

ผลของพลาดิไซเซอร์ต่อสมบัติของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปร



นายสุวิทย์ เอื้อโสภณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4785-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF PLASTICIZERS ON PROPERTIES OF MODIFIED CASSAVA STARCH FILMS

Mr. Suvit Uasopon



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
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

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4785-3



สุวิทย์ เอื้อโสภณ : ผลของพลาสติกไซเซออร์ต่อสมบัติของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปร.  
(EFFECTS OF PLASTICIZERS ON PROPERTIES OF MODIFIED CASSAVA STARCH  
FILMS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. วิมลวรรณ พิมพ์พันธุ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. รจนา ศิริสุข  
87 หน้า. ISBN 974-17-4785-3

แป้งมันสำปะหลังดัดแปรสามารถสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาระหว่างแป้งมันสำปะหลังกับ  
มาเลอิกแอนไฮไดรด์ โดยใช้ไซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และน้ำเป็นตัวทำละลาย ทำ  
ปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำให้เป็นกลางด้วยกรด  
ไฮโดรคลอริก จากนั้น นำแป้งที่ผ่านการดัดแปรมาผสมกับพลาสติกไซเซออร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้พลาสติก-  
ไซเซออร์ 4 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอล ซอร์บิทอล กรดสเตียริก และน้ำมันปาล์ม โดยผสมที่ปริมาณ 5 10 15  
และ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของแป้ง นำของผสมที่ได้มาขึ้นรูปเป็นแผ่นด้วยวิธีการหล่อ แล้วนำไป  
วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมี สัณฐานวิทยา และพฤติกรรมทางความร้อนด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์ม  
อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่ง  
แคลอริมิเตอร์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า ชนิดและปริมาณของพลาสติกไซเซออร์มีผลต่อสมบัติด้าน  
แรงดึงและความสามารถในการดูดซึ่มความชื้นของฟิล์มเป็นอย่างมาก ฟิล์มเหล่านี้มีความทนทานต่อ  
ไขมันและน้ำมันดีมาก แต่ไม่ทนทานต่อน้ำ กรด และด่าง นอกจากนี้ ฟิล์มดังกล่าวยังมีความทนทาน  
ต่อสภาพบรรยากาศที่ต่ำกว่าและมีความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพที่สูงกว่าฟิล์มแป้ง  
ดัดแปรที่ไม่ผสมพลาสติกไซเซออร์ ผลการทดลองทั้งหมดบ่งชี้ว่า ในพลาสติกไซเซออร์ทั้งหมดที่ศึกษา  
ซอร์บิทอลที่ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของแป้ง เป็นพลาสติกไซเซออร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับฟิล์ม  
แป้งมันสำปะหลังดัดแปร

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวัสดุศาสตร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ

ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## 4572634323 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY

KEY WORD : CASSAVA STARCH / GLYCEROL / SORBITOL / STEARIC ACID / PALM OIL

SUVIT UASOPON : EFFECTS OF PLASTICIZERS ON PROPERTIES OF MODIFIED  
CASSAVA STARCH FILMS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. VIMOLVAN PIMPAN,  
Ph.D. THESIS COADVISOR : ASST. PROF. RATJANA SIRISOOK. 87 pp.

ISBN 974-17-4785-3

Modified cassava starch was synthesized from the reaction between cassava starch and maleic anhydride using sodium hydroxide as a catalyst and water as a solvent at 50°C for 2 hours. After neutralization with hydrochloric acid solution, the modified starch was mixed with a plasticizer. In this research, four types of plasticizers including glycerol, stearic acid, palm oil and sorbitol were used. Their amounts were varied from 5, 10, 15 and 20 %w/w of starch. Plasticized modified starch films were formed by casting. Their chemical structures, morphology and thermal behavior were analyzed by FT-IR spectroscopy, SEM and DSC, respectively. In addition, it was found that the type and the amount of plasticizers had significant effects on the tensile properties and moisture absorption of the cast films. These films exhibited excellent oil resistance and poor water, acidic and alkali resistances. They also had lower weathering resistance and higher biodegradability than unplasticized modified starch film. Furthermore, it was found that sorbitol at 5 %w/w of starch was among the most suitable plasticizer for modified cassava starch films.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Materials Science

Field of study APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGY

Academic year 2003

Student's signature..... *Suvit Uasopon*.....

Advisor's signature..... *Vimolvan Pimpan*.....

Co-advisor's signature..... *Ratjana Sirisook*.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างสมบูรณ์นั้นเป็นเพราะได้รับคำแนะนำด้านวิชาการ ความเอื้อเฟื้อในด้านเครื่องมือ วัสดุดิบ และสถานที่สำหรับทำวิทยานิพนธ์อีกทั้งยังได้รับความช่วยเหลือและแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆเป็นอย่างดี

ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. วิมลวรรณ พิมพพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาและแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ และ ผศ. รจนา ศิริสุข ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณ รศ. เสาวรณ ช่วยจุลจิตร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. ไพพรรณ สันติสุข และ ผศ. ดร. ประณัฐ โพธิยะราช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์ทดสอบวิทยาลัยปิโตรและพอลิเมอร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่จากสถาบันต่างๆทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคุณพินัย เกียรติเทพวรรณ บริษัท ไทยวา จำกัด(มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์แบ่งมันสำปะหลังที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บริษัท มรกตอินดัสตรี จำกัด(มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำมันปาล์มที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา ขอขอบคุณพี่ๆและเพื่อนๆนิสิตภาควิชาวัสดุศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือ ทั้งกำลังกายและกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี อีกทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าจนสามารถสร้างสรรค์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ

## บทที่

1	บทนำ.....	1
2	ทฤษฎีและวารสารปริทรรศน์.....	3
2.1	พลาสติกกับการย่อยสลาย.....	3
2.1.1	การสลายตัวของพอลิเมอร์.....	3
2.1.2	พลาสติกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ.....	5
2.2	แป้ง.....	7
2.2.1	องค์ประกอบและสมบัติของแป้งธรรมชาติ.....	8
2.2.2	แป้งมันสำปะหลัง.....	12
2.2.3	แป้งดัดแปร.....	13
2.2.3.1	วิธีการดัดแปรทางกายภาพ.....	13
2.2.3.2	วิธีการดัดแปรทางเคมี.....	14
2.2.3.3	วิธีการดัดแปรทางเทคโนโลยีชีวภาพ.....	19
2.2.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแป้งและแป้งดัดแปรมาใช้ในการเตรียม พลาสติกที่ย่อยสลายทางชีวภาพ.....	20
2.3	พลาสติกไฮเซออร์.....	25
2.3.1	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพลาสติกไฮเซออร์.....	26
2.3.1.1	ทฤษฎีการหล่อลื่น.....	26
2.3.1.2	ทฤษฎีการละลาย.....	26
2.3.1.3	ทฤษฎีความชื้น.....	27
2.3.2	ชนิดของพลาสติกไฮเซออร์.....	27

บทที่	หน้า
2.3.2.1 ฟทาเลตเอสเทอร์.....	27
2.3.2.2 เอสเทอร์ของอะลิฟาติกไดแอลคิล.....	28
2.3.2.3 ไตรแอลคิลเอสเทอร์.....	28
2.3.2.4 อีพอกซีพลาสติกไซเซออร์.....	29
2.3.2.5 พอลิเอสเทอร์พลาสติกไซเซออร์.....	29
2.3.2.6 ฟอสเฟตเอสเทอร์.....	29
3 การทดลอง.....	34
3.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี.....	34
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	35
3.3 วิธีการทดลอง.....	36
3.3.1 การเตรียมแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสมพลาสติกไซเซออร์.....	36
3.3.2 การขึ้นรูปและการหาระยะเวลาการแห้งตัว.....	37
3.3.3 การวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมี.....	38
3.3.4 การตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา.....	39
3.3.5 การทดสอบสมบัติต่างๆ.....	40
3.3.5.1 สมบัติด้านแรงดึง.....	40
3.3.5.2 ความสามารถในการดูดซึ่มความชื้น.....	41
3.3.5.3 ความทนทานต่อไขมันและน้ำมัน.....	42
3.3.5.4 ความทนทานต่อสารเคมี.....	43
3.3.5.5 ความทนทานต่อสภาพบรรยากาศ.....	44
3.3.5.6 ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ.....	45
3.3.5.7 สมบัติทางความร้อน.....	46
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	47
4.1 ลักษณะทั่วไปของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสมและผสม พลาสติกไซเซออร์.....	47
4.2 โครงสร้างทางเคมีของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสมและผสม พลาสติกไซเซออร์.....	49
4.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่ไม่ผสมและผสมพลาสติกไซเซออร์.....	53



4.4	สมบัติต่างๆของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสมและผสมพลาสติกไฮเซอร์.....	54
4.4.1	ความทนแรงดึง.....	54
4.4.2	ความสามารถในการยืดดึง ณ จุดขาด.....	56
4.4.3	มอดุลัสยืดหยุ่น.....	57
4.4.4	ความสามารถในการดูดซึมความชื้น.....	58
4.4.5	ความทนทานต่อไขมันและน้ำมัน.....	60
4.4.6	ความทนทานต่อสารเคมี.....	61
4.4.7	ความทนทานต่อสภาพบรรยากาศ.....	62
4.4.8	ความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพโดยการฝังดิน.....	64
4.4.9	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ผสมชอว์บิทอล.....	65
5.	สรุปผลการทดลอง.....	67
	รายการอ้างอิง.....	69
	ภาคผนวก.....	73
	ภาคผนวก ก.....	74
	ภาคผนวก ข.....	82
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	87

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความทนทานต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ของพลาสติกชนิดต่างๆ.....	6
2.2 ปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพกตินของแป้งชนิดต่างๆ.....	10
3.1 ปริมาณของวัตถุติดและสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมแป้งมันสำปะหลังดัดแปรผสม พลาสติกไฮเซออร์.....	37
3.2 ประเภทของตัวทำละลายที่ใช้ในการทดสอบความทนทานต่อสารเคมี.....	43
4.1 ความทนทานต่อไขมันและน้ำมันของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่ผสมพลาสติกไฮเซออร์ชนิดต่างๆ.....	60
4.2 ความทนทานต่อสารเคมีของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่ผสมพลาสติกไฮเซออร์ชนิดต่างๆ.....	61
4.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่หายไปหลังเข้าเครื่อง Xenotest ของฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง ดัดแปรที่ไม่ผสมและผสมพลาสติกไฮเซออร์ชนิดต่างๆ.....	62

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน.....	9
2.2 โครงสร้างโมเลกุลของแป้งที่มีอะไมโลสและอะไมโลเพกติน.....	10
2.3 โครงสร้างของไมเซลล์และกลไกการบวมตัวของเม็ดแป้ง.....	11
2.4 ปฏิริยาการสังเคราะห์แป้งไดสตาซโฟสเฟต.....	15
2.5 โครงสร้างแป้งครอสลิงก์.....	15
2.6 โครงสร้างแป้งอีเทอร์.....	16
2.7 การสังเคราะห์แป้งอะซิเตต.....	17
2.8 ปฏิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของฟอสฟอไรเลต.....	27
2.9 ปฏิริยาการสังเคราะห์ไตรแอสไตเอสเทอร์.....	28
2.10 ปฏิริยาการเตรียมน้ำมันอพอกซิไดซ์.....	29
2.11 ปฏิริยาการเตรียมฟอสเฟตเอสเทอร์.....	30
2.12 สูตรโครงสร้างของกลีเซอรอล.....	31
2.13 สูตรโครงสร้างของซอร์บิทอล.....	31
2.14 สูตรโครงสร้างของกรดสแตียริก.....	32
2.15 สูตรโครงสร้างน้ำมันปาล์ม.....	33
3.1 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการตัดแปรง.....	36
3.2 ลักษณะแม่แบบที่ใช้ในการหล่อฟิล์มแป้งมันสำปะหลังตัดแปรง.....	38
3.3 เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.....	39
3.4 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	39
3.5 เครื่อง Universal Tensile Testing.....	40
3.6 การทดสอบความทนทานต่อไขมันและน้ำมัน.....	42
3.7 เครื่อง Xenotest.....	44
3.8 การทดสอบความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพโดยการฝังดิน.....	45
3.9 เครื่องดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริมิเตอร์.....	46
4.1 ฟิล์มแป้งมันสำปะหลังตัดแปรงที่ไม่ผสม (ก) และผสมพลาสติไซเซอร์ (ข-จ).....	48
4.2 ปฏิริยาการตัดแปรงมันสำปะหลังด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรด์.....	49
4.3 เอฟทีไออาร์สเปกตรัมของแป้งที่ไม่ได้ตัดแปรง แปรงตัดแปรงไม่ผสมพลาสติไซเซอร์และ แปรงตัดแปรงผสมกลีเซอรอล ซอร์บิทอล และน้ำมันปาล์ม.....	51

4.4	เอฟทีไออาร์สเปกตรัมของแป้งดัดแปรผสมน้ำมันปาล์มที่ปริมาณต่างๆ.....	52
4.5	ภาพถ่าย SEM ที่กำลังขยาย 150 เท่าของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสม (ก) และผสมพลาสติกไฮเซอรัชนิดต่างๆ (ข-ง).....	53
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างความทนแรงดึงกับของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรกับปริมาณพลาสติกไฮเซอรัชนิดต่างๆที่ผสมในฟิล์ม.....	54
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการยืดดึง ณ จุดขาดของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรกับปริมาณพลาสติกไฮเซอรัชนิดต่างๆที่ผสมในฟิล์ม.....	56
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสยืดหยุ่นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรกับปริมาณพลาสติกไฮเซอรัชนิดต่างๆที่ผสมในฟิล์ม.....	57
4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึ่มความชื้นของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรกับปริมาณพลาสติกไฮเซอรัชนิดต่างๆที่ผสมในฟิล์ม.....	58
4.10	ลักษณะของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสมและผสมพลาสติกไฮเซอรัหลังการทดสอบความทนทานต่อสภาพบรรยากาศ.....	62
4.11	ลักษณะของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรทุกสูตรหลังจากผึ่งดินนาน 1 วัน.....	64
4.12	ลักษณะของฟิล์มแป้งมันสำปะหลังดัดแปรทุกสูตรหลังจากผึ่งดินนาน 3 วัน.....	64
4.13	DSC เทอร์โมแกรมของแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ไม่ผสมและผสมซอร์บิทอลที่มีปริมาณต่างๆกัน.....	65
4.14	เอฟทีไออาร์สเปกตรัมของแป้งดัดแปรผสมซอร์บิทอลที่ปริมาณต่างๆ.....	66