

รายการอ้างอิง

1. เสาวรจณ์ ช่วยจุลจิตร์ และ อมร เพชรสม. การสังเคราะห์พอลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวจาก ขวดเพทที่ใช้แล้ว. รายงานผลการวิจัยทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2537.
2. Goodman, I. And Rhys, J.A. Polyester. Vol.1: Saturated Polyester. London: American Elsevier, 1965
3. Sasee, F. and Emig, G. Chemical Recycling of Polymer Materials. Chemical Engineering & Technology 21 (1998): 777 - 789
4. La Monitia, F.P. Recycling of Plastic Materials. Toronto-Scarborough: Chem Tec, 1993
5. Paszum, D. and Spychaj, T. Chemical Recycling of Poly(ethylene terephthalate). Ind.Eng.Chem.Res 36 No.4 (1997): 1373 – 1383
6. Vaidya, U.R. and Nadkarni, V.M. Unsaturated Polyesters from PET Waste: Kinetics of Polycondensation. Journal of Applied Polymer Science 34 (1987) : 235 – 245
7. Chen, J-W. And Chen, L-W. The Glycolysis of Poly(ethylene terephthalate). Journal of Applied Polymer Science 73 (1999) : 35 – 40
8. Guclu, G., Kasgoz, A., Ozgumus, S., ozbudak, S. and Orbay, M. Glycolysis of Poly(ethylene tetephtalate) Wastes in Xylene. Journal of Applied Polymer Science 69 (1998) : 2311 - 2319
9. Campanelli, J.R., Kamal, M.R. and Cooper, G. Kinetics of Glycolysis of Poly(ethylene terephthalate)Melts. Journal of Applied Polymer Science 541994 : 1731 – 1740
10. Mangeng, Lu and Sangwook, Kim. Unsaturated Polyester Resins Based on Recycled PET : Preparation and Curing Behavior. Journal of Applied Polymer Science 80 (2001) : 1052 – 1057
11. Shukla, S.R. and Mathur, M.R. Action of Alkali on Polybutylene Terephthalate and Polyethylene Terephthalate Polyesters. Journal of Applied Polymer Science 75 (2000) : 1097 - 1102

12. Oku, A., Hu, L.-C. and Yamada, E. Alkali Decomposition of Poly(ethylene terephthalate) with Sodium Hydroxide in Nonaqueous Ethylene Glycol: A Study on Recycling of Terephthalic Acid and Ethylene Glycol. Journal of Applied Polymer Science 63 (1997) : 595 – 601
13. วราภรณ์ สุวกุล. ปรากฏการณ์พื้นผิวและระหว่างผิว. ภาควิชาเคมีศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532
14. Attwood, D. and Florence, A.T. Surfactant Systems Their chemistry, pharmacy and biology. 1 st.ed. New York: Chapman and Hall, 1983
15. Fulimoto, T. New Introduction to Surface Active Agehts. Japan: Sanyo Chemical Industries, LTD, 1985
16. Ismail, Eid A. Preparation of Water-Soluble Polyurethane Surfactants. Journal of Applied Polymer Science 68 (1998) : 1531-1536
17. Touhami, Y., Rana, D., Neale, G.H. and Hornof, V. Study of Polymer-Surfactant Interactions via Surface Tension Measurments. Colloid Polymer Science 279 (2001) : 297 – 300
18. Goddard, E.D. Interactions of Surfactant with Polymers and Proteins. London: CRC Press
19. Brandrup, J., Immergut, E.H. and Grulke, E.A. Polymer Handbook. Fourth edition New York: John Wiley&Son, 1999.
20. รศ. อรอุษา สรวารี. สารเคลือบผิว (สี วานิช และ แล็กเกอร์). พิมพ์ครั้งที่ 2: กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539
21. Wick, Z.W., Jones, F.N., and Pappas, S.P. Organic Coating: Science and Technology. 2 nd.ed. New York: John Wiley&Son, 1999.
22. Australia.Oil and Colour Chemists'Association. Surface coating. Vol. 1: Raw Material and Their Usage. London: Chapman&Hall, 1993
23. Alan D. Wilson. Waterborne coatings surface coatings – 3. Elseviser Applied Science
24. วราภรณ์ สุวกุล. อิมัลชัน. ภาควิชาเคมีศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527
25. Mulley, B.A. Emulsion and Emulsion Technology. Part I. Surfactant Science Series, New York: Marcel Dekker, 1974

26. Gooch J.W., Dong H. and Schork F.J. Water Oil-Modified Polyurethane Coatings via Hybrid Miniemulsion Polyurethane. Journal of Applied Polymer Science 76 (2000) 105-114

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ผลการย่อยสลายขวดพลาสติกที่ใช้แล้วด้วยปฏิกิริยาอัลคาไลน์ดีคอมโพสิชัน

ครั้งที่	น้ำหนักเพท ก่อนทำปฏิกิริยา (กรัม)	น้ำหนักเพท หลังทำปฏิกิริยา (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเพท
1	38.47	2.30	94.02
2	38.42	1.78	95.38
3	38.46	2.05	94.67
4	38.46	1.55	95.97
5	38.44	2.11	94.51
ค่าเฉลี่ย			94.91
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			0.77

ค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเพทคำนวณจากสมการซึ่งแสดงดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเพท} = \left[\frac{(PET_i - PET_f)}{PET_i} \right] \times 100$$

เมื่อ PET_i = น้ำหนักเพทก่อนทำปฏิกิริยา และ

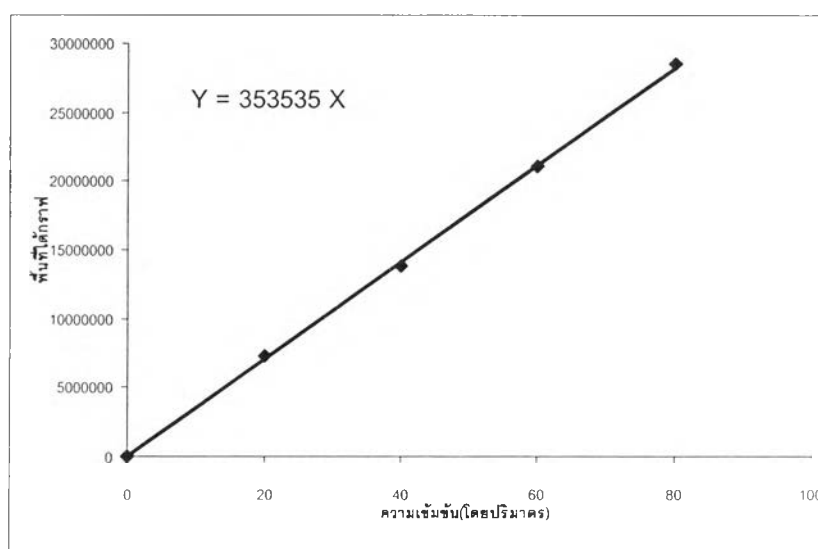
PET_f = น้ำหนักเพทหลังทำปฏิกิริยา

การหาเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของเอทิลีนไกลคอล (EG) ด้วยเครื่อง GC

การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของเอทิลีนไกลคอลที่ได้จากการรีไซเคิล สามารถทำได้ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (GC) โดยนำเอทิลีนไกลคอลที่รู้ความบริสุทธิ์ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 2 จากนั้นนำค่าพื้นที่ใต้กราฟที่แสดงลักษณะเฉพาะของเอทิลีนไกลคอลมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทิลีนไกลคอลและค่าพื้นที่ใต้กราฟ ได้กราฟแสดงดังรูปที่ 1

ตารางที่ 2 ผลของเอทิลีนไกลคอลมาตรฐาน (ความบริสุทธิ์ ประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์)

ความเข้มข้นของ EG มาตรฐาน (โดยปริมาตร)	พื้นที่ใต้กราฟ
0	0
20	7,227,174
40	13,815,600
60	21,056,800
80	28,523,000



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทิลีนไกลคอลและค่าพื้นที่ใต้กราฟที่วัดด้วยเครื่อง GC

จากนั้นนำเอทิลีนไกลคอลก่อนทำการกลั่นและภายหลังทำการกลั่นไปวัดความบริสุทธิ์ด้วยเครื่อง GC (เตรียมที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร) จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าพื้นที่ใต้กราฟที่ได้กับสมการของกราฟความสัมพันธ์ในรูปที่ 1 ได้ผลดังตารางที่ 4.2

จากสมการ (3.2) และ (3.3)

$$\text{ความเข้มข้นโดยปริมาตร} = \frac{\text{พื้นที่ใต้กราฟ}}{353535} \quad \text{..... (3.2)}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์} = \frac{2 \times [\text{ความเข้มข้นที่คำนวณได้}] \times 100}{[\text{ความเข้มข้นที่เตรียมได้}]} \quad \text{..... (3.3)}$$

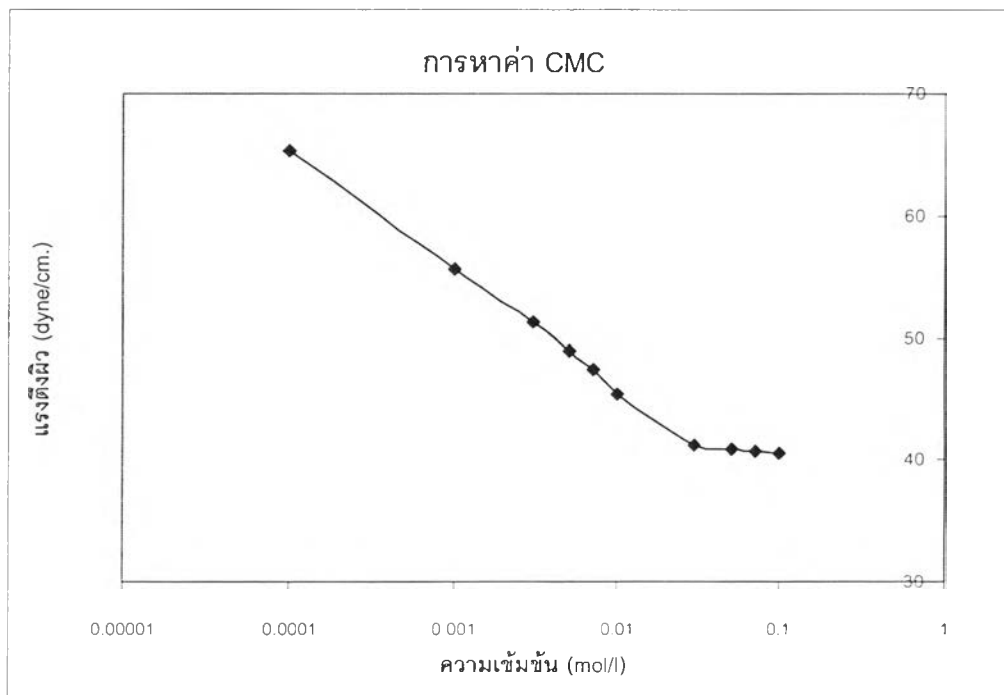
ตารางที่ 3 ผลการหาความบริสุทธิ์ของเอทิลีนไกลคอล

ครั้งที่	เอทิลีนไกลคอลก่อนทำการกลั่น		เอทิลีนไกลคอลหลังทำการกลั่น	
	พื้นที่ใต้กราฟ	ความบริสุทธิ์ (เปอร์เซ็นต์)	พื้นที่ใต้กราฟ	ความบริสุทธิ์ (เปอร์เซ็นต์)
1	16,587,080	93.84	17,385,270	98.35
2	16,303,819	92.23	17,598,960	99.56
3	16,447,000	93.04	17,610,206	99.62
4	16,546,161	93.60	17,476,130	98.87
5	16,414,780	92.86	17,436,502	98.64
ค่าเฉลี่ย	-	93.12	-	99.01
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	0.63	-	0.56

การหาค่า Critical micelle concentration (CMC)

ตารางที่ 4 การหาค่า CMC ของสารลดแรงตึงผิวที่สังเคราะห์ได้ (S1)

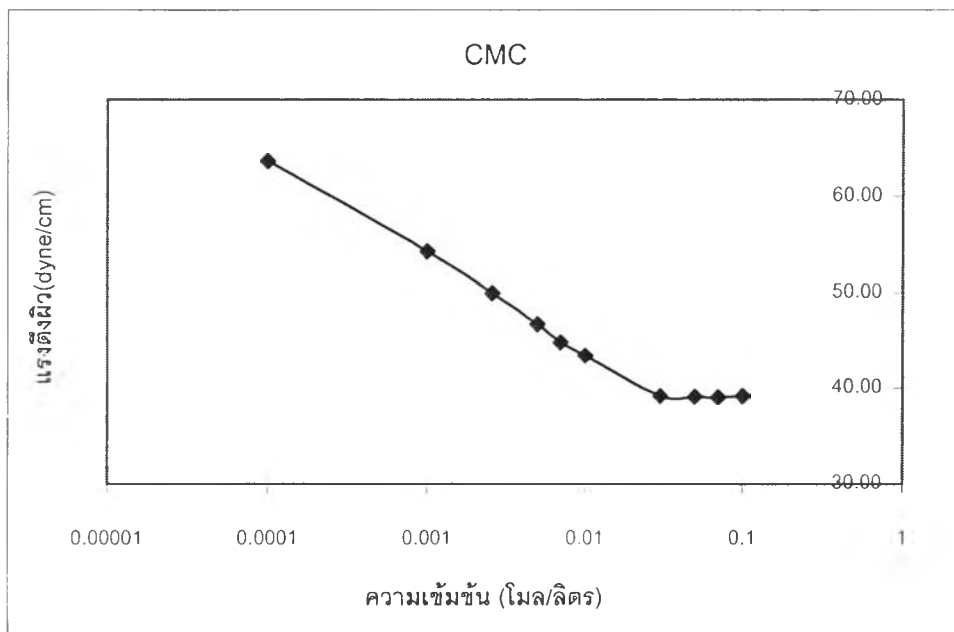
ความเข้มข้น (mol/l)	ค่าแรงตึงผิว (dyne/cm.)					ค่าเฉลี่ย (dyne/cm.)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	1	2	3	4	5		
0.1000	40.98	40.98	40.07	40.42	40.42	40.57	0.40
0.0700	40.65	40.65	40.78	40.75	40.78	40.72	0.07
0.0500	41.07	40.65	40.78	40.78	40.75	40.81	0.16
0.0300	41.50	41.29	41.07	41.07	41.07	41.20	0.19
0.0100	45.66	45.66	45.33	45.33	45.33	45.46	0.18
0.0070	47.42	47.09	47.31	47.63	47.74	47.44	0.26
0.0050	48.72	48.72	48.72	48.15	48.37	48.94	0.31
0.0030	51.58	51.12	51.26	51.37	51.17	51.30	0.37
0.0010	56.28	55.52	55.74	55.52	55.41	55.69	0.35
0.0001	65.41	65.41	65.19	65.19	65.30	65.30	0.11



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวที่สังเคราะห์ได้ (S1)

ตารางที่ 5 การหาค่า CMC ของสารลดแรงตึงผิวที่สังเคราะห์ได้ (S2)

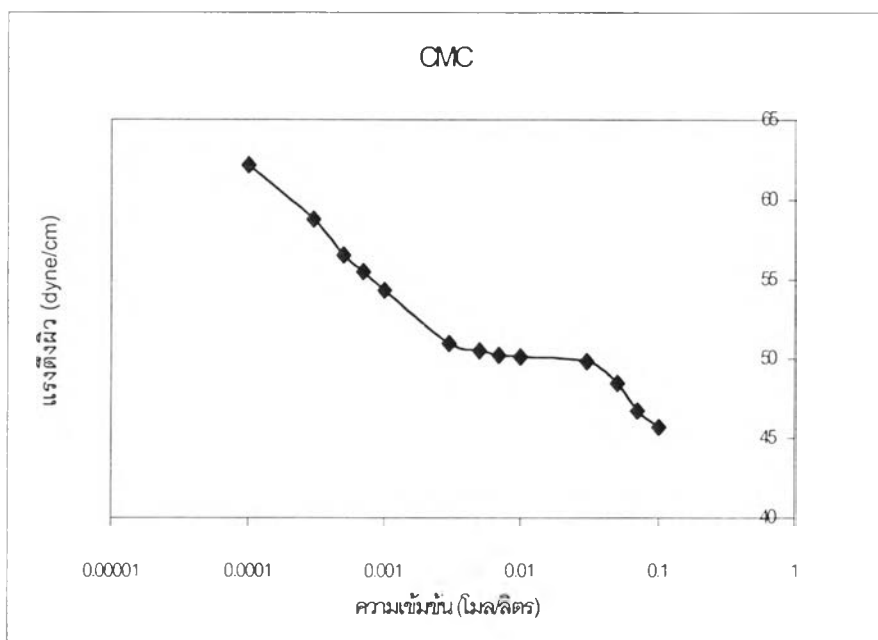
ความเข้มข้น (mol/l)	ค่าแรงตึงผิว (dyne/cm.)					ค่าเฉลี่ย (dyne/cm.)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	1	2	3	4	5		
0.1	38.90	39.00	39.90	39.10	39.00	39.18	0.41
0.07	39.10	39.20	39.00	39.10	39.00	39.08	0.08
0.05	39.80	39.00	39.00	39.00	39.00	39.16	0.36
0.03	39.20	39.20	39.20	39.20	39.20	39.20	0.00
0.01	43.20	43.20	43.70	43.70	43.50	43.46	0.25
0.007	44.50	45.00	45.00	44.80	45.00	44.86	0.22
0.005	46.50	46.60	47.00	47.00	46.80	46.78	0.23
0.003	50.00	49.50	50.10	50.10	50.00	49.94	0.25
0.001	55.00	55.00	53.80	53.80	53.80	54.28	0.66
0.0001	63.70	63.70	63.50	63.70	63.50	63.62	0.11



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวที่สังเคราะห์ได้ (S2)

ตารางที่ 6 การหาค่า CMC ของสารลดแรงตึงผิวที่สังเคราะห์ได้ (S3)

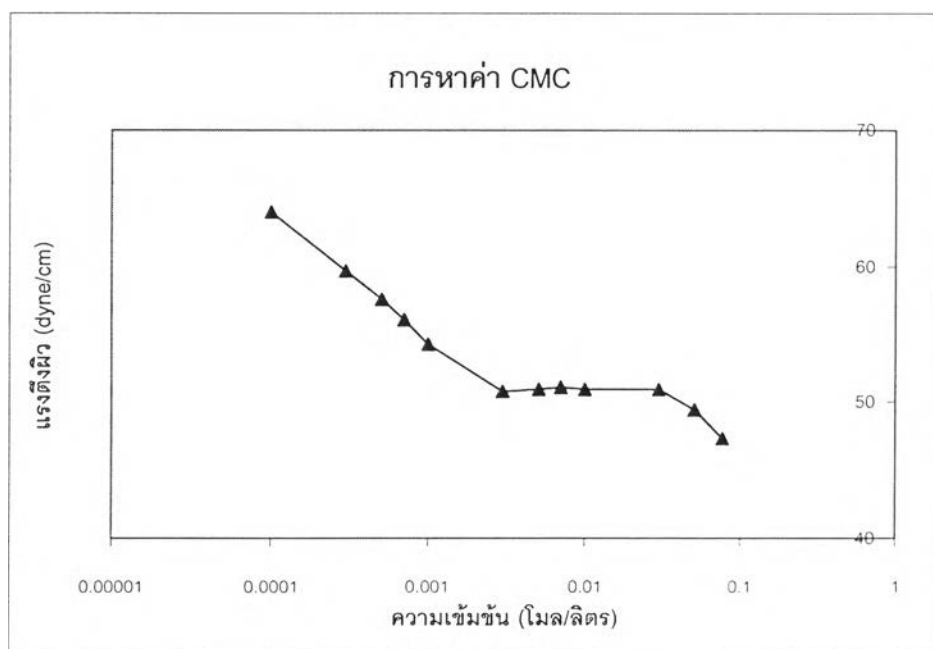
ความเข้มข้น (mol/l)	ค่าแรงตึงผิว (dyne/cm.)					ค่าเฉลี่ย (dyne/cm.)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	1	2	3	4	5		
0.1	45.42	45.31	46.39	45.63	45.74	45.70	0.43
0.07	46.02	46.70	47.13	46.92	46.81	46.71	0.42
0.05	48.81	48.81	48.68	48.13	47.81	48.45	0.45
0.03	49.00	48.89	49.00	49.00	49.00	49.80	0.05
0.01	50.20	50.09	50.11	50.09	50.09	50.12	0.05
0.007	50.20	50.20	50.31	50.11	50.20	50.20	0.07
0.005	50.31	50.31	50.85	50.31	50.85	50.53	0.30
0.003	50.85	50.96	51.07	50.85	51.07	50.96	0.11
0.001	54.87	54.43	54.33	53.35	54.43	54.28	0.56
0.0007	55.33	55.11	55.89	55.78	55.30	55.48	0.34
0.0005	56.50	56.50	56.28	57.04	56.28	56.52	0.31
0.0003	58.67	58.45	58.45	59.00	59.21	58.76	0.34
0.0001	63.15	63.10	63.15	62.93	63.15	63.10	0.10



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวที่สังเคราะห์ได้ (S3)

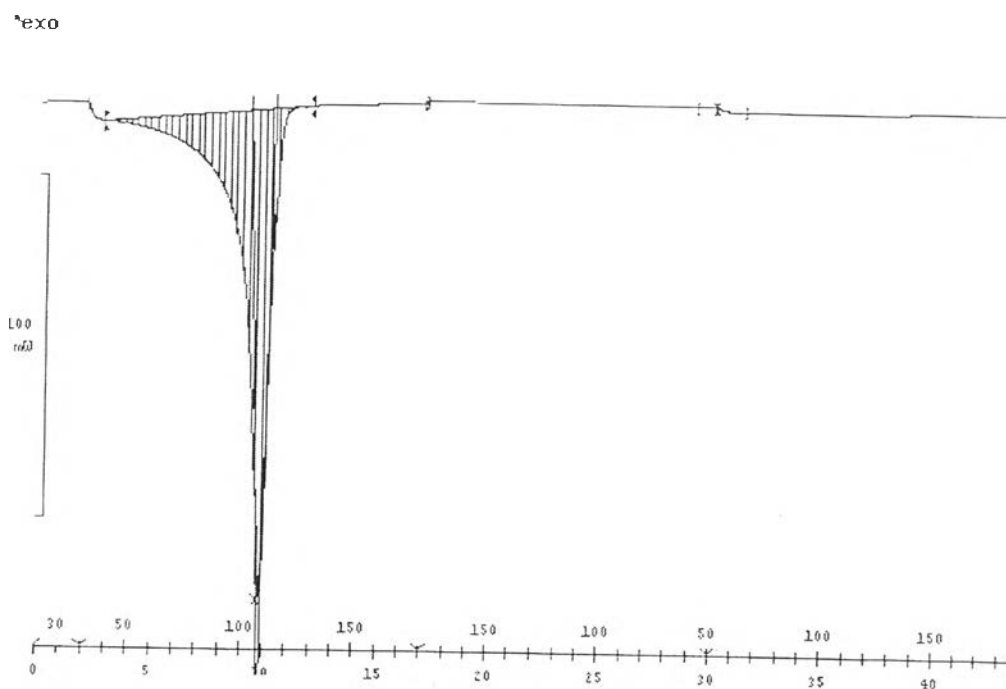
ตารางที่ 7 การหาค่า CMC ของสารลดแรงตึงผิวที่สังเคราะห์ได้ (S4)

ความเข้มข้น (mol/l)	ค่าแรงตึงผิว (dyne/cm.)					ค่าเฉลี่ย (dyne/cm.)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	1	2	3	4	5		
0.07	46.39	46.18	46.39	46.94	46.50	46.48	0.28
0.05	49.44	49.76	49.65	49.11	49.22	49.44	0.28
0.03	50.09	49.87	49.87	49.44	49.76	49.81	0.24
0.01	51.28	50.96	50.85	51.07	50.85	51.00	0.18
0.007	51.17	50.96	51.17	51.07	51.28	51.13	0.12
0.005	50.85	50.85	51.28	50.96	51.07	51.00	0.18
0.003	50.70	51.24	50.70	51.02	50.70	50.87	0.25
0.001	54.22	54.11	54.65	54.11	54.33	54.28	0.23
0.0007	56.17	56.61	56.72	56.06	56.58	56.43	0.29
0.0005	58.45	58.13	58.78	58.89	58.89	58.63	0.33
0.0003	59.65	59.76	59.76	59.65	59.65	59.69	0.06
0.0001	64.21	63.56	64.10	63.78	64.00	63.93	0.26

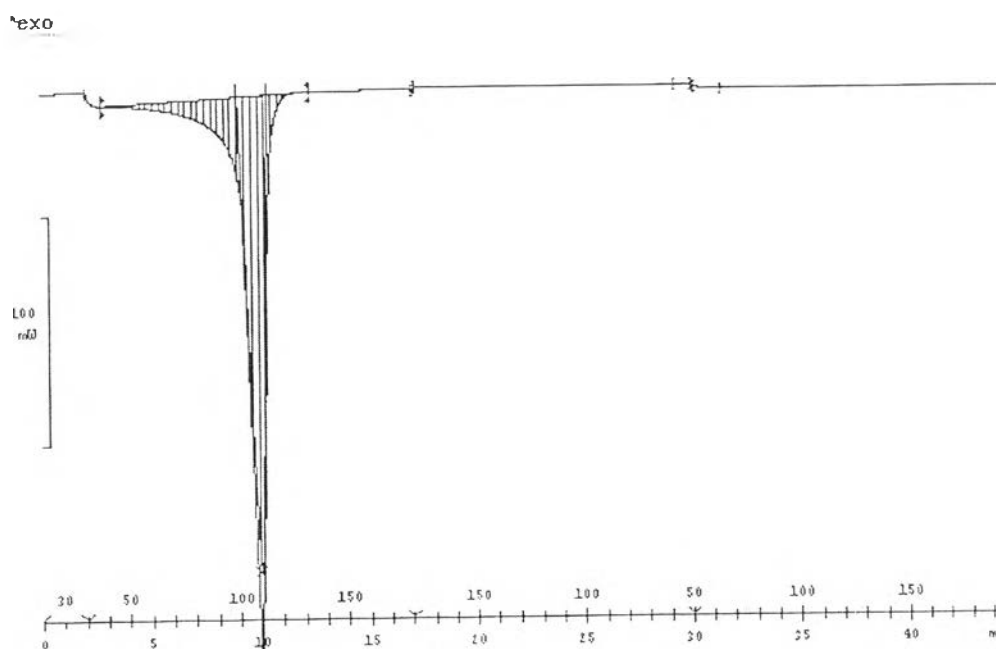


รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและแรงตึงผิวของสารลดแรงตึงผิวที่สังเคราะห์ได้ (S4)

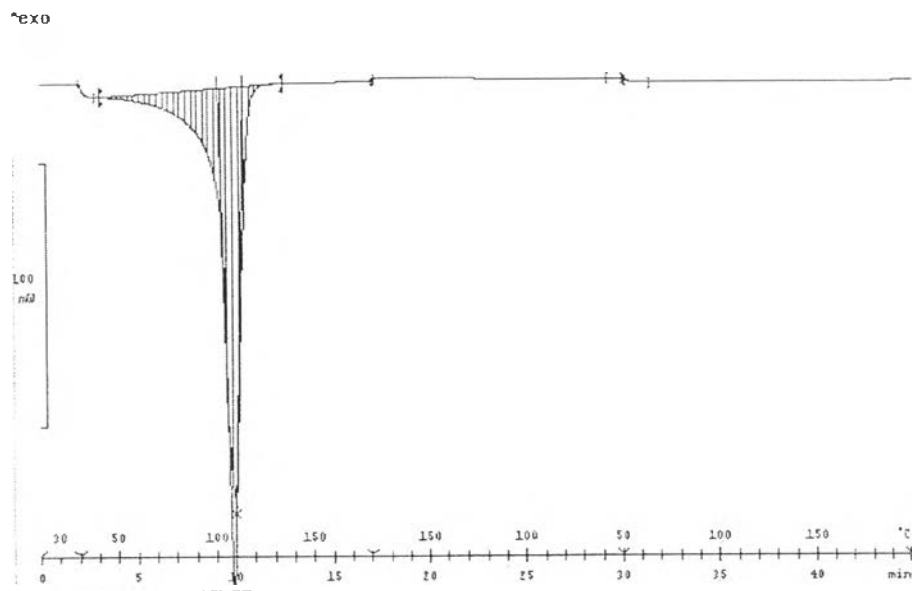
สมบัติทางความร้อนของสารเคลือบด้วยเครื่อง DSC



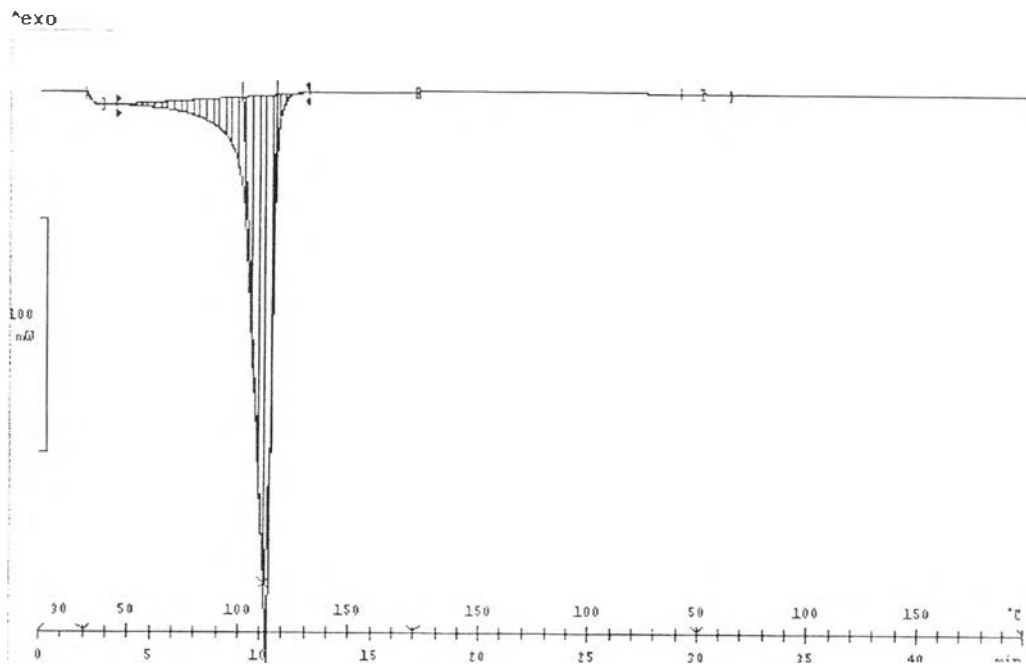
รูปที่ 8 สมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC ของสารเคลือบผิวสูตร C1 ที่ใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ



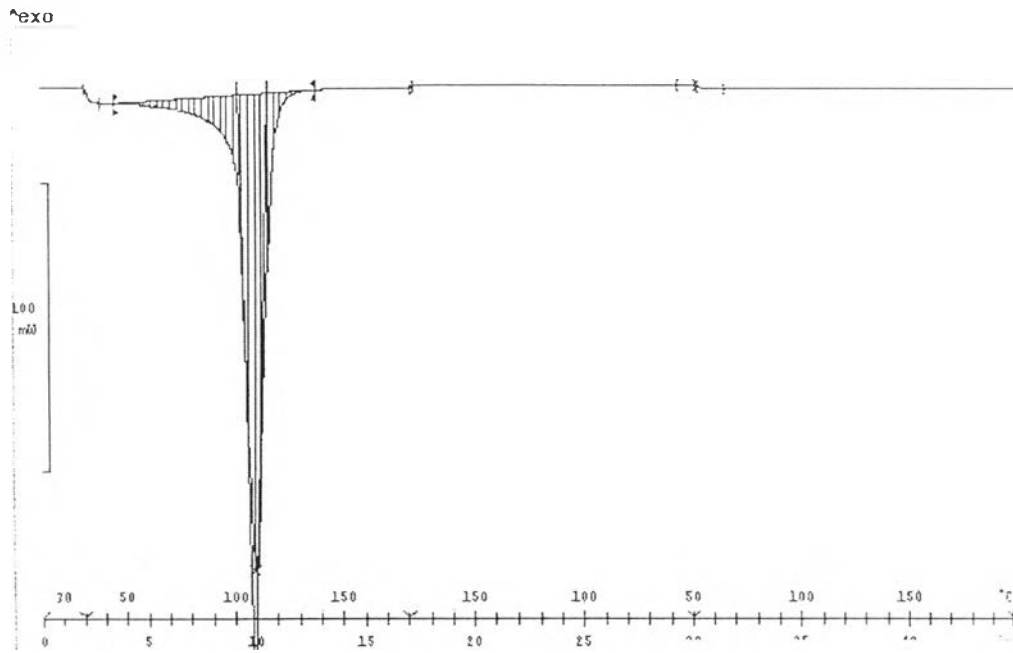
รูปที่ 9 สมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC ของสารเคลือบผิวสูตร C1 ที่ใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ



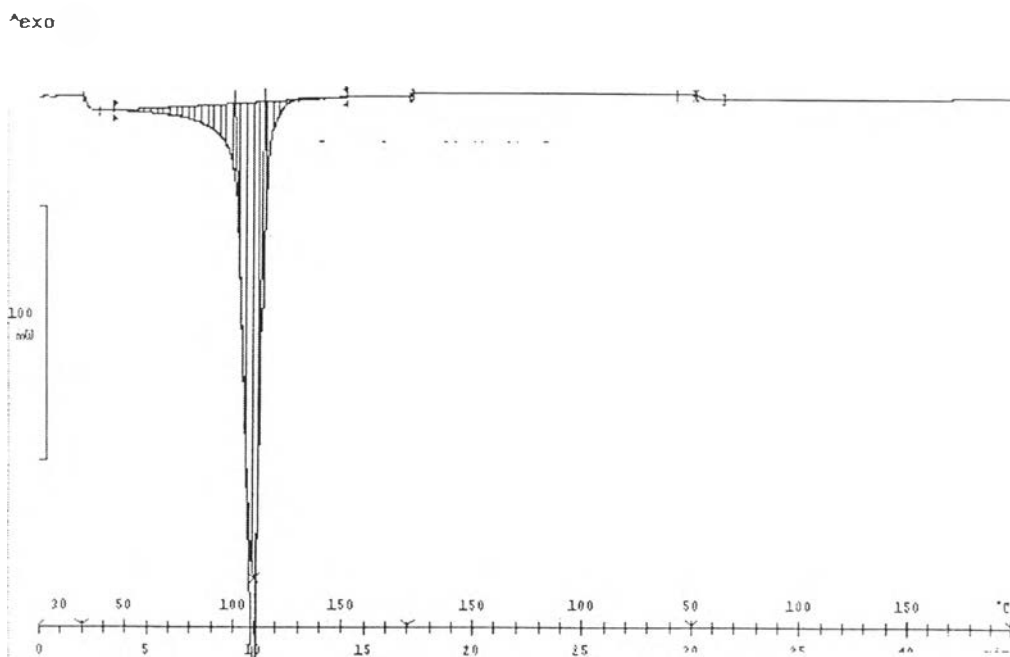
รูปที่ 9 สมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC ของสารเคลือบผิวสูตร C2 ที่ใช้สารลดแรงตึงผิวชนิด
ไม่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 10 สมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC ของสารเคลือบผิวสูตร C2 ที่ใช้สารลดแรงตึงผิว
ชนิดมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 11 สมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC ของสารเคลือบผิวสูตร C3 ที่ใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 12 สมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC ของสารเคลือบผิวสูตร C3 ที่ใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ

การหาปริมาณของแข็ง

ตารางที่ 8 การหาปริมาณของแข็ง (เปอร์เซ็นต์)

ตัวอย่าง	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักสาร (กรัม)	น้ำหนัก (กรัม)					
			เวลา (ชั่วโมง)					
			1	2	3	4	5	6
C1-No	46.9218	2.0832	45.2867	45.2812	45.2805	45.2791	45.2757	45.2751
C1-Oil	48.6517	2.0948	47.1365	47.0385	47.0328	47.0305	47.0298	47.0291
C2-No	44.8072	2.1071	43.2298	43.2111	43.2085	43.2068	43.2038	43.2036
C2-Oil	34.4932	2.0427	32.9751	32.9495	32.9461	32.9461	32.9457	32.9453
C3-No	61.2579	2.0888	-	59.6822	59.6790	59.6758	59.6599	59.6595
C3-Oil	37.9972	2.1263	-	36.3218	36.3188	36.3176	36.3109	36.3103

ตารางที่ 9 การหาปริมาณของแข็ง (เปอร์เซ็นต์) โดยใช้ตัวอิมัลซิฟายเออร์ที่ไม่ผสมน้ำมัน

สูตรตัวอย่าง	น้ำหนักรวมเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักสารเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)	
				น้ำ	ของแข็ง
C1	46.9218	2.0832	45.2751	79.0467	20.9533
C2	44.8072	2.1071	43.2036	76.1046	23.8954
C3	61.2579	2.0888	59.6595	76.5224	23.4776

ตารางที่ 10 การหาปริมาณของแข็ง (เปอร์เซ็นต์) โดยใช้ตัวอิมัลซิฟายเออร์ที่ผสมน้ำมัน

สูตรตัวอย่าง	น้ำหนักรวมเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักสารเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักรสุดท้าย (กรัม)	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)	
				น้ำ	ของแข็ง
C1	48.6517	2.0948	47.0291	77.4585	22.5415
C2	34.4932	2.0427	32.9453	75.7772	24.2228
C3	37.9972	2.1263	36.3103	79.3350	20.6650

การทดสอบความแข็งด้วยวิธีชูดขีด

พอลิยูรีเทน	ความแข็ง (กรัม)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
C1	100	100	100	100	100	100
C2	100	100	100	100	100	100
C3	100	100	100	100	100	100
ทางการค้า	200	200	200	200	200	200

ความอ่อนตัวของฟิล์ม

พอลิยูรีเทน	ความอ่อนตัว (Φ , mm.)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
C1	3	3	3	3	3	3
C2	3	3	3	3	3	3
C3	3	3	3	3	3	3
ทางการค้า	3	3	3	3	3	3

การทดสอบความตืดแน่น (Cross-Cut, tape taste, 1 x 1 mm.)

พอลิยูรีเทน	ความตืดแน่น					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
C1	5B	5B	5B	4B	5B	5B
C2	5B	5B	5B	5B	5B	5B
C3	5B	4B	4B	4B	4B	4B
ทางการค้า	5B	5B	5B	5B	5B	5B

การทดสอบความทนแรงกระแทก (นิวตัน)

พอลิยูรีเทน	ความทนแรงกระแทก (นิวตัน)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
C1	25	25	25	25	25	25
C2	40	40	40	40	40	40
C3	40	40	40	40	40	40
ทางการค้า	40	40	40	40	40	40

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพรทิพย์ แซ่เบ๊ เกิดเมื่อวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ.2520 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาพอลิเมอร์และสิ่งทอ จากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541 หลังจากนั้นจึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์เทคโนโลยีและสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2542 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลายปีการศึกษา 2544

