รายการอ้างอิง

1. Woods, G. ICI Polyurethane Chicester : John Wiley & Sons, 1987.

2. Klempner, D. ; and Frisch, K.C. Handbook of Polymeric Foams and Foam Technology New York : Hanser Publishers, 1991.

3. Mark, S.M. Polymer Science Dictionary London & Newyork : Elsevier Science Publishers, 1989.

4. Krosch, K. ; Krosch, B.; Krosch, M. ; and Ecker, R. Recycling Process and Apparatus for Rigid Polyurethane Foam. U.S. Patent 5,525,278 (1996).

5. Kodama, et al. Apparatus for Decomposition and Recovery of Polyurethane resin. U.S. Patent 6,660,236 (2003).

6. Niederdellmann, G. ; Roemer, N. ; Schenk, J. ; Hetzel, H, ; and Grigat, E. Process for Separating Polyurethane Hydrolyzates into Polyether and Diamine. U.S. Patent 4,399,236 (1983).

7. Johnson, O.B. Method for Continuous Hydrolysis of Polyurethane foam in Restricted Tubular Reaction Zone and Recovery. U.S. Patent 4,025,559 (1977).

8. Behrendt, G. Method for Producing Polyols and Polyols. U.S. Patent 6,683,119 (2004).

9. Pizzini, L.C. ; and Patton, J.T. Process for Recovery of Polyether Polyols from Polyurethane Reaction Products. U.S. Patent 3,441,616 (1969).

10. Meluch, W.C. ; and Campbell, G. A. Method of Recovering Amines by the Hydrolytic Decomposition of Polyurethanes. U.S. Patent 3,978,128 (1976).

11. Murayama, K. ; Kodama, K. ; and Kumaki, T. Method of Decomposing a Polyurethane. U.S. Patent 6,515,036 (2003).

12. Bilbao, R. ; Mastral,J. F. ; Ceamanos, J. ; and Aldea, M. E. Kinetics of the Thermal Decomposition of Polyurethane Foams in Nitrogen and Air Atmosphere. Journal of Analytical and Pyrolysis 37 (1996) : 69-82.

13. Wolf, H.O. preparation of Polyamines by Steam Hydrolysis of Polyisocyanate Reaction Products. U.S. Patent 3,225,094 (1965).

14. Kanaya, K ; and Takahashi, S. Decomposition of Polyurethane Foams by Alkanolamines. Journal of Applied Polymer Science 51 (1994) : 675-682.

15. Van Der Wal, H. R. New Chemical Recycling Process for Polyurethanes. Journal of Reinforced Plastics and Composites 13 (January 1994) : 87-96.

16. Xue, S. ; and He, F. Epoxy Materials Prepared from the Chemically Reclaimed Products of Waste Rigid Polyurethane Foams. Cellular Polymers 13 (1994) : 125-136.

17. Keesuwan, S. ; and Chen, J. I. Chemical Recycling of Rigid Polyurethane Foam, Department of Material Science, Graduate School, Chulalongkorn University. (1997).

18. Xue, S. ; Omoto, M.; Hidai, T. ; and Imai, Y. Preparation of Epoxy Hardeners from Waste Rigid Polyurethane Foam and Their Application. Journal of Applied Polymer Science 56 (1995) : 127-134.

19. Lee, H. ; and Neville, K. Handbook of Epoxy Resins New York : McgGraw-Hill, 1967.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

20. Hwang, S. K. ; and Lee, G.S.The Curing and Decopsition Kinetics of Diglycidylether of Bisphenol-A/Di(4-Aminobenzanilide)ether System. European Polymer Journal 36 (2000) : 2305-2308.

21. Kim, W.G. ; and Lee, J. Y. Contribution of the Network Structure to the Cure Kinetics of Epoxy Resin Systems According to the Change of Hardeners. Polymer 43 (2002) : 5713-5722.

22. ชัยวัฒน์ นรกานต์กร. การสังเคราะห์พอลิพาราไดฟีนิลเทเรฟทาลาไมด์ด้วยมอนอเมอร์ที่ได้จากการรีไซเคิลขวดเพททีใช้แล้วและเศษโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งด้วยกระบวนการทางเคมี ภาควิชาวัสดุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2542).

23. Barton, J.M. Thermoanalytical Study of an Epoxy Resin Crosslinked with an Aliphatic Polyamine. Thermochimica Acta 30 (1979) : 153-161.

24. May, C.A. Epoxy Resins Chemistry and Technology. 2^{nd} ed. London : Marcel Dekker, 1998.

25. Laza, J.M. ; Julian, C.A. ; Larrauri, E. ; Rodriguez, M. ; and Leon, L.M. Thermal Scanning Rheometer Analysis of Curing Kinetic of an Epoxy Resin : 2. An Amine as Curing Agent. Polymer 40 (1998) : 35-45.

26. Rosu, D. ; Cascaval, C.N. ; Mustata , F. ; and Ciobanu, C. Cure Kinetics of Epoxy Resins Studied by Non- Isothermal DSC Data. Thermochimica Acta 383 (2002) : 119-127.

27. Sbirrazzuoli, N. ; and Vyazovkin, S. Learning about Epoxy Cure Mechanisms from Isoconversional Analysis of DSC Data. Thermochimica Acta 388 (2002) : 289-298.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

28. Niederdellmann, G. ; and Grigat, E. Process for the Continuous High Temperature Glycolytic Cleavage of Polyurethane Plastic Waste in Screw Machines. U.S. Patent 4,511,680(1985).

29. Ulrich, H.; and Tucker, B. Novel Process for Reclaiming Polyurethane foam. U.S. Patent 3,983,087 (1976).

30. Frulla, F.F. ; and Sayigh, A.R. Conversion of Scrab Polyurethane Foam to Polyol. U.S. Patent3,738,946 (1973).

31. Scheirs, J. Polymer Recycling Science, Technology and Applications Australia : John Wiley & Sons (1998) : 340-377.

32. Machado, R.M. ; Mitchell, J.W. ; Bullock, J.P. ; and Farrell, B.E. Kinetics of the Reaction of 4,4′-Methylenedianiline with Propylene Oxide in Ethylene glycol. Thermochimica Acta 289(1996) : 177-187.

33. Charles, J. P. ; and Jaeqlynn, D. The Aldrich Libraly of C^{13} and H^1 FT_NMR Spectra V2. 1^{st} ed. Aldrich Chemical Company. (1993).

34. Calventus, Y. ; Montserret, S. ; and Hutchinson, J. M. Enthalpy Relaxation of Non – Stoichiometric Epoxy-Amine Resins. Polymer 42(2001) : 7081-7093

35. Sperling, L. H. Introduction to Physical Polymer Science. 2^{nd} ed. Singapore : John Wiley & Sons 1992.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

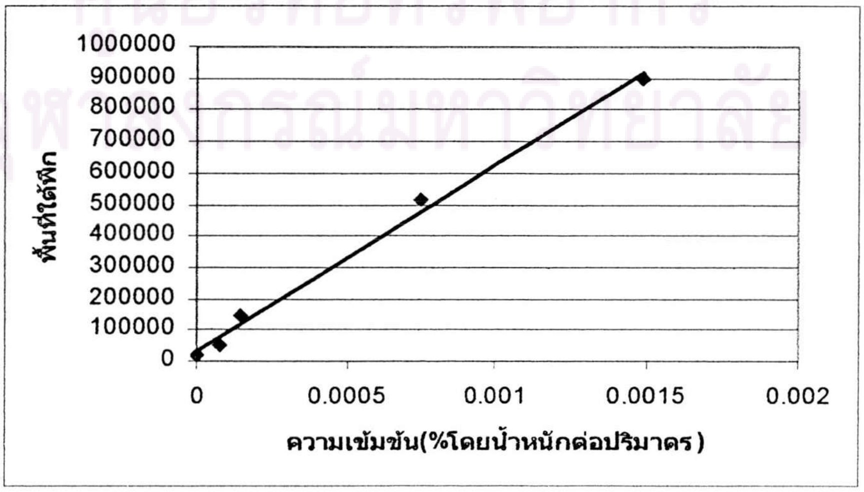
ภาคผนวก ก

ก.1 การเตรียมกราฟและสมการมาตรฐานของ MDA มาตรฐาน เพื่อใช้หาปริมาณ MDA จากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลาย

ก.1.1 นำ MDA มาตรฐานละลายในเตตระไฮโดรฟิวแรนชนิด HPLC grade โดยให้มีความเข้มข้นต่างกัน 5 ความเข้มข้นคือ 1.49×10^{-3} , 7.5×10^{-4}, 1.49×10^{-4}, 7.5×10^{-5}, 1.49×10^{-6} เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ก.1.2 นำสารละลายที่ได้ฉีดเข้าไปในเครื่อง HPLC แล้วนำค่าพื้นที่ใต้พีกที่ได้จากเครื่องมาสร้างกราฟมาตรฐาน

ความเข้มข้น (% w/v)	Retention time (นาที)	พื้นที่ใต้พีก
1.49×10^{-3}	4.05	897276
7.5×10^{-3}	3.9	516463
1.49×10^{-4}	4.13	149422
7.5×10^{-4}	3.83	51573
1.49×10^{-6}	4.15	17099



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.2 โครมาโทรแกรมของ MDA มาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างกราฟมาตรฐาน

$1.49 X 10^{-3}$

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 7
REPT # 4
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		4.05	97.8118		897276
0		5.14	2.1881	V	20072
	TOTAL		100		917348

$7.5 X 10^{-4}$

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 7
REPT # 3
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		3.9	99.9999		516463
	TOTAL		99.9999		516463

$1.49 X 10^{-4}$

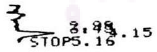
C-R1A
SMPL # 00
FILE # 6
REPT # 3
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		4.13	99.9999		149422
	TOTAL		99.9999		149422

$7.5 X 10^{-5}$

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 7
REPT # 2
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		3.83	99.9999	V	51573
	TOTAL		99.9999		51573



$1.49 X 10^{-6}$

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 6
REPT # 4
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		4.15	99.9999		17099
	TOTAL		99.9999		17099

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

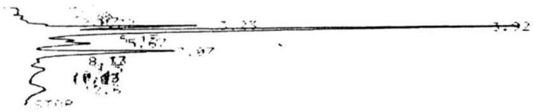
ก.3 ผลของปริมาณ MDA จากผลิตภัณฑ์การย่อยสลายโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งด้วยปฏิกิริยาทางเคมี

สารตัวอย่าง	Retention time	พื้นที่ใต้กราฟ	ความเข้มข้นที่เตรียมต่อปริมาตร	ความเข้มข้นจากการคำนวณ
FD31	3.92	858278	0.25	0.001165
FD21	4.11	857198	0.25	0.001160
FD11	3.93	721754	0.125	0.000985
FD12	4.08	561092	0.25	0.00076
FD13	4.1	211229	0.25	0.000285
FT21	3.90	1055480	0.125	0.00144
FT11	4.13	452124	0.25	0.000575
FT12	4.10	347495	0.25	0.00046
FT13	4.16	290449	0.25	0.00039

* หมายเหตุ ปริมาณความเข้มข้นครึ่งหนึ่งในการคำนวนเปรียบเทียบต้องนำพื้นที่ใต้พีกคูณ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

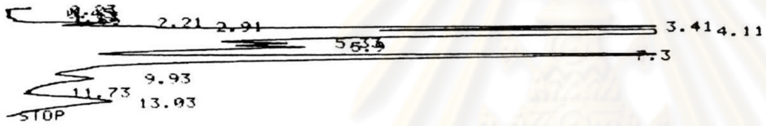
ก.4 โครมาโทรแกรมของผลิตภัณฑ์การย่อยสลายโฟมพอลิยูรีเทนชนิดแข็งด้วยปฏิกิริยาทางเคมี



FD 31

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 7
REPT # 7
METHOD 41

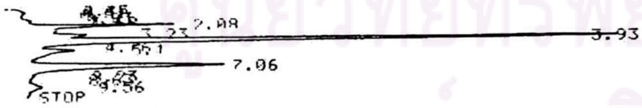
#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		1.28	0.4723		5175
0		2.07	1.0206	V	11182
0		2.72	1.6846	V	18456
0		3.23	13.6627	V	149685
0		3.92	39.1702	V	429139
0		5.15	4.1281	V	45227
0		5.67	8.4731	V	92830
0		7.07	17.4181	V	190829
0		8.17	1.1357	V	12443
0		[illegible]	[illegible]	V	16220
0		9.5	4.3456	V	47609
0		10.4	0.5809	V	6365
0		[illegible]	0.6227	V	6822
0		[illegible]	0.494	V	5412
0		[illegible]	5.3099	V	58174
	TOTAL		99.9999		1095573



FD 21

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 8
REPT # 11
METHOD 41

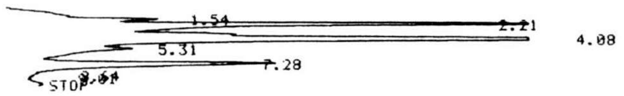
#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		0.45	0.0525	V	1114
0		1.13	0.0302	V	642
0		1.66	0.1202	V	2549
0		2.21	1.5969	V	33856
0		2.91	1.7194	V	36452
0		3.41	12.1561	V	257714
0		4.11	40.4333	V	857198
0		5.33	5.316	V	112701
0		5.9	7.2305	V	153288
0		7.3	22.3497	V	473821
0		9.93	3.8241	V	81073
0		11.73	0.1629	V	3453
0		13.03	5.0075	V	106161
	TOTAL		99.9999		2120028



FD 11

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 7
REPT # 5
METHOD 41

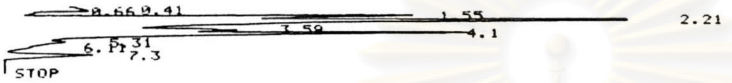
#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		2.08	7.856		51558
0		3.23	3.4101		22380
0		3.93	54.9876	V	360877
0		5.1	4.8669	V	31941
0		7.06	26.7889		175812
0		9.56	2.0902		13718
	TOTAL		99.9999		656288



FD12

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 8
REPT # 8
METHOD 41

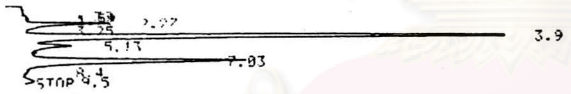
#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		1.54	8.374		108055
0		2.21	27.2748	V	351941
0		4.08	43.4836	V	561092
0		5.31	7.547	V	97383
0		7.28	13.3202	V	171878
	TOTAL		100		1290351



FD 13

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 8
REPT # 9
METHOD 41

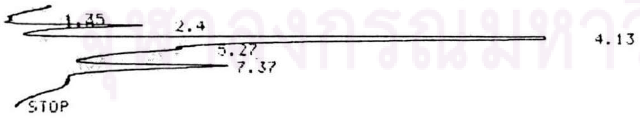
#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		0.41	0.3851		3759
0		0.66	0.8176	V	7981
0		1.55	14.9818		146246
0		2.21	43.1976	V	421676
0		3.58	10.4281	V	101794
0		4.1	21.6389	V	211229
0		5.31	3.2753	V	31972
0		6.11	0.81	V	7907
0		7.3	4.4653		43588
	TOTAL		99.9999		976156



FT21

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 7
REPT # 8
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		2.27	7.5261	V	65107
0		3.9	61.0041	V	527740
0		5.13	5.4574	V	47211
0		7.03	26.0123	V	225029
	TOTAL		100		865089



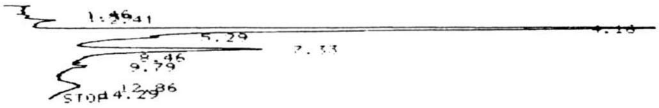
FT 11

C-R1A
SMPL # 00
FILE # 8
REPT # 13
~~METHOD 41~~

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		1.35	0.1365		1008
0		1.6	0.0966	V	714
0		2.4	8.1692		60365
0		4.13	61.186	V	452124
0		5.27	15.5098	V	114607
0		7.37	14.9016	V	110113
	TOTAL		99.9999		738933

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

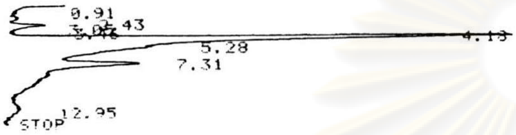
FT12



C-R1A
SMPL # 00
FILE # 8
REPT # 16
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		1.59	0.4314	V	2484
0		2.41	1.3191		7596
0		4.16	60.3458		347495
0		5.29	11.8505	V	68240
0		7.33	20.0735	V	115591
0		8.46	0.2607	V	1501
0		9.79	0.7962		4584
0		12.86	4.9225		28345
	TOTAL		100		575840

FT 13



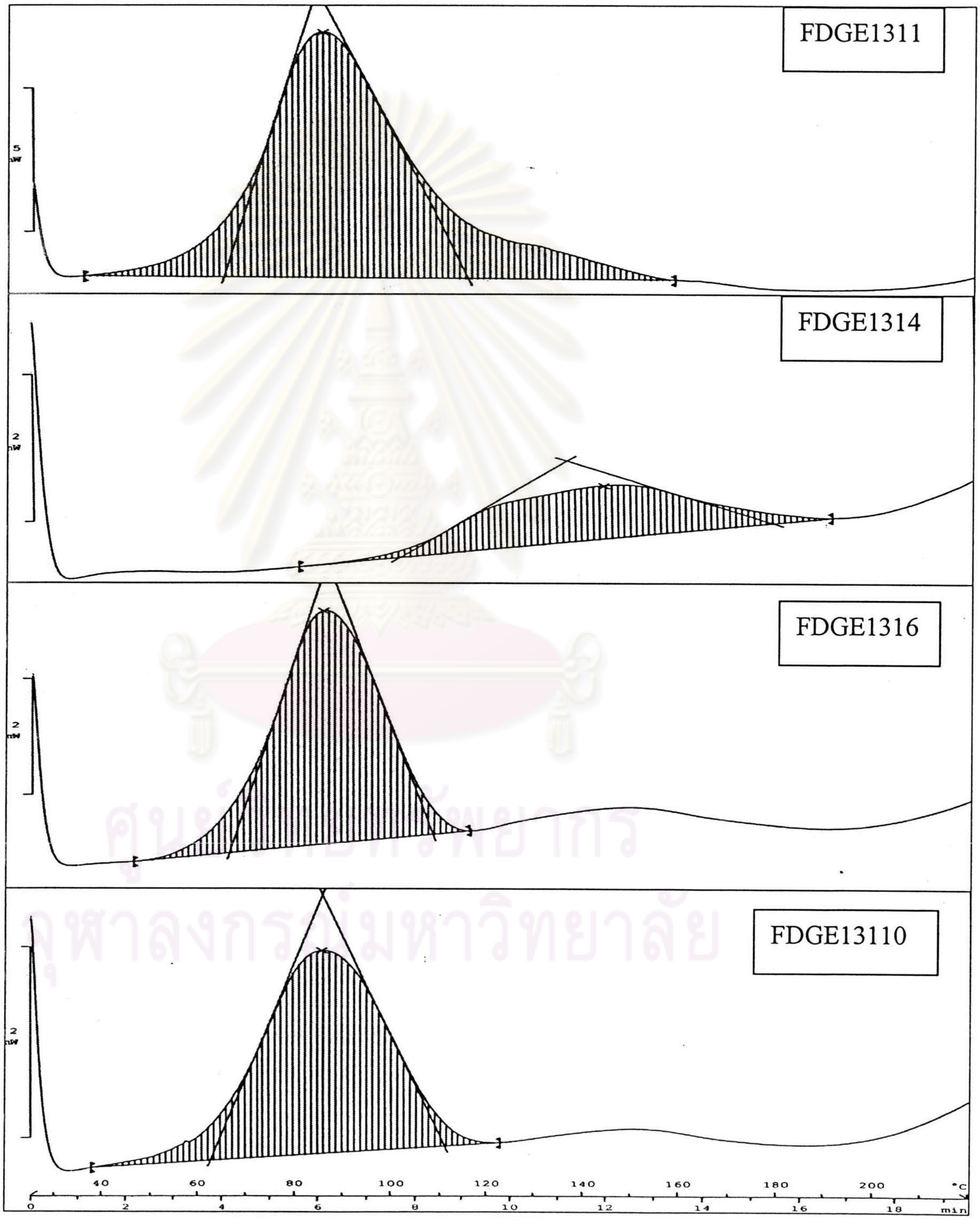
C-R1A
SMPL # 00
FILE # 8
REPT # 14
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		2.43	2.8507		13199
0		4.18	62.7322	V	290449
0		5.28	20.2155	V	93597
0		7.31	13.3621	V	61866
0		12.95	0.8392		3885
	TOTAL		99.9999		462998

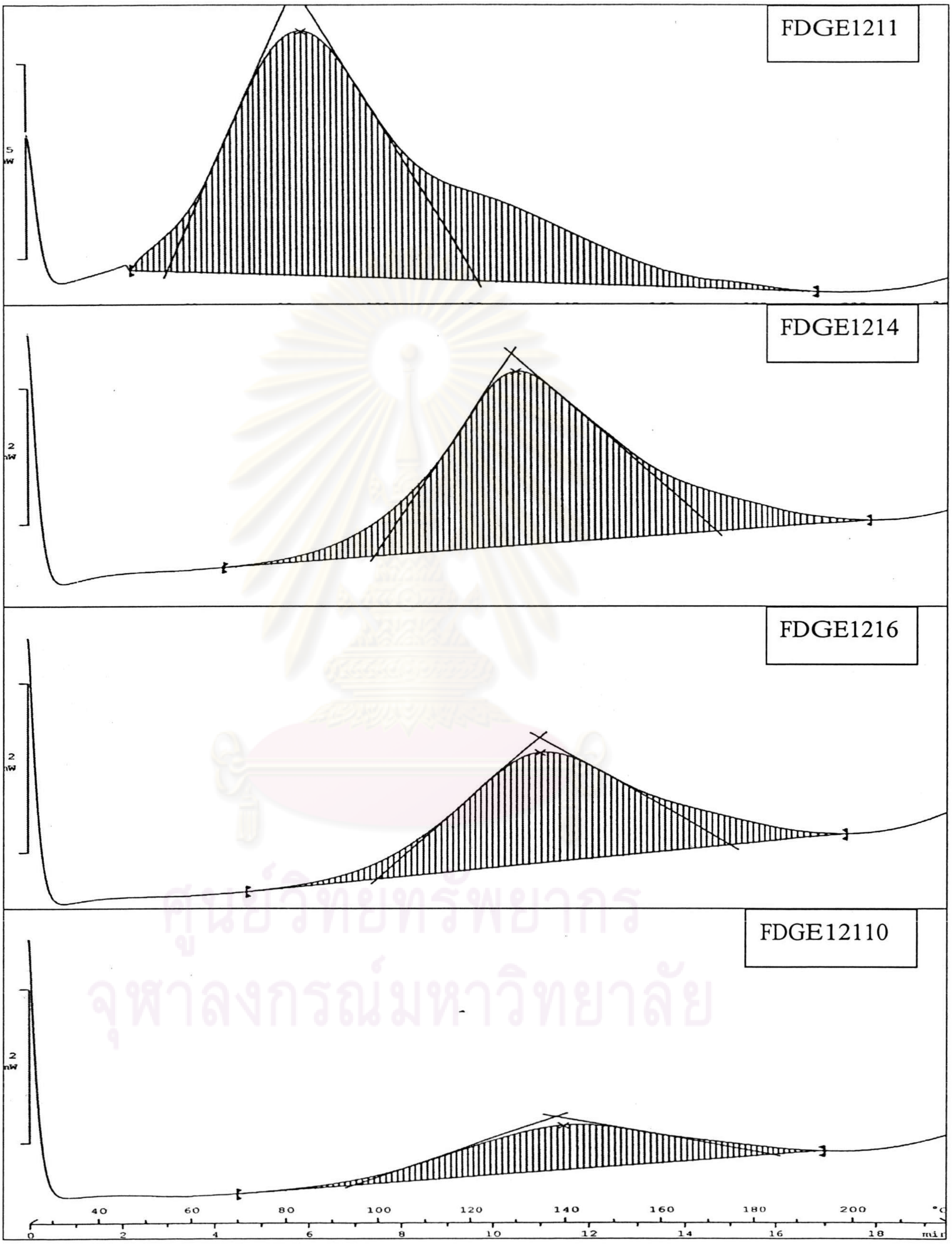
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

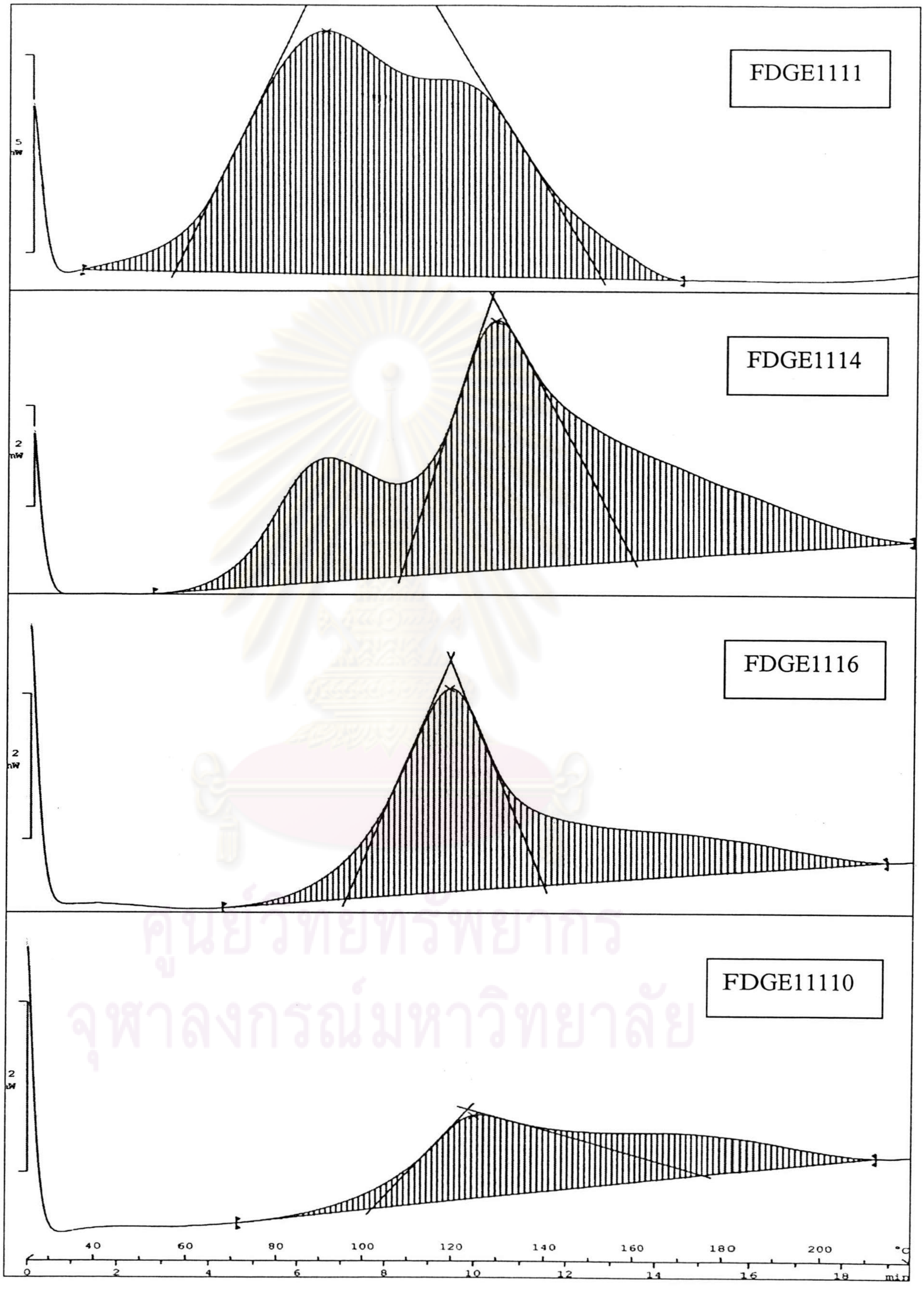
ข1. การหาสภาวะการบ่มที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาไกลโคลิซิสกับอิพอกซีโดยเทคนิค DSC

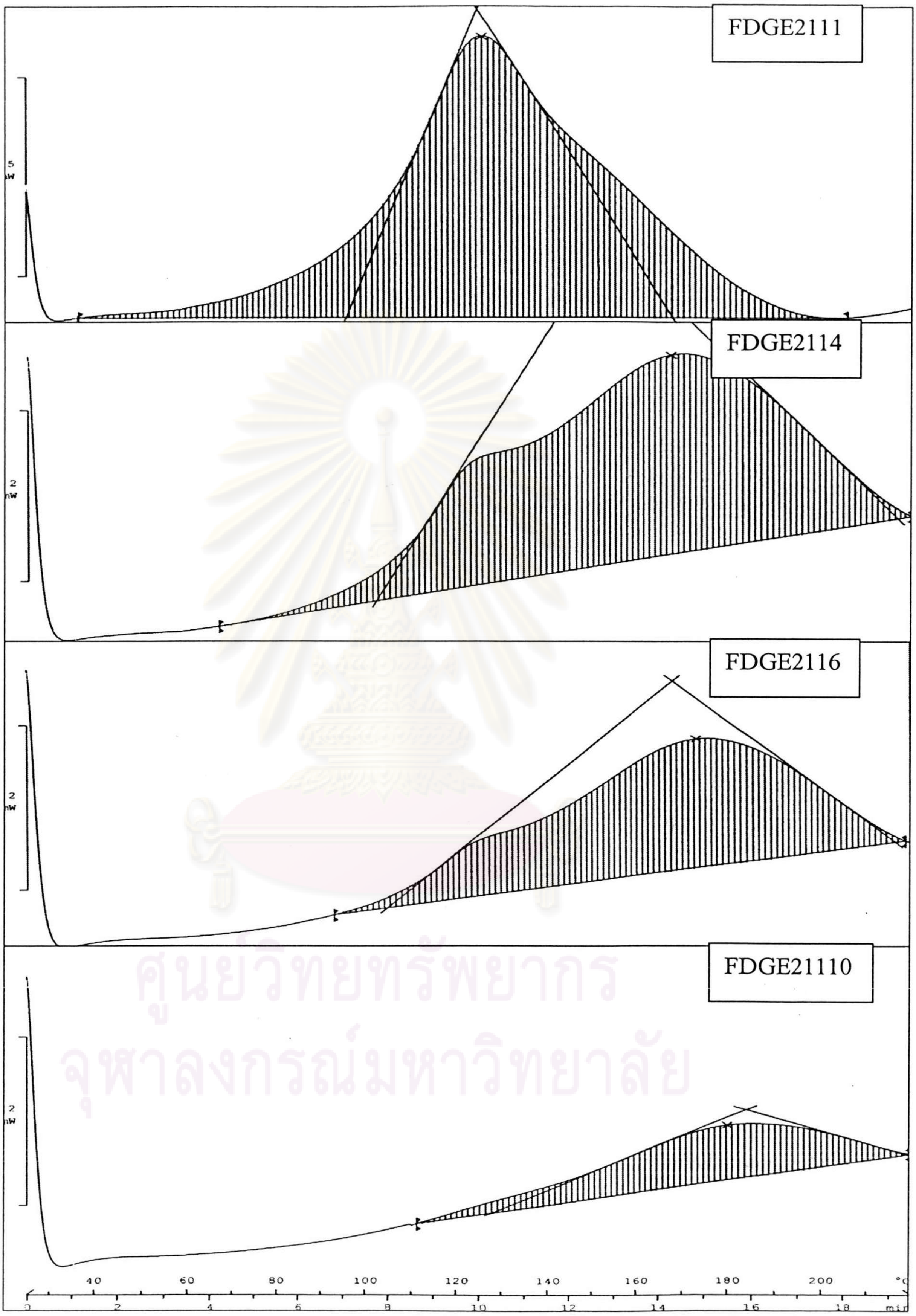


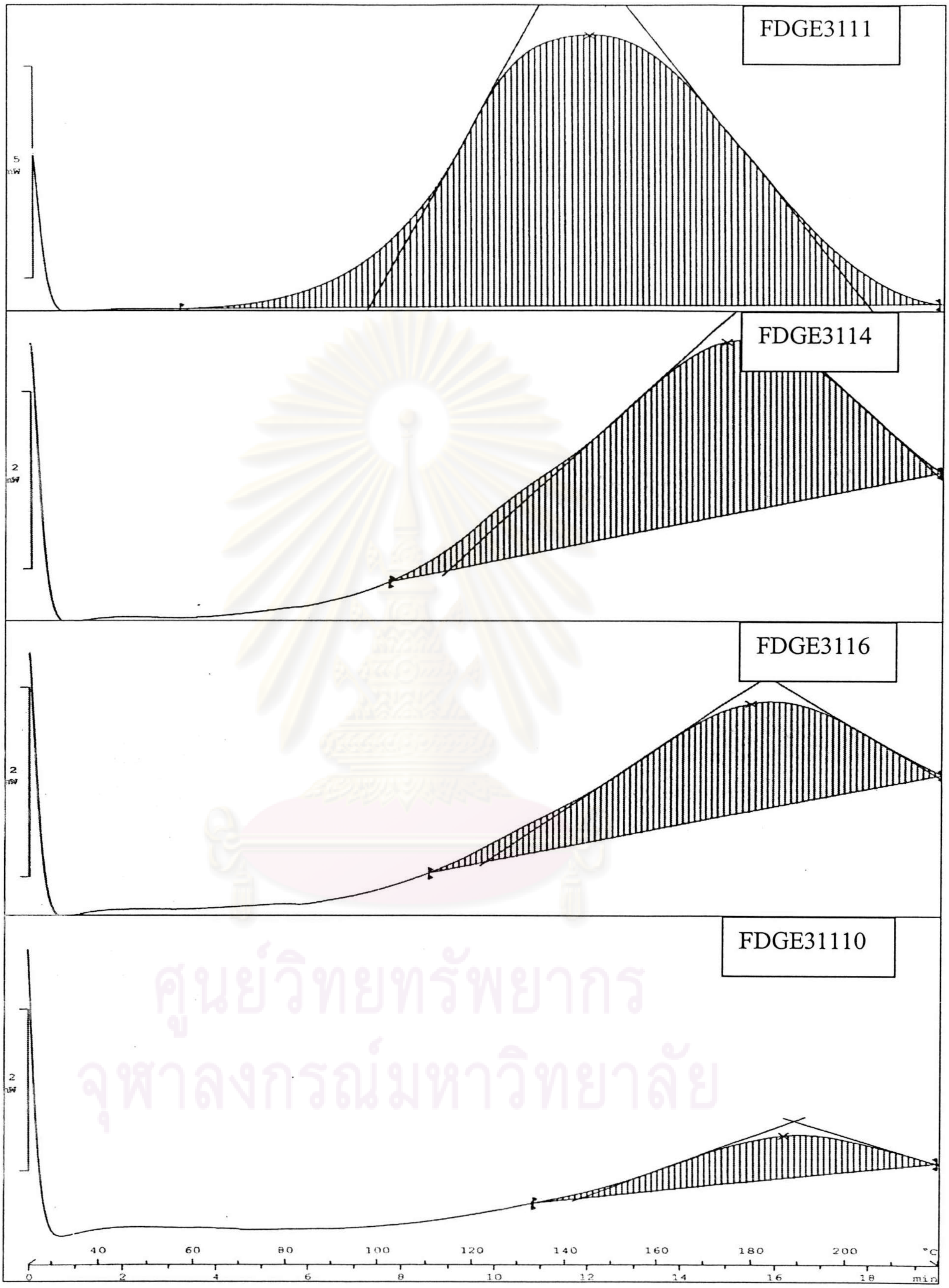
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

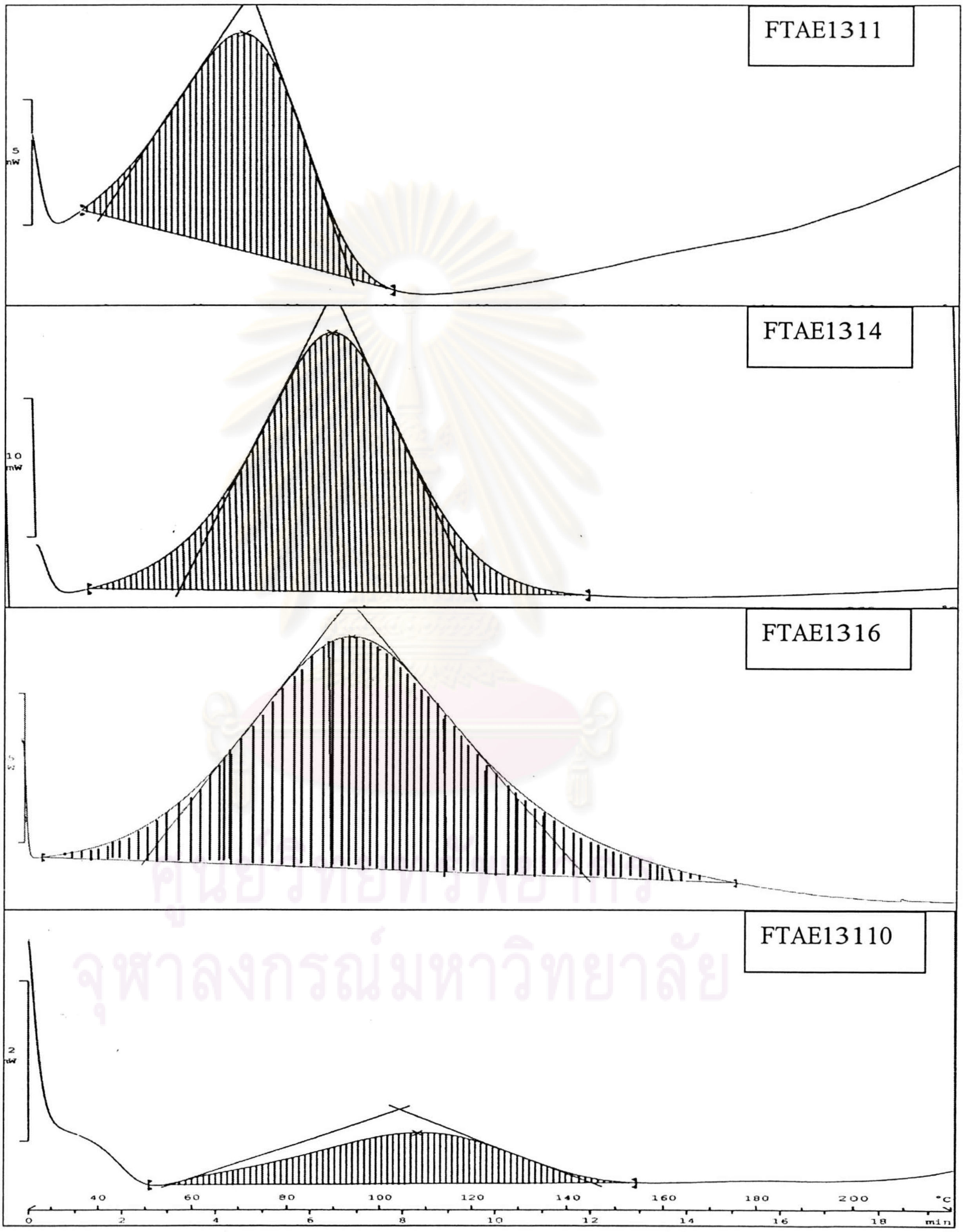

FDGE1111
5
mW
FDGE1114
2
mW
FDGE1116
2
mW
FDGE11110
2
mW
40
60
80
100
120
140
160
180
200
°C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
min


FDGE2111
5
mW
FDGE2114
2
mW
FDGE2116
2
mW
FDGE21110
2
mW
40 60 80 100 120 140 160 180 200 °C
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 min

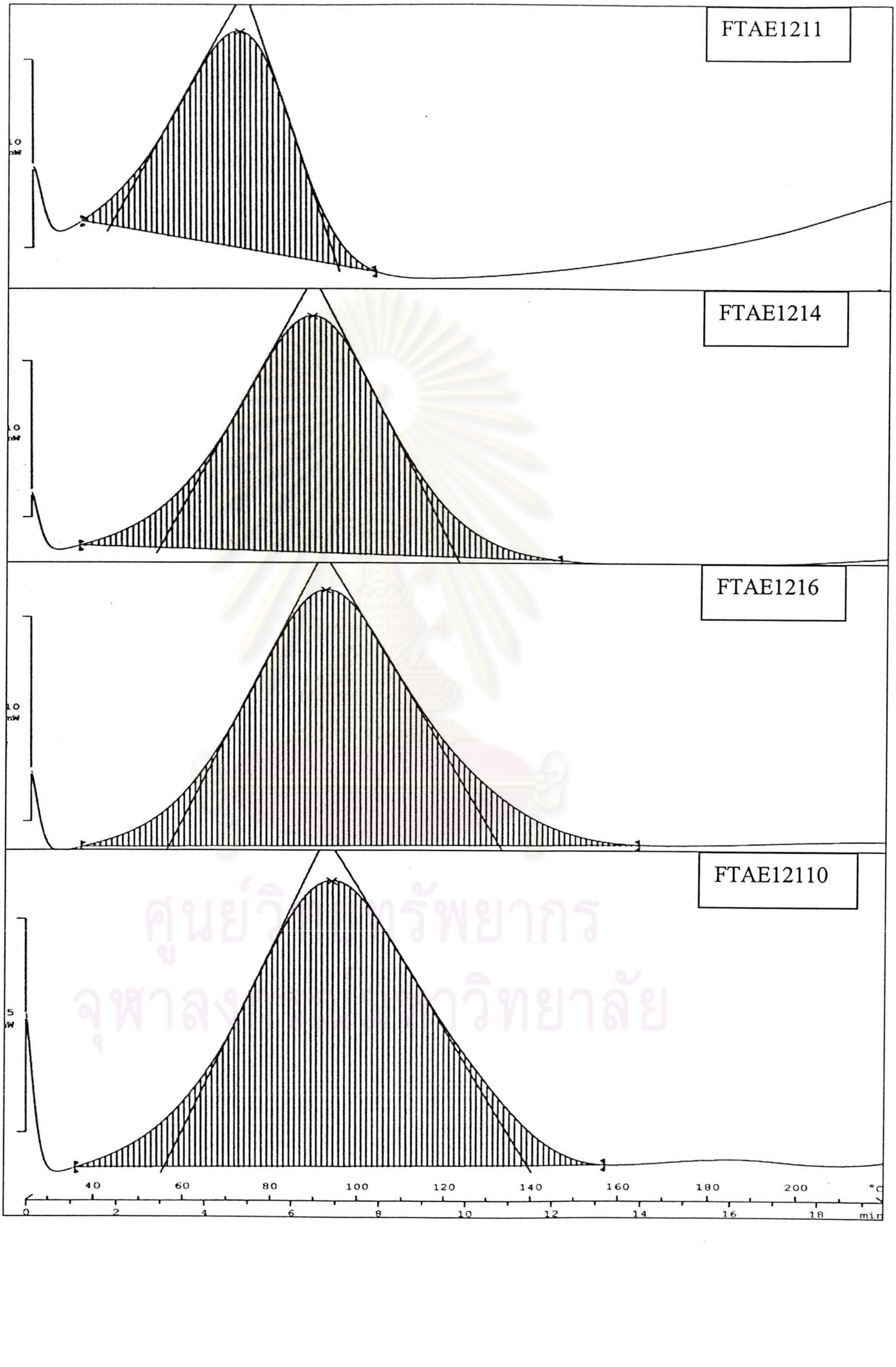


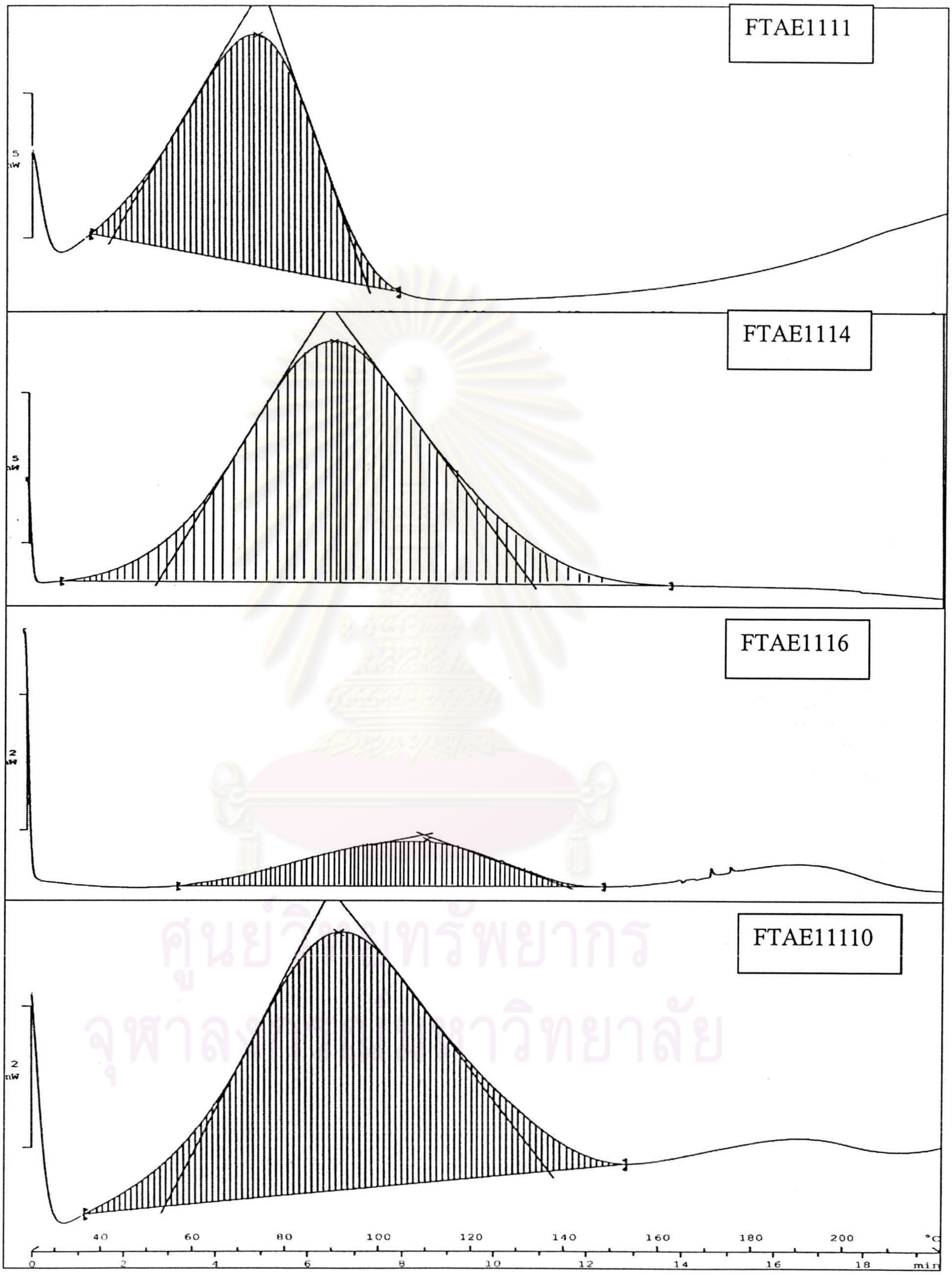
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข2. การหาสภาวะการบ่มที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาอะมิโนลิซิสกับอิพอกซีโดยเทคนิค DSC

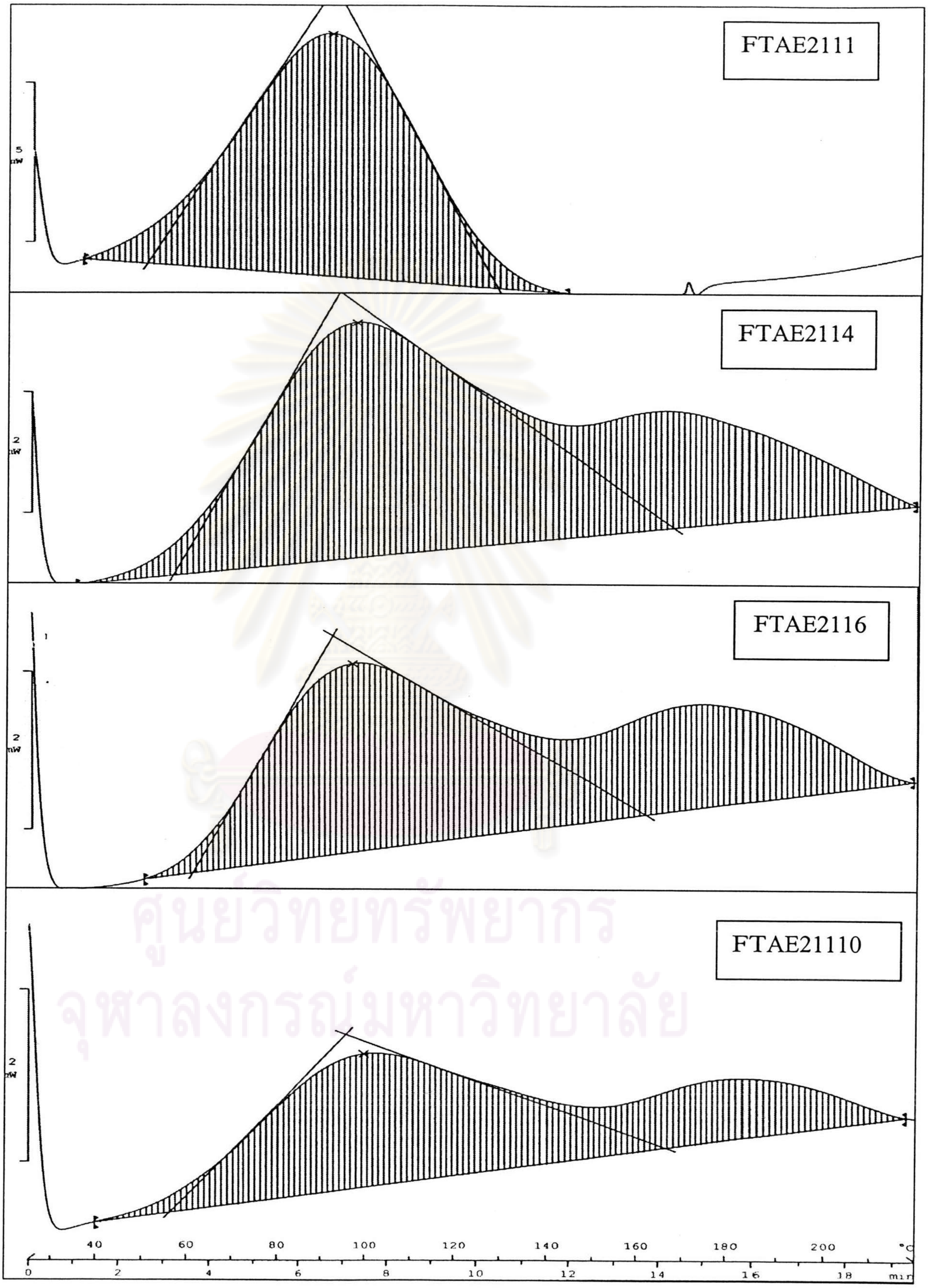


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


FTAE1211
10
mW
FTAE1214
10
mW
FTAE1216
10
mW
FTAE12110
5
mW
40 60 80 100 120 140 160 180 200 °C
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 min

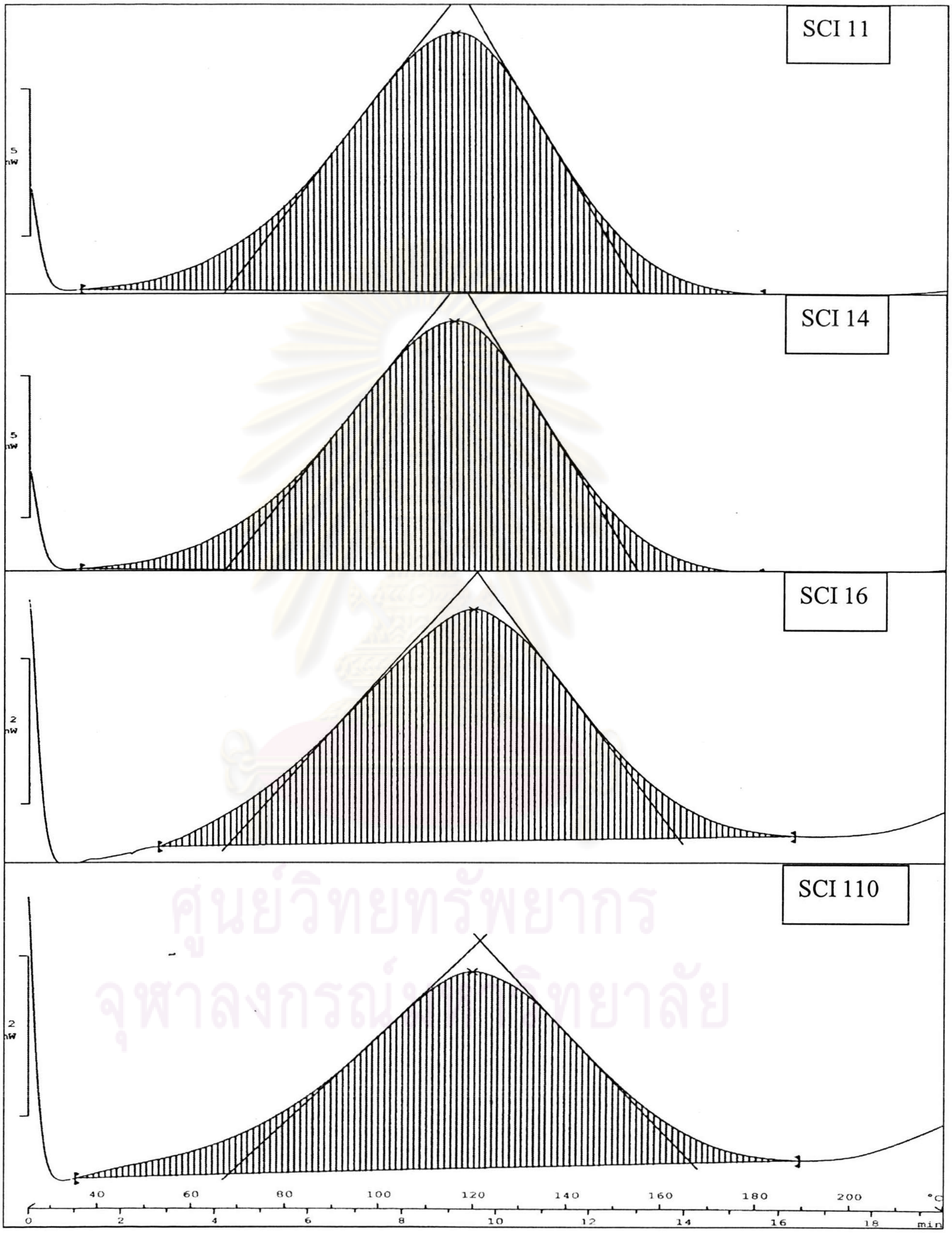


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข 3. การหาสภาวะการบ่มที่เหมาะสมของสารบ่มกับอิพอกซีทางการค้าโดยเทคนิค DSC



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ค.1 ผลการทดสอบสมบัติเชิงกล

ค.1.1 ตารางแสดงความทนแรงดึงของชิ้นงานอิพอกซีที่บ่มด้วยสารบ่มจากปฏิกิริยาไกลโคลิซิส

Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)
FDGE1314	1	53.4876	FDGE1316	1	3.5496	FDGE13110	1	22.5932
FDGE1314	2	56.0038	FDGE1316	2	7.7369	FDGE13110	2	26.1965
FDGE1314	3	17.4709	FDGE1316	3	2.5217	FDGE13110	3	7.8826
FDGE1314	4	56.2799	FDGE1316	4	16.3764	FDGE13110	4	26.6927
FDGE1314	5	45.1403	FDGE1316	5	25.3769	FDGE13110	5	35.6071
FDGE1314	6	30.7427	FDGE1316	6	8.3485	FDGE13110	6	14.0125
FDGE1314	7	17.8403	FDGE1316	7	19.4041	FDGE13110	7	12.6931
FDGE1314	8	51.7517	FDGE1316	8	17.9687	FDGE13110	8	7.7345
FDGE1314	9	26.4901	FDGE1316	9	6.4018	FDGE13110	9	4.4120
FDGE1314	10	6.8954	FDGE1316	10	1.9450	FDGE13110	10	13.5198
FDGE1314	11	40.5477	FDGE1316	11	9.2373	FDGE13110	11	10.5535
FDGE1314	12	67.8286	FDGE1316	12	12.8642	FDGE13110	12	24.7768
FDGE1314	13	40.6102	FDGE1316	13	15.4939	FDGE13110	13	16.2336
FDGE1314	14	18.3720	FDGE1316	14	8.8548	FDGE13110	14	29.1079
FDGE1314	15	56.8260	FDGE1316	15	18.4233	FDGE13110	15	14.5259
FDGE1314	16	36.9108	FDGE1316	16	8.9259	FDGE13110	16	44.6703
FDGE1314	17	34.0037	FDGE1316	17	17.4709	FDGE13110	17	22.6535
FDGE1314	18	35.2494	FDGE1316	18	12.7411	FDGE13110	18	35.1709
FDGE1314	19	28.0994	FDGE1316	19	14.3540	FDGE13110	19	31.3524
FDGE1314	20	41.8708	FDGE1316	20	29.7819	FDGE13110	20	18.7475
Median		38.73	Median		12.80	Median		20.67
SD		16.06	SD		7.37	SD		10.77

Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)
FDGE1214	1	44.6338	FDGE1216	1	4.1861	FDGE12110	1	9.4782
FDGE1214	2	80.7900	FDGE1216	2	9.9129	FDGE12110	2	9.0458
FDGE1214	3	69.7841	FDGE1216	3	7.4980	FDGE12110	3	6.4107
FDGE1214	4	34.4606	FDGE1216	4	12.8262	FDGE12110	4	8.0148
FDGE1214	5	32.2973	FDGE1216	5	9.4153	FDGE12110	5	4.9556
FDGE1214	6	26.2948	FDGE1216	6	5.4762	FDGE12110	6	7.9128
FDGE1214	7	29.0626	FDGE1216	7	3.8063	FDGE12110	7	11.4910
FDGE1214	8	8.0517	FDGE1216	8	8.5096	FDGE12110	8	5.3321
FDGE1214	9	14.7674	FDGE1216	9	1.5769	FDGE12110	9	7.1766
FDGE1214	10	43.9104	FDGE1216	10	7.5446	FDGE12110	10	4.0153
FDGE1214	11	42.4331	FDGE1216	11	3.6856	FDGE12110	11	11.9107
FDGE1214	12	34.5607	FDGE1216	12	2.4622	FDGE12110	12	4.3485
FDGE1214	13	70.3712	FDGE1216	13	4.0840	FDGE12110	13	6.8937
FDGE1214	14	20.7746	FDGE1216	14	8.3061	FDGE12110	14	7.9080
FDGE1214	15	38.8220	FDGE1216	15	3.0504	FDGE12110	15	9.4683
FDGE1214	16	34.9733	FDGE1216	16	6.7686	FDGE12110	16	8.2788
FDGE1214	17	6.8654	FDGE1216	17	5.0328	FDGE12110	17	6.8168
FDGE1214	18	14.3540	FDGE1216	18	8.2212	FDGE12110	18	12.5812
FDGE1214	19	33.7487	FDGE1216	19	6.2770	FDGE12110	19	9.5348
FDGE1214	20	8.2304	FDGE1216	20	4.2369	FDGE12110	20	5.9417
Median		34.10	Median		5.877	Median		7.910
SD		20.76	SD		2.877	SD		2.425

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)
FDGE1114	1	24.7114	FDGE1116	1	10.5321	FDGE11110	1	8.8414
FDGE1114	2	57.4848	FDGE1116	2	26.5494	FDGE11110	2	12.7355
FDGE1114	3	41.2124	FDGE1116	3	10.9006	FDGE11110	3	31.0378
FDGE1114	4	21.8100	FDGE1116	4	31.3228	FDGE11110	4	15.2123
FDGE1114	5	55.3848	FDGE1116	5	27.9429	FDGE11110	5	24.6705
FDGE1114	6	26.7589	FDGE1116	6	34.5234	FDGE11110	6	47.6613
FDGE1114	7	41.2679	FDGE1116	7	19.2444	FDGE11110	7	44.2730
FDGE1114	8	46.4111	FDGE1116	8	23.4312	FDGE11110	8	39.6715
FDGE1114	9	25.1320	FDGE1116	9	20.2838	FDGE11110	9	35.5272
FDGE1114	10	36.2075	FDGE1116	10	39.9782	FDGE11110	10	22.1694
FDGE1114	11	15.7341	FDGE1116	11	36.3563	FDGE11110	11	16.9855
FDGE1114	12	48.3933	FDGE1116	12	19.2330	FDGE11110	12	24.4104
FDGE1114	13	31.7656	FDGE1116	13	15.5408	FDGE11110	13	36.1878
FDGE1114	14	25.1499	FDGE1116	14	23.0680	FDGE11110	14	27.8045
FDGE1114	15	28.1757	FDGE1116	15	32.6766	FDGE11110	15	27.6235
FDGE1114	16	35.0550	FDGE1116	16	28.3173	FDGE11110	16	32.4438
FDGE1114	17	37.2452	FDGE1116	17	22.2756	FDGE11110	17	17.2996
FDGE1114	18	33.7833	FDGE1116	18	22.9124	FDGE11110	18	5.4149
FDGE1114	19	10.9079	FDGE1116	19	25.9519	FDGE11110	19	10.2616
FDGE1114	20	10.5854	FDGE1116	20	30.1307	FDGE11110	20	16.9816
Median		32.77	Median		24.69	Median		24.54
SD		13.29	SD		7.94	SD		12.02

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)
FDGE2111	1	27.9274	FDGE2114	1	24.2756	FDGE2116	1	8.9570	FDGE21110	1	17.5120
FDGE2111	2	40.0990	FDGE2114	2	13.0155	FDGE2116	2	10.8258	FDGE21110	2	11.8152
FDGE2111	3	48.1784	FDGE2114	3	17.5296	FDGE2116	3	22.7335	FDGE21110	3	12.4005
FDGE2111	4	34.1604	FDGE2114	4	9.6897	FDGE2116	4	4.0304	FDGE21110	4	2.9501
FDGE2111	5	50.5359	FDGE2114	5	5.4650	FDGE2116	5	12.6539	FDGE21110	5	13.9662
FDGE2111	6	22.7538	FDGE2114	6	26.8441	FDGE2116	6	22.9054	FDGE21110	6	11.4675
FDGE2111	7	20.8297	FDGE2114	7	19.6899	FDGE2116	7	24.2822	FDGE21110	7	16.2336
FDGE2111	8	34.7327	FDGE2114	8	15.1644	FDGE2116	8	13.6998	FDGE21110	8	14.0125
FDGE2111	9	65.1478	FDGE2114	9	9.5330	FDGE2116	9	9.6230	FDGE21110	9	12.6931
FDGE2111	10	64.2391	FDGE2114	10	24.8967	FDGE2116	10	35.9523	FDGE21110	10	7.7345
FDGE2111	11	61.3103	FDGE2114	11	33.3321	FDGE2116	11	22.0293	FDGE21110	11	6.8937
FDGE2111	12	21.9473	FDGE2114	12	22.0857	FDGE2116	12	27.4344	FDGE21110	12	7.9080
FDGE2111	13	67.3747	FDGE2114	13	1.5289	FDGE2116	13	21.1579	FDGE21110	13	9.4683
FDGE2111	14	68.4047	FDGE2114	14	7.4453	FDGE2116	14	6.2840	FDGE21110	14	4.5123
FDGE2111	15	84.0189	FDGE2114	15	9.1552	FDGE2116	15	7.2401	FDGE21110	15	14.7674
FDGE2111	16	62.3214	FDGE2114	16	5.6550	FDGE2116	16	13.0003	FDGE21110	16	16.0437
FDGE2111	17	71.4515	FDGE2114	17	13.3684	FDGE2116	17	16.5731	FDGE21110	17	3.8063
FDGE2111	18	53.4150	FDGE2114	18	9.4478	FDGE2116	18	10.5383	FDGE21110	18	15.1095
FDGE2111	19	60.4863	FDGE2114	19	25.1203	FDGE2116	19	24.4055	FDGE21110	19	8.5096
FDGE2111	20	56.9243	FDGE2114	20	17.0655	FDGE2116	20	20.2838	FDGE21110	20	6.7686
Median		53.42	Median		14.27	Median		15.14	Median		11.641
SD		21.26	SD		8.54	SD		8.33	SD		4.417

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)
FDGE3111	1	47.7564	FDGE3114	1	10.9047	FDGE3116	1	14.3516
FDGE3111	2	32.1073	FDGE3114	2	4.9396	FDGE3116	2	5.7436
FDGE3111	3	49.5340	FDGE3114	3	14.4021	FDGE3116	3	13.6672
FDGE3111	4	42.5140	FDGE3114	4	21.0993	FDGE3116	4	5.0133
FDGE3111	5	57.8263	FDGE3114	5	7.3229	FDGE3116	5	11.6461
FDGE3111	6	31.5567	FDGE3114	6	5.7127	FDGE3116	6	15.6427
FDGE3111	7	40.8397	FDGE3114	7	14.7482	FDGE3116	7	14.0877
FDGE3111	8	33.8328	FDGE3114	8	15.7914	FDGE3116	8	1.8849
FDGE3111	9	38.6044	FDGE3114	9	7.1372	FDGE3116	9	7.1588
FDGE3111	10	37.8465	FDGE3114	10	11.2963	FDGE3116	10	3.4507
FDGE3111	11	54.8440	FDGE3114	11	8.6750	FDGE3116	11	20.6747
FDGE3111	12	34.1155	FDGE3114	12	18.3246	FDGE3116	12	8.1010
FDGE3111	13	25.5483	FDGE3114	13	14.6653	FDGE3116	13	17.5120
FDGE3111	14	29.7883	FDGE3114	14	9.4320	FDGE3116	14	11.8152
FDGE3111	15	46.1397	FDGE3114	15	6.6904	FDGE3116	15	12.4005
FDGE3111	16	42.6799	FDGE3114	16	7.5096	FDGE3116	16	9.4683
FDGE3111	17	43.8751	FDGE3114	17	11.7837	FDGE3116	17	16.2336
FDGE3111	18	17.5834	FDGE3114	18	13.4267	FDGE3116	18	21.9592
FDGE3111	19	25.9068	FDGE3114	19	14.2355	FDGE3116	19	25.5483
FDGE3111	20	21.9592	FDGE3114	20	10.6985	FDGE3116	20	21.7640
Median		38.23	Median		11.10	Median		13.03
SD		10.78	SD		4.369	SD		6.57

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.1.2 ตารางแสดงความทนแรงดึงของชิ้นงานอิพอกซีที่บ่มด้วยสารบ่มจากปฏิกิริยาอะมิโนลิซิส

Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)
FTAE1314	1	73.820	FTAE1316	1	20.7746	FTAE13110	1	27.9361
FTAE1314	2	86.896	FTAE1316	2	38.5507	FTAE13110	2	34.3546
FTAE1314	3	83.817	FTAE1316	3	22.6689	FTAE13110	3	20.3998
FTAE1314	4	56.824	FTAE1316	4	40.5057	FTAE13110	4	42.5613
FTAE1314	5	64.587	FTAE1316	5	67.7675	FTAE13110	5	31.9392
FTAE1314	6	68.460	FTAE1316	6	34.1572	FTAE13110	6	67.8727
FTAE1314	7	69.468	FTAE1316	7	54.6128	FTAE13110	7	21.5075
FTAE1314	8	98.027	FTAE1316	8	56.3695	FTAE13110	8	42.7746
FTAE1314	9	75.049	FTAE1316	9	56.9576	FTAE13110	9	30.8147
FTAE1314	10	76.423	FTAE1316	10	27.5010	FTAE13110	10	45.2236
FTAE1314	11	88.645	FTAE1316	11	42.0663	FTAE13110	11	28.7741
FTAE1314	12	48.397	FTAE1316	12	53.6004	FTAE13110	12	42.8161
FTAE1314	13	91.722	FTAE1316	13	80.7900	FTAE13110	13	49.6099
FTAE1314	14	66.251	FTAE1316	14	73.8954	FTAE13110	14	47.9902
FTAE1314	15	91.330	FTAE1316	15	56.9216	FTAE13110	15	44.1612
FTAE1314	16	106.873	FTAE1316	16	68.0897	FTAE13110	16	57.4867
FTAE1314	17	97.270	FTAE1316	17	85.8055	FTAE13110	17	41.4142
FTAE1314	18	82.826	FTAE1316	18	65.0580	FTAE13110	18	52.1305
FTAE1314	19	82.140	FTAE1316	19	37.9511	FTAE13110	19	9.5348
FTAE1314	20	81.184	FTAE1316	20	63.5617	FTAE13110	20	53.8787
Median		81.16	Median		55.49	Median		42.67
SD		14.58	SD		18.78	SD		14.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)
FTAE1214	1	45.504	FTAE1216	1	64.5463	FTAE12110	1	16.3108
FTAE1214	2	55.636	FTAE1216	2	51.7398	FTAE12110	2	11.3801
FTAE1214	3	66.786	FTAE1216	3	47.0402	FTAE12110	3	17.9063
FTAE1214	4	71.286	FTAE1216	4	30.4216	FTAE12110	4	33.4231
FTAE1214	5	84.231	FTAE1216	5	30.9383	FTAE12110	5	33.1090
FTAE1214	6	43.996	FTAE1216	6	41.6797	FTAE12110	6	27.7559
FTAE1214	7	86.433	FTAE1216	7	45.5050	FTAE12110	7	34.4708
FTAE1214	8	64.346	FTAE1216	8	41.5012	FTAE12110	8	26.4074
FTAE1214	9	102.423	FTAE1216	9	45.7116	FTAE12110	9	8.1947
FTAE1214	10	38.822	FTAE1216	10	48.9263	FTAE12110	10	29.3254
FTAE1214	11	86.564	FTAE1216	11	32.8506	FTAE12110	11	18.8469
FTAE1214	12	70.853	FTAE1216	12	68.2427	FTAE12110	12	32.0588
FTAE1214	13	48.329	FTAE1216	13	28.0071	FTAE12110	13	20.4709
FTAE1214	14	57.115	FTAE1216	14	42.7455	FTAE12110	14	26.2720
FTAE1214	15	73.711	FTAE1216	15	47.6613	FTAE12110	15	26.2414
FTAE1214	16	44.581	FTAE1216	16	56.7811	FTAE12110	16	11.4452
FTAE1214	17	54.009	FTAE1216	17	44.2730	FTAE12110	17	35.8734
FTAE1214	18	72.316	FTAE1216	18	65.7418	FTAE12110	18	25.1627
FTAE1214	19	56.092	FTAE1216	19	42.0663	FTAE12110	19	22.6186
FTAE1214	20	79.661	FTAE1216	20	53.6004	FTAE12110	20	20.2323
Median		65.57	Median		45.61	Median		25.70
SD		17.27	SD		11.42	SD		8.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)
FTAE1111	1	20.0429	FTAE1114	1	28.2153	FTAE1116	1	15.2147	FTAE11110	1	8.4954
FTAE1111	2	25.3161	FTAE1114	2	17.0580	FTAE1116	2	13.5951	FTAE11110	2	14.0268
FTAE1111	3	17.8065	FTAE1114	3	11.9978	FTAE1116	3	21.4200	FTAE11110	3	15.2450
FTAE1111	4	23.1197	FTAE1114	4	28.5960	FTAE1116	4	6.8343	FTAE11110	4	16.0142
FTAE1111	5	21.9863	FTAE1114	5	65.0426	FTAE1116	5	8.3415	FTAE11110	5	15.0128
FTAE1111	6	28.7412	FTAE1114	6	23.7505	FTAE1116	6	9.3406	FTAE11110	6	12.8214
FTAE1111	7	27.8760	FTAE1114	7	34.2460	FTAE1116	7	14.2326	FTAE11110	7	14.4588
FTAE1111	8	19.7601	FTAE1114	8	62.7390	FTAE1116	8	12.0006	FTAE11110	8	16.1226
FTAE1111	9	19.7045	FTAE1114	9	38.0337	FTAE1116	9	22.6186	FTAE11110	9	18.4165
FTAE1111	10	26.8252	FTAE1114	10	58.2646	FTAE1116	10	20.2323	FTAE11110	10	13.7912
FTAE1111	11	33.6024	FTAE1114	11	49.9021	FTAE1116	11	19.8460	FTAE11110	11	13.9911
FTAE1111	12	21.4177	FTAE1114	12	39.7871	FTAE1116	12	32.3546	FTAE11110	12	7.8065
FTAE1111	13	22.5315	FTAE1114	13	36.2057	FTAE1116	13	37.8295	FTAE11110	13	15.5008
FTAE1111	14	27.5732	FTAE1114	14	46.1118	FTAE1116	14	28.4714	FTAE11110	14	12.1846
FTAE1111	15	21.2395	FTAE1114	15	62.6175	FTAE1116	15	26.1361	FTAE11110	15	21.9958
FTAE1111	16	17.4502	FTAE1114	16	79.6610	FTAE1116	16	18.7522	FTAE11110	16	11.4728
FTAE1111	17	16.0414	FTAE1114	17	61.6219	FTAE1116	17	13.8422	FTAE11110	17	20.2323
FTAE1111	18	26.5135	FTAE1114	18	35.7530	FTAE1116	18	41.2274	FTAE11110	18	19.8460
FTAE1111	19	9.7123	FTAE1114	19	68.8280	FTAE1116	19	28.2153	FTAE11110	19	18.7522
FTAE1111	20	24.5789	FTAE1114	20	81.5219	FTAE1116	20	28.5960	FTAE11110	20	9.3406
Median		22.26	Median		42.95	Median		20.04	Median		11.641
SD		5.34	SD		20.25	SD		9.70	SD		4.417

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	S	Stress at Maximum Load (MPa)
FTAE2111	1	33.7765	FTAE2114	1	17.8101	FTAE2116	1	23.6785	FTAE21110	1	3.2244
FTAE2111	2	16.5163	FTAE2114	2	22.7625	FTAE2116	2	13.3074	FTAE21110	2	7.2996
FTAE2111	3	15.4636	FTAE2114	3	30.3749	FTAE2116	3	19.7239	FTAE21110	3	7.2933
FTAE2111	4	12.0861	FTAE2114	4	12.4563	FTAE2116	4	16.2467	FTAE21110	4	8.6750
FTAE2111	5	22.7245	FTAE2114	5	11.1911	FTAE2116	5	20.0583	FTAE21110	5	8.1010
FTAE2111	6	36.3155	FTAE2114	6	19.4857	FTAE2116	6	9.6733	FTAE21110	6	14.0125
FTAE2111	7	29.6564	FTAE2114	7	24.5631	FTAE2116	7	27.0007	FTAE21110	7	12.6931
FTAE2111	8	28.3105	FTAE2114	8	24.2756	FTAE2116	8	12.6539	FTAE21110	8	9.4320
FTAE2111	9	34.2674	FTAE2114	9	24.1919	FTAE2116	9	13.6998	FTAE21110	9	4.4120
FTAE2111	10	18.2313	FTAE2114	10	26.8441	FTAE2116	10	24.8667	FTAE21110	10	16.8290
FTAE2111	11	30.4730	FTAE2114	11	19.6899	FTAE2116	11	22.0293	FTAE21110	11	13.5198
FTAE2111	12	25.0655	FTAE2114	12	24.8967	FTAE2116	12	27.4344	FTAE21110	12	14.5247
FTAE2111	13	11.4728	FTAE2114	13	33.3321	FTAE2116	13	21.1579	FTAE21110	13	10.5535
FTAE2111	14	25.9716	FTAE2114	14	22.0857	FTAE2116	14	16.5731	FTAE21110	14	11.4675
FTAE2111	15	28.5960	FTAE2114	15	25.1320	FTAE2116	15	20.2788	FTAE21110	15	5.7127
FTAE2111	16	23.7505	FTAE2114	16	36.2075	FTAE2116	16	24.7768	FTAE21110	16	14.7482
FTAE2111	17	29.0861	FTAE2114	17	15.7341	FTAE2116	17	16.2336	FTAE21110	17	9.4782
FTAE2111	18	26.4074	FTAE2114	18	21.5075	FTAE2116	18	25.0962	FTAE21110	18	9.0458
FTAE2111	19	19.4668	FTAE2114	19	20.3998	FTAE2116	19	18.7522	FTAE21110	19	6.4107
FTAE2111	20	25.9716	FTAE2114	20	34.5922	FTAE2116	20	22.6186	FTAE21110	20	8.0148
Median		25.97	Median		23.48	Median		20.17	Median		9.239
SD		7.18	SD		6.72	SD		5.07	SD		3.704

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.1.3 ตารางแสดงความทนแรงดึงของชิ้นงานอิพอกซีที่บ่มด้วยสารบ่มทางการค้า

Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)	Batch	Sample	Stress at Maximum Load (MPa)
SCI11	1	41.6268	SCI14	1	43.924	SCI16	1	30.3078	SCI110	1	23.1643
SCI11	2	38.7547	SCI14	2	26.602	SCI16	2	26.4847	SCI110	2	56.1928
SCI11	3	23.5645	SCI14	3	29.455	SCI16	3	30.5181	SCI110	3	22.5809
SCI11	4	35.4103	SCI14	4	32.830	SCI16	4	18.4541	SCI110	4	44.7188
SCI11	5	52.4846	SCI14	5	28.034	SCI16	5	9.7922	SCI110	5	29.4493
SCI11	6	36.5742	SCI14	6	32.301	SCI16	6	23.8007	SCI110	6	7.3042
SCI11	7	53.5058	SCI14	7	30.150	SCI16	7	16.4759	SCI110	7	18.5989
SCI11	8	54.5834	SCI14	8	40.182	SCI16	8	13.2433	SCI110	8	13.1895
SCI11	9	43.9339	SCI14	9	34.667	SCI16	9	21.4848	SCI110	9	38.9177
SCI11	10	37.3852	SCI14	10	37.831	SCI16	10	9.3075	SCI110	10	37.3543
SCI11	11	27.4317	SCI14	11	45.571	SCI16	11	9.0397	SCI110	11	54.5185
SCI11	12	51.2127	SCI14	12	36.814	SCI16	12	6.9950	SCI110	12	42.6407
SCI11	13	48.0814	SCI14	13	46.289	SCI16	13	15.3775	SCI110	13	21.6516
SCI11	14	6.9856	SCI14	14	42.530	SCI16	14	13.5433	SCI110	14	27.6284
SCI11	15	39.6243	SCI14	15	43.634	SCI16	15	18.5704	SCI110	15	57.9190
SCI11	16	61.3588	SCI14	16	46.866	SCI16	16	32.7983	SCI110	16	18.8398
SCI11	17	43.9276	SCI14	17	42.487	SCI16	17	21.3186	SCI110	17	6.8028
SCI11	18	42.4039	SCI14	18	38.728	SCI16	18	27.1401	SCI110	18	42.4432
SCI11	19	36.3149	SCI14	19	36.664	SCI16	19	0.3165	SCI110	19	33.8417
SCI11	20	33.8854	SCI14	20	22.682	SCI16	20	5.2497	SCI110	20	33.0463
Median		39.62	Median		37.32	Median		20.17	Median		9.239
SD		11.95	SD		7.13	SD		5.07	SD		3.704

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.2 ผลการทดสอบความแข็ง

ค.2 ผลการทดสอบความแข็ง

ค.2.1 ผลการทดลองความแข็งของชิ้นงานอิพอกซีที่บ่มด้วยสารบ่มจากปฏิกิริยาไกลโคลิซิส

ชื่อ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
FDGE1314	75	76	75	75	75	75.2
FDGE1316	80	85	83	85	80	82.6
FDGE 13110	85	85	85	88	88	86.2
FDGE1214	85	86	86	86	87	86
FDGE1216	83	85	85	85	85	84.6
FDGE12110	85	86	84	85	87	85.4
FDGE1111	60	60	60	55	60	59
FDGE1114	90	90	88	88	90	89.2
FDGE1116	80	80	81	84	83	81.6
FDGE11110	90	90	88	88	90	89.2
FDGE2111	80	81	85	83	83	82.4
FDGE2114	80	80	78	80	82	80
FDGE2116	88	90	85	90	88	88.2
FDGE21110	83	85	85	85	85	84.6
FDGE3111	78	78	78	80	80	78.8
FDGE3114	86	86	85	85	83	85
FDGE3116	75	75	80	80	75	77
FDGE31110	75	80	80	75	70	76

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.2.2 ผลการทดลองความแข็งของชิ้นงานอิพอกซีที่บ่มด้วยสารบ่มจากปฏิกิริยาอะมิโนลิซิส

ชื่อ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
FTAE1314	80	80	80	85	80	81
FTAE1316	80	81	80	79	80	80
FTAE13110	85	88	85	85	88	86.2
FTAE1214	79	82	82	79	82	80.8
FTAE1216	90	90	90	90	87	89.4
FTAE12110	86	83	85	85	84	84.6
FTAE1111	80	81	78	80	80	79.8
FTAE1114	81	86	81	82	84	82.8
FTAE1116	82	86	86	83	80	83.4
FTAE11110	85	86	88	85	85	85.8
FTAE2111	65	65	65	70	70	67
FTAE2114	83	81	81	85	81	82.2
FTAE2116	88	89	88	89	88	88.4
FTAE21110	90	88	85	88	90	88.2

ค.2.3 ผลการทดลองความแข็งของชิ้นงานอิพอกซีที่บ่มด้วยสารบ่มทางการค้า

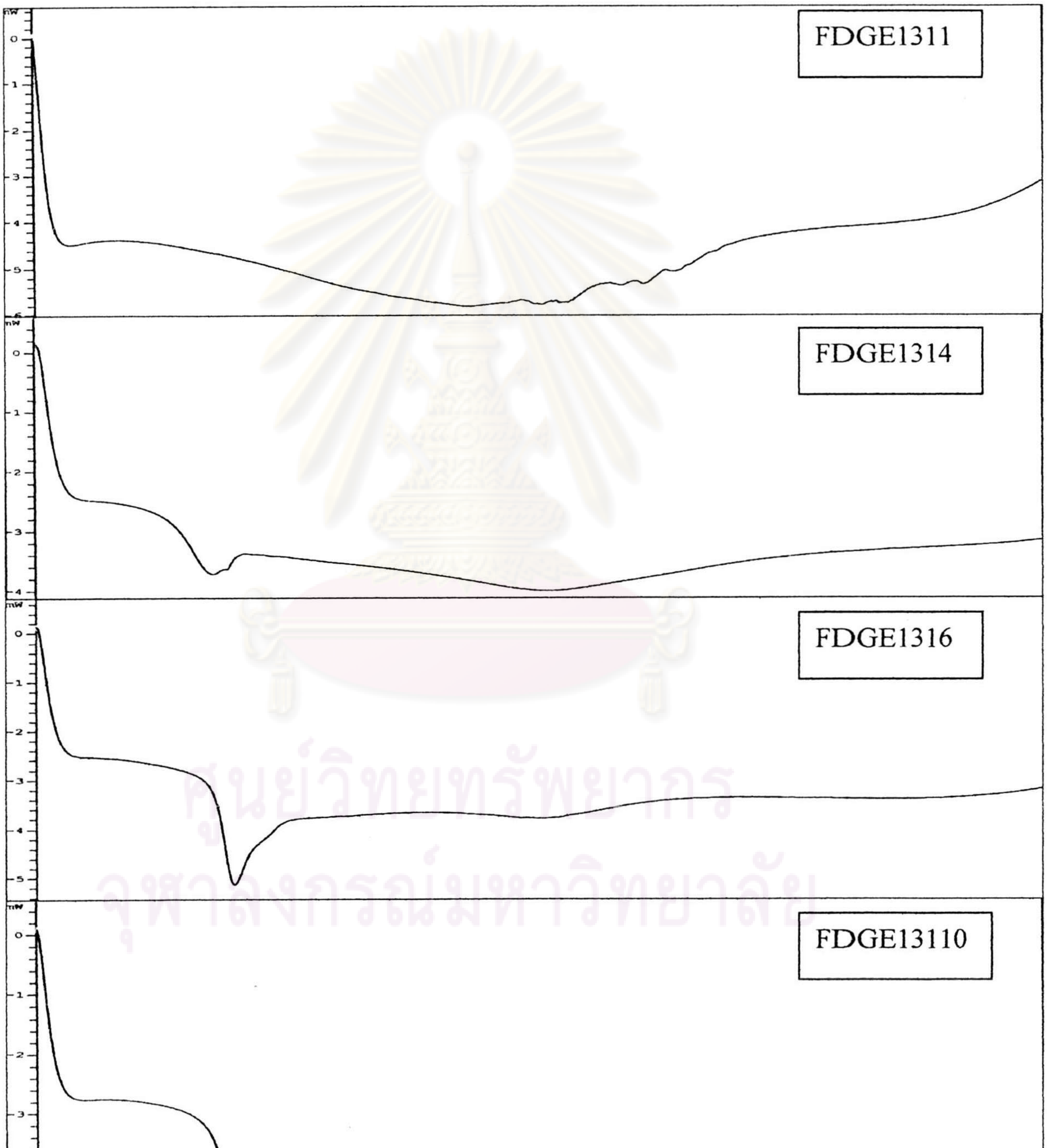
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
SCI11	75	80	75	80	80	78
SCI14	80	80	80	75	75	78
SCI16	78	78	79	77	78	78
SCI110	78	78	75	76	75	76.4

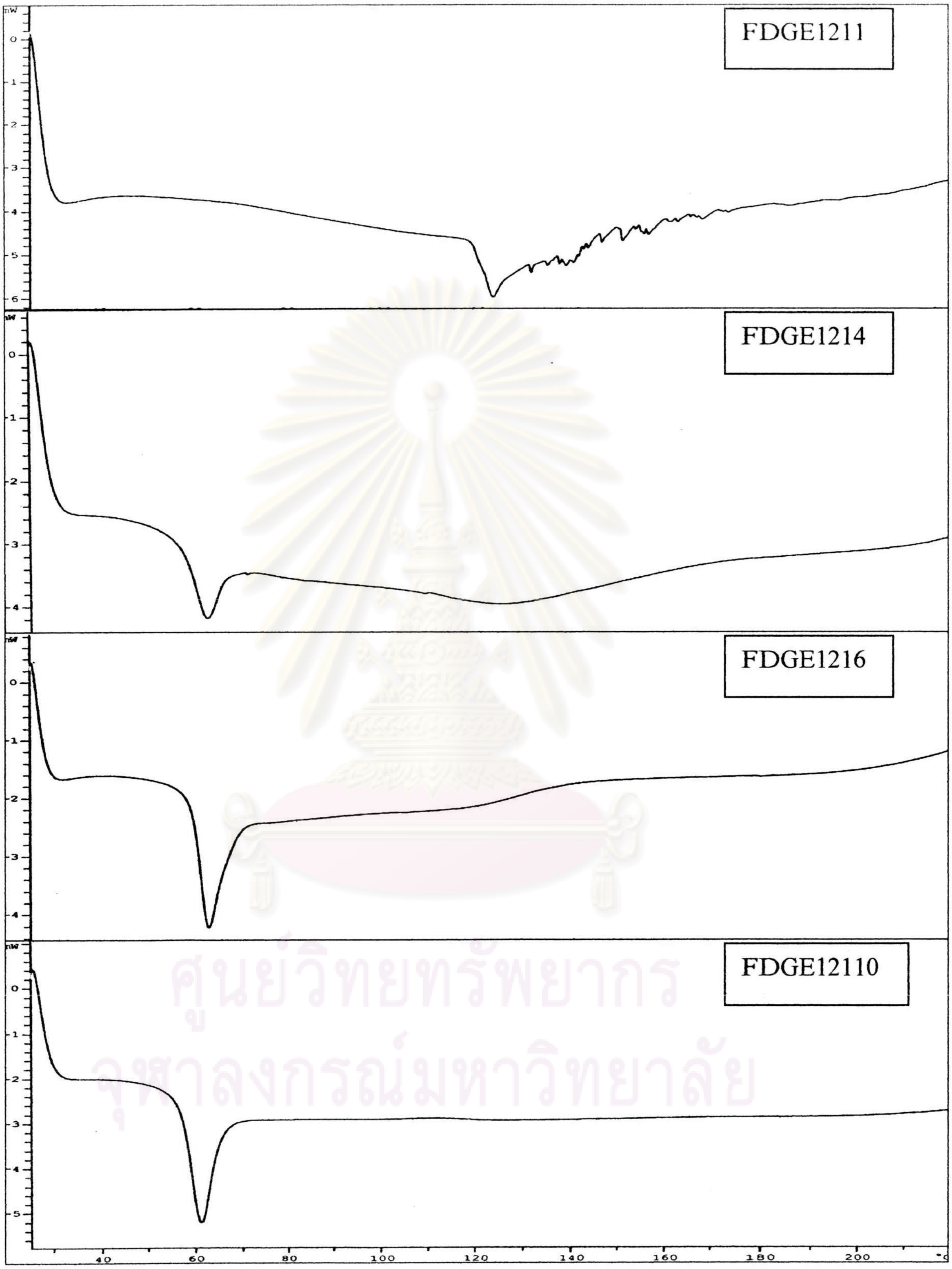
ภาคผนวก ง

ง.1 การทดสอบสมบัติทางความร้อนโดยเทคนิค DSC

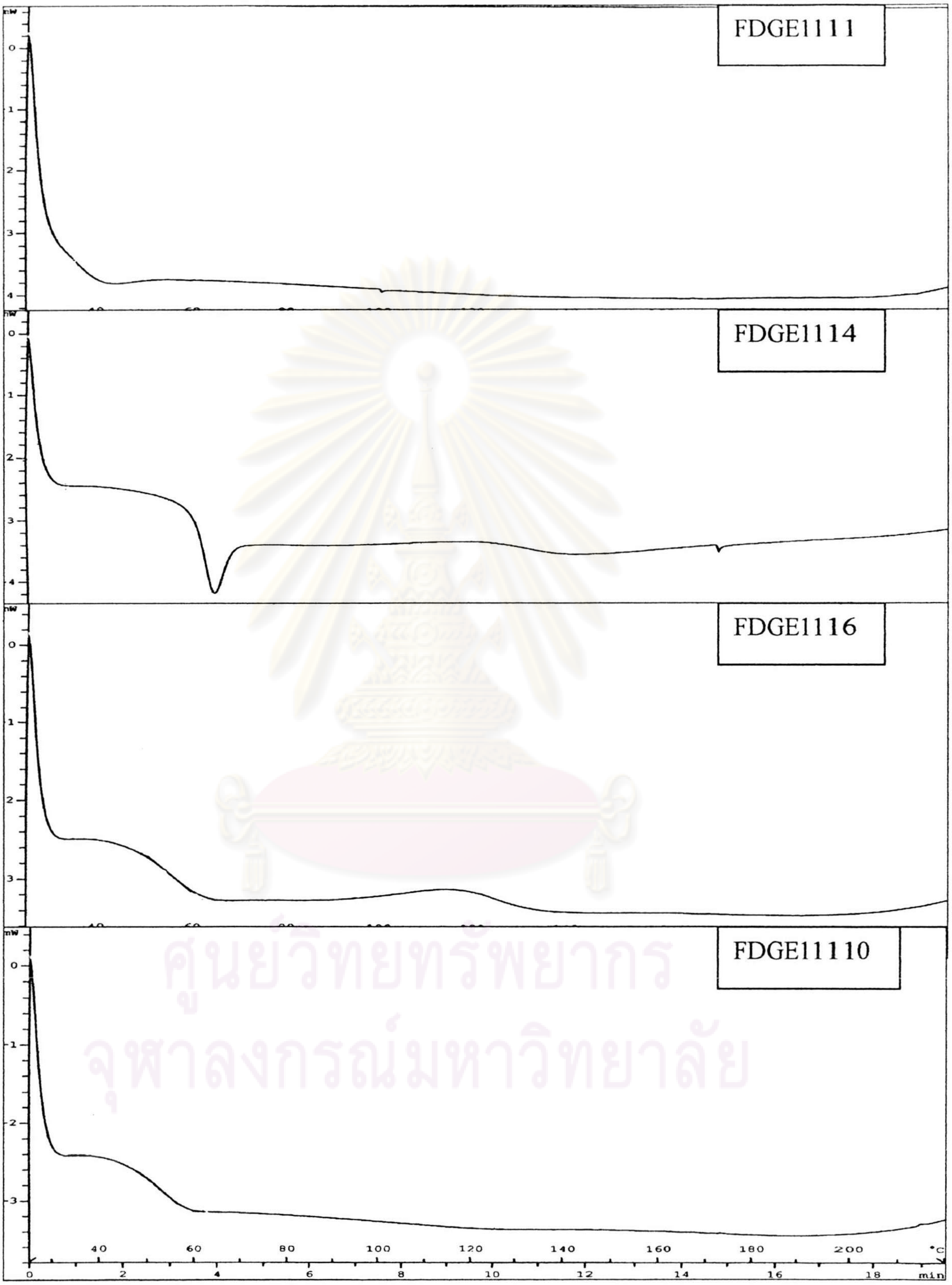
ง.1.1 การหาค่าอุณหภูมิสถานะแก้วของชิ้นงานอิพอกซีที่ผ่านการบ่มด้วยสารบ่มจากปฏิกิริยาไกลโคลิซิส



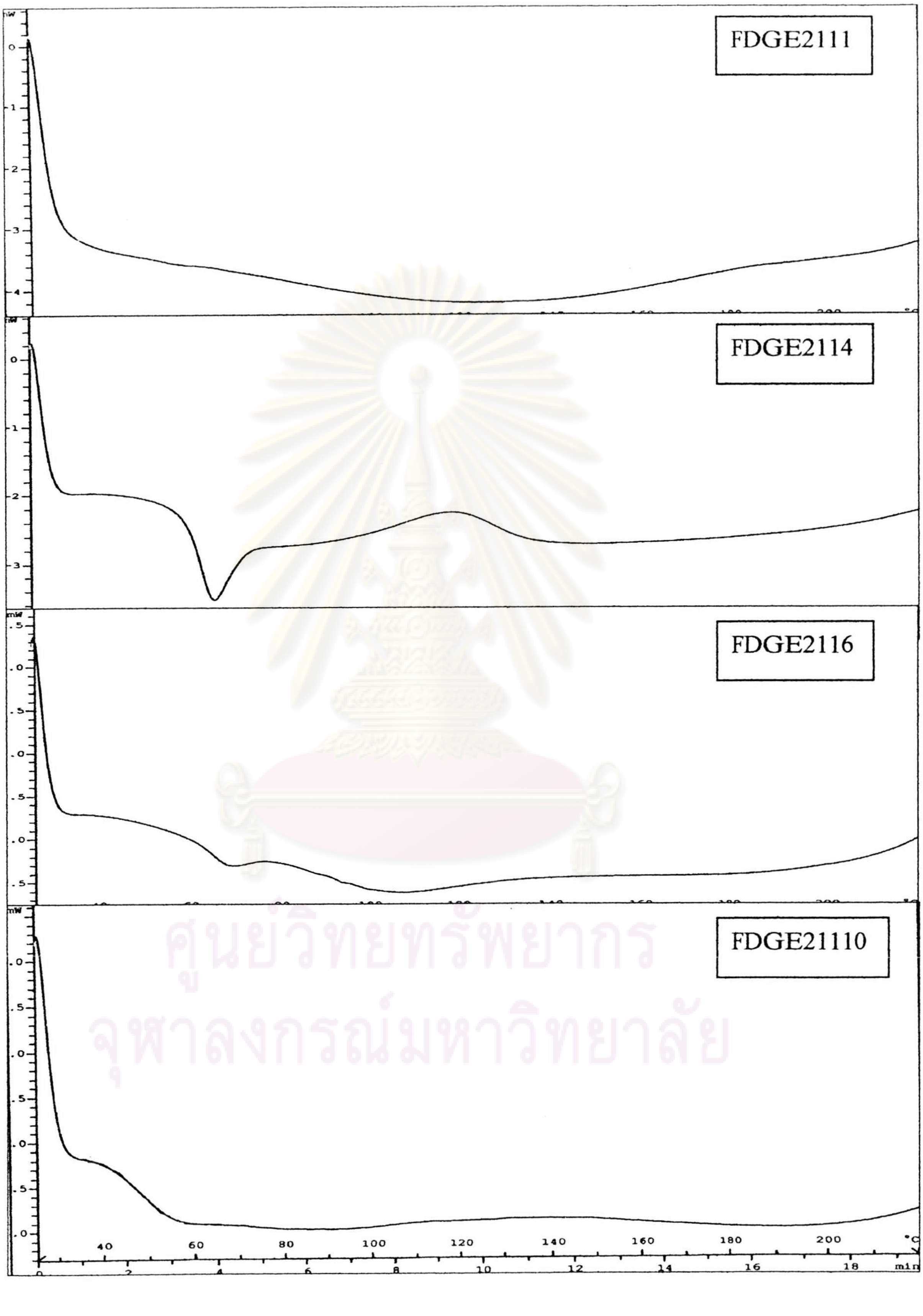
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



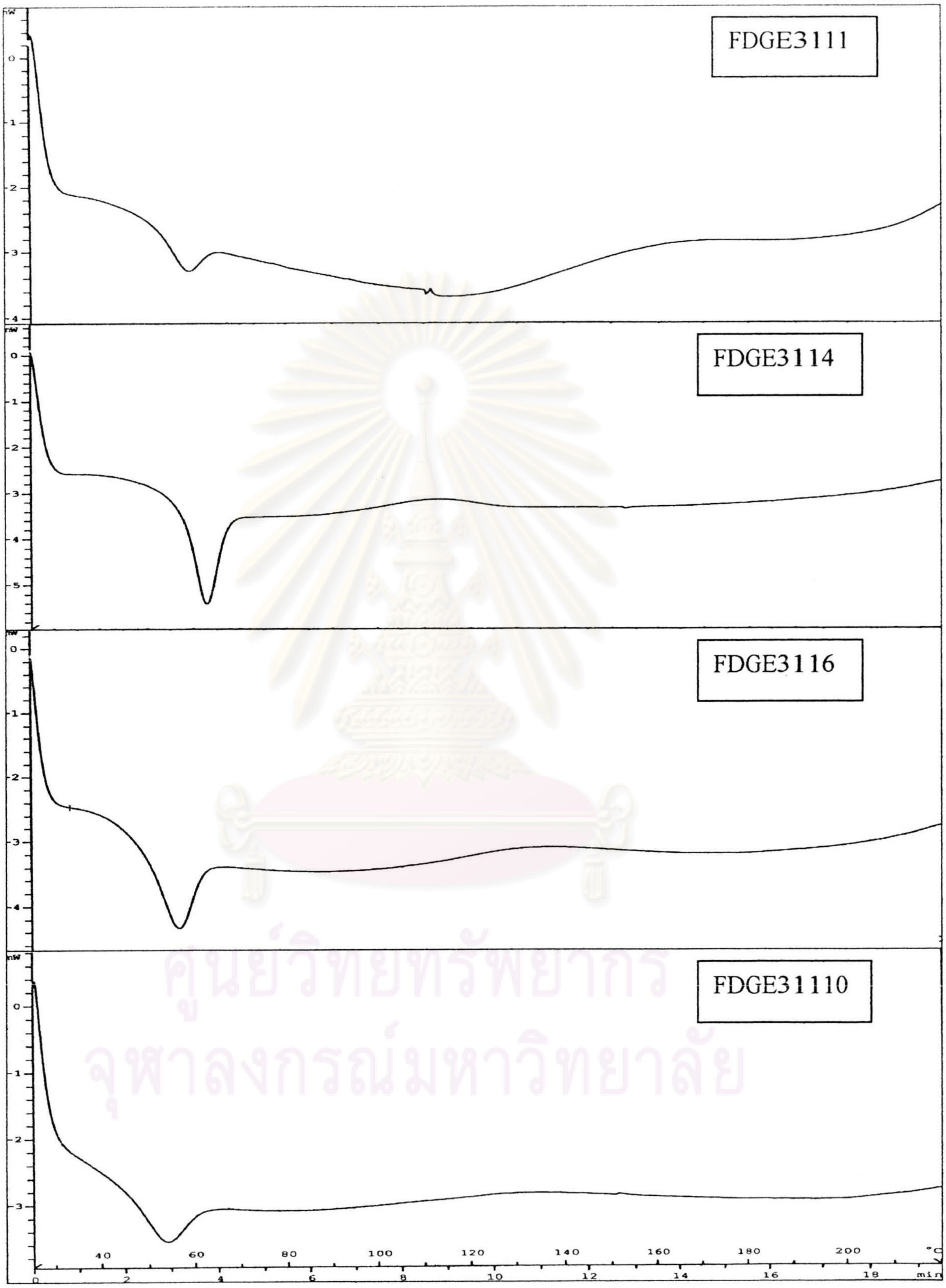
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

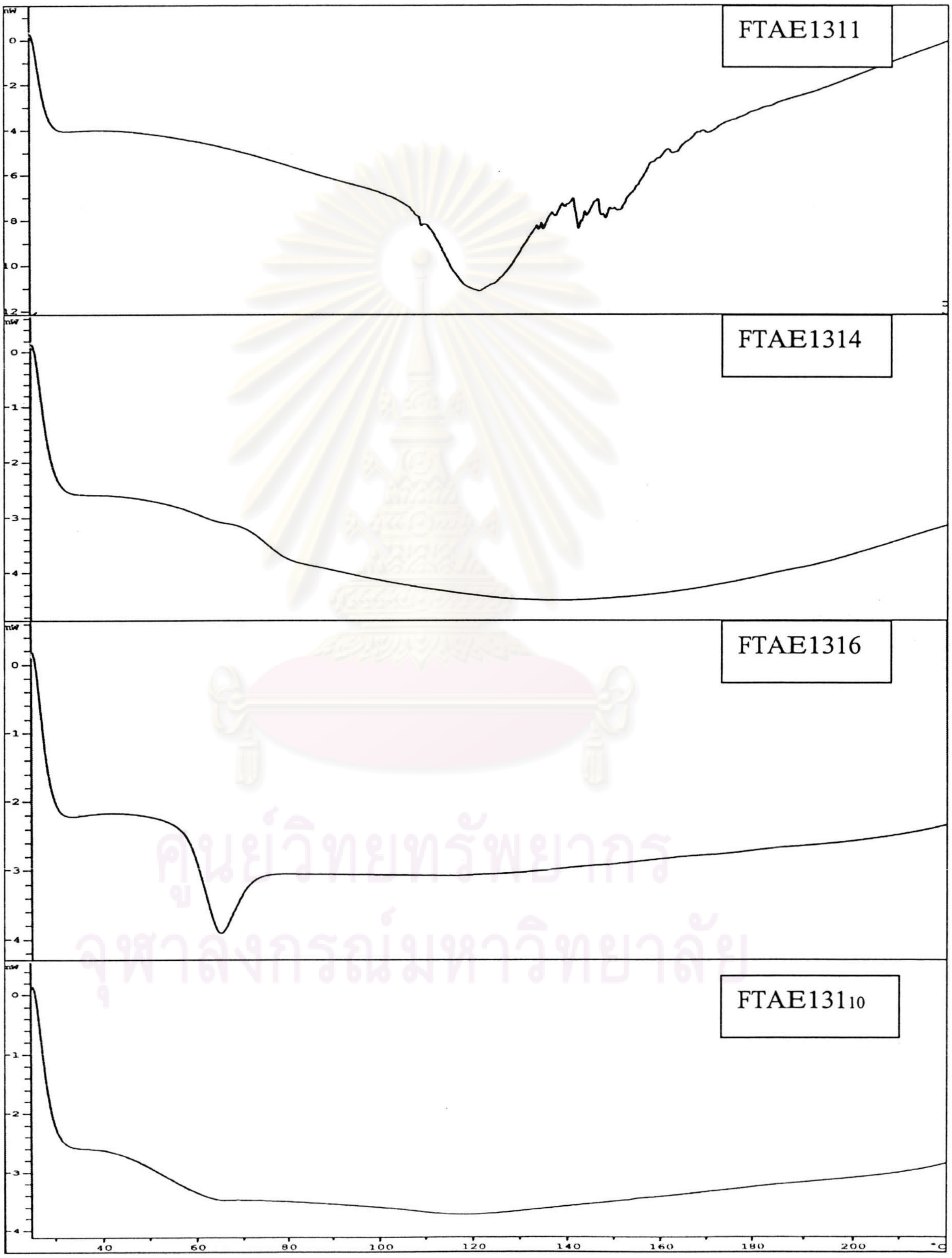


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

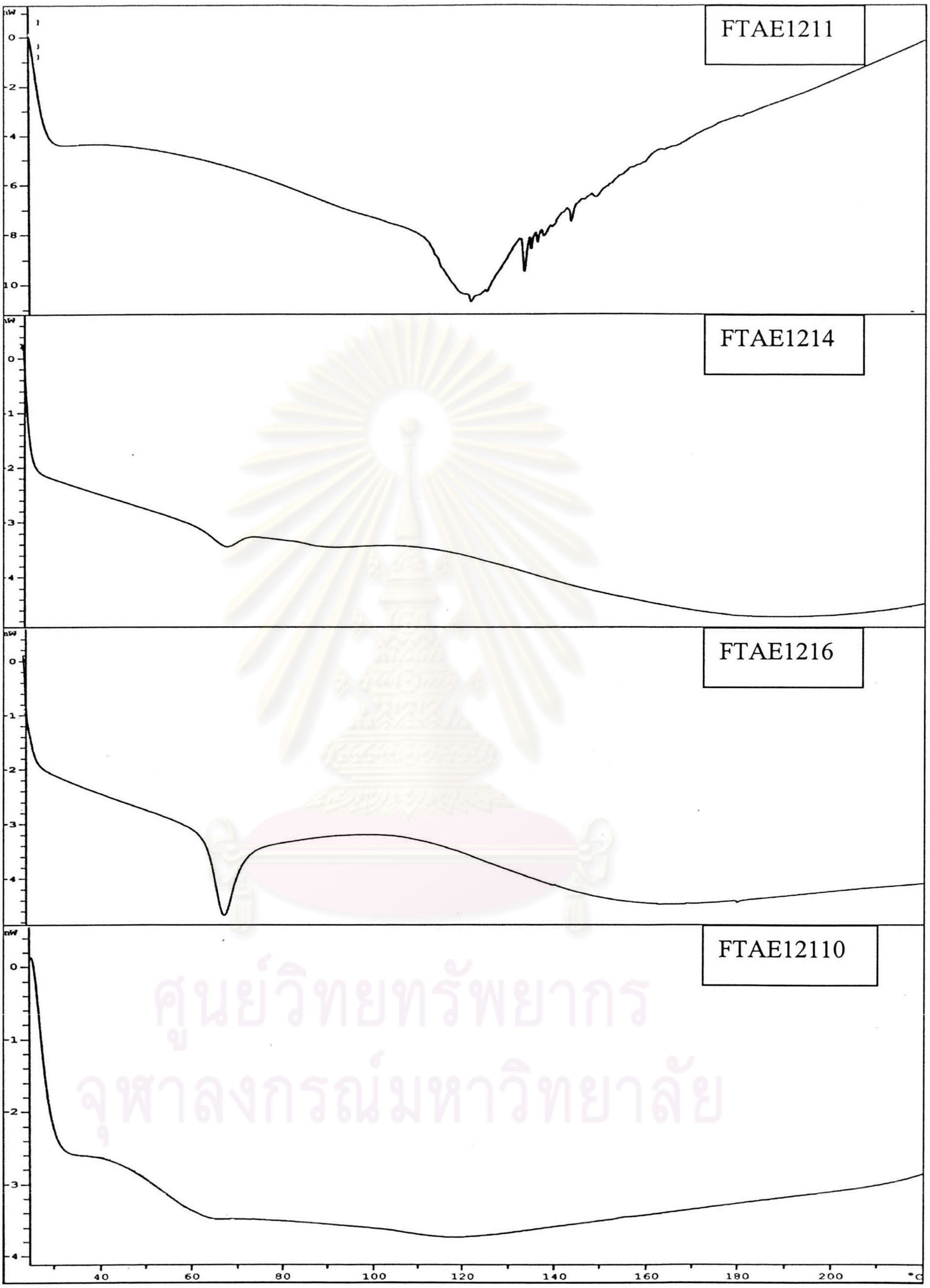


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

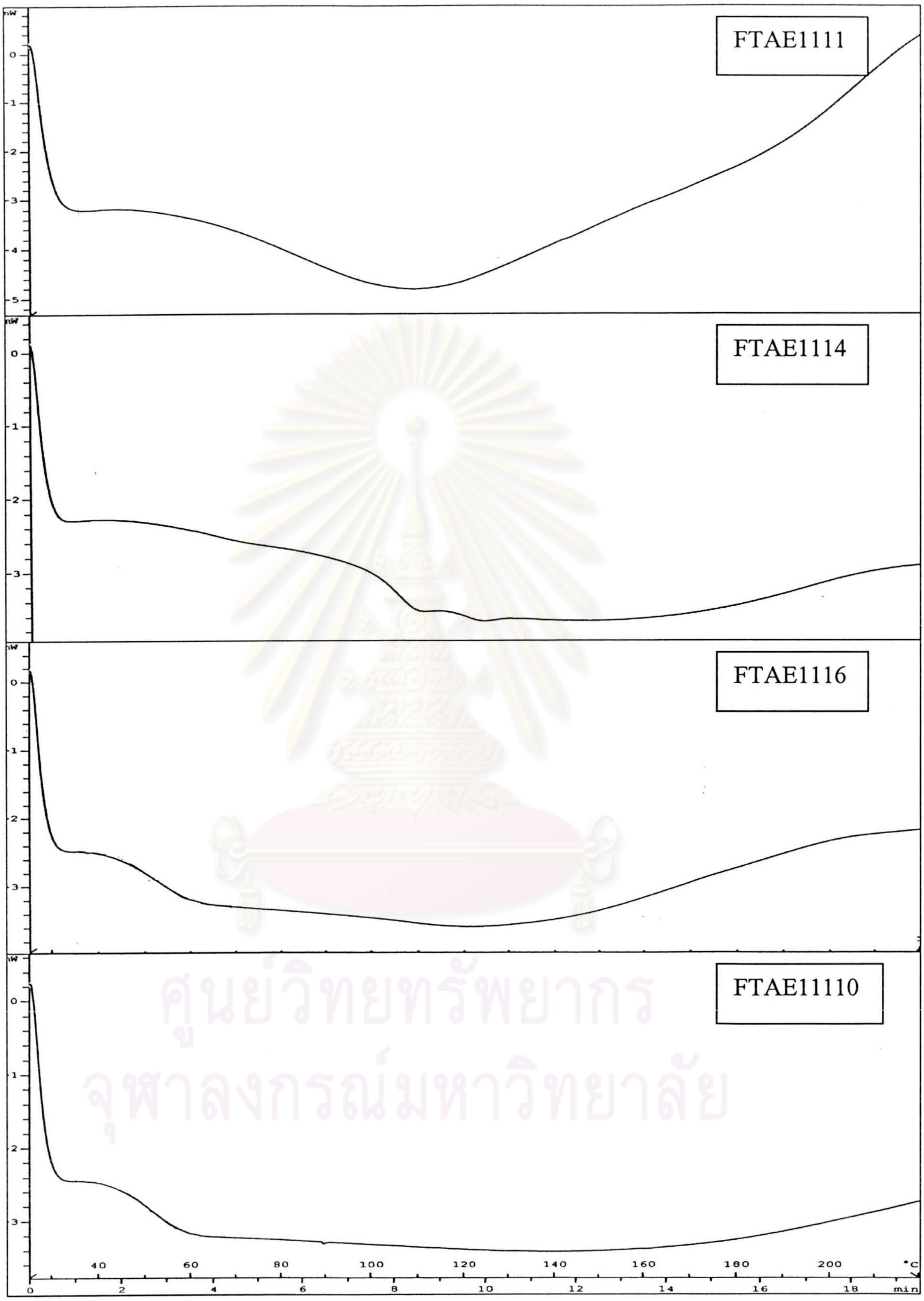
ง.1.2 การหาค่าอุณหภูมิสถานะแก้วของชิ้นงานอิพอกซีที่ผ่านการบ่มด้วยสารบ่มจากปฏิกิริยาอะมิโนลิซิส



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



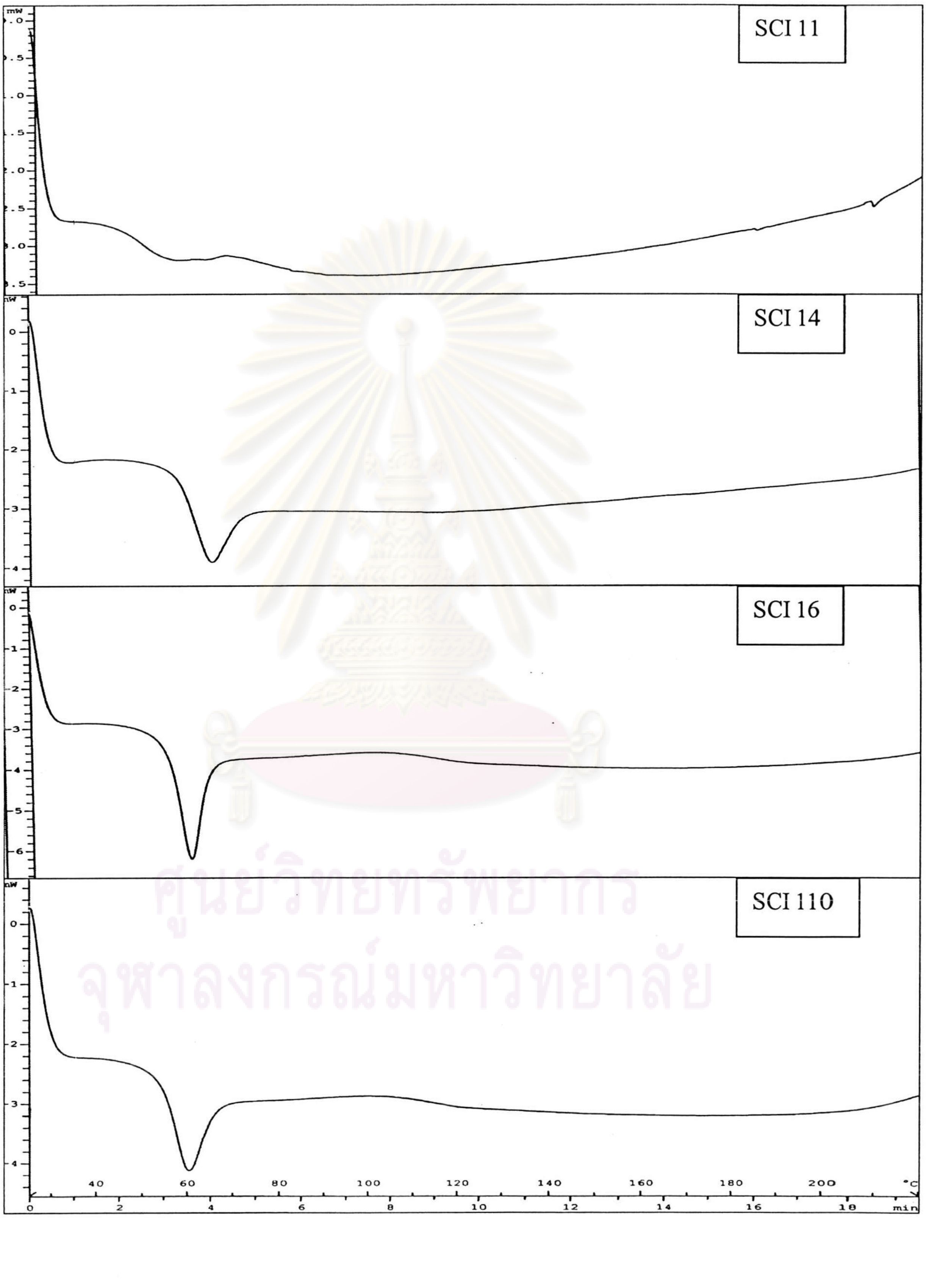
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

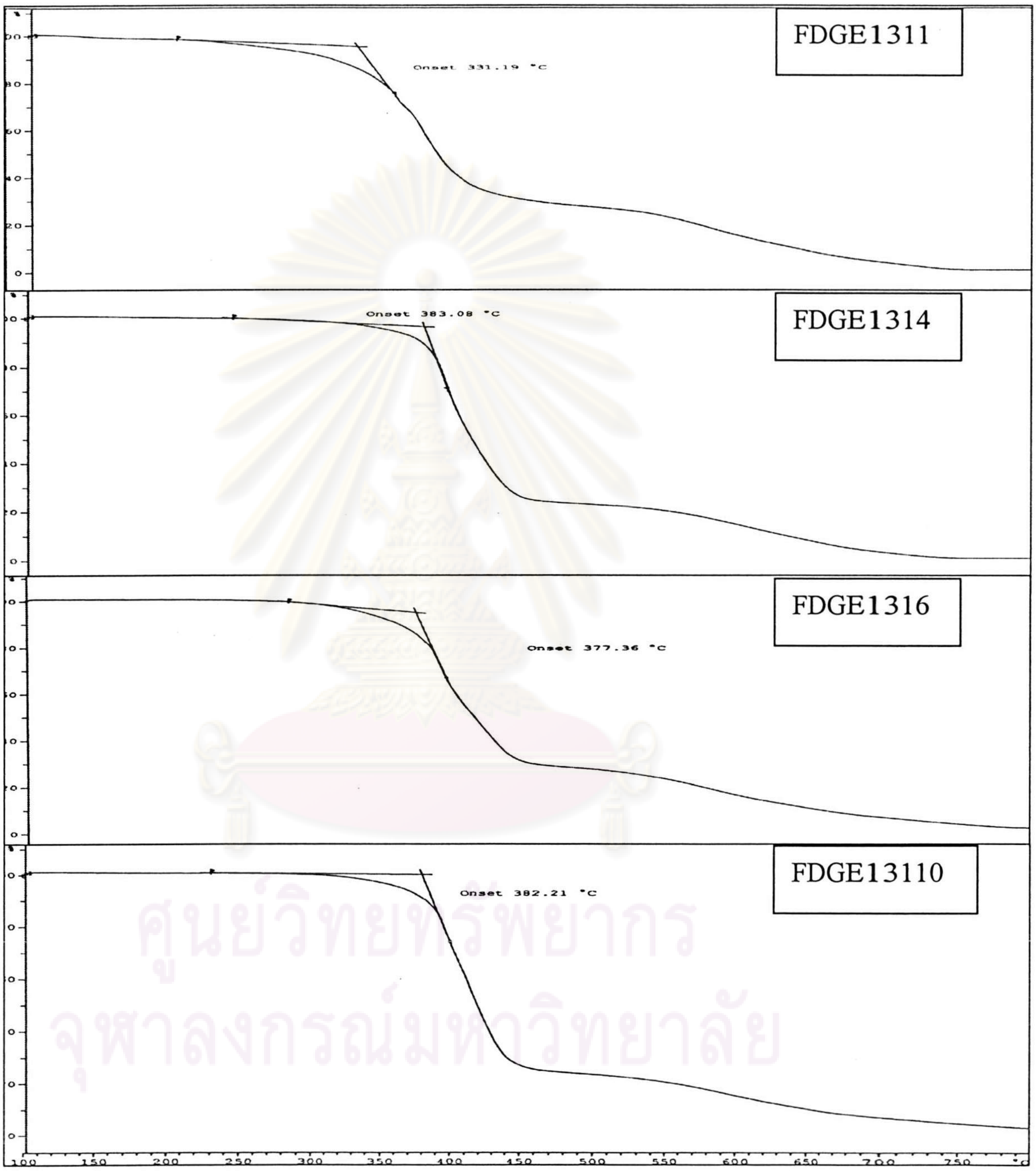
ง.1.3 การหาค่าอุณหภูมิสถานะแก้วของชิ้นงานอิพอกซีที่ผ่านการบ่มด้วยสารบ่มทางการค้า



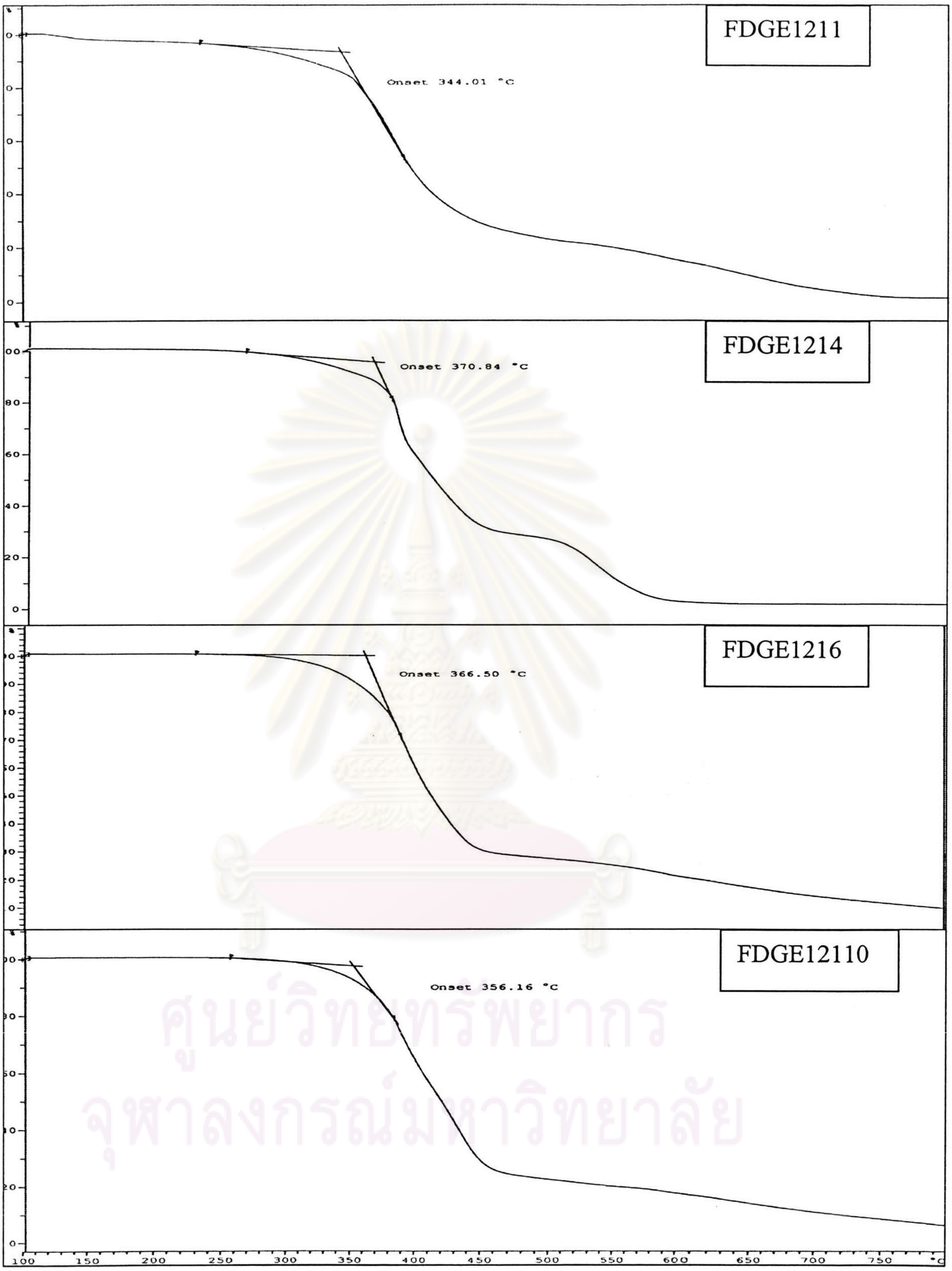
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2 การทดสอบสมบัติความทนความร้อนโดยเทคนิค TGA

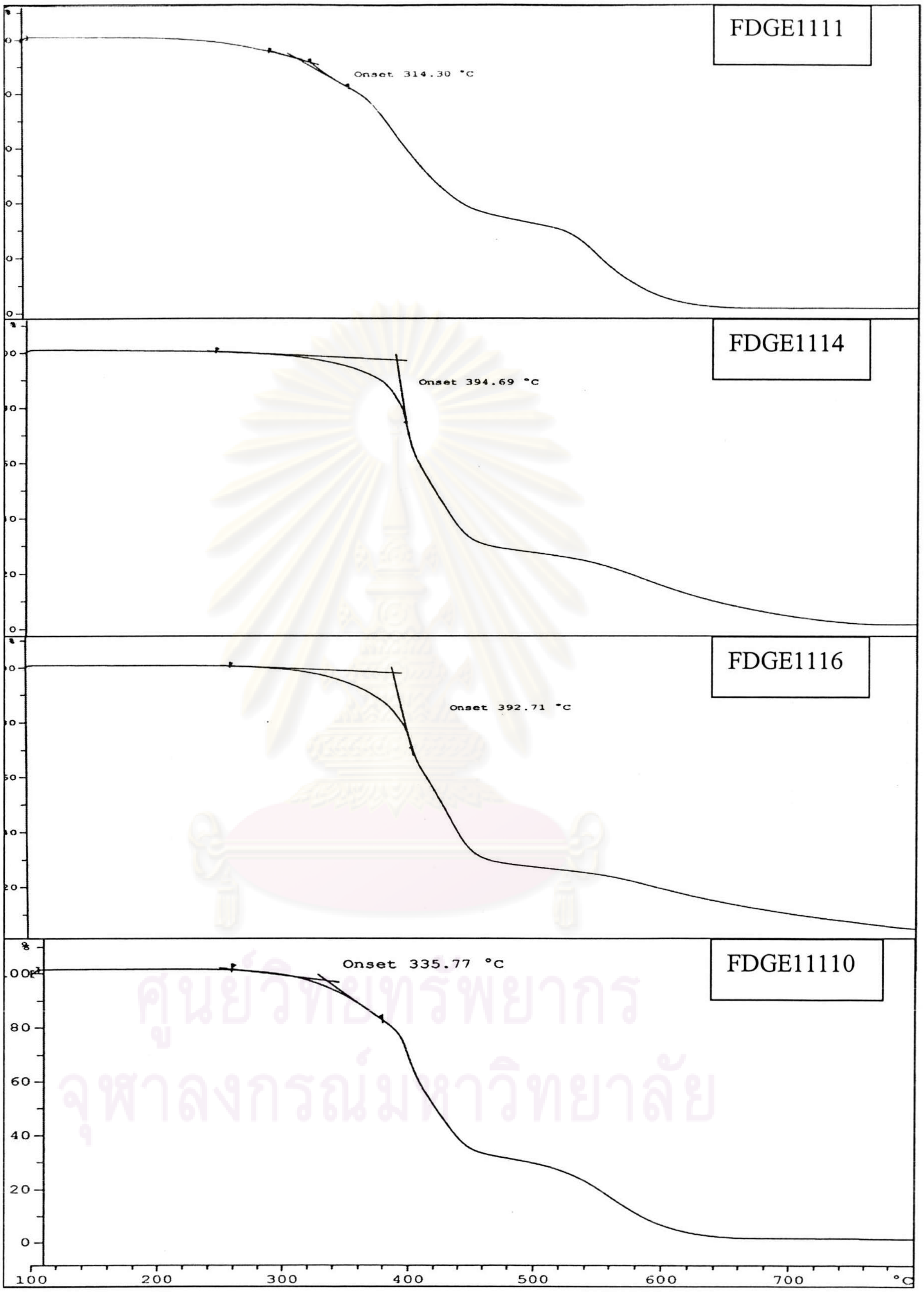
ง.2.1 ผลการแสดงความสามารถในการทนความร้อนของสารบ่มจากกปฏิกิริยาไกลโคลิซิส ในการบ่มอิพอกซี



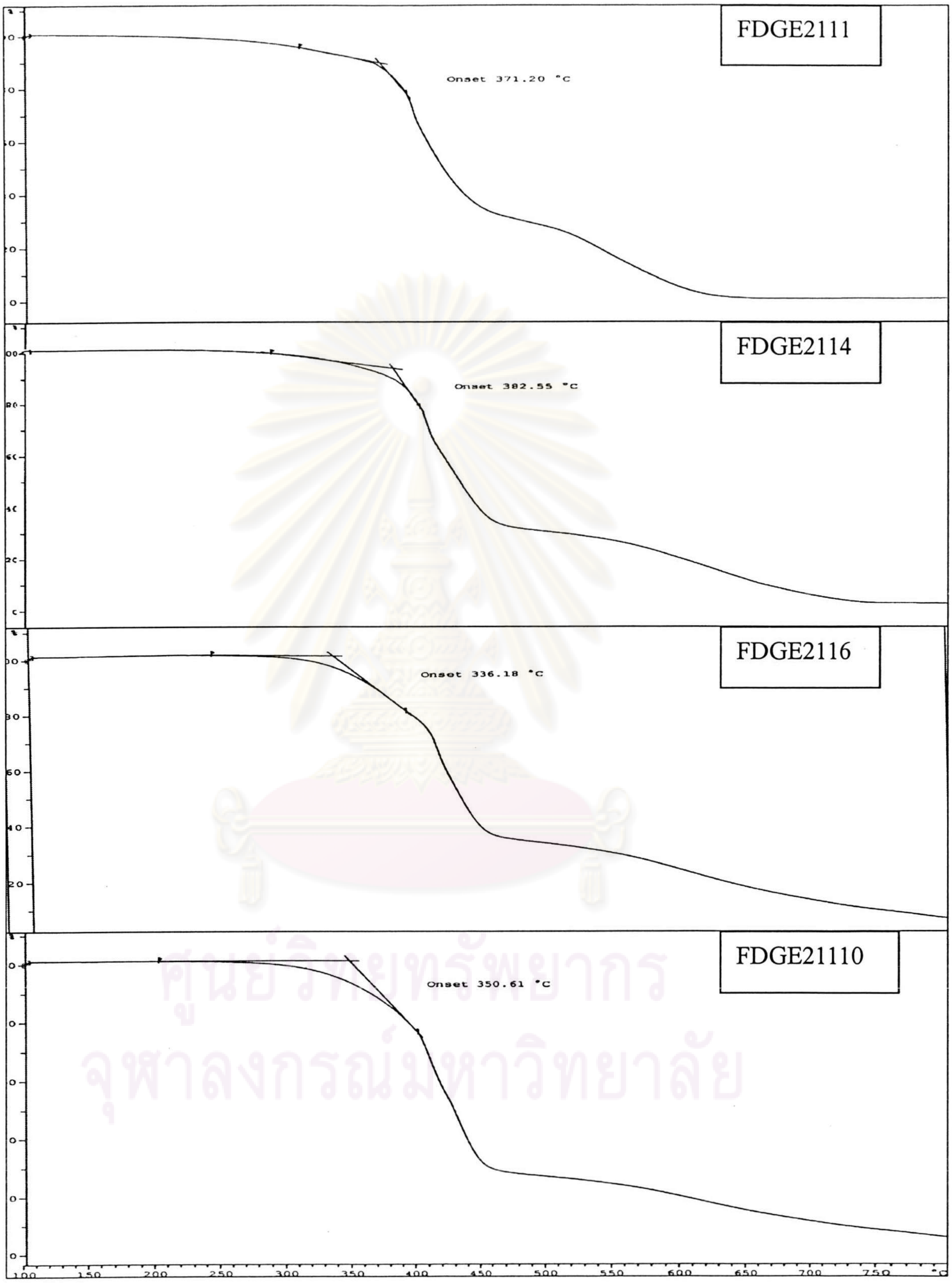
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



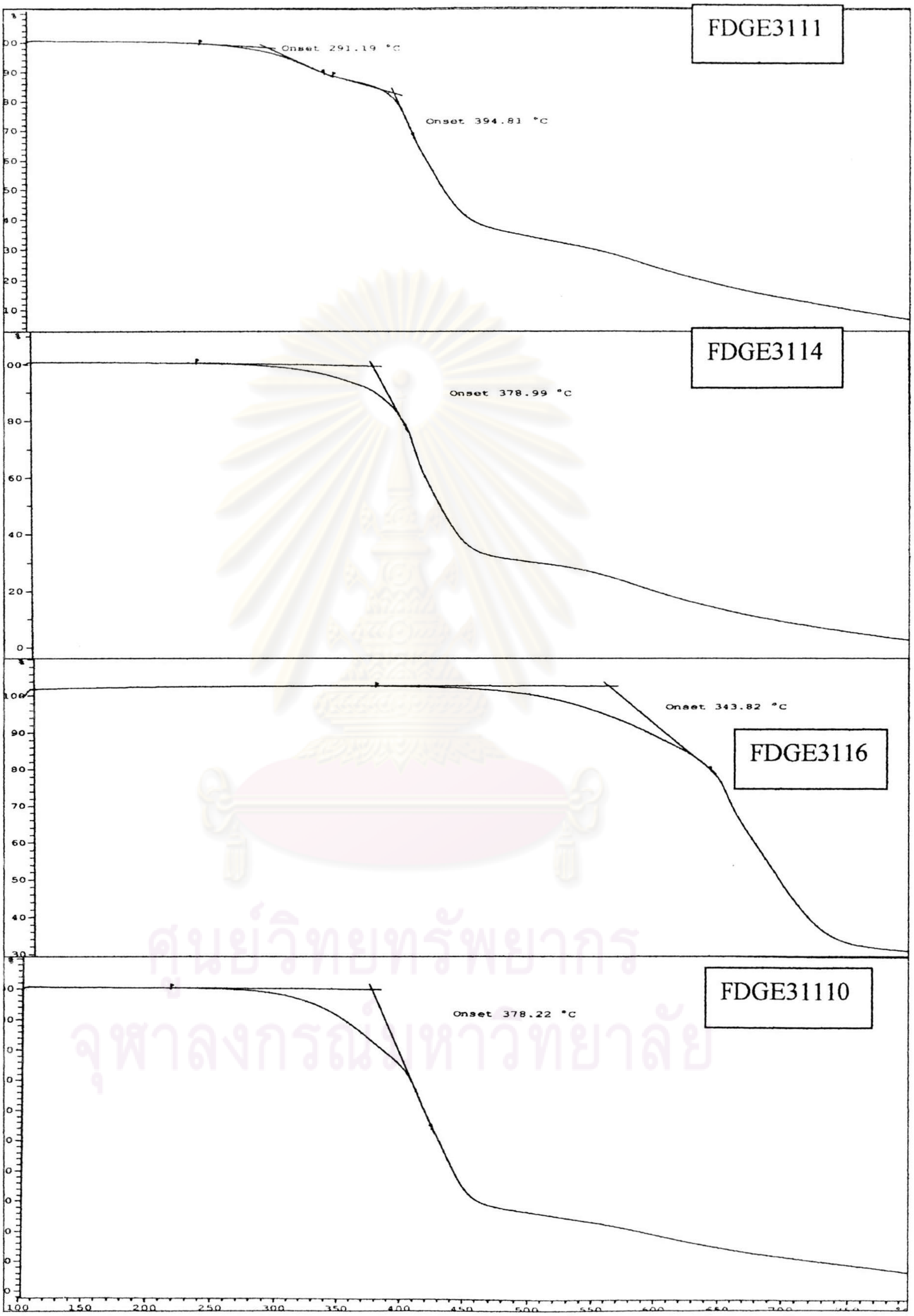
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



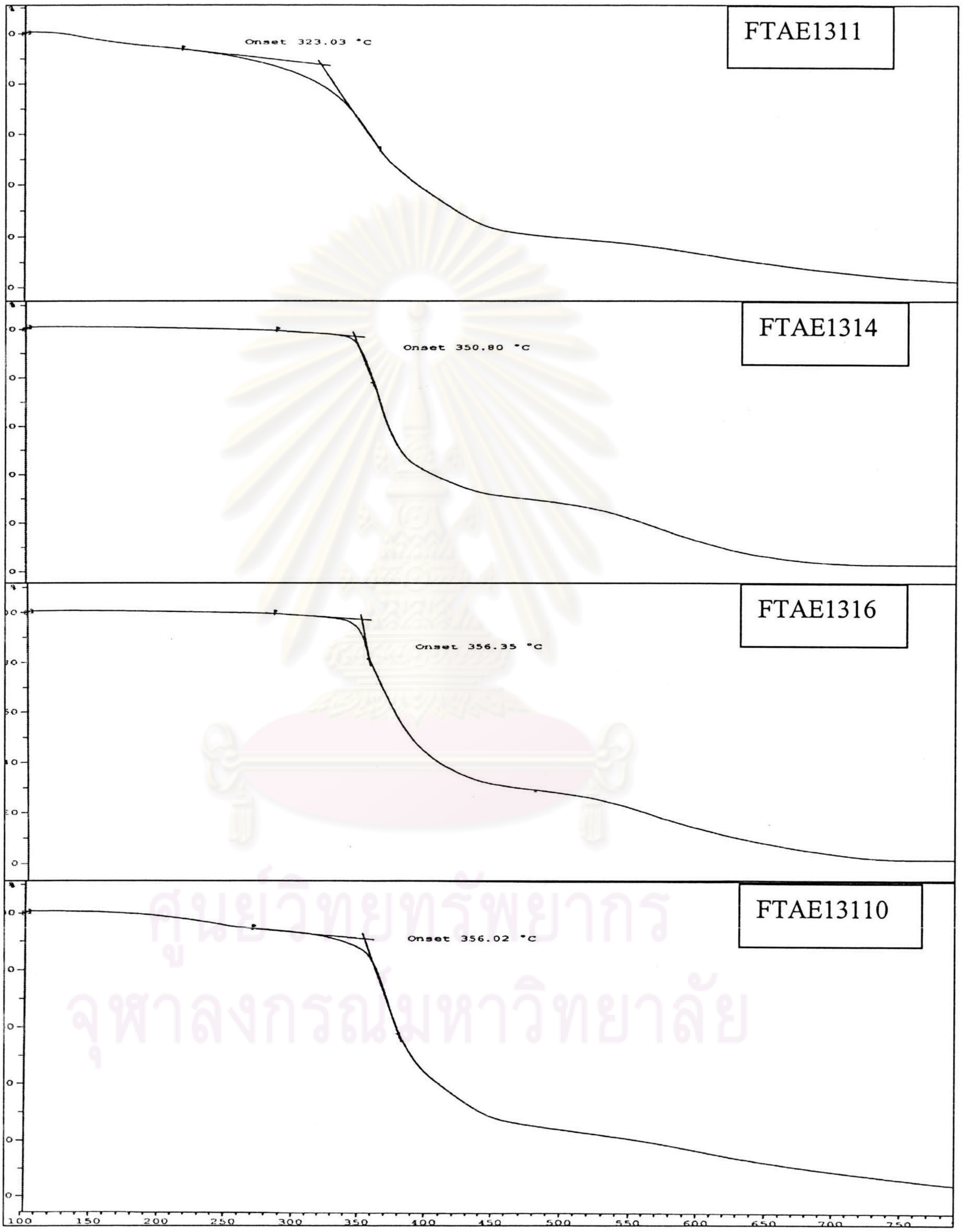
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



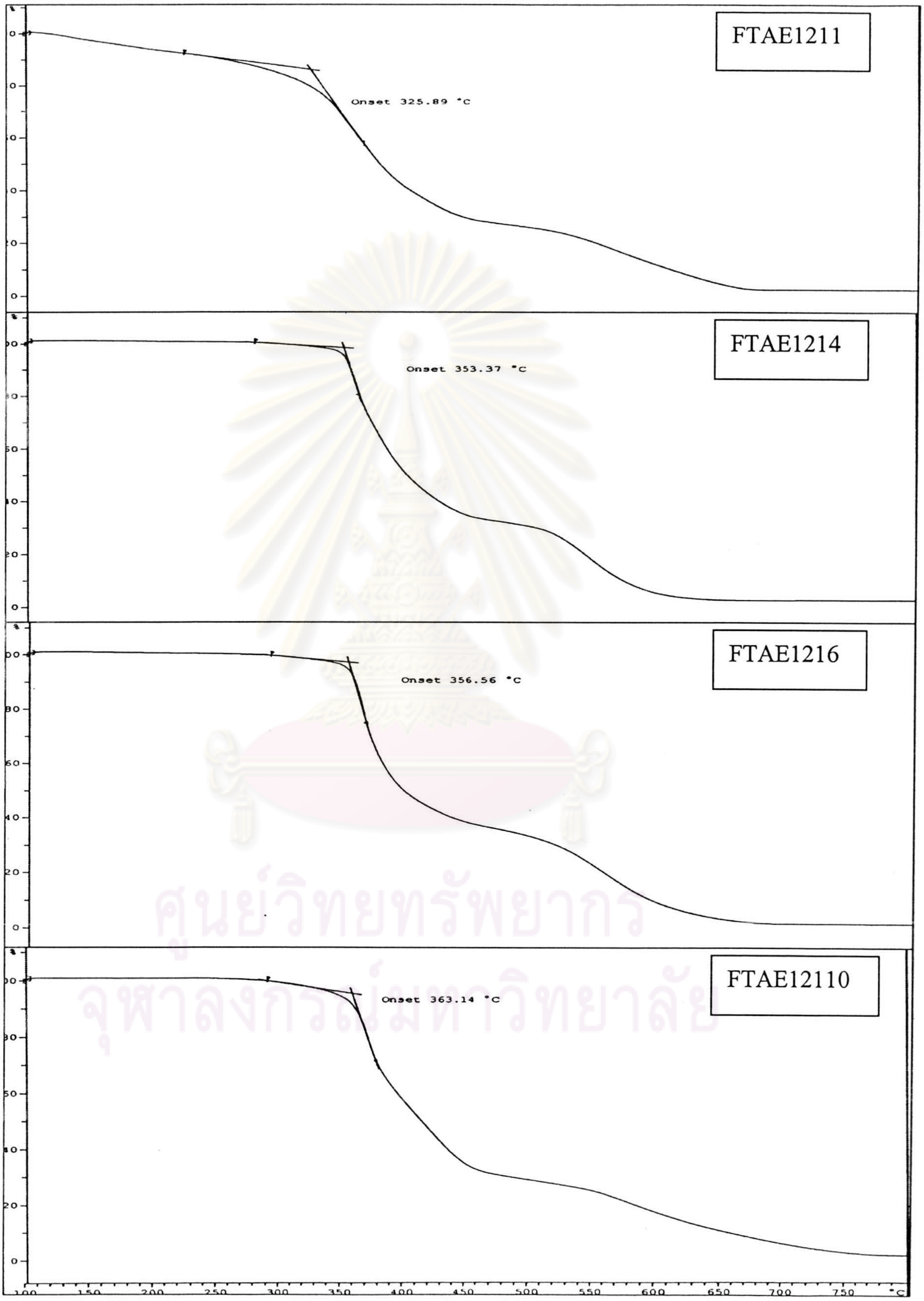
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


FDGE3111
Onset 291.19 °C
Onset 394.81 °C
FDGE3114
Onset 378.99 °C
FDGE3116
Onset 343.82 °C
FDGE31110
Onset 378.22 °C

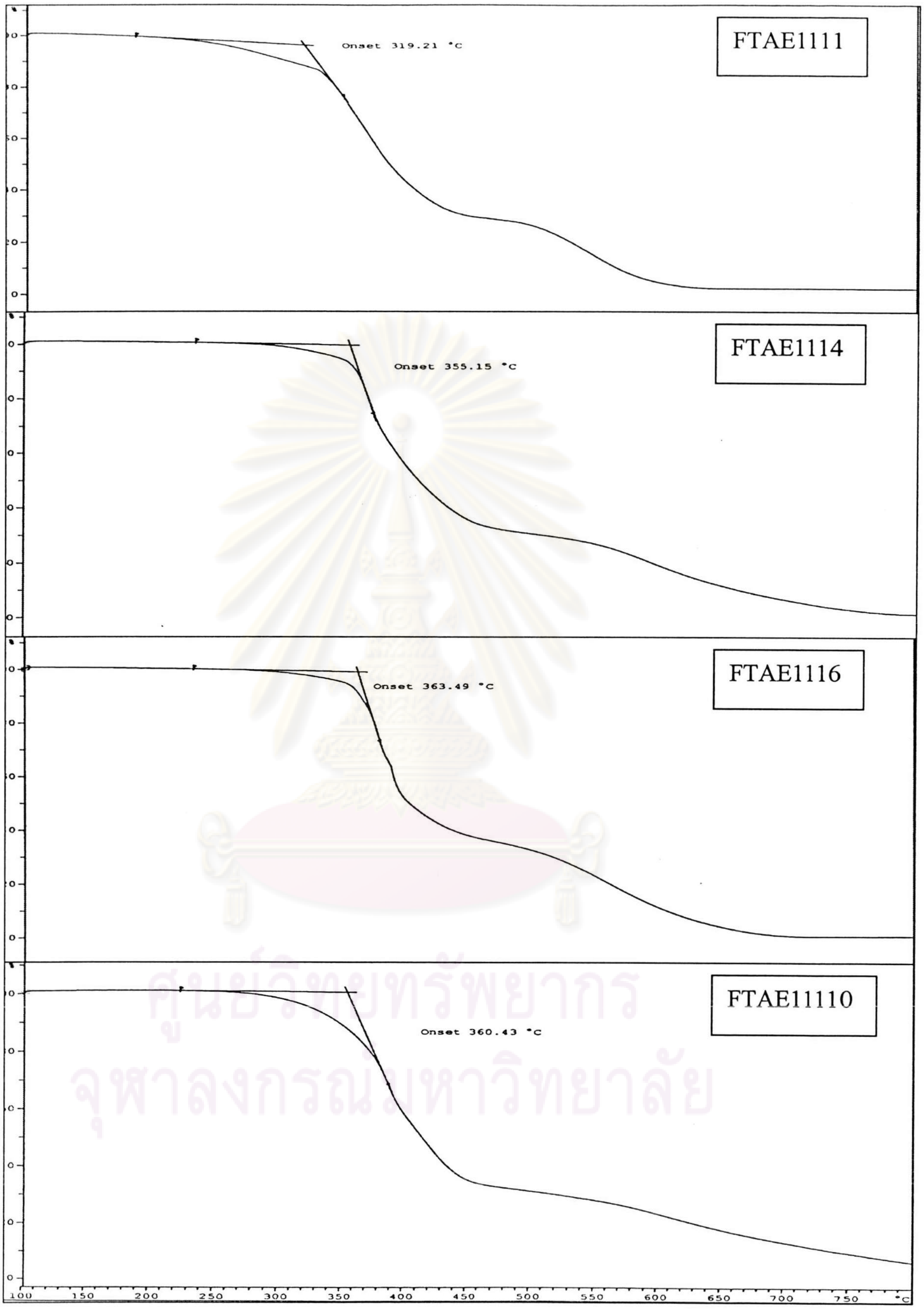
ง.2.2 ผลการแสดงความสามารถในการทนความร้อนของสารบ่มจากกปฏิกิริยาอะมิโนลิซิสในการบ่มอิพอกซี



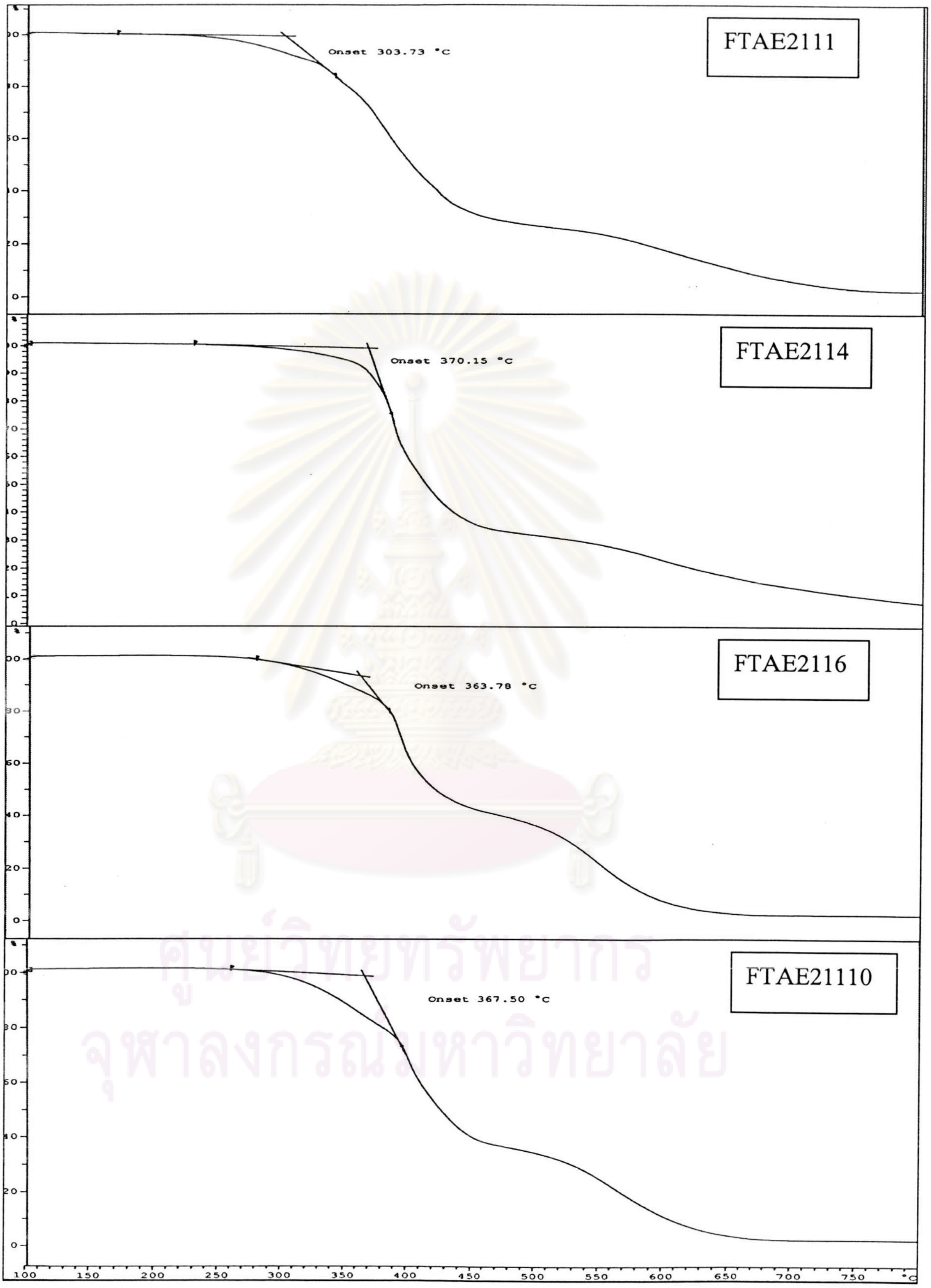
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

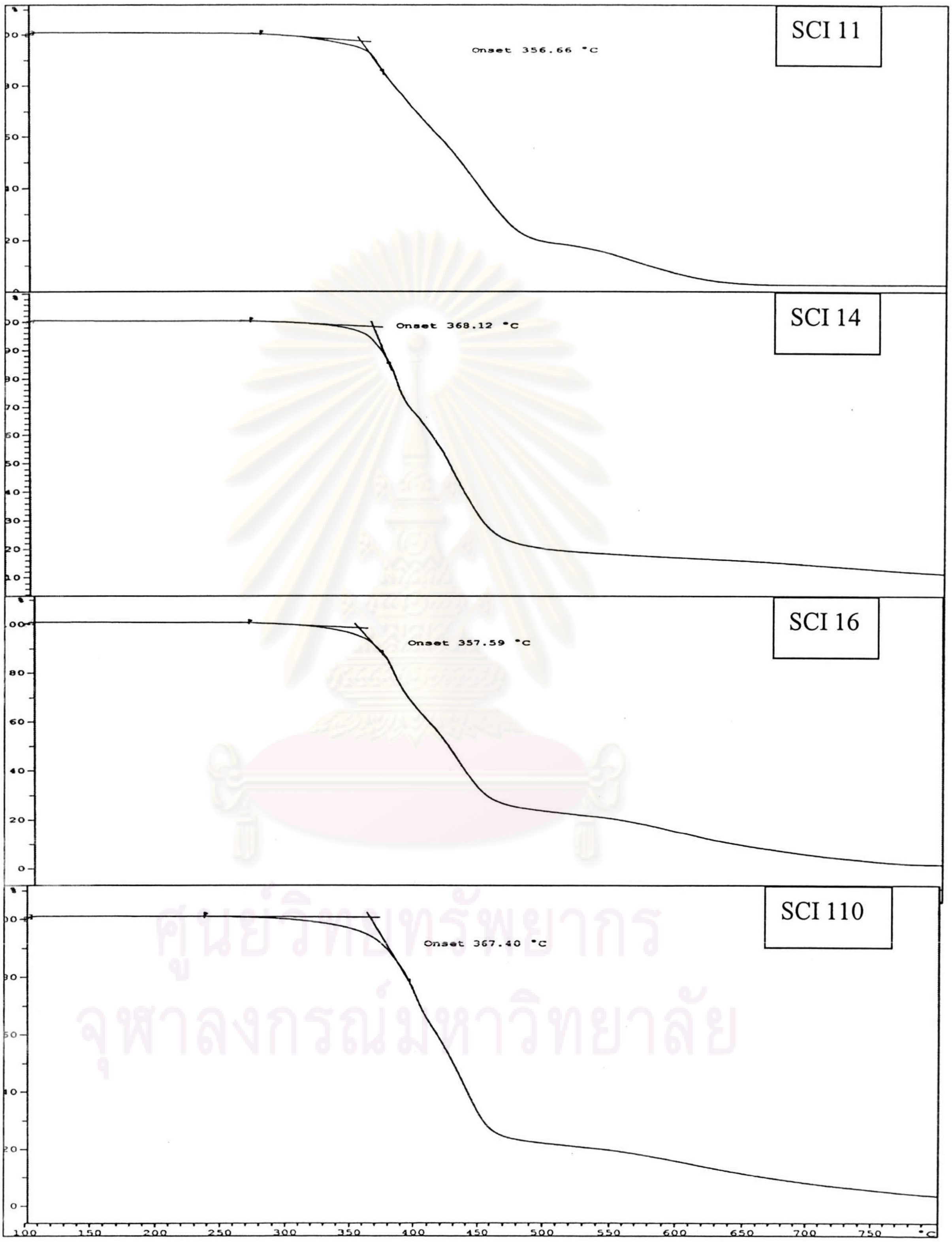


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

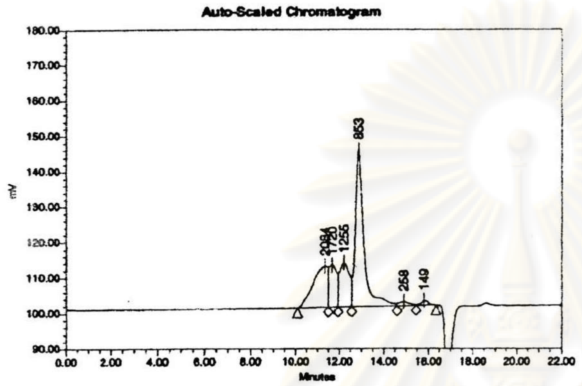
ง. 2.3 ผลการแสดงความสามารถในการทนความร้อนของสารบ่มทางการค้าในการบ่มอิพอกซี



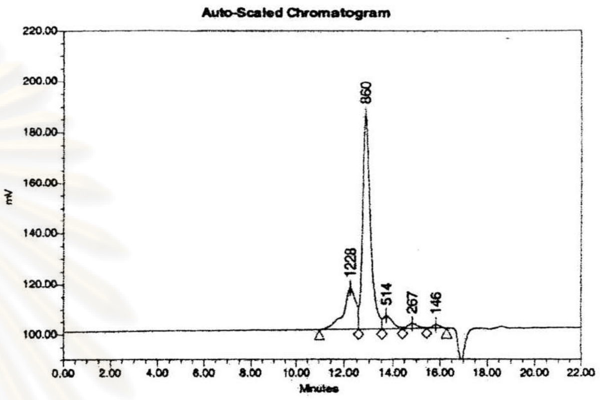
ภาคผนวก จ

จ.1 แสดงผลน้ำหนักโมเลกุลของ FD13และFD12 เมื่อนำไปบ่มอิพอกซีในอัตราส่วน 1 ต่อ 1

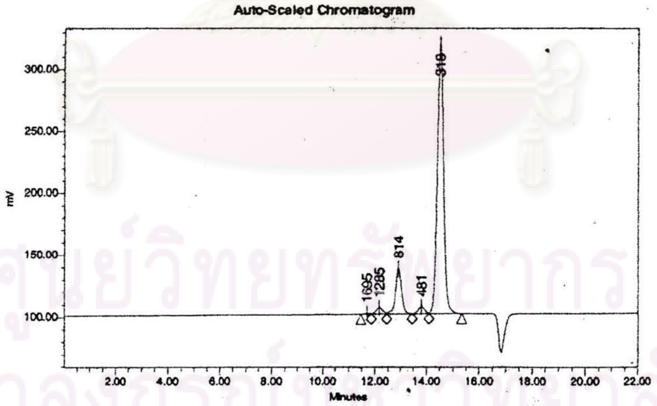
FDGE 1211



FDGE 1311



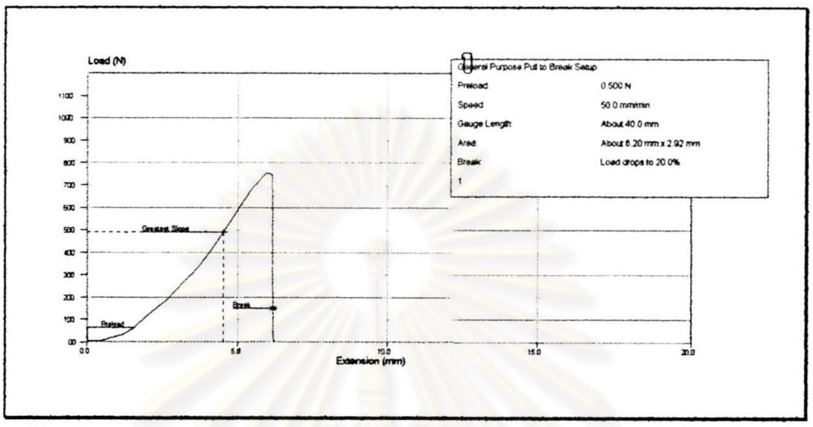
Epoxy ทางการค้า



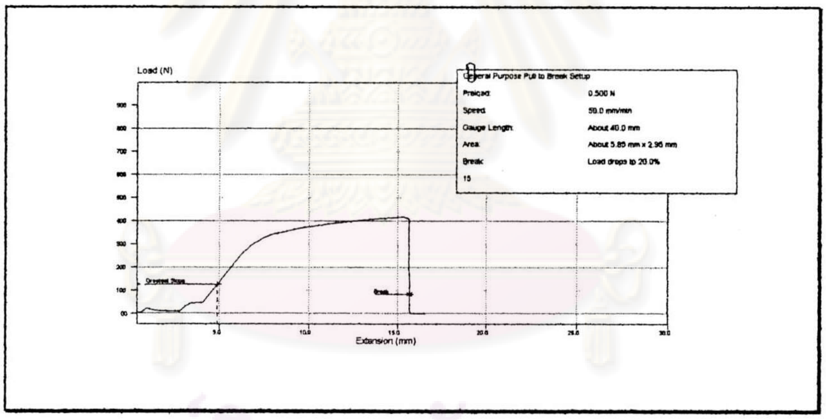
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.2 แสดงผลการเปรียบเทียบชิ้นงานในด้านความทนแรงดึงหลังจากการเติมชิ้นงาน FDGE1211, FDGE1311, FTAE1211, FTAE1311 ลงในอิพอกซีที่ใช้สารบ่มทางการค้า

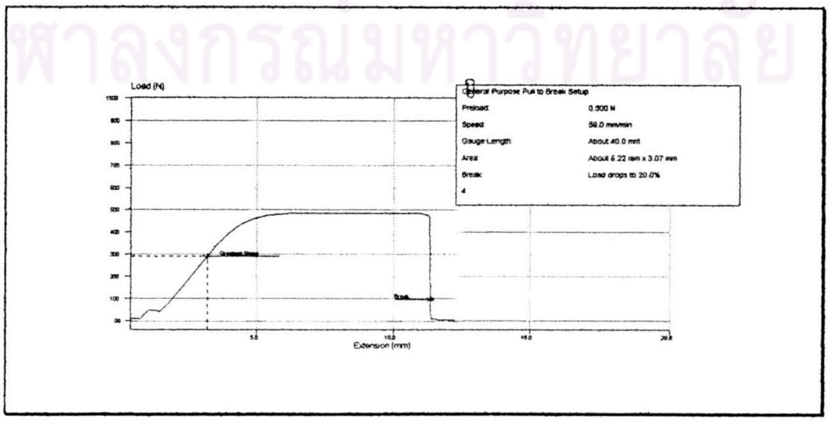
อิพอกซีที่ใช้สารบ่มทางการค้าในอัตราส่วน 1:1



ชิ้นงานที่ผ่านการเติม FDGE 1211

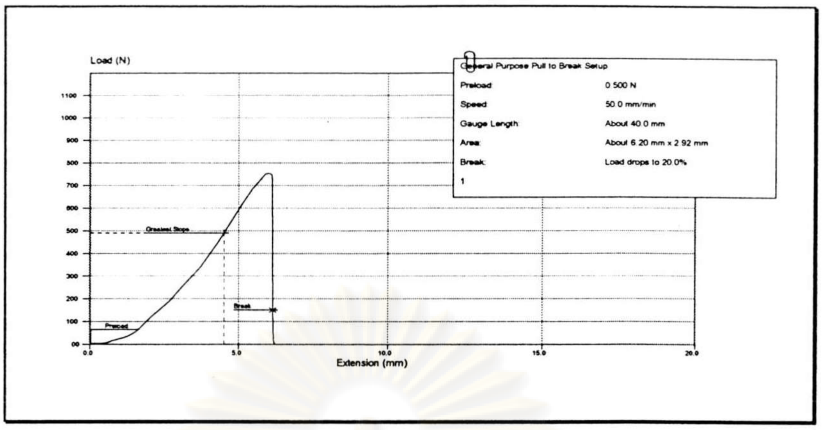


ชิ้นงานที่ผ่านการเติม FDGE 1311

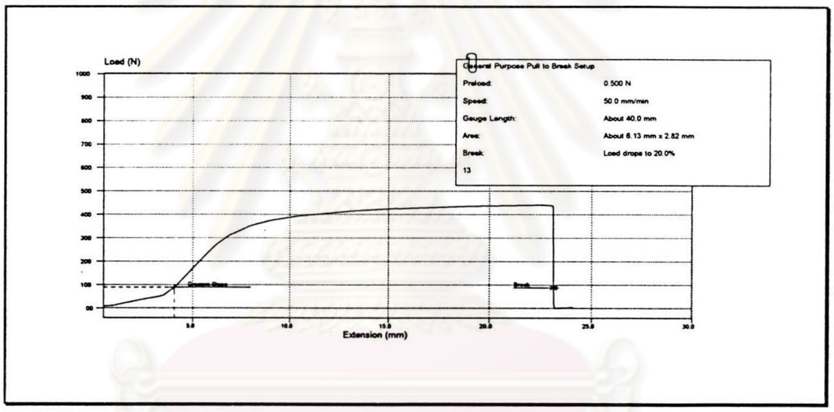


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

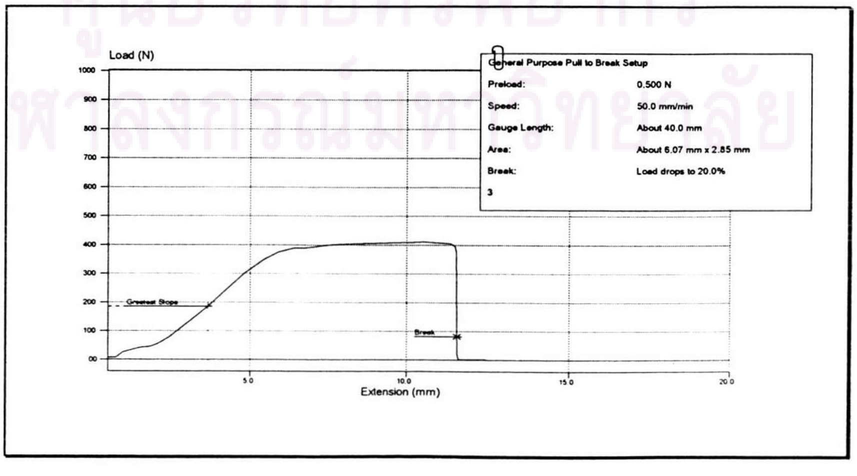
อิพอกซีที่ใช้สารบ่มทางการค้าในอัตราส่วน 1:1



ชิ้นงานที่ผ่านการเติม FTAE 1211

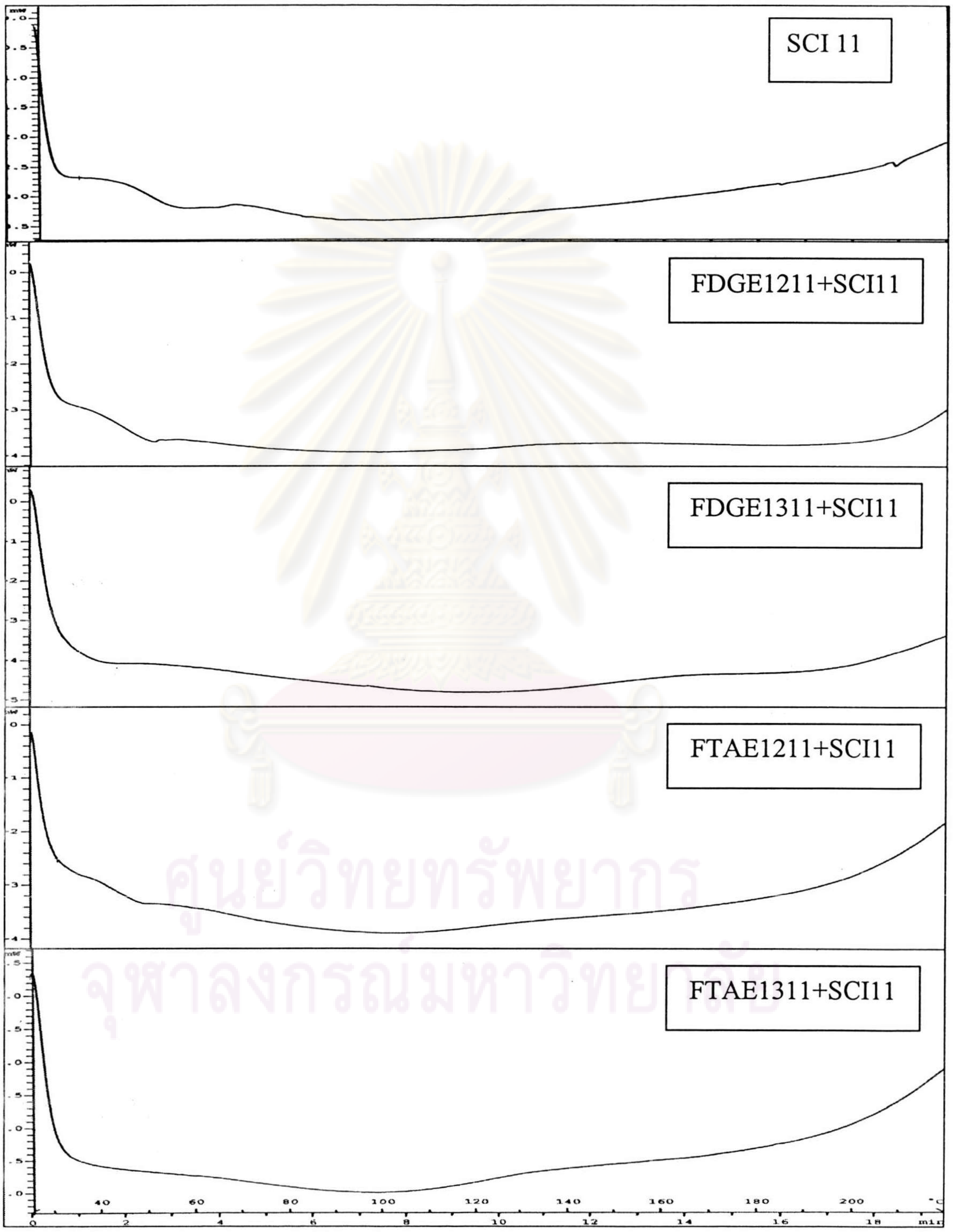


ชิ้นงานที่ผ่านการเติม FTAE 1311



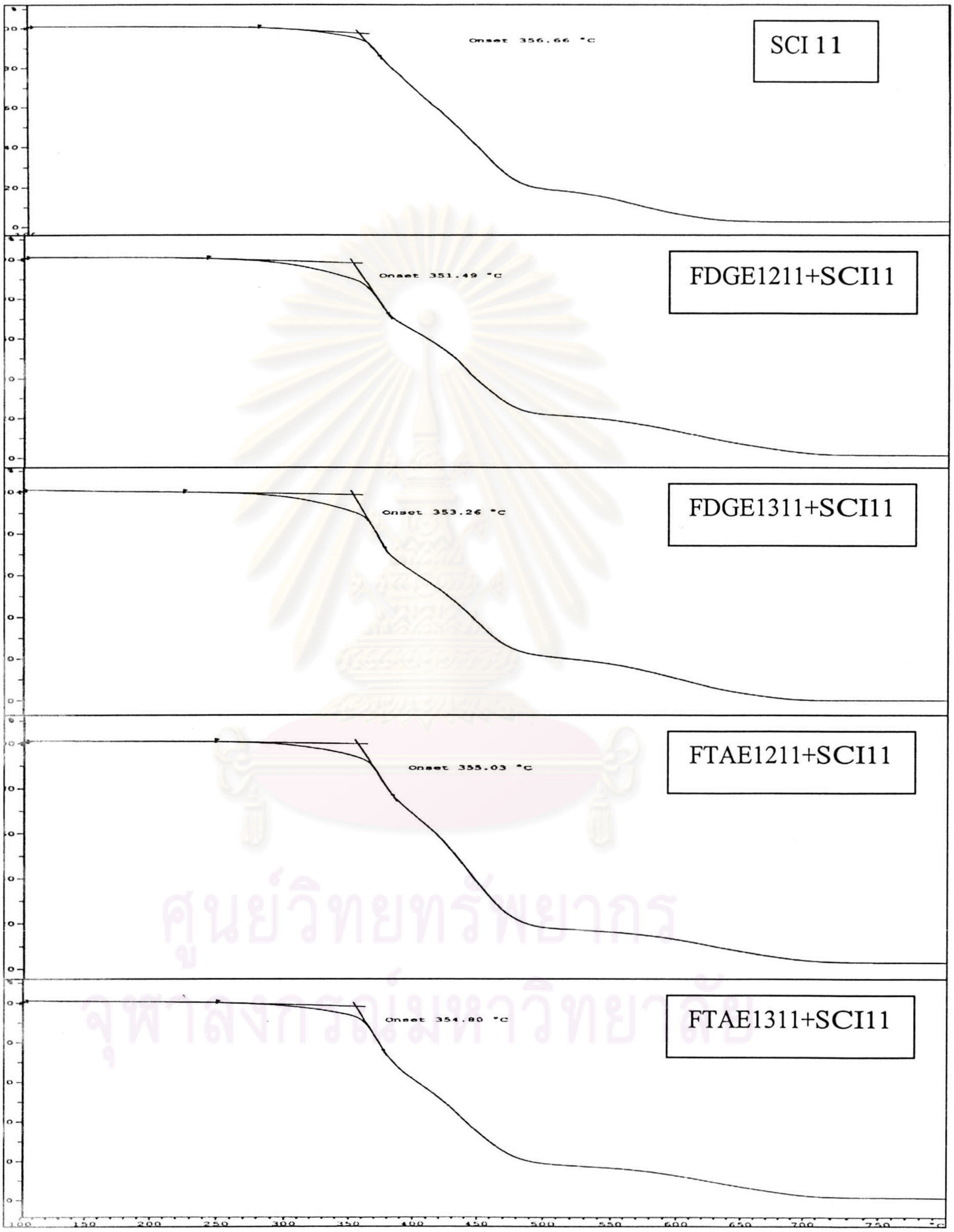
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.3 แสดงผลการเปรียบเทียบชิ้นงานในด้านความทนความร้อนโดยเทคนิค DSC หลังจากการเติมชิ้นงาน FDGE1211, FDGE1311, FTAE1211, FTAE1311 ลงในอิพอกซีที่ใช้สารบ่มทางการค้า



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.4 แสดงผลการเปรียบเทียบชิ้นงานในความทนความร้อนโดยเทคนิค TGA หลังจากการเติมชิ้นงาน FDGE1211, FDGE1311, FTAE1211, FTAE1311 ลงในอิพอกซีที่ใช้สารบ่มทางการค้า



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

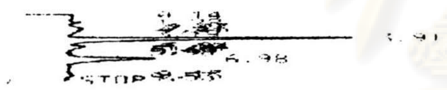
ภาคผนวก ฉ

ฉ. 1 การทดสอบ HPLC เพื่อหาปริมาณ MDA ของผลิตภัณฑ์จากกระบวนการรีไซเคิลโดยใช้สารย่อยสลายต่อโฟมเป็น 5ต่อ1

สารตัวอย่าง	Retention time	พื้นที่ใต้กราฟ	ความเข้มข้นที่เตรียม	ความเข้มข้นจากการคำนวณ
FD15	3.91	124089	0.25	0.00016
FT15	4.09	140102	0.25	0.00018

ฉ. 2 โครมาโทรแกรมของการทดสอบหาปริมาณMDAใน FD15 และ FT15 โดยเทคนิค HPLC

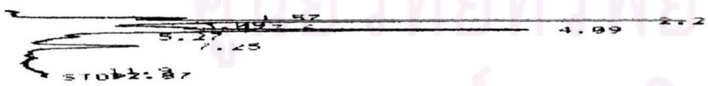
FD 15



C-R1A
SMPL # 00
FILE # 7
REPT # 10
METHOD 41

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		3.91	67.3023		124089
0		5.04	3.0992	V.	5714
0		6.98	29.5983		54572
	TOTAL		99.9999		184375

FT 15

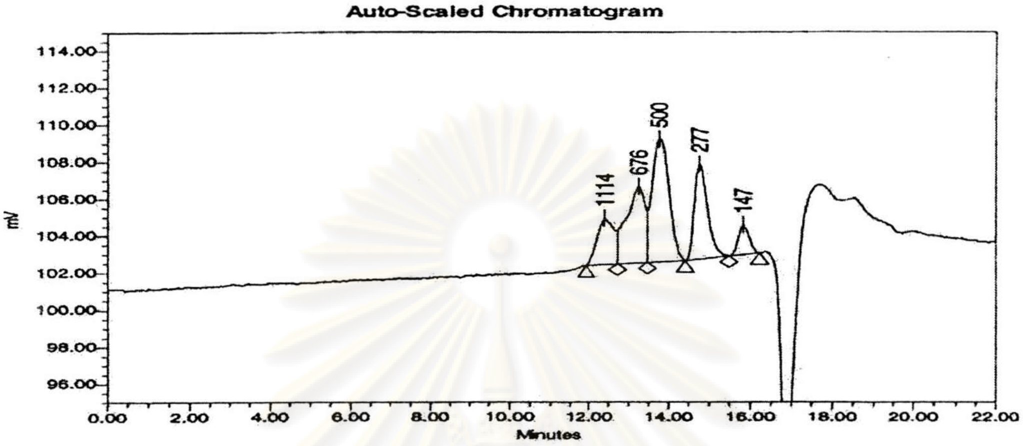


C-R1A
SMPL # 00
FILE # 8
REPT # 10
METHOD 41

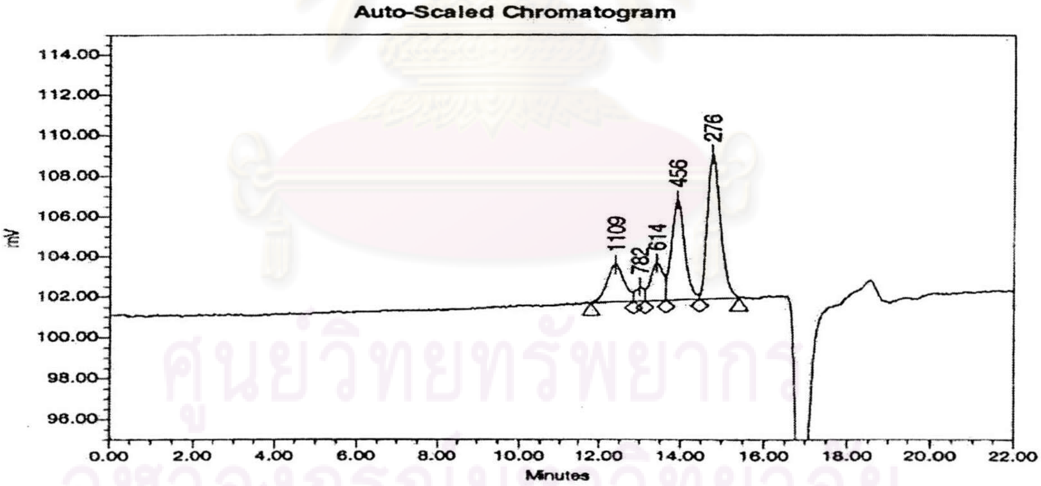
#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
0		1.57	9.0089		42413
0		2.2	37.5323	V	176699
0		3.09	2.6224	V	12346
0		3.5	9.8629	V	46433
0		4.09	29.7588	V	140102
0		5.27	2.5689	V	12094
0		7.25	7.5743		35659
0		11.9	0.1578		743
0		12.87	0.9131	V	4299
	TOTAL		100		470792

ฉ. 3 การทดสอบ GPC เพื่อหาน้ำหนักโมเลกุลของผลิตภัณฑ์จากกระบวนการรีไซเคิลโดยใช้สารย่อยสลายต่อโฟมเป็น 5 ต่อ 1

FD 15

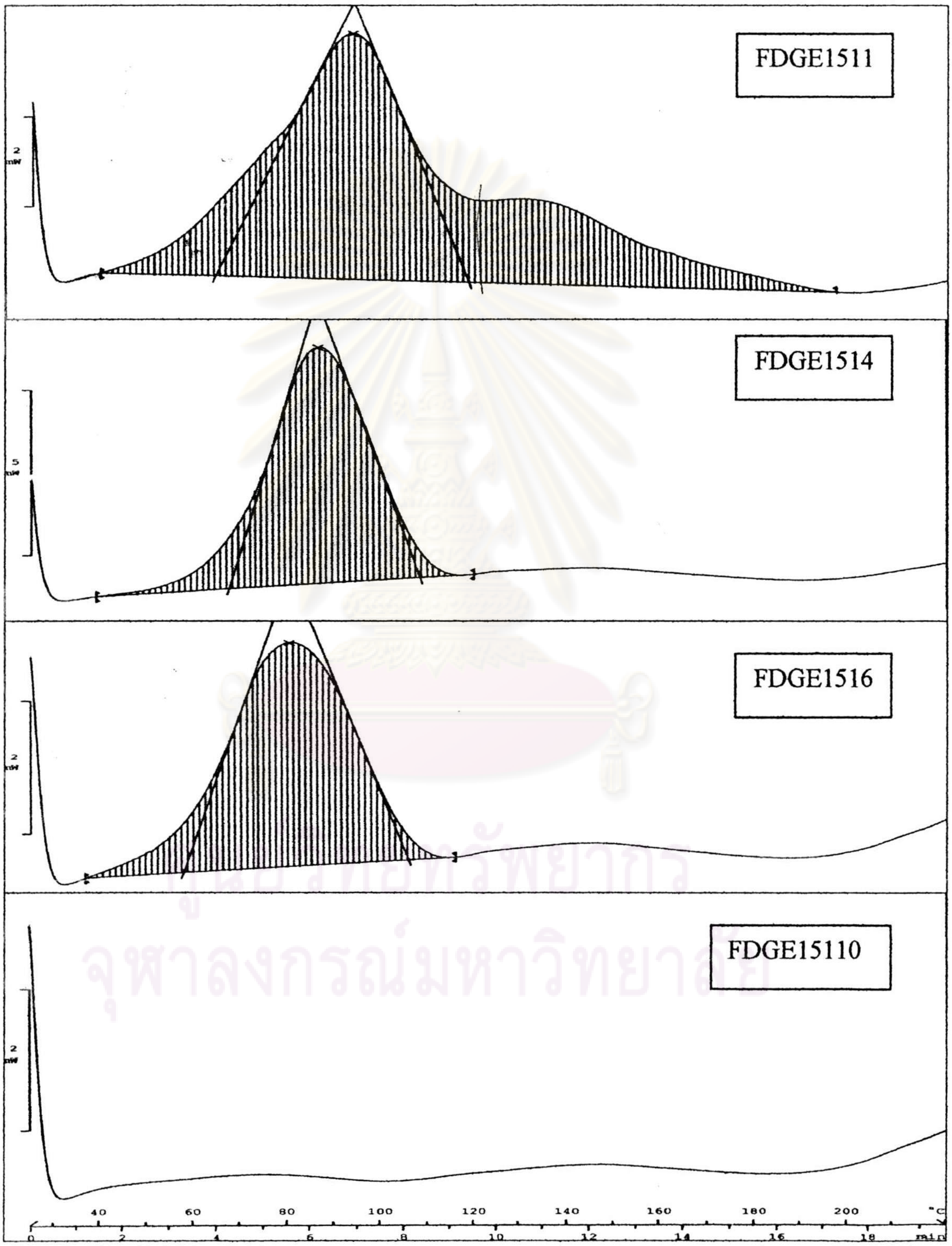


FT 15

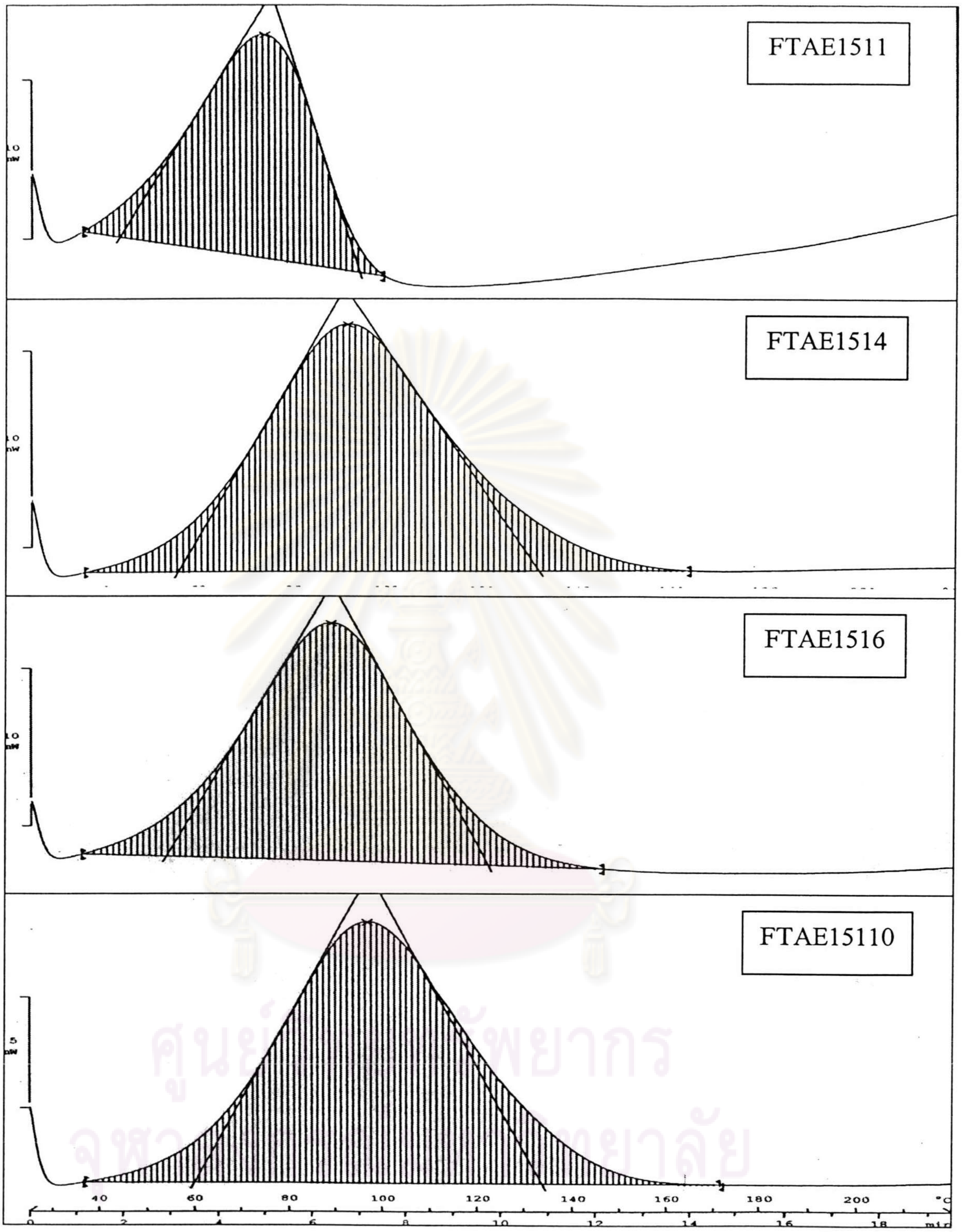


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ. 4 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการบ่มของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยารีไซเคิลโดยใช้สารย่อยสลายต่อโฟมเป็น 5 ต่อ 1 กับอิพอกซี



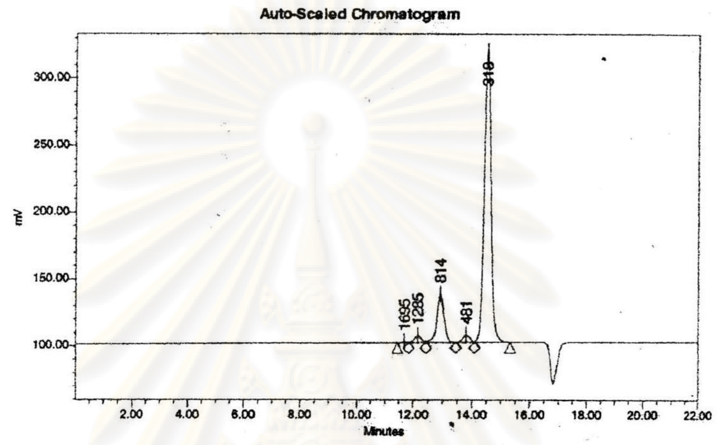
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


FTAE1511
10
mW
FTAE1514
FTAE1516
FTAE15110
5
mW
40
60
80
100
120
140
160
180
200
°C
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18

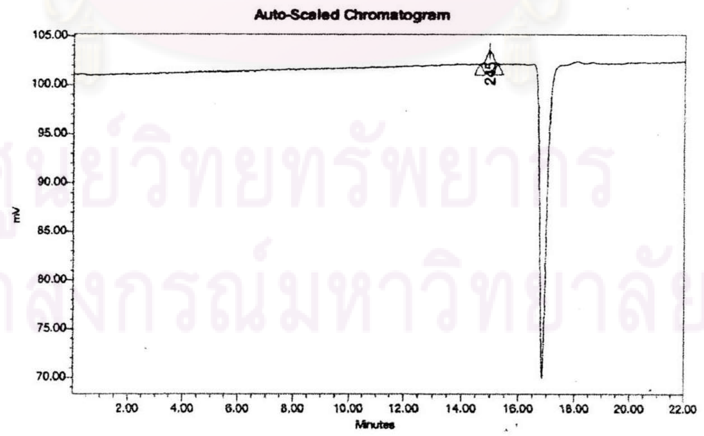
ภาคผนวก ช

ช.1 การตรวจวัดน้ำหนักโมเลกุลของอิพอกซีเรซินและสารบ่มทางการค้าโดยเทคนิค GPC

อิพอกซีเรซิน



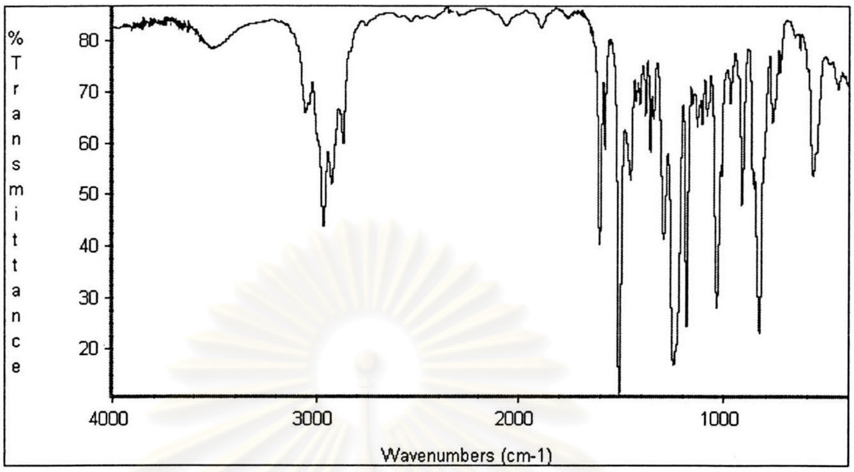
สารบ่มทางการค้า



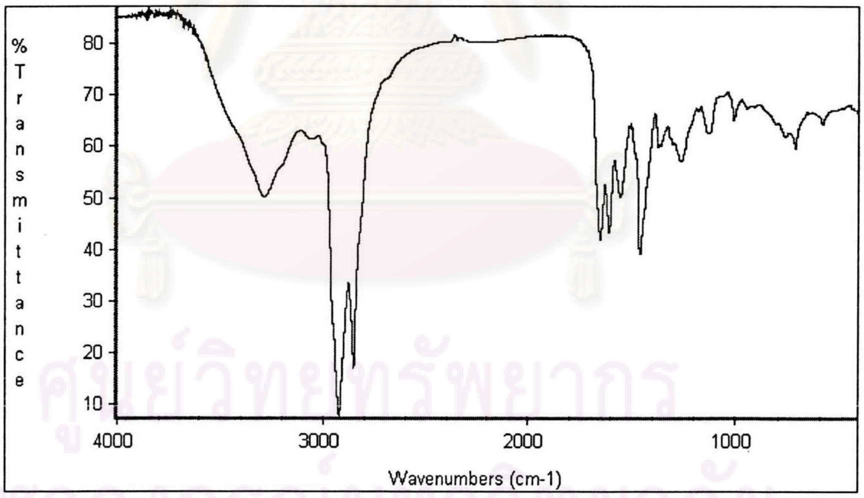
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช.2 การตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันของอิพอกซีเรซินและสารบ่มทางการค้าโดยเทคนิค FT-IR

อิพอกซีเรซิน



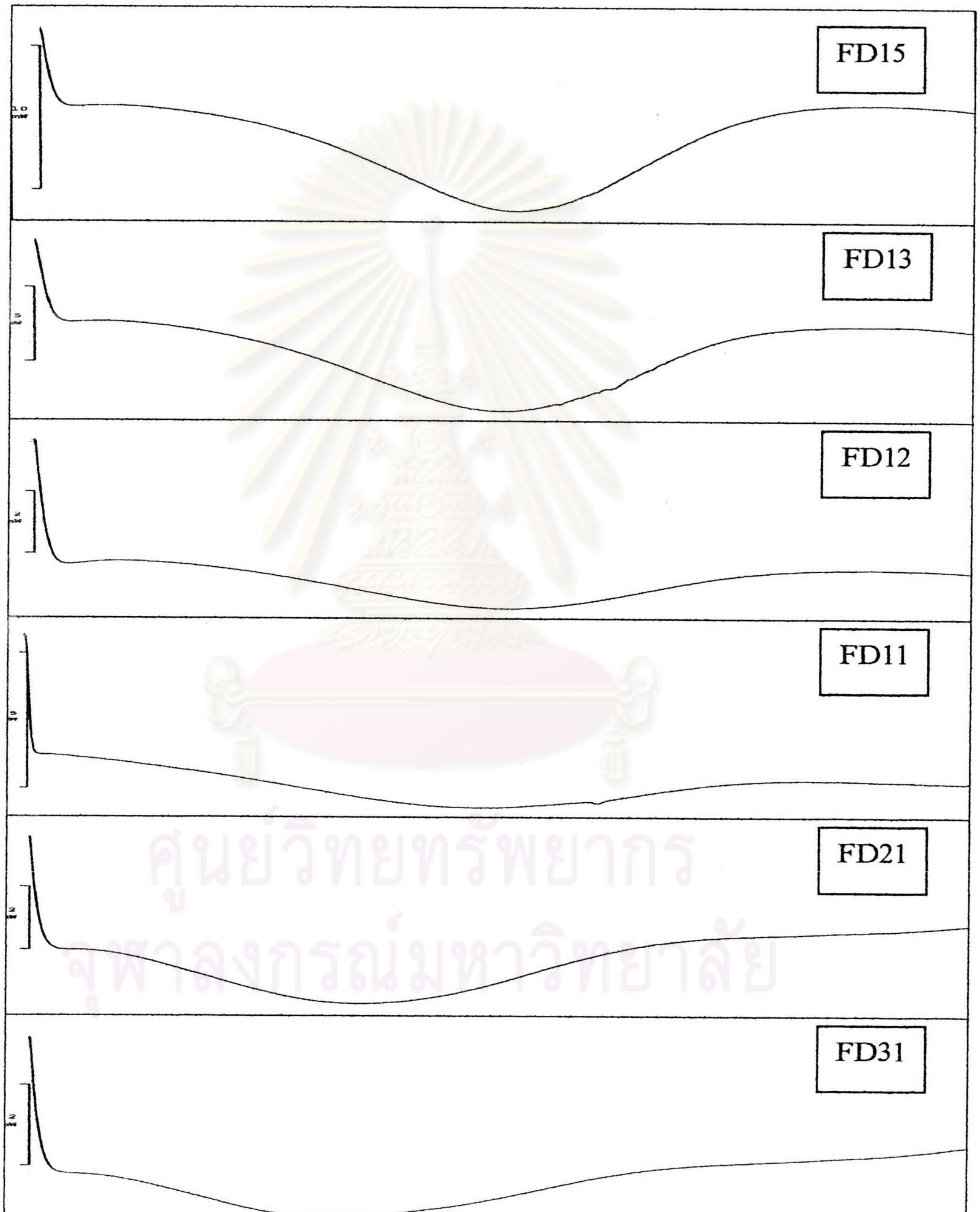
สารบ่มทางการค้า



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

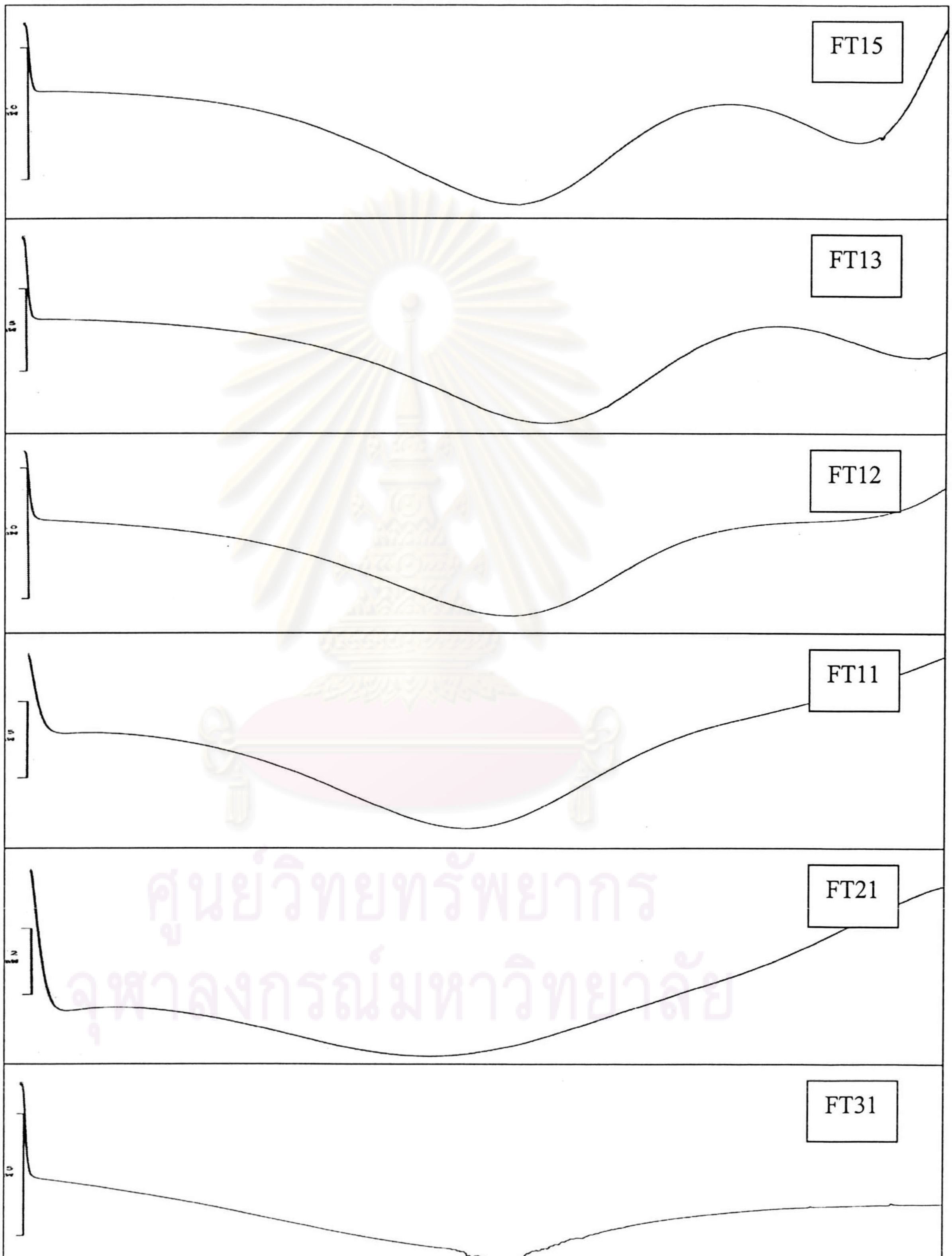
ภาคผนวก ซ

ซ.1 สมบัติทางความร้อนของสารบ่มจากปฏิกิริยาไกลโคลิซิสแต่ละตัวทดสอบโดยเทคนิค DSC



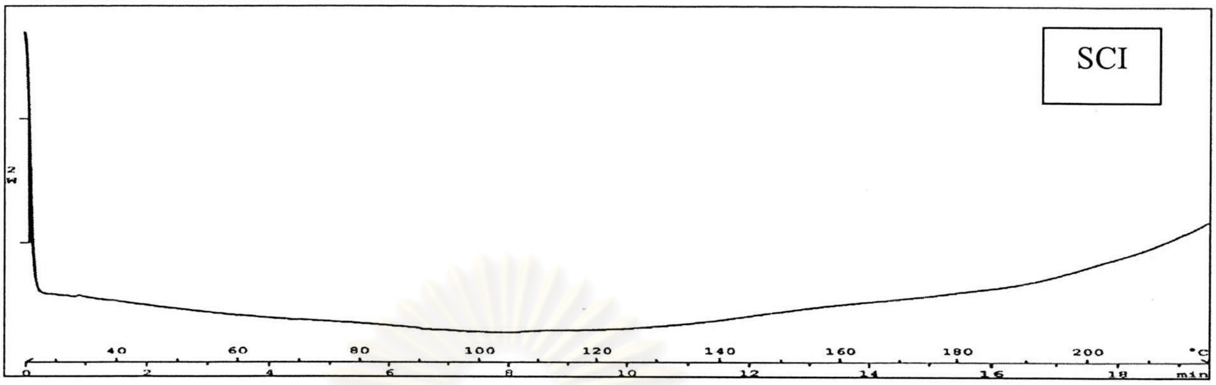
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซ.2 สมบัติทางความร้อนของสารบ่มจากปฏิกิริยาอะมิโนลิซิสแต่ละตัวทดสอบโดยเทคนิค DSC



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซ.3 สมบัติทางความร้อนทนความร้อนของสารบ่มทางการค้าแต่ละตัวทดสอบโดยเทคนิค DSC



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

นางสาว สุวิภา ทันดร เกิดเมื่อวันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2523 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2544 หลังจากนั้น จึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคต้นของปีการศึกษา 2545 และ สำเร็จการศึกษาในภาคปลาย ปีการศึกษา 2546 รวมระยะเวลาในการศึกษา 2 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย