รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชัชวาลย์ สุรัสวดี . พลาสติกย่อยสลายได้. วารสารพลาสติก. ฉบับที่ 6 (2538) : 43 – 51.

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ . เคมีพอลิเมอร์พื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ โอเอสพรินติ้งเฮาส์ , 2527.

ดารณี คูณาภินันท์ และ สุนีย์ ทิพย์ชัชวาลกุล. การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการแปรสภาพแป้งมันสำปะหลังด้วยกรด. ปริญญานิพนธ์บัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2528.

ปรีชา พหลเทพ . พอลิเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง , 2536.

พิรัช จันทรเวคิน. Biodegradable Plastic. ระยอง : บริษัท ปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด , 2539 (อัดสำเนา).

เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ 1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , (ม.ป.ป.) (เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์).

อมรรัตน์ ศรีไพจิตร . แนวทางใหม่ในการแก้ไขปัญหาขยะพลาสติก การเปลี่ยนขยะพลาสติกกลับไปเป็นสารเริ่มต้น. วารสาร กฟผ. ฉบับที่ 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2540) : 41.

อภิชาต สุขสำราญ . พลาสติกย่อยสลายได้. วารสารพลาสติก. ฉบับที่ 6 (2538) : 43 – 51.

ภาษาอังกฤษ

Banks , W. The structure and biosynthesis of the starch granules. In C.T. Greenwood (ed.) , Starch and its components. 1982 . pp. 243 – 260.

Bultler , T. Linear Low Density Polyethylene. Film Extrusion . Manual Process Material . Properties. Atlanta : Tappi Press , 1992 .

Byungtae , L., Anthony , L.P. , Alfred , F., and Theodore , B. B. Biodegradation of Degradable Plastic Polyethylene by Phanercchaete and Streptomyces species. Applied Environmental Micorbiology Vol. 57 (1992) : 678 – 685.

Daniels , C.A. Mechanical Properties. Polymers : Structure and Properties . Technomic Publishing. 1989.

Goheen , S.M., and Wool , R.P. Degradation of polyethylene – starch blend in soil. Journal of Applied Polymer Science. Vol. 42 (1992) : 1991.

Hocking , P.J. The classification , preparation and utility of degradable polymers . Review of Macromolecule Chemical Physic. Vol. 32 (1992) : 35 – 54.

Winkles , I.r. J.J.M.S. . Starch Modification. Industrial Starch. Vol. 3 (1992).

Jones Morton. Polymer Processing. : Chapman Hall , 1989.

Marachin , N.J. Polyethylene , Low Density Polythylene. In Bakker , M. The Wiley of Packing Technology. Canada : Wiley – Interscience , 1986.

Nakatsuka , S. , and Andrady , A.L. Thermogravimetric Determination of Starch Content in Starch – Polyethylene Blend Films. Journal of Applied Polymer Science. Vol.42 (1992) : 1881 – 1887.

Pearsky , J.S. . Long , J.M. .and Wool , R.P. Percolation effect in degradable polyethylene – starch blends. Journal of Applied Polymer Science. Vol. 29 (1991) : 565 – 579.

Roque , L.E. , Zivko , L.N. , Wei , S. , Jay – Iin , J. , and Robert , J.G.. Effect of compounding and starch modification on properties in starch filled low – density polyethylene. Industrial Engineering Research. Vol. 30 (1991) : 1841 – 1846.

Starchz , A.A. , and Zottola , E.A. Stability of cornstarch – containing polyethylene films to starch – degradation enzymes. Journal of Food Product. Vol. 55 (1992) : 736- 738.

Vicent , T.B. , and Boen , L.I.. Weathering of Starch – Polyethylene Composite Film in the Marine Environment. Journal of Applied Polymer Science. Vol. 48 (1993) : 2063 – 2074.

Yilmazer , U. Effect of the Processing Conditions and Blending with Linear Low Density Polythylene on the Properties of Low Density Polythylene Films. Journal of Applied Polymer Science. Vol. 42 (1991).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การหาสูตรที่เหมาะสมในการไฮโดรลิซิสแป้งมันสำปะหลัง เพื่อใช้ในการผลิตฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ดัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรด

ขั้นตอนการปรับปรุงสมบัติของแป้งมันสำปะหลังโดยวิธีการไฮโดรลิซิสด้วยกรด มีดังนี้

1. ใส่สารละลายกรดกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 0.15 โมลาร์ลงในของผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับน้ำซึ่งมีอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

2. นำสารที่เตรียมได้จากข้อ 1. ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยกวนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันแป้งตกตะกอนนอนก้น

3. เติมโซเดียมคาร์บอเนตเพื่อหยุดปฏิกิริยา

4. ล้างแป้งมันสำปะหลังที่ได้จนความเป็นกรดหมดไป

5. ล้างแป้งมันสำปะหลังที่หมดความเป็นกรดแล้วครั้งสุดท้ายด้วย เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95

6. อบแป้งที่ได้ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

7. ทำซ้ำดังข้อ 1.-6. โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของกรดดังข้อ 1. เป็น 0.3 ,0.45 และ 0.6 โมลาร์ ตามลำดับ

การผสมแป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรดกับพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดหนาแน่นต่ำโดยใช้เครื่องผสมบดสองลูกกลิ้ง

1. ชั่งแป้งมันสำปะหลังและพลาสติกในอัตราส่วน 5 : 95 โดยน้ำหนัก

2. ตั้งอุณหภูมิที่ลูกกลิ้งด้านหน้า และลูกกลิ้งด้านหลังของเครื่องบดผสมสองลูกกลิ้ง ที่อุณหภูมิ 140 และ 135 °C ตามลำดับ ให้อุณหภูมิทั้งสองนี้คงที่เป็นเวลา 30 นาที และจัดระยะห่างของลูกกลิ้งทั้งสองให้ห่างกัน 3 มิลลิเมตร

3. นำเม็ดพลาสติกใส่ในเครื่องผสมสองลูกกลิ้ง จนกระทั่งเม็ดพลาสติกเริ่มหลอม เดินเครื่อง ขณะที่พลาสติกกำลังหลอมเหลว ค่อยๆเติมแป้งที่เตรียมไว้ลงไปผสมกับพลาสติก เดินเครื่องต่อไปจนพลาสติกกับแป้งผสมกันดี ใช้เวลาในการผสมประมาณ 15 นาที

4. รีดพลาสติกที่ผสมกับแป้งเรียบร้อยแล้วออกมาเป็นแผ่นบางๆ

5. ตัดแผ่นพลาสติกที่ได้ออกเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปเข้าเครื่องย่อยพลาสติก เพื่อให้ได้เม็ดพลาสติกขนาดเล็กๆ

6. นำพลาสติกที่ผ่านเครื่องย่อยจากข้อ 5. มาทำการบดผสมอีกครั้งด้วยเครื่องบดผสมสองลูกกลิ้ง ใช้เวลาในการผสมประมาณ 15 นาที แล้วทำซ้ำดังข้อ 4. และ 5. อีกครั้ง

การเป่าฟิล์มพลาสติก ด้วยเครื่องเป่าฟิล์มพลาสติก

1. นำเม็ดพลาสติกที่ผสมกับแป้งเรียบร้อยแล้ว มาอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 100 °C จนไม่มีความชื้นเหลืออยู่ในเม็ดพลาสติกอีก

2. ตั้งอุณหภูมิที่สกรูของเครื่องเป่าฟิล์มพลาสติกในช่วงต่างๆ ดังนี้

Feed zone	อุณหภูมิ	140	°C
Compression zone	อุณหภูมิ	145	°C
Metering zone	อุณหภูมิ	150	°C
Die zone	อุณหภูมิ	155	°C

3. ใส่เม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำลงไปในเครื่องเป่าฟิล์ม เพื่อไล่พลาสติกที่ค้างอยู่ในเครื่อง

4. ใส่เม็ดพลาสติกผสมแป้งมันสำปะหลังที่อบแล้วแต่ละอัตราส่วน ลงในเครื่องเป่าฟิล์ม

5. เดินเครื่องเป่าฟิล์ม

ผลการผลิตฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ดัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรด

จากการทดลองพบว่ามีเพียงแป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 0.15โมลาร์เท่านั้นที่สามารถใช้ผลิตฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ดัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรดได้ ส่วนแป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรดไฮโดรคลอริค เข้มข้น 0.3 , 0.45 และ 0.6 โมลาร์นั้น ไม่สามารถใช้ผลิตฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ดัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การหาค่า Intrinsic Viscosity (ASTM 1601) และคำนวณหาน้ำหนักโมเลกุลของฟิล์ม

การหาค่า Intrinsic Viscosity มีค่าที่เกี่ยวข้องและวิธีการดังนี้

1. Relative Viscosity (Relative ratio)

คำนวณ relative viscosity ของสารละลายแต่ละความเข้มข้นได้จากสูตร

$$\eta_r = t / t_0$$

เมื่อ η_r หมายถึง relative viscosity (viscosity ratio)

t หมายถึง เวลาที่สารละลายพอลิเมอร์ไหลจากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งในหลอดรูเล็กของเครื่องวิสโคมิเตอร์

t_0 หมายถึง เวลาที่ตัวทำละลายไหลจากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งในหลอดรูเล็กของเครื่องวิสโคมิเตอร์

2. Specific Viscosity

คำนวณได้จากสูตร

$$\eta_{sp} = \eta_r - 1$$

เมื่อ η_{sp} หมายถึง specific viscosity

3. Reduced Viscosity

คำนวณได้จากสูตร

$$\eta_{red} = \eta_{sp} / c$$

เมื่อ η_{red} หมายถึง reduced viscosity

4. Intrinsic viscosity $[\eta]$

Intrinsic viscosity หาได้จากการสร้างกราฟระหว่าง ความเข้มข้นของสารละลายพอลิเมอร์ และ reduced viscosity เช่น แกน y จุดตัดแกน y ที่ได้ คือค่า Intrinsic viscosity

ค่า intrinsic viscosity ที่ได้มาจะนำมาใช้คำนวณน้ำหนักโมเลกุล จากสมการ

$$[\eta] = K\bar{M}_w^a$$

เมื่อ $[\eta]$ หมายถึง intrinsic viscosity

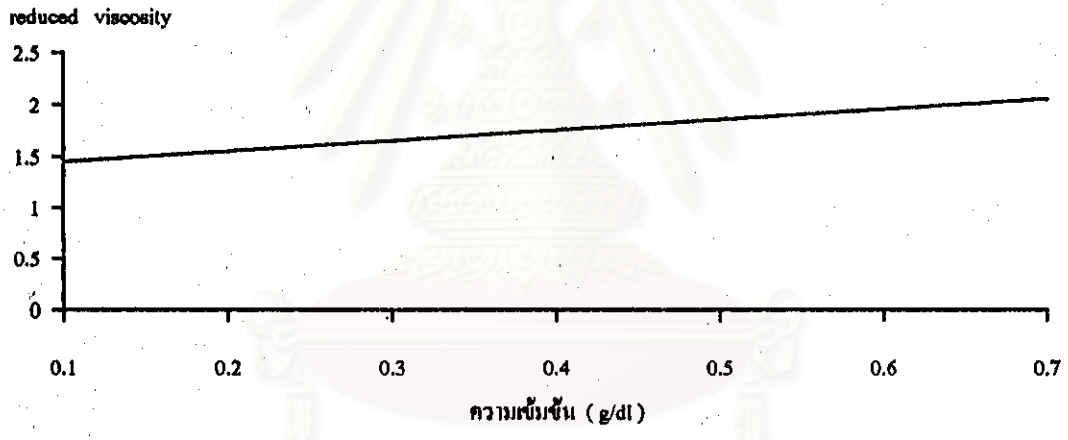
$\bar{M}_w$ หมายถึง น้ำหนักโมเลกุล

K , a หมายถึง ค่าคงที่ที่อุณหภูมิ 70 °C ค่า k มีค่า 3.873×10^{-4}

ค่า a มีค่า 0.738

ตัวอย่าง การหาค่า intrinsic viscosity ของฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่อุณหภูมิ 70 °C

ความเข้มข้นของสารละลายพอลิเมอร์ (g/dl)	t_1	t_2	t_3	t_{avg}	t_r	t_{sp}	$t_{sp/c}$
Solvent	1.5150	1.5119	1.5100	1.5123			
0.0924	1.1746	1.7193	1.7135	1.7410	1.1334	0.1334	1.4435
0.1847	1.9160	1.9179	1.9183	1.9174	1.2679	0.2679	1.4502
0.3693	2.3303	2.3322	3.3340	2.3322	1.5422	0.5422	1.4682
0.7385	3.1684	3.1615	3.1644	3.1648	2.0927	1.0927	1.4796



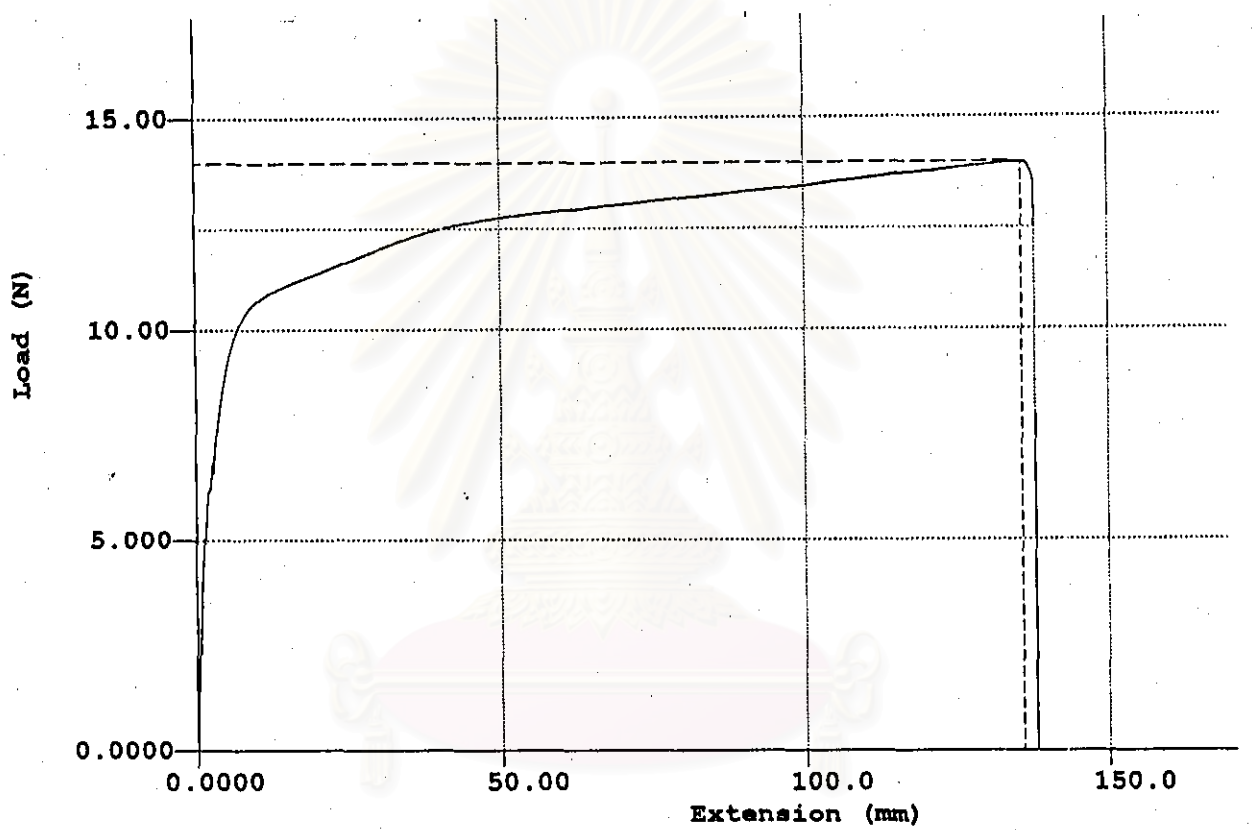
Intrinsic Viscosity = 1.44

การหาน้ำหนักโมเลกุลของฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ

$$1.44 = (3.873 \times 10^{-4}) \times \overline{M}_w^{0.738}$$

$$\overline{M}_w = 3.040 \times 10^4$$

ภาคผนวก ค



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป ค กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Load (N) กับ Extension (mm.) ของฟิล์มพอลิเอทิลีน ความหนาแน่นต่ำที่ดัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรด

ประวัติผู้วิจัย

นางสาว ฉันท์ทิพ คำนวณทิพย์ เกิดเมื่อวันศุกร์ที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2541 เข้ารับราชการที่คณะวิชานทคนิคเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย