

รายการอ้างอิง

1. ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์, เคมีอินทรีย์พื้นฐาน, (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียน สโตร์, 2524), หน้า 238.
2. มาตรฐานอุตสาหกรรม พ.ศ.2538, "ราชกิจจานุเบกษา 112 (2 พฤศจิกายน 2538)" : 1-7.
3. American Society of Testing and Materials, "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics" ASTM 1995(08.01) : 47-67.
4. Benning, C.J. Plastic films for packaging. Lancaster : Technomic Publishing Company, Inc., 1983.
5. Billmeyer, F.W. Textbook of polymer science. 3rd. New York : A Wiley-Interscience Publication, 1984.
6. Brydoon, J.A. Handbook for plastics processors. London : The Plastics and Rubber Institute, 1985.
7. Campbell, D., and White, J.R. Polymer characterization : Physical techniques. London : Chapman and Hall Ltd., 1989.
8. Chen, W., Xing, K., and Sun, L. The heat shrinking mechanism of polyethylene film. Radiat. Phy. Chem. 22, 3-5(1983) : 593-601
9. Daniel, C.A. Polymers : Structure and properties. Pennsylvania : Technomic Publishing Company, 1989.
10. Dongyuan, L., Lianshui, Z., Yaqi, W., and Wenxiu, C. The effect of radiation cross-linking on the mechanical properties of polyethylene sheet. Radiat. Phy. Chem. 29, 3(1987) : 175-177
11. Guizhi, W., Zongtiao, L., and Zhengwen, W. Co-60 radiation crosslinked polyethylene heat-shrinkable material. Radiat. Phy. Chem. 42, 1-3 (1993) : 107-108
12. James, E., and Erman, B. Elastomeric polymer networks. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1992.
13. McGinniss, V.D. Encyclopedia of science and technology. Vol.4. New York : Wiley-Interscience, 1982.
14. Ota, S. Current status of irradiated heat-shrinkable tubing in Japan. Radiat. Phys. Chem. 18, 1-2(1981) : 81-87

15. Parkinson, W.W. Encyclopedia of science and technology. Vol.11 : (Radiation-induced reactions). New York : Oak Ridge National Laboratory, 1982.
16. Paul, J.F. Principles of polymer chemistry. London : Cornell University Press, 1953.
17. Richardson, T.L. Industrial plastics : Theory and application. 2nd ed. Aberdeen : Northern State College, 1982.
18. Sangster, D.F., and Barry, D.F. The effect of gamma ray irradiation on the mechanical properties of large cross-section oriented polyethylene rods. Journal of Applied Polymer Science. 42 (1991) : 1385-1395.
19. Singh, A., and Silverman, J. Radiation processing of polymer. Munich : Oxford University Press, 1992.
20. Suzuki, T., Oki, Y., Numajiri, M., Miura, T., Kondo, K., and Ito, Y. Structure dependence of gamma-ray irradiation effects on polyethylene studied by positron annihilation. Radiat. Phys. Chem. 45, 5(1995) : 797-804.
21. Terry, L.R. Industrial plastics : Theory and application. 2nd ed. Aberdeen : Delmar Publishers, 1989.
22. Zoepfl, F.J., Markovic, V., and Silverman, J. Differential scanning calorimetry studies of irradiated polyethylene : I. Melting temperature and fusion endotherms. Journal of Polymer Science : Polymer Chemistry Edition 22(1984) : 2017-2032

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการทดลองในการหาร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนหดตัวได้ด้วยความร้อน

ตารางที่ 1 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 25 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.344	111.467	1.884	43.660	177.495	62.800	0.563
3.391	113.033	1.753	48.304	193.440	58.433	0.517
3.421	114.033	1.508	55.919	226.857	50.267	0.441
3.536	117.867	1.751	50.481	201.942	58.367	0.495
3.562	118.733	1.603	54.997	222.208	53.433	0.450
3.756	125.200	1.589	57.694	236.375	52.967	0.423
3.787	126.233	1.679	55.664	225.551	55.967	0.443
3.800	126.667	1.510	60.263	251.656	50.333	0.397
3.822	127.400	1.881	50.785	203.190	62.700	0.492
3.835	127.833	1.743	54.550	220.023	58.100	0.455
3.872	129.067	1.712	55.785	226.168	57.067	0.442
3.900	130.000	1.516	61.128	257.256	50.533	0.389
3.912	130.400	1.867	52.275	209.534	62.233	0.477
3.933	131.100	1.680	57.285	234.107	56.000	0.427
3.999	133.300	1.796	55.089	222.661	59.867	0.449
4.058	135.267	1.694	58.255	239.551	56.467	0.417
4.364	145.467	1.802	58.708	242.175	60.067	0.413
4.456	148.533	1.561	64.969	285.458	52.033	0.350
4.477	149.233	1.706	61.894	262.427	56.867	0.381
4.527	150.900	1.561	65.518	290.006	52.033	0.345

ตารางที่ 2 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 50 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.452	115.067	2.232	35.342	154.659	74.400	0.647
3.762	125.400	2.171	42.291	173.284	72.367	0.577
4.030	134.333	2.208	45.211	182.518	73.600	0.548
4.430	147.667	2.266	48.849	195.499	75.533	0.512
4.511	150.367	2.280	49.457	197.851	76.000	0.505
4.907	163.567	2.316	52.802	211.874	77.200	0.472
4.967	165.567	2.291	53.876	216.805	76.367	0.461
5.059	168.633	2.226	55.999	227.269	74.200	0.440
5.446	181.533	2.256	58.575	241.401	75.200	0.414
5.635	187.833	2.229	60.444	252.804	74.300	0.396
5.724	190.800	2.316	59.539	247.150	77.200	0.405
5.775	192.500	2.307	60.052	250.325	76.900	0.399
5.805	193.500	2.271	60.879	255.614	75.700	0.391
6.082	202.733	2.249	63.022	270.431	74.967	0.370
6.307	210.233	2.229	64.658	282.952	74.300	0.353
6.344	211.467	2.360	62.799	268.814	78.667	0.372
6.409	213.633	2.329	63.660	275.182	77.633	0.363
6.509	216.967	2.305	64.587	282.386	76.833	0.354
6.687	222.900	2.333	65.111	286.627	77.767	0.349
6.952	231.733	2.299	66.930	302.392	76.633	0.331

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 75 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
4.572	152.400	2.532	44.619	180.569	84.400	0.554
4.779	159.300	2.410	49.571	198.299	80.333	0.504
5.041	168.033	2.559	49.236	196.991	85.300	0.508
5.456	181.867	2.576	52.786	211.801	85.867	0.472
5.528	184.267	2.465	55.409	224.260	82.167	0.446
5.544	184.800	2.538	54.221	218.440	84.600	0.458
5.573	185.767	2.555	54.154	218.121	85.167	0.458
5.647	188.233	2.476	56.154	228.069	82.533	0.438
5.758	191.933	2.473	57.051	232.835	82.433	0.429
5.790	193.000	2.437	57.910	237.587	81.233	0.421
6.236	207.867	2.575	58.708	242.175	85.833	0.413
6.526	217.533	2.567	60.665	254.227	85.567	0.393
6.849	228.300	2.491	63.630	274.950	83.033	0.364
6.870	229.000	2.488	63.785	276.125	82.933	0.362
7.207	240.233	2.464	65.811	292.492	82.133	0.342
7.210	240.333	2.495	65.395	288.978	83.167	0.346
7.280	242.667	2.487	65.838	292.722	82.900	0.342
7.299	243.300	2.447	66.475	298.284	81.567	0.335
7.444	248.133	2.457	66.994	302.971	81.900	0.330
7.522	250.733	2.569	65.847	292.799	85.633	0.342

ตารางที่ 4 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 100 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
5.566	185.533	2.551	54.168	218.189	85.033	0.458
5.772	192.400	2.596	55.024	222.342	86.533	0.450
5.805	193.500	2.623	54.815	221.311	87.433	0.452
6.339	211.300	2.577	59.347	245.984	85.900	0.407
6.440	214.667	2.611	59.457	246.649	87.033	0.405
6.515	217.167	2.597	60.138	250.866	86.567	0.399
6.563	218.767	2.656	59.531	247.101	88.533	0.405
6.565	218.833	2.618	60.122	250.764	87.267	0.399
6.654	221.800	2.596	60.986	256.317	86.533	0.390
6.662	222.067	2.648	60.252	251.586	88.267	0.397
6.887	229.567	2.638	61.696	261.069	87.933	0.383
7.255	241.833	2.538	65.017	285.855	84.600	0.350
7.471	249.033	2.625	64.864	284.610	87.500	0.351
7.760	258.667	2.612	66.340	297.090	87.067	0.337
7.810	260.333	2.576	67.017	303.183	85.867	0.330
7.936	264.533	2.609	67.124	304.178	86.967	0.329
8.445	281.500	2.628	68.881	321.347	87.600	0.311
8.631	287.700	2.684	68.903	321.572	89.467	0.311
8.888	296.267	2.640	70.297	336.667	88.000	0.297
9.225	307.500	2.665	71.111	346.154	88.833	0.289

ตารางที่ 5 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 125 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
5.162	172.067	2.618	49.283	197.173	87.267	0.507
5.690	189.667	2.630	53.779	216.350	87.667	0.462
5.829	194.300	2.618	55.087	222.651	87.267	0.449
6.179	205.967	2.765	55.252	223.472	92.167	0.447
6.394	213.133	2.646	58.617	241.648	88.200	0.414
7.132	237.733	2.648	62.872	269.335	88.267	0.371
7.214	240.467	2.650	63.266	272.226	88.333	0.367
7.430	247.667	2.678	63.957	277.446	89.267	0.360
7.632	254.400	2.712	64.465	281.416	90.400	0.355
7.735	257.833	2.713	64.926	285.109	90.433	0.351
7.965	265.500	2.603	67.320	305.993	86.767	0.327
8.922	297.400	2.600	70.859	343.154	86.667	0.291
8.991	299.700	2.635	70.693	341.214	87.833	0.293
9.209	306.967	2.646	71.267	348.035	88.200	0.287
9.431	314.367	2.727	71.085	345.838	90.900	0.289
9.592	319.733	2.625	72.633	365.410	87.500	0.274
9.656	321.867	2.703	72.007	357.233	90.100	0.280
10.914	363.800	2.673	75.509	408.305	89.100	0.245
10.930	364.333	2.552	76.651	428.292	85.067	0.233
13.017	433.900	2.726	79.058	477.513	90.867	0.209

ตารางที่ 6 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 25 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.257	108.567	2.044	37.243	159.344	68.133	0.628
3.353	111.767	2.171	35.252	154.445	72.367	0.647
3.398	113.267	2.145	36.875	158.415	71.500	0.631
3.412	113.733	2.249	34.086	151.712	74.967	0.659
3.528	117.600	2.237	36.593	157.711	74.567	0.634
3.578	119.267	2.101	41.280	170.300	70.033	0.587
3.642	121.400	2.261	37.919	161.079	75.367	0.621
3.712	123.733	2.227	40.005	166.681	74.233	0.600
3.768	125.600	2.257	40.101	166.947	75.233	0.599
3.770	125.667	2.061	45.332	182.921	68.700	0.547
3.775	125.833	2.054	45.589	183.788	68.467	0.544
3.806	126.867	2.088	45.139	182.280	69.600	0.549
3.818	127.267	2.223	41.776	171.750	74.100	0.582
3.893	129.767	2.261	41.921	172.180	75.367	0.5808
4.010	133.667	2.055	48.753	195.134	68.500	0.512
4.035	134.500	2.130	47.212	189.437	71.000	0.528
4.105	136.833	2.228	45.725	184.246	74.267	0.543
4.184	139.467	2.242	46.415	186.619	74.733	0.536
4.318	143.933	2.060	52.293	209.612	68.667	0.477
4.516	150.533	2.220	50.841	203.423	74.000	0.342

ตารางที่ 7 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 50 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
4.427	147.567	2.698	39.056	164.085	89.933	0.609
4.669	155.633	2.584	44.656	180.689	86.133	0.553
5.073	169.100	2.645	47.861	191.796	88.167	0.521
5.156	171.867	2.590	49.767	199.073	86.333	0.502
5.157	171.900	2.592	49.738	198.958	86.400	0.503
5.178	172.600	2.603	49.730	198.924	86.767	0.503
5.405	180.167	2.596	51.970	208.205	86.533	0.480
5.542	184.733	2.652	52.147	208.974	88.400	0.479
5.859	195.300	2.679	54.275	218.701	89.300	0.457
5.889	196.300	2.646	55.069	222.562	88.200	0.449
5.902	196.733	2.679	54.609	220.306	89.300	0.454
6.033	201.100	2.663	55.859	226.549	88.767	0.441
6.158	205.267	2.637	57.178	233.523	87.900	0.428
6.312	210.400	2.636	58.238	239.454	87.867	0.418
6.467	215.567	2.588	59.981	249.884	86.267	0.400
6.501	216.700	2.625	59.622	247.657	87.500	0.404
6.509	216.967	2.626	59.656	247.867	87.533	0.403
7.239	241.300	2.660	63.255	272.143	88.667	0.367
7.617	253.900	2.675	64.881	284.748	89.167	0.351
8.699	289.967	2.643	69.617	329.134	88.100	0.304

ตารางที่ 8 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 75 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.946	131.533	2.621	33.578	150.553	87.367	0.664
4.336	144.533	2.659	38.676	163.069	88.633	0.613
4.527	150.900	2.618	42.169	172.918	87.267	0.578
5.016	167.200	2.539	49.382	197.558	84.633	0.506
5.118	170.600	2.710	47.050	188.856	90.333	0.530
5.235	174.500	2.562	51.060	204.333	85.400	0.489
5.270	175.667	2.539	51.822	207.562	84.633	0.482
5.484	182.800	2.610	52.407	210.115	87.000	0.476
5.543	184.767	2.714	51.037	204.237	90.467	0.490
5.559	185.300	2.620	52.869	212.176	87.333	0.471
5.900	196.667	2.548	56.814	231.554	84.933	0.432
5.944	198.133	2.564	56.864	231.825	85.467	0.431
6.291	209.700	2.694	57.177	233.519	89.800	0.428
6.492	216.400	2.569	60.428	252.705	85.633	0.396
6.593	219.767	2.668	59.533	247.114	88.933	0.405
6.689	222.967	2.712	59.456	246.645	90.400	0.405
6.935	231.167	2.645	61.860	262.193	88.167	0.381
6.984	232.800	2.604	62.715	268.203	86.800	0.373
7.149	238.300	2.716	62.009	263.218	90.533	0.380
7.446	248.200	2.686	63.927	277.215	89.533	0.361

ตารางที่ 9 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 100 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
5.437	181.233	2.805	48.409	193.832	93.500	0.516
5.811	193.700	2.698	53.571	215.382	89.933	0.464
5.853	195.100	2.754	52.947	212.527	91.800	0.471
6.020	200.667	2.779	53.837	216.625	92.633	0.462
6.038	201.267	2.720	54.952	221.985	90.667	0.450
6.154	205.133	2.755	55.232	223.376	91.833	0.448
6.178	205.933	2.793	54.791	221.196	93.100	0.452
6.368	212.267	2.805	55.952	227.023	93.500	0.440
6.380	212.667	2.740	57.053	232.847	91.333	0.429
6.405	213.500	2.769	56.768	231.311	92.300	0.432
6.511	217.033	2.748	57.795	236.936	91.600	0.422
6.622	220.733	2.896	56.267	228.660	96.533	0.437
6.813	227.100	2.730	59.930	249.560	91.000	0.401
6.988	232.933	2.793	60.031	250.197	93.100	0.400
7.257	241.900	2.785	61.623	260.575	92.833	0.384
7.293	243.100	2.827	61.237	257.977	94.233	0.388
7.510	250.333	2.733	63.609	274.790	91.100	0.364
7.762	258.733	2.795	63.991	277.710	93.167	0.360
8.054	268.467	2.788	65.384	288.881	92.933	0.346
8.390	279.667	2.824	66.341	297.096	94.133	0.337

ตารางที่ 10 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 125 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
5.621	187.367	2.830	49.653	198.622	94.333	0.503
5.993	199.767	2.796	53.346	214.342	93.200	0.467
6.063	202.100	2.824	53.422	214.695	94.133	0.466
6.362	212.067	2.785	56.224	228.438	92.833	0.438
6.465	215.500	2.796	56.752	231.223	93.200	0.432
6.490	216.333	2.820	56.549	230.142	94.000	0.435
6.594	219.800	2.872	56.445	229.596	95.733	0.436
7.106	236.867	2.887	59.372	246.138	96.233	0.406
7.137	237.900	2.796	60.824	255.258	93.200	0.392
7.252	241.733	2.826	61.031	256.617	94.200	0.390
7.511	250.367	2.841	62.175	264.379	94.700	0.378
7.824	260.800	2.778	64.494	281.641	92.600	0.355
7.928	264.267	2.889	63.560	274.420	96.300	0.364
8.481	282.700	2.845	66.454	298.102	94.833	0.335
8.706	290.200	2.830	67.494	307.633	94.333	0.325
8.726	290.867	2.838	67.477	307.470	94.600	0.325
9.066	302.200	2.877	68.266	315.120	95.900	0.317
9.096	303.200	2.800	69.217	324.857	93.333	0.308
9.195	306.500	2.872	68.766	320.160	95.733	0.312
9.486	316.200	2.893	69.502	327.895	96.433	0.305

ตารางที่ 11 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 25 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.273	109.100	2.416	26.184	135.472	80.533	0.738
3.467	115.567	2.238	35.449	154.915	74.600	0.646
3.475	115.833	2.383	31.424	145.825	79.433	0.686
3.612	120.400	2.234	38.151	161.683	74.467	0.618
3.616	120.533	2.370	34.458	152.574	79.000	0.655
3.794	126.467	2.336	38.429	162.414	77.867	0.616
3.821	127.367	2.208	42.214	173.053	73.600	0.578
3.831	127.700	2.222	41.999	172.412	74.067	0.580
3.851	128.367	2.281	40.769	168.829	76.033	0.592
3.858	128.600	2.401	37.766	160.683	80.033	0.622
3.992	133.067	2.403	39.805	166.126	80.100	0.602
3.992	133.067	2.344	41.283	170.307	78.133	0.587
4.025	134.167	2.354	41.516	170.986	78.467	0.585
4.041	134.700	2.212	45.261	182.685	73.733	0.547
4.099	136.633	2.234	45.499	183.483	74.467	0.545
4.345	144.833	2.425	44.189	179.175	80.833	0.558
4.612	153.733	2.392	48.135	192.809	79.733	0.519
4.615	155.033	2.207	52.548	210.739	73.567	0.475
5.031	167.700	2.334	53.608	215.553	77.800	0.464
5.274	175.800	2.289	56.598	230.406	76.300	0.434

ตารางที่ 12 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 50 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.332	111.067	2.695	19.118	123.636	89.833	0.809
3.592	119.733	2.708	24.610	132.644	90.267	0.754
3.647	121.567	2.710	25.692	134.576	90.333	0.743
3.766	125.533	2.717	27.854	138.609	90.567	0.721
3.967	132.233	2.683	32.367	147.857	89.433	0.676
4.177	139.233	2.716	34.977	153.792	90.533	0.650
4.293	143.100	2.702	37.060	158.882	90.067	0.629
4.418	147.267	2.609	40.946	169.337	86.967	0.591
4.444	148.133	2.703	39.176	164.410	90.100	0.608
4.543	151.433	2.703	40.502	168.073	90.100	0.595
4.636	154.533	2.730	41.113	169.817	91.000	0.589
4.665	155.500	2.597	44.330	179.630	86.567	0.557
4.804	160.133	2.666	44.505	180.195	88.867	0.555
4.931	164.367	2.699	45.265	182.697	89.967	0.547
4.953	165.100	2.674	46.013	185.228	89.133	0.540
5.149	171.633	2.730	50.738	188.608	91.000	0.530
5.315	177.167	2.707	52.994	196.343	90.233	0.509
5.404	180.133	2.630	55.439	205.475	87.667	0.487
5.468	182.267	2.681	55.047	203.954	89.367	0.490
5.630	187.667	2.602	58.086	216.372	86.733	0.462

ตารางที่ 13 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 75 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.562	118.733	2.739	23.105	130.047	91.300	0.769
3.698	123.267	2.741	25.879	134.914	91.367	0.741
3.805	126.833	2.731	28.226	139.326	91.033	0.718
3.838	127.933	2.814	26.681	136.389	93.800	0.733
3.883	129.433	2.766	28.766	140.383	92.200	0.712
3.968	132.267	2.795	29.561	141.968	93.167	0.704
4.219	140.633	2.793	33.799	151.056	93.100	0.662
4.303	143.433	2.824	34.371	152.373	94.133	0.656
4.318	143.933	2.724	36.915	158.517	90.800	0.631
4.398	146.600	2.765	37.131	159.060	92.167	0.629
4.727	157.567	2.793	40.914	169.245	93.100	0.591
4.833	161.100	2.803	42.003	172.422	93.433	0.580
4.840	161.333	2.785	42.459	173.788	92.833	0.575
5.147	171.567	2.724	47.076	188.950	90.800	0.529
5.162	172.067	2.750	46.726	187.709	91.667	0.533
5.187	172.900	2.826	45.518	183.546	94.200	0.545
5.302	176.733	2.724	48.623	194.640	90.800	0.514
5.487	182.900	2.731	50.228	200.915	91.033	0.498
5.732	191.067	2.784	51.431	205.891	92.800	0.486
6.013	200.433	2.818	53.135	213.378	93.933	0.469

ตารางที่ 14 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 100 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.593	119.767	2.796	22.182	128.505	93.200	0.778
3.946	131.533	2.787	29.372	141.586	92.900	0.706
4.215	140.500	2.803	33.499	150.375	93.433	0.665
4.228	140.933	2.759	34.745	153.244	91.967	0.653
4.274	142.467	2.755	35.540	155.136	91.833	0.645
4.380	146.000	2.792	36.256	156.877	93.067	0.637
4.436	147.867	2.781	37.308	159.511	92.700	0.627
4.500	150.000	2.787	38.067	161.464	92.900	0.619
4.775	159.167	2.812	41.110	169.808	93.733	0.589
4.865	162.167	2.738	43.720	177.684	91.267	0.563
4.920	164.000	2.746	44.187	179.170	91.533	0.558
4.945	164.833	2.749	44.408	179.884	91.633	0.556
5.006	166.867	2.736	45.346	182.968	91.200	0.547
5.055	168.500	2.850	43.620	177.368	95.000	0.564
5.108	170.267	2.754	46.085	185.476	91.800	0.539
5.378	179.267	2.789	48.141	192.829	92.967	0.519
5.426	180.867	2.837	47.715	191.258	94.567	0.523
5.494	183.133	2.783	49.345	197.413	92.767	0.507
5.529	184.300	2.799	49.376	197.535	93.300	0.506
5.725	190.833	2.819	50.760	203.086	93.967	0.492

ตารางที่ 15 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 125 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
5.493	183.100	2.842	48.261	193.279	94.733	0.517
5.664	188.800	2.915	48.535	194.305	97.167	0.515
6.162	205.400	2.890	53.100	213.218	96.333	0.469
6.167	205.567	2.862	53.592	215.479	95.400	0.464
6.561	218.700	2.881	56.089	227.733	96.033	0.439
6.739	224.633	2.835	57.931	237.707	94.500	0.421
6.761	225.367	2.882	57.373	234.594	96.067	0.426
7.025	234.167	2.800	60.142	250.893	93.333	0.399
7.099	236.633	2.909	59.022	244.036	96.967	0.410
7.733	257.767	2.879	62.770	268.600	95.967	0.372
7.783	259.433	2.854	63.330	272.705	95.133	0.367
7.856	261.867	2.907	62.996	270.244	96.900	0.370
8.210	273.667	2.858	65.189	287.264	95.267	0.348
8.246	274.867	2.838	65.583	290.557	94.600	0.344
8.530	284.333	2.891	66.108	295.054	96.367	0.339
8.807	293.567	2.841	67.742	309.996	94.700	0.323
9.110	303.667	2.905	68.112	313.597	96.833	0.319
9.181	306.033	2.824	69.241	325.106	94.133	0.308
9.246	308.200	2.816	69.544	328.338	93.867	0.305
10.584	352.800	2.861	72.969	369.941	95.367	0.270

ตารางที่ 16 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 25 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.202	106.733	2.243	29.950	142.755	74.767	0.701
3.464	115.467	2.287	33.978	151.465	76.233	0.660
3.549	118.300	2.259	36.348	157.105	75.300	0.637
3.627	120.900	2.380	34.381	152.395	79.333	0.656
3.651	121.700	2.246	38.483	162.556	74.867	0.615
3.854	128.467	2.358	38.817	163.444	78.600	0.612
4.049	134.967	2.259	44.208	179.239	75.300	0.558
4.131	137.700	2.254	45.437	183.274	75.133	0.546
4.298	143.267	2.248	47.697	191.192	74.933	0.523
4.452	148.400	2.345	47.327	189.851	78.167	0.527
4.786	159.533	2.225	53.510	215.101	74.167	0.465
4.854	161.800	2.325	52.101	208.774	77.500	0.479
4.981	166.033	2.297	53.885	216.848	76.567	0.461
5.177	172.567	2.297	55.631	225.381	76.567	0.444
5.386	179.533	2.256	58.114	238.741	75.200	0.419
5.401	180.033	2.265	58.063	238.455	75.500	0.419
5.675	189.167	2.385	57.974	237.945	79.500	0.420
5.797	193.233	2.246	61.256	258.103	74.867	0.387
6.153	205.100	2.294	62.717	268.221	76.467	0.373
6.207	206.900	2.378	61.688	261.018	79.267	0.383

ตารางที่ 17 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 50 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.520	117.333	2.702	23.239	130.274	90.067	0.768
3.616	120.533	2.737	24.309	132.115	91.233	0.757
3.753	125.100	2.735	27.125	137.221	91.167	0.729
3.778	125.933	2.711	28.242	139.358	90.367	0.718
3.820	127.333	2.708	29.110	141.064	90.267	0.709
3.848	128.267	2.740	28.794	140.438	91.333	0.712
3.971	132.367	2.731	31.226	145.405	91.033	0.688
4.061	135.367	2.714	33.169	149.632	90.467	0.668
4.305	143.500	2.713	36.980	158.680	90.433	0.630
4.341	144.700	2.690	38.033	161.375	89.667	0.620
4.348	144.933	2.711	37.649	160.384	90.367	0.624
4.443	148.100	2.667	39.973	166.592	88.900	0.600
4.669	155.633	2.746	41.187	170.029	91.533	0.588
4.784	159.467	2.705	43.457	176.858	90.167	0.565
4.806	160.200	2.711	43.591	177.278	90.367	0.564
4.807	160.233	2.744	42.917	175.182	91.467	0.571
4.903	163.433	2.737	44.177	179.138	91.233	0.558
4.907	163.567	2.696	45.058	182.010	89.867	0.549
5.066	168.867	2.745	45.815	184.554	91.500	0.542
5.166	172.200	2.739	46.980	188.609	91.300	0.530

ตารางที่ 18 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 75 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.540	118.000	2.856	19.322	123.950	95.200	0.807
3.783	126.100	2.890	23.606	130.900	96.333	0.764
3.845	128.167	2.864	25.514	134.253	95.467	0.745
3.916	130.533	2.820	27.988	138.865	94.000	0.720
3.980	132.667	2.841	28.618	140.092	94.700	0.714
3.991	133.033	2.837	28.915	140.677	94.567	0.711
4.242	141.400	2.823	33.451	150.266	94.100	0.665
4.309	143.633	2.851	33.836	151.140	95.033	0.662
4.357	145.233	2.841	34.795	153.361	94.700	0.652
4.480	149.333	2.838	36.652	157.858	94.600	0.633
4.573	152.433	2.833	38.049	161.419	94.433	0.620
4.577	152.567	2.856	37.601	160.259	95.200	0.624
4.695	156.500	2.818	39.979	166.608	93.933	0.600
4.720	157.333	2.858	39.449	165.150	95.267	0.606
4.808	160.267	2.863	40.453	167.936	95.433	0.595
4.897	163.233	2.848	41.842	171.945	94.933	0.582
4.938	164.600	2.846	42.365	173.507	94.867	0.576
4.985	166.167	2.850	42.828	174.912	95.000	0.572
5.351	178.367	2.879	46.197	185.863	95.967	0.538
5.632	187.733	2.908	48.366	193.673	96.933	0.516

ตารางที่ 19 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 100 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.484	116.133	2.880	17.336	120.972	96.000	0.827
3.560	118.667	2.861	19.635	124.432	95.367	0.804
3.797	126.567	2.869	24.440	132.346	95.633	0.756
4.007	133.567	2.832	29.324	141.490	94.400	0.707
4.099	136.633	2.816	31.300	145.561	93.867	0.687
4.222	140.733	2.901	31.288	145.536	96.700	0.687
4.407	146.900	2.909	33.991	151.495	96.967	0.660
4.465	148.833	2.877	35.566	155.196	95.900	0.644
4.500	150.000	2.847	36.733	158.061	94.900	0.633
4.852	161.733	2.925	39.716	165.880	97.500	0.603
4.875	162.500	2.888	40.759	168.802	96.267	0.592
4.882	162.733	2.946	39.656	165.716	98.200	0.603
5.019	167.300	2.906	42.100	172.712	96.867	0.579
5.108	170.267	2.905	43.128	175.835	96.833	0.569
5.166	172.200	2.820	45.412	183.191	94.000	0.546
5.214	173.800	2.866	45.033	181.926	95.533	0.550
5.329	177.633	2.854	46.444	186.720	95.133	0.536
5.534	184.467	2.824	48.970	195.963	94.133	0.510
5.611	187.033	2.824	49.670	198.690	94.133	0.503
6.066	202.200	2.822	53.478	214.954	94.067	0.465

ตารางที่ 20 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 125 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในบรรยากาศของก๊าซเฉื่อย

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
5.085	169.500	2.877	43.422	176.747	95.900	0.566
5.350	178.333	2.870	46.355	186.411	95.667	0.536
5.519	183.967	2.868	48.034	192.434	95.600	0.520
5.869	195.633	2.844	51.542	206.364	94.800	0.485
5.911	197.033	2.938	50.296	201.191	97.933	0.497
6.149	204.967	2.841	53.797	216.438	94.700	0.462
6.433	214.433	2.854	55.635	225.403	95.133	0.444
6.508	216.933	2.858	56.085	227.712	95.267	0.439
6.893	229.767	2.843	58.755	242.455	94.767	0.412
6.941	231.367	2.831	59.213	245.178	94.367	0.408
6.986	232.867	2.836	59.405	246.333	94.533	0.406
7.095	236.500	2.870	59.549	247.213	95.667	0.405
7.220	240.667	2.960	59.003	243.919	98.667	0.410
7.302	243.400	2.825	61.312	258.478	94.167	0.387
7.778	259.267	2.970	61.815	261.886	99.000	0.382
8.655	288.500	2.932	66.124	295.191	97.733	0.339
8.810	293.667	2.970	66.288	296.633	99.000	0.337
9.558	318.600	2.920	69.450	327.329	97.333	0.306
9.635	321.167	2.982	69.050	323.105	99.400	0.309
11.925	397.500	2.939	75.354	405.750	97.967	0.246

ตารางที่ 21 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 25 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.094	103.133	1.921	37.912	161.062	64.033	0.621
3.388	112.933	2.008	40.732	168.725	66.933	0.593
3.534	117.800	1.956	44.652	180.675	65.200	0.553
3.641	121.367	1.943	46.636	187.391	64.767	0.534
3.763	125.433	1.918	49.030	196.194	63.933	0.510
3.829	127.633	1.922	49.804	199.220	64.067	0.502
3.900	130.000	1.879	51.821	207.557	62.633	0.482
3.911	130.367	1.878	51.982	208.253	62.600	0.480
3.919	130.633	1.970	49.732	198.934	65.667	0.503
3.983	132.767	2.008	49.586	198.357	66.933	0.504
4.161	138.700	1.997	52.007	208.363	66.567	0.480
4.196	139.867	1.950	53.527	215.179	65.000	0.465
4.410	147.000	2.018	54.240	218.533	67.267	0.458
4.454	148.467	1.966	55.860	226.551	65.533	0.441
4.559	151.967	1.983	56.504	229.904	66.100	0.435
4.570	152.333	2.060	54.923	221.845	68.667	0.451
4.729	157.633	1.925	59.294	245.662	64.167	0.407
4.810	160.333	1.963	59.189	245.033	65.433	0.408
5.150	171.667	1.907	62.971	270.058	63.567	0.370
5.187	172.867	1.922	62.939	269.875	64.067	0.371

ตารางที่ 22 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 50 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
4.208	140.267	2.254	46.435	186.690	75.133	0.536
5.637	154.567	2.210	52.340	209.819	73.667	0.477
4.720	157.333	2.218	53.008	212.804	73.933	0.470
4.751	158.367	2.306	51.463	206.028	76.867	0.485
4.992	166.400	2.219	55.549	224.966	73.967	0.445
5.016	167.200	2.378	52.592	210.934	79.267	0.474
5.241	174.700	2.342	55.314	223.783	78.067	0.447
5.393	179.767	2.126	60.579	253.669	70.867	0.394
5.401	180.033	2.296	57.489	235.235	76.533	0.425
5.456	181.867	2.212	59.457	246.655	73.733	0.405
5.465	182.167	2.330	57.365	234.549	77.667	0.426
5.529	184.300	2.195	60.300	251.891	73.167	0.397
5.677	189.233	2.201	61.230	257.928	73.367	0.388
5.892	196.400	2.332	60.421	252.659	77.733	0.396
5.957	198.567	2.218	62.766	268.575	73.933	0.372
6.103	203.433	2.166	64.509	281.764	72.200	0.355
6.298	209.933	2.367	62.417	266.075	78.900	0.376
6.518	217.267	2.300	64.713	283.391	76.667	0.353
6.669	222.300	2.210	66.862	301.765	73.667	0.331
6.818	227.267	2.344	65.620	290.870	78.133	0.344

ตารางที่ 23 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 75 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.544	118.133	2.593	26.834	136.676	86.433	0.732
3.567	118.900	2.618	26.605	136.249	87.267	0.734
3.766	125.533	2.679	28.864	140.575	89.300	0.711
3.851	128.367	2.618	32.018	147.097	87.267	0.680
4.099	136.633	2.648	35.399	154.796	88.267	0.646
4.454	148.467	2.583	42.007	172.435	86.100	0.580
4.462	148.733	2.614	41.416	170.696	87.133	0.586
4.550	151.667	2.642	41.934	172.218	88.067	0.581
4.569	152.300	2.712	40.643	168.473	90.400	0.594
4.666	155.533	2.691	42.327	173.393	89.700	0.577
4.802	160.067	2.664	44.523	180.255	88.800	0.555
4.960	165.333	2.691	45.746	184.318	89.700	0.543
5.060	168.667	2.654	47.549	190.656	88.467	0.525
5.081	169.367	2.685	47.156	189.236	89.500	0.528
5.162	172.067	2.611	49.419	197.702	87.033	0.506
5.298	176.600	2.661	49.773	199.098	88.700	0.502
5.410	180.333	2.648	51.054	204.305	88.267	0.489
5.424	180.800	2.676	50.664	202.691	89.200	0.493
5.620	187.333	2.614	53.488	214.996	87.133	0.465
5.891	196.367	2.654	54.948	221.967	88.467	0.451

ตารางที่ 24 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 100 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
4.920	164.000	2.581	47.541	190.624	86.033	0.525
5.288	176.267	2.666	49.584	198.350	88.867	0.504
5.542	184.733	2.620	52.725	211.527	87.333	0.473
5.644	188.133	2.605	53.845	216.660	86.833	0.462
5.884	196.133	2.687	54.334	218.980	89.567	0.457
6.378	212.600	2.646	58.514	241.043	88.200	0.415
6.398	213.267	2.584	59.612	247.601	86.133	0.404
6.618	220.600	2.618	60.441	252.788	87.267	0.400
6.829	227.633	2.643	61.297	258.381	88.100	0.387
6.833	227.767	2.651	61.203	257.752	88.367	0.388
6.928	230.933	2.717	60.782	254.987	90.567	0.392
7.067	235.567	2.679	62.091	263.792	89.300	0.379
7.574	252.467	2.673	64.708	283.352	89.100	0.353
7.616	253.867	2.682	64.785	283.967	89.400	0.352
7.734	257.800	2.630	65.994	294.068	87.667	0.340
7.849	261.633	2.694	65.677	291.351	89.800	0.343
8.147	271.567	2.648	67.497	307.666	88.267	0.325
8.447	281.567	2.672	68.367	316.130	89.067	0.316
8.886	296.200	2.705	69.559	328.503	90.167	0.304
9.956	331.867	2.698	72.901	369.014	89.933	0.271

ตารางที่ 25 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 125 ไมโครเมตร ฉายรังสี 100 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
5.648	188.267	2.568	54.533	219.938	85.600	0.455
6.017	200.567	2.611	56.606	230.448	87.033	0.434
6.360	212.000	2.627	58.695	242.101	87.567	0.413
6.682	222.733	2.670	60.042	250.262	89.000	0.400
6.898	229.933	2.685	61.076	256.909	89.500	0.389
6.917	230.567	2.692	61.081	256.947	89.733	0.389
7.015	233.833	2.682	61.768	261.559	89.400	0.382
7.112	237.067	2.644	62.823	268.986	88.133	0.372
7.578	252.600	2.632	65.268	287.918	87.733	0.347
7.659	255.300	2.636	65.583	290.554	87.867	0.344
7.699	256.633	2.606	66.151	295.434	86.867	0.338
7.964	265.467	2.642	66.826	301.438	88.067	0.332
8.697	289.900	2.731	68.598	318.455	91.033	0.314
8.829	294.300	2.792	68.377	316.225	93.067	0.316
8.853	295.100	2.593	70.710	341.419	86.433	0.293
9.019	300.633	2.740	69.620	329.161	91.333	0.304
9.026	300.867	2.782	69.178	324.443	92.733	0.308
9.036	301.200	2.643	70.750	341.884	88.100	0.292
9.898	329.933	2.763	72.085	358.234	92.100	0.279
9.953	331.767	2.614	73.737	380.757	87.133	0.263

ตารางที่ 26 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 25 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.556	118.533	2.178	38.751	163.269	72.600	0.612
3.572	119.067	2.181	38.942	163.778	72.700	0.611
3.627	120.900	2.362	34.877	153.556	78.733	0.651
3.754	125.133	2.377	36.681	157.930	79.233	0.633
3.839	127.967	2.375	38.135	161.642	79.167	0.619
3.892	129.733	2.376	38.952	163.805	79.200	0.610
4.115	137.167	2.218	46.100	185.528	73.933	0.539
4.186	139.533	2.346	43.956	178.431	78.200	0.560
4.219	140.633	2.384	43.494	176.971	79.467	0.565
4.312	143.733	2.244	47.959	192.157	74.800	0.520
4.474	149.133	2.380	46.804	187.983	79.333	0.532
4.497	149.900	2.402	46.587	187.219	80.067	0.534
4.557	151.900	2.388	47.597	190.829	79.600	0.524
4.617	153.900	2.388	48.278	193.342	79.600	0.517
4.786	159.533	2.219	53.636	215.683	73.967	0.464
4.818	160.600	2.210	54.130	218.009	73.667	0.459
5.036	167.867	2.386	52.621	211.065	79.533	0.474
5.236	174.533	2.223	57.544	235.538	74.100	0.425
5.257	175.233	2.377	54.784	221.161	79.233	0.452
5.589	186.300	2.392	57.202	233.654	79.733	0.428

ตารางที่ 27 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 50 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.717	123.900	2.529	31.961	146.975	84.300	0.680
4.318	143.933	2.683	37.865	160.939	89.433	0.621
4.436	147.867	2.564	42.200	173.011	85.467	0.578
4.577	152.567	2.543	44.440	179.984	84.767	0.556
4.672	155.733	2.578	44.820	181.226	85.933	0.552
4.786	159.533	2.549	46.740	187.760	84.967	0.533
4.958	165.267	2.646	46.632	187.377	88.200	0.534
5.404	180.133	2.697	50.093	200.371	89.900	0.499
5.549	184.967	2.638	52.460	210.349	87.933	0.475
5.761	192.033	2.686	53.376	214.483	89.533	0.466
5.884	196.133	2.665	54.708	220.788	88.833	0.453
5.979	199.300	2.682	55.143	222.931	89.400	0.449
6.164	205.467	2.686	56.424	229.486	89.533	0.436
6.315	210.500	2.660	57.878	237.406	88.667	0.421
6.354	211.800	2.634	58.546	241.230	87.800	0.415
6.401	213.367	2.633	58.866	243.107	87.767	0.411
6.438	214.600	2.591	59.755	248.475	86.367	0.402
6.503	216.767	2.635	59.480	246.793	87.833	0.405
6.574	219.133	2.581	60.739	254.707	86.033	0.393
6.926	230.867	2.647	61.782	261.655	88.233	0.382

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 75 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.403	113.433	2.767	18.689	122.985	92.233	0.813
3.928	130.933	2.801	28.691	140.236	93.367	0.713
3.973	132.433	2.751	30.758	144.420	91.700	0.692
4.083	136.100	2.820	30.933	144.787	94.000	0.691
4.332	144.400	2.758	36.334	157.070	91.933	0.637
4.739	157.967	2.784	41.253	170.223	92.800	0.587
4.856	161.867	2.751	43.348	176.518	91.700	0.567
4.982	166.067	2.788	44.039	178.694	92.933	0.560
5.036	167.867	2.780	44.797	181.151	92.667	0.552
5.070	169.000	2.808	44.615	180.556	93.600	0.554
5.738	191.267	2.841	50.488	201.971	94.700	0.495
6.032	201.067	2.814	53.349	214.357	93.800	0.467
6.066	202.200	2.813	53.627	215.642	93.767	0.464
6.163	205.433	2.842	53.886	216.854	94.733	0.461
6.494	216.467	2.788	57.068	232.927	92.933	0.429
6.558	218.600	2.839	56.709	230.997	94.633	0.433
6.649	221.633	2.810	57.738	236.619	93.667	0.423
6.808	226.933	2.803	58.828	242.883	93.433	0.412
6.967	232.233	2.803	59.767	248.555	93.433	0.402
7.484	249.467	2.811	62.440	266.240	93.700	0.376

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 100 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
4.976	165.867	2.828	43.167	175.955	94.267	0.568
5.578	185.933	2.768	50.376	201.517	92.267	0.496
5.853	195.100	2.795	52.247	209.410	93.167	0.478
5.954	198.467	2.717	54.367	219.139	90.567	0.456
6.346	211.533	2.831	55.389	224.161	94.367	0.446
6.492	216.400	2.735	57.871	237.367	91.167	0.421
6.674	222.467	2.834	57.537	235.498	94.467	0.425
7.164	238.800	2.811	60.762	254.856	93.700	0.392
7.177	239.233	2.768	61.432	259.285	92.267	0.386
7.288	242.933	2.840	61.032	256.620	94.667	0.390
7.338	244.600	2.808	61.733	261.325	93.600	0.383
7.381	246.033	2.806	61.983	263.043	93.533	0.380
7.423	247.433	2.856	61.525	259.909	95.200	0.385
7.653	255.100	2.830	63.021	270.424	94.333	0.370
7.862	262.067	2.891	63.228	271.947	96.367	0.368
7.906	263.533	2.819	64.344	280.454	93.967	0.357
8.250	275.000	2.728	66.933	302.419	90.933	0.331
8.391	279.700	2.881	65.666	291.253	96.033	0.343
8.705	290.167	2.866	67.076	303.733	95.533	0.329
9.017	300.567	2.730	69.724	330.293	91.000	0.303

ตารางที่ 30 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 125 ไมโครเมตร ฉายรังสี 200 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
5.256	175.200	2.849	45.795	184.486	94.967	0.542
5.604	186.800	2.862	48.929	195.807	95.400	0.511
5.854	195.133	2.863	51.093	204.471	95.433	0.489
6.095	203.167	2.919	52.108	208.804	97.300	0.479
6.305	210.167	2.842	54.925	221.851	94.733	0.451
6.318	210.600	2.858	54.764	221.064	95.267	0.452
6.636	221.200	2.877	56.646	230.657	95.900	0.434
6.911	230.367	2.841	58.892	243.259	94.700	0.411
6.928	230.933	2.907	58.040	238.321	96.900	0.420
7.566	252.200	2.865	62.133	264.084	95.500	0.379
7.630	254.333	2.845	62.713	268.190	94.833	0.373
7.752	258.400	2.877	62.887	269.447	95.900	0.371
8.109	270.300	2.873	64.570	282.249	95.767	0.354
8.385	279.500	2.867	65.808	292.466	95.567	0.342
8.525	284.167	2.885	66.158	295.494	96.167	0.338
8.954	298.467	2.874	67.903	311.552	95.800	0.321
9.097	303.233	2.898	68.143	313.906	96.600	0.319
9.352	311.733	2.872	69.290	325.627	95.733	0.307
9.467	315.567	2.858	69.811	331.246	95.267	0.302
10.228	340.933	2.893	71.715	353.543	96.433	0.283

ตารางที่ 31 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 25 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.367	112.233	2.316	31.215	145.380	77.200	0.688
3.409	113.633	2.428	28.777	140.404	80.933	0.712
3.444	114.800	2.374	31.069	145.072	79.133	0.689
3.524	117.467	2.436	30.874	144.663	81.200	0.691
3.592	119.733	2.426	32.461	148.063	80.867	0.675
3.626	120.867	2.350	35.190	154.298	78.333	0.648
3.680	122.667	2.396	34.891	153.589	79.867	0.651
3.683	122.767	2.329	36.764	158.137	77.633	0.632
3.744	124.800	2.381	36.405	157.245	79.367	0.636
4.085	136.167	2.415	40.881	169.151	80.500	0.591
4.114	137.133	2.384	42.052	172.567	79.467	0.579
4.144	138.133	2.325	43.895	178.237	77.500	0.561
4.268	142.267	2.294	46.251	186.051	76.467	0.537
4.272	142.400	2.428	43.165	175.947	80.933	0.568
4.310	143.667	2.365	45.128	182.241	78.833	0.549
4.311	143.700	2.324	46.091	185.499	77.467	0.539
4.523	150.767	2.463	45.545	183.638	82.100	0.545
4.724	157.467	2.331	50.656	202.660	77.700	0.493
4.969	165.633	2.331	53.089	213.170	77.700	0.469
5.101	170.033	2.428	52.401	210.091	80.933	0.476

ตารางที่ 32 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 50 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.396	113.200	2.755	18.875	123.267	91.833	0.811
3.450	115.000	2.691	22.000	128.205	89.700	0.780
3.712	123.733	2.716	26.832	136.672	90.533	0.732
3.840	128.000	2.687	30.026	142.910	89.567	0.700
3.906	130.200	2.671	31.618	146.237	89.033	0.684
3.971	132.367	2.753	30.672	144.243	91.767	0.693
4.219	140.633	2.708	35.814	155.798	90.267	0.642
4.256	141.867	2.679	37.054	158.865	89.300	0.629
4.442	148.067	2.765	37.753	160.651	92.167	0.622
4.446	148.200	2.612	41.251	170.214	87.067	0.587
4.517	150.567	2.747	39.185	164.434	91.567	0.608
4.570	125.333	2.664	41.707	171.547	88.800	0.583
4.621	154.033	2.689	41.809	171.848	89.633	0.582
4.629	154.300	2.670	42.320	173.371	89.000	0.577
4.690	156.333	2.678	42.900	175.131	89.267	0.571
4.814	160.467	2.660	44.744	180.977	88.667	0.553
4.832	161.067	2.706	43.998	178.566	90.200	0.560
4.888	162.933	2.708	44.599	180.502	90.267	0.554
5.195	173.167	2.746	47.141	189.184	91.533	0.529
5.237	174.567	2.711	48.234	193.176	90.367	0.518

ตารางที่ 33 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 75 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.690	123.000	2.773	24.851	133.069	92.433	0.751
3.836	127.867	2.780	27.529	137.986	92.667	0.725
3.877	129.233	2.751	29.043	140.931	91.700	0.710
4.135	137.833	2.791	32.503	148.155	93.033	0.675
4.252	141.733	2.817	33.749	150.941	93.900	0.663
4.418	147.267	2.789	36.872	158.408	92.967	0.631
4.893	163.100	2.794	42.898	175.125	93.133	0.571
4.895	163.167	2.825	42.288	173.274	94.167	0.577
5.170	172.333	2.808	45.687	184.117	93.600	0.543
5.198	173.267	2.775	46.614	187.315	92.500	0.534
5.201	173.367	2.794	46.280	186.149	93.133	0.537
5.260	175.333	2.818	46.426	186.657	93.933	0.536
5.262	175.400	2.831	46.199	185.871	94.367	0.538
5.637	187.900	2.830	49.796	199.187	94.333	0.502
5.796	193.200	2.792	51.829	207.593	93.067	0.482
5.888	196.267	2.836	51.834	207.616	94.533	0.482
6.103	203.433	2.792	54.252	218.589	93.067	0.457
6.331	211.033	2.822	55.426	224.344	94.067	0.446
6.446	214.867	2.831	56.081	227.693	94.367	0.439
6.497	216.567	2.819	56.611	230.472	93.967	0.434

ตารางที่ 34 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 100 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.554	118.467	2.807	21.019	126.612	93.567	0.790
3.708	123.600	2.839	23.436	130.609	94.633	0.766
3.939	131.300	2.839	27.926	138.746	94.633	0.721
3.998	133.267	2.794	30.115	143.092	93.133	0.699
4.466	148.867	2.847	36.252	156.867	94.900	0.637
4.522	150.733	2.832	37.373	159.675	94.400	0.626
4.536	151.200	2.825	37.720	160.566	94.167	0.623
4.545	151.500	2.834	37.646	160.374	94.467	0.624
4.547	151.567	2.848	37.365	159.656	94.933	0.626
4.718	157.267	2.831	40.000	166.655	94.367	0.600
5.146	171.533	2.858	44.462	180.056	95.267	0.555
5.150	171.667	2.828	45.087	182.107	94.267	0.549
5.224	174.133	2.809	46.229	185.974	93.633	0.538
5.515	183.833	2.828	48.722	195.014	94.267	0.513
5.751	191.700	2.840	50.617	202.500	94.667	0.494
5.970	199.000	2.840	52.429	210.211	94.667	0.476
6.136	204.533	2.849	53.569	215.374	94.967	0.464
6.645	221.500	2.795	57.938	237.746	93.167	0.421
6.793	226.433	2.827	58.384	240.290	94.233	0.416
6.954	231.800	2.838	59.189	245.032	94.600	0.408

ตารางที่ 35 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 125 ไมโครเมตร ฉายรังสี 300 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
4.153	138.433	2.879	30.677	144.251	95.967	0.693
4.563	152.100	2.921	35.985	156.214	97.367	0.640
4.875	162.500	2.861	41.313	170.395	95.367	0.587
4.935	164.500	2.849	42.270	173.219	94.967	0.577
5.013	167.100	2.872	42.709	174.547	95.733	0.573
5.082	169.400	2.849	43.939	178.378	94.967	0.561
5.380	179.333	2.885	46.375	186.482	96.167	0.536
5.655	188.500	2.860	49.425	197.727	95.333	0.506
6.082	202.733	2.862	52.943	212.509	95.400	0.471
6.131	204.367	2.869	53.205	213.698	95.633	0.468
6.220	207.333	2.916	53.119	213.306	97.200	0.469
6.264	208.800	2.883	53.975	217.274	96.100	0.460
6.297	209.900	2.884	54.200	218.343	96.133	0.458
6.553	218.433	2.920	55.440	224.418	97.333	0.446
6.797	226.567	2.861	57.908	237.574	95.367	0.421
6.978	232.600	2.861	59.000	243.901	95.367	0.410
7.015	233.833	2.944	58.033	238.281	98.133	0.420
7.376	245.867	2.899	60.697	254.433	96.633	0.393
7.406	246.867	2.852	61.491	259.677	95.067	0.385
7.695	256.500	2.851	62.950	269.905	95.033	0.371

ตารางที่ 36 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 25 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในสูญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.158	105.267	2.395	24.161	131.858	79.833	0.758
3.241	108.033	2.388	26.319	135.720	79.600	0.737
3.400	113.333	2.369	30.324	143.520	78.967	0.697
3.447	114.900	2.431	29.475	141.794	81.033	0.705
3.505	116.833	2.382	32.040	147.145	79.400	0.680
3.707	123.567	2.459	33.666	150.752	81.967	0.663
3.709	123.633	2.499	32.623	148.419	83.300	0.674
3.728	124.267	2.407	35.435	154.882	80.233	0.646
3.798	126.600	2.370	37.599	160.253	79.000	0.624
3.847	128.233	2.403	37.536	160.092	80.100	0.625
3.906	130.200	2.457	37.097	158.974	81.900	0.629
3.934	131.133	2.479	36.985	158.693	82.633	0.630
3.956	131.867	2.389	39.611	165.592	79.633	0.604
4.075	135.833	2.479	39.166	164.381	82.633	0.608
4.109	136.967	2.491	39.377	164.954	83.033	0.606
4.122	137.400	2.377	42.334	173.412	79.233	0.577
4.307	143.567	2.466	42.744	174.655	82.200	0.573
4.327	144.233	2.461	43.125	175.823	82.033	0.569
4.350	145.000	2.518	42.115	172.756	83.933	0.579
4.380	146.000	2.445	44.178	179.141	81.500	0.558

ตารางที่ 37 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 50 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.406	113.533	2.719	20.170	125.267	90.633	0.798
3.701	123.367	2.766	25.263	133.803	92.200	0.747
3.801	126.700	2.743	27.835	138.571	91.433	0.722
3.926	130.867	2.687	31.559	146.111	89.567	0.684
4.156	138.533	2.740	34.071	151.679	91.333	0.659
4.230	141.000	2.787	34.113	151.776	92.900	0.659
4.501	150.033	2.723	39.502	165.296	90.767	0.605
4.622	154.067	2.733	40.870	169.118	91.100	0.591
4.724	157.467	2.755	41.681	171.470	91.833	0.583
4.780	159.333	2.733	42.824	174.899	91.100	0.572
4.998	166.600	2.754	44.898	181.481	91.800	0.551
5.100	170.000	2.746	46.157	185.725	91.533	0.538
5.139	171.300	2.724	46.994	188.656	90.800	0.530
5.141	171.367	2.721	47.073	188.938	90.700	0.529
5.233	174.433	2.748	47.487	190.429	91.600	0.525
5.295	176.500	2.751	48.045	192.475	91.700	0.520
5.360	178.667	2.764	48.433	193.922	92.133	0.516
5.388	179.600	2.766	48.664	194.794	92.200	0.513
5.484	182.800	2.758	49.708	198.840	91.933	0.503
5.745	191.500	2.789	51.453	205.988	92.967	0.485

ตารางที่ 38 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 75 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
3.817	127.233	2.821	26.094	135.307	94.033	0.739
4.409	146.967	2.879	34.702	153.143	95.967	0.653
4.622	154.067	2.839	38.576	162.804	94.633	0.614
4.760	158.667	2.885	39.391	164.991	96.167	0.606
4.816	160.533	2.849	40.843	169.042	94.967	0.592
4.997	166.567	2.805	43.866	178.146	93.500	0.561
5.350	178.333	2.870	46.355	186.411	95.667	0.536
5.373	179.100	2.843	47.087	188.991	94.767	0.529
5.605	186.833	2.863	48.921	195.774	95.433	0.511
5.609	186.967	2.883	48.600	194.554	96.100	0.514
5.925	197.500	2.879	51.409	205.801	95.967	0.486
5.990	199.667	2.884	51.853	207.698	96.133	0.481
5.998	199.933	2.830	52.818	211.943	94.333	0.472
6.270	209.000	2.905	53.668	215.835	96.833	0.463
6.370	212.333	2.886	54.694	220.721	96.200	0.453
6.861	228.700	2.864	58.257	239.560	95.467	0.417
6.888	229.600	2.878	58.217	239.333	95.933	0.418
7.208	240.267	2.868	60.211	251.325	95.600	0.398
7.532	251.067	2.857	62.069	263.633	95.233	0.379
8.084	269.467	2.880	64.374	280.694	96.000	0.356

ตารางที่ 39 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 100 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในสุญญากาศ

l_1 (cm)	%str	l_2 (cm)	%shr1	%shr2	%shr3	E
4.160	138.667	2.883	30.697	144.294	96.100	0.693
4.478	149.267	2.861	36.110	156.519	95.367	0.639
4.899	163.300	2.878	41.253	170.222	95.933	0.587
5.198	173.267	2.889	44.421	179.924	96.300	0.556
5.477	182.567	2.929	46.522	186.992	97.633	0.535
5.535	184.500	2.887	47.841	191.722	96.233	0.522
5.579	185.967	2.908	47.876	191.850	96.933	0.521
5.775	192.500	2.882	50.095	200.382	96.067	0.499
5.952	198.400	2.862	51.915	207.966	95.400	0.481
6.063	202.100	2.880	52.499	210.521	96.000	0.475
6.549	218.300	2.846	56.543	230.112	94.867	0.435
6.560	218.667	2.869	56.265	228.651	95.633	0.437
6.826	227.533	2.845	58.321	239.930	94.833	0.417
7.088	236.267	2.920	58.804	242.740	97.333	0.412
7.233	241.100	2.882	60.155	250.972	96.067	0.398
7.546	251.533	2.881	61.821	261.923	96.033	0.382
7.775	259.167	2.887	62.868	269.311	96.233	0.371
7.788	259.600	2.875	63.084	270.887	95.833	0.369
8.172	272.400	2.874	64.831	284.342	95.800	0.352
8.249	274.967	2.894	64.917	285.038	96.467	0.351

ตารางที่ 40 ร้อยละการหดของฟิล์มโพลีเอทิลีนความหนา 125 ไมโครเมตร ฉายรังสี 400 kGy ในสุญญากาศ

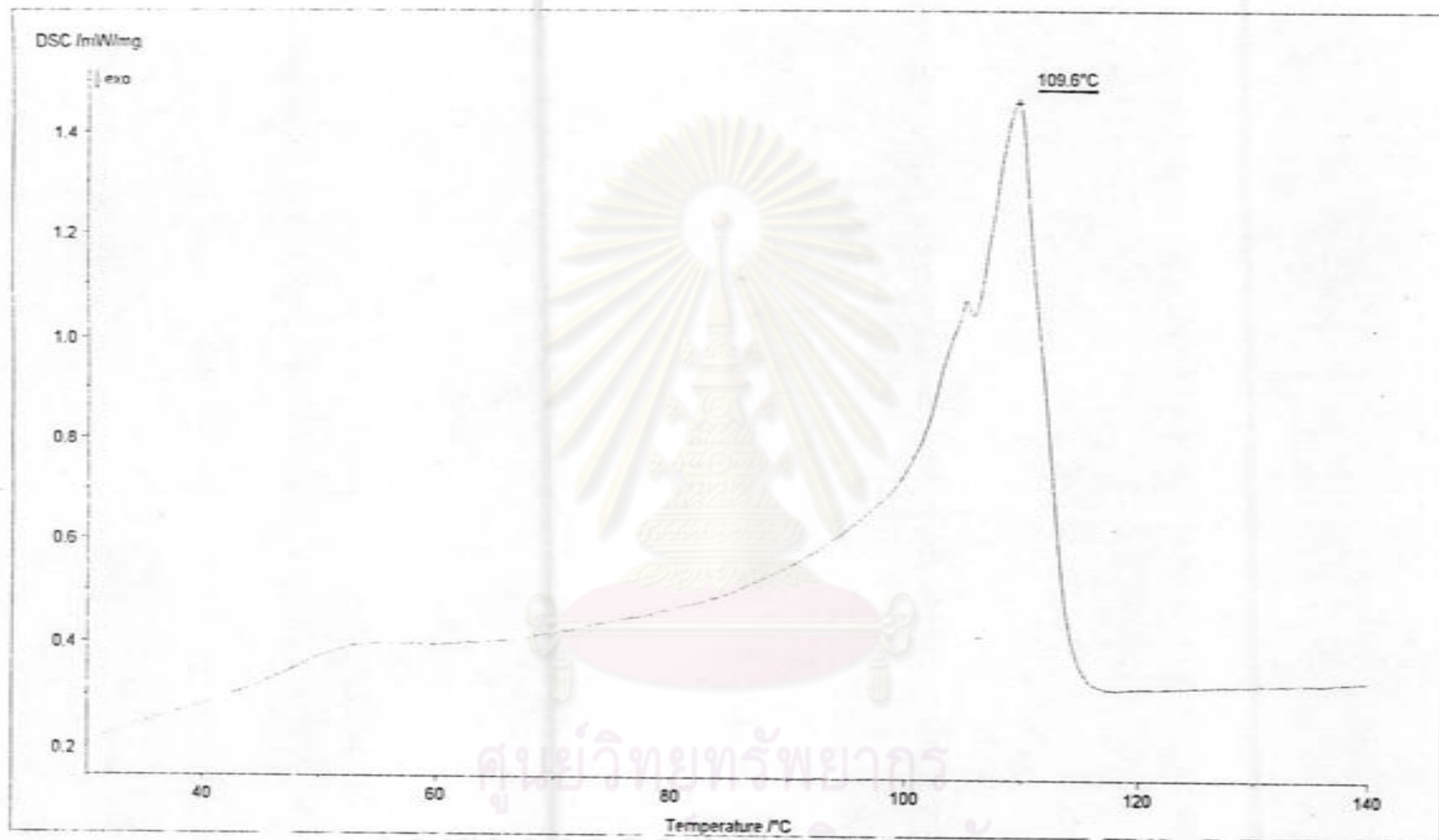
l_1	%str	l_2	%shr1	%shr2	%shr3	E
4.266	142.200	2.866	32.818	148.849	95.533	0.672
4.569	152.300	2.952	35.391	154.776	98.400	0.646
4.768	158.933	2.896	39.262	164.641	96.533	0.607
4.784	159.467	2.930	38.754	163.276	97.667	0.612
5.125	170.833	2.935	42.732	174.617	97.833	0.573
5.186	172.867	2.916	43.772	177.846	97.200	0.562
5.411	180.367	2.861	47.126	189.130	95.367	0.529
5.456	181.867	2.886	47.104	189.051	96.200	0.529
5.826	194.200	2.888	50.429	201.731	96.267	0.496
5.835	194.500	2.902	50.266	201.068	96.733	0.497
5.911	197.033	2.887	51.159	204.745	96.233	0.488
6.196	206.533	2.892	53.325	214.246	96.400	0.467
6.460	215.333	2.940	54.489	219.728	98.000	0.455
6.540	218.000	2.903	55.612	225.284	96.767	0.444
6.610	220.333	2.910	55.976	227.148	97.000	0.440
6.959	231.967	2.887	58.514	241.046	96.233	0.415
7.168	238.933	2.868	59.989	249.930	95.600	0.400
7.435	247.833	2.913	60.820	255.235	97.100	0.392
7.556	251.867	2.874	61.964	262.909	95.800	0.380
7.624	254.133	2.891	62.080	263.715	96.367	0.379

ภาคผนวก ข

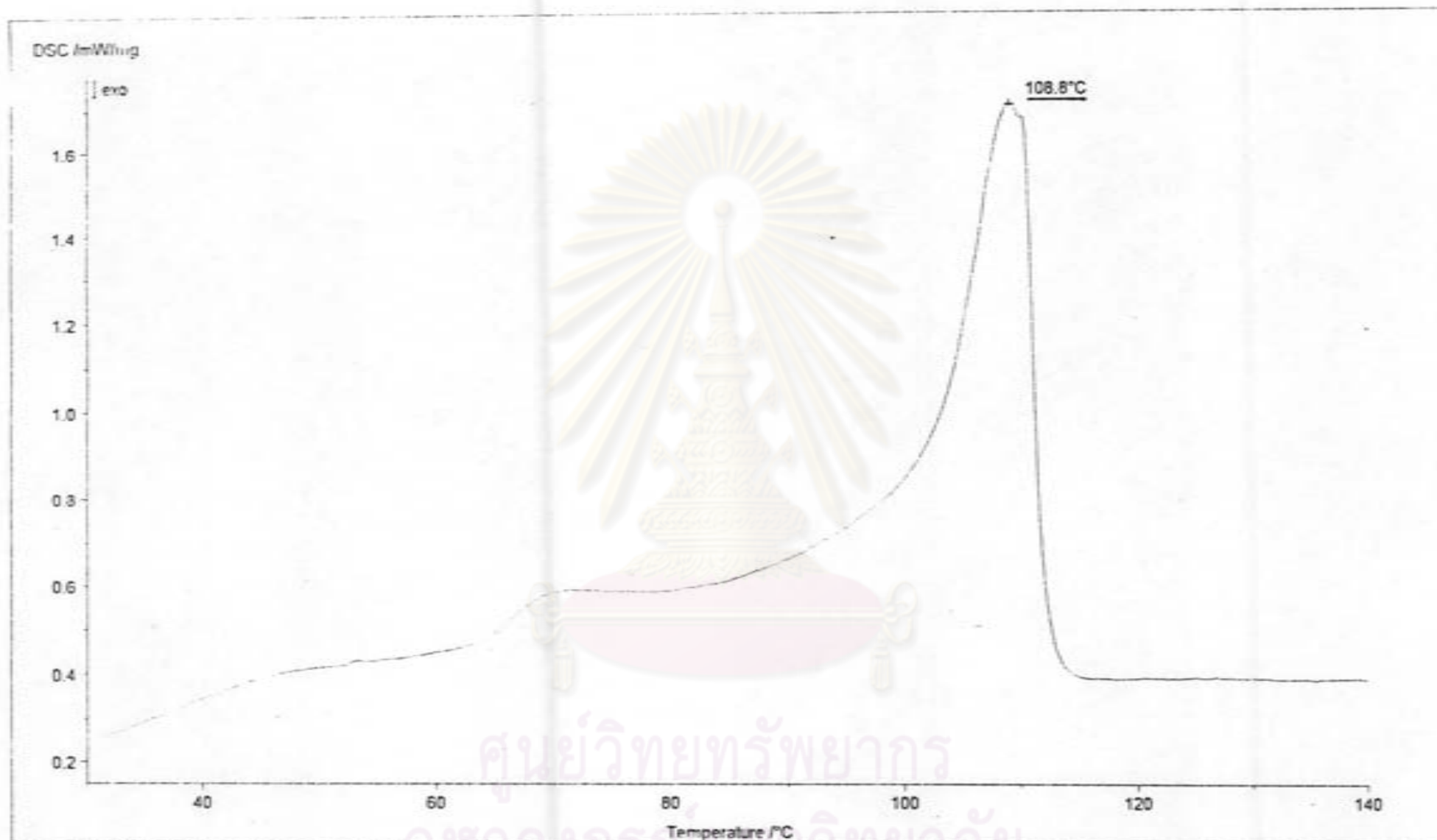
รูปแสดงผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีน



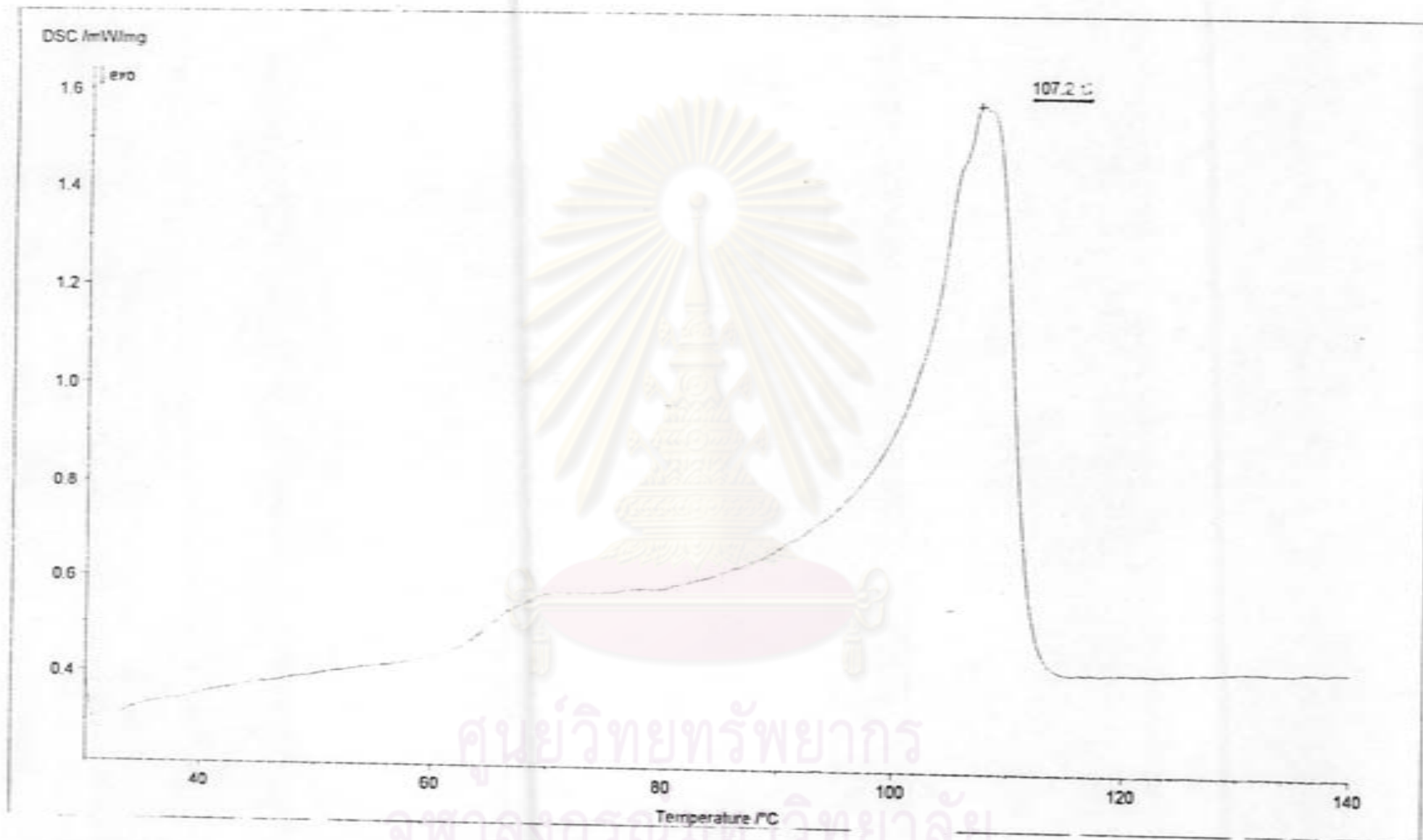
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทีลีนที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา โดยใช้ DSC

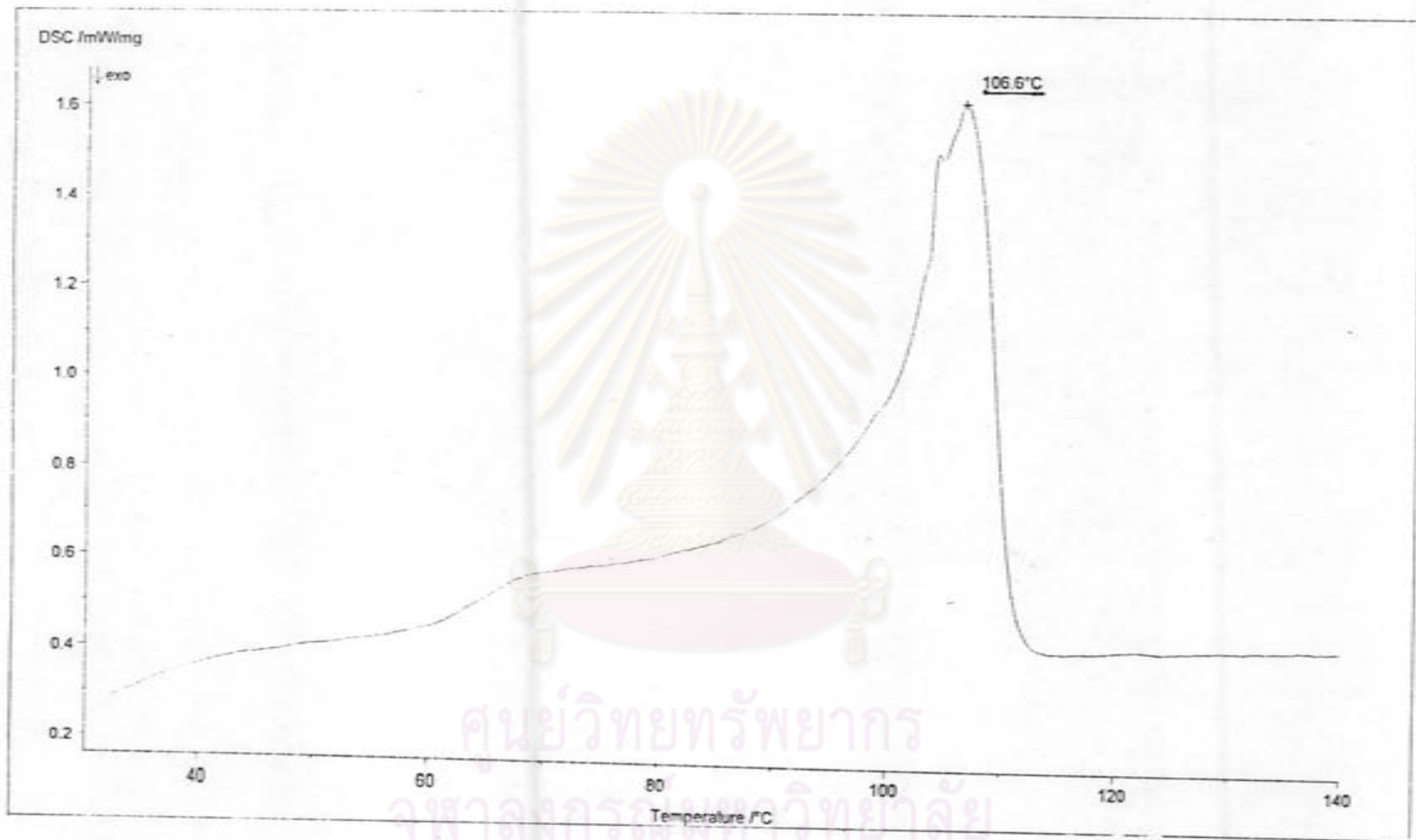


รูปที่ 2 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีนที่ฉายรังสีแกมมา 100 kGy ในก๊าซเฉื่อย โดยใช้ DSC

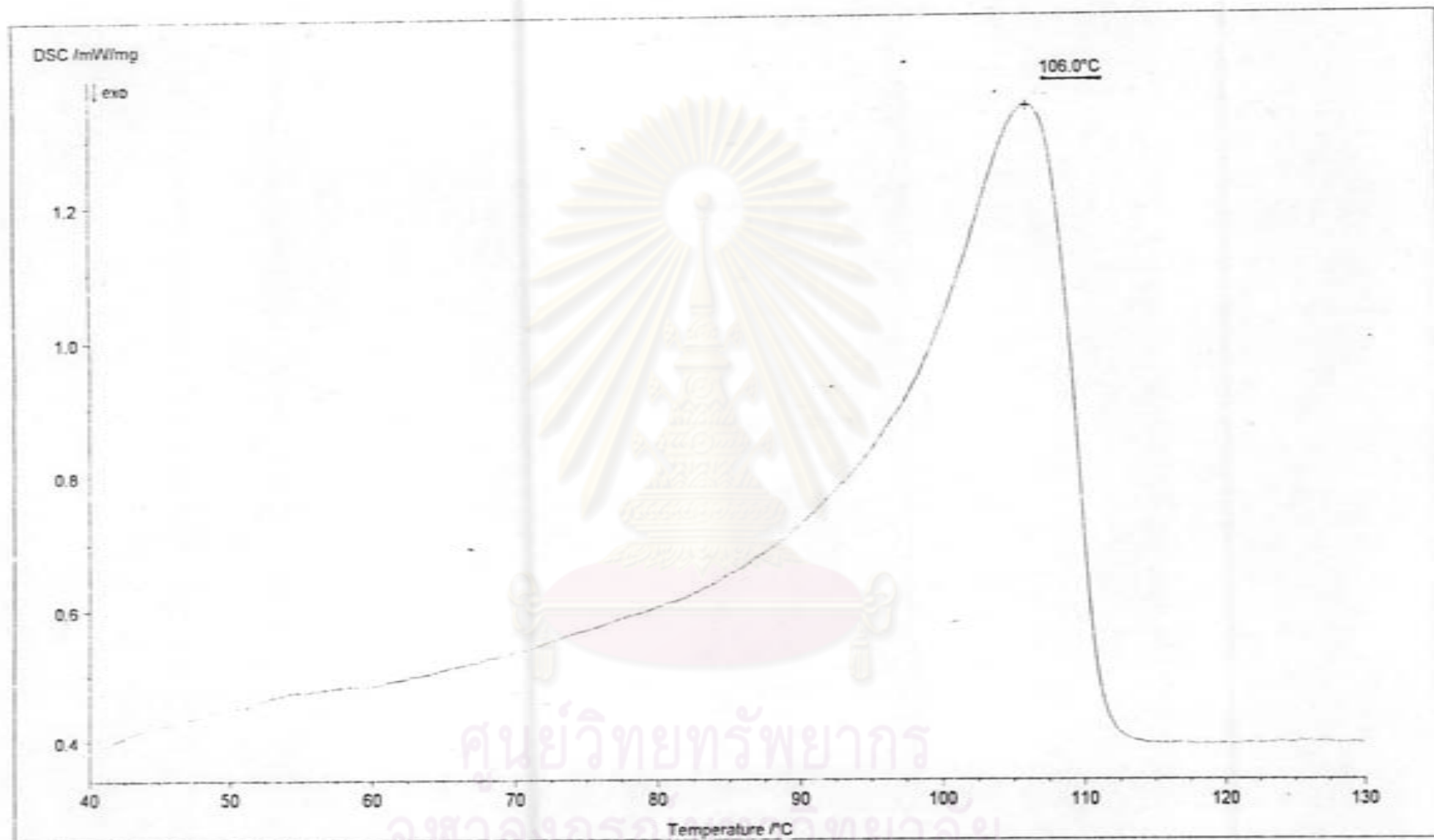


รูปที่ 3 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลิเอทิลีน

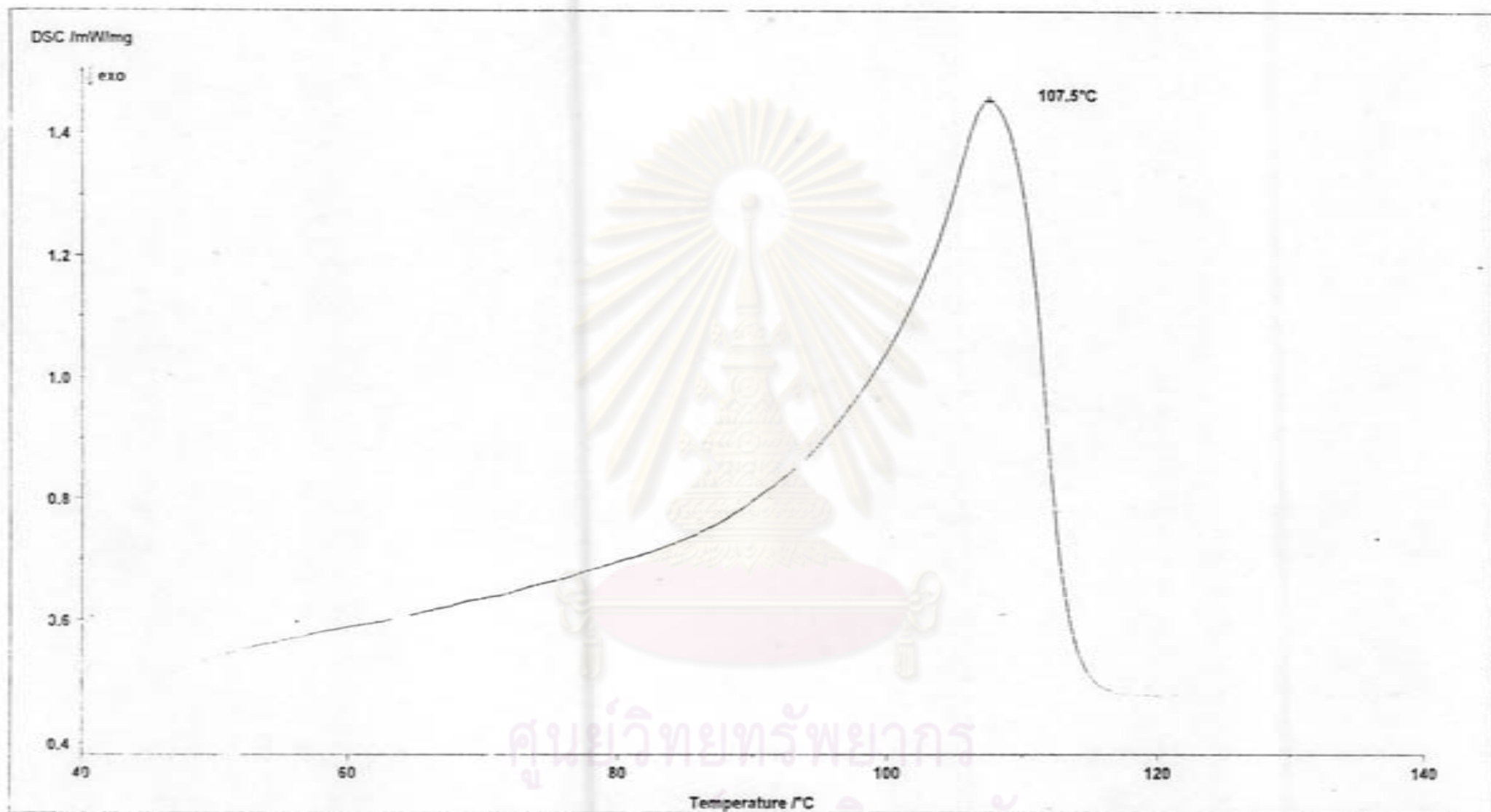
เนกัชเจ็อย โดยใช้ DSC



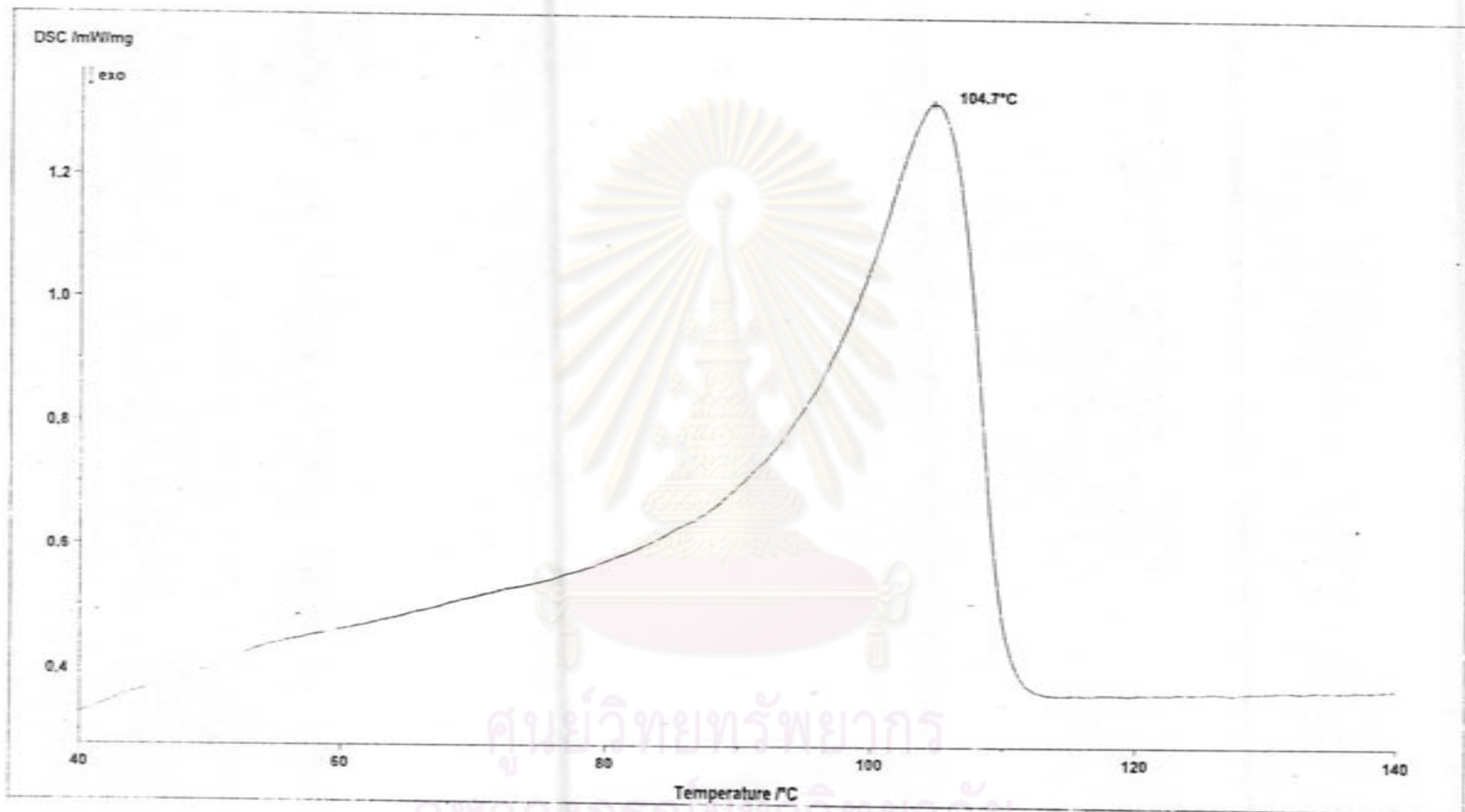
รูปที่ 4 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีน ที่ได้รับรังสีแกมมา 300 kGy ในก๊าซเฉื่อย โดยใช้ DSC



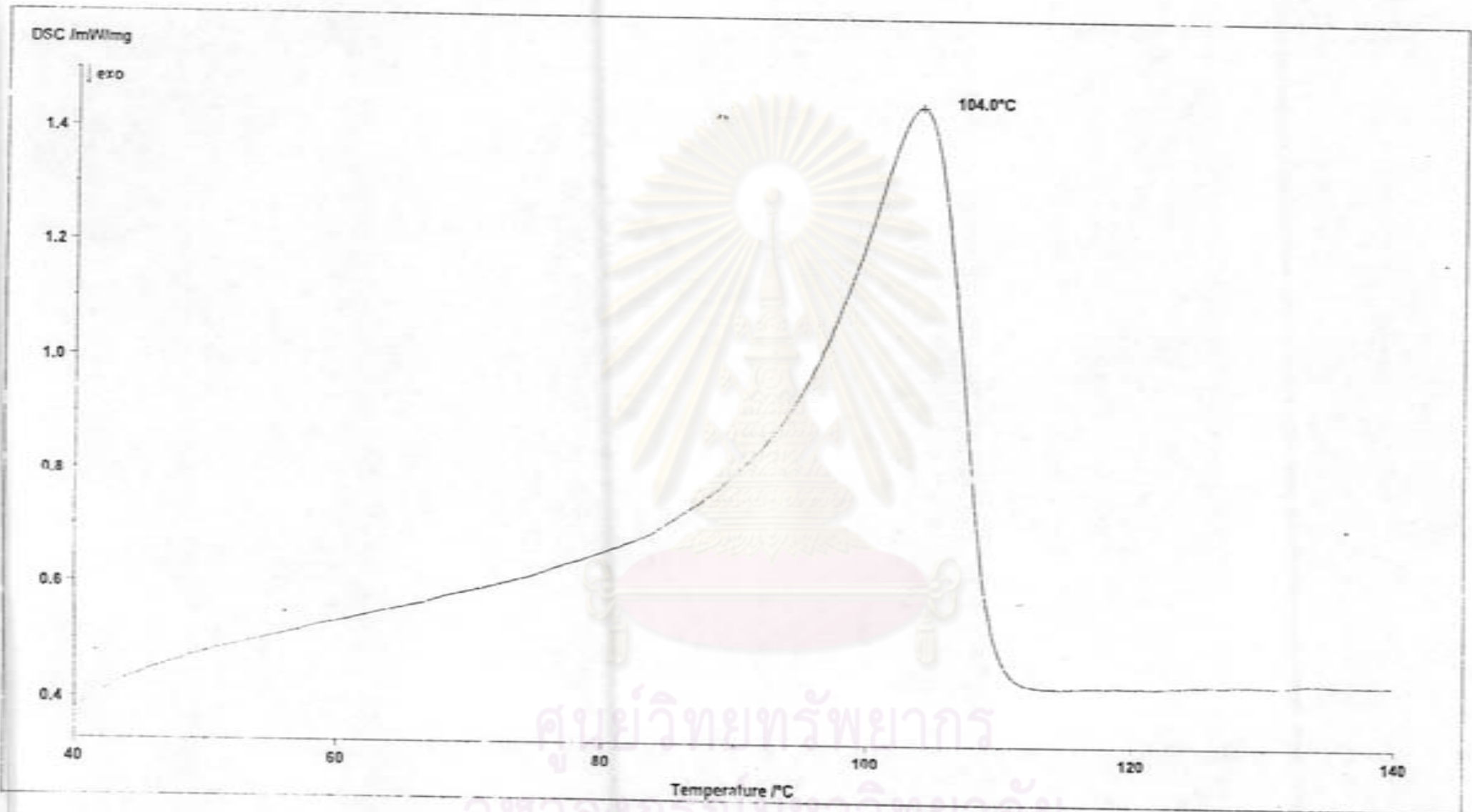
รูปที่ 5 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีนที่ได้รับรังสีแกมมา 400 kGv ในก๊าซเฉื่อย โดยใช้ DSC



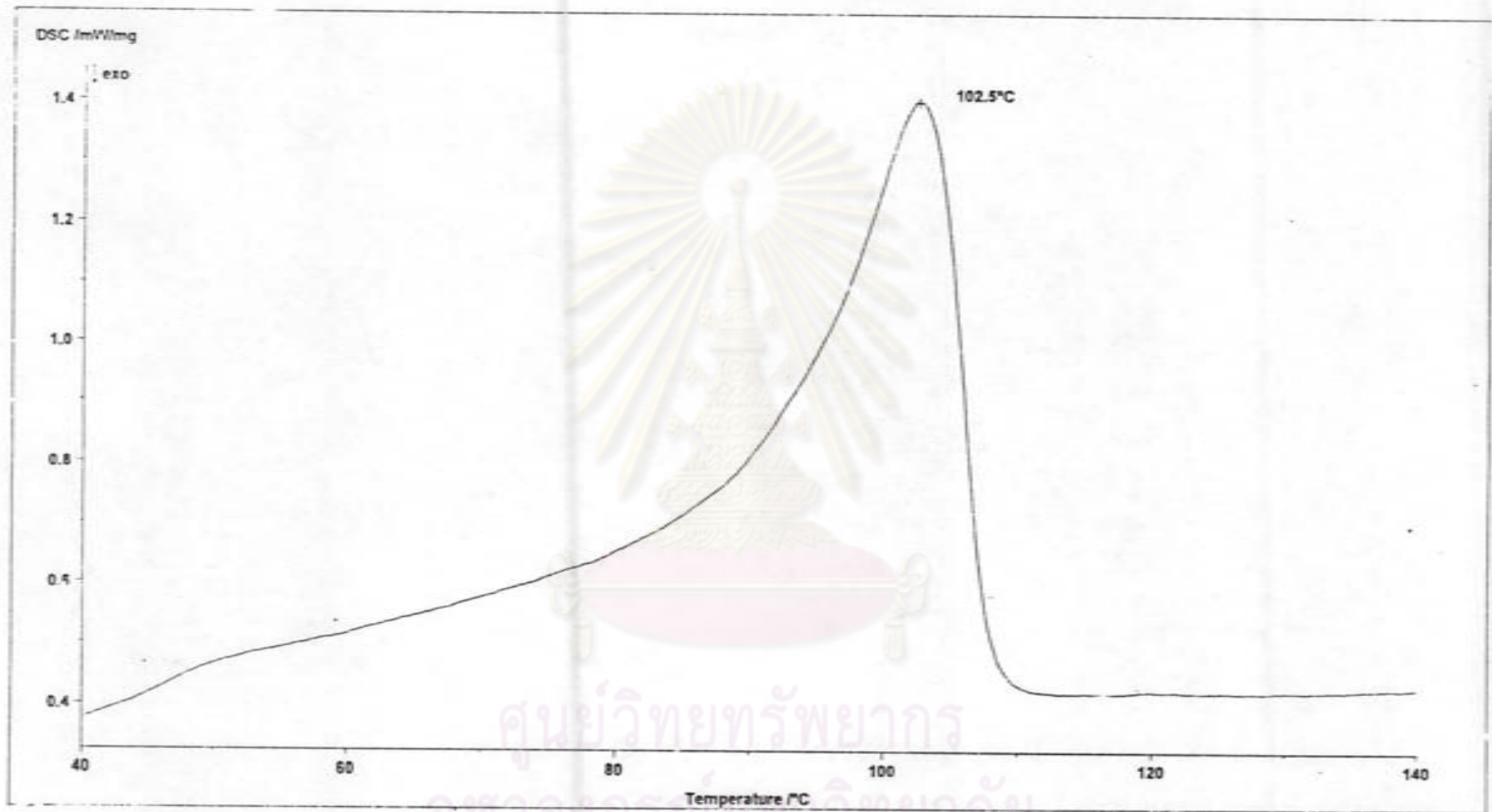
รูปที่ 6 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีนที่ได้รับรังสีแกมมา 100 kGy ในสุญญากาศ โดยใช้ DSC



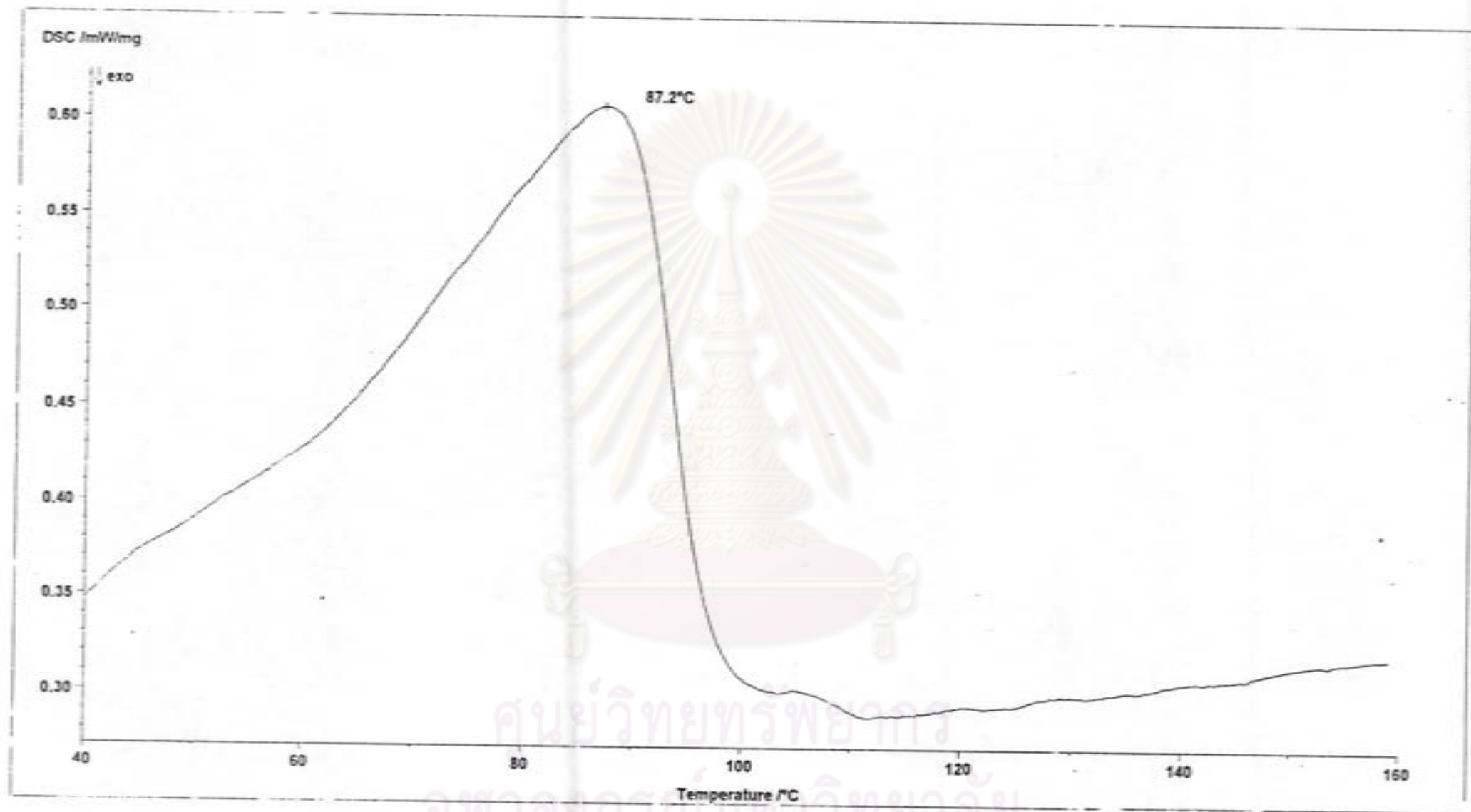
รูปที่ 7 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีนที่ได้รับรังสีแกมมา 200 kGy ในสุญญากาศ โดยใช้ DSC



รูปที่ 8 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีนที่ได้รับรังสีแกมมา 300 kGy ในสุญญากาศ โดยใช้DSC



รูปที่ 9 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีนที่ได้รับรังสีแกมมา 400 kGy ในสุญญากาศ โดยใช้ DSC



รูปที่ 10 ผลการหาจุดหลอมเหลวของฟิล์มโพลีเอทิลีนที่ทำขึ้นเพื่อการค้า

1. มาตรฐานการทดสอบความต้านทานแรงดึงของฟิล์มพลาสติก ASTM D 638-94b
มาตรฐาน ASTM D 638-94b มีลักษณะการทดสอบที่เหมือนกับ ASTM
D 882 ต่างกันเพียงรูปร่างของฟิล์มที่ใช้ทดสอบ จึงสามารถใช้แทนกันได้ โดยมี
Speed of testing เท่ากับ $50 \pm 10\%$ mm/min

2 .มาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับฟิล์มหดตัวด้วยความร้อน มอก.1311-2538
มาตรฐานนี้ใช้สำหรับฟิล์มหดตัวด้วยความร้อนที่ทำจากโพลีเอทิลีนหรือ
โพลีไวนิลคลอไรด์ที่มีลักษณะเป็นม้วน โดยกำหนดคุณลักษณะทางฟิสิกส์ไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 41 คุณลักษณะทางฟิสิกส์ของฟิล์มหดตัวด้วยความร้อนตาม มอก.1311-2538

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีทดสอบ ตาม
		โพลีเอทิลีน	โพลีไวนิลคลอไรด์	
1	ความต้านทานแรงดึง ในแต่ละแนว ไม่น้อยกว่า (N/mm^2)	15	80	ASTM D 882
2	ความยืดที่จุดขาด ในแต่ละแนว ไม่น้อยกว่า(%)	350	40	ASTM D 882
3	ความต้านทานแรงฉีกขาด ในแต่ละแนวไม่น้อยกว่า (N/mm)	15	3	ASTM D 1922

ประวัติผู้เขียน

นายธวัชชัย อธิธิพูนธนกร เกิดวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2514 ที่อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2536



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย