

การทดลองของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่คิดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลัง
ซึ่งผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรด

นางสาว ฉันททิพ คำนวนทิพย์



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

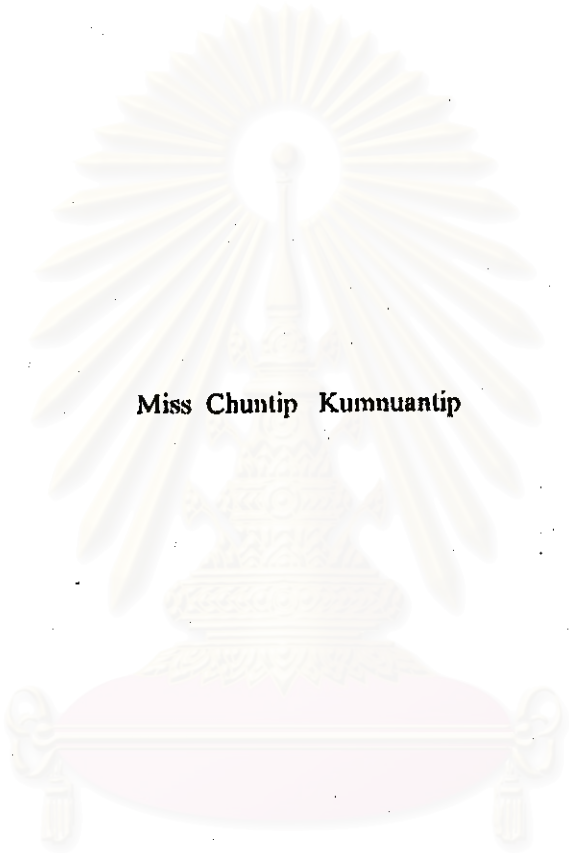
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-620-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**DREGRADATION OF LOW – DENSITY POLYETHYLENE MODIFIED
WITH ACID – HYDROLYSED TAPIOCA STARCH**



Miss Chuntip Kumnuantip

**สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Applied Polymer Science and Textile Technology

Department of Materials Science

Graduate School

Chulalongkorn University

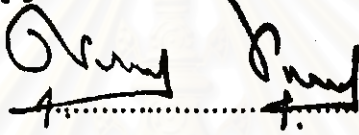
Academic Year 1997

ISBN 974-638-620-4

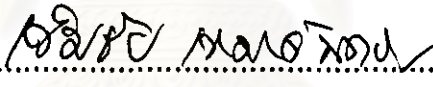
แบบพิมพ์หน้าอนุมัติภาษาไทย

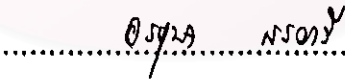
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสลายตัวของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่คิดแปรด้วยแป้งมัน
สำหรับหัตถ์ซึ่งผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรด
โดย นางสาว ฉันททิพย์ คำนวนทิพย์
ภาควิชา วัสดุศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ อรุษา สรวารี


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

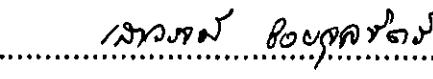

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุตวัฒน์ สุตวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เข้มชัย เหมะจันทร์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ อรุษา สรวารี)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพบูรณ์ สันติสุข)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เสาวรณ ชั่วจตุจักร)

ฉิบรรได้บจกกับบทกัตต์ยอ้าวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ฉันททิพ ฉ่านวณทิพย์ : การสลายตัวของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่คักแปรคัวอ
แป็งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิจิสคัวด้วยกรค (DEGRADATION OF LOW - DENSITY
POLYETHYLENE FILM MODIFIED WITH ACID - HYDROLYSED TAPIOCA
STARCH) อ.ที่ปริกษา : รศ.อรอุษา สรวารี , 82 หน้า . ISBN 974-638-620-4

งานวิจัยนี้ได้ทดลองผลิตฟิล์มพลาสติกที่สามารถสลายคัวด้วยวิธีทางชีวภาพ จากเม็ดพลาสติก
พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ถูคคักแปรคัวอแป็งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิจิสคัวด้วยกรคร้อยละ 5
และ 10 โดยน้ำหนัก การทดสอบการสลายคัวทางชีวภาพของฟิล์มกระทำโดยการทดสอบคัวอเชื้อรา
Aspergillus niger และคัวอการฝักคิน คักตามความคัวอหน้าของการสลายคัวโดยศึกษาการเปลี่ยแปลง
สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของฟิล์มคัวออย่าง

ในการวิจัยพบว่าฟิล์มที่คักแปรคัวอแป็งมันสำปะหลังมีแนวโน้มสลายคัวทางชีวภาพได้ถ้าอยู่ใน
สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาศาสตร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต ศ.อรอุษา สรวารี
ลายมือช้ออาจารย์ที่ปริกษา อ.อรอุษา สรวารี
ลายมือช้ออาจารย์ที่ปริกษาถ้วน

C826377 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY
KEY WORD:

POLYETHYLENE/TAPIOCA STARCH/DEGRADATION

CHUNTIP KUMNUANTIP : DEGRADATION OF LOW-DENSITY POLYETHYLENE
FILM MODIFIED WITH ACID-HYDROLYSED TAPIOCA STARCH. THESIS

ADVISOR : ASSOC.PROF.ONUSA SARAVARI 82 pp. ISBN 974-638-620-4

This research was aimed to produce the biodegradable film from low-density polyethylene modified with acid hydrolysed tapioca starch. The degradation of the films containing 5 and 10 % by weight of tapioca starch was investigated. The biodegradation of the film was examined by using *Asperigillus niger* fungi and soil burial test. The progress of degradation was followed by testing physical changes and mechanical properties of the samples.

It is found that the low-density polyethylene film modified with acid-hydrolysed tapioca starch tends to be biodegraded in a suitable environmental condition.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... วัสดุศาสตร์

สาขาวิชา... วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์

ปีการศึกษา..... 2540

ลายมือชื่อนิติ..... อนพวัน คำทองจันทร์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ.พรหม น.สงวน

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จรุด่วงไปได้ด้วยดีได้รับคำแนะนำปรึกษาทางด้านวิชาการได้รับความเอื้อเฟื้อเพื่อสถานที่ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือสำหรับการวิจัย ตลอดจนได้รับความช่วยเหลือแนะนำแนวทางด้านต่างๆ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ อรุณา สรวารี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย อาจารย์จากรัตน์ นิยมเกียรติคุณ อาจารย์ประจำคณะวิชาเทคนิคเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ที่ช่วยเหลือแนะนำให้การเลี้ยงเชื้อรา ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และศูนย์เทคโนโลยีวัสดุแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และเครื่องมือในการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

นอกจากนี้ ขอขอบคุณ บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด ที่อนุเคราะห์มีคพลาสติกชนิด LDPE บริษัท สำปะหลังพัฒนา จำกัด ที่อนุเคราะห์แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการไฮโดรลิซิสด้วยกรด

สำหรับทุนในการวิจัยในเรื่องนี้ ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวัสดุศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณ วารุณี ฟางหวานิช และ นักศึกษา แผนกวิชาเคมีปฏิบัติการ คณะวิชาเทคนิคเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิจัยจนสำเร็จ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฅ
บทที่	
1 บทนำ	1
2 วารสารปริทัศน์	3
2.1 พอลิเอทิลีน	3
2.1.1 กระบวนการผลิต LDPE	4
2.1.2 โครงสร้างและสมบัติเฉพาะตัวของ LDPE	5
2.2 แป้ง (starch)	8
2.2.1 องค์ประกอบและสมบัติของแป้งธรรมชาติ	8
2.2.2 กระบวนการไฮโดรลิซิสแป้งด้วยกรด	10
2.3 กระบวนการที่ใช้ในการผลิตฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ดัดแปรด้วยแป้งซึ่งผ่าน กระบวนการไฮโดรลิซิสด้วยกรด	12
2.3.1 การผสมพลาสติกกับแป้งโดยเครื่องผสมสองลูกกอล์ฟ	12
2.3.2 การผลิตฟิล์ม	13
2.4 การสลายตัวของพลาสติก	17
2.4.1 ลักษณะการสลายตัวของพลาสติก	17
2.4.2 การสลายตัวทางชีวภาพของพลาสติก	18
2.4.3 แนวทางการผลิตพอลิเมอร์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้	19
2.5 การทดสอบสมบัติของฟิล์มที่สลายตัวทางชีวภาพ	21
2.5.1 ความแข็งแรงของวัสดุ	21
2.5.2 น้ำหนักโมเลกุล	22
3 การทดลอง	25
3.1 ขั้นตอนการวิจัย	25
3.2 สารเคมีและวัสดุดิบ	25

	หน้า
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	26
3.4 วิธีดำเนินการวิจัย	27
3.4.1 การปรับปรุงสมบัติของแป้งมันสำปะหลังโดยวิธีการไฮโดรลิจิตด้วยกรด	27
3.4.2 การศึกษาสมบัติของแป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการไฮโดรลิจิตด้วยกรด.....	27
3.4.3 การผลิตฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่ตัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่ง ผ่านการไฮโดรลิจิตด้วยกรด	28
3.4.4 การนำฟิล์มมาผ่านกระบวนการย่อยสลาย	30
3.4.5 การทดสอบสมบัติของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่ตัดแปรด้วยแป้งมัน สำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิจิตด้วยกรด	31
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	33
4.1 การทดสอบสมบัติของแป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการปรับปรุงสมบัติโดยการไฮโดรลิจิต ด้วยกรด	33
4.1.1 การศึกษาลักษณะรูปร่างของแป้งมันสำปะหลังด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope	33
4.1.2 การหาความหนืดของแป้งมันสำปะหลัง	35
4.1.3 การศึกษาโครงสร้างของแป้งมันสำปะหลังด้วยเครื่อง Raman – Spectroscopy	35
4.2 การผลิตฟิล์มพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ตัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่าน การไฮโดรลิจิตด้วยกรด	37
4.2.1 การหาอัตราส่วนโดยน้ำหนักที่เหมาะสมระหว่างพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำผสม แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการไฮโดรลิจิตด้วยกรด.....	37
4.2.2 ความแข็งแรงของฟิล์มที่ผลิตได้	38
4.2.3 ค่าการดูดซึมน้ำของฟิล์มที่ผลิตได้	40
4.3 การสลายตัวของฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ตัดแปรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่าน การไฮโดรลิจิตด้วยกรด	42
4.3.1 ความแข็งแรงของฟิล์ม	42
4.3.2 การตรวจดูโครงสร้างบริเวณผิวของฟิล์ม.....	48
4.3.3 การหาน้ำหนักโมเลกุลของฟิล์ม	68
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	73
5.1 สรุปผลการทดลอง	73
5.2 ข้อเสนอแนะ	74

	หน้า
ราชการอ้างอิง	75
ภาคผนวก	77
ประวัติผู้วิจัย	82



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการจำแนกชนิดของพอลิเอทิลีนตามความหนาแน่นตามมาตรฐาน ASTM	4
ตารางที่ 3.1 สมบัติทางกายภาพของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเกรด JJ 4324	26
ตารางที่ 3.2 ปริมาณแป้งมันสำปะหลังและพลาสติก พอลิเอทิลีนชนิดหนาแน่นต่ำที่ใช้ในการเตรียมของผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับพลาสติกในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 โดยน้ำหนัก.....	28
ตารางที่ 3.3 ภาวะต่างๆ บริเวณสวนผลไม้ เขต บางขุนเทียน ที่ใช้ในการฝังพลาสติก	30
ตารางที่ 3.4 ภาวะต่างๆ บริเวณบ้านพักอาศัย เขต บางเขน ที่ใช้ในการฝังพลาสติก	30
ตารางที่ 4.1 ค่าความหนืดของแป้งมันสำปะหลังทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงสมบัติ.....	35
ตารางที่ 4.2 ผลการผลิตฟิล์มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ตัดแปรรด้วยแป้งมันสำปะหลังซึ่งผ่านการไฮโดรลิกซ์ด้วยกรด ในอัตราส่วนต่างๆ.....	37
ตารางที่ 4.3 ความแข็งแรงของฟิล์มที่ผลิตได้.....	39
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของฟิล์มพลาสติกที่ได้	41
ตารางที่ 4.5 ค่าความทนแรงดึงของฟิล์มที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย.....	42
ตารางที่ 4.6 ค่าการยืดออกที่จุดขาดของฟิล์มที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย	45
ตารางที่ 4.7 ค่าอินทรินซิกวิตคอสติซติของฟิล์มที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย	68
ตารางที่ 4.8 ค่าน้ำหนักโมเลกุลของฟิล์มที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย.....	70

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างโมเลกุลของพอลิเอทิลีน	3
รูปที่ 2.2 แผนภาพการเตรียม LDPE ในเตาปฏิกรณ์ที่ความดันสูง.....	5
รูปที่ 2.3 รายละเอียดโครงสร้างของสปีซูโกลด์.....	6
รูปที่ 2.4 การยอมให้แสงผ่านพอลิเมอร์ที่มีความเป็นผลึกต่างกัน.....	7
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของอะมิโลส.....	9
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของอะมิโลเพกติน.....	9
รูปที่ 2.7 การไฮโดรลิซิสแป้งด้วยกรด.....	11
รูปที่ 2.8 เครื่องผสมสองลูกกลิ้ง.....	12
รูปที่ 2.9 เครื่องเป่าฟิล์มชนิดสกรูเดี่ยว.....	14
รูปที่ 2.10 ลักษณะของฟิล์มที่ได้จากการเป่าฟิล์ม.....	16
รูปที่ 2.11 tie chain ที่เกิดขึ้นจากแรงดึง.....	17
รูปที่ 2.12 กลไกการย่อยสลายแป้งในพลาสติกโดยจุลินทรีย์.....	20
รูปที่ 2.13 การหายไปของเม็ดแป้งในพลาสติก	20
รูปที่ 2.14 เครื่องทดสอบความทนแรงดึง.....	22
รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักโมเลกุลและความทนแรงดึง.....	23
รูปที่ 2.16 เครื่องวัดโคมิเตอร์แบบต่างๆ.....	24
รูปที่ 4.1 ลักษณะของเม็ดแป้งแห้งทั้งชนิดที่ไม่ผ่าน และผ่านการไฮโดรลิซิส ด้วยกรด	34
รูปที่ 4.2 รามานสเปกตรัมของแป้งแห้งทั้งชนิดที่ไม่ผ่าน และผ่านการไฮโดรลิซิส ด้วยกรด	36
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความทนแรงดึงของฟิล์มที่ผลิตได้.....	40
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการยืดออกที่จุดขาดของฟิล์มที่ผลิตได้.....	40
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าการดูดซึมน้ำของฟิล์มชนิดต่างๆ	41
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าความทนแรงดึงของฟิล์มที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย.....	44
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าการยืดออกที่จุดขาดของฟิล์มที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย.....	47
รูปที่ 4.8 พื้นผิวของฟิล์มพลาสติกชนิดต่างๆ ที่ยังไม่ได้ผ่านการย่อยสลาย.....	49
รูปที่ 4.9 พื้นผิวของฟิล์ม LDPE ที่ผ่านการฝังดินในบริเวณสวนผลไม้ เขต บางขุนเทียน เป็นเวลา 1 เดือน , 3 เดือน และ 5 เดือน.....	50
รูปที่ 4.10 พื้นผิวของฟิล์ม LDPE - S 5 % ที่ผ่านการฝังดินในบริเวณสวนผลไม้ เขต บางขุนเทียน เป็นเวลา 1 เดือน , 3 เดือน และ 5 เดือน.....	51

รูปที่ 4.26 พื้นผิวของฟิล์ม LDPE – S 026 H 10 % ที่วางบนอาหารแห้งเชื้อราเป็นเวลา 1 เดือน , 3 เดือน และ 5 เดือน.....	67
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงน้ำหนักโมเลกุลของฟิล์มที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย.....	72



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย