

รายการอ้างอิง

1. Sasee F. and Emig G. "Chemical recycling of polymer materials," Chemical engineering & technology 21 (1998) : 777-7789.
2. La Monitia F. P. Recycling of plastics materials. Scarborough, Toronto (1993).
3. Paszun D. and Spychaj T. "Chemical recycling of poly(ethylene terephthalate)," Industrial & engineering chemical research 36 (1998) : 1373-1383.
4. Yoshioka T., Sato T. and Okuwaki A. "Hydrolysis of waste PET by sulfuric acid at 150°C for a chemical recycling," Journal of applied polymer science 52 (1994) : 1353-1355.
5. Chen J. W. and Chen L. W. "The glycolysis of poly(ethylene terephthalate)," Journal of applied polymer science 73 (1999) : 35-40.
6. Oku A., Hu L. C. and Yamada E. "Alkali decomposition of poly(ethylene terephthalate) with sodium hydroxide in nonaqueous ethylene glycol: A study on recycling of terephthalic acid and ethylene glycol," Journal of applied polymer science 63 (1997) : 595-601.
7. Karger-Kocsis J. Polypropylene structure, blends and composites. Volume 1 Structure and morphology. Chapman, London (1995).
8. Vogl O. "Polypropylene: An introduction," Journal macromolecular science – Pure and applied chemistry A36, No.11 (1999) : 1547-1559.
9. Cheremisinoff N. P. Handbook of polymer science and technology Vol.2: Performance properties of plastics and elastomers. Marcel Dekker, New York (1989) : 507-555.
10. Keith H. D., Padden Jr. F. J., Walter N. M. and Wyckoff H. W. "Evidence for a second crystal form of polypropylene," Journal of applied physics 30, No.10 (1959) : 1485-1488.
11. Assouline E., Fulchiron R., Gerard J. F., Wachtel E., Wagner H. D. and Marom G. "γ-Transcrystallization in isotactic polypropylene-based composites promoted by aramid fibers," Journal of polymer science: Part B: Polymer physics 37 (1999) : 2534-2538.
12. Lotz B. "α and β phases of isotactic polypropylene: A case of growth kinetics

- 'phase reentrancy' in polymer crystallization," Polymer 39 (1998) : 4561-4567.
13. Li J. X., Cheung W. L. and Jia D. "A study on the heat of fusion of β -polypropylene," Polymer 40 (1999) : 1219-1222.
 14. Li J. X. and Cheung W. L. "Conversion of growth and recrystallization of β -phase in doped iPP," Polymer 40 (1999) : 2085-2088.
 15. Gedde U. W. Polymer physics, Chapman, London (1995).
 16. Jacoby P., Bersted B. H., Kissel W. J. and Smith C. E. "Study on the β -crystalline form of isotactic polypropylenes," Journal of polymer science: Part B: Polymer physics 24 (1986) : 461-491.
 17. Fujiyama M. "Structures and properties of injection moldings of beta-crystal nucleator-added polypropylenes," International polymer processing 11, No.3 (1996) : 271-274.
 18. Sterzynski T., Calo P., Lambla M. and Thomas M. "Trans- and dimethyl quinacridone nucleation of isotactic polypropylene," Polymer engineering and science 37, No.12 (1997) : 1917-1927.
 19. Huang M. R., Li X. G. and Fang B. R. " β -nucleator and β -crystalline form of isotactic polypropylene," Journal of applied polymer science 56 (1995) : 1323-1337.
 20. Garbarczyk J. and Paukszta D. "Influence of additives on the structure and properties of polymers : 2 Polymorphic transitions of isotactic polypropylene caused by amino-sulphur compounds," Polymer 22 (1981) : 562-564.
 21. Zhang X. and Shi G. "The effect of a β -nucleator on the crystallization and melting behavior of ethylene/propylene random and block copolymers," Thermochemical acta 235 (1994) : 49-59.
 22. Li J. X. and Cheung W. L. "Pimelic acid-based nucleating agents for hexagonal crystalline polypropylene," Journal of vinyl & additive technology 3, No.2 (1997) : 151-156.
 23. Varga J., Mudra I. and Ehenstein G. W. "Highly active thermally stable β -nucleating agents for isotactic polypropylene," Journal of applied polymer science 74 (1999) : 2357-2365.

24. Tjong S. C., Shen J. S. and Li R. K. Y. "Mechanical behavior of injection molded β -crystalline phase polypropylene," Polymer engineering and science 36, No.1 (1996) : 100-105.
25. Tjong S. C., Shen J. S. and Li R. K. Y. "Morphological behavior and instrumented dart impact properties of β -crystalline-phase polypropylene," Polymer 37 (1996) : 2309-2316.
26. Tjong S. C., Li R. K. Y. and Cheung T. "Mechanical behavior of CaCO_3 particulate-filled β -crystalline phase polypropylene composites," Polymer engineering and science 37, No.1 (1997) : 166-172.
27. Karger-Kocsis J., Varga J. and Ehrenstein G. W. "Comparison of the fracture and failure behavior of injection-molded α - and β -polypropylene in high-speed three-point bending tests," Journal of applied polymer and science 64 (1997) : 2057-2066.
28. Li J. X. and Cheung W. L. "Effect of mould temperature on the formation of alpha/beta polypropylene blends in injection moulding," Journal of materials processing technology 63 (1997) : 472-475.
29. Li J. X., Cheung W. L. and Chan C. M. "On deformation mechanisms of β -polypropylene 2. Change of lamellar structure caused by tensile load," Polymer 40 (1999) : 2089-2102.
30. Li J. X., Cheung W. L. and Chan C. M. "On deformation mechanisms of β -polypropylene 3. Lamellar structures after necking and cold drawing," Polymer 40 (1999) : 3641-3656.
31. Fujiyama M. "Drawing of β -crystal nucleator-added PP," International polymer processing XIV 1 (1999) : 75-82.
32. Wei Z., Xian Z., Chuntian Z., Wei W., Jianan H. and Mao X. "A novel polypropylene microporous film," Polymers for advanced technologies 7 (1996) : 746-748.

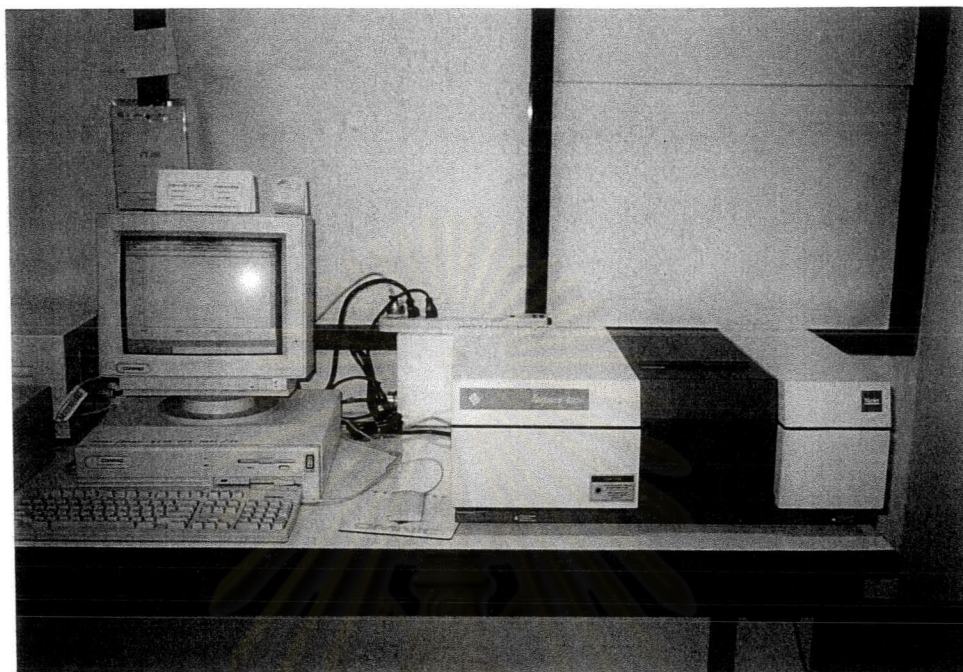


ภาคผนวก

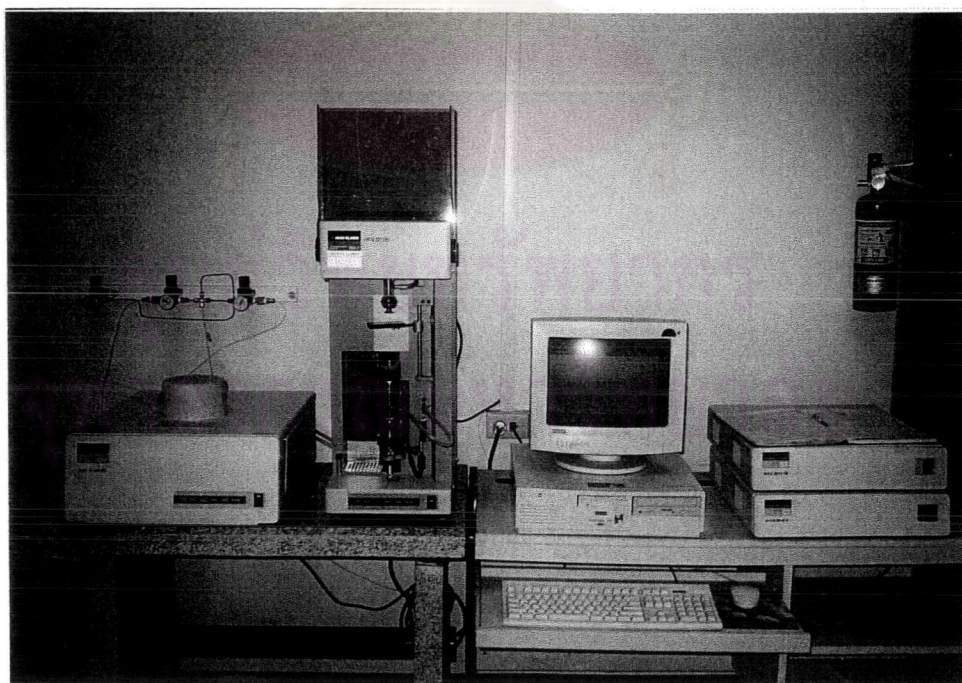
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

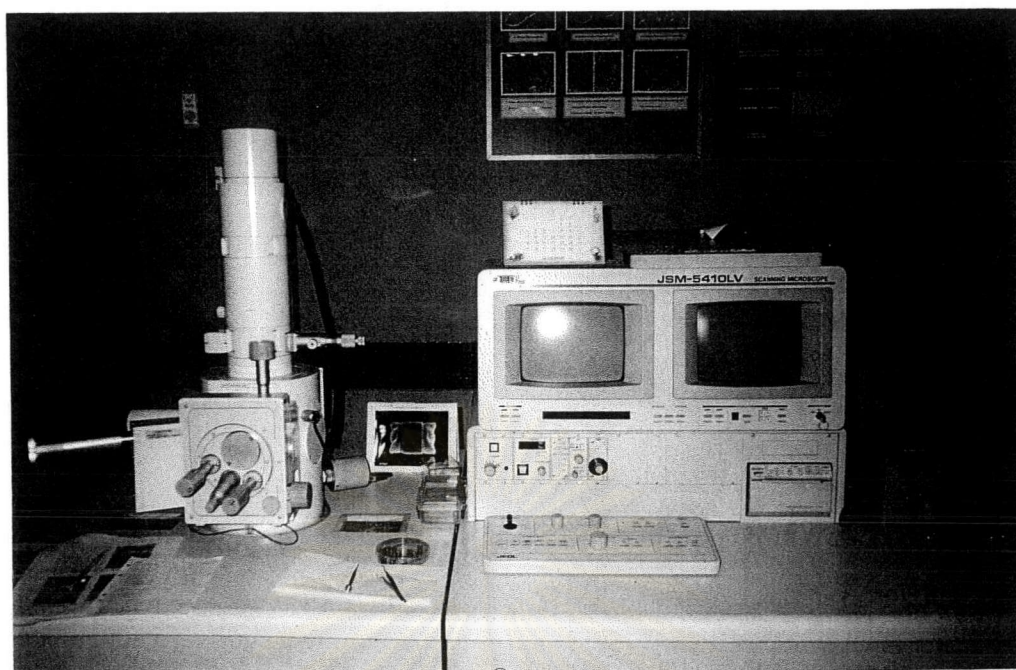
เครื่องทดสอบและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



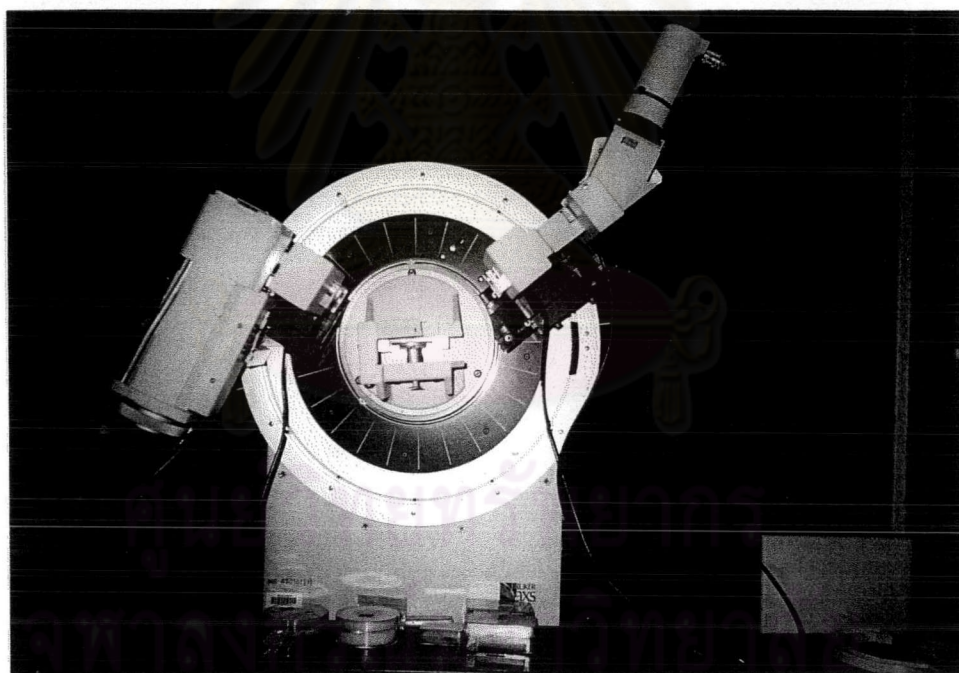
รูปที่ 1 เครื่องฟูรีเออร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (FT-IR, Nicolet รุ่น Impact 400D)



รูปที่ 2 เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกแอนาไลเซอร์ (TGA, Perkin-Elmer รุ่น TGA 7) และเครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งคาลอริมิเตอร์ (DSC, Perkin-Elmer รุ่น DSC 7)



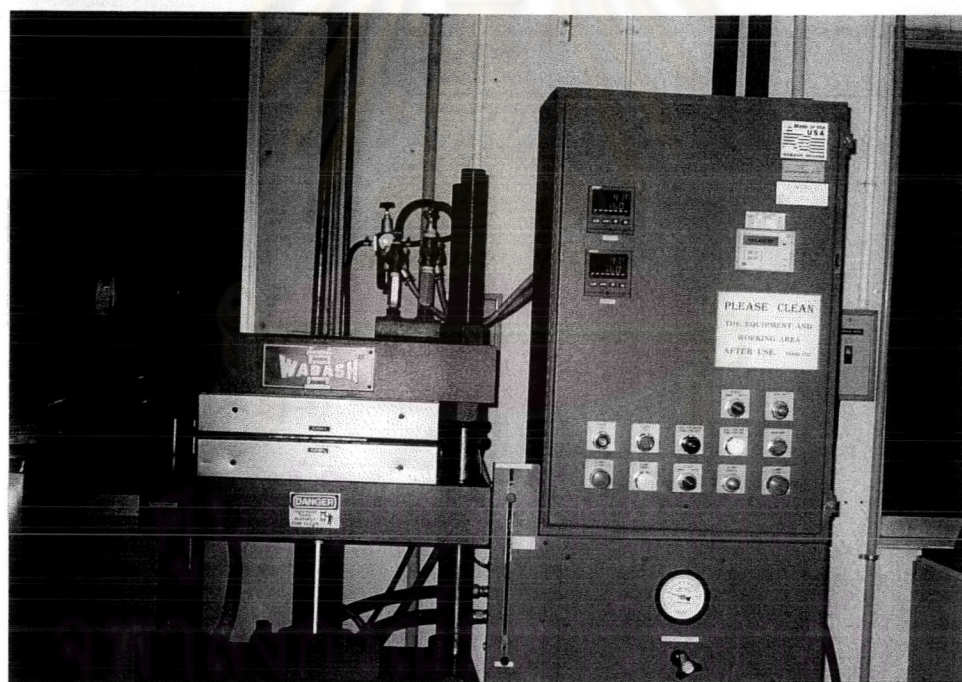
รูปที่ 3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM, Jeol รุ่น JSM-5410LV)



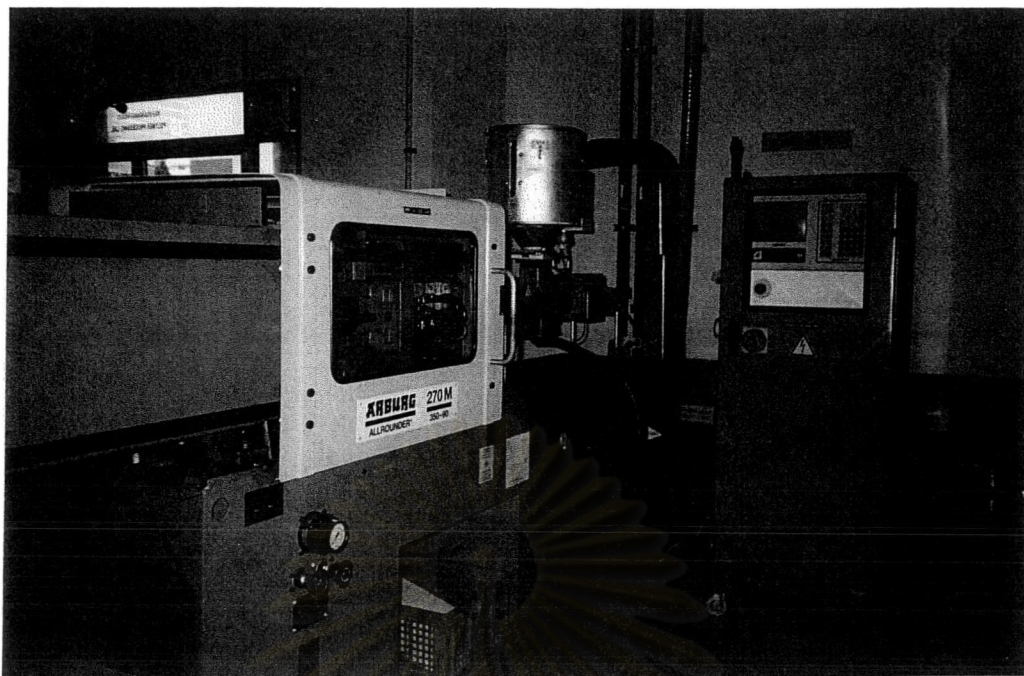
รูปที่ 4 เครื่องวัดแองเกิลเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ (WAXD, Bruker Axs รุ่น D8 Advance)



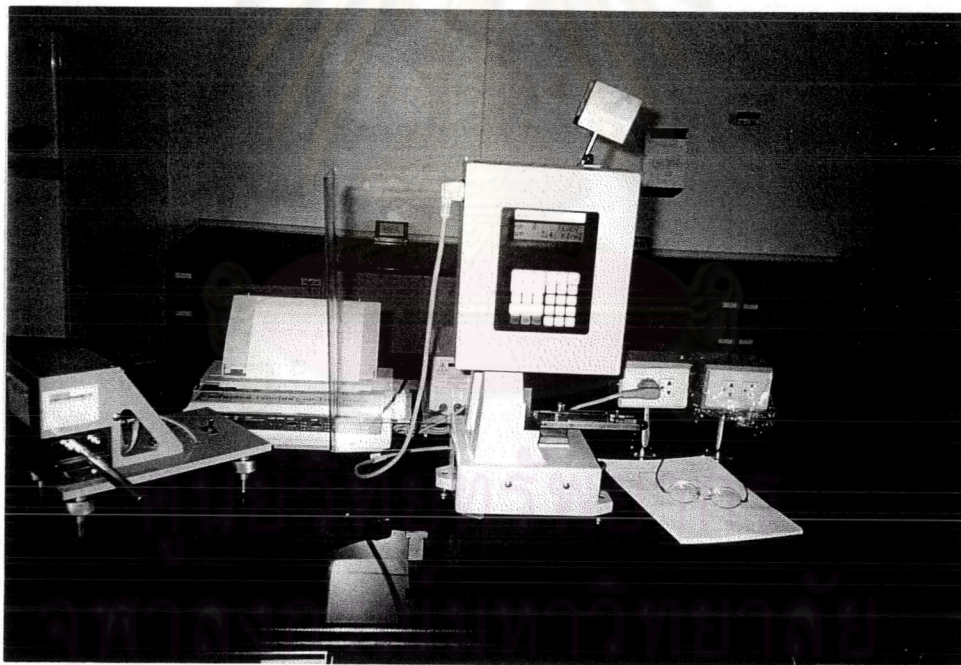
รูปที่ 5 เครื่อง Co-Rotating Twin-Screw Extruder (Collin Twin-Screw Extruder)



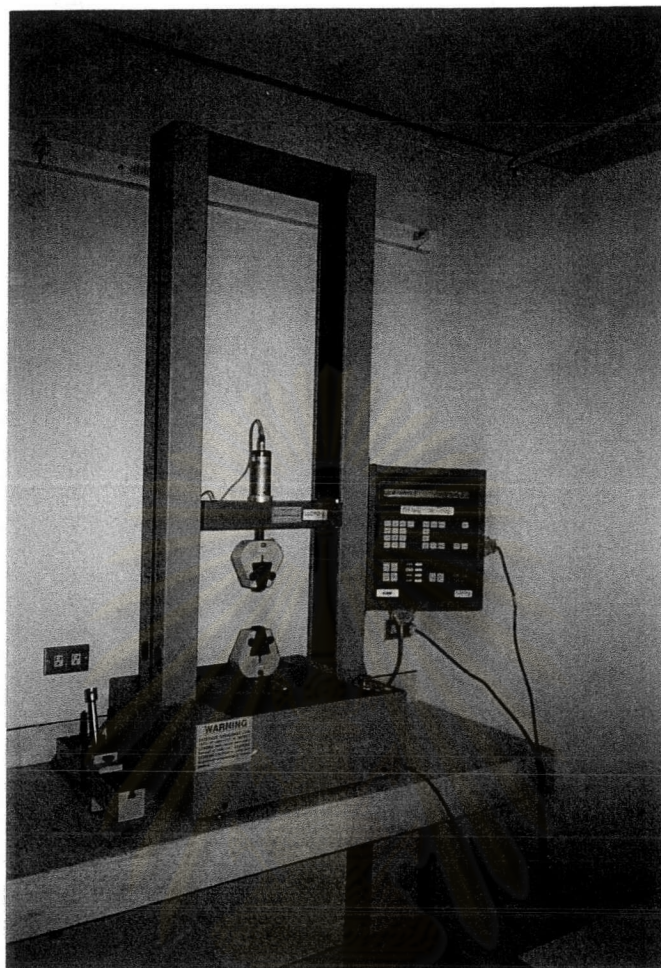
รูปที่ 6 เครื่อง Compression Molding Machine (Wabash Compression Machine)



รูปที่ 7 เครื่อง Injection Molding Machine (Arburg Allrounder รุ่น 270M 350-90)



รูปที่ 8 เครื่องทดสอบแรงกระแทก (Zwick รุ่น B5102)



รูปที่ 9 เครื่องทดสอบแรงดึง (Lloyd Universal Testing Machine)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบ

ตารางที่ 1 ผลการย่อยสลายขวดพลาสติกที่ใช้แล้วด้วยปฏิกิริยาอัลคาไลดีคอมโพสิชัน

ครั้งที่	น้ำหนักเพท ก่อนทำปฏิกิริยา (กรัม)	น้ำหนักเพท หลังทำปฏิกิริยา(กรัม)	เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเพท
1	38.47	2.30	94.02
2	38.42	1.78	95.38
3	38.46	2.05	94.67
4	38.46	1.55	95.97
5	38.44	3.11	91.91
ค่าเฉลี่ย			94.39
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			1.57

ค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเพทคำนวณจากสมการ ซึ่งแสดงดังนี้

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

เมื่อ PET_i คือ น้ำหนักเพทก่อนทำปฏิกิริยา และ

PET_f คือ น้ำหนักเพทหลังทำปฏิกิริยา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ความสูงของพีก H_{β} H_{α_1} H_{α_2} H_{α_3} และค่า K ของชิ้นงานไอโซเทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีผงสีกวินาครีโดนปริมาณ 0.0001-% โดยน้ำหนัก (E3B) ไอโซเทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีไดโซเดียมเทรฟทาเลตปริมาณ 0.25 - 2.50 % โดยน้ำหนัก (Na0.25-Na2.50) และไอโซเทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีแคลเซียมเทรฟทาเลตปริมาณ 0.25 - 2.50 % โดยน้ำหนัก (Ca0.25-Ca2.50)

ตัวอย่าง	H_{β}	H_{α_1}	H_{α_2}	H_{α_3}	ค่า K
E3B	1833	8069	2670	1191	0.586
Na0.25	3545	1445	3983	2027	0.131
Na0.50	3384	2064	3427	1804	0.193
Na0.75	3277	2190	3306	1710	0.209
Na1.00	3234	1748	3486	1809	0.170
Na1.50	2996	1481	4773	1832	0.134
Na2.50	2419	1450	7588	1669	0.110
Ca0.25	2905	812	3136	1629	0.096
Ca0.50	3109	1152	3345	1717	0.124
Ca0.75	2787	1248	3054	1595	0.144
Ca1.00	2934	1438	3182	1633	0.157
Ca1.50	2595	1265	3029	1497	0.151
Ca2.50	2558	1154	3181	1442	0.138

ค่า K คำนวณได้จากสมการซึ่งแสดงดังนี้

$$K = H_{\beta} / [H_{\beta} + (H_{\alpha_1} + H_{\alpha_2} + H_{\alpha_3})]$$

เมื่อ H_{β} คือความสูงของ β diffraction peak ที่มีมุม $2\theta = 16.1^{\circ}$ และ

H_{α_1} H_{α_2} และ H_{α_3} คือความสูงของ α diffraction peak ที่มีมุม $2\theta = 14.1$

16.9 และ 18.8° ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าความทนแรงกระแทกแบบ notched-Izod ของชิ้นงานทดสอบไอโซเทกติกพอลิโพรพิลีน (iPP) ไอโซเทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีผงสีควินาครีโดนปริมาณ 0.0001 %โดยน้ำหนัก (E3B) ไอโซเทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีไดโซเดียมเทรฟทาเลตปริมาณ 0.25 – 2.50 %โดยน้ำหนัก (Na0.25-Na2.50) และไอโซเทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีแคลเซียมเทรฟทาเลตปริมาณ 0.25 – 2.50 %โดยน้ำหนัก (Ca0.25-Ca2.50)

ตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
iPP	2.8	2.3	2.4	2.4	2.3	-	-	-	2.44	0.21
E3B	3.3	3.6	3.5	3.5	3.4	3.6	-	-	3.48	0.12
Na0.25	2.7	3.3	2.9	3.3	2.9	-	-	-	3.02	0.27
Na0.50	3.5	3.0	3.1	3.2	2.8	-	-	-	3.12	0.26
Na0.75	2.9	3.4	3.1	3.3	3.3	2.9	-	-	3.15	0.22
Na1.00	3.5	3.1	3.3	3.3	3.4	3.0	-	-	3.27	0.19
Na1.50	3.2	3.5	3.3	3.3	3.3	3.2	3.5	-	3.33	0.13
Na2.50	3.5	3.4	3.6	3.3	3.5	3.6	3.4	-	3.47	0.11
Ca0.25	3.2	2.7	2.9	2.7	3.2	3.2	-	-	2.98	0.25
Ca0.50	3.2	2.9	2.9	3.0	2.9	3.1	2.8	3.3	3.01	0.17
Ca0.75	2.9	3.2	3.0	3.2	2.9	3.3	-	-	3.08	0.17
Ca1.00	2.9	3.4	3.1	3.3	3.0	-	-	-	3.14	0.21
Ca1.50	3.2	3.1	3.2	3.0	3.3	3.4	-	-	3.20	0.14
Ca2.50	3.5	3.0	3.1	3.5	3.0	3.5	-	-	3.27	0.26

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ค่าความทนแรงดึงของชิ้นงานทดสอบไอโซแทกติกพอลิโพรพิลีน (iPP) ไอโซแทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีผงสีควินาคริโดนปริมาณ 0.0001 %โดยน้ำหนัก (E3B) ไอโซแทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีไดโซเดียมเทรฟทาเลตปริมาณ 0.25 – 2.50 %โดยน้ำหนัก (Na0.25-Na2.50) และ ไอโซแทกติกพอลิโพรพิลีนที่มีแคลเซียมเทรฟทาเลตปริมาณ 0.25 – 2.50 %โดยน้ำหนัก (Ca0.25-Ca2.50)

ตัวอย่าง	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
iPP	21.34	24.54	22.12	22.39	22.48	22.57	1.18
E3B	17.09	19.01	18.37	19.11	18.65	18.45	0.81
Na0.25	26.41	28.81	27.55	27.53	27.99	27.66	0.87
Na0.50	28.99	28.66	28.55	28.33	29.79	28.86	0.57
Na0.75	27.61	27.79	26.73	27.75	27.38	27.45	0.43
Na1.00	27.60	26.67	28.80	29.30	27.44	27.96	1.07
Na1.50	29.23	30.47	28.40	28.87	27.03	28.80	1.25
Na2.50	30.46	28.12	28.51	27.02	28.98	28.62	1.26
Ca0.25	21.70	21.52	22.28	22.21	23.54	22.25	0.79
Ca0.50	25.98	24.50	25.34	25.28	25.56	25.33	0.54
Ca0.75	25.65	24.80	25.16	25.92	24.30	25.17	0.65
Ca1.00	26.84	27.19	25.91	25.21	25.05	26.04	0.96
Ca1.50	26.11	27.31	26.79	26.06	26.13	26.48	0.55
Ca2.50	24.39	24.43	24.22	24.70	24.85	24.52	0.25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายนพดล เกิดดอนแฝก เกิดเมื่อวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2519 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ จากภาควิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2540 หลังจากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อภาคต้นของปีการศึกษา 2542 และสำเร็จการศึกษาในภาคต้นของปีการศึกษา 2544 รวมระยะเวลาในการศึกษา 2.5 ปี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย