การพัฒนาฟิล์มพลาสติกชีวภาพ จากพอลิแลคติกแอซิดร่วมกับวัสดุธรรมชาติ

กัลยกร เทียนชัย

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤศจิกายน 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ กัลยกร เทียนชัย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.สมคิด ใจตรง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.อรรถพล เชยศุภเกตุ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ แก้วขาว)

.....กรรมการ

(ดร.สมคิด ใจตรง)

.....กรรมการ

(ดร.อรรถพล เชยศุภเกตุ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุปราณี แก้วภิรมย์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)

วันที่ 8 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์
สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.)
กระทรวงศึกษาธิการ (ศธ.)

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและอุปการคุณจากผู้เกี่ยวข้องหลายท่าน ต่อไปนี้ อาจารย์ ดร.สมคิด ใจตรง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.อรรถพล เชยศุภเกตุ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ แก้วขาว ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุปราณี แก้วภิรมย์ ตัวแทนฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กรรมการสอบ อาจารย์ ดร.วิเชียร ศิริพรม คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ที่กรุณาให้ความเห็น คำปรึกษาแนะนำเพิ่มเติม และอาจารย์ ดร.เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมและพิษวิทยา (EHT) โครงการบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) กระทรวงศึกษาธิการ (ศธ.) สำหรับทุนผู้วิจัย ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยศึกษา ณ มหาวิทยาลัยบูรพา

ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ พ่อ แม่ ที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ พี่ น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคน รวมถึงท่านอื่นที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จด้วยดี

กัลยกร เทียนชัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

52910165: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: พลาสติกชีวภาพ/ พอลิแลคติกแอซิด/ วัสดุธรรมชาติ

กัลยกร เทียนชัย: การพัฒนาฟิล์มพลาสติกชีวภาพ จากพอลิแลคติกแอซิดร่วมกับวัสดุธรรมชาติ (DEVELOPMENT OF BIOPLASTIC FROM POLYLACTIC ACID WITH NATURAL MATERIALS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สมคิด ใจตรง, Ph.D., อรรถพล เชยศุภเกตุ, Ph.D. 140 หน้า. ปี พ.ศ. 2555.

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการเตรียมพลาสติกจากพอลิแลคติกแอซิด ร่วมกับวัสดุธรรมชาติ โดยใช้พอลิแลคติกแอซิด เป็นส่วนประกอบหลัก และเลือกใช้วัสดุธรรมชาติจากวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ได้แก่ ไคโตซาน เมทิลเซลลูโลส และเปลือกไข่ เป็นวัสดุผสมในอัตราส่วน 7:3 ด้วยเทคนิคการระเหยของตัวทำละลาย และทำการศึกษาถึงคุณสมบัติของพลาสติกในด้านต่าง ๆ อันประกอบด้วย สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น-ใส ความหนา คุณสมบัติด้านการละลายน้ำ คุณสมบัติด้านแรงดึงและการยืดของแผ่นฟิล์ม รวมถึงลักษณะด้านพื้นผิว สำหรับสมบัติทางเคมี ได้แก่ ลักษณะด้านโครงสร้างผลึกของฟิล์ม ลักษณะทางเคมีของแผ่นฟิล์ม นอกจากนั้นยังศึกษาสมบัติทางชีววิทยา ได้แก่ คุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของแผ่นฟิล์ม ซึ่งจากการวิเคราะห์ลักษณะทางโครงสร้างของวัสดุธรรมชาติที่จะนำมาเป็นวัสดุผสม พบว่ามีเพียงพอลิแลคติกแอซิด และผงเปลือกไข่เท่านั้นที่มีลักษณะทางโครงสร้างเป็นผลึก ส่วนเมทิลเซลลูโลส และไคโตซาน มีลักษณะโครงสร้างเป็นผลึกกึ่งอสัณฐานและเมื่อนำวัสดุดังกล่าวไปผสมกับพอลิแลคติกแอซิด ในอัตราส่วน 7:3 พบว่ามีเพียงฟิล์มจากการผสมเปลือกไข่เท่านั้นที่สามารถผลิตขึ้นเป็นฟิล์มได้ และมีลักษณะทางโครงสร้างเป็นผลึก มีธาตุองค์ประกอบหลักประกอบด้วยธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และ ไทเทเนียม และเมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมผงเปลือกไข่ มีลักษณะของแผ่นฟิล์มซ้อนกันเป็นชั้น ๆ อย่างชัดเจน ทั้งค่าความใสและการละลายน้ำของฟิล์มจะลดลง ในส่วนของด้านความแข็งแรงของวัสดุ พบว่าฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมผงเปลือกไข่ มีคุณสมบัติดีที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผงเปลือกไข่เป็นวัสดุที่เหมาะสมที่สุดในการใช้เป็นวัสดุสำหรับการเสริมแรงของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิด เมื่อเทียบกับเมทิลเซลลูโลส และไคโตซาน นอกจากนั้นเมื่อทดสอบคุณสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรียพบว่าผงเปลือกไข่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ และเมื่อนำฟิล์มพลาสติกไปทดสอบ พบว่าอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดีขึ้นตามอัตราส่วนของผงเปลือกไข่ที่เพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

52910165: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: BIODEGRADABLE/ POLY(LACTIC ACID)/ NATURAL MATERIALS

KANYAKORN TEANCHAI: DEVELOPMENT OF BIOPLASTIC FROM POLYLACTIC ACID WITH NATURAL MATERIALS. ADVISORY COMMITTEE: SOMKIT JAITRONG, Ph.D., ATTAPOL CHOEYSUPPAKET, Ph.D. 140 P. 2012.

This research aims to prepare biodegradable plastic, using poly lactic acid (PLA) as the main component and waste materials from agriculture such as chitosan, (CS), methyl cellulose, (MC) and the eggshell (ES) is fillers. The ratio of mixture among PLA and natural material was 7:3 prepared using solvent casting techniques. The Physical properties of film for example, thickness, water solubility and transparency were studied, as well as tensile strength and elongation properties. For chemical properties, the crystal structure and the elements were also investigated. The results showed that the eggshells and PLA were crystalline, while the chitosan and methyl cellulose was Semi-crystalline. For the result of synthesis cooperation plastic film which 7:3 ratios found that only eggshell can be create the cooperation plastic film. The elemental composition in cooperation plastic film is Ca, P, and Ti, when consider physical characteristic from the photograph, SEM found that the film from eggshell composite has the look of stacked layers clearly, and then the water solubility and transparency of the film is reduced. The strength of film after investigation found that the film from eggshell composite have the optimum properties. So that, egg shell powder is the best material to be used as materials for reinforcement of plastic film on PLA. In addition, the antibacterial properties the egg shell powder could inhibit the growth of bacteria, and corresponding with the film from eggshell composite, which found that the growth rate of bacteria increased with increasing eggshell powder content.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 2

ขอบเขตของการวิจัย..... 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

พลาสติกย่อยสลายได้..... 4

พอลิแลคติกแอซิด..... 13

ไคโตซาน..... 19

เมทิลเซลลูโลส..... 27

เปลือกไข่..... 31

สารเพิ่มความยืดหยุ่น..... 38

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์..... 40

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 53

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 56

ขั้นตอนการวิจัย..... 56

วัตถุดิบ และสารเคมี..... 57

อุปกรณ์และเครื่องมือการวิจัย..... 58

วิธีดำเนินการวิจัย..... 58

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	62
การวิเคราะห์สมบัติของฟิล์ม	62
การวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุ	62
ลักษณะของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมวัสดุธรรมชาติ	75
สมบัติทางด้านความขุ่น-ใส	79
คุณสมบัติลักษณะด้านโครงสร้างผลึก	81
คุณสมบัติลักษณะธาตุองค์ประกอบทางเคมี	83
คุณลักษณะด้านพื้นผิว	88
สมบัติด้านความหนา	88
คุณสมบัติด้านความสามารถในการละลายน้ำ	95
คุณสมบัติด้านแรงดึงและการยืด	95
คุณสมบัติการต้านเชื้อจุลินทรีย์	99
5 อภิปรายและสรุปผลการวิจัย	102
บรรณานุกรม	104
ภาคผนวก	110
ภาคผนวก ก	111
ภาคผนวก ข	113
ภาคผนวก ค	120
ประวัติย่อของผู้วิจัย	128

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบระยะเวลาการย่อยสลายของวัสดุชนิดต่าง ๆ	4
2	แสดงการเปรียบเทียบวัสดุบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ	18
3	ความสามารถในกรละลายของไคโตซานในสารละลายชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นของกรดต่าง ๆ กัน	23
4	สมบัติของฟิล์มเมทิลเซลลูโลสที่ไม่ใส่พลาสติไซเซอร์	31
5	องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกไข่	32
6	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของวัสดุธรรมชาติ	69
7	แสดงความเป็นได้ของฟิล์มผสม	75
8	ลักษณะของแผ่นฟิล์ม	76
9	แสดงความเป็นได้ของฟิล์มผสม PLA : ES	77
10	ลักษณะของแผ่นฟิล์ม PLA และ PLA:ES ในอัตราส่วนต่าง ๆ	78
11	ปริมาณธาตุองค์ประกอบทางเคมีของแผ่นฟิล์ม	83
12	ความสามารถในการละลายน้ำและความหนาของฟิล์ม	94
13	แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย	99

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วงจรวัฏจักรพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ	9
2	แสดงการเข้ากันได้ของพอลิเมอร์ผสม	11
3	แสดงโครงสร้างโมเลกุลของพอลิแลคติกแอซิด	13
4	แสดงขั้นตอนการเกิดและการย่อยสลายพอลิแลคติกแอซิด	14
5	โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส ไคติน และไคโตซาน	20
6	ขั้นตอนการผลิตไคตินและไคโตซาน	21
7	ผลของเวลาในการกำจัดหมู่อะซิติล (ในสารละลาย NaOH 50%, อุณหภูมิ 118°C) ที่มีค่าความหนืดสารละลายไคโตซาน	24
8	ความสัมพันธ์ของความหนืดและอุณหภูมิของไคโตซาน	25
9	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานกับความหนืดในสารละลายต่าง ๆ	26
10	โครงสร้างทั่วไปของเซลลูโลส และเมทิลเซลลูโลส	27
11	ความหนืดปรากฏและอัตราการเฉือนของของเหลวที่พฤติกรรมการไหลต่าง ๆ	29
12	ลักษณะของเปลือกไข่ (ภาคตัดขวาง)	33
13	โครงสร้างภาคตัดขวางของเปลือกไข่	33
14	ภาพอิเล็กตรอนแบบสแกนของพื้นผิวด้านนอกของชั้นเคลือบผิวไข่	34
15	โครงสร้างสารครอนดรอยทิน ซัลเฟต เอ และ บี	35
16	โครงสร้างกรดไฮยารูโรนิก	36
17	ลักษณะรูพรุนแบบฟองน้ำของเปลือกไข่ชั้นนอก	36
18	บราเวส์แลตทิซทั้ง 14 แบบใน 3 มิติ	40
19	เครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน (X-ray diffraction)	41
20	แผนภาพของเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน	44
21	แสดงการปลดปล่อยรังสีเอกซ์	45
22	แสดงการเกิดเบรมส์ตราลุง	46
23	แสดงการทำงานของ SEM	50
24	ลักษณะเครื่องทดสอบแรงดึงและอุปกรณ์วัดระยะยืด	53

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิจัย	57
26	แผนภาพ XRD ของพอลิแลคติกแอซิด (PLA) ,ไคซาน (CS) ,เมทิลเซลลูโลส (MC) และเปลือกไข่ (ES)	64
27	แผนภาพ XRD ของเปลือกไข่จากโรงงาน (ES-F) และห้างสรรพสินค้า (ES-M)	66
28	แผนภาพ XRD ของ ไคโตซาน (CS) และเมทิลเซลลูโลส (MC)	68
29	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของพอลิแลคติกแอซิด (PLA)	70
30	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของไคโตซาน (CS)	71
31	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของเมทิลเซลลูโลส (MC)	72
32	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของเปลือกไข่จากโรงงาน (ES-F)	73
33	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของเปลือกไข่จากห้างสรรพสินค้า (ES-M)	74
34	แสดงสมบัติการส่องผ่านแสงของฟิล์ม	80
35	แผนภาพ XRD ของฟิล์ม PLA ผสม ES ในอัตราส่วนต่าง ๆ	82
36	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิด (PLA)	84
37	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมผงเปลือกไข่ (9:1)	85
38	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมผงเปลือกไข่ (8:2)	86
39	ปริมาณธาตุองค์ประกอบของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมผงเปลือกไข่ (7:3)	87
40	ภาพถ่ายของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิด (PLA)	89
41	แสดงภาพถ่ายของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมผงเปลือกไข่ในอัตราส่วน 9:1	90
42	แสดงภาพถ่ายของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมผงเปลือกไข่ในอัตราส่วน 8:2	92
43	แสดงภาพถ่ายของฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมผงเปลือกไข่ในอัตราส่วน 7:3	93
44	คุณสมบัติด้านแรงดึงและการยืด	97
45	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ขีดจำกัดการยืดหยุ่น และร้อยละการยืด	98

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University