โครงงานวิจัยทางวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์

ประจำปีการศึกษา 2564

การศึกษาบรรจุภัณฑ์อาหารที่สามารถย่อยสลายได้จากแป้งมันสำปะหลังผสมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว

(A Study of Biodegradable Food Packaging from Tapioca Starch Mixed with Natural Fibers from Rice Straw)

โดย

นางสาวทักษิกา สุดแป้น

รหัสประจำตัวนิสิต 612091047

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.เสาวณีย์ สิงห์สโรทัย

โครงงานวิจัยเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์

มหาวิทยาลัยทักษิณ

2564

โครงงานวิจัยทางวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์

ประจำปีการศึกษา 2564

การศึกษาบรรจุภัณฑ์อาหารที่สามารถย่อยสลายได้จากแป้งมันสำปะหลังผสมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว

(A Study of Biodegradable Food Packaging from Tapioca Starch Mixed with Natural Fibers from Rice Straw)

โดย

นางสาวทักษิกา สุดแป้น

รหัสประจำตัวนิสิต 612091047

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.เสาวณีย์ สิงห์สโรทัย

โครงงานวิจัยเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์

มหาวิทยาลัยทักษิณ

2564

ใบรับรองรายวิชาโครงงาน

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์

มหาวิทยาลัยทักษิณ

ชื่อโครงงาน : การศึกษาบรรจุภัณฑ์อาหารที่สามารถย่อยสลายได้จากแป้งมันสำปะหลังผสมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว

ชื่อ-ชื่อสกุล : นางสาวทักษิกา สุดแป้น

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์ ดร.เสาวณีย์ สิงห์สโรทัย)
ประธานที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบปากเปล่าโครงงาน

(อาจารย์ ดร.อนิดา เพ็ชรแก้ว)
ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา พัชรสิทธิ์)
กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ศุภชัย สัตยานุรักษ์)
กรรมการ

(อาจารย์ ดร.กรกนก อุบลชลเขต)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยทักษิณ อนุมัติให้รับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาโครงงานฯ ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ ของมหาวิทยาลัยทักษิณ

(อาจารย์ ดร.อนิดา เพ็ชรแก้ว)
ประธานหลักสูตร

วันที่ เดือน พ.ศ. 2565

การศึกษาบรรจุภัณฑ์อาหารที่สามารถย่อยสลายได้จากแป้งมันสำปะหลังผสมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว

A Study of Cassava Starch Biodegradable Food Packaging Mixed with Natural Fibers from Rice Straw

นางสาวทักษิกา สุดแป้น รหัสประจำตัวนิสิต 612091047
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ ดร.เสาวณีย์ สิงห์สโรทัย

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฟางข้าวที่เกษตรกรเหลือทิ้งมาต่อยอดให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่าทางเกษตรด้วยการพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารเพื่อทดแทนการใช้จานโฟม โดยนำฟางข้าวแห้งมาสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 5 10 และ 15 %w/v ที่อุณหภูมิ 60 80 และ 100 ºC และใช้เวลา 30 60 และ 90 นาที ตามลำดับ พร้อมศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากนั้นนำเส้นใยฟางข้าวที่ได้ไปขึ้นรูปเป็นด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน โดยใช้สัดส่วนน้ำหนักเส้นใยฟางข้าว/แป้งมันสำปะหลัง/น้ำเป็น 0.5/1/10 และแปรค่าความหนาของชิ้นตัวอย่างที่ 2 และ 4 mm และสุดท้ายนำชิ้นตัวอย่างไปตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและทดสอบในสมบัติต่างๆ พบว่า เส้นใยฟางข้าวที่ได้จากการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น15% w/v ใช้ความร้อนอุณหภูมิ 80 ºC และให้เวลานาน 90 นาที มีสีเหลืองอ่อนและขนาดเล็กที่สุด และเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เส้นใยมีสีขาวมากขึ้น ขนาดเล็กลงเล็กน้อย และกระจายตัวได้ดี ชิ้นตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปมีพื้นผิวที่เรียบและมีความแน่นตัวสูงขึ้น รวมไปถึงมีสมบัติการพองตัวตามความหนาที่ต่ำ จึงเหมาะต่อการพัฒนาไปใช้งานในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารที่สามารถย่อยสลายได้ในอนาคต

คำสำคัญ: เส้นใยธรรมชาติ ฟางข้าว แป้งมันสำปะหลัง

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยฉบับนี้ดำเนินการลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำของอาจารย์ ดร.เสาวณีย์ สิงห์สโรทัย และอาจารย์ ดร.กรกนก อุบลชลเขต ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และความร่วมมือในการทำโครงงาน ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาโครงงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบคุณงานวิจัยทุกงานวิจัยและแหล่งข้อมูลทุกแหล่งข้อมูลที่ข้าพเจ้าได้นำมาอ้างอิงในการจัดทำโครงงานวิจัยฉบับนี้

และขอขอบคุณบุคคลท่านอื่นที่ข้าพเจ้าไม่ได้กล่าวถึง ในการช่วยเหลือจนทำให้การจัดทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากโครงงานวิจัยฉบับนี้ ผู้เขียนขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บิดามารดาและบูรพาจารย์ที่เคยอบรมส่งสอน รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทักษิกา สุดแป้น

ผู้จัดทำ

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา โครงงานทางวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ 2 (1002402) ระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเนื้อหาในโครงงานวิจัยฉบับนี้ จักมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ หากโครงงานวิจัยฉบับนี้ผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยไว้ ณ ที่นี้ และขอน้อมรับคำเสนอแนะ เพื่อจะได้ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ทักษิกา สุดแป้น

ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ข

คำนำ ..... ค

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 แผนการดำเนินงาน **3**

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ **4**

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **5**

2.1 ทฤษฎี 5

2.1.1 เส้นใยธรรมชาติ 5

2.1.2 องค์ประกอบของเส้นใยพืช 6

2.1.3 เส้นใยฟางข้าว 8

2.1.4 แป้งมันสำปะหลัง 8

2.1.5 กระบวนการแปรรูปแป้งมันสำปะหลัง 9

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง 10

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย **5**

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย....14

3.1.1 วัสดุ อุปกรณ์....14

3.1.2 เครื่องมือ....14

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย....17

3.2.1 การเตรียมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว.... 17

3.2.2 การเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง.... 17

3.2.3 การศึกษาสมบัติของพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เตรียมได้.... 18

3.3 การวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย....20

บทที่ 4 ผลการทดลอง....21

4.1 ผลการศึกษาการเตรียมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว....21

4.1.1 ผลกระทบของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)....21

4.1.2 ผลกระทบของความร้อน.... 22

4.1.3 ผลกระทบของเวลา.... 23

4.1.4 ผลกระทบของการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2).... 24

4.2 ผลการศึกษาความเป็นได้ในการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง24

4.3 ผลการทดสอบสมบัติต่างๆของพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง....25

4.3.1 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึง.... 25

4.3.2 ผลการหาค่าความชื้น.... 26

4.3.3 ผลการทดสอบการดูดซับน้ำ.... 27

4.3.4 ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนา....27

4.2.5 ผลการศึกษาการย่อยสลายทางชีวภาพ.... 28

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 28

5.1 ผลการศึกษาการเตรียมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว 29

5.2 ผลการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติ 29

5.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติบางประการของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าว 29

5.4 **ข้อเสนอแนะ** 30

สารบัญภาพ

เรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส 6
ภาพที่ 2 โครงสร้างลิกนิน 7
ภาพที่ 3 โครงสร้างโมเลกุลของเพกทิน 8
ภาพที่ 4 เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน 14
ภาพที่ 5 เครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน 15
ภาพที่ 6 เครื่องกวนสารแบบใบพัด 15
ภาพที่ 7 ตู้อบความร้อนไฟฟ้า 15
ภาพที่ 8 ตาชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง 16
ภาพที่ 9 ตาชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง 16
ภาพที่ 10 เครื่องทดสอบแรงดึง 16
ภาพที่ 11 เครื่องวัดความหนา 17
ภาพที่ 12 แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าวขนาด 1.5cm×11.5cm 18
ภาพที่ 13 แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าวขนาด 3 cm×3 cm 19
ภาพที่ 14 ลักษณะของเส้นใยฟางข้าวที่ได้จากการใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ 5 10 และ15 % w/v 21
ภาพที่ 15 ลักษณะของเส้นใยฟางข้าวที่เตรียมได้จากการใช้ความร้อนที่แตกต่างกัน 22
ภาพที่ 16 ลักษณะของเส้นใยฟางข้าวเมื่อใช้เวลาในการสกัดที่30 60 และ90 นาที 23
ภาพที่ 17 ลักษณะของพอลิเมอร์ธรรมชาติที่ผ่านการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน 24
ภาพที่ 18 กราฟแสดงค่าความต้านทานแรงดึงของพอลิเมอร์ธรรมชาติ 25

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 19 กราฟแสดงค่าความชื้นเฉลี่ยของพอลิเมอร์ธรรมชาติ 26
ภาพที่ 20 กราฟแสดงค่าดูดซับน้ำของเฉลี่ยพอลิเมอร์ธรรมชาติ..... 27
ภาพที่ 21 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการพองตัวของพอลิเมอร์ธรรมชาติ 28
ภาพที่ 22 กราฟแสดงค่าการย่อยสลายทางชีวภาพเฉลี่ยของพอลิเมอร์ธรรมชาติ..... 28

สารบัญตาราง

เรื่อง **หน้า**

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงานวิจัย.....3

ตารางที่ 2 น้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่ได้จากการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน.....21

ตารางที่ 3 น้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่ได้จากการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น5 10 และ 15 % w/v และให้ความร้อนที่ 60 80 และ100 ºC.....22

ตารางที่ 4 น้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่เตรียมได้จากการใช้เวลาที่แตกต่างกันในการสกัดที่ 30 60 และ 90 นาที.....23

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวปีละประมาณ 70 ล้านไร่ คิดเป็น 46.40% ของพื้นที่ทำการเกษตร ในแต่ละปีมีฟางข้าวเหลือทิ้งในนาข้าวเฉลี่ย 27 ล้านตัน และมีตอซังข้าวที่ตกค้างอยู่ประมาณ 18 ล้านตัน นับเป็นพืชที่มีปริมาณฟางและตอซังมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ การจัดการกับฟางข้าวเหลือทิ้งจะมีหลายวิธี เช่น นำไปเลี้ยงสัตว์ ใช้คลุมหน้าดินเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นหรือใช้ในการเพาะเห็ด เป็นต้น หากแต่ชาวนาส่วนใหญ่มักใช้วิธีการ “เผา” เพื่อให้เกิดความสะดวกในการไถเตรียมดิน เนื่องจากเป็นวิธีเตรียมพื้นที่สำหรับการทำนาครั้งต่อไปได้เร็วที่สุด แต่ว่าการเผาฟางข้าวนับเป็นอีกหนึ่งปัญหาในการสร้างมลพิษที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในอากาศ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันเป็นอย่างมาก ด้วยเล็งเห็นถึงปัญหาและอยากต่อยอดจากสิ่งที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ โดยการจะแปรรูปให้เป็นภาชนะบรรจุอาหารจากฟางข้าว เนื่องจากฟางข้าวมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เนื้อเซลล์ 21% ผนังเซลล์ 79% เซลลูโลส 33% เฮมิเซลลูโลส 26% ลิกนิน 7% ซิลิกา 13% และเมื่อพิจารณาปริมาณเซลลูโลสที่สูงจะช่วยทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง และปริมาณลิกนินสูงจะช่วยทำให้แผ่นใยอัดติดกันได้ดี และเส้นใยที่ยาวจะทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งแรง จึงคิดค้นงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเส้นใยจากฟางข้าวมาเป็นส่วนผสมในการผลิตภาชนะบรรจุอาหารมาทดแทนจานโฟมที่อาจมีสารอันตรายปนเปื้อนลงในอาหาร ซึ่งสารอันตรายเหล่านี้ ได้แก่ สไตรีน (Styrene) ที่มีผลเสียต่อร่างกายมนุษย์ คือ ทำลายระบบฮอร์โมนในร่างกาย มีผลต่อระบบประสาท เม็ดเลือดแดง ตับ และไต เมื่อสัมผัสกับผิวหนังและตา หรือสูดดมเข้าไป จะทำให้เยื่อเมือกเกิดการระคายเคือง มีอาการไอและหายใจลำบาก ปวดศีรษะ ง่วงซึม และเบนซิน (Benzene) ที่จัดเป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่ม 2B (กลุ่มสารที่อาจจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์) จึงเล็งเห็นว่าควรเร่งทำวิจัยที่สามารถนำเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติไปประยุกต์ในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากแป้งมันสำปะหลัง มีราคาถูก และหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป นอกจากนี้ยังไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย จึงเหมาะสมที่จะนำมาเตรียมวัสดุสำหรับการผลิตเป็นภาชนะบรรจุอาหาร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษากระบวนการเตรียมเส้นใยฟางข้าว

2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง

3. ศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ ของพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลังที่เตรียมได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะเส้นใยฟางข้าว อันได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโดรอกไซด์ (NaOH) ความร้อน และเวลาที่ใช้ในการสกัดเส้นใย

2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง

3. ศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวและแป้งสำปะหลังที่เตรียมได้ ได้แก่ การทดสอบแรงดึง (Tensile test) การทดสอบความชื้น (Humidity test) การทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water absorption) การทดสอบการพองตัวตามความหนา (Thickness swelling) และการทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation test)

1.4 แผนการดำเนินงานวิจัย

ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย เป็นเวลาทั้งหมด 8 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2564 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2565 โดยมีแผนการดำเนินงานเริ่มจากรวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วางแผนการทำงาน ออกแบบการทดลอง เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย เตรียมเส้นใยฟางข้าว ศึกษาหระบวนการขึ้นรูปชิ้นตัวอย่าง ตรวจสอบลักษณะเฉพาะและทดสอบสมบัติต่างๆ วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผล และปิดสุดท้ายด้วยการจัดทำรูปเล่มโครงงานวิจัย ซึ่งแบ่งเป็นกิจกรรมดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1

รวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วางแผนการทำงาน และออกแบบการทดลอง

กิจกรรมที่ 2

เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

กิจกรรมที่ 3

เตรียมเส้นใยฟางข้าว โดยการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

กิจกรรมที่ 4

นำเส้นใยที่ฟางข้าวที่ได้จากกิจกรรมที่ 3 มาอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ตรวจสอบทางกายภาพและทดสอบสมบัติต่างๆ ของชิ้นตัวอย่าง อาทิเช่น ความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) ความชื้น (Humidity) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) การพองตัวตามความหนา (Thickness swelling) และการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation)

กิจกรรมที่ 5

วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และจัดทำรูปเล่มโครงงานวิจัยฉบับสมบรูณ์

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการทำงาน/เดือน	**พ.ศ.2564-2565**							
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. รวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วางแผนการทำงาน และออกแบบการทดลอง	■	■	■	■				
2. เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย				■	■			
3. เตรียมเส้นใยฟางข้าว โดยการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)					■	■	■	
4. นำเส้นใยที่ฟางข้าวที่ได้จากกิจกรรมที่ 3 มาอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ตรวจสอบลักษณะเฉพาะทางกายภาพและทดสอบสมบัติต่างๆ ของชิ้นงานตัวอย่าง							■	■
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และจัดทำรูปเล่มโครงงานวิจัยฉบับสมบรูณ์							■	■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปัจจัยที่เหมาะสมต่อการสกัดเส้นใยฟางข้าว

2. ทราบถึงความเป็นไปได้ในการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง

3. ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง

4. ทราบถึงลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ ของพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เตรียมได้จากเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติ (Natural fibers) เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์มาเป็นเวลานาน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติ ได้แก่ พืช สัตว์ และสินแร่ต่างๆ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์จากเส้นใยธรรมชาติที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีสมบัติเด่น คือ น้ำหนักเบา เป็นฉนวนความร้อนที่ดี สวมใส่สบาย ปลอดภัยจากสารเคมี และมีความสวยงามเฉพาะตัว สามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1) เส้นใยจากพืช หรือเส้นใยจากเซลลูโลส (Cellulose fibers) เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ฝ้าย ป่าน ปอ กระเจาะ มะพร้าว หรือปาล์ม เป็นต้น

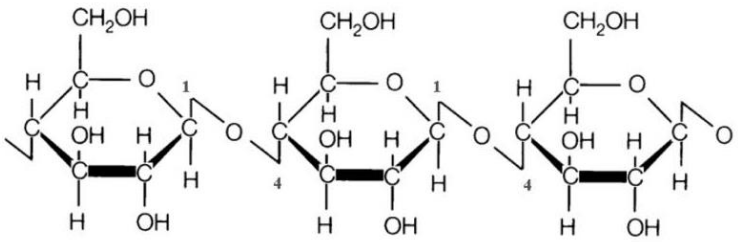
2) เส้นใยจากสัตว์ หรือเส้นใยโปรตีน (Protein fibers) เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยสารประเภทโปรตีน ได้แก่ ขนสัตว์ ผม และเส้นใยไหม เป็นต้น

3) เส้นใยจากสินแร่ (Mineral fibers) เช่น แร่ใยหิน (Asbestos) ที่มีสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ทนความร้อนได้สูง มีความเหนียว และไม่นำไฟฟ้า

เส้นใยธรรมชาติมีบทบาทสำคัญในการนำมาใช้ในการผลิตเป็นสารเสริมแรงแทนเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีอยู่โดยทั่วไปในประเทศไทยและบางชนิดอาจเป็นวัสดุเหลือใช้จากงานด้านการเกษตร เนื่องจากการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับกระบวนการขึ้นรูปเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิต วัสดุเหลือใช้จากงานด้านการเกษตรจึงเป็นตัวเลือกที่ดีและเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย วัสดุผสมที่ได้จะมีน้ำหนักเบา ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และผู้ผลิต สามารถเป็นฉนวนกันความร้อนและย่อยสลายได้ง่าย ส่วนข้อด้อยของเส้นใยธรรมชาติ คือ มีความไม่คงที่ ไม่ทนความร้อน ความแข็งแรงไม่สูงมาก และดูดซึมความชื้น จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงผิวของเส้นใยธรรมชาติให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

2.1.2 องค์ประกอบของเส้นใยพืช

- เซลลูโลส (Cellulose) เป็นคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) แบบฮอโมพอลิแซ็กคาไรด์ (Homopolysaccharide) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส (Glucose) มาต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (Glycosidic bond) ที่ตำแหน่งบีต้า -1,4 (b-1,4) เป็นสายยาวมากกว่า 2,000 โมเลกุล



ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส

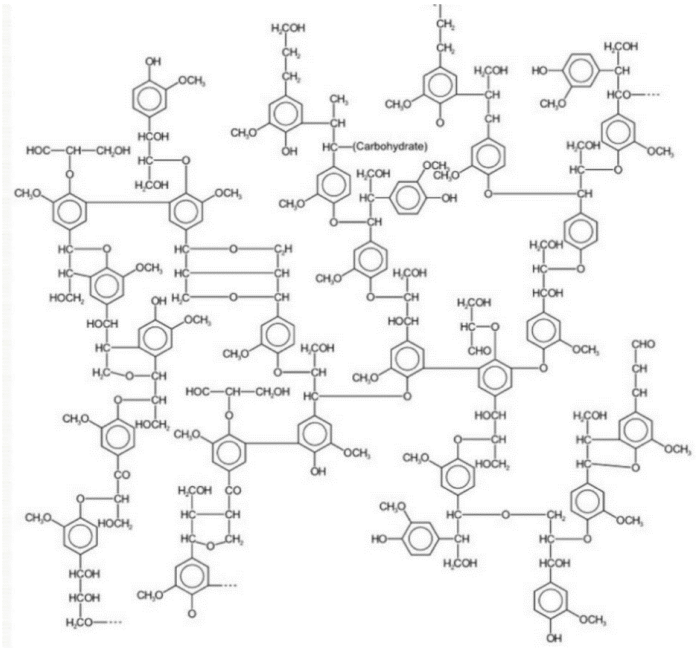
ที่มา: http://www.foodnetworksolution.com

เซลลูโลสเป็นโครงสร้างหลักของผนังเซลล์พืช เช่น ผัก ผลไม้ และ เมล็ดธัญพืช โดยอยู่รวมกับเฮมิเซลลูโลส และเพกทินเซลลูโลสจัดเป็นเส้นใยอาหาร (Dietary fiber) ชนิดที่ไม่ละลายในน้ำ และไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ และสัตว์กระเพาะเดี่ยว

เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เป็นคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ในโมเลกุลของเฮมิเซลลูโลสเป็นแบบเฮ็ตโทโรแซ็กคาไรด์ (Heteropolysaccharide) ที่ประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิด มีน้ำตาลไซโลส (Xylose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (Glycosidic bond) ที่ตำแหน่งบีตา (1-4) เป็นโซ่หลัก อาจมีน้ำตาลแมนโนส (Mannose) กาแล็กโทส (Galactose) หรือกลูโคส (Glucose) มาต่อกันเป็นโซ่หลักด้วย และมีน้ำตาลชนิดอื่นมาต่อกันเป็นโซ่สาขาหรือโซ่แขนง ได้แก่ น้ำตาลอะราบิโนส (Arabinose) กรดกลูโคโรนิก (Glucuronic acid)

เฮมิเซลลูโลส จัดเป็นเส้นใยอาหาร (Dietary fiber) ที่ไม่ละลายน้ำ ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์กระเพาะเดี่ยว สามารถละลายได้ในสารละลายด่างเจือจาง สมบัติทางกายภาพที่สำคัญคือ มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) และแลกเปลี่ยนไอออนประจุบวก (Cation exchange) เมื่ออยู่ในกระเพาะอาหารและลำไส้ของมนุษย์

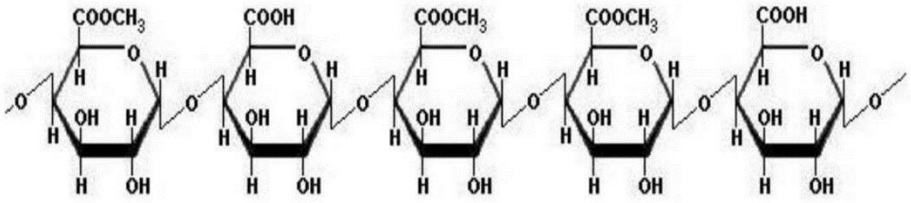
ลิกนิก (Lignin) เป็นสารประกอบพอลิเมอร์ไม่มีรูปผลึก จะเกาะกันอยู่ในชั้นระหว่างเส้นใย (Middle lamella) ซึ่งทำหน้าที่ยึดเกาะเส้นใยเข้าด้วยกัน และมีบางส่วนผสมอยู่ในเส้นใยด้วยโครงสร้างพื้นฐานของลิกนิน คือ ฟีนิลโพรเพน (Phenylpropane) หรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 9 อะตอม ประมาณ 65-67% ปัจจุบันยังไม่สามารถแยกลิกนินบริสุทธิ์ออกมาได้ ดังนั้นการศึกษาถึงโครงสร้างของลิกนินให้ชัดเจนจึงไม่อาจกระทำได้ แต่มีผู้ศึกษาสูตรเคมีซึ่งวิเคราะห์ได้เป็น $C_9H_{8.83}O_{2.37}(OCH_3)_{0.96}$ โดยมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 3,000–30,000



ภาพที่ 2 โครงสร้างลิกนิน

ที่มา: http://www.promma.ac.th/main/chemistry/boonrawd_site/lignin.htm

เพกทิน (Pectin) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) แบบเฮ็ตโทโรแซ็กคาไรด์ (Heteropolysaccharide) โมเลกุลของเพกทินเป็นพอลิเมอร์ของ α-D-Galacturonic acid ที่เชื่อมต่อด้วยพันธะไกลโคไซด์ (Glycosidic bond) ชนิดแอลฟา 1-4 ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิลอิสระ (COOH) และหมู่คาร์บอกซิลที่รวมอยู่กับเมทิล ($COOCH_3$) ด้วยปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (Esterification)



ภาพที่ 3 โครงสร้างโมเลกุลของเพกทิน

ที่มา : https://www.siamchemi.com

2.1.3 เส้นใยฟางข้าว

ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้หรือของเหลือทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมการเกษตร สามารถนำมาใช้ประโยชน์จากฟางข้าวได้อย่างมากมาย เช่น

1. ใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอลที่ผลิตจากเซลลูโลส (Cellulosic ethanol) เนื่องจากองค์ประกอบของฟางข้าวประกอบด้วยลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulosic material) ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทคาร์โบไฮเดรต ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์พืชที่เกิดขึ้นจากหน่วยย่อยของน้ำตาลกลูโคสเชื่อมต่อกันเป็นสายยาวหรือพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส ดังนั้นเอทานอลที่ผลิตจากเซลลูโลสจากฟางข้าวจึงมีสมบัติและลักษณะทางเคมีเช่นเดียวกับเอทานอลที่ผลิตจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาลและแป้ง ปัจจุบันการผลิตลิกโนเซลลูโลสยังอยู่ในขั้นทดลอง

2. การใช้ผลึกเซลลูโลสจากฟางข้าวเป็นวัตถุดิบในการผลิตวัสดุผสมระดับนาโนเมตร (Nanocomposites) โดยการนำเส้นใยเซลลูโลสที่สกัดจากฟางข้าวมาใช้เป็นตัวเติมเพื่อเสริมแรงพลาสติก เนื่องด้วยเซลลูโลสที่สกัดจากฟางข้าวเหล่านี้มีความหนาแน่นต่ำ สามารถลดการสึกกร่อนในเครื่องแปรรูปพลาสติกลงไปจากเดิมมาก อีกทั้งเส้นใยเซลลูโลสมีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิต สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพและมีราคาถูก นอกจากนี้วัสดุผสม (Composites) ที่ผสมตัวเติมเซลลูโลสยังทำการรีไซเคิลโดยการเผาได้ง่ายกว่าวัสดุผสมที่ผสมด้วยตัวเติมอนินทรีย์

2.1.4 แป้งมันสำปะหลัง

เป็นแป้งที่ได้จากมันสำปะหลังลักษณะของแป้งมีสีขาว เนื้อเนียน ลื่นเป็นมัน เมื่อทำให้สุกด้วยการกวนกับน้ำ ใช้ไฟอ่อนปานกลาง แป้งจะละลายง่าย สุกง่าย แป้งที่ได้จะเหนียวติดภาชนะ หนืดข้นขึ้นเรื่อยๆ ไม่มีการรวมตัวเป็นก้อน เหนียวเป็นใย ติดกันหมด เนื้อแป้งใสเป็นเงา เมื่อเย็นตัวลงแล้วจะติดกันเป็นก้อนเหนียว ติดภาชนะ นิยมใช้ทำลอดช่องสิงคโปร์ ครองแครงแก้ว เป็นต้น และยังถูกใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมกาว เป็นต้น

2.1.5 กระบวนการแปรรูปแป้งมันสำปะหลัง

การรับและตรวจสอบคุณภาพหัวมันสำปะหลังหลังจากที่หัวมันสำปะหลังส่งมายังโรงงานและผ่านการชั่งน้ำหนัก และการสุ่มตัวอย่างนำมาวัดความหนาแน่นเพื่อปริมาณของแป้งในหัวมัน โดยอาศัยหลักการลอยตัว (Bouyancy) ของวัตถุในของเหลวแล้วจึงเข้ากระบวนการแปรรูป ดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ คือ การทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังและปอกเปลือก

- ร่อนดินทราย ใช้รถตักป้อนหัวมันสำปะหลังสู่ถังป้อน (Root hopper) สายพานลำเลียง (Belt conveyor) จะพาหัวมันเข้าสู่

- เครื่องร่อนดินทราย (Root siever) เป็นการทำความสะอาด เพื่อทรายและหินที่ติดมากับมันสำปะหลังด้วยการร่อน (Sieve) และทำให้ผิวหน้าของหัวมันหลุดออก

- สับแยกเหง้า (Chopping) เพื่อแยกเหง้าของหัวมันสำปะหลังออก ซึ่งแข็งเป็นอุปสรรคในการโม่หัวมัน

- การปอกเปลือก (Peeling)

- ล้างทำความสะอาด (Washing) โดยทั่วไปใช้น้ำพ่นฝอยฉีดที่หัวมัน

2. โม่หัวมัน (Rasping)

หลังจากมันสำปะหลังผ่านกระบวนการทำความสะอาดแล้ว จะถูกนำเข้าสู่เครื่องโม่หัวมัน (Root hopper) ก่อนเพื่อสับเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว จากนั้นเข้าเครื่องโม่ (Rasper) เพื่อบดหัวมันพร้อมเติมน้ำให้สามารถโม่ได้ง่ายขึ้น ได้มันบดมีลักษณะเป็นของเหลวข้น (Middle fresh pulp) ที่มีส่วนผสมของแป้ง น้ำ กากมัน และสารอาหารต่างๆ รวมทั้งสิ่งเจือปนต่างๆ

3. เครื่องแยกกากหยาบ (Coarse extractor)

เครื่องแยกกากจะทำการแยกกากมันสำปะหลังที่ ไม่ได้ใช้ในกระบวนการผลิตออกจากน้ำแป้ง โดยน้ำแป้งที่ได้จากเครื่องโม่หัวมัน จะมาผ่านเครื่องแยกกากหยาบ 2 ครั้ง กากหยาบที่ได้จากกระบวนการผลิตนี้จะถูกส่งต่อไปยังโรงอัดกาก

4. เครื่องแยกกากละเอียด (Fine extractor)

น้ำแป้งภายหลังจากผ่านเครื่องแยกกากหยาบมาแล้วนั้นยังมีเยื่อของมันสำปะหลังหรือกากอ่อนรวมอยู่ในน้ำแป้ง ซึ่งจะทำให้น้ำแป้งที่ได้มีคุณภาพไม่ดี ดังนั้นน้ำแป้งภายหลังผ่านเครื่องแยกกากหยาบมาแล้ว จะถูกนำมาผ่านเครื่องแยกกากละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

5. น้ำแป้ง 20 โบเม่

น้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการแยกกากละเอียด จะถูกนำมาปรับความเข้มข้น และความบริสุทธิ์โดยการผ่านเครื่องแยกน้ำ (Separator) 2 ครั้ง ซึ่งจะทำให้น้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการนี้จะมีความเข้มข้นประมาณ20 โบเม่

6. เครื่องสลัดแป้ง (Centrifuge)

น้ำแป้งที่ได้จะไหลเข้าสู่เครื่องสลัดแป้ง ซึ่งจะทำการแปรสภาพน้ำแป้งเป็นแป้งหมาด โดยแป้งหมาดจะถูกส่งเข้าไปใน 2 กระบวนการผลิต คือ การผลิตแป้งมันสำปะหลังดิบ (Native tapioca starch)

7. เครื่องอบแห้ง (Flash dryer)

แป้งหมาดจะถูกลำเลียงตามสายพานเข้าสู่เครื่องอบแป้ง เพื่อผ่านลมร้อน ทำให้แป้งหมาดมีความชื้นลดลง จากนั้นก็จะทำให้เย็นลง แล้วส่งผ่านไปตามไซโลไปยังเครื่องร้อนแป้ง ซึ่งปัจจุบันเครื่องอบแป้งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการอบแป้ง

8. เครื่องร่อนแป้ง (Sieve)

แป้งที่ผ่านเครื่องอบแห้งมานั้น จะถูกนำมาผ่านเครื่องร่อนแป้ง เพื่อคัดขนาดเม็ดแป้ง ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

9. เครื่องบรรจุแป้ง

แป้งที่ผลิตได้จะถูกนำมาบรรจุใส่ถุงขนาด 25 50 500 หรือ 1,000 Kg แล้วแต่คำสั่งของลูกค้า

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในปี 2003 กล้าณรงค์ ศรีรอด และคณะ ได้ศึกษาสมบัติของแป้งมันสำปะหลังและการปรับปรุงเพื่อพัฒนาไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีกำลังการผลิตมากที่สุดในประเทศไทย มีทั้งที่ใช้ภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศ และสามารถใช้ได้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและอื่นๆ แต่ในการใช้ประโยชน์แป้งมันสำปะหลังบางครั้งจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนสมบัติให้เหมาะกับการใช้งานนั้นๆ โดยการดัดแปรแป้งด้วยกระบวนการต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ การดัดแปรทางเคมี แต่การดัดแปรแป้งด้วยวิธีการนี้มีข้อจำกัดทั้งชนิดและปริมาณสารเคมีที่สามารถใช้ได้ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์อาหารที่แนวโน้มของผู้บริโภคมีความต้องการอาหารที่ได้จากธรรมชาติและปราศจากเคมีเพิ่มสูงขึ้น การดัดแปรแป้งโดยวิธีทางกายภาพจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถใช้ในการปรับเปลี่ยนสมบัติ

ของแป้งเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในผลิตภัณฑ์อาหารได้ การดัดแปรแป้งโดยการทำแป้งผสม คือ การผสมแป้งมากกว่าหนึ่งชนิดเข้าด้วยกันในอัตราส่วนต่างๆ จะได้แป้งผสม (Composite starch blend) ที่มีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป การทำแป้งผสมมีข้อดี คือ ใช้กระบวนการที่ง่าย ค่าใช้จ่ายต่ำ ไม่ทำให้เกิดมลภาวะและของเสียในกระบวนการผลิตแป้งผสมที่ได้จะมีสมบัติที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของแป้งที่ใช้ในสูตรแป้งผสมนั้นๆ อย่างไรก็ตามในการทำแป้งผสมจำเป็นต้องทราบสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้ง แต่ละชนิดที่นำมาผสม เพื่อใช้ประกอบในการปรับสมบัติของแป้งผสมให้ได้ตามที่ต้องการ

ในปี 2012 ฐิศิรักษ์ วรพัฒน์ผดุง และคณะ ได้ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยวิธีการใช้ด่างในแอลกอฮอล์ (ATS) โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 3 M และแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 40 %v/v เปรียบเทียบกับแป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch ; TS) พบว่าสมบัติของ ATS และ TS มีความแตกต่างกัน โดย ATS ไม่พบลักษณะเม็ดแป้งและมีความเป็นอสัญฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-Ray diffractometer ; XRD) และประจุที่ผิวของ ATS แสดงค่าเป็นลบลดลง ATS พองตัวในน้ำกลั่นและสามารถละลายได้ทั้งในน้ำกลั่น กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 M และของเหลวที่มีความหนืด โดยความสามารถในการละลายและความหนืดของ ATS ในกรดไฮโดรคลอริกมีค่าน้อยที่สุด จึงสรุปได้ว่า ATS สามารถละลายได้ที่อุณหภูมิห้องของเหลวที่ได้มีความหนืด และมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งสำหรับใช้เป็นสารช่วยทางเภสัชกรรม

ในปี 2015 กนกวรรณ มหารัชมงคล และคณะ ได้ศึกษาการดัดแปลงพื้นผิวเส้นใยเซลลูโลสจากฟางข้าวด้วยไซเลน เพื่อใช้เป็นสารเสริมแรงในอีพอกซีเรซิน (Epoxy resin) โดยการแยกเส้นใยไมโครเซลลูโลสออกจากฟางข้าวแห้ง โดยการทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) โครงสร้างองค์ประกอบทางเคมี และสัณฐานของเส้นใยเซลลูโลสถูกศึกษาโดยใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (Fourier transform infrared spectroscopy ; FTIR) เทคนิคเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน (X-Ray diffraction ; XRD) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิง (Scanning electron microscope ; SEM) ผลจาก FTIR และ XRD แสดงให้เห็นว่าสามารถกำจัดเฮมิเซลลูโลสและลิกนินออกได้ โดยสภาวะที่เส้นใยแสดงการกระจายตัวดี คือ ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 %w/w 2 ชั่วโมง และตามด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 30 %w/w 1 ชั่วโมง ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 ˚C ผลจาก XRD หลังการปรับสภาพเส้นใยที่ได้แสดงให้เห็นความเป็นผลึกที่เพิ่มสูงขึ้น ขั้นตอนต่อมานำเส้นใยมาทำการดัดแปลงพื้นผิว เพื่อเพิ่มการยึดกัน

ระหว่างเส้นใยและอีพอกซี โดยนำเส้นใยที่ได้มาทำการดัดแปลงพื้นผิวด้วย (3-อะมิโนโพรพิล) ไตรทอกซีไซเลน (3-Aminopropyl-triethoxy-silane ; APS) และ (3-ไกลซิดอกซีโพรพิล)ไตรทอกซีไซเลน (3-Glycidoxypropyl-trimethoxy-silane ; GPS) ภายใต้สภาวะต่างๆ ได้แก่ pH ที่ 3 4.5 และ 6 ความร้อนที่อุณหภูมิ 30 50 และ 80 ˚C และตัวทำละลาย (น้ำและเอทานอล) นำเส้นใยที่ถูกดัดแปลงพื้นผิวมาผสมกับอิพอกซีเรซิน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการเสริมแรง ซึ่งพบว่าเส้นใยที่ผ่านการดัดแปลงพื้นผิวสามารถเพิ่มค่าแรงต้านการดึงได้สูงถึง 29.40 %

ในปี 2018 เตือนใจ ปียัง และคณะ ได้ศึกษาการผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด โดยใช้เป็นตัวประสานเป็นกาวแป้งเปียก ซึ่งศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปและสมบัติของกระถางต้นไม้ด้วย 6 ชุดการทดลอง ที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างกากตะกอนน้ำมันปาลม์ต่อวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดเป็น 5:0 4:1 3:2 2:3 1:4 และ 0:5โดยน้ำหนัก นำไปขึ้นรูปกระถางด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก ความดันในช่วง 100-150 N โดยพิจารณาสมบัติจากการทดสอบหาค่าการดูดซับน้ำ ค่าการพองตัว ค่าความพรุน และเวลาในการย่อยสลายของกระถางต้นไม้ ผลการศึกษาพบว่า กระถางต้นไม้ที่ใช้วัสดุประสานกาวแป้งเปียกสามารถขึ้นรูปได้ทุกชุดการทดลอง สำหรับสมบัติของกระถางต้นไม้ พบว่าค่าการดูดซับน้ำ ค่าการพองตัว ค่าความพรุน และการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของวัสดุผสมอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาสมบัติกระถางต้นไม้พบว่า ที่อัตราส่วนผสมที่ 1:4 เหมาะต่อการขึ้นรูปได้ดีและสมบัติเหมาะสมที่สุด โดยมีค่าการดูดซับน้ำที่ 91.18±1.33 % ค่าการพองตัว 91.67±1.11 % ค่าความพรุน 79.00±3.25 % และเกิดการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้ช้าที่สุด

ในปี 2018 วรรณวิภา ไชยชาญ และคณะ ได้ศึกษาการผลิตแผ่นรองแก้วจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปแผ่นรองแก้ว ผู้วิจัยทำการศึกษาอัตราส่วนก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วต่อวัสดุประสาน 6 อัตราส่วน คือ 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 โดยเปรียบเทียบวัสดุประสาน 2 ชนิด คือ กาวแป้งเปียก และกาวลาเท็กซ์ มวลของวัตถุดิบที่ใช้ในการขึ้นรูป เท่ากับ 70 และ 75 g ใช้เครื่องอัดไฮโดรลิกแบบโยกในการอัดขึ้นรูป ที่แรงอัดในช่วง 3,000-3,500 psi ผลจากการศึกษา พบว่า อัตราส่วนที่สามารถขึ้นรูปแผ่นรองแก้วได้อย่างสมบูรณ์ คือ 60:40 และ 50:50 อัตราส่วนเหมาะสมในการขึ้นรูปแผ่นรองแก้ว คือ 60:40 มวลในการขึ้นรูป 75 g โดยใช้กาวลาเท็กซ์เป็นวัสดุประสาน มีค่าเฉลี่ยความชื้น ค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำ และค่าเฉลี่ยการพองตัว เท่ากับ 25.08 1.70 และ 0.67 % ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ ดังนั้นการผลิตแผ่นรอง

แก้วจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้วจึงนับเป็นทางเลือกที่ดีในการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือใช้และเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

3.1.1 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. กระดาษลิตมัส
2. บิกเกอร์
3. แท่งแก้วคนสาร
4. ตะแกรงกรอง
5. ถาด
6. กรรไกร
7. ภาชนะสำหรับต้มเส้นใย
8. เส้นใยฟางข้าว จากพื้นที่บ้านนาใน อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง
9. แป้งมันสำปะหลัง ยี่ห้อ แมวแดงดาวเทียม ผลิตจาก บ. เกรียง (เกียงไต๋) ค้าแป้ง จำกัด
10. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ผลิตจาก บ. เมอร์ค จำกัด
11. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผลิตจาก บ. อาร์ซีไอ แลบสแกน จำกัด

3.1.2 เครื่องมือ

1. เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน (Compression molding machine) ผลิตจาก บ. หยงไทย จำกัด

ภาพที่ 4 เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน

2. เครื่องกวนสารให้ความร้อน (Hotplate magnetic stirrer) ยี่ห้อ VELP รุ่น AREC

ภาพที่ 5 เครื่องกวนสารให้ความร้อน

3. เครื่องกวนสารแบบใบพัด (Overhead stirrer) ยี่ห้อ VELP รุ่น DLS Package

ภาพที่ 6 เครื่องกวนสารแบบใบพัด

4. ตู้อบ (Oven) ยี่ห้อ Memmert

ภาพที่ 7 ตู้อบ

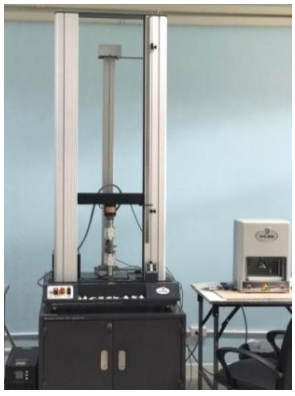
5. ตาชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ A&D รุ่น FX 20001

ภาพที่ 8 ตาชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง

6. ตาชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น ATX224

ภาพที่ 9 ตาชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง

7. เครื่องทดสอบแรงดึง (Universal testing machine) ยี่ห้อ U-Can



ภาพที่ 10 เครื่องทดสอบแรงดึง

8. เครื่องวัดความหนา ผลิตจาก บ. เซาเทิร์น คาลิเบรชั่น เซอร์วิส จำกัด

ภาพที่ 11 เครื่องวัดความหนา

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การเตรียมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว

การเตรียมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวเริ่มจากการนำใบข้าวออกจากฟางข้าว ตัดฟางเป็นท่อนๆ ความยาวประมาณ 2-3 cm และนำไปล้างทำความสะอาด ตามด้วยการนำไปต้ม เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และอบให้แห้งด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 ºC จากนั้นนำฟางข้าวไปสกัดไขมันที่เคลือบออก โดยใช้อัตราส่วนระหว่างฟางข้าวแห้งและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็น 1 g ต่อ 20 ml ใช้สารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้น 5 10 และ 15 %w/v ตามลำดับ พร้อมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 80 และ 100 ºC เป็นเวลานาน 30 60 และ 90 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดจึงนำไปกรองและล้างด่างออก จากนั้นอบให้แห้ง จะได้เส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวที่พร้อมนำไปใช้งานต่อ กรณีที่ทำการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) จะใช้ที่ความเข้มข้น 15 %w/v ในอัตราส่วนน้ำหนักฟางข้าว 1 g ต่อสารละลาย 20 ml และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง เพิ่มเติมจากขั้นตอนที่กล่าวไปข้างต้น

3.2.2 การศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง

ขั้นตอนที่ 1

นำเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าวที่เตรียมได้จากหัวข้อที่ 3.2.1 มาผสมกับแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วนน้ำหนักเส้นใยฟางข้าว/แป้งมันสำปะหลัง/น้ำ เป็น 0.5/1/10 และกวนให้เข้ากัน

หลังจากนั้นเทลงถาด เกลี่ยให้มีความหนาสม่ำเสมอกันที่ 2 และ 4 mm แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 ºC เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และแกะออกจากแม่พิมพ์ เตรียมเข้าสู่ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2

นำชิ้นงานตัวอย่างที่ได้มาตัดให้มีขนาดโดยประมาณ 15 cm × 15 cm แล้วนำไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 ºC ความดัน 10 psi และอัดค้างไว้เป็นเวลา 5 นาที จะได้แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่พร้อมนำไปศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ

3.2.3 การศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ ของพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เตรียมได้

เป็นการศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ ของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เตรียมได้ โดยใช้การทดสอบดังต่อไปนี้

1. การศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพ

นำชิ้นงานตัวอย่างที่ได้มาถ่ายรูปด้วยกล้องดิจิตอลในมุมมองต่างๆ ที่มีระยะโฟกัสเท่าๆ กัน เพื่อพิจารณาลักษณะเฉพาะทางกายภาพทั่วๆ ไป เช่น สี ขนาด การกระจายตัว เป็นต้น

2. การทดสอบแรงดึง (Tensile test)

ตัดชิ้นงานให้มีรูปร่างและขนาดดังภาพที่ 12 ตัวอย่างละ 3 ชิ้น จากนั้นนำไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง โดยใช้ความเร็วในการดึงที่ 100 mm/min และโหลดเซลล์ขนาด 50 kg ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D3039

ภาพที่ 12 ชิ้นงานตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติ สำหรับทดสอบแรงดึง

3. การทดสอบหาค่าความชื้น (Humidity test)

ภาพที่ 13 ชิ้นงานตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติ สำหรับทดสอบความชื้น

ตัดชิ้นงานตัวอย่างให้มีรูปร่างและขนาดดังภาพที่ 13 ตัวอย่างละ 3 ชิ้น จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้เป็นน้ำหนักก่อนอบ นำชิ้นทดสอบเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103 - 105 ºC เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดตามเวลาจึงนำชิ้นงานตัวอย่างออกมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งบันทึกเป็นน้ำหนักหลังอบ ทำซ้ำจนกว่าได้น้ำหนักหลังอบที่คงที่ และคำนวณหาค่าความชื้นดังสมการที่ 1 (ดัดแปลงจากอทิตยา, 2557)

$$\text{ความชื้น } (\%) = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ})}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100 \qquad (1)$$

4. การทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำ (Water absorption)

ทดสอบโดยการตัดชิ้นงานตัวอย่างให้มีขนาด 3 cm × 3 cm ตัวอย่างละ 3 ชิ้น จากนั้นนำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักและบันทึกเป็นค่าน้ำหนักก่อนแช่น้ำ แช่ในน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยให้ผิวหน้าของชิ้นงานตัวอย่างจมลงใต้น้ำลึกประมาณ 10 mm เมื่อครบเวลาที่กำหนดจึงนำชิ้นงานตัวอย่างขึ้นมา ซับน้ำพอหมาด ชั่งน้ำหนัก และบันทึกเป็นค่าน้ำหนักหลังแช่น้ำ สุดท้ายคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำโดยใช้สมการที่ 2 (ดัดแปลงจากอทิตยา, 2557)

$$\text{การดูดซึมน้ำ } (\%) = \frac{(\text{น้ำหนักหลังแช่น้ำ} - \text{น้ำหนักก่อนแช่น้ำ})}{\text{น้ำหนักก่อนแช่น้ำ}} \times 100 \qquad (2)$$

5. การทดสอบหาค่าการพองตัวตามความหนา (Thickness swelling)

ทำการทดสอบโดยการตัดชิ้นงานตัวอย่างให้มีขนาด 3 cm × 3 cm ตัวอย่างละ 3 ชิ้น จากนั้นนำตัวอย่างไปวัดความหนาที่จุดกึ่งกลางและบันทึกเป็นค่าความหนาก่อนแช่น้ำ จากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้ผิวหน้าจมอยู่ใต้น้ำลึกประมาณ 10 mm เมื่อครบกำหนดเวลาที่กำหนดจึงนำชิ้นงานตัวอย่างขึ้นมา วัดค่าความหนาหลังแช่น้ำ แล้วนำไปคำนวณหาค่าการพองตัวตามความหนาโดยใช้สมการที่ 3 (ดัดแปลงจากอทิตยา, 2557)

$$\text{การพองตัวตามความหนา } (\%) = \frac{(\text{ความหนาหลังแช่น้ำ} - \text{ความหนาก่อนแช่น้ำ})}{\text{ความหนาก่อนแช่น้ำ}} \times 100 \qquad (3)$$

6. การทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

ทำการทดสอบโดยการตัดชิ้นงานตัวอย่างให้มีขนาด 3 cm × 3 cm ตัวอย่างละ 3 ชิ้น จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 °C ชั่งน้ำหนัก และบันทึกเป็นค่าน้ำหนักเริ่มต้น แล้วนำไปฝังในดินปลูกที่ระดับความลึกประมาณ 10 cm เป็นเวลา 5 และ 7 วัน หลังจากนั้นนำตัวอย่างขึ้นมาทำความสะอาด อบที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลา 15 นาที ชั่งน้ำหนัก และบันทึกเป็นค่าน้ำหนักหลังการย่อยสลาย สุดท้ายจึงนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายได้ทางชีวภาพดังสมการที่ 4

$$\text{การย่อยสลายได้ทางชีวภาพ } (\%) = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลัง})}{\text{น้ำหนักก่อน}} \times 100 \qquad (4)$$

3.3 การวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

นำผลการศึกษาทั้งหมดมาวิเคราะห์ผล เปรียบเทียบ และสรุปผลการทดลอง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาการเตรียมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว

4.1.1 ผลกระทบของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

เป็นการนำเส้นใยฟางข้าวมาสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันที่ 5 10 และ 15 %w/v ซึ่งให้ผลดังภาพที่ 14 พบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารละลาย NaOH เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เส้นใยฟางข้าวมีลักษณะเป็นเส้นใยที่มีขนาดเล็กลงตามลำดับ เมื่อทำการชั่งน้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่ได้พบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH เพิ่มขึ้น ทำให้เส้นใยฟางข้าวมีน้ำหนักลดลงตามลำดับดังตารางที่ 2 ดังนั้นจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยการใช้ความร้อนที่แตกต่างกันในหัวข้อถัดไป

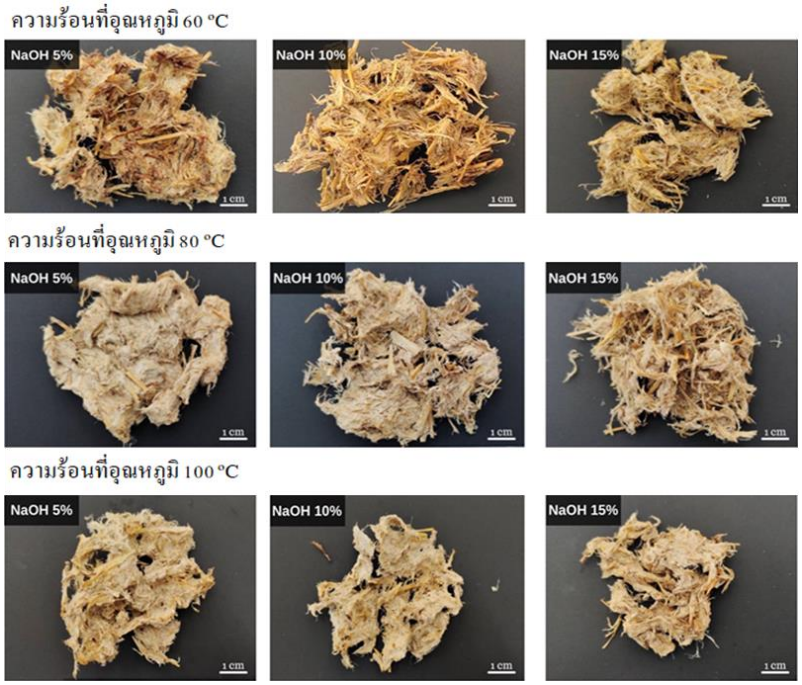
ภาพที่ 14 ลักษณะของเส้นใยฟางข้าวที่ได้จากการใช้สารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 น้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่ได้จากการใช้สารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH (%w/v)	น้ำหนักเส้นใยฟางข้าวที่สกัดได้ (g)
5	58.172
10	52.338
15	50.518

4.1.2 ผลกระทบของความร้อน

จากภาพที่ 15 พบว่า เมื่อใช้ความร้อนที่สูงขึ้น ส่งผลให้เส้นใยฟางข้าวมีขนาดเล็กลง และมีลักษณะเป็นขุยเพิ่มขึ้น ตามลำดับ เมื่อทำการชั่งน้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่ได้ พบว่า เมื่อใช้ความร้อนและความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ที่สูงขึ้น ทำให้เส้นใยฟางข้าวมีน้ำหนักลดลงตามลำดับดังตารางที่ 3 แต่เมื่อใช้ความร้อนที่ 100 ºC ปฏิกิริยามีความรุนแรงเกินไป ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้วิจัยได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้ความร้อนที่ 80 ºC ในการศึกษาในหัวข้อต่อไป



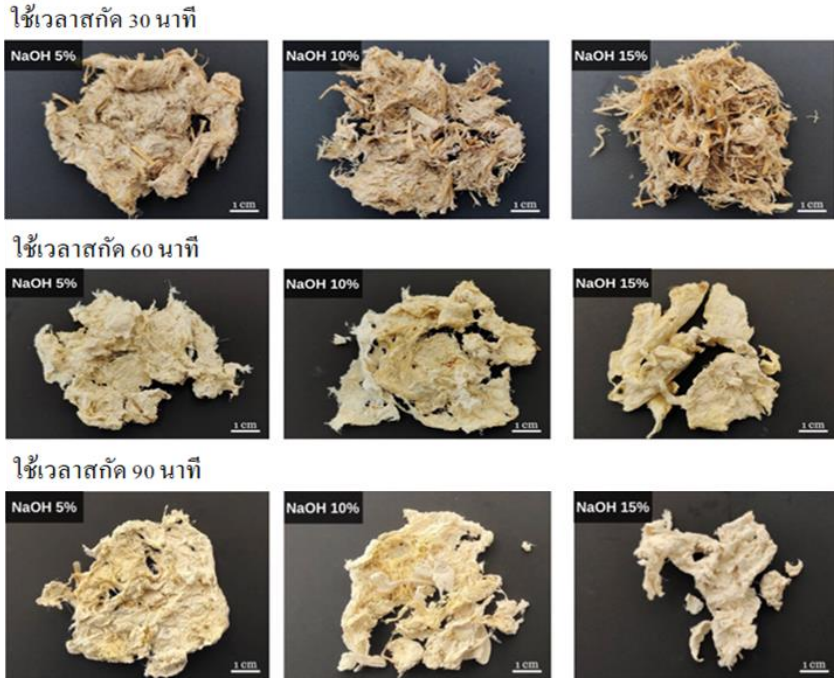
ภาพที่ 15 ลักษณะของเส้นใยฟางข้าวที่เตรียมได้จากการใช้ความร้อนที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 น้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่ได้จากการใช้ใช้ความร้อนที่แตกต่างกัน

ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH	น้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่ได้ (g)		
(% w/v)	60 ºC	80 ºC	100 ºC
5	58.172	43.139	40.026
10	52.172	35.184	34.782
15	50.518	31.490	30.562

4.1.3 ผลกระทบของเวลา

เมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้น ส่งผลให้เส้นใยฟางข้าวที่ได้มีเนื้อที่ละเอียดขึ้นดังภาพที่ 15 และเมื่อทำการชั่งน้ำหนัก พบว่า เมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้นเพิ่มขึ้นและสารละลาย NaOH ที่เข้มข้นขึ้น ทำให้เส้นใยฟางข้าวมีน้ำหนักลดลงตามลำดับดังตารางที่ 4



ภาพที่ 16 ลักษณะของเส้นใยฟางข้าวที่เตรียมได้เมื่อใช้เวลาในการสกัดแตกต่างกัน

ตารางที่ 4 น้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่เตรียมได้เมื่อใช้เวลาในการสกัดแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH (% w/v)	น้ำหนักของเส้นใยฟางข้าวที่ได้ (g)		
	30 นาที	60 นาที	90 นาที
5	43.739	34.184	32.966
10	35.181	31.250	28.568
15	31.490	29.644	26.382

จากผลการสกัดเส้นใยฟางข้าวตามเงื่อนไขของความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ความร้อน และเวลาที่ต่างกันข้างต้น พบว่า เมื่อใช้สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 15 %w/v ความร้อน 80 ºC และเวลา 90 นาที จะได้เส้นใยที่มีลักษณะเหมาะต่อการนำไปเตรียมเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารที่สุด เนื่องจากเส้นใยมีสีน้ำตาลอ่อน ขนาดเล็ก และกระจายตัวดี ดังนั้นจึงเลือกเส้นใยฟางข้าวที่สกัดได้จากเงื่อนไขนี้ไปใช้งานต่อในการศึกษาหัวข้อต่อไป

4.1.4 ผลกระทบของการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

เมื่อนำเส้นใยฟางข้าวที่เตรียมได้ไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลาย H_2O_2 ความเข้มข้น 15 %w/v ในอัตราส่วนน้ำหนักฟางข้าว 1 g ต่อสารละลาย 20 ml และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง พบว่า เส้นใยฟางข้าวที่ได้เปลี่ยนเป็นสีขาว ขนาดเล็กลงเล็กน้อย และมีการกระจายตัวที่ดีขึ้น ถือว่าเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร จึงนำเส้นใยที่เตรียมได้จากเงื่อนไขนี้ไปใช้ในการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติร่วมแป้งมันสำปะหลังต่อไป

4.2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง

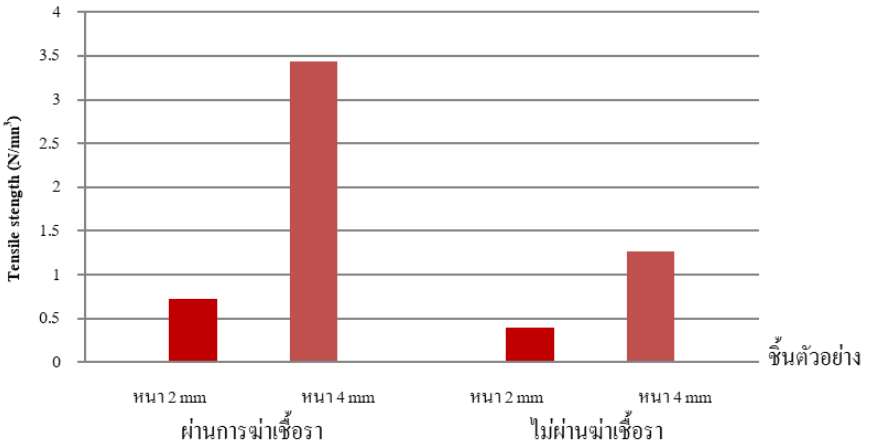
เงื่อนไข	ชิ้นงานตัวอย่าง			
	หนา 2 mm		หนา 4 mm	
	ก่อนอัดขึ้นรูป	หลังอัดขึ้นรูป	ก่อนอัดขึ้นรูป	หลังอัดขึ้นรูป
ผ่านการฆ่าเชื้อรา				
ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อรา				

ภาพที่ 17 ลักษณะของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่ผ่านและไม่ผ่านการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน

การเตรียมแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลังสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อทำการนำเส้นใยฟางข้าวที่เตรียมได้มาผสมกับแป้งมันสำปะหลังและน้ำ ในอัตราส่วนน้ำหนักเส้นใยฟางข้าว/แป้งมันสำปะหลัง/น้ำ เป็น 0.5/1/10 กวนผสมให้เข้ากัน จากนั้นเทลงถาด เกลี่ยให้มีความหนาสม่ำเสมอกัน แล้วนำไปอบให้พอแห้งหมาดที่อุณหภูมิ 80 ºC เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และแกะออกจากแม่พิมพ์ นำชิ้นงานตัวอย่างที่ได้มาตัดให้มีขนาดโดยประมาณ 15 cm × 15 cm แล้วนำไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 ºC ความดัน 10 psi และอัดค้างไว้เป็นเวลา 5 นาที จะได้แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่พร้อมนำไปศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ ดังภาพที่ 17 ซึ่งจะเห็นว่า แผ่นพอลิเมอร์จากเส้นใยฟางข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลาย (H_2O_2) มีเนื้อขาวสะอาด มีเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า และผิวหน้าเรียบเนียนกว่า

4.3 ผลการศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ ของพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เตรียมได้

4.3.1 ผลการทดสอบแรงดึง



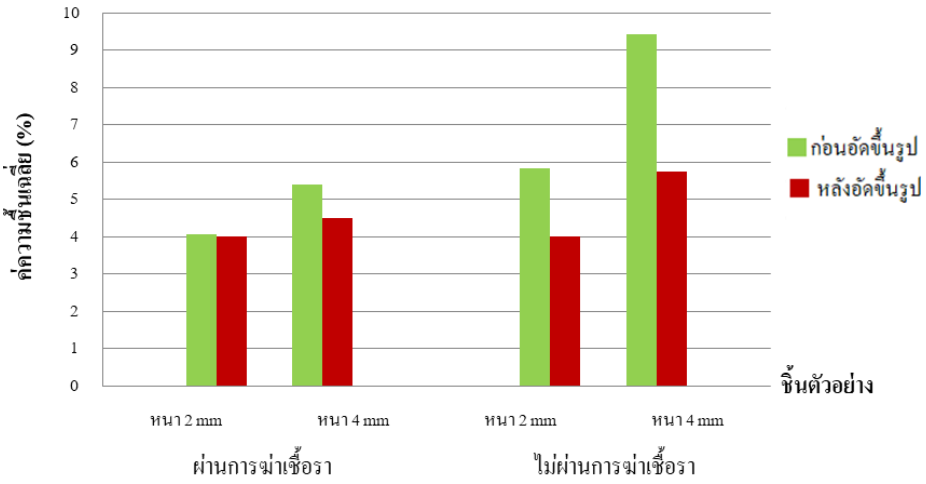
ภาพที่ 18 กราฟค่าความต้านทานแรงดึงของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติ

จากผลการทดสอบแรงดึง พบว่า แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลาย H_2O_2 มีค่าต้านทานแรงดึงสูงกว่า เนื่องจากเส้นใยฟางข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อรามี

ขนาดเล็ก ละเอียดและมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า เมื่อผ่านการให้แรงอัดและความร้อนจากการอัดขึ้นรูป ทำให้แผ่นพอลิเมอร์ที่ได้มีความแน่นตัวมากกว่าและสามารถรับแรงดึงได้สูงกว่านั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบกันที่ความหนา พบว่า แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีความหนา 4 mm สามารถรับแรงดึงได้สูงกว่า ซึ่งเป็นไปตามนิยามของความต้านทานแรงดึงที่พิจารณาจากแรงดึงต่อพื้นที่หน้าตัดของวัสดุ ดังนั้นแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีความหนามากกว่า จึงต้องสามารถรับแรงดึงที่มากระทำได้มากกว่านั่นเอง

4.3.2 ผลการทดสอบหาค่าความชื้น

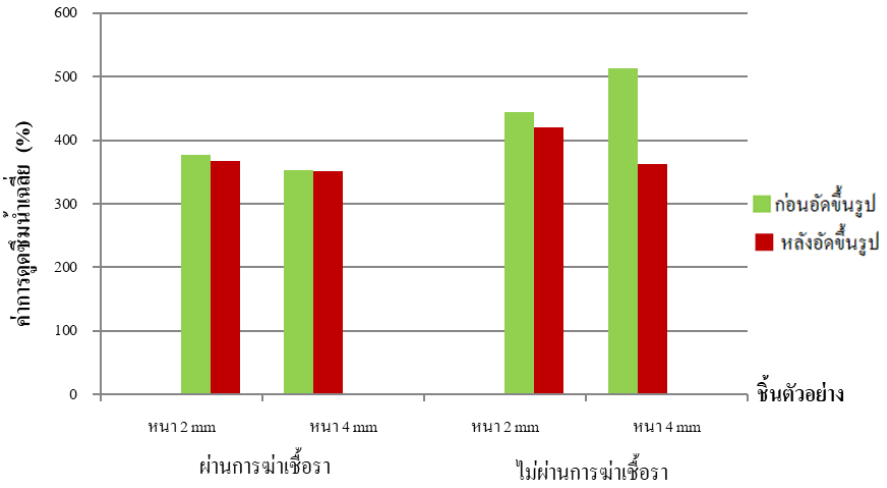
จากผลการทดสอบหาค่าความชื้น (ภาพที่ 19) พบว่า แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่ไม่ผ่านการอัดขึ้นรูปจะมีค่าความชื้นสูงกว่า เนื่องจากการอัดด้วยแรงดันและความร้อนช่วยให้ชิ้นงานตัวอย่างมีความแน่นตัวสูงขึ้น ทำให้มีช่องว่างภายในน้อย จึงส่งผลให้ความชื้นเข้าไปสะสมอยู่ภายในเนื้อชิ้นงานได้น้อย และพบว่า แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลาย H_2O_2 มีค่าความชื้นน้อยกว่า เนื่องจากเส้นใยฟางข้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อรามีขนาดเล็ก ละเอียด และเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า จึงทำให้มีความแน่นตัวสูงกว่าเมื่อผ่านการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน



ภาพที่ 19 กราฟค่าความชื้นเฉลี่ยของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติ

4.3.3 ผลการทดสอบหาค่าการดูดซับน้ำ

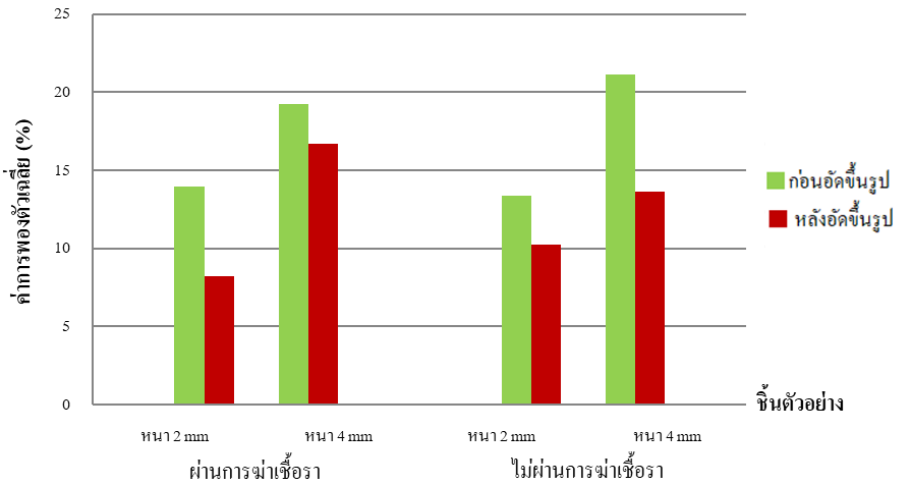
จากผลการทดสอบหาค่าการดูดซับน้ำ (ภาพที่ 20) พบว่า แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เตรียมได้จากเส้นใยฟางข้าวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อรามีค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำเฉลี่ยสูงกว่า เพราะเส้นใยฟางข้าวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อรามีขนาดเส้นใยไม่สม่ำเสมอและมีความเป็นเนื้อเดียวกันน้อย เมื่อนำไปขึ้นรูปทำให้มีช่องว่างทั้งภายในและบนผิวหน้าเยอะ จึงส่งผลให้น้ำสามารถแทรกซึมได้ง่าย



ภาพที่ 20 กราฟแสดงค่าดูดซับน้ำเฉลี่ยของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติ

4.3.4 ผลการทดสอบหาค่าการพองตัวตามความหนา

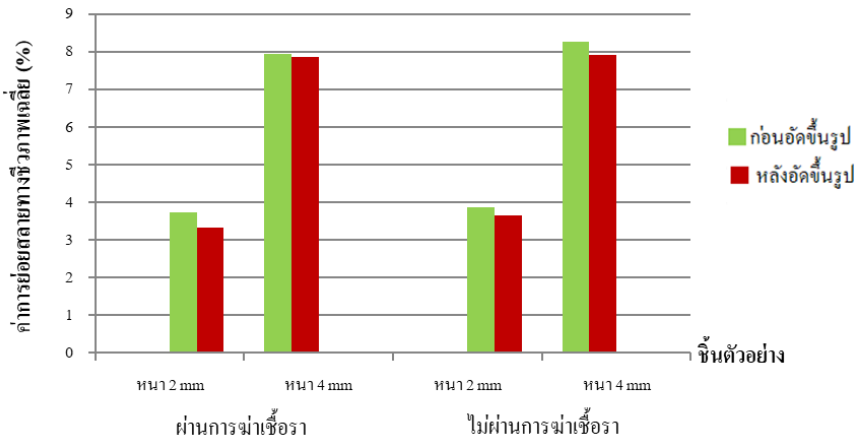
จากผลการทดสอบหาค่าการพองตัวตามความหนา (ภาพที่ 21) พบว่า เส้นใยที่ผ่านการฆ่าเชื้อราช่วยให้ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติมีค่าน้อยลง และเมื่อพิจารณาจากความหนาของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติ พบว่า เมื่อนำแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีความหนา 2 mm ไปผ่านการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนให้ค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยที่ไม่เกิน 12 % ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 876-2547) จึงทำให้ทราบว่า แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีความหนา 2 mm มีโอกาสพัฒนาไปเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารได้



ภาพที่ 21 กราฟค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยของแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติ

4.2.5 ผลการทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

ผลการทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ พบว่า แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีความหนามากกว่าสามารถย่อยสลายได้มากกว่า เพราะชิ้นงานตัวอย่างที่มีความหนามักมีปริมาณเส้นใยฟางข้าวที่มากกว่า จึงส่งผลให้สามารถดูดซับน้ำจากดินได้มากกว่า ทำให้ย่อยสลายได้มากกว่าในเวลาเท่าๆกันนั่นเอง ทั้งนี้ผลจากการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนและการฆ่าเชื้อราของเส้นใยฟางข้าวทำให้เห็นชัดว่า การกระทำดังกล่าวช่วยชะลอการย่อยสลายของแผ่นพอลิเมอร์ได้ ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 กราฟค่าการย่อยสลายได้ทางชีวภาพเฉลี่ยของพอลิเมอร์ธรรมชาติ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการศึกษาการเตรียมเส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดเส้นใยฟางข้าว พบว่า การสกัดฟางข้าวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 15 % w/v ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 ºC และใช้เวลานาน 90 นาที จะได้เส้นใยฟางข้าวมีสีน้ำตาลอ่อนและขนาดเล็กที่สุด และเมื่อทำการฆ่าเชื้อราเส้นใยฟางข้าวด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เส้นใยฟางข้าวจะมีสีขาวขึ้น ขนาดเล็กลง และมีการกระจายตัวที่ดีขึ้น

5.2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลัง

การเตรียมแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติจากเส้นใยฟางข้าวและแป้งมันสำปะหลังสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อทำการนำเส้นใยฟางข้าวที่เตรียมได้มาผสมกับแป้งมันสำปะหลังและน้ำ ในอัตราส่วนน้ำหนักเส้นใยฟางข้าว/แป้งมันสำปะหลัง/น้ำ เป็น 0.5/1/10 กวนผสมให้เข้ากัน จากนั้นเทลงถาด เกลี่ยให้มีความหนาสม่ำเสมอกัน แล้วนำไปอบให้พอแห้งหมาดที่อุณหภูมิ 80 ºC เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และแกะออกจากแม่พิมพ์ นำชิ้นงานตัวอย่างที่ได้มาตัดให้มีขนาดโดยประมาณ 15 cm × 15 cm แล้วนำไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 ºC ความดัน 10 psi และอัดค้างไว้เป็นเวลา 5 นาที จะได้แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีความแน่นตัวและไม่แตกยุ่ยง่าย

5.3 ผลการศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ ของพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เตรียมได้

จากการศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและสมบัติต่างๆ ของพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เตรียมได้ พบว่า แผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เส้นใยฟางข้าวผ่านการฆ่าเชื้อราด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) มีสีขาวสะอาด ผิวหน้าเรียบเนียน และสมบัติต่างๆ ที่ดีกว่าแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่เส้นใยฟางข้าวไม่ผ่านการฆ่าเชื้อรา และหากอัดรูปด้วยความหนา 2 mm จะมีค่าการพองตัวตามความ

หนาเฉลี่ยที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 876-2547) เหมาะแก่พัฒนาต่อยอดไปเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารได้ในอนาคต

5.4 ข้อเสนอแนะ

หากแผ่นพอลิเมอร์ธรรมชาติได้รับการเคลือบผิวจะช่วยให้สามารถต้านทานการดูดซับน้ำได้ขึ้นและช่วยยืดอายุการใช้งานได้นานยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต(2003). คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฐิศิรักษ์ วรพัฒน์ผดุง, แสงระวี สุทธิปริญญานนท์ และ ผดุงขวัญ จิตโรภาส(2012). คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยเทคนิคการใช้ด่างในแอลกอฮอล.ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กวรรณ มหารัชมงคล(2015). การดัดแปลงพื้นผิวเส้นใยเซลลูโลสจากฟางข้าวด้วยไซเลน เพื่อใช้เป็นสารเสริมแรงในอีพอกซีเรซิน. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

เตือนใจ ปียัง, กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ และวรรณวิภา ไชยชาญ(2018). การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่า. ตรัง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วรรณวิภา ไชยชาญ,เตือนใจ ปียัง และ วีระศักดิ์ ไชยชาญ(2018). การผลิตแผ่นรองแก้วจากก้อนเชื้อเห็ดใช้แล้ว. ตรัง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Inayati Abdulloh R. Zanuar Bagus. Fabrication of bioplastic from rice straw Article, 4(2020). https://jurnal.uns.ac.id/equilibrium.

M. Sain. Production of bioplastics and sustainable packaging materials from rice straw to eradicate stubble burning: A Mini-Review Environment Conservation Journal, 21(2020) 1-5. https://journal.environcj.in/index.php/ecj/issue/view/4.

N.Suaduang, S.Ross, G.M.Ross, S.Pratumshat, S.Mahasaranon. Effect of spent coffee grounds filler on the physical and mechanical properties of poly(lactic acid) bio-composite films. Materials Today, 17(2019)2104-2110. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.06.260.

T. Ota , A. Uehira. Development of green composites using agricultural waste, High Performance Structure and Materials, 124(2012). https://www.witpress.com.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ทักษิกา สุดแป้น รหัสนิสิต 612091047

ระดับศึกษา การศึกษาระดับอุดมศึกษา ปริญญาตรี ภาคปกติ

วันเกิด วันเสาร์ที่15 มกราคม พ.ศ.2542

อายุ 25 ปี

ที่อยู่ 198/2 หมู่ 4 ตำบล ป่าพะยอม อำเภอ ป่าพะยอม จังหวัด พัทลุง รหัสไปรษณีย์ 93210

เบอร์โทรศัพท์ 0650711008