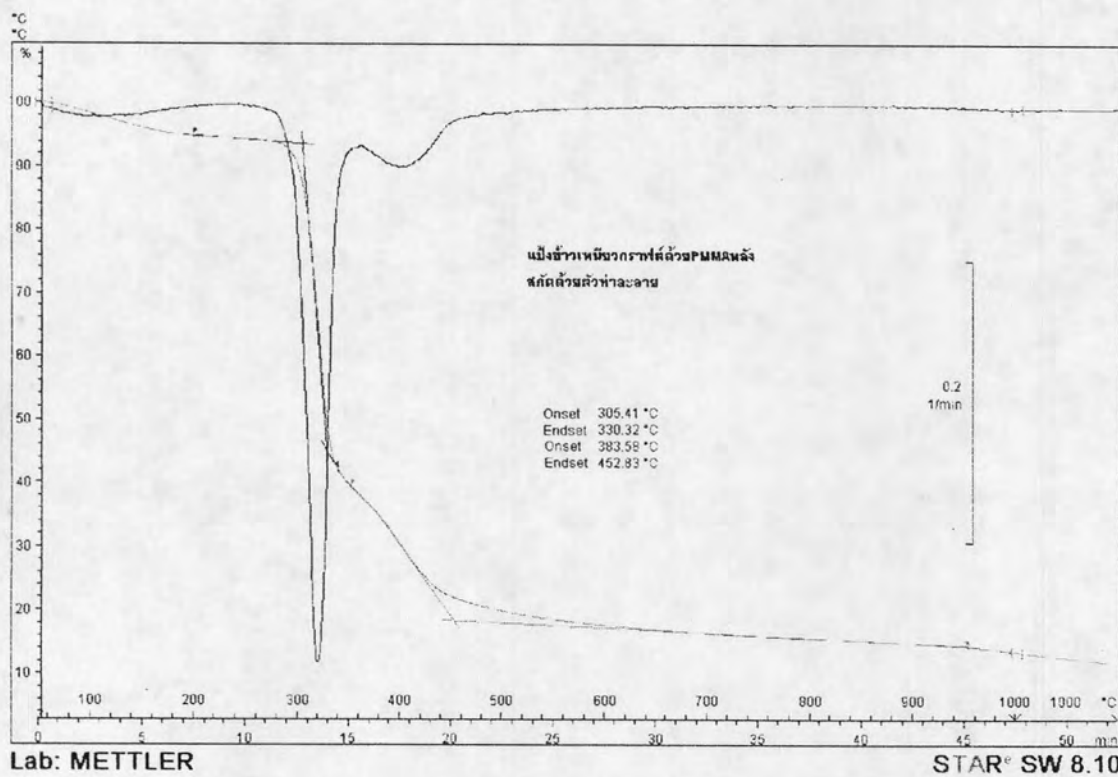
รูปที่ 13 TGA เทอร์โมแกรมของโฮโมพอลิเมทิลเมทาคริเลตภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



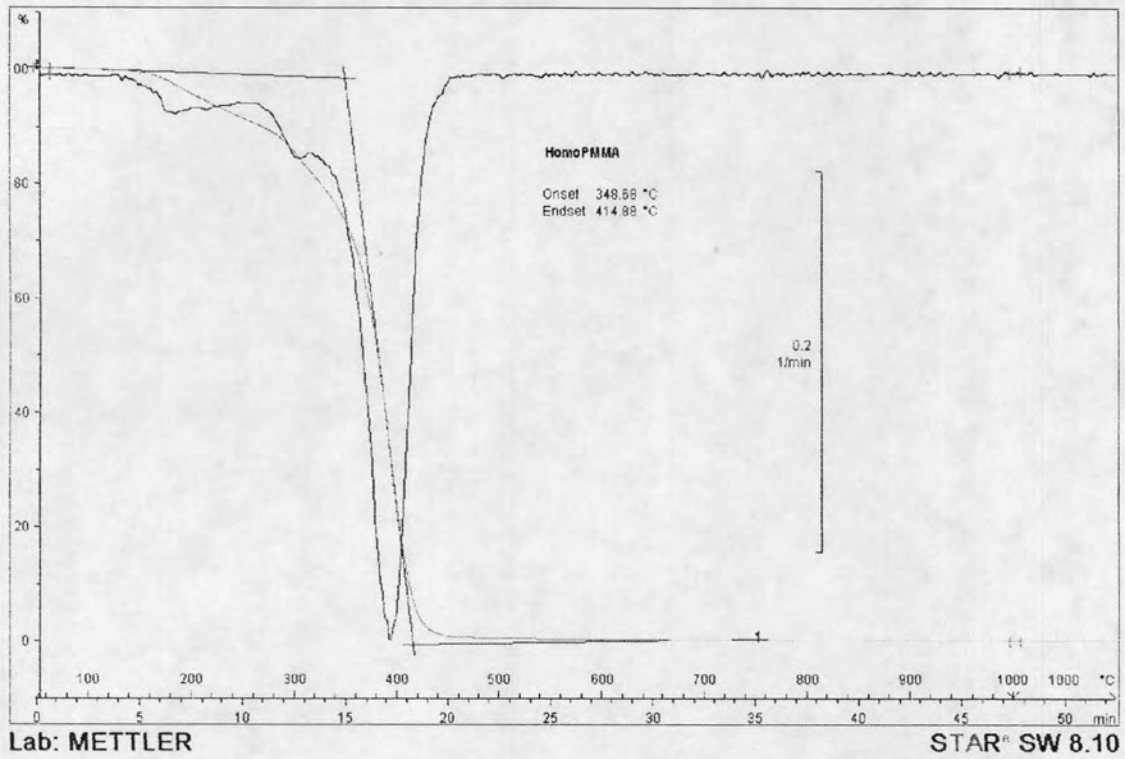
รูปที่ 14 TGA เทอร์โมแกรมของกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลตภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



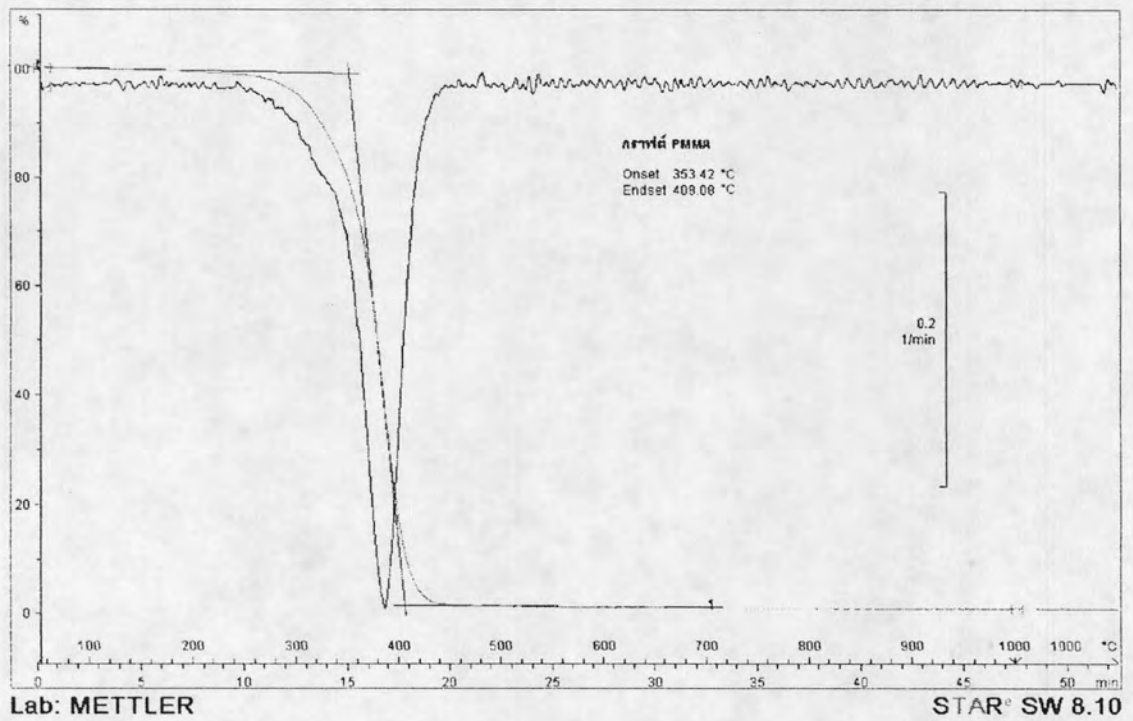
รูปที่ 15 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต ก่อนสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



รูปที่ 16 TGA เทอร์โมแกรมของแป้งข้าวเหนียวกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลต หลังสกัดด้วยตัวทำละลายภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



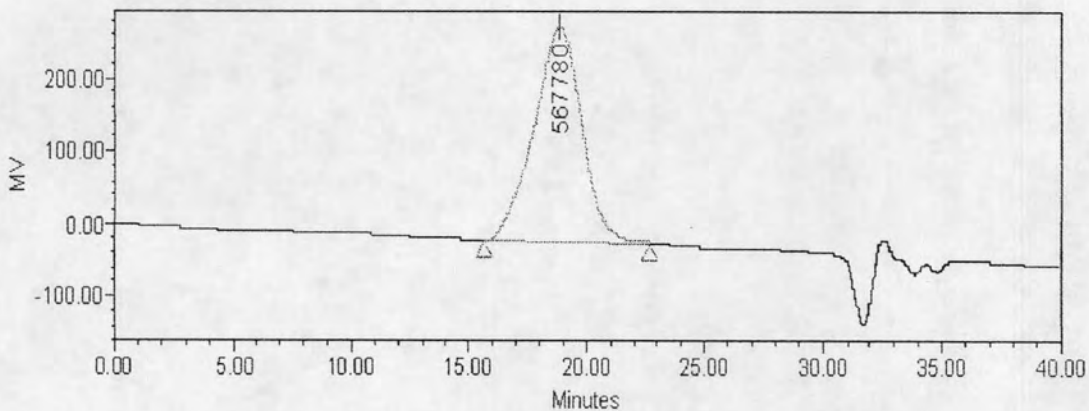
รูปที่ 17 TGA เทอร์โมแกรมของโฮโมพอลิเมทิลเมทาคริเลตภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



รูปที่ 18 TGA เทอร์โมแกรมของกราฟต์พอลิเมทิลเมทาคริเลตภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ

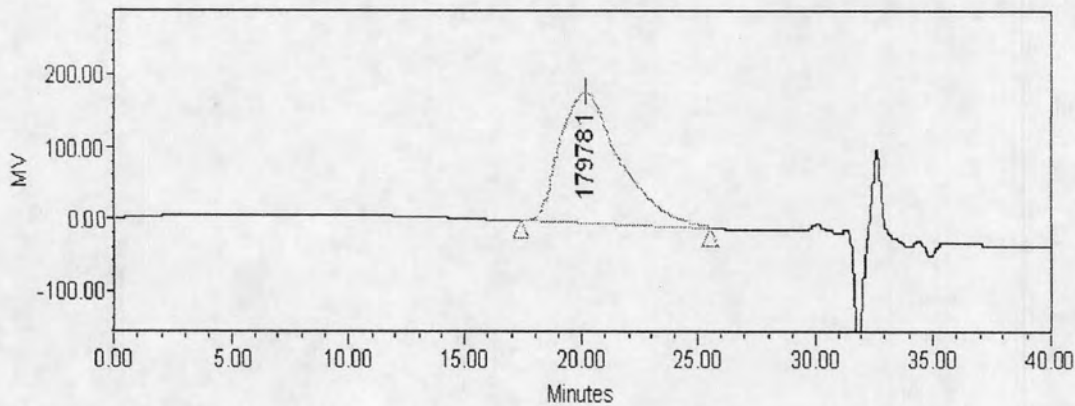
ภาคผนวก ง

กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลด้วยเทคนิค GPC



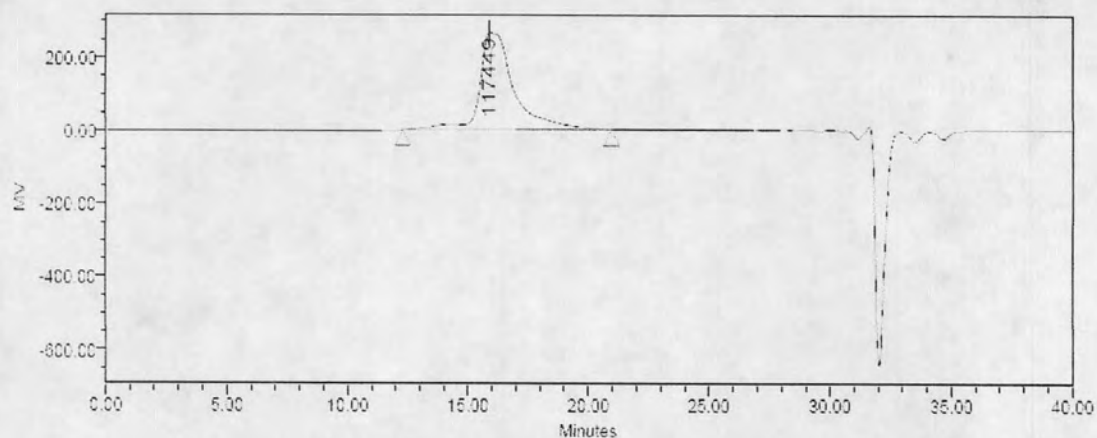
\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
439,953	1,170,174	567,780	3,364,717	6,564,586	2.6597704

รูปที่ 1 GPC ของพอลิเมทิลเมทาคริลิตอ้างอิง



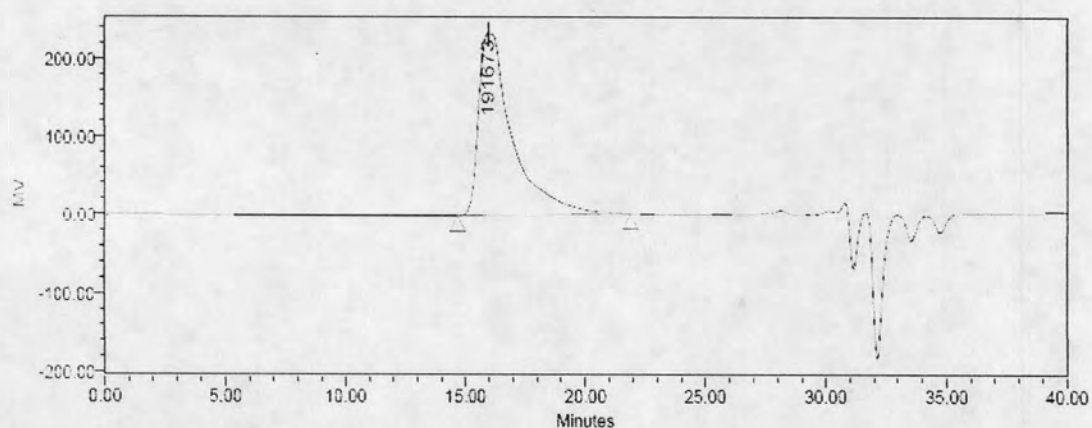
\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
86,708	207,871	179,781	410,502	662,507	2.397370

รูปที่ 2 GPC ของไฮโมพอลิเมทิลเมทาคริลิตของภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



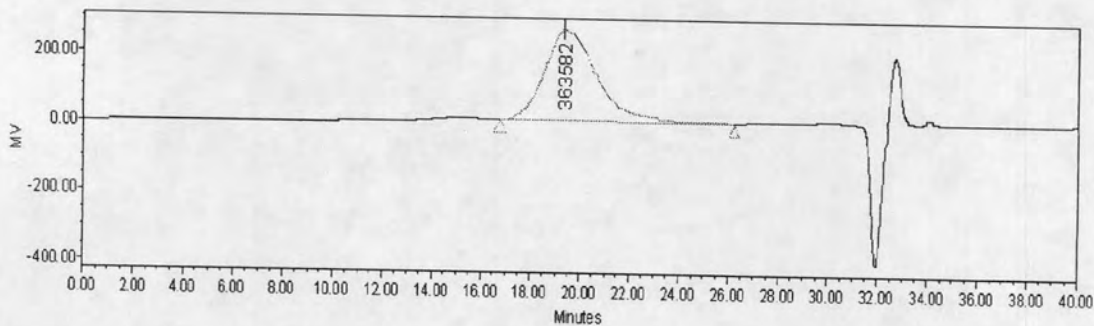
\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
130,531	170,354	202,567	209,312	242,903	1.3050846

รูปที่ 3 GPC ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่กราฟต์บนแบ่งหลังไฮโดรลิซิสของภาวะที่ 1 ที่ระดับปฏิบัติการ



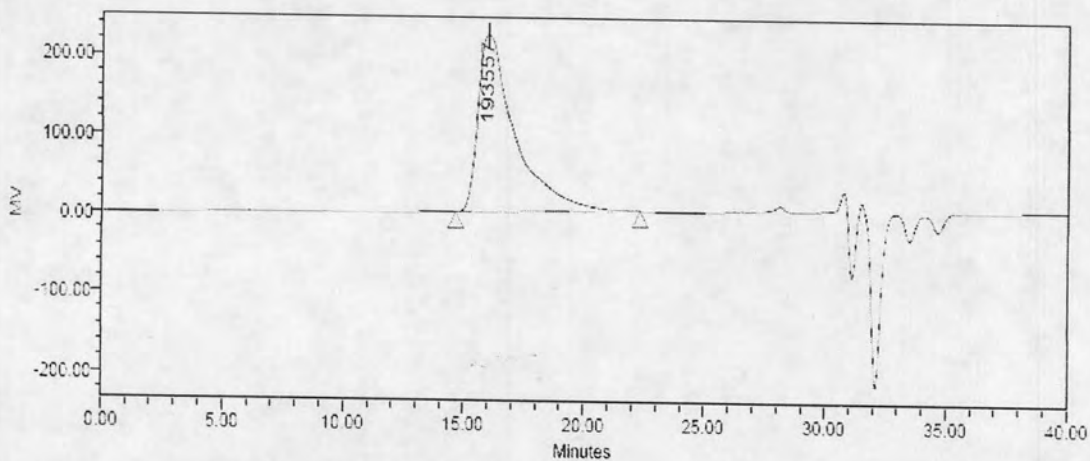
\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
114,724	155,405	191,673	180,025	196,306	1.3545968

รูปที่ 4 GPC ของไฮโมพอลิเมทิลเมทาคริเลตของภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



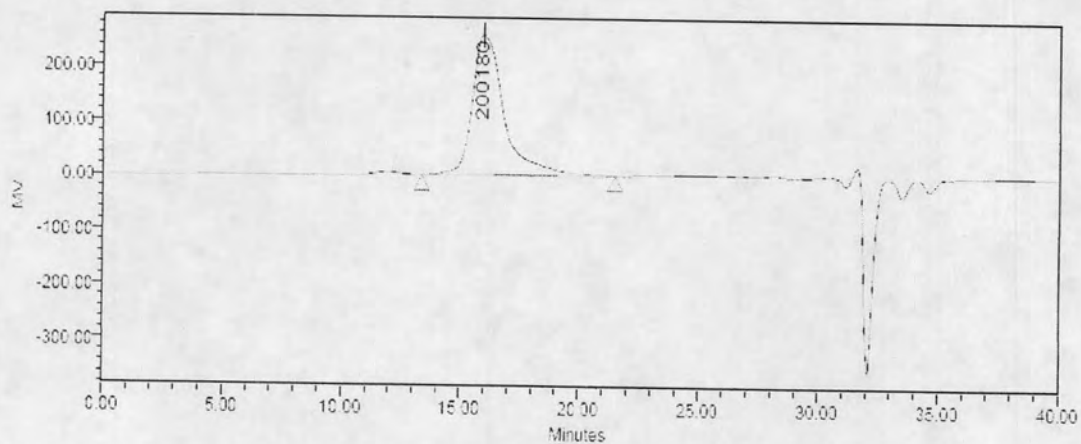
\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
169,924	408,753	363,582	842,715	1,509,639	2.405508

รูปที่ 5 GPC ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่กราฟต์บนแป้งหลังไฮโดรลิซิสของภาวะที่ 2 ที่ระดับปฏิบัติการ



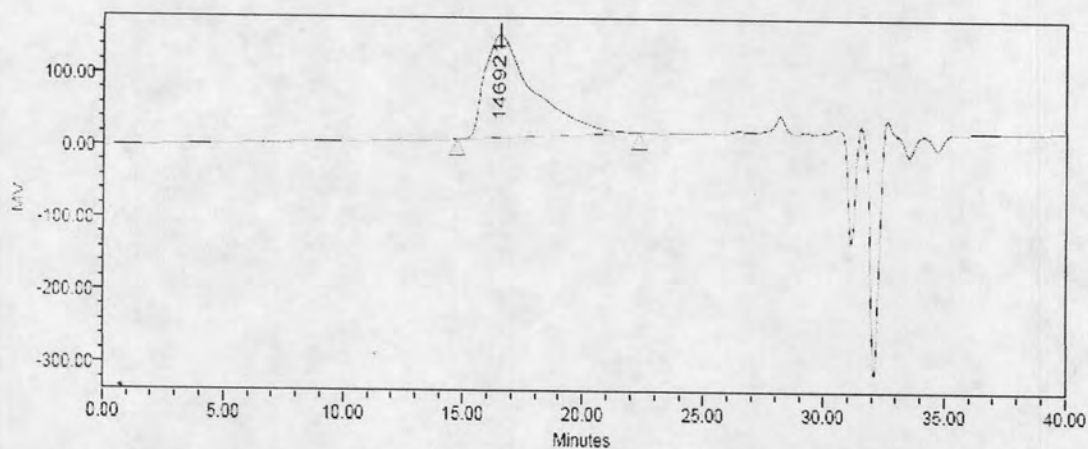
\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
104,209	150,665	193,557	179,100	197,673	1.4457964

รูปที่ 6 GPC ของไฮโมพอลิเมทิลเมทาคริเลตของภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



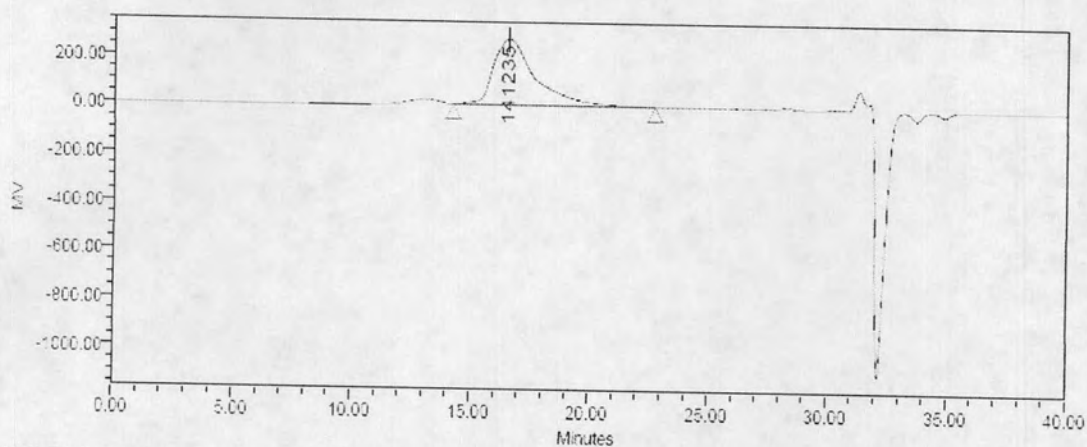
\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
139,158	177,875	200,180	204,899	229,328	1.2782233

รูปที่ 7 GPC ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่กราฟต์บนแป้งหลังไฮโดรลิซิสของภาวะที่ 1 ที่ 50 เท่า
ของระดับปฏิบัติการ



\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
72,307	115,065	146,921	146,483	167,528	1.591339704

รูปที่ 8 GPC ของไฮโมพอลิเมทิลเมทาคริเลตของภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่าของระดับปฏิบัติการ



\bar{M}_n	\bar{M}_w	MP	Mz	Mz+1	Polydispersity
88,414	125,110	141,235	152,796	176,708	1.445047391

รูปที่ 9 GPC ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่กราฟต์บนแป้งหลังไฮโดรลิซิสของภาวะที่ 2 ที่ 50 เท่า
ของระดับปฏิบัติการ

ภาคผนวก จ

สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

จ.1 สมบัติความทนแรงดัดโค้ง

จ.1.1 ชั้นทดสอบพลาสติกที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 170 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	24.60	1.717	3810
2	28.32	1.678	4228
3	33.13	2.441	4257
4	29.41	1.869	3676
5	27.69	1.869	4506
Average	28.63±3.09	1.915±0.31	4095±342.65

จ.1.2 ชั้นทดสอบพลาสติกที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 180 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	24.16	1.678	2320
2	25.24	1.869	2735
3	29.28	1.984	4315
4	25.85	1.717	4306
5	24.84	1.678	2871
Average	25.87±2.00	1.785±0.14	3309.15±936.15

จ.1.3 ชั้นทดสอบพลาสติกที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 190 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	24.77	2.213	4804
2	24.90	2.098	3327
3	23.16	1.869	3176
4	25.15	1.831	3077
5	29.17	2.670	4000
Average	25.43±2.23	2.136±0.34	3676.80±725.94

จ.2 ความทนแรงกระแทก

จ.2.1 พลาสติก

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 170 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	1.206
2	1.072
3	1.081
4	1.070
5	1.103
Average	1.107±0.057

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 180 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	1.195
2	1.111
3	1.111
4	1.081
5	1.102
Average	1.120±0.044

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 190 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	0.910
2	0.913
3	0.890
4	0.882
5	0.911
Average	0.901±0.015

จ.3 ความหนาแน่น

จ.3.1 โฟมภาวะที่ 1

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 170 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
1	0.6457
2	0.6366
3	0.6185
4	0.6367
5	0.6441
Average	0.6363±0.0108

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 180 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
1	0.7067
2	0.6870
3	0.7121
4	0.6845
5	0.7037
Average	0.6988±0.0123

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 190 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
1	0.7196
2	0.7628
3	0.8145
4	0.7878
5	0.7609
Average	0.7691±0.3520

จ.3.2 โฟมภาวะที่ 2

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 170 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
1	0.6751
2	0.6951
3	0.6930
4	0.6968
5	0.6975
Average	0.6915±0.0093

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 180 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
1	0.6820
2	0.6854
3	0.6797
4	0.6896
5	0.7077
Average	0.6889±0.0112

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 190 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	ความหนาแน่น (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
1	0.6337
2	0.6900
3	0.6589
4	0.6519
5	0.6393
Average	0.6548±0.2210

จ.4 สมบัติความทนแรงดัดโค้ง

จ.4.1 ชั้นทดสอบโฟมภาวะที่ 1 ที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 170 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	3.629	2.136	934.427
2	3.757	3.014	682.680
3	5.755	2.747	1243.034
4	6.296	2.747	582.233
5	3.300	2.518	544.808
6	3.208	3.738	726.483
Average	4.324±1.344	2.817±0.539	785.611±262.611

จ.4.2 ชั้นทดสอบโฟมภาวะที่ 1 ที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 180 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	3.804	3.662	544.808
2	3.896	3.357	599.349
3	2.796	3.242	762.411
4	6.487	3.289	540.537
5	5.214	2.060	918.866
6	6.846	2.441	675.367
Average	4.841±1.614	3.009±0.617	673.556±146.869

จ.4.3 ชั้นทดสอบโฟมภาวะที่ 1 ที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 190 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	5.616	3.090	1322.737
2	6.515	3.510	966.042
3	4.018	2.747	749.060
4	4.144	2.289	1450.469
5	3.804	3.662	599.349
6	3.896	3.357	762.411
Average	4.666±1.127	3.109±0.516	975.011±34.866

จ.4.4 ชั้นทดสอบโฟมภาวะที่ 2 ที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 170 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	3.393	1.755	738.110
2	5.565	3.281	611.326
3	3.576	2.556	738.103
4	6.936	3.433	864.616
5	3.060	2.098	708.088
6	2.075	2.136	301.384
Average	4.101±1.797	2.543±0.681	660.271±193.575

จ.4.5 ชั้นทดสอบโพนัฒภาวะที่ 2 ที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 180 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	6.370	1.793	541.900
2	5.546	1.945	544.318
3	4.308	1.480	726.483
4	4.390	1.907	726.709
5	3.668	1.526	800.253
6	4.303	1.526	778.706
Average	4.764±0.995	1.696±0.210	686.395±114.701

จ.4.6 ชั้นทดสอบโพนัฒภาวะที่ 2 ที่อุณหภูมิการอัดแบบที่ 190 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Flexural strength (MPa)	Deformation at Maximum Load (mm.)	Flexural Modulus (MPa)
1	4.952	1.678	474.537
2	4.004	1.411	316.556
3	5.037	1.602	520.000
4	4.540	1.297	277.895
5	4.205	2.060	835.225
6	4.437	2.518	823.671
Average	4.529±0.406	1.761±0.454	541.314±241.217

๑.5 ความทนแรงกระแทก

๑.5.1 ภาวะที่ 1

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 170 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	0.396
2	0.396
3	0.398
4	0.392
5	0.396
Average	0.396±0.0019

๑.5.2 ภาวะที่ 2

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 170 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	0.388
2	0.410
3	0.390
4	0.391
5	0.386
Average	0.393±0.0095

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 180 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	0.406
2	0.406
3	0.402
4	0.402
5	0.406
Average	0.404±0.0020

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 180 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	0.393
2	0.394
3	0.396
4	0.379
5	0.389
Average	0.390±0.0068

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 190 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	0.592
2	0.588
3	0.588
4	0.600
5	0.573
Average	0.588±0.0099

อุณหภูมิการอัดแบบที่ 190 องศาเซลเซียส

ชั้นทดสอบ	Impact Strength (KJ/m ²)
1	0.341
2	0.328
3	0.367
4	0.330
5	0.364
Average	0.346±0.0183

ภาคผนวก จ

จ.1 ผลการทดสอบสมบัติการย่อยสลายทางชีวภาพเมื่อฝังดินเป็นเวลา 30 วัน

จ.1.1 พลาสติก

อัตราที่ 170 ° C	% Biodegradable
1	48.381
2	47.702
3	50.401
4	51.086
5	49.396
Average	49.393±1.393

อัตราที่ 180 ° C	% Biodegradable
1	46.165
2	51.309
3	53.205
4	52.392
5	47.114
Average	50.037±3.191

อัตราที่ 190 ° C	% Biodegradable
1	58.171
2	48.982
3	51.3685
4	53.227
5	53.979
Average	53.145±3.41

จ.1.2 โฟม

ภาวะที่ 1 ที่ 170 ° C	% Biodegradable
1	62.849
2	45.345
3	42.490
4	66.190
5	48.456
Average	53.066±10.731

ภาวะที่ 2 ที่ 170 ° C	% Biodegradable
1	78.826
2	86.616
3	84.916
4	87.492
5	89.932
Average	85.557±4.175

ກາວະທີ່ 1 ທີ່ 180 ° C	% Biodegradable
1	62.890
2	65.937
3	62.690
4	40.384
5	45.150
Average	55.410±11.735

ກາວະທີ່ 2 ທີ່ 180 ° C	% Biodegradable
1	86.494
2	81.303
3	82.313
4	77.729
5	81.854
ກາວະທີ່ 2 ທີ່ 180 ° C	% Biodegradable

ກາວະທີ່ 1 ທີ່ 190 ° C	% Biodegradable
1	47.918
2	60.385
3	42.235
4	62.414
5	69.531
Average	56.497±11.147

ກາວະທີ່ 2 ທີ່ 190 ° C	% Biodegradable
1	79.672
2	92.461
3	91.391
4	83.638
5	87.058
Average	86.844±5.338

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกิตติศักดิ์ จงเสรีกิจ เกิดเมื่อวันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2525 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ จากภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2546 หลังจากนั้น เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคต้นในปีการศึกษา 2548 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลายของปีการศึกษา 2549 รวมระยะเวลาในการศึกษา 2 ปี