รายการอ้างอิง

1. Pimpan, V., Ratanarat, K. and Pongchawanakul, M., Preliminary Study on Preparation of Biodegradable Plastic from Modified Cassava Starch. J. Sci. Res. Chula. 26(2) (2001) : 117.
2. Schnabel, W. Polymer Degradation Principles and Practical Applications. New York: Macmillan Publishing, 1981.
3. ดวงใจ จิรกัญจนะ, ประไพ ไทยสุริยะ, พิริยา คำจันทร์, ทวิน สมบูรณ์ศักดิกุล และ โยธิน ลีลาศรีสง่า. พลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพ. โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
4. เรืองยศ รัศมีอัมพร, สินีรัตน์ ดีขจรเดช และ หนึ่งหทัย เตชะอิทธิพร. การผลิตฟิล์มที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ. โครงร่างโครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
5. Hebeish, A and Guthrie, J,T. The Chemistry and Technology of Cellulosic Copolymer. New York: Springer-Verlag Inc., Berlin Heidelberg, 1997.
6. ฉันท์ทิพ คำนวณทิพย์. การสลายตัวของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่ดัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรไลซิสด้วยกรด.วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
7. สมพงษ์ นิมิตรวานิช และ อำนวย อุดมขัวสุวรรณ. การดัดแปลงโครงสร้างแป้งและการใช้ประโยชน์. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง"โพลิเมอร์ชีวภาพ" คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2536.
8. Wurzburg, O.B.M.S. Modified Starches: Properties and Uses. Florida: Press, Inc., Boca Raton,1986.
9. Thiebaud, S., Aburto, J., Alric, I., Borredon, E., Bikiaris, D., Prinos, J. and Panayiotou, C. Properties of Fatty-Acid Esters of Starch and Their Blends with LDPE. Journal of Applied Polymer Science 65 (1997) : 705.
10. Sagar, A.D. and Merrill, E.W., Properties of Fatty-Acid Ester of Starch. Journal of Applied Polymer Science 58 (1995) : 1647.

11. วุฒิ ลีลายุทธเลิศ. การเตรียมวัสดุเชิงประกอบจากแป้งมันสำปะหลังดัดแปรและเกาลิน. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

12. Poovarodom, N. and Praditdoung, S. The Development of Biodegradable Packages from Cassava Starch. Department of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, 1990.

13. Djagny, M.B., Wang, Z. and Xu, S. Chemical Modifiaction of Pigskin Gelatin : Factor Affecting the Esterification of Gelatin with fatty acid. Journal of Food Science. 66 (2001) : 9.

14. ภาณุพันธ์ ผาพันธุ์. การสังเคราะห์การยึดสูตรน้ำชนิดอะคริลิก-แอลคิลเรซินจากน้ำมันปาล์มที่ผ่านการดัดแปร.วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

15. Belofsky, H. Plastics: Product Design and Process Engineering. Munich Vienna, New York: Hanser Publishers, 1995.

16. เอกสารประกอบวิชา ปฏิบัติการทดสอบพอลิเมอร์, ภาควิชาวัสดุสาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

17. Bemiller, J.N. and Whistler, R.L. Carbohydrates in Food Chemistry. New York : Marcel Dekker,1996.

18. Beliz, H.D. and Grosch, W. Food Chemistry Translation from the Second German Edition by Hadziyev. Berlin : Springer Verlag,1986.

19. John, J.M. Polymer Modification: Principles, Techniques and Applications. New York: Marcel Dekker, 2000.

20. Griffin, G.J.L. Synthetic Resin Sheet Material. U.S. Patent 4021388, 1977.

21. Griffin, G.J.L. Synthetic/Resin Based Composition. U.S. Patent 4925495, 1978.

22. Griffin, G.J.L. Degradable Plastics. U.S. Patent 4983651, 1991.

23. Ismail, H., Nawang, R., Danjaji, D.I., Ishiaku, U.S. and Ishak, Z.A. Mechanical Properties of Sago Starch-filled Linear Low-density Polyethylene Composite. Polymer Testing 20 (2001) : 167.

24. Ismail, H., Nawang, R., Danjaji, D.I., Ishiaku, U.S. and Ishak, Z.A. Degradation Studies and Moisture Uptake of Sago Starch-filled Linear Low-density Polyethylene Composite. Polymer Testing 21 (2001) : 75.

25. Kiatkamjornwong, S., Pabunrung T., Wongvisetsirikul, N. and Prasassarakich, P. Degradation of Cassava Starch-Polyethylene Blends. J. Sci. Soc Thailand 13 (1997) : 135.

26. Devi, S., Thakore, I.M., Desai, S. and Sarawade, B.D. Studies on Biodagradability Morphology and Thermo-mechanical Properties of LDPE/Modified Starch Blends. European Polymer Journal 37 (2001) : 151.

27. Shogren, R.L., Fanta, G.F. and Doane, W.M. Development of Starch Based Plastics-A Reexamination of Selected Polymer Systems in Historical Perspective. Starch/Stärke 45 (1993) : 276.

28. Kiatkamjornwong, S., Sonsuk, M., Wittayapichet, S., Prasassarakich, P. and Vejjanukroh, P. Degradation of Styrene-*g*-Cassava Starch Filled Polystyrene Plastic. Polymer Degradation and Stability 66 (1999) : 323.

29. McCarthy, S.P. Progress Report: Aqueous Processing of Biodegradable Material from Renewable Resources, EPA Grant No. R826117, 1999.

30. Glenn, G.M. and Hsu, J. Compression-formed Starch-based Plastic. Industrial Crops and Products 7 (1997) : 37.

31. Pimpan, V., Sirisook, R., Rungsumpunkul, S. and Cheunchon, S. Preliminary Study on Preparation of Environmental Friendly Material from Modified Glutinous Starch. J. Metals Materials and Minerals 12 (2) (2003) : 59.

32. Zhiqiang, L., Yi, F. and Xiao-su, Y. Thermoplastic Starch/PVAI Compounas : Preparation Processing and Properties. Journal of Applied Polymer Science 74 (1999) : 2667.

33. Stading, M. Humidity-induced Structure Transitions in Amylose and Amylopectin Films. Carbohydrate Polymers 45 (2001) : 209.

34. Ramani, N., Steven, B. and Amit, L. Method of Preparing Biodegradable Modified-Starch Moldable Products and Films. U.S. Patent 5889847, 1999.

35. Yilmaz, G., Jongboom, R. and Vansoest, J.J.G. Effect of Glycerol on the Morphology of Starch-Sunflower Oil Composites. Carbohydrate Polymers 38 (1999) : 33.

36. Maolin, Z., Fumio, Y. and Tamikazu, K. Radiation Modification of Starch-Based Plastic Sheets. Carbohydrate Polymers 52 (2003) : 311.

37. Krogars, K., Heinamaki, J., Karjalainen, M., Niskanen, A. and Yliruusi, J. Enhanced Stability of Rubbery Amylose-Rich Starch Films Plasticized with a Combination of Sorbitol and Glycerol. International Journal of Pharmaceutics 251 (2003) : 205.

38. Mustafa, N. Plastics Waste Management. New York: Marcel Dekker, 1993.

39. ธีระศักดิ์ ถาวรเศรษฐ์วัฒน์. การสังเคราะห์พลาสติไซเซอร์ชนิดหน่วงการติดไฟสำหรับพีวีซีจากกรดเทเรฟทาลิกที่ได้จากการรีไซเคิลขวดเพทด้วยกระบวนการทางเคมี. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

40. Siegel, S.A. Monomeric Plasticizers for Halogen-containing Resins. U.S. Patent 4620026, 1986.

41. สุขใจ สืบตระกูล. รายงานผลการศึกษาวิจัย การผลิตและการค้ามะม่วงหิมพานต์และน้ำมันพืช "ทังออยล์". ฝ่ายวิจัยสินค้าอุตสาหกรรม กองวิจัยสินค้าและการตลาด กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, ธันวาคม, 2519.

42. ประดิษฐ์ รังสฤษฎ์กุล., การผลิตและการค้าปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, สิงหาคม, 2517.

43. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน – พฤศจิกายน, 2544.

44. Garcia, M.A., Martino, M.N. and Zaritzky, N.E. Microstructural Characterization of Plasticized Starch-based Films. Starch/Stärke 52 (2000) : 118.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการทดสอบสมบัติด้านแรงดึงของชิ้นงานฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสมและผสมพลาสติไซเซอร์ชนิดต่างๆ

ตารางที่ ก.1 ความทนแรงดึงของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมกลีเซอรอลที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณกลีเซอรอล (%w/w of Starch)	ความทนแรงดึง (MPa)						
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	9.24	9.77	10.24	9.81	9.19	9.65	0.44
5	5.29	6.08	3.98	6.30	4.94	5.32	0.93
10	2.83	2.02	3.95	3.67	3.55	3.21	0.78
15	1.06	1.20	1.64	1.24	2.04	1.44	0.40
20	1.12	1.42	1.68	2.14	2.22	1.72	0.47

ตารางที่ ก.2 ความทนแรงดึงของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมซอร์บิทอลที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณซอร์บิทอล (%w/w of Starch)	ความทนแรงดึง (MPa)						
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	9.24	9.77	10.24	9.81	9.19	9.65	0.44
5	10.23	9.78	12.62	9.73	11.36	10.75	1.24
10	5.88	4.58	7.36	4.77	4.86	5.49	1.16
15	3.39	3.34	4.40	4.88	3.83	3.97	0.67
20	1.59	1.70	1.59	1.64	1.69	1.64	0.05

ตารางที่ ก.3 ความทนแรงดึงของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมน้ำมันปาล์มที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณน้ำมันปาล์ม	ความทนแรงดึง (MPa)						
(%w/w of Starch)	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	9.25	9.77	10.24	9.81	9.19	9.65	0.44
5	7.18	7.59	8.27	7.10	7.49	7.53	0.46
10	12.99	11.06	8.32	8.07	10.33	10.15	2.04
15	9.83	9.49	9.71	9.83	9.58	9.69	0.15
20	5.15	5.03	6.13	5.32	5.65	5.46	0.44

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 ความสามารถในการยืดดึง ณ จุดขาดของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมกลีเซอรอลที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณกลีเซอรอล (%w/w of Starch)	ความสามารถในการยืดดึง ณ จุดขาด (%)						
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	8.48	10.88	15.86	13.53	10.03	11.76	2.94
5	7.70	7.31	9.52	7.24	14.28	9.21	2.98
10	34.00	36.26	26.83	27.90	31.67	31.33	3.99
15	36.26	34.00	52.39	37.85	66.77	45.45	13.93
20	24.03	46.58	82.33	63.02	50.43	53.28	21.49

ตารางที่ ก.5 ความสามารถในการยืดดึง ณ จุดขาดของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมซอร์บิทอลที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณซอร์บิทอล (%w/w of Starch)	ความสามารถในการยืดดึง ณ จุดขาด (%)						
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	8.48	10.88	15.86	13.53	10.03	11.76	2.94
5	35.44	42.76	30.78	32.09	33.09	34.83	4.75
10	54.15	31.83	51.42	48.30	44.12	45.96	8.74
15	94.91	62.57	107.48	55.09	69.91	77.99	22.27
20	92.38	129.62	94.91	81.76	89.70	97.67	18.53

ตารางที่ ก.6 ความสามารถในการยืดดึง ณ จุดขาดของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมน้ำมันปาล์มที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณน้ำมันปาล์ม (%w/w of Starch)	ความสามารถในการยืดดึง ณ จุดขาด (%)						
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	8.48	10.88	15.86	13.53	10.03	11.76	2.94
5	8.62	13.17	5.26	8.19	4.62	7.97	3.39
10	2.97	2.77	1.96	2.02	1.59	2.26	0.58
15	6.97	14.32	10.13	12.54	11.96	11.18	3.18
20	11.29	12.26	12.22	2.53	4.97	8.66	4.58

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7 มอดุลัสยืดหยุ่นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมกลีเซอรอลที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณกลีเซอรอล (%w/w of Starch)	มอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)						
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	369.94	429.68	561.97	538.74	294.13	438.89	112.82
5	301.40	330.60	220.46	337.50	195.42	277.08	65.15
10	184.24	252.11	158.58	184.14	213.55	198.52	35.72
15	15.60	24.25	31.35	15.48	69.98	31.33	22.59
20	35.52	32.72	46.19	71.08	99.90	57.08	28.31

ตารางที่ ก.8 มอดุลัสยืดหยุ่นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมซอร์บิทอลที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณซอร์บิทอล (%w/w of Starch)	มอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)						
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	369.94	429.68	561.97	538.74	294.13	438.89	112.82
5	530.37	481.09	671.47	570.97	369.49	524.68	111.47
10	220.06	149.15	387.05	220.37	286.15	252.55	89.44
15	78.07	70.48	91.53	167.34	118.06	105.10	39.23
20	11.28	12.62	18.72	20.59	12.13	15.07	4.26

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.9 มอดุลัสยืดหยุ่นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมน้ำมันปาล์มที่ปริมาณต่างๆ

ปริมาณน้ำมันปาล์ม	มอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)						
(%w/w of Starch)	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
0	369.94	429.68	561.97	538.74	294.13	438.89	112.82
5	396.24	397.63	395.77	464.18	507.36	432.24	51.20
10	732.63	670.01	811.47	719.11	1143.80	815.40	190.47
15	499.67	658.06	643.46	642.98	631.92	615.22	65.26
20	158.58	184.14	213.55	251.01	191.86	199.83	34.71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลทดสอบสมบัติความสามารถในการดูดซึมความชื้นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสมและผสมพลาสติไซเซอร์ชนิดต่างๆ

ตารางที่ ก.10 ความสามารถในการดูดซึมความชื้นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมกลีเซอรอลที่ปริมาณต่างๆ

สูตร	ความสามารถในการดูดความชื้น (%)				
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
B	28.13	27.23	29.18	28.18	0.25
G5	28.54	30.10	31.66	30.10	1.56
G10	29.01	28.84	30.35	29.40	0.83
G15	32.60	35.63	33.19	33.81	1.61
G20	35.09	39.01	34.07	36.06	2.61

ตารางที่ ก.11 ความสามารถในการดูดซึมความชื้นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมซอร์บิทอลที่ปริมาณต่างๆ

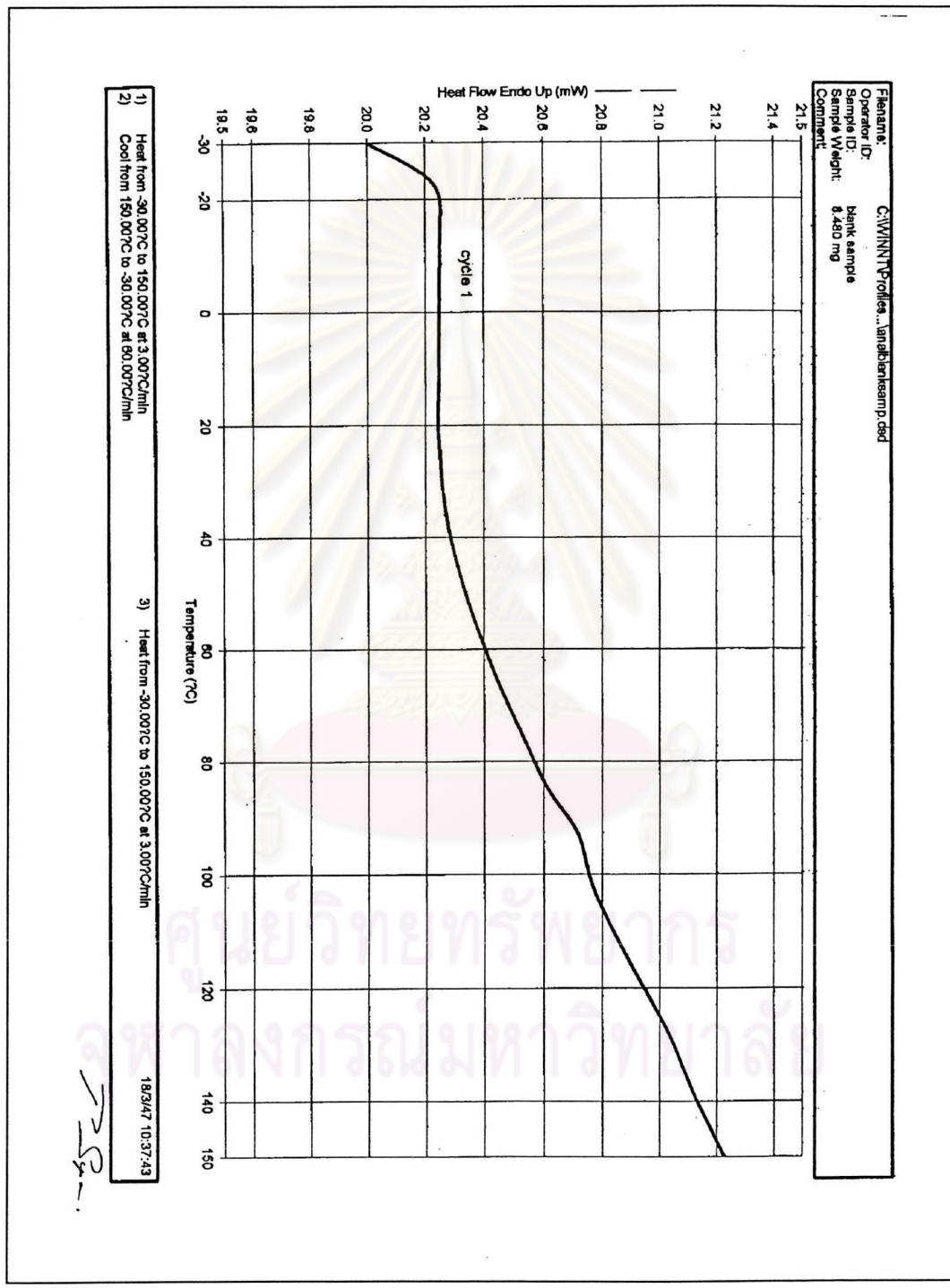
สูตร	ความสามารถในการดูดความชื้น (%)				
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
B	28.13	27.23	29.18	28.18	0.25
S5	25.74	26.62	30.38	27.58	2.46
S10	24.13	23.54	24.94	24.21	0.70
S15	36.76	37.43	38.13	37.44	0.68
S20	39.77	39.69	38.49	39.32	0.71

ตารางที่ ก.12 ความสามารถในการดูดซึมความชื้นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมน้ำมันปาล์มที่ปริมาณต่างๆ

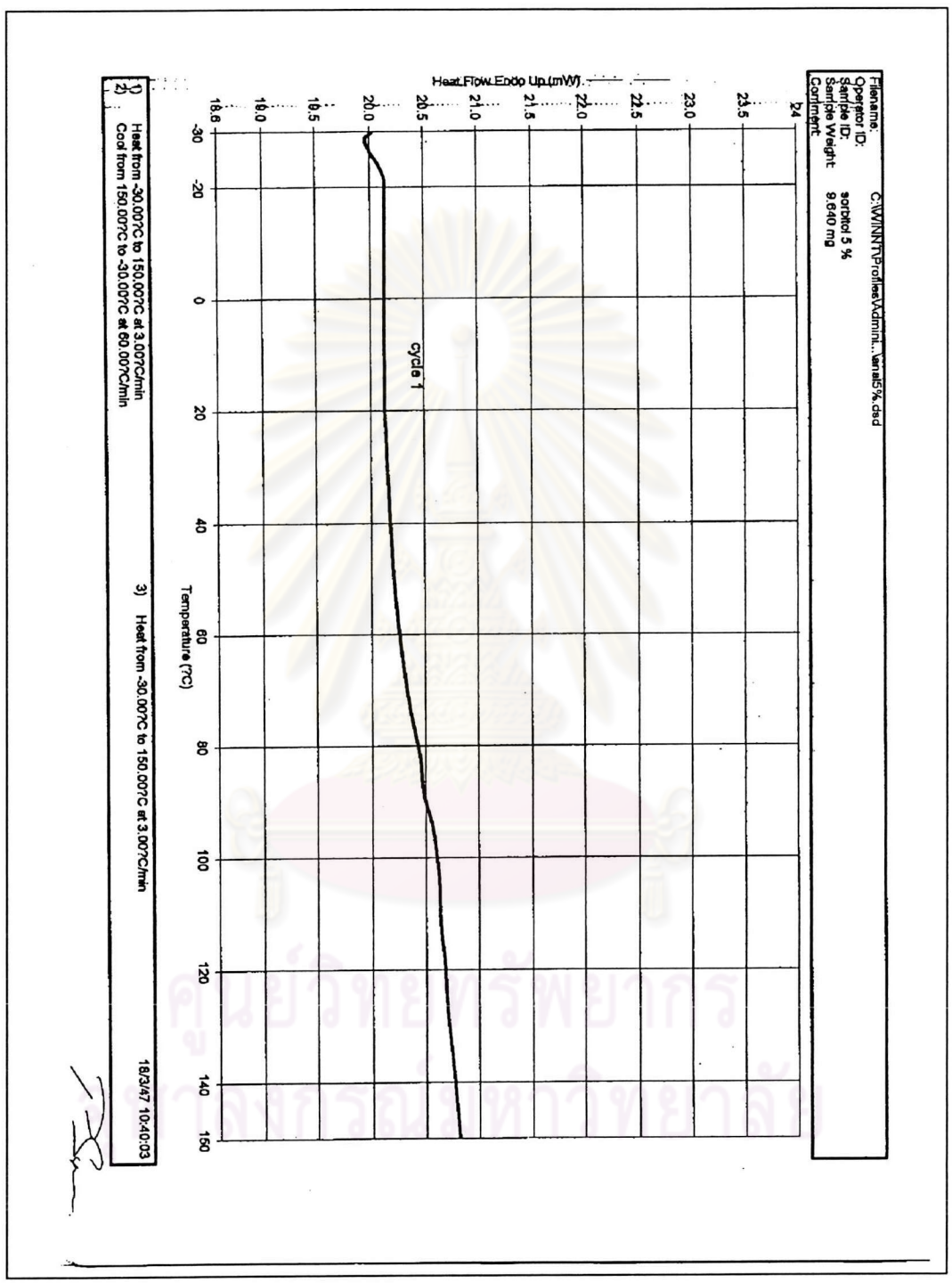
สูตร	ความสามารถในการดูดความชื้น (%)				
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย	SD
B	28.13	27.23	29.18	28.18	0.25
P5	25.33	24.06	29.69	26.36	2.95
P10	25.46	17.21	24.44	22.37	4.50
P15	20.81	17.22	20.36	19.46	1.95
P20	20.87	19.01	17.99	19.29	1.46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

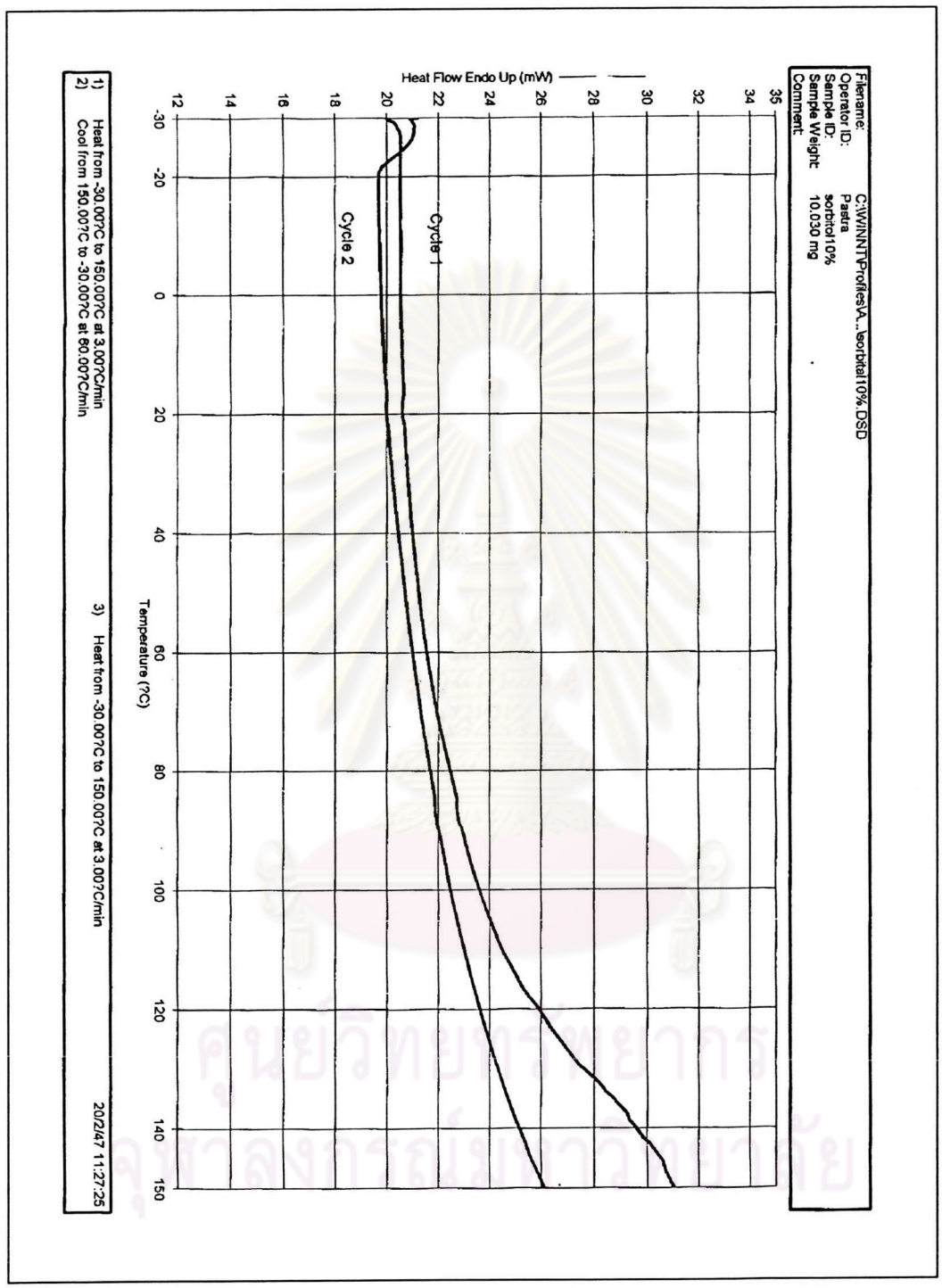
ภาคผนวก ข



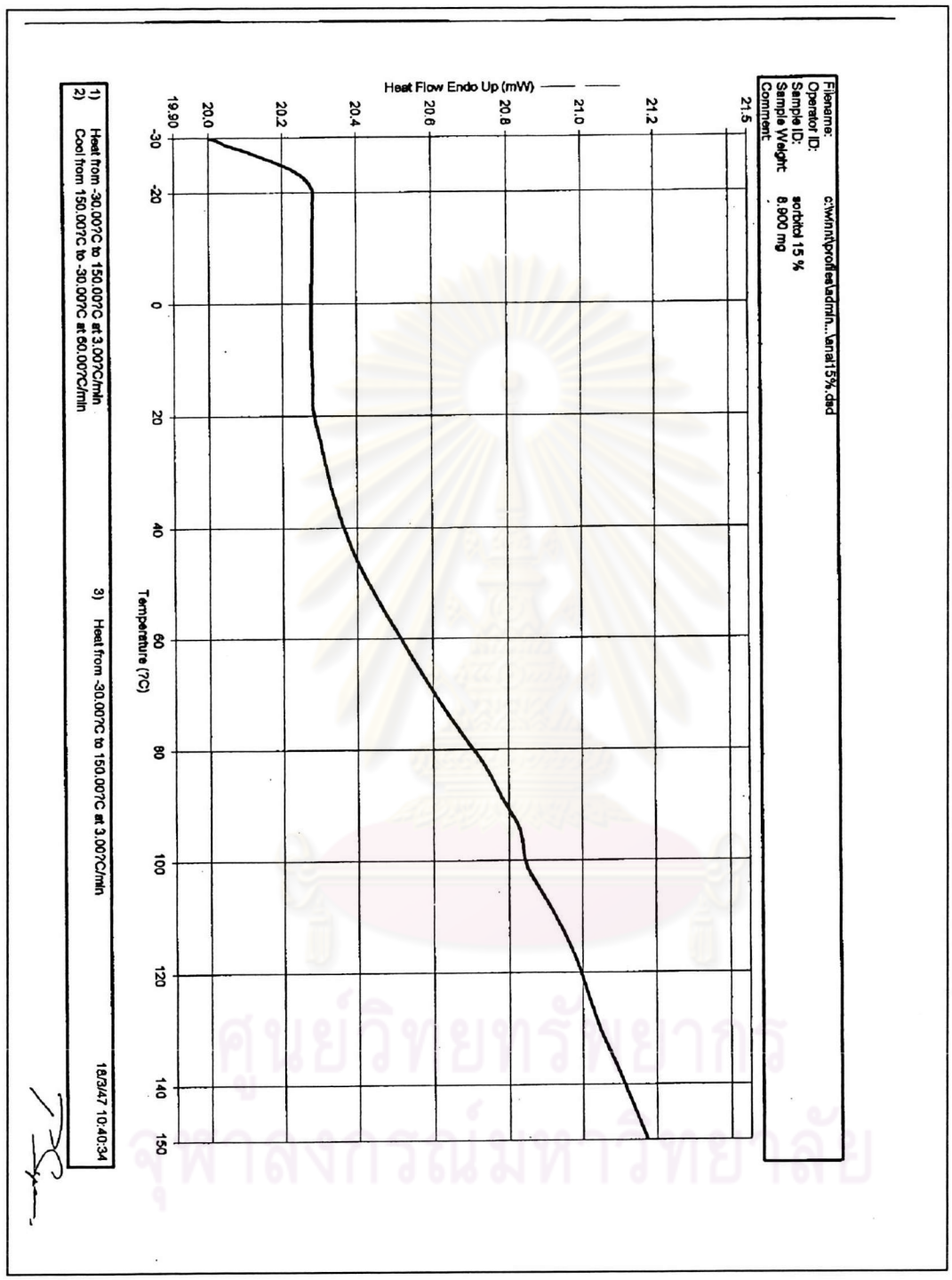
รูปที่ ข.1 DSC เทอร์โมแกรมของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสมพลาสติไซเซอร์



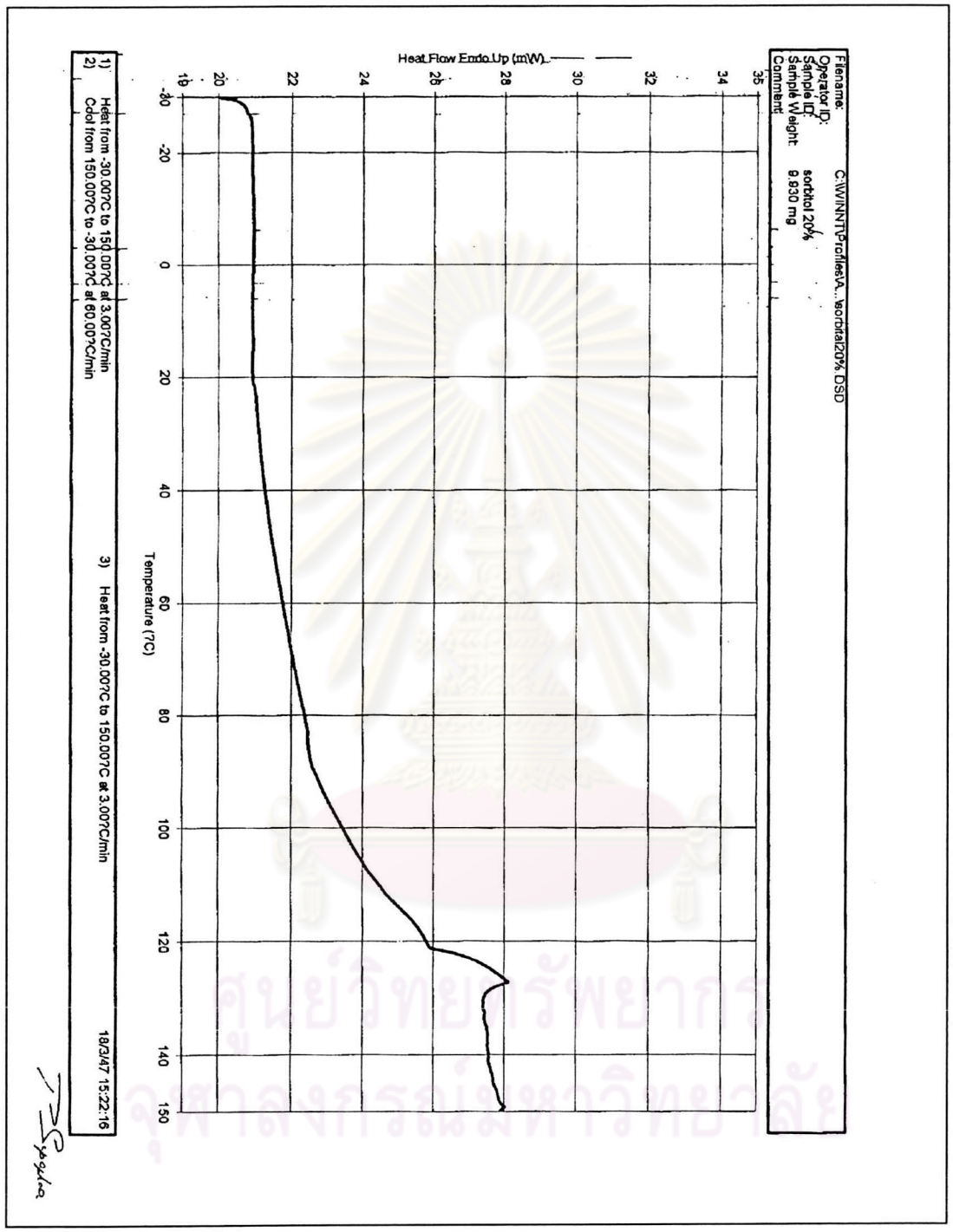
รูปที่ ข.2 DSC เทอร์โมแกรมของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ผสมซอร์บิทอล 5 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ ข.3 DSC เทอร์โมแกรมของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ผสมซอร์บิทอล 10 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ ข.4 DSC เทอร์โมแกรมของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ผสมซอร์บิทอล 15 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ ข.5 DSC เทอร์โมแกรมของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ผสมซอร์บิทอล 20 เปอร์เซ็นต์

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย สุวิทย์ เอื้อโสภณ เกิดวันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2522 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2544 หลังจากนั้น จึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคต้นปีการศึกษา 2545 และสำเร็จการศึกษาในภาคปลาย ปีการศึกษา 2546

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย