การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ

Use Coconut Flakes as Reinforced Fiber of Natural Rubber Plate Products

ผกามาศ ชูสิทธิ์
กิตติพงษ์ สุวีโร

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของวัสดุผสมจากยางธรรมชาติแท่ง STR 20 ในปริมาณเท่ากับ 100 phr ต่อขุยมะพร้าวในปริมาณ 0, 5, 10, 20, 40, และ 80 phr ตามลำดับ และผสมปริมาณสารเคมีในอัตราส่วนคงที่ นำมาทำการบดผสมด้วยเครื่องบดแบบสองลูกกลิ้ง แล้วอัดขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดแบบร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ได้เป็นแผ่นยางธรรมชาติเสริมขุยมะพร้าว ขนาด 30x30 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร ทำการทดสอบสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐาน ASTM พบว่า เมื่อปริมาณขุยมะพร้าวเพิ่มขึ้น ทำให้สมบัติการคงรูปและความหนาแน่นดีขึ้นทุกอัตราส่วน ส่วนของสมบัติความต้านทานแรงดึง ความทนต่อการฉีกขาด และความสึกหรอนั้น จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผสมปริมาณขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่เหมาะสมเท่านั้น และแผ่นวัสดุที่ได้ไม่มีการดูดซึมน้ำในทุกอัตราส่วนผสม จากผลการวิจัยที่ได้สามารถนำไปพัฒนาเป็นแผ่นกระเบื้องยางสำหรับปูพื้นและผนังสำหรับตกแต่งอาคารที่ต้องการความสวยงามตามแบบธรรมชาติได้ดี

คำสำคัญ: ยางธรรมชาติ; ขุยมะพร้าว; ความต้านทานแรงดึง; กระเบื้องปูพื้น

Abstract

This research aims to study the properties of natural rubber STR 20 at 100 phr with various contents of coir (e.g. 0, 5, 10, 20, 40, and 80 phr) and then mixed with chemical substance at constant ratio. After that, the samples are ground by two-roll mill and formed by compression molding at 150 degree Celsius. This leads into the coir reinforcement natural rubber plate of dimension 30x30x0.5 cm. The properties of the natural rubber plates are tested under ASTM standard. From the results, it is found that increasing in coir then the properties of resilience and density are improved at every mix ratio. However the tensile strength, tear strength and wearing are increased at some certain value of coir. The samples give no water absorption at every mix ratio. The results from this research indicate that it can develop into the rubber floor tiles and rubber wall tiles for furnishing the buildings in natural style.

Keywords: natural rubber; coconut flakes; tensile strength; floor tile

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูป	ง
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 ยางธรรมชาติ	4
2.2 การทดสอบขบวนการวัลคาไนซ์	5
2.3 วัสดุผสม	7
2.4 การขึ้นรูปโดยการอัดด้วยความร้อน	7
2.5 กรอบแนวความคิด	8
2.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	14
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	14
3.2 การออกแบบสูตรยาง	21
3.3 การขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติ	21
3.4 การทดสอบสมบัติของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	24
3.5 การทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	29
4.1 ผลการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	29
4.2 ผลการทดสอบการคงรูปของส่วนผสม	32
4.3 ผลการทดสอบความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ	33
4.4 ผลการทดสอบความแข็ง	34
4.5 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึง	34
4.6 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด	35
4.7 ผลการทดสอบปริมาณการสึกหรอ	36
4.8 ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน	37
4.9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียง	38
4.10 ผลการสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง	39
4.11 การยื่นคำขอรับอนุสิทธิบัตร	41
4.12 การเขียนบทความวิจัยส่งลงในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ	41
4.13 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มเป้าหมายสำหรับนำไปใช้ประโยชน์	42

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	43
5.1 สรุปผล	43
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	46
บทความสำหรับเผยแพร่	
เอกสารประกอบคำขอรับอนุสิทธิบัตร	
หนังสือรับรองการนำไปใช้ประโยชน์	

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ลักษณะของขุยมะพร้าว	2
2.1	โครงสร้างของยางธรรมชาติ cis 1, 4 Polyisoprene	4
2.2	ขั้นตอนระหว่างเกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ในสถานะต่างๆ	6
2.3	กรอบแนวความคิดของแผ่นยางธรรมชาติเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว	8
3.1	การตัดแบ่งยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR20 เพื่อใช้งาน	14
3.2	ยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR20 ที่พร้อมในการใช้งาน	14
3.3	โรงงานคัดแยกเส้นใยและขุยมะพร้าว	15
3.4	เครื่องจักรลำเลียงมะพร้าวสำหรับคัดแยกเส้นใยและขุย	15
3.5	เครื่องจักรคัดแยกเส้นใยและขุยมะพร้าว	15
3.6	ขุยมะพร้าว	16
3.7	เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง	16
3.8	เครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง	17
3.9	เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน	17
3.10	เครื่องทดสอบการคงรูป	18
3.11	เครื่องตัดชิ้นงาน พร้อมแบบตัด	18
3.12	เครื่องทดสอบอเนกประสงค์	18
3.13	เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A	19
3.14	เครื่องทดสอบความสึกหรอของยาง	19
3.15	เครื่องวัดระดับเสียง	20
3.16	ด้านหน้าของห้องจำลองสำหรับติดตั้งแผ่นวัสดุทดสอบเสียง	20
3.17	ห้องจำลองสำหรับติดตั้งแผ่นวัสดุทดสอบเสียง	20
3.18	การเติมขุยมะพร้าวลงในยางธรรมชาติ	21
3.19	การบดส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปด้วยเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง	22
3.20	การหาเวลาสกอชของส่วนผสมด้วยเครื่องทดสอบการคงรูป	22
3.21	การหาแรงบิดของส่วนผสม	22
3.22	ส่วนผสมที่เข้ากันแล้วภายในแบบหล่อก่อนการอัดขึ้นรูป	23
3.23	นำส่วนผสมในแบบหล่อเข้าเครื่องอัดขึ้นรูป	23
3.24	การตั้งอุณหภูมิของเครื่องอัดขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติไว้ที่ 150 องศาเซลเซียส	23
3.25	แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วนต่างๆ	24
3.26	ลักษณะเนื้อของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	24
3.27	ตัดแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวเพื่อทดสอบสมบัติต่างๆ ด้วยเครื่องตัดชิ้นงาน	25
3.28	การทดสอบความต้านทานแรงดึงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	25
3.29	การทดสอบความทนการฉีกขาดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	25
3.30	การทดสอบความสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	26
3.31	การเตรียมการทดสอบความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	26
3.32	การทดสอบความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.33	ห้องจำลองสำหรับทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียง พร้อมแหล่งกำเนิดเสียง	27
3.34	การวัดระดับเสียงภายในอากาศที่ออกมาจากห้องจำลอง	27
3.35	การติดตั้งแผ่นคอนกรีตด้านหน้าของห้องจำลองสำหรับยึดแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียง	27
3.36	การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของคอนกรีตที่ไม่มีแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว	28
3.37	การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่ติดตั้งบนแผ่นคอนกรีต	28
4.1	ภาพขุยมะพร้าวที่มองเห็นด้วยตาเปล่า	29
4.2	ภาพขยายขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 50 เท่า	29
4.3	ภาพขยายขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า	30
4.4	ภาพขยายเส้นใยที่ปะปนอยู่ในขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 1,000 เท่า	30
4.5	ภาพขยายแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 50 เท่า	31
4.6	ภาพขยายแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า	31
4.7	ภาพขยายแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า	32
4.8	ผลการทดสอบแรงบิดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	32
4.9	ผลการทดสอบเวลาที่เกิดการคงรูประหว่าง ts_2 และ tc_{90} ของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	33
4.10	ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	33
4.11	ผลการทดสอบความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	34
4.12	ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	35
4.13	ผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	36
4.14	ผลการทดสอบการสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	37
4.15	ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	37
4.16	ผลการทดสอบระดับเสียงที่ออกจากห้องจำลองเมื่อติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ	38
4.17	ผลการทดสอบระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จากการรวมคลื่นเสียงความถี่ต่างๆ ซึ่งออกจากห้องจำลองที่ติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วนต่างๆ	39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.18	กาวขาวสำหรับติดตั้งแผ่นกระเบื้องยางลงบนพื้นคอนกรีต	40
4.19	การติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ ลงบนพื้นคอนกรีตด้วยกาวขาว	40
4.20	พื้นที่ทำการติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์	40
4.21	ลักษณะการติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์	41
4.22	แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ ที่ปูลงบนพื้น	41
4.23	บรรยากาศการนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 14	42
4.24	ใบรับรองการเข้าร่วมนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 14	42

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขุยมะพร้าวด้วยเครื่อง XRF	16
3.2	สูตรแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว เทียบจาก 100 ส่วนของยางโดยน้ำหนัก (Part Per Hundred Rubber; phr, pphr)	21

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางพารามากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก มีเนื้อที่ปลูกประมาณ 12.3 ล้านไร่ มีผลผลิตส่งออกปีละประมาณ 2.4 ล้านตัน มูลค่า 100,000 ล้านบาท/ปี ส่งออกไปในรูปน้ำยางข้น (Concentrate Latex) ยางแผ่นรมควัน (Ribbed Smoke Sheet: RSS) ยางอบแห้ง (Air Dried Sheet: ADS) และยางแท่ง (Standard Thai Rubber: STR) (สกว., 2548) การใช้ประโยชน์จากยางพาราส่วนใหญ่จะเป็นในด้านของยางรถยนต์, รถจักรยานยนต์, ถุงมือยาง, ถุงยางอนามัย, ผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมและการแพทย์ เช่น ยางรองแท่นเครื่อง สายพานยาง ยางรัดของ สายยางทั่วไป สายน้ำเกลือ เป็นต้น ในตลาดขณะนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางมีความสนใจเป็นอย่างมากในเรื่องของการผลิตผลิตภัณฑ์จำพวกแผ่นยางชนิดต่างๆ เช่น แผ่นกระเบื้องยาง, แผ่นฉนวนกันความร้อน, และแผ่นยางรอง เป็นต้น เพื่อใช้งานในโครงสร้าง อาคาร บ้านพักอาศัย

มะพร้าว เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากคนไทยรู้จักใช้เนื้อมะพร้าวในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาวและหวานในชีวิตประจำวัน นิยมปลูกกันมากในภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ตรัง ภาคกลาง ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี จันทบุรี ระยอง ตราด ฉะเชิงเทรา พื้นที่ปลูก 2,163,439 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 1,917,287 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 1,947,963.59 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,016 กก/ไร่ ปริมาณที่ใช้ภายในประเทศ ประมาณ 1,080 ล้านผล การส่งออกในรูปมะพร้าวแห้ง ปริมาณ 1,566 ตัน มูลค่า 277 ล้านบาท การนำเข้า ในรูปมะพร้าวแห้ง 51 ตัน มูลค่า 2.3 ล้านบาท จากการสำรวจพบว่า ประชากรไทย 1 คน จะบริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผล/คน/ปี ใช้ผลมะพร้าวประมาณ 1,170 ล้านผล หรือประมาณ ร้อยละ 65 ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือประมาณ ร้อยละ 35 ของผลผลิตทั้งหมด หรือ 630 ล้านผล ใช้ในรูปของอุตสาหกรรม หรือส่งออกต่อไป โดยที่ผลผลิตมะพร้าวแต่ละปีจะมีมูลค่าไม่ต่ำกว่าปีละ 3,200 ล้านบาท จากการที่มะพร้าวมีผลผลิตมากมายดังกล่าวในข้างต้น ทำให้มีปริมาณเปลือกมะพร้าวเหลือทิ้งในปริมาณมากตามไปด้วย (สกอ., 2547)

ขุยมะพร้าว คือ เปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือ ปั่นให้ใยละเอียด เป็นขุยละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท (ไม่ใช่เปลือกสับ) เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบกาบมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่งหรือผลิตภัณฑ์อื่น เศษเหลือเหล่านี้เป็นผงๆ มีสมบัติเบา แต่ก็มีความคงทนถาวร ทนแดด ทนฝน เมื่อแช่น้ำจะไม่มีการอ่อนมาก ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับเส้นใยมะพร้าว

รูปที่ 1.1 ลักษณะของขุยมะพร้าว

ดังนั้น การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ จึงเป็นการนำส่วนหนึ่งของเปลือกมะพร้าวที่ไม่มีมูลค่าอย่างขุยมะพร้าว มาใช้ประโยชน์ควบคู่กับการส่งเสริมผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ คาดว่าเมื่อดำเนินงานวิจัยสำเร็จตามเป้าหมายแล้ว จะสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพิ่มเติมได้อีกมากมาย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อทราบอัตราส่วนที่เหมาะสำหรับนำขุยมะพร้าวมาเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ

2) เพื่อศึกษากระบวนการนำขุยมะพร้าวมาเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ

3) เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว

4) เพื่อทดสอบการใช้งานจริงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว

5) เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าวให้แก่ผู้ประกอบการ ชุมชน และประชาชนทั่วไป

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1) ผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติผลิตจากยางธรรมชาติแท่ง นำมาเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว

2) ยางธรรมชาติที่ใช้เป็นยางธรรมชาติแท่ง STR20

3) ขุยมะพร้าวได้มาจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว

4) ใช้สารประสานที่จำหน่ายภายในประเทศ

5) ออกสูตรวัสดุผสมยางธรรมชาติแท่งผสมกับขุยมะพร้าว ไม่น้อยกว่า 5 สูตร

6) ผสมวัสดุเป็นยางคอมปาวด์ด้วยเครื่องผสมแบบเปิด

7) ขึ้นรูปวัสดุผสมแผ่นกระเบื้องยางปูพื้นด้วยวิธีการอัดร้อน

8) ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล ประสิทธิภาพการป้องกันเสียง และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

9) ทำการทดสอบการใช้งานจริง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

10) ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการนำขุยมะพร้าวมาเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติให้แก่ผู้ประกอบการ ชุมชน และประชาชนทั่วไปที่สนใจ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสำหรับนำขุยมะพร้าวมาเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ

2) ทราบกระบวนการนำขุยมะพร้าวมาเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ

3) ทราบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว

4) ทราบผลการทดสอบการใช้งานจริงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว

5) ผู้ประกอบการ ชุมชน และประชาชนทั่วไป สามารถนำผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าวไปใช้ผลิตในเชิงพาณิชย์ได้

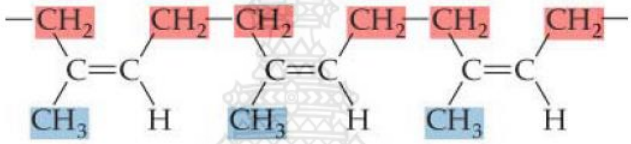
6) ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรได้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ สามารถสรุปทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกรอบแนวคิดของโครงการได้ดังนี้

2.1 ยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติหรือยางพารา เป็นสารพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุล (Mn) สูง เฉลี่ยประมาณ 200,000 - 500,000 (Subramanium, 1980) มีการกระจายน้ำหนักโมเลกุลกว้าง มีสูตรโมเลกุลเป็น cis 1, 4 Polyisoprene ดังโครงสร้างรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของยางธรรมชาติ cis 1, 4 Polyisoprene (Subramanium, 1980)

ยางธรรมชาติมีถิ่นเดิมอยู่ในทวีปอเมริกาใต้เท่านั้น ต่อมาได้มีผู้นำมาปลูกในทวีปเอเชีย สามารถปลูกได้ดีในภาคใต้ และภาคตะวันออกของประเทศไทย เมื่อต้นยางโตเต็มที่ ชาวสวนเก็บน้ำยางด้วยการกรีดเปลือก (tapping) ของลำต้นให้น้ำยางซึมออกมา น้ำยางที่ได้ถูกนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้ยางออกมาในลักษณะที่แตกต่างกัน คือ อยู่ในรูปของน้ำยางข้น (concentrated latex) หรือยางดิบแห้งชนิดต่างๆ ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน (ribbed smoked sheet), ยางแผ่นผึ่งแห้ง (air dried sheet), ยางเครพ (crepe), ยางแท่งเอสทีอาร์ (STR, Standard Thai Rubber, STR), และยางชนิดอื่นๆ จากนั้นจึงนำยางดิบเหล่านี้ไปป้อนให้กับโรงงานแปรรูปเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เช่น ยางรถยนต์ ยางล้อเครื่องบิน ยางรัดของ ท่อยาง เบาะที่นอน ฟองน้ำ รองเท้ายาง ถุงยางอนามัย ลูกโป่ง เป็นต้น ทั้งนี้เพราะยางมีสมบัติจำเพาะแตกต่างจากวัสดุอื่นๆ คือ มีความยืดหยุ่นดี เมื่อดึงออกและหดกลับรูปเดิมเมื่อปล่อย นอกจากนี้ยังมีเนื้อทึบ สามารถกันน้ำและอากาศไม่ให้ผ่านได้โดยง่าย อีกทั้งไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เนื้อยางแห้ง (ในน้ำยางมีเนื้อยางแห้ง 20-45% โดยน้ำหนัก) คือ สารไฮโดรคาร์บอน (rubber hydrocarbon) ที่มีไฮโดรคาร์บอนอยู่ประมาณ 93.3% อีกประมาณ 6.7% เป็นสารอื่นที่ไม่ใช่ยาง (nonrubber contents) ปนอยู่ซึ่งสารดังกล่าว ได้แก่ โปรตีน (protein) ไกลโคไซด์ (glycosides) ไลปิด (lipids) เกลือแร่ (mineral salts) และเอนไซม์ (enzymes) (Barlow, 1993) สารที่ไม่ใช่ยางเหล่านี้ แม้มีเพียงเล็กน้อยแต่จะมีผลต่อการวัลคาไนซ์ และสมบัติของยางเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ น้ำยางที่ได้จากต้นยางเปลี่ยนไปตามฤดูกาล สภาพดินฟ้าอากาศ ชนิดของดิน สภาวะแวดล้อมของแปลงปลูกยาง พันธ์ยาง การกรีด ความยาวของรอยกรีด อายุของต้นยาง ความถี่ของการกรีด ช่วงเวลาของการกรีด การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง และปัจจัยอื่นๆ (เช่น การทำความสะอาดถังใส่น้ำยาง การกรีดยางในฤดูฝน ซึ่งมีน้ำฝนหลงเหลือในถ้วยยาง เป็นต้น)

ยางธรรมชาติมีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก ไม่สามารถวัดน้ำหนักโมเลกุลด้วยวิธีลดจุดเยือกแข็ง (depression of freezing point) หรือวิธีการเพิ่มจุดเดือด (elevation of boiling point) ส่วนใหญ่จะใช้

วิธีวัดความดันออน3626 .โมติก (osmotic pressure) และวิธีวัดความหนืดแทน จากวิธีการแยกลำดับส่วน (fractionation) ของสารละลายยางธรรมชาติ พบว่ามีการกระจายน้ำหนักโมเลกุล ค่าที่ได้จึงเป็นน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยน้ำหนักซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 200,000-500,000 หน่วย สมบัติทางกายภาพของยางอาจเปลี่ยนแปลงไปได้เล็กน้อยจากสารที่ไม่ใช่ยางปนอยู่และจากระดับขั้นของการเกิดผลึก (degree of crystallinity) ซึ่งที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10°C ยางธรรมชาติสามารถเกิดผลึกได้ มีผลทำให้ความหนาแน่นเปลี่ยนจาก 0.92 เป็นประมาณ 0.95 (เสาวรจน์, 2537)

โครงสร้างหลักที่มีผลกระทบต่อสมบัติของยางธรรมชาติ คือ

1) ยางธรรมชาติ ประกอบด้วย คาร์บอนและไฮโดรเจนล้วน ทำให้ยางธรรมชาติมีสมบัติไม่ทนน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันพืช แต่จะเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี

2) ตัวทำละลายของยางธรรมชาติ ได้แก่ อะลิฟาติก และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (aliphatic and aromatic hydrocarbon), chlorinated hydrocarbon, ethers, แ ล ะ carbon disulfide นอกจากนี้ ความทนน้ำมันของยางธรรมชาติมีค่าต่ำมากจึงทำให้ยางวัลคาไนซ์ แล้วเกิดการบวมตัวเมื่อจุ่มในน้ำมัน ในขณะที่ยางดิบเกิดการละลาย ส่วนตัวที่ไม่ทำละลายยางธรรมชาติ ได้แก่ คีโตน (ketone) แอลกอฮอล์ (alcohol) และ เอสเทอร์ (ester)

3) เนื่องจากโมเลกุลของยางไม่อิ่มตัว พันธะคู่สามารถทำปฏิกิริยากับกำมะถันในกระบวนการวัลคาไนเซชันได้ ข้อเสียคือ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนและโอโซนโดยมีโลหะ (เช่น Mn, Fe, Cu และ Co) ความร้อน แสง และความเครียดที่มีอยู่ในยาง (เช่น การหักงอยางไปมา) เป็นตัวเร่งให้ยางเสื่อมเร็วขึ้นเมื่อตั้งทิ้งไว้หรือขณะใช้งาน ซึ่งจะทำให้ยางธรรมชาติเกิดรอยแตกหรือการแตกหักได้ ปริมาณโอโซน 100 ppm สามารถทำลายยางได้ภายในสองนาที ดังนั้นต้องมีการเติมสารป้องกันการเกิดออกซิไดซ์ (antioxidant) และสารป้องกันการเกิดโอโซแนนท์ (antiozonant) ผสมเข้าไปในยาง เพื่อยืดอายุการใช้งานหรือการเก็บรักษา

4) โซ่โมเลกุลที่เคลื่อนไหวหักงอไปมาได้ง่าย ทำให้ยางธรรมชาติคงสภาพยืดหยุ่นได้ดี อาจจะสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิต่ำมาก ยางธรรมชาติมีค่า T_g เท่ากับ –72°C ซึ่งต่ำกว่ายางสังเคราะห์อื่นๆ ยกเว้นเฉพาะยางบิวทาไดอีนและยางซิลิโคนเท่านั้น (Holfmann, 1989)

5) ความสม่ำเสมอในโครงสร้างโมเลกุล ทำให้ยางธรรมชาติสามารถตกผลึกได้เมื่อยืด ทำให้มีความต้านทานแรงดึงสูงมากและทำให้มีค่า green strength สูงและ tack ดี

6) น้ำหนักโมเลกุลสูง ทำให้ยางแข็งเกินไปที่จะนำไปแปรรูปโดยตรง ดังนั้นต้องนำยางไปบดเพื่อให้ได้โมเลกุลเล็กลงก่อนนำไปแปรรูปในขั้นต่อไป

7) ยางธรรมชาติมีสมบัติการกระดอน (resilience) สูงกว่ายางสังเคราะห์อื่นๆ

8) การใช้ reinforcing filler เช่น เขม่าดำ (carbon black) จะปรับปรุงสมบัติเชิงกลของยางให้สูงขึ้น

2.2 การทดสอบขบวนการวัลคาไนซ์

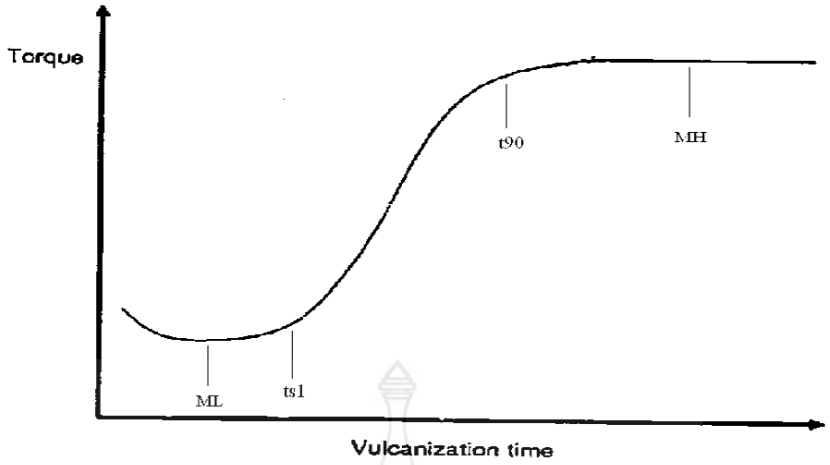
เมื่อการผสมยางกับสารจำเป็นต่างๆ เรียบร้อยแล้ว จะถึงขั้นของการทำให้ยางเป็นรูปร่างตามต้องการ แล้วจึงถึงขั้นการวัลคาไนซ์ยาง ซึ่งในระหว่างเกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ขึ้นนั้นจะเกิดสถานะต่างๆ ขึ้น (state of cure) (วราภรณ์, 2523) อาจแบ่งขั้นตอนดังนี้ คือ

1) ขั้นของการเริ่มต้น (induction period)

2) ขั้นของการเกิดการเชื่อมโยงสายโมเลกุลยาง (curing or crosslinking stage)

3) ขั้นของการล่วงเลยการถึงจุดที่ต้องการ (reversion or overcure stage)

ลักษณะของขั้นตอนทั้งสาม ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนระหว่างเกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ในสถานะต่างๆ (วราภรณ์, 2523)

ตามรูปช่วงแรกของปฏิกิริยาเป็นช่วงสำคัญที่จะเป็นลักษณะแสดงถึงความปลอดภัยของยางต่อการเกิด “scorching” ก่อนการวัลคาไนซ์ ซึ่งจะหา scorch time ได้โดยการใช้เครื่อง Rheometer ต่อจากช่วงแรกของการวัลคาไนซ์ก็จะมาถึงช่วงของการเกิด การเชื่อมโยงโมเลกุล โดยที่อัตราการเกิดช้าหรือเร็วนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและส่วนผสมของยาง และเมื่อเกิดการเชื่อมโยงโมเลกุลเต็มที่แล้ว หากยังดำเนินการวัลคาไนซ์ต่อไป คุณสมบัติของยางก็จะเปลี่ยนไป คืออาจแข็งขึ้นหรืออ่อนลง ทั้งนี้ขึ้นกับส่วนผสมในยาง

อนึ่งการทดสอบขบวนการวัลคาไนซ์มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสถานะของขั้นตอน ทั้ง 3 ดังกล่าวแล้ว สำหรับเทคนิคเพื่อวัตถุประสงค์นี้ มี 3 วิธี คือ

1) โดยวิธีทางเคมี เนื่องด้วยในขณะการเกิดวัลคาไนซ์ ซัลเฟอร์จะเข้าเชื่อมโยงกับยาง ฉะนั้นวิธีการที่จะศึกษาสถานะของการวัลคาไนซ์ โดยทางเคมีจึงยึดหลักหาปริมาณซัลเฟอร์ที่เป็นอิสระ (free sulfur) ซึ่งจะลดลงเป็นลำดับ ขณะที่วัลคาไนซ์กำลังดำเนินรุดหน้า อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ไม่เป็นที่นิยมกันเพราะการทราบปริมาณซัลเฟอร์อิสระไม่ได้ให้ความสัมพันธ์กับการพัฒนาการเชื่อมโยงโมเลกุล หรือให้ความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพของยางเลย อีกประการหนึ่งเป็นวิธีที่สิ้นเปลืองแต่ว่าวิธีการหาซัลเฟอร์อิสระนี้มักปฏิบัติกันเมื่อต้องการตรวจสอบความสม่ำเสมอของผลผลิต และเมื่อต้องการประมาณหา degree of curing

2) โดยวิธีทางกายภาพ โดยวิธีนี้จะต้องทำการ cure ยางเป็นชุดๆ ในเวลาต่างๆ กันแล้ววัดหาคุณสมบัติการต้านแรงดึงยางและบันทึกผลการทดสอบเขียนกราฟ ปกติการเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบโดยวิธีนี้มัก cure ยางโดยใช้เวลาการ cure ต่างๆ กัน ประมาณชุดละ 5-10 นาที แล้วนำตัวอย่างไปวัด modulus ที่ยืดออก 300% และวัดการต้านแรงดึง วิธีการนี้ให้ผลเป็นที่พอใจสำหรับขั้นตอนการวัลคาไนซ์ที่มีความแตกต่างอย่างเด่นชัดแต่จะไม่ได้ผลเมื่อขั้นตอนระหว่างการวัลคาไนซ์แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย อีกทั้งยังไม่สามารถบอกให้ทราบถึงขั้นของการเกิด scorch

3) โดยวิธีทดสอบแบบต่อเนื่อง จากวิธีที่กล่าวข้างต้นทั้ง 2 วิธีเป็นวิธีที่ต้องเตรียมตัวอย่างเป็นชุดๆ ใช้ระยะเวลาต่างๆ กันแล้วจึงนำไปทดสอบ ซึ่งนับว่าต้องเสียเวลาและสิ้นเปลืองตัวอย่างมาก ฉะนั้นจึงได้มีความพยายามที่จะหาวิธีการที่สะดวกและรวดเร็ว นั่นคือวิธีการที่ควรใช้ตัวอย่างเพียงชิ้นเดียวและทำการทดสอบต่อเนื่อง เพื่อหาสถานะของการ cure ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสุกของยาง

1) Mooney Viscometer

2) Curemeter

ซึ่งเครื่อง Mooney viscometer สามารถที่จะให้ผลการทดสอบได้ใกล้เคียงกับความต้องการดังกล่าว เพียงแต่ว่าการทดสอบดำเนินได้เพียงแค่เมื่อผ่านสถานะของการ cure ในช่วงแรกเท่านั้น จากนี้ตัวอย่างก็จะถูกทำลายโดยการหมุนของ rotor ของเครื่อง ฉะนั้นเพื่อให้การทดสอบดำเนินไปเรื่อยๆ ซึ่งจะทำให้ศึกษาสถานะต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการวัลคาไนซ์ได้ จึงได้มีการสร้างเครื่องทดสอบการ cure ขึ้น “curemeter” เครื่องทดสอบการ cure ที่ผลิตขึ้นต่างก็มีหลักการเพื่อทดสอบหาความแข็งหรือ modulus ของยาง โดยการทดสอบและบันทึกผลบนกราฟ (cure curve) ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ นานตามต้องการ

ในระหว่างต้นปี 2503 ได้เริ่มมีการผลิตเครื่องทดสอบการ cure แบบต่างๆ ขึ้น อย่างไรก็ตามยังมีข้อบกพร่องที่ว่าขณะทำการทดสอบตัวอย่างมิได้ถูกอัดเหมือนอย่างที่จะทำการวัลคาไนซ์จริงๆ ฉะนั้นตัวอย่างซึ่งถูกอัดด้วยแรงอัดต่ำจึงมักเกิดรูพรุนและมักเสียหาย

จากปัญหาหรือความบกพร่องดังกล่าวจึงได้เกิดเครื่องทดสอบการ cure แบบที่ rotor เคลื่อนไหวในลักษณะแกว่ง (oscillating disk) แทนที่จะหมุนไปเรื่อยๆ แบบของ mooney viscometer นอกจากนี้ตัวอย่างจะถูกอัดด้วยแรงอัดสูงขณะการทดสอบ เครื่องแบบนี้จะวัดแรง (torque) ที่ต้องแกว่ง rotor ซึ่งจมอยู่ในตัวอย่างยางที่อยู่ในช่องที่ถูกอัดด้วยแรงอัดและควบคุมอุณหภูมิการวัลคาไนซ์ตามต้องการ การแกว่งของ rotor จะไม่ทำลายตัวอย่าง ดังเช่นในการทดสอบด้วย Mooney viscometer เมื่อการวัลคาไนซ์ดำเนินต่อๆ ไปแรงที่จะเฉือนยางยิ่งเพิ่มขึ้น นั่นคือการเกิดกราฟของแรงต่อเวลาการวัลคาไนซ์ยางเนื่องด้วย rotor ทำการยืด (straining) ยางขณะทำการทดสอบ ฉะนั้นค่าของแรงจึงสัมพันธ์โดยตรงกับ shear modulus ของยาง

2.3 วัสดุผสม

วัสดุผสม คือ วัสดุที่เกิดจากวัสดุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันเพื่อปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เป็นเหตุให้เนื้อวัสดุสุดท้ายมักมีส่วนที่สามารถแบ่งให้เห็นได้อย่างชัดเจน (ถ้าไม่ใช่ด้วยตาเปล่าก็กล้องขยายกำลังสูง) หรือที่เรียกกันว่ามีเฟสตั้งแต่ 2 เฟสขึ้นไป ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาผสมกัน การให้คำจำกัดความเท่านั้นยังไม่เพียงพอยังจำเป็นต้องมีข้อแม้อื่น ๆ อีก 3 ข้อแม้ ก่อนที่จะเรียกได้ว่าวัสดุนั้นเป็นวัสดุผสม คือ

1) วัสดุทั้ง 2 ชนิด (หรือมากกว่า) ต้องมีอยู่ในปริมาณที่มากพอ คือ มากกว่าร้อยละ 5

2) วัสดุทั้ง 2 ชนิดนั้น (หรือมากกว่า) ต้องมีสมบัติที่แตกต่างกัน และด้วยเหตุนี้จึงสามารถสังเกตได้ว่าสมบัติของวัสดุผสมมีความแตกต่างวัสดุที่เป็นสารเริ่มต้น

3) วัสดุผสมที่มนุษย์จัดทำขึ้นมักถูกผลิตขึ้นจากส่วนผสมต่าง ๆ ด้วยวัตถุประสงค์หลากหลาย ดังนั้นอัลลอยด์ (Alloy) ซึ่งมีโครงสร้างระดับอนุภาคที่แบ่งออกเป็นเนื้อวัสดุ 2 ชนิด ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง (Solidification) จากส่วนผสมหลอมเหลวที่เป็นเนื้อเดียวกันอยู่ หรือด้วยการให้ความร้อนในขั้นตอนต่อ ๆ มา ซึ่งเป็นขณะที่มีสถานะเป็นของแข็งนั้น มักไม่ถูกจัดว่าเป็นวัสดุผสม (สมเกียรติ, 2556)

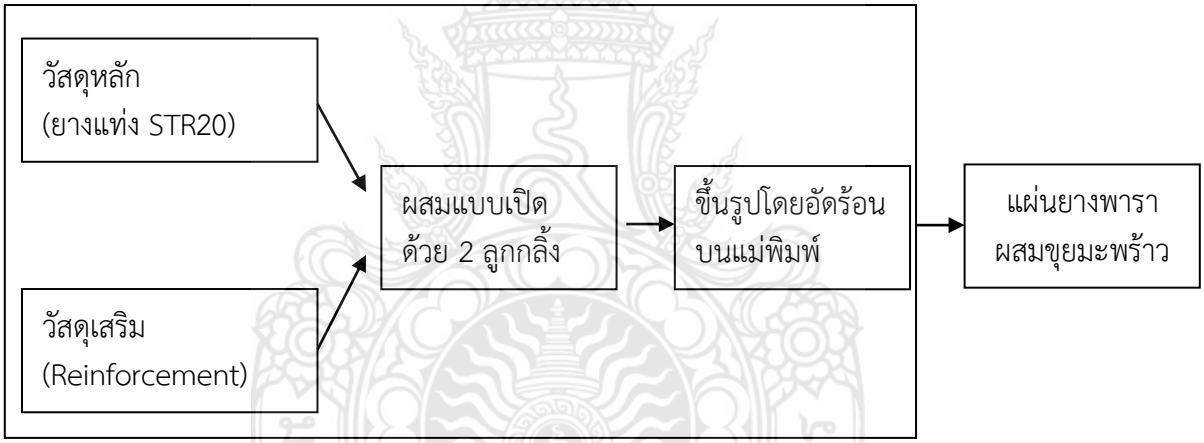
2.4 การขึ้นรูปโดยการอัดด้วยความร้อน

การขึ้นรูปโดยการอัดด้วยความร้อน เป็นกระบวนการพื้นฐานในการผลิตชิ้นงานพลาสติกแบบดั้งเดิม โดยส่วนมากนิยมใช้กับพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต นอกจากนี้กระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วย

การอัดยังสามารถใช้กับพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แต่ไม่เป็นที่นิยมมากนัก หลักการกระบวนการขึ้นรูปด้วยการอัด คือ นำวัตถุดิบที่ต้องการขึ้นรูป วางลงแม่พิมพ์ร้อนที่เปิดอยู่ หลังจากนั้นปิดแม่พิมพ์ด้วยแรงดันอัด พลาสติกจะเริ่มอ่อนตัวเนื่องจากความร้อน และไหลไปตามช่องว่างของแม่พิมพ์ จนกระทั่งแข็งตัวได้รูปร่างตามต้องการ (สวทช., 2556)

2.5 กรอบแนวความคิด

ผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว ประกอบด้วย วัสดุหลัก เรียกว่า เมตริก (Matrix) และวัสดุเสริม (Reinforcement) โดยการวิจัยนี้ใช้ยางธรรมชาติแท่ง STR20 เป็นวัสดุหลัก และใช้ขุยมะพร้าว เป็นวัสดุเสริม เมื่อต้องการนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่น ก็ต้องมีการผสมสารตัวเติม ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารประสาน แล้วทำการผสมด้วยเครื่องผสมแบบเปิดชนิด 2 ลูกกลิ้ง จากนั้นขึ้นรูปโดยใช้วิธีการอัดแม่พิมพ์แบบร้อน ก็จะได้เป็นผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติแผ่นเรียบ ที่มีลวดลายสีสันสวยงามเลียนแบบธรรมชาติ โดยที่สีของแผ่นกระเบื้องยางที่ได้ มีสีเข้มหรือสีอ่อนก็ขึ้นอยู่กับชนิดของยางพาราแท่ง และอุณหภูมิขณะทำการอัดขึ้นรูปแผ่นยาง จึงน่าที่จะเป็นส่วนประกอบในการตกแต่งหรือนำไปใช้ประโยชน์ในอาคาร บ้านเรือน ที่พักอาศัยเชิงอนุรักษ์ได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.3 กรอบแนวความคิดของแผ่นยางธรรมชาติเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว

2.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาตินี้มีลักษณะคล้ายกับการนำวัสดุหรือเส้นใยธรรมชาติต่างๆ มาผสมกับวัสดุหลักเพื่อพัฒนาคุณสมบัติ โดยสามารถรวบรวมมาพอสังเขปได้ ดังต่อไปนี้

1) สมควร วัฒนกิจไพบูลย์ และ จิตตกร ทรงต่อศรีสกุล (2548) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การผลิตวัสดุทดแทนแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร 5 ชนิด ได้แก่ ต้นข้าวโพด ซังข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง เปลือกทุเรียน และผักตบชวา โดยกำหนดความชื้นของเศษวัสดุไม่เกิน 5% ทำการอัดด้วยเครื่องอัดความร้อน แรงอัดจำเพาะ 150 กก./ตร.ซม. อุณหภูมิอัด 150 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอัด 10 นาที ความหนาของแผ่นอยู่ในช่วง 6-19 มม. และมีความหนาแน่นที่กำหนด 500-800 กก./ลบ.ม. ทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 876-2532 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับผลิตเป็นวัสดุทดแทนแผ่นชิ้นไม้อัด โดยผสมปริมาณของเศษวัสดุประมาณ 80-85% และผสมปริมาณของกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ประมาณ 15-20% วัสดุทดแทนแผ่นไม้อัดที่ผลิตได้มีคุณสมบัติด้านการตัดเฉือนด้วยเครื่องมือกลได้เป็น

อย่างดี สามารถทำการเลื่อยตัด เจาะรู ตอกตะปู ตลอดจนการขัดผิวเรียบด้วยกระดาษทรายโดยไม่ทำให้เกิดการแตกร่อน สามารถใช้ทดแทนแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากวัตถุดิบที่เป็นเนื้อไม้ได้เป็นที่น่าพอใจ แต่ยังมีจุดอ่อนในด้านคุณสมบัติ ต้านทานแรงยึดเหนี่ยวสกรูเกลียว การดูดซึมน้ำ การพองตัว และกลิ่นจากเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ ดังนั้นการนำไปประยุกต์ใช้งานจึงเหมาะกับงานที่ไม่สัมผัสกับสภาพความชื้นสูง แต่ถ้าหากมีการใช้สารเคลือบผิวหรือวัสดุเคลือบผิว เช่น แล็กเกอร์ หรือฟอร์ไมกา ก็จะเป็นการแก้ไขจุดอ่อนดังกล่าวได้

2) อโณทัย ผลสุวรรณ, ประชุม คำพุฒ และ บุญชัย ผึ้งไผ่งาม (2548) ได้ศึกษาการผสมโพลีเอธิลีน ความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้วกับขี้เลื่อย เพื่อศึกษาคุณสมบัติเชิงกล ของการผสมโพลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานมาแล้วกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราขนาดอนุภาค 1.5 มม. และ 0.5 มม. โดยใช้เทคนิคการผสมแบบ ลูกกลิ้งคู่ ใช้อัตราส่วนผสมปริมาณโพลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นสูงต่อขี้เลื่อยไม้ยางพารา เท่ากับ 50/50, 60/40 และ 70/30 ผลการวิจัยพบว่า ค่าของการทนแรงดึงยืด ค่าของการทนแรงกระแทก และค่าการต้านทานการโก่งงอ จะลดต่ำลงเมื่อปริมาณขี้เลื่อยเพิ่มมากขึ้น และที่อัตราส่วนผสมเดียวกันเมื่อปริมาณของ ไซเลนเพิ่มขึ้นค่าของการทนแรงกระแทก และค่าการต้านทานการโก่งงอจะสูงขึ้น

3) ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ (2549ก) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นหญ้าแฝกกันปลวก ซึ่งเน้นการขึ้นรูปเส้นใยหญ้าแฝกเป็นแผ่น โดยได้แบ่งออกเป็น 5 ชุดโครงการย่อย ดังนี้ คือ

ชุดโครงการย่อยที่ 1 การพัฒนากรรมวิธีการผลิตเพื่อเพิ่มคุณภาพแผ่นชิ้นแฝกอัดให้ทนปลวก (2549ก) เป็นการพัฒนาหญ้าแฝกเป็นแผ่นประกอบ ชนิดแผ่นชิ้นแฝกอัด โดยใช้หญ้าแฝกดอน สายพันธุ์ราชบุรี ได้มีการศึกษา พบว่าแผ่นประกอบจากชิ้นหญ้าแฝกดอนสามารถนำมาผลิตทำเป็นเครื่องเรือนและเครื่องไม้ใช้สอยต่างๆ ในครัวเรือน เพื่อทดแทนไม้จริงได้เป็นอย่างดี เมื่อเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นแฝกอัดของ JIS A 5908 (1994) พบว่าแผ่นประกอบจากใบหญ้าแฝกดอน สายพันธุ์ราชบุรี ดังกล่าว มีคุณภาพของแผ่นอยู่ในเกณฑ์สูงสุดของมาตรฐานกำหนด (18 type) ยกเว้นการพองตัวทางความหนาหลังแช่น้ำ ซึ่งต้องมีการปรับปรุงพัฒนาต่อไป และได้มีการนำแผ่นชิ้นแฝกอัดดังกล่าว ไปทำการทดลองความทนทานกับปลวก โดยนักวิจัยของกรมป่าไม้ ซึ่งกำลังดำเนินการทดลองอยู่

ชุดโครงการย่อยที่ 2 การพัฒนาชุดเครื่องต้นแบบขนาดย่อมเพื่อการผลิตแผ่นชิ้นแฝกอัด (2549ข) เป็นการผลิตเครื่องมือต้นแบบสำหรับอัดขึ้นรูปแผ่นหญ้าแฝก

ชุดโครงการย่อยที่ 3 วัสดุประกอบพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยหญ้าแฝกและเทอร์โมพลาสติก (2549ค) งานวิจัยนี้เสนอที่จะศึกษาการเตรียมวัสดุคอมโพสิตจากพอลิเมอร์และเส้นใยแฝก เพื่อใช้งานเป็นวัสดุไม้เทียมและวัสดุขึ้นรูปแบบพลาสติก โดยเน้นที่งานวิจัยที่การเตรียมวัสดุคอมโพสิตที่มีสมบัติที่ดี เช่นสมบัติทางกายภาพ (Physical properties) สมบัติเชิงกล (Mechanical properties) สมบัติทางความร้อน (Thermal properties) ฯลฯ โดยจะทำการขึ้นรูปด้วยเทคนิคการอัดรีด (Extrusion) ให้สามารถประยุกต์ใช้งานไม้เทียมในรูปวัสดุเฟอร์นิเจอร์ เช่น ไม้ปาร์เก้ แผ่นไม้กรอบหน้าต่าง ประตู หรือวัสดุฝ้าเพดาน ฯลฯ ทั้งนี้เสนอที่จะใช้ "พอลิไวนิคลอไรด์" หรือพีวีซี (Poly(vinyl chloride), PVC) และพอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) หรือ พอลิเอทธิลีน (Polyethylene, PE) เป็นพอลิเมอร์เมตริกซ์

ชุดโครงการย่อยที่ 4 การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยหญ้าแฝก (2549ง) เป็นการพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรมชาติ ด้วยความรู้ ความสามารถ และเทคโนโลยีของคนไทย ย่อมส่งผลดีนานาประการในการลดปัญหาดุลการค้า และปัญหาด้านสุขภาพ หญ้าแฝกจัดเป็นฉนวนความร้อนที่ดี จากการทดสอบค่าการนำความร้อนของหญ้าแฝกแห้งที่นำมาอัดจนมีความหนาแน่นประมาณ 80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามวิธีมาตรฐาน ASTM C177 พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.045 - 0.05 ในขณะที่ฉนวนใยแก้ว (Fiberglass) มีค่าการนำความร้อนประมาณ 0.03 - 0.04 ขึ้นอยู่กับ

ชนิด และความหนาแน่น จากการเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนระหว่าง หญ้าแฝก และ ฉนวนใยแก้ว จะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่จะนำหญ้าแฝกมาผลิตเป็นฉนวนความร้อนที่ดีได้

ชุดโครงการย่อยที่ 5 การศึกษาและทดสอบความทนทานของแผ่นประกอบหญ้าแฝกต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน (2549จ) เป็นการศึกษาและทดสอบระดับความทนทานของผลิตภัณฑ์แฝกชนิดต่างๆ ภายในห้องปฏิบัติการต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน Coptotermes gestroi ซึ่งเป็นปลวกชนิดที่ก่อให้ เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจสูงที่สุด โดยเฉพาะในเขตเมืองและในภาคศนามต่อการเข้าทำลายของปลวกนานาชนิด ที่มักพบเข้าทำลายไม้ใช้ประโยชน์ในเขตชนบท เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาวางแผนในเชิงการพัฒนาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทดสอบชนิดต่างๆ เพื่อให้มีความคงทนต่อปลวกและสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

4) สมควร วัฒนกิจไพบูลย์ และ จิตตกร ทรงต่อศรีสกุล (2548) ได้ศึกษาการนำเส้นใยกาบมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรง พบว่าการนำเส้นใยกาบมะพร้าวมาใช้ทำเป็นวัสดุเสริมแรงในโพลีเอสเตอร์เรซิน จะมีลักษณะการแตกหักเป็นแบบเปราะ การฉีกขาดจะมีเส้นใยกาบมะพร้าวที่ทำหน้าที่ช่วยในการยึดเกาะได้ และมีความสามารถในการตัดเฉือนด้วยเครื่องมือกล โดยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายใดๆ พื้นผิวชิ้นงานที่ได้มีผิวเรียบสม่ำเสมอดี ไม่เป็นอุปสรรคต่อการต่อการตกแต่งทำสีพื้นผิว ซึ่งจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในตำแหน่งที่ไม่ต้องรับแรงกระแทกมากนัก หรือในส่วนที่ไม่เป็นอันตรายต่อการนำไปติดตั้งเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ สำหรับการนำเส้นใยกาบมะพร้าวมาใช้ทำเป็นวัสดุเสริมแรงในเยื่อกระดาษอัด โดยการนำมาขึ้นรูปเป็นวัสดุป้องกันการกระแทกสำหรับการบรรจุภัณฑ์สินค้าด้วยวิธีการอัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์ชิ้นงานที่ได้จะมีความแข็งแรงและมีความเหนียวสามารถต้านทานการกระแทกและการฉีกขาดได้ดีเหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ผลิตเป็นวัสดุป้องกันการกระแทกสำหรับการบรรจุภัณฑ์สินค้า เพื่อทดแทนการใช้วัสดุป้องกันการกระแทกที่ผลิตจากโฟมและพลาสติก อีกทั้งยังสามารถผสมสีย้อมให้เกิดเป็นสีสันสวยงามสำหรับการเลือกใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สินค้า

5) ศราวุธ ริมดุสิต (2548) ได้พัฒนาผงขี้เลื่อยผสมพลาสติก โดยนำผงขี้เลื่อยไม้มาผสมกับพลาสติกชนิดพอลิเบนซอกซาซีน พบว่าได้วัสดุไม้ทดแทนที่มีความแข็งแรงเหมือนไม้ธรรมชาติในระดับ 7 จิกะปาสคาล เนื่องจากพอลิเมอร์ที่ใช้มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับตัวประสานที่มีอยู่ในไม้ธรรมชาติ และมีลักษณะด่นด้านความแข็งแรง มีคุณสมบัติทนต่อแมลง ปลวก และเชื้อรา ทำให้วัสดุดังกล่าวมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าไม้ธรรมชาติทั่วไป

6) พิชญ์ ศุภผล และฉัตรชัย วีระนิติสกุล (2546) ได้ศึกษาไม้แปรรูปพลาสติก พบว่าลักษณะเด่นของไม้แปรรูปพลาสติกซึ่งแตกต่างจากไม้ คือจะไม่เกิดการผุกร่อน ไม่เกิดการแตกหัก ไม่สนับสนุนการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย ไม่เกิดการโก่งงอ มีความหนาแน่นมากกว่าไม้ (มีน้ำหนักมากกว่าไม้) มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน (ขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยทั่วไปจะประมาณ 50 ปี) กันน้ำ ทนรังสีอัลตราไวโอเลต กันแมลง และมีพื้นผิวที่สวยงาม นอกจากนี้ ไม้แปรรูปพลาสติกยังถูกนำมาใช้ในงานตกแต่งที่ไม่ต้องการทาสีหรือกาว เนื่องจากไม้แปรรูปพลาสติกสามารถผลิตได้เกือบทุกสี และวัสดุประกอบไม้พลาสติกบางประเภทก็ยังสามารถที่จะทาสีได้ และไม้แปรรูปพลาสติกมีพื้นผิวที่สามารถดูดซับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ทำให้ถูกนำไปใช้ในการจราจรทางเท้า

7) อิทธิพล แจ้งชัด, วรรณิยา ชาญณรงค์ และ วรธรรม อุ่นจิตติชัย (2545) ได้ศึกษาผลของปริมาณไม้และพลาสติไซเซอร์ที่มีต่อสมบัติเชิงกลของคอมโพสิตจากเส้นใยไม้ยางพาราและพีวีซี งานวิจัยนี้ศึกษาแนวทางการผลิตไม้เทียมจากวัสดุคอมโพสิตระหว่างพอลิไวนิลคลอไรด์หรือพีวีซีกับเส้นใยไม้ยางพารา โดยเน้นที่จะศึกษาผลของปริมาณเส้นใยและพลาสติไซเซอร์ที่มีต่อสมบัติเชิงกลของคอมโพสิตเส้นใยไม้ยางพารากับพีวีซี เส้นใยไม้ยางพาราเตรียมได้จากขบวนการความร้อนเชิงกล วัตถุดิบทั้งหมดถูกผสมเบื้องต้นในเครื่องผสมความเร็วสูง จากนั้นผสมแบบหลอมเหลวในเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยว

ชิ้นงานตัวอย่างขึ้นรูปด้วยเทคนิคการอัดขึ้นรูป จากการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณเส้นใยไม้ยางพาราในวัสดุคอมโพสิตทำให้ค่าความแข็งแรงดึง มอดุลัสที่ 3 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแข็งแรงกระแทก ความแข็งแรงโค้งงอ และมอดุลัสโค้งงอ สูงขึ้น และจะลดลงเมื่อเกินขีดความสามารถ ในการเข้ากันระหว่างพอลิไวนิลคลอไรด์เมตริกซ์กับเส้นใยไม้ยางพารา สำหรับค่าความแข็งกด จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น การเพิ่มปริมาณพลาสติไซเซอร์ DOP ทำให้ค่าความแข็งแรงดึง มอดุลัสที่ 3 เปอร์เซ็นต์ ความแข็งแรงโค้งงอ มอดุลัสโค้งงอ และความแข็งกดลดลง ในขณะที่ค่าความแข็งแรงกระแทกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากปรากฏการณ์พลาสติไซเซชันของ DOP นั่นเอง

8) อิทธิพล แจ้งชัด, ธีรพัฒน์ อุณหโชค, พจนีย์ ศรธรรมลี และ วรธรรม อุ่นจิตติชัย (2545) ได้ศึกษาไม้เทียมพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวาและพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ใช้พอลิเอทิลีน-กราฟท์-มาลีอิกแอนไฮดรายด์เป็นสารช่วยผสม โดยทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของไม้พอลิเมอร์คอมโพสิต ได้แก่ ปริมาณสารช่วยผสม ปริมาณเส้นใยคอมโพสิต ขนาดของเส้นใยผักตบชวา ฯลฯ ทำการเตรียมคอมโพสิตด้วยเทคนิคการผสมแบบหลอมเหลว ด้วยเทคนิคอัดรีดแบบเกลียวหนอนเดี่ยว และขึ้นรูปด้วยเทคนิคฉีดขึ้นรูป จากนั้นทำการศึกษาสมบัติต่างๆ ของคอมโพสิตที่เตรียมได้ เช่น สมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน และสัณฐานวิทยา จากการทดลองเมื่อใช้สารช่วยผสม PE-g-MA ผสมในคอมโพสิต พบว่าสมบัติเชิงกลของคอมโพสิตดีขึ้น และปริมาณสารช่วยผสมที่เหมาะสมให้ความแข็งแรงดึงสูงสุดคือ 3% โดยน้ำหนัก ค่าความแข็งแรงดึงมอดุลัส ความแข็งกด และองศาความเป็นผลึก เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยผักตบชวา ส่วนค่าร้อยละการยืดตัว ณ จุดขาด และความแข็งแรงกระแทกมีค่าลดลง ขนาดเส้นใยที่เหมาะสมคือ 50-80 เมช ค่าการดูดซับน้ำของคอมโพสิตลดลงเมื่อใส่สารช่วยผสม อย่างไรก็ดี %WA มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยในคอมโพสิต และเมื่อใช้เส้นใยขนาดสั้น จากการศึกษาสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด ยืนยันผลการทดลองคือ สารช่วยผสม PE-g-MA ช่วยเพิ่มการยึดเกาะระหว่างเส้นใยผักตบชวากับพอลิเอทธิลีนเมตริกซ์

9) ชนิดา โยธินวัฒนกำธร (2547) ได้ศึกษาความสามารถในการขึ้นรูปและสมบัติของวัสดุคอมโพสิตพอลิพรอพิลีน/ขี้เลื่อยวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดและปริมาณของเส้นใยธรรมชาติ สารปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทก และสารคู่ควบชนิดมาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟต์พอลิพรอพิลีนที่มีต่อสมบัติของวัสดุคอมโพสิตพอลิพรอพิลีนและเส้นใยธรรมชาติ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปริมาณเส้นใยธรรมชาติลงในวัสดุพอลิพรอพิลีนส่งผลให้ความแข็งแรงและความเหนียวของพอลิพรอพิลีนซึ่งเป็นเมตริกซ์ลดลง และเส้นใยธรรมชาติที่ไม่ผ่านการปรับปรุงผิวทำให้การยึดเกาะระหว่างเฟสของพอลิพรอพิลีนและเส้นใยธรรมชาติไม่ดี การเพิ่มปริมาณสารปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกสามารถปรับปรุงความเหนียวของวัสดุคอมโพสิตได้ สารปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกที่มีปริมาณโคมอนอเมอร์และค่าดัชนีการไหลสูงให้ผลการปรับปรุงสมบัติความต้านทานแรงกระแทกที่ดี การเติมสารคู่ควบชนิดมาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟต์พอลิพรอพิลีนปริมาณ 2% ของขี้เลื่อยลงในวัสดุคอมโพสิตที่ปรับปรุงสมบัติด้วยสารปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกปริมาณ 11.1% เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของวัสดุคอมโพสิต และสารคู่ควบชนิดมาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟต์พอลิพรอพิลีนที่ใช้ควรมีเปอร์เซ็นต์การเชื่อมต่อมาเลอิกแอนไฮไดรด์และน้ำหนักโมเลกุลของพอลิพรอพิลีนสูง นอกจากนี้ งานวิทยานิพนธ์นี้ยังเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยภาคอุตสาหกรรมของบริษัท เอเพ็กซ์ ทอยส์ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตของเล่นรายใหญ่ของประเทศไทย ใช้วัสดุพอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต บริษัทมีวัตถุประสงค์ที่จะใช้สารเติมแต่งเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์ของเด็กเล่นของบริษัทฯ จึงได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในการพัฒนาวัสดุคอมโพสิตพอลิพรอพิลีนและเส้นใยธรรมชาติ คือ ผงขี้เลื่อยไม้ ผงซังข้าวโพด และเส้นใยปอแก้ว ในอัตราส่วนของเส้นใยธรรมชาติ 10-30% โดยน้ำหนัก

จากการทดสอบสมบัติของวัสดุคอมโพสิต การใช้ขี้เลื่อยมีความเหมาะสม เนื่องจากหาได้หาง่าย มีราคาถูก และมีสมบัติเชิงกลใกล้เคียงกับเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่น แต่การเพิ่มปริมาณขี้เลื่อยมีผลให้สมบัติความต้านทานแรงกระแทก และความแข็งแรงของวัสดุ คอมโพสิตมีแนวโน้มลดลง จึงใช้สารปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทก และใช้สารคู่ควบปรับปรุงสมบัติของวัสดุคอมโพสิต ผลคือ การใช้สารปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระแทกชนิด Engage 8407 ในอัตราส่วน 6% โดยน้ำหนักของพอลิพรอพิลีนและใช้สารคู่ควบชนิด Fusabond MZ203D ในอัตราส่วน 4% โดยน้ำหนักของขี้เลื่อย เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม วัสดุคอมโพสิตพอลิพรอพิลีนและขี้เลื่อยในอัตราส่วนขี้เลื่อย 20% สามารถฉีดขึ้นรูปได้ดีและมีสมบัติการรับแรงกระแทกที่ดีที่สุด ส่วนวัสดุคอมโพสิตพอลิพรอพิลีนและขี้เลื่อยในอัตราส่วนขี้เลื่อย 30% มีความแข็งแกร่งและความสามารถในการต้านทานการดัดงอสูงที่สุด เมื่อทดสอบผลิตจริงที่บริษัทเอเพ็กซ์ ทอยส์ วัสดุผสมพอลิพรอพิลีนกับขี้เลื่อยที่อัตราส่วนขี้เลื่อย 20 และ 30% สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องและให้ชิ้นงานที่มีลักษณะปรากฏสวยงาม

10) กัลทิมา เชาว์ชาญชัยกุล (2546) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปริมาณขี้เลื่อย ปริมาณความชื้นในผงขี้เลื่อยก่อนการผสม และการปรับปรุงผิวขี้เลื่อยด้วยสารอะมิโนไซเลนที่มีต่อสมบัติด้านการผสม สมบัติทางกล และความร้อนของวัสดุผสมพีวีซีกับขี้เลื่อย จากการศึกษาผลของปริมาณขี้เลื่อย พบว่า ปริมาณขี้เลื่อยในช่วง 0.0-23.1 % โดยน้ำหนัก ไม่มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยแรงบิดและความดันตกคร่อม ณ บริเวณ ทางเข้าดาย ปริมาณขี้เลื่อยที่มากขึ้นมีผลทำให้ชิ้นงานมีอัตราการบวมตัวลดลง ส่วนสมบัติทางกลมีแนวโน้มลดลงในช่วงที่มีปริมาณขี้เลื่อย 0.0-16.7 % เนื่องจากพันธะระหว่างเฟสที่ไม่แข็งแรงและการกระจายตัวของขี้เลื่อยที่ไม่สม่ำเสมอซึ่งสามารถพิจารณาได้จากภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาค แต่เมื่อปริมาณขี้เลื่อยมากกว่า 16.7 % พบว่า สมบัติทางกลมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก นอกจากนี้ปริมาณขี้เลื่อยที่เพิ่มขึ้นยังมีผลทำให้ค่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วมีค่าเพิ่มสูงขึ้นแต่มีผลทำให้วัสดุผสมมีเสถียรภาพทางความร้อนลดลง ส่วนผลของปริมาณความชื้น พบว่า ปริมาณความชื้นตั้งแต่ 1.0 % ขึ้นไปมีผลทำให้คุณภาพของชิ้นงานลดลงโดยเกิดการหลุดลอกออกของผิวและเกิดฟองอากาศขึ้นภายในเนื้อชิ้นงาน ในกรณีวัสดุผสมที่มีขี้เลื่อย 16.7 และ 28.6 % พบว่าปริมาณความชื้นมีผลทำให้สมบัติทางกลลดลง แต่เมื่อปริมาณความชื้นมากกว่า 1.0 % พบว่าสมบัติทางกลเริ่มมีแนวโน้มดีขึ้นเนื่องจากอนุภาคของขี้เลื่อยบวมตัวปิดช่องว่างระหว่างเฟสมีผลทำให้เกิดแรงเฉือนขึ้นที่รอยต่อระหว่างเฟส และในกรณีปริมาณขี้เลื่อย 37.5 % ไม่สามารถสังเกตพบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกลเมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มสูงขึ้น จากสมบัติทางความร้อน พบว่า ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้พีวีซีในวัสดุผสมมีความเสถียรทางความร้อนลดลงแต่ไม่มีผลทำให้ค่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วและอุณหภูมิการสลายตัวทางความร้อนเกิดการเปลี่ยนแปลง ในส่วนการศึกษาผลของการปรับปรุงผิวขี้เลื่อยด้วยสารอะมิโนไซเลน พบว่า การเติมสารอะมิโนไซเลนมีผลต่อค่าแรงบิดเฉลี่ยขณะผสมโดยเฉพาะในสัดส่วนที่มีปริมาณขี้เลื่อยที่ 41.2% โดยพบว่าไซเลนมีผลทำให้ค่าแรงบิดเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่เริ่มมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณไซเลนมากกว่า 1.0 % โดยน้ำหนักของขี้เลื่อย ส่วนในด้านสมบัติทางกล พบว่าปริมาณอะมิโนไซเลนที่เหมาะสมซึ่งทำให้ได้วัสดุผสมที่มีสมบัติความทนแรงดึงและความต้านทานแรงกระแทกที่ดี คือ 0.5-1.0 % โดยน้ำหนักของขี้เลื่อย และ 1.5 % โดยน้ำหนักของขี้เลื่อย ตามลำดับ และจากผลของสมบัติทางกล พบว่าการเติมสารอะมิโนไซเลนในกรณีปริมาณขี้เลื่อยน้อยมีผลกระทบมากกว่ากรณีปริมาณขี้เลื่อยมาก การปรับปรุงผิวขี้เลื่อยด้วย KBM603 ช่วยทำให้ได้วัสดุผสมที่มีสมบัติความทนแรงดึงที่ดี ขณะที่ KBE603 ส่งผลให้ได้วัสดุที่มีความต้านทานแรงกระแทกที่ดี ความแตกต่างที่เกิดขึ้นกับสมบัติทางกลของวัสดุผสมพีวีซีกับขี้เลื่อยนั้น ขึ้นอยู่กับ ลักษณะของหมู่ฟังก์ชันในสารไซเลนที่ใช้ เช่น ระดับความชอบน้ำ จำนวนหมู่ฟังก์ชัน การเกิดปฏิกิริยาควบแน่นกันเอง และประสิทธิภาพในการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ส่วนสมบัติทางความร้อนเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเมื่อปริมาณสารอะมิโนไซเลนเพิ่มขึ้น

11) ปรัชกร ช่วยบำรุง, วีระ ลิมปนพรชัยกุล, ธนะชัย สัจจะธนะสกุล และ สมหมาย ผิวสอาด (2556) ได้ศึกษานำเศษวัสดุที่เหลือจากกระบวนการผลิตกระดาษรีไซเคิลหลังจากการตีกวนกระดาษในถังหมักของบริษัท ไทยเปเปอร์มิลล์ จำกัด เช่น พลาสติก กระดาษ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วงระหว่าง 5-10 มิลลิเมตร และมีความสะอาดเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงเกิดแนวความคิดในการนำเอาเศษวัสดุเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ เพื่อผลิตเป็นแผ่นวัสดุอัดเรียบ ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ใช้กาวเทอร์โมเซตติง (กาวแข็งตัวเมื่อร้อน) เป็นสารเชื่อมประสานโดยใช้ Urea Formaldehyde และ Unsaturated Polyester Resins หลังจากนั้นทำการเคลือบผิวหน้าด้วยแผ่น PVC Sheet ทั้งชนิดแข็งและชนิดอ่อน เพื่อให้ทนต่อสภาวะการใช้งาน แล้วจึงศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานโดยการทดสอบสมบัติทั้งทางกลและทางกายภาพของแผ่นวัสดุอัดเรียบ อ้างอิงตามมาตรฐาน มอก.876-2547 จากผลการทดสอบพบว่าแผ่นวัสดุอัดเรียบที่ใช้ Urea Formaldehyde ผสมในสัดส่วน 40% โดยน้ำหนักของเศษวัสดุ มีค่า Flexural Strength มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นวัสดุอัดเรียบที่ไม่ได้ใส่สารเชื่อมประสานและแผ่นวัสดุอัดเรียบที่ใส่สารเชื่อมประสาน Unsaturated Polyester Resins อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอัดขึ้นรูปแผ่นวัสดุอัดเรียบที่ใช้ Urea Formaldehyde ผสมในสัดส่วน 40% โดยน้ำหนักของเศษวัสดุอยู่ที่ 140 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นยังพบว่าความแข็งแรงของชิ้นงานยังแปรผันตรงกับความแข็งแรงของวัสดุเคลือบผิวอีกด้วย

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

โครงการการใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง โดยดำเนินการวิจัยและพัฒนา ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) ยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR20 ดังรูปที่ 3.1 และ 3.2

รูปที่ 3.1 การตัดแบ่งยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR20 เพื่อใช้งาน

รูปที่ 3.2 ยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR20 ที่พร้อมในการใช้งาน

2) ขุยมะพร้าว จากโรงงานคัดแยกเส้นใยและขุยมะพร้าว (รูปที่ 3.3 ถึง 3.6) ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (X-Ray Fluorescence, XRF) ดังตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.3 โรงงานคัดแยกเส้นใยและขุยมะพร้าว

รูปที่ 3.4 เครื่องจักรลำเลียงมะพร้าวสำหรับคัดแยกเส้นใยและขุย

รูปที่ 3.5 เครื่องจักรคัดแยกเส้นใยและขุยมะพร้าว

รูปที่ 3.6 ขุยมะพร้าว

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขุยมะพร้าวด้วยเครื่อง XRF

องค์ประกอบทางเคมี	**ร้อยละ**
CH_2	99.092
Ca	0.021
Cl	0.279
Fe	0.005
K	0.417
Mg	0.031
P	0.058
S	0.015
Si	0.082

3) กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur

4) ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)

5) กรดสเตียริก (Stearic Acid)

6) ได-เมอร์แคปโตเบนโซไทเอซอล (2 – Mercapto benzthiazole, 2 – MBT)

7) ไดฟินิลกัวนิดีน (Diphenyl Guanidine, DPG)

8) เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

9) แบบหล่อแผ่นยางธรรมชาติ ขนาด 20 x 20 x 0.5 เซนติเมตร
10) ตู้อบ (Oven)
11) เครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง (Two - Roll Mill) ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 เครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง

12) เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน (Compression Molding) ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน

13) เครื่องทดสอบการคงรูป (Oscillating Disc Rheometer, ODR) ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 เครื่องทดสอบการคงรูป

14) เครื่องตัดชิ้นงาน พร้อมแบบตัด ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 เครื่องตัดชิ้นงาน พร้อมแบบตัด

15) เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine, UTM) ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 เครื่องทดสอบอเนกประสงค์

16) เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A ดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A

17) เครื่องทดสอบความสึกหรอของยาง (Abrasion Resistance) ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 เครื่องทดสอบความสึกหรอของยาง

18) ชุดอุปกรณ์ทดสอบความหนาแน่น ได้แก่ ตลับเมตร, เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และไมโครมิเตอร์

19) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

20) เครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนต์ (X-Ray Fluorescence, XRF)

21) ชุดอุปกรณ์แหล่งกำเนิดเสียง ได้แก่ คอมพิวเตอร์, โปรแกรม Sound Check Tone Generator ความถี่ 125, 250, 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ (Hz) และอุปกรณ์ขยายเสียง (ลำโพง) ขนาด 3 วัตต์ จำนวน 2 ตัว มีช่วงความถี่ของเสียง 125 – 20,000 เฮิรตซ์

22) เครื่องวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) ยี่ห้อ UNI-T รุ่น UT351 ความคลาดเคลื่อน ไม่เกิน 1.5 dB ดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 เครื่องวัดระดับเสียง

23) ห้องจำลองสำหรับติดตั้งแผ่นวัสดุทดสอบเสียง ขนาด 30x30x30 เซนติเมตร โดยเว้นช่องว่างสำหรับติดตั้งแผ่นวัสดุ 1 ด้าน (ใช้แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวติดบนแผ่นคอนกรีต ขนาด 30x30x1.5 เซนติเมตร) ส่วนอีก 5 ด้าน บุภายในด้วยแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี และติดตั้งแผ่นโฟม หนา 12.5 เซนติเมตร รอบห้องจำลอง (Abdullah et al., 2014) ดังรูปที่ 3.16 ถึง 3.17

รูปที่ 3.16 ด้านหน้าของห้องจำลองสำหรับติดตั้งแผ่นวัสดุทดสอบเสียง

รูปที่ 3.17 ห้องจำลองสำหรับติดตั้งแผ่นวัสดุทดสอบเสียง

3.2 การออกแบบสูตรยาง

ออกแบบสูตรแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว เริ่มจากสูตรยางธรรมชาติที่ไม่มีการผสมขุยมะพร้าว และเพิ่มปริมาณขุยมะพร้าวมากขึ้นเรื่อยๆ จนไม่สามารถขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติได้ รวมทั้งหมด 6 สูตร โดยคิดปริมาณส่วนผสมที่จะใช้เทียบจาก 100 ส่วนของยางโดยน้ำหนัก (Part Per Hundred Rubber; phr, pphr) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สูตรแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว เทียบจาก 100 ส่วนของยางโดยน้ำหนัก (Part Per Hundred Rubber; phr, pphr)

สูตร	ยางแท่ง STR20	ซิงค์ออกไซด์	กรดสเตียริก	กำมะถัน	ได-เมอร์แคปโตเบนโซไทเอซอล	ไดฟินิลกัวนิดีน	ขุยมะพร้าว
0	100	5	2	3	0.5	0.2	0
5	100	5	2	3	0.5	0.2	5
10	100	5	2	3	0.5	0.2	10
20	100	5	2	3	0.5	0.2	20
40	100	5	2	3	0.5	0.2	40
80	100	5	2	3	0.5	0.2	80

3.3 การขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติ

1) ตวงส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว ตามตารางที่ 3.1
2) บดยางธรรมชาติเพื่อเติมส่วนผสมอื่นๆ ด้วยเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง
3) เติมขุยมะพร้าวลงในยางธรรมชาติที่บดภายในเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง ดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 การเติมขุยมะพร้าวลงในยางธรรมชาติ

4) ผสมซิงค์ออกไซด์และกรดสเตียริกลงในส่วนผสมที่กำลังบดอยู่ในเครื่อง
5) จากนั้น เติมได-เมอร์แคปโตเบนโซไทเอซอลและไดฟินิลกัวนิดีน แล้วทำการผสมจนเข้ากัน
6) เติมกำมะถันเพื่อให้เกิดการคงรูป แล้วทำการผสมจนส่วนผสมเข้ากันทั้งหมด ดังรูปที่ 3.19

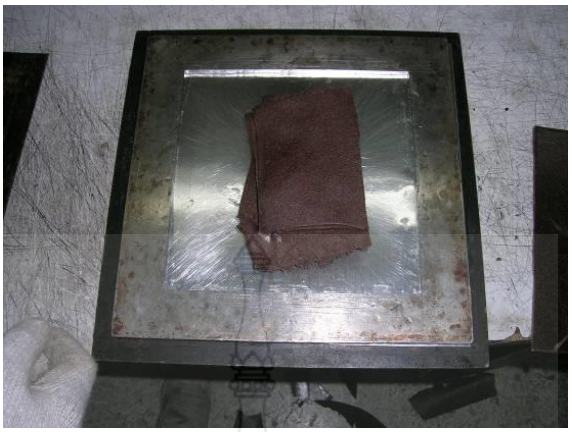
รูปที่ 3.19 การบดส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปด้วยเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง

7) ทดสอบการคงรูปของส่วนผสมทั้งหมด เพื่อหาเวลาการคงรูปหรือเวลาสกอช และแรงบิดของส่วนผสม โดยใช้เครื่องทดสอบการคงรูป (ODR) ดังรูปที่ 3.20 และ 3.21

รูปที่ 3.20 การหาเวลาสกอชของส่วนผสมด้วยเครื่องทดสอบการคงรูป

รูปที่ 3.21 การหาแรงบิดของส่วนผสม

8) นำส่วนผสมที่เข้ากันดีแล้วใส่ลงในแบบหล่อ เพื่อเตรียมขึ้นรูปเป็นแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ส่วนผสมที่เข้ากันแล้วภายในแบบหล่อก่อนการอัดขึ้นรูป

9) ขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 3.23 และ 3.24

รูปที่ 3.23 นำส่วนผสมในแบบหล่อเข้าเครื่องอัดขึ้นรูป

รูปที่ 3.24 การตั้งอุณหภูมิของเครื่องอัดขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติไว้ที่ 150 องศาเซลเซียส

10) นำส่วนผสมที่อัดขึ้นรูปออกจากเครื่อง ได้แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว ดังรูปที่ 3.25 และ 3.26

รูปที่ 3.25 แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วนต่างๆ

รูปที่ 3.26 ลักษณะเนื้อของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

3.4 การทดสอบสมบัติของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

ทำการทดสอบสมบัติของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว ตามมาตรฐาน ASTM (ASTM, 2014) ประกอบด้วย

1) ความหนาแน่น ตามมาตรฐาน ASTM D1817

2) การดูดซึมน้ำ ตามมาตรฐาน ASTM D570

3) ความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM D2240

4) ความต้านทานแรงดึง ตามมาตรฐาน ASTM D412

5) ความทนการฉีกขาด ตามมาตรฐาน ASTM D624

6) ความสึกหรอ ตามมาตรฐาน ASTM D1630

7) สัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM C177

8) ประสิทธิภาพการป้องกันเสียง ตามผลงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ในระดับนานาชาติ (Abdullah et al., 2014)

รูปที่ 3.27 ตัดแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวเพื่อทดสอบสมบัติต่างๆ ด้วยเครื่องตัดชิ้นงาน

รูปที่ 3.28 การทดสอบความต้านทานแรงดึงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

รูปที่ 3.29 การทดสอบความทนการฉีกขาดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

รูปที่ 3.30 การทดสอบความสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

รูปที่ 3.31 การเตรียมการทดสอบความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

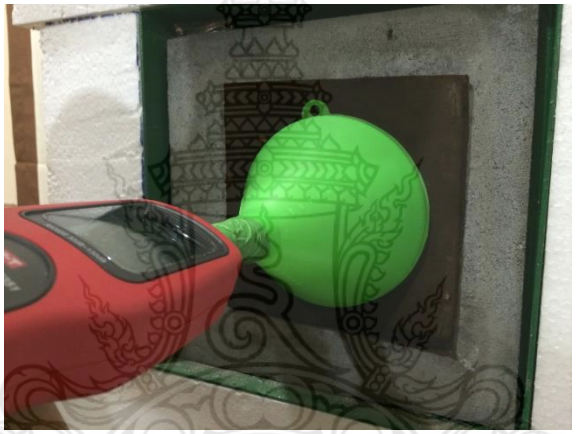
รูปที่ 3.32 การทดสอบความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

รูปที่ 3.33 ห้องจำลองสำหรับทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียง พร้อมแหล่งกำเนิดเสียง

รูปที่ 3.34 การวัดระดับเสียงภายในอากาศที่ออกมาจากห้องจำลอง

รูปที่ 3.35 การติดตั้งแผ่นคอนกรีตด้านหน้าของห้องจำลองสำหรับยึดแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียง

รูปที่ 3.36 การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของคอนกรีต
ที่ไม่มีแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว



รูปที่ 3.37 การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว
ที่ติดตั้งบนแผ่นคอนกรีต

3.5 การทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

การทดสอบใช้งานจริงเป็นการนำแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วนที่เหมาะสม มาทดสอบการปูพื้น เริ่มจากการเตรียมพื้นผิวสำหรับปูพื้นให้สะอาด แล้วจึงใช้กาวขาวทาลงบนแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวด้านที่ต้องการปูลงบนพื้น จากนั้นทำการปูแผ่นยางดังกล่าว โดยหันด้านที่ทากาวลงบนพื้นผิวจนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ ทั้งนี้ ให้สังเกตกระบวนการทำงานทุกขั้นตอนว่า เหมือนหรือแตกต่างจากการใช้แผ่นกระเบื้องยางทั่วไปหรือไม่

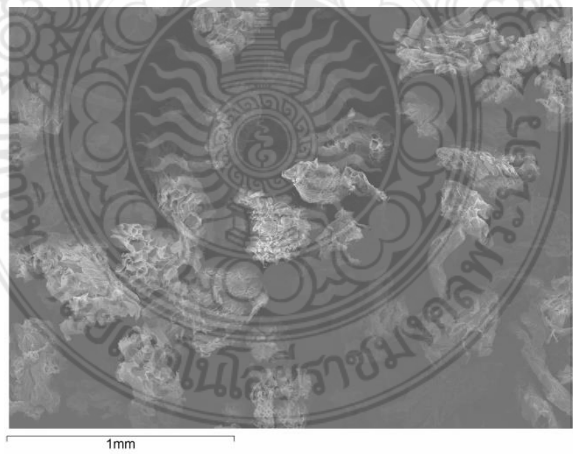
บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการดำเนินโครงการ การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ ดังต่อไปนี้

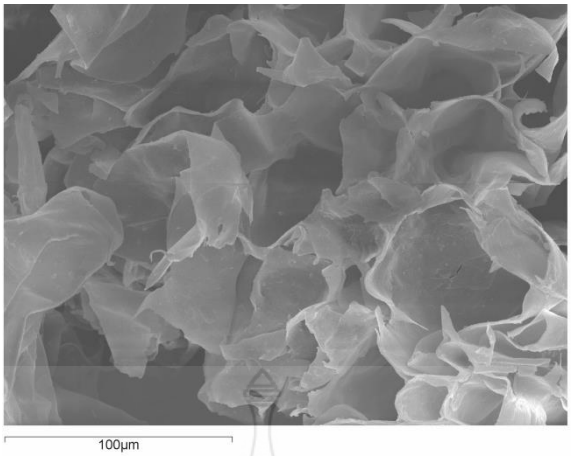
4.1 ผลการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เมื่อนำขุยมะพร้าวไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 50 เท่า 500 เท่า และ 1,000 เท่า ทำให้สามารถเห็นลักษณะทางกายภาพของขุยมะพร้าว ซึ่งสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.4

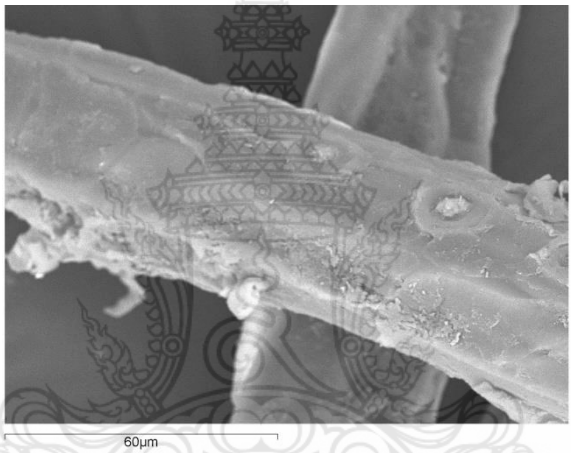
รูปที่ 4.1 ภาพขุยมะพร้าวที่มองเห็นด้วยตาเปล่า



รูปที่ 4.2 ภาพขยายขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 50 เท่า

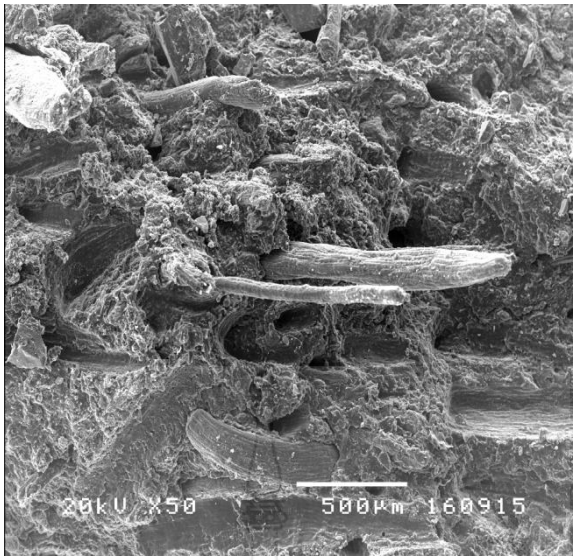


รูปที่ 4.3 ภาพขยายขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า

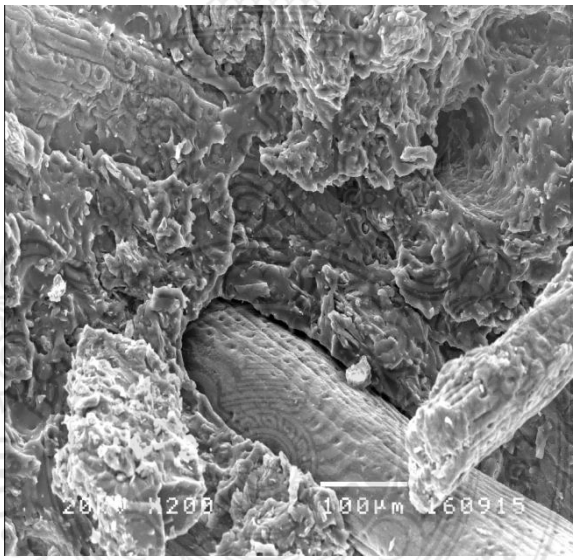


รูปที่ 4.4 ภาพขยายเส้นใยที่ปะปนอยู่ในขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด กำลังขยาย 1,000 เท่า

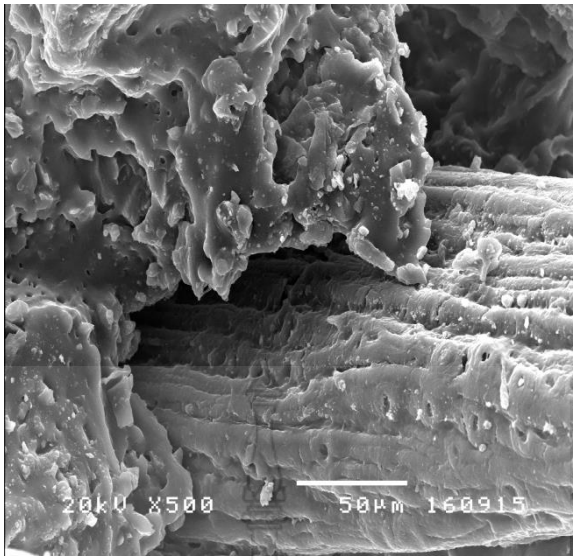
จากขุยมะพร้าวที่มองเห็นด้วยตาเปล่าในรูปที่ 4.1 พบว่า ส่วนใหญ่เป็นลักษณะของแผ่นบางๆ จับตัวกันเป็นก้อน ขนาดประมาณ 0.2 – 0.6 มิลลิเมตร ใกล้เคียงกับเม็ดทราย น้ำหนักเบา ฟู และมีเศษเส้นใยมะพร้าวเป็นเส้นยาว ขนาดยาวประมาณ 0.5 ถึง 0.8 เซนติเมตร ปะปนอยู่เล็กน้อย เมื่อนำขุยมะพร้าวดังกล่าวมาส่องขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จะทำให้เห็นลักษณะของขุยมะพร้าวและขุยมะพร้าวที่ปะปนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยที่กำลังขยาย 50 เท่า จะเห็นขนาดของขุยมะพร้าวชัดเจน (รูปที่ 4.2) และที่กำลังขยาย 500 เท่า จะเห็นเนื้อและลักษณะการเรียงตัวที่มีความพรุนสูงของขุยมะพร้าว (รูปที่ 4.3) ส่วนที่กำลังขยาย 1,000 เท่า เป็นลักษณะของเนื้อเส้นใยมะพร้าว (รูปที่ 4.4) ทั้งนี้ เมื่อทำการนำขุยมะพร้าวมาผสมในแผ่นยางธรรมชาติ แล้วส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.5 ถึง 4.7



รูปที่ 4.5 ภาพขยายแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 50 เท่า



รูปที่ 4.6 ภาพขยายแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 200 เท่า

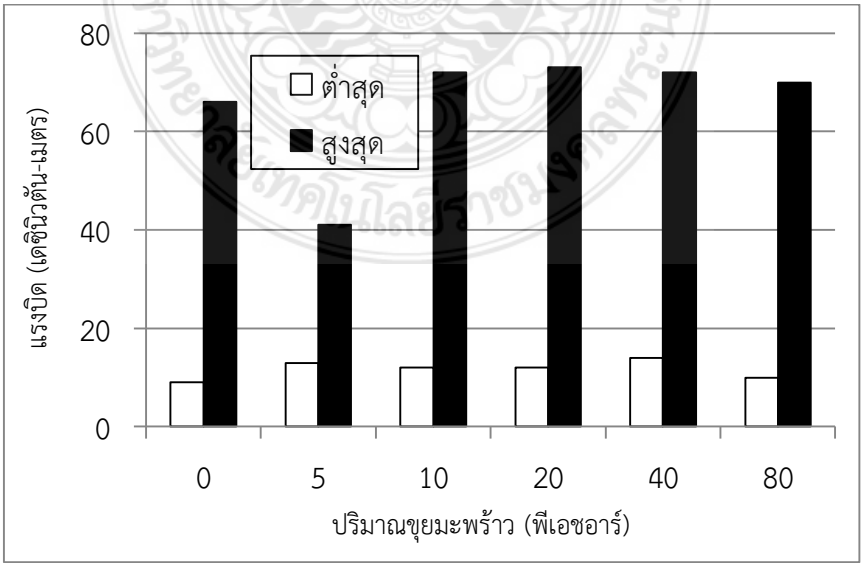


รูปที่ 4.7 ภาพขยายแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กำลังขยาย 500 เท่า

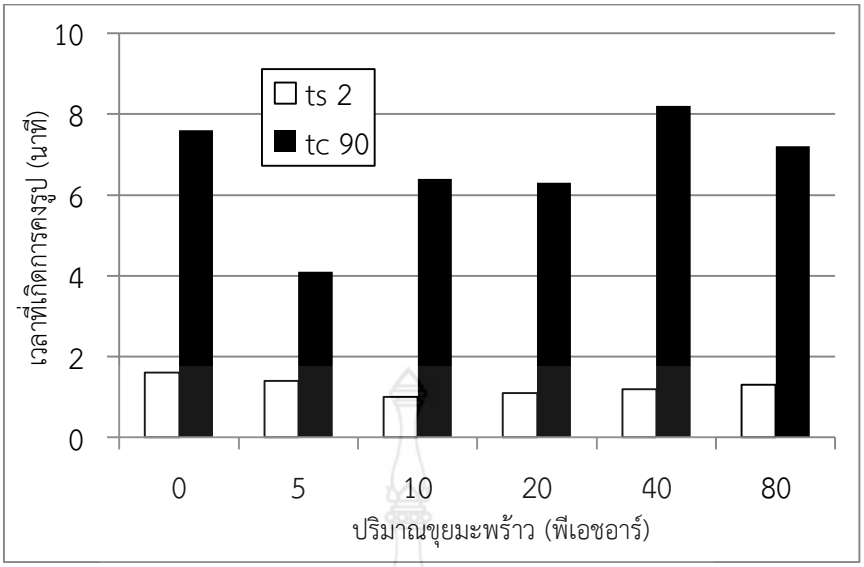
จากรูปที่ 4.5 ถึง 4.7 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการยึดเกาะกันของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว ซึ่งพบว่า ยางธรรมชาติ มีส่วนอย่างมากในการยึดเกาะขุยมะพร้าวและเส้นใยมะพร้าวให้ติดอยู่กับแผ่นยาง ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบการยึดเกาะระหว่างขุยมะพร้าวและเส้นใยมะพร้าว จะเห็นว่า ขุยมะร้าวสามารถแทรกเข้าไปในเนื้อยางได้ดีกว่าเส้นใยมะพร้าว ดังจะเห็นได้จากลักษณะของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีเส้นใยมะพร้าวยื่นออกมาจากแผ่นมากกว่าขุยมะพร้าว

4.2 ผลการทดสอบการคงรูปของส่วนผสม

จากการทดสอบการคงรูปของส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบแรงบิดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ

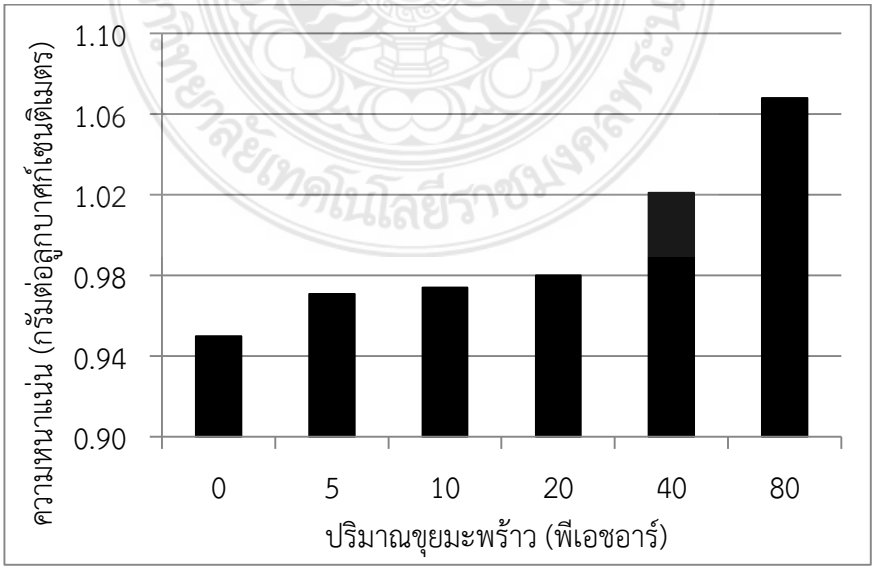


รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบเวลาที่เกิดการคงรูประหว่าง ts_2 และ tc_{90} ของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.8 และ 4.9 แสดงให้เห็นถึง ผลจากการใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ โดยการเติมขุยมะพร้าวในส่วนผสมของยาง จะทำให้ค่าแรงบิดต่ำสุดที่เกิดในขณะคงรูป มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามการเพิ่มปริมาณของขุยมะพร้าว ซึ่งแสดงว่าปริมาณขุยมะพร้าวที่ผสมนั้น ส่งผลต่อความหนืดของส่วนผสม ทำให้เมื่อนำไปใส่แบบหล่อและอัดขึ้นรูปจะเกิดการไหลตัวของส่วนผสมได้ยากขึ้น

4.3 ผลการทดสอบความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ

เมื่อนำแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวไปวัดขนาดและชั่งน้ำหนักโดยละเอียด ทำให้ทราบถึงผลกระทบของปริมาณขุยมะพร้าวที่มีต่อสมบัติด้านความหนาแน่น ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.10

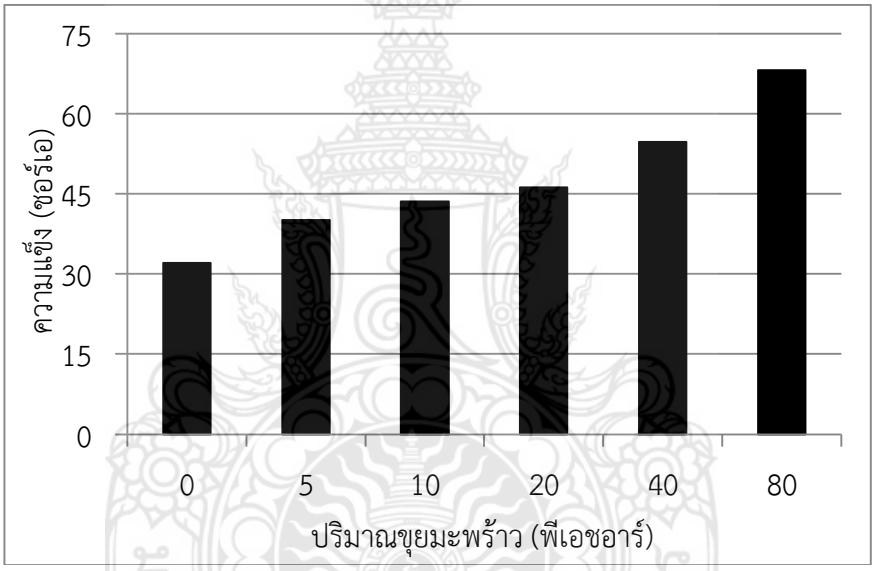


รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.10 พบว่า ความหนาแน่นของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อมีการผสมขุยมะพร้าวในปริมาณที่มาก โดยแผ่นยางธรรมชาติที่มีการผสมขุยมะพร้าวในปริมาณ 80 พีเอชอาร์ (phr) จะมีความหนาแน่นสูงกว่าแผ่นยางธรรมชาติที่มีการผสมขุยมะพร้าวต่ำกว่า 80 พีเอชอาร์ หรือไม่มีการผสมขุยมะพร้าวอย่างชัดเจน ทั้งนี้ เป็นผลมาจากความถ่วงจำเพาะของขุยมะพร้าวซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติมีค่าค่อนข้างสูง คือ มีค่าระหว่าง 0.9 ถึง 1.1 (Faherty et al., 1995) ทำให้ความหนาแน่นของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวสูงขึ้น ส่วนสมบัติด้านการดูดซึมน้ำของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว พบว่า ไม่มีการดูดซึมน้ำในทุกอัตราส่วน ขณะทำการทดสอบแช่แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.4 ผลการทดสอบความแข็ง

จากการทดสอบความแข็งแบบชอร์เอ (Shore-A) ของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 4.11

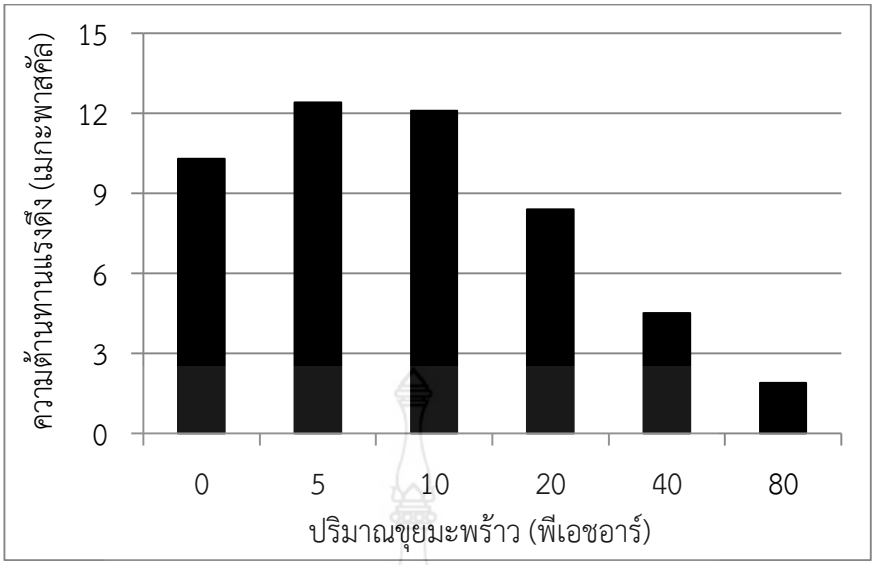


รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ

จากผลการทดสอบความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวในรูปที่ 4.11 พบว่า ปริมาณขุยมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ดังเห็นได้จากแผ่นยางธรรมชาติที่ไม่มีการผสมขุยมะพร้าว มีค่าความแข็ง เท่ากับ 32.1 และเพิ่มขึ้นเป็น 40.1, 43.6, 46.2, 54.7 และ 68.1 ในอัตราส่วน 5 พีเอชอาร์, 10 พีเอชอาร์, 20 พีเอชอาร์, 40 พีเอชอาร์ และ 80 พีเอชอาร์ ตามลำดับ

4.5 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึง

สำหรับความต้านทานแรงดึงของแผ่นยางธรรมชาติที่ผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 0 พีเอชอาร์ ไปจนถึง 80 พีเอชอาร์ ที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (UTM) สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 4.12

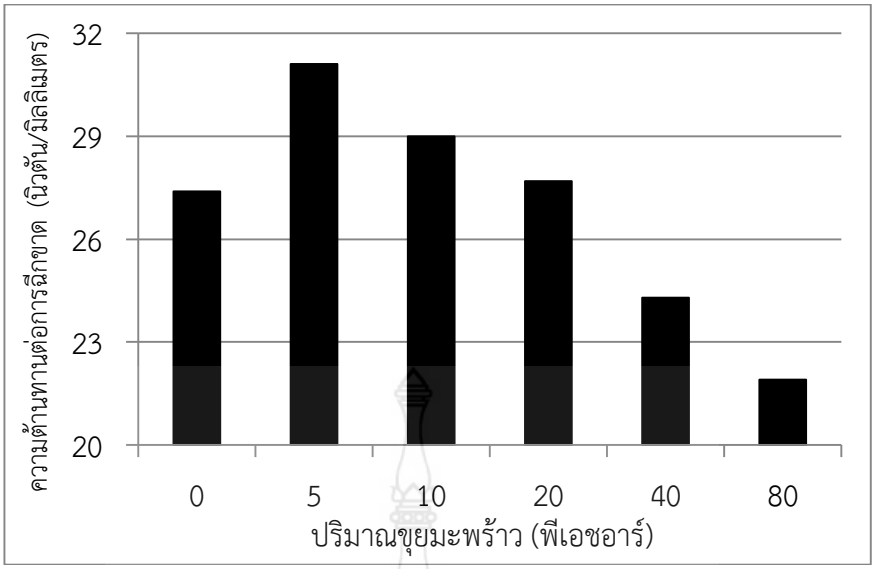


รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.12 พบว่า แผ่นยางธรรมชาติ สามารถเพิ่มสมบัติด้านความต้านทานแรงดึงได้โดยการผสมขุยมะพร้าวในปริมาณที่เหมาะสม คือ ไม่เกินกว่าอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ เนื่องจากการผสมขุยมะพร้าวในปริมาณที่มากกว่านี้ จะทำให้ความต้านทานแรงดึงของแผ่นยางธรรมชาติลดต่ำลง และจะลดต่ำลงกว่า 2 เท่า เมื่อผสมปริมาณขุยมะพร้าวในอัตราส่วนเกินกว่า 40 พีเอชอาร์ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากขุยมะพร้าวเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีลักษณะฟู เป็นแผ่นสั้นๆ และมีการปะปนด้วยเส้นใยมะพร้าวขนาดเล็ก ซึ่งลักษณะดังกล่าว สามารถช่วยให้เนื้อยางมีความสามารถในการรับแรงดึงเพิ่มขึ้นได้ (Bledzki and Gassan, 1999) อย่างไรก็ตาม ด้วยขนาดของขุยมะพร้าวและเส้นใยมะพร้าวที่มีขนาดสั้นเกินไป ทำให้เมื่อผสมในปริมาณมากจะไม่สามารถช่วยรับแรงดึงได้ แต่จะเป็นภาระของเนื้อยางธรรมชาติที่ต้องช่วยยึดเหนี่ยวขุยมะพร้าวไม่ให้หลุดออกจากแผ่นแทน

4.6 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาด

ความต้านทานต่อการฉีกขาด เป็นสมบัติทางกลชนิดหนึ่งที่สำคัญต่อความทนทานในการใช้งานแผ่นยางธรรมชาติไม่น้อยไปกว่าความต้านทานแรงดึง ซึ่งมีผลการทดสอบสรุปได้ ดังรูปที่ 4.13

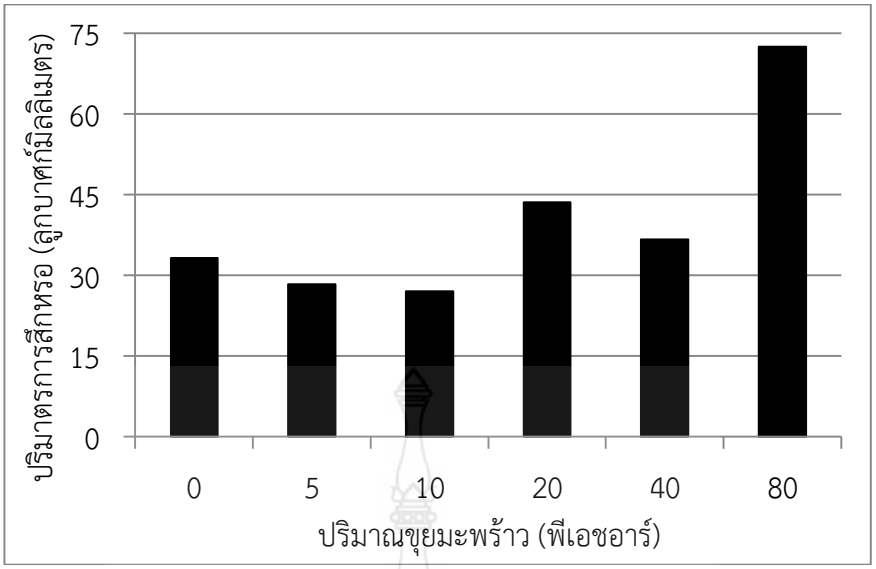


รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ

ในส่วนของผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 4.13 พบว่า ปริมาณขุยมะพร้าวที่ผสมลงในแผ่นยางธรรมชาติ ส่งผลค่อนข้างดีต่อสมบัติด้านความต้านทานต่อการฉีกขาด โดยความทนทานต่อการฉีกขาดจะมีค่าสูงสุดเมื่อผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 5 พีเอชอาร์ รองลงมาคือ อัตราส่วน 10 พีเอชอาร์, 20 พีเอชอาร์, 0 พีเอชอาร์, 40 พีเอชอาร์ และ 80 พีเอชอาร์ มีค่าความทนทานต่อการฉีกขาดต่ำที่สุด ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วนไม่เกิน 20 พีเอชอาร์ สามารถช่วยปรับปรุงสมบัติด้านความต้านทานการฉีกขาดของขุยมะพร้าวให้เพิ่มมากขึ้นกว่าแผ่นยางธรรมชาติที่ไม่มีการผสมได้ ในขณะเดียวกันการผสมปริมาณขุยมะพร้าวที่มากกว่า 20 พีเอชอาร์ จะทำให้แผ่นยางธรรมชาติสูญเสียความสามารถในการทนต่อความฉีกขาดลง ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับสมบัติด้านความต้านทานแรงดึง

4.7 **ผลการทดสอบปริมาณการสึกหรอ**

ปริมาณการสึกหรอ เป็นสมบัติที่ได้จากการนำแผ่นยางธรรมชาติมาผ่านการขัดสีด้วยวัสดุที่มีความขรุขระ ซึ่งมีผลต่อความคงทนของใช้งาน โดยเฉพาะเมื่อต้องนำแผ่นยางธรรมชาติมาปูลงบนพื้นทางเดิน ซึ่งจากการทดสอบปริมาณการสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.14

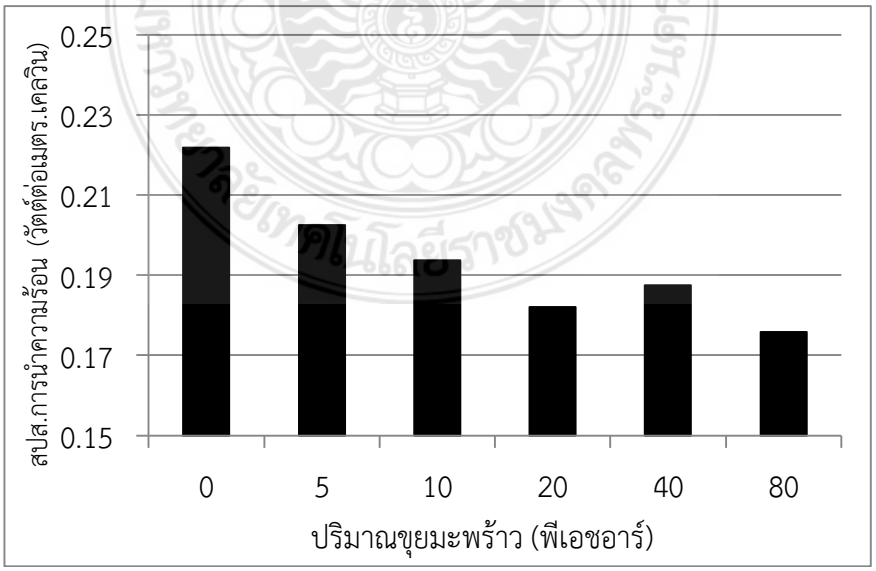


รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบการสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ

สำหรับผลการทดสอบการสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวในรูปที่ 4.14 นั้น พบว่าขุยมะพร้าวมีแนวโน้มช่วยลดปริมาตรการสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติลงได้ โดยปริมาณขุยมะพร้าวต้องไม่เกินกว่าอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ ส่วนการผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่สูงกว่านี้ จะทำให้เกิดการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วน 80 พีเอชอาร์ ซึ่งมีปริมาณการสึกหรอเป็น 2 เท่า ของแผ่นยางธรรมชาติที่ไม่มีการผสมขุยมะพร้าว

4.8 ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.15

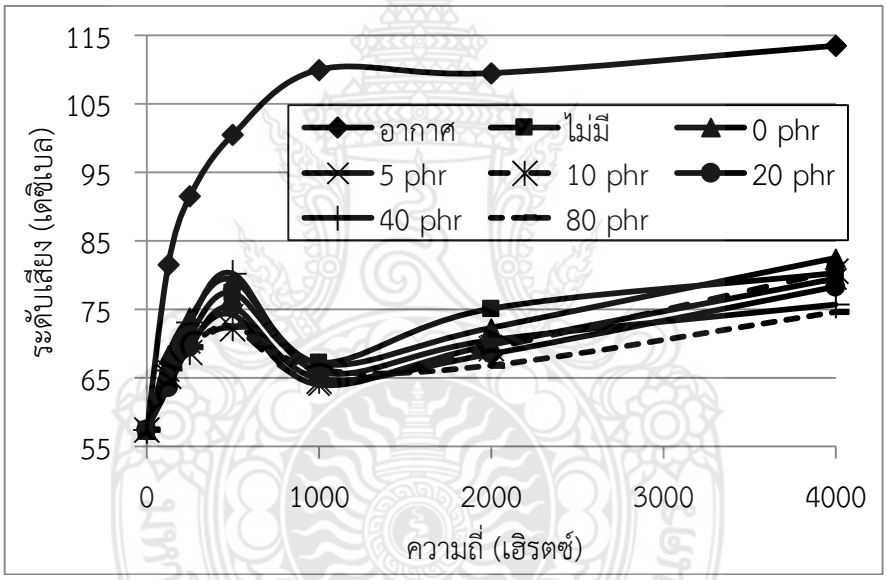


รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ

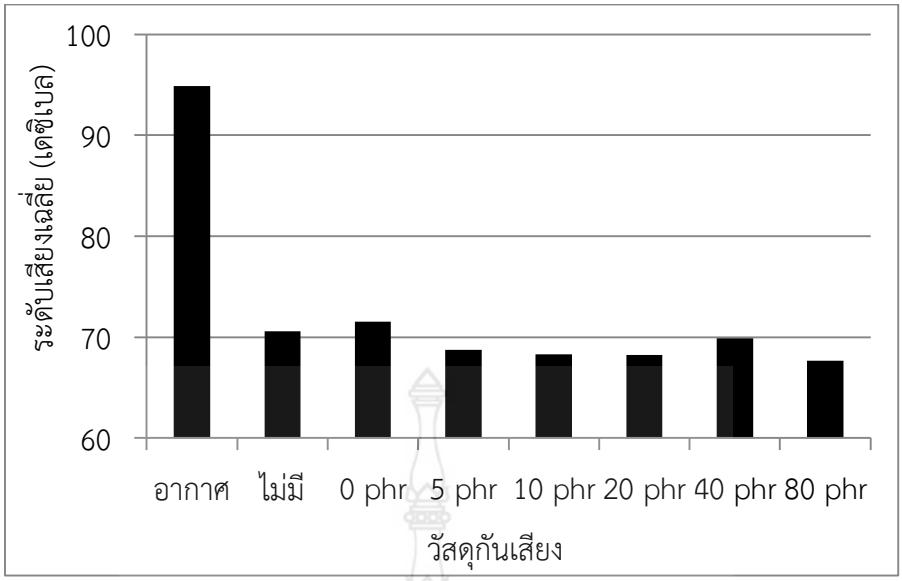
จากรูปที่ 4.15 พบว่า ปริมาณขุยมะพร้าวนอกจากจะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นยางธรรมชาติแล้ว ยังมีผลต่อสมบัติด้านสัมประสิทธิ์การนำความร้อน โดยแผ่นยางธรรมชาติที่มีปริมาณขุยมะพร้าวมาก จะมีแนวโน้มของค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง เนื่องจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุจำพวกเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งมีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี (ธนัญชัย และคณะ, 2549) จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนลดลงดังกล่าว ทั้งนี้ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดต่ำลงนั้นแสดงให้เห็นถึงความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวไปบุเป็นฉนวนป้องกันความร้อน

4.9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียง

จากการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันเสียงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว โดยใช้โปรแกรม Sound Check Tone Generator ในการกำเนิดคลื่นเสียงความถี่ 125, 250, 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ (Hz) และอุปกรณ์ขยายเสียง แล้วทำการวัดค่าระดับเสียงที่ออกมาจากห้องจำลองซึ่งมีการติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติอัตราส่วนต่างๆ ไว้ สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.16 และ 4.17



รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบระดับเสียงที่ออกจากห้องจำลองเมื่อติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างๆ



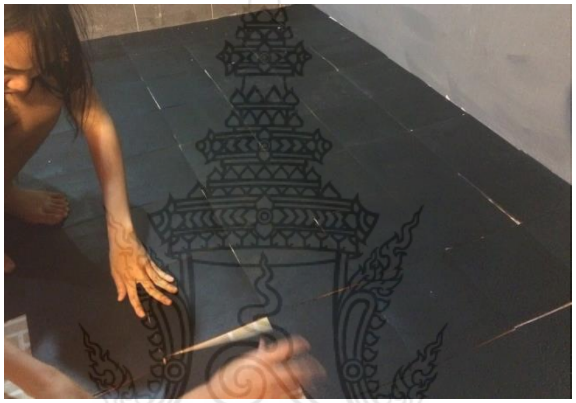
รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จากการรวมคลื่นเสียงความถี่ต่างๆ ซึ่งออกจากห้องจำลองที่ติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.16 แสดงระดับเสียงที่ผ่านออกจากห้องจำลอง ซึ่งภายในมีการติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียงที่ความถี่ต่างๆ ไว้ โดยการวัดค่าต่างๆ ประกอบด้วย “อากาศ” เป็นการวัดระดับเสียงที่ออกจากห้องจำลองโดยไม่มีวัสดุใดๆ กั้น ส่วน “ไม่มี” เป็นการวัดระดับเสียงบนแผ่นคอนกรีตที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติ และ “0 phr ถึง 80 phr” เป็นการวัดระดับเสียงที่ออกจากห้องจำลองผ่านแผ่นคอนกรีตที่มีการติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วนต่างๆ ตั้งแต่ 0 พีเอชอาร์ ถึง 80 พีเอชอาร์ ซึ่งพบว่าแผ่นยางธรรมชาติที่มีปริมาณขุยมะพร้าวอัตราส่วนต่างๆ จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงได้ดีแตกต่างกันในแต่ละความถี่ โดยแผ่นยางธรรมชาติที่มีปริมาณขุยมะพร้าวต่ำ จะสามารถป้องกันเสียงที่มีความถี่ต่ำได้ดี ในขณะที่แผ่นยางธรรมชาติที่มีปริมาณขุยมะพร้าวสูง จะสามารถป้องกันเสียงที่มีความถี่สูงได้ดี ซึ่งเป็นผลมาจากการผสมขุยมะพร้าวในปริมาณมาก จะทำให้โครงสร้างภายในเกิดช่องว่าง กลายเป็นวัสดุแบบรูพรุน (Porous absorber) หรือวัสดุที่มีเซลล์เปิดอยู่ภายในค่อนข้างมาก ซึ่งช่วยให้เกิดการสูญเสียพลังงานในรูปของการเสียดทานและความหนืด (Frictional and Viscous Loss) ได้อย่างสมบูรณ์ จึงทำให้สามารถดูดซับเสียงในช่วงความถี่สูงได้ดี (ศักดิ์ชัย, 2541; บุรฉัตร, 2544) เมื่อนำระดับเสียงทุกความถี่มาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย ในรูปที่ 4.17 ซึ่งพบว่า การมีแผ่นคอนกรีต และแผ่นคอนกรีตที่ติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว จะมีการป้องกันระดับเสียงได้ดีกว่าการไม่ติดตั้งแผ่นวัสดุใดๆ อย่างมาก โดยแผ่นคอนกรีตที่ติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวในปริมาณมาก จะมีแนวโน้มประสิทธิภาพการป้องกันเสียงที่ดีกว่าแผ่นยางธรรมชาติที่ผสมขุยมะพร้าวในปริมาณน้อย

4.10 ผลการสร้างแบบจำลองการใช้งานจริง

จากการนำแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่อัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ มาทดสอบใช้งานปูพื้น พบว่า การทากาวขาวให้กับแผ่นยางธรรมชาติด้านที่ต้องการติดตั้ง และการกดแผ่นยางธรรมชาติเพื่อปูลงบนพื้นนั้น มีกระบวนการทำงานทั้งหมดเหมือนกับการใช้แผ่นกระเบื้องยางทั่วไป ซึ่งผลการทดสอบใช้งานจริงบางส่วน สามารถสรุปได้ ดังนี้

รูปที่ 4.18 กาวขาวสำหรับติดตั้งแผ่นกระเบื้องยางลงบนพื้นคอนกรีต



รูปที่ 4.19 การติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ ลงบนพื้นคอนกรีตด้วยกาวขาว

รูปที่ 4.20 พื้นที่ทำการติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์

รูปที่ 4.21 ลักษณะการติดตั้งแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์

รูปที่ 4.22 แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 10 พีเอชอาร์ ที่ปูลงบนพื้น

4.11 การยื่นคำขอรับอนุสิทธิบัตร

จากผลการวิจัยในโครงการ “การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ” สามารถยื่นคำขอรับอนุสิทธิบัตรได้ จำนวน 1 คำขอ คือ เรื่อง “แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูงและกรรมวิธีการผลิต”

ซึ่งได้รับคำแนะนำจาก หน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (TLO-RMUT) ในการดำเนินการร่าง จัดเตรียมเอกสาร และยื่นคำขออนุสิทธิบัตรในนาม “มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร” ดังรายละเอียดในภาคผนวก

4.12 การเขียนบทความวิจัยส่งลงในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการ

ได้เขียนและนำเสนอบทความเรื่อง “การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ” (ดังเอกสารแนบในภาคผนวก) ในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 14 ซึ่งจัดขึ้นระหว่างวันที่ 27 – 29 พฤษภาคม 2558 ณ โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ จัดโดย สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สวสท.) และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รูปที่ 4.23 บรรยากาศการนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 14

รูปที่ 4.24 ใบรับรองการเข้าร่วมนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 14

4.13 การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มเป้าหมายสำหรับนำไปใช้ประโยชน์

จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากโครงการ “การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ” ให้แก่กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานภาคเอกชน ชุมชน บริษัท และห้างร้านต่างๆ นั้น พบว่า มีกลุ่มเป้าหมายในส่วนผู้ประกอบการสนใจผลงานวิจัย และได้นำผลงานบางส่วนไปประยุกต์ใช้เบื้องต้นแล้ว จำนวน 1 ราย คือ บริษัท อริยะสุทธิ อินเตอร์เทรด จำกัด ดังรายละเอียดในภาคผนวก

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะของโครงการ “การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ” สามารถสรุปได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่ผ่านมา สามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ ดังนี้

1) อัตราส่วนที่เหมาะสำหรับนำขุยมะพร้าวมาเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติในโครงการนี้ คือ อัตราส่วนขุยมะพร้าวที่ 10 พีเอชอาร์ (phr) เนื่องจากเป็นปริมาณขุยมะพร้าวที่สามารถพัฒนาสมบัติทางกลของแผ่นยางธรรมชาติให้ดีขึ้นได้ โดยเฉพาะสมบัติด้านความต้านทานแรงดึง ความต้านทานต่อการฉีกขาด และความทนต่อการสึกหรอ

2) กระบวนการนำขุยมะพร้าวมาเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ สามารถทำได้โดยใช้เครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้งสำหรับผสมขุยมะพร้าวลงไป ทั้งนี้ การผสมขุยมะพร้าวให้ผสมภายหลังจากการบดยางธรรมชาติแล้ว ซึ่งการผสมขุยมะพร้าวลงในยางธรรมชาติให้ผสมจนเข้ากันทั้งหมด ก่อนการเติมซิงค์ออกไซด์, กรดสเตียริก, ได-เมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอล, ไดฟินิลกัวนิดีน และกำมะถัน ซึ่งเป็นสารตัวเติมที่ทำให้ยางธรรมชาติเกิดการคงรูป แล้วจึงนำส่วนผสมไปอัดขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ได้แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

3) ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล ประสิทธิภาพการป้องกันเสียง และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าว พบว่า ปริมาณขุยมะพร้าวที่เหมาะสม คือ ไม่เกินกว่า 10 พีเอชอาร์ สามารถพัฒนาสมบัติทางกล ประสิทธิภาพการป้องกันเสียง และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนให้ดีขึ้น ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างภายในอาคารได้ดี แต่สำหรับสมบัติในด้านความหนาแน่นและความแข็งกลับมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนสมบัติด้านการดูดซึมน้ำของแผ่นยางธรรมชาติทุกอัตราส่วน มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0 แม้ว่าจะมีการเพิ่มปริมาณขุยมะพร้าวมากที่สุดถึง 80 พีเอชอาร์

4) จากการทดสอบการใช้งานจริงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าวเป็นกระเบื้องยาง สำหรับปูพื้นและบุผนัง ทำให้มั่นใจได้ว่า กระเบื้องยางดังกล่าว จะสามารถทดแทนกระเบื้องยางสังเคราะห์เดิมได้ ซึ่งจะช่วยลดการนำเข้ายางสังเคราะห์จากต่างประเทศ รวมทั้ง ยังเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากยางธรรมชาติอย่างเป็นรูปธรรม

5) ผลจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีการเสริมความต้านทานแรงดึงด้วยขุยมะพร้าวให้แก่ผู้ประกอบการ ชุมชน และประชาชนทั่วไป ผ่านทางการนำเสนอและตีพิมพ์ผลงานในการประชุมวิชาการระดับชาติ จำนวน 1 ครั้ง การยื่นคำขอรับสิทธิบัตร จำนวน 1 คำขอ ตลอดจนการประชาสัมพันธ์ให้กับบริษัทที่สนใจ ทำให้มีบริษัทที่สนใจนำผลงานที่ทำการศึกษาวิจัยนี้ ไปใช้ประโยชน์แล้ว จำนวน 1 บริษัท

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป ควรพัฒนารูปแบบและแนวทางการนำแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูงไปใช้ประโยชน์ให้มีความหลากหลาย และเกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้ในเชิงพาณิชย์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กัลทิมา เชาว์ชาญชัยกุล, 2546. **การศึกษาสมบัติการไหล โครงสร้างจุลภาค สมบัติเชิงกลและความร้อนของวัสดุผสมพีวีซีและขี้เลื่อยไม้**. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ, สายวิชาเทคโนโลยีวัสดุ, คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชนิดา โยธินวัฒนกำธร, 2547. **การศึกษาความสามารถในการขึ้นรูปและสมบัติของวัสดุคอมโพสิตพอลิพรอพิลีน/ขี้เลื่อย**. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ, สายวิชาเทคโนโลยีวัสดุ, คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธนัญชัย ปคุณวรกิจ, พันธุดา พุฒิไพโรจน์, วรธรรม อุ่นจิตติชัย, และพรรณจิรา ทิศาวิภาต, 2549. **ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนอาคารจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร**. Journal of Architectural/Planning Research and Studies Volume 4 . 2 0 0 6 Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University.

บุรฉัตร วิริยะ, 2544. **การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพืชแห้งและเส้นใยแก้ว.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ปรัชกร ช่วยบำรุง, วีระ ลิมปนพรชัยกุล, ธนะชัย สัจจะธนะสกุล และ สมหมาย ผิวสอาด, 2556. **แผ่นวัสดุอัดเรียบจากเศษพลาสติกและกระดาษที่นำกลับมาใช้ใหม่**, [online] เข้าถึงได้จาก http://www.irpus.org/ project_file/2549_2007-08-06_I24906006_B6.pdf.

พิชญ์ ศุภผล, และฉัตรชัย วีระนิติสกุล, 2546. **ไม้แปรรูปพลาสติก.** Mechanical Technology, ปีที่ 3, ฉบับที่ 27, หน้า 99-102.

วราภรณ์ ขจรไชยกุล, 2523. **วิทยาการขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับยางแห้ง.** งานอุตสาหกรรมยาง ศูนย์วิจัยการยาง หาดใหญ่.

ศักดิ์ชัย อมรศักดิ์ชัย, 2541. **การศึกษาประสิทธิภาพในการลดเสียงของวัสดุเหลือใช้เมื่อใช้ซีเมนต์เป็นสารเชื่อมประสาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศราวุธ ริมดุสิต, 2548. **ผงขี้เลื่อยผสมพลาสติก.** Engineering Today, ปีที่ 3, ฉบับที่ 32, หน้า 95-96.

สมเกียรติ ฐิติภูมิเดชา, 2556. **เอกสารประกอบการเรียนรายวิชาวัสดุวิศวกรรม.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

สมควร วัฒนกิจไพบูลย์ และ จิตตกร ทรงต่อศรีสกุล, 2548. **การผลิตวัสดุทดแทนแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้**, Engineering Today, ปีที่ 3, ฉบับที่ 34, หน้า 132-138.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), 2556. **การขึ้นรูปแบบอัด.** [online]. เข้าถึงได้จาก http://www.mtec.or.th.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) , 2548. **ประกาศการขอรับทุนโครงการวิจัยขนาดเล็กเรื่องยางพารา**. โครงการวิจัยแห่งชาติ: ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม, 7 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.), 2547. **โครงการพัฒนาวัสดุมวลเบาจากเส้นใยมะพร้าว.** ชุดโครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีมะพร้าว. เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนล่าง.

เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์, 2537. **เทคโนโลยียาง.** ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, 2549ก. **การพัฒนากรรมวิธีการผลิตเพื่อเพิ่มคุณภาพแผ่นชิ้นแฝกอัดให้ทนปลวก. สำนักวิชาการป่าไม้,** กรมป่าไม้, เข้าถึงได้จาก http://www.forest.go.th.

ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, 2549ข. **การพัฒนาชุดเครื่องต้นแบบขนาดย่อมเพื่อการผลิตแผ่นชิ้นแฝกอัด.** สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, เข้าถึงได้จาก http://www.forest.go.th.

ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, 2549ค. **วัสดุประกอบพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยหญ้าแฝกและเทอร์โมพลาสติก.** สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, เข้าถึงได้จาก http://www.forest.go.th.

ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, 2549ง. **การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยหญ้าแฝก.** สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, เข้าถึงได้จาก http://www.forest.go.th.

ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, 2549จ. **การศึกษาและทดสอบความทนทานของแผ่นประกอบหญ้าแฝกต่อการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน.** สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, เข้าถึงได้จาก http://www.forest.go.th.

สมควร วัฒนกิจไพบูลย์ และ จิตตกร ทรงต่อศรีสกุล, 2548. **การศึกษาการนำเส้นใยกาบมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรง.** Engineering Today, ปีที่ 3, ฉบับที่ 34, หน้า 128-131.

อโณทัย ผลสุวรรณ, ประชุม คำพุฒ และ บุญชัย ผึ้งไผ่งาม, 2548. **การศึกษาสมบัติของโพลีเอธิลีนความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้วกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา.** การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 10, Vol. 2, ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้จอมเทียน พัทยา, ชลบุรี, 2-4 พฤษภาคม 2548, หน้า MAT-39 – MAT-43.

อิทธิพล แจ้งชัด, ธีรพัฒน์ อุณหโชค, พจนีย์ ศรธรรมลี และ วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2545. **การศึกษาไม้เทียมพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยผักตบชวาและพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่ใช้พอลิเอทิลีน-กราฟท์-มาลีอิกแอนไฮดรายด์เป็นสารช่วยผสม.** การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2545 (ด้านวัสดุทดแทนไม้), กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, หน้า 180.

อิทธิพล แจ้งชัด, วรรณิยา ชาญณรงค์ และ วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2545. **ผลของปริมาณไม้และพลาสติไซเซอร์ที่มีต่อสมบัติเชิงกลของคอมโพสิตจากเส้นใยไม้ยางพาราและพีวีซี.** การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2545 (ด้านวัสดุทดแทนไม้), กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, หน้า 100.

Abdullah Keyvani, Sasan Somi, and Özgür Eren, 2014. Humidity intrusion effects on the properties of sound acoustic of autoclaved aerated concrete. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, Vol.3 No.2, pp. 6 – 11.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2014. **Annual Book of ASTM Standards**. Philadelphia

Barlow, Fred W., 1993. **Rubber Compounding : Principles, Materials, and Techniques**. Second Edition.

Bledzki, A.K. and Gassan, J., 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers, **Progress in Polymer Science**, Vol.24, pp.221-274.

Faherty, Keith F. and Williamson, Thomas G., 1995. **Wood Engineering and Construction Handbook**. Second Edition. New York: McGraw-Hill, Inc.

Holfmann, W., 1989. **Rubber Technology Handbook.** Hanser Publishers. Munich.

Subramanium, A. 1980. **Molecular Weight and Molecular Weight Distribution of Natural Rubber**. RRIM Technology Bulletin. 4-6.

ภาคผนวก

การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ

Using Coconut Flakes as Reinforced Fiber of Natural Rubber Plate Products

ผกามาศ ชูสิทธิ์[1*] และ กิตติพงษ์ สุวีโร[2]

Pakamas Choosit[1*] and Kittipong Suweero[2]

[1]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร 10300

[2]ที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ หน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

[*]โทรศัพท์ : 0 2549 4032, โทรสาร : 0 2549 4033, E-mail : pakamas.c@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของวัสดุผสมจากยางธรรมชาติแท่ง STR20 ในปริมาณเท่ากับ 100 phr ต่อขุยมะพร้าวในปริมาณ 0, 5, 10, 20, 40, และ 80 phr ตามลำดับ และผสมปริมาณสารเคมีในอัตราส่วนคงที่ นำมาทำการบดผสมด้วยเครื่องบดแบบสองลูกกลิ้ง แล้วอัดขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดแบบร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ได้เป็นแผ่นยางธรรมชาติเสริมขุยมะพร้าว ขนาด 30x30 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร ทำการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐาน ASTM พบว่า เมื่อปริมาณขุยมะพร้าวเพิ่มขึ้น ทำให้สมบัติการคงรูปและความหนาแน่นดีขึ้นทุกอัตราส่วน ส่วนของสมบัติความต้านทานแรงดึง ความทนต่อการฉีกขาด และความสึกหรอนั้น จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผสมปริมาณขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่เหมาะสมเท่านั้น และแผ่นวัสดุที่ได้ไม่มีการดูดซึมน้ำในทุกอัตราส่วนผสม จากผลการวิจัยที่ได้สามารถนำไปพัฒนาเป็นแผ่นกระเบื้องยางสำหรับปูพื้นและผนังสำหรับตกแต่งอาคารที่ต้องการความสวยงามตามแบบธรรมชาติได้ดี

คำสำคัญ : ยางธรรมชาติ; ขุยมะพร้าว; ความต้านทานแรงดึง; กระเบื้องปูพื้น

Abstract

This research aims to study the properties of natural rubber STR 20 at 100 phr with various contents of coir (e.g. 0, 5, 10, 20, 40, and 80 phr) and then mixed with chemical substance at constant ratio. After that, the samples are ground by two-roll mill and formed by compression molding at 150 degree Celsius. This leads into the coir reinforcement natural rubber plate of dimension 30x30x0.5 cm. The properties of the natural rubber plates are tested under ASTM standard. From the results, it is found that increasing in coir then the properties of resilience and density are improved at every mix ratio. However the tensile strength, tear strength and wearing are increased at some certain value of coir. The samples give no water

absorption at every mix ratio. The results from this research indicate that it can develop into the rubber floor tiles and rubber wall tiles for furnishing the buildings in natural style.

Keywords : natural rubber; coconut flakes; tensile strength; floor tile

บทนำ

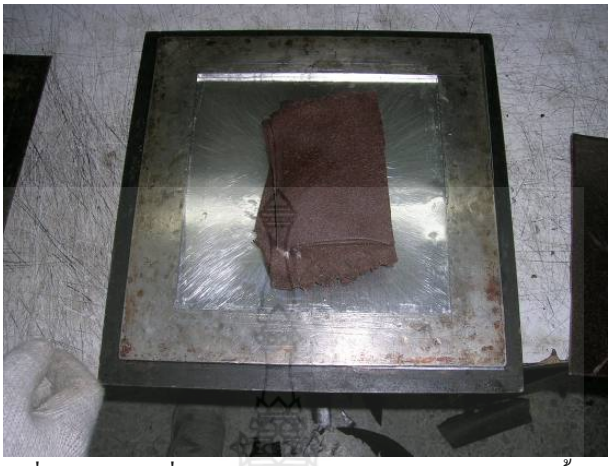
จากปัญหาราคายางพาราหรือยางธรรมชาติตกต่ำในปัจจุบัน จึงมีการส่งเสริมให้แปรรูปยางดังกล่าวให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยม คือ ผลิตภัณฑ์จำพวกแผ่นยาง เช่น แผ่นกระเบื้องยางปู้น แผ่นฉนวนกันความร้อน และแผ่นยางรอง เป็นต้น ซึ่งมีปริมาณต้องการใช้อย่างมากในงานก่อสร้าง ประกอบกับวัสดุเหลือทิ้งอย่างขุยมะพร้าว (รูปที่ 1) ที่มีปริมาณมากและต้องการนำไปใช้ประโยชน์เช่นเดียวกัน ทั้งนี้จากลักษณะของขุยมะพร้าวที่มีความละเอียดใกล้เคียงกับเม็ดทราย น้ำหนักเบา คงทนถาวร ทนแดด ทนฝน และไม่อ่อนตัวเมื่อแช่น้ำ [1-2] จึงมีความเป็นไปได้ในการนำขุยมะพร้าวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติที่มีความสวยงามและต้านทานแรงดึงได้ดี นับเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับขุยมะพร้าวและยางธรรมชาติ นอกจากนี้ แผ่นยางดังกล่าวสามารถพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ได้มากมาย งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของแผ่นยางธรรมชาติที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว สำหรับนำไปเป็นข้อมูลในการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ต่อไป

รูปที่ 1 ขุยมะพร้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ ของการใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ มีดังนี้ 1) ออกสูตรยางจำนวน 6 สูตร โดยคิดเป็นปริมาณสัดส่วนของสารเคมีที่จะใช้เทียบจาก 100 ส่วนของยางโดยน้ำหนัก (Part Per Hundred Rubber; phr, pphr) ประกอบด้วย ยางแท่ง STR20 เท่ากับ 100 phr ซิงค์ออกไซด์ เท่ากับ 5 phr กรดสเตียริก เท่ากับ 2 phr กำมะถัน เท่ากับ 3 phr ไดเมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอล เท่ากับ 0.5 phr ไดฟินิลกัวนิดีน เท่ากับ 0.2 phr และขุยมะพร้าวบดละเอียด เท่ากับ 0, 5, 10, 20, 40 และ 80 phr ตามลำดับ, 2) เตรียมชิ้นวัสดุทดสอบ เริ่มจากการบดยางด้วยเครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง เติมขุยมะพร้าวบด แล้วบดผสมให้เข้ากับยาง จากนั้นเติมซิงค์ออกไซด์และกรดสเตียริก แล้วเติมไดเมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอลและไดฟินิลกัวนิดีน และเติมกำมะถันเพื่อให้เกิดการคงรูป, 3) การทดสอบการคงรูปของชิ้นงานโดยใช้ Oscillating Disc Rheometer, 4) ทำการขึ้นรูปโดยการนำส่วนผสมที่ได้ไปขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดขึ้นรูปด้วยอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส (รูปที่ 2 และ 3) ได้แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว (รูปที่ 4), 5) ทดสอบความต้านทานแรงดึง ตาม ASTM D412 [3], 6) ทดสอบความสึกหรอ ตาม ASTM D1630 [4], 7) ทดสอบความแข็ง ตาม ASTM D2240 [5], 8) ทดสอบความหนาแน่น

ตาม ASTM D1817 [6], 9) ทดสอบการดูดซึมน้ำ ตาม ASTM D570 [7], และ 10) ทดสอบความทนการฉีกขาด ตาม ASTM D624 [8]



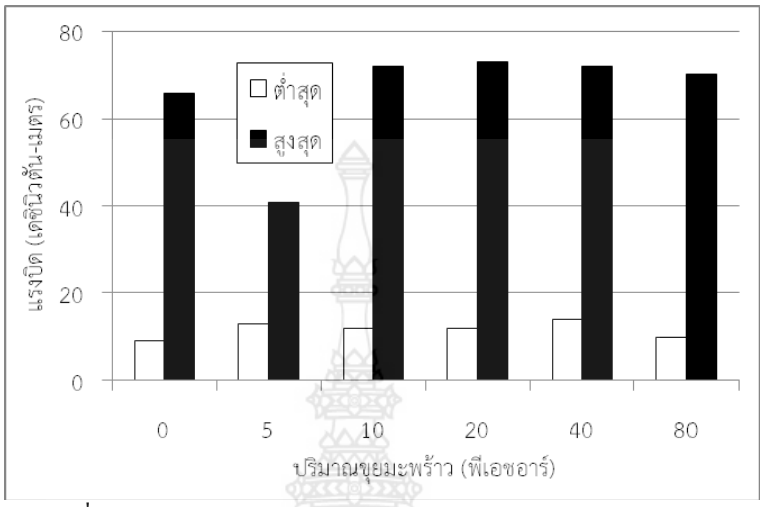
รูปที่ 2 ส่วนผสมที่เข้ากันแล้วภายในแบบหล่อก่อนการอัดขึ้นรูป

รูปที่ 3 เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

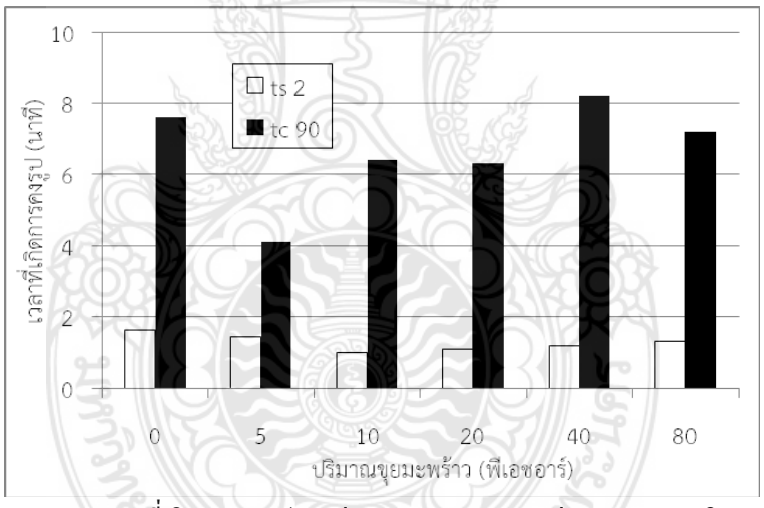
รูปที่ 4 แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

ผลการทดลองและวิจารณ์

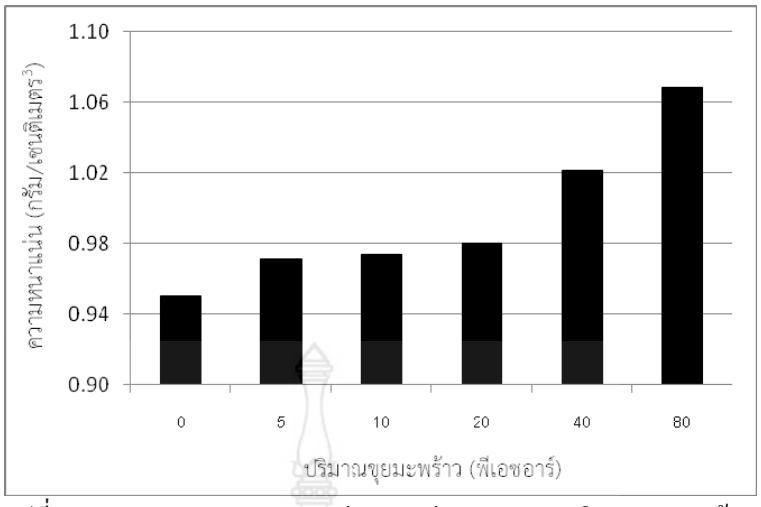
จากการทดสอบการคงรูป สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังนี้



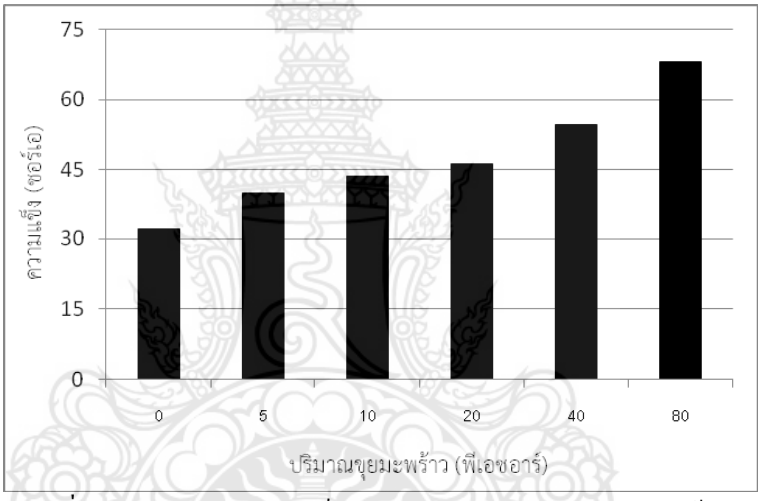
รูปที่ 5 ผลการทดสอบแรงบิดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว



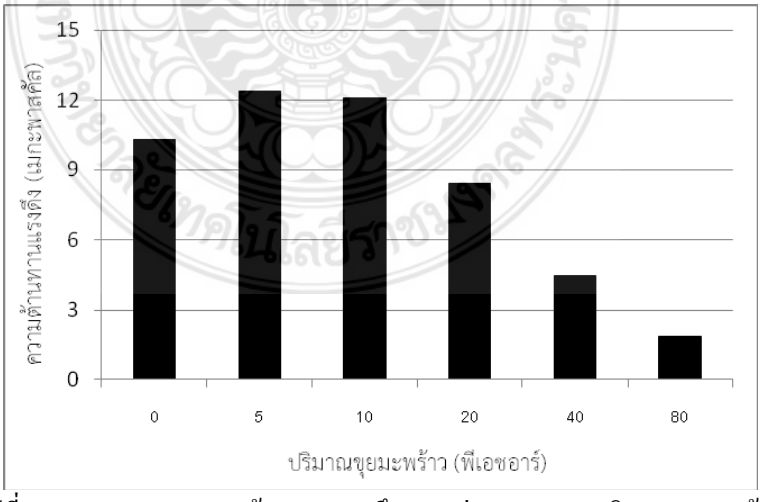
รูปที่ 6 ผลการทดสอบเวลาที่เกิดการคงรูประหว่าง ts_2 และ tc_{90} ของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว



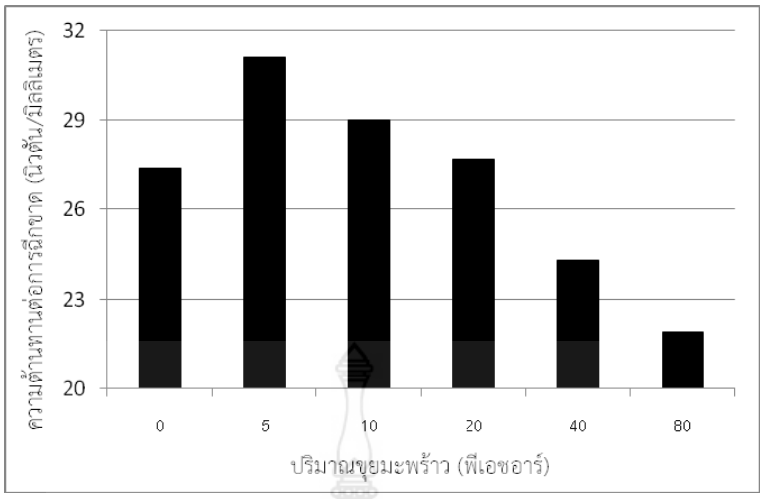
รูปที่ 7 ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว



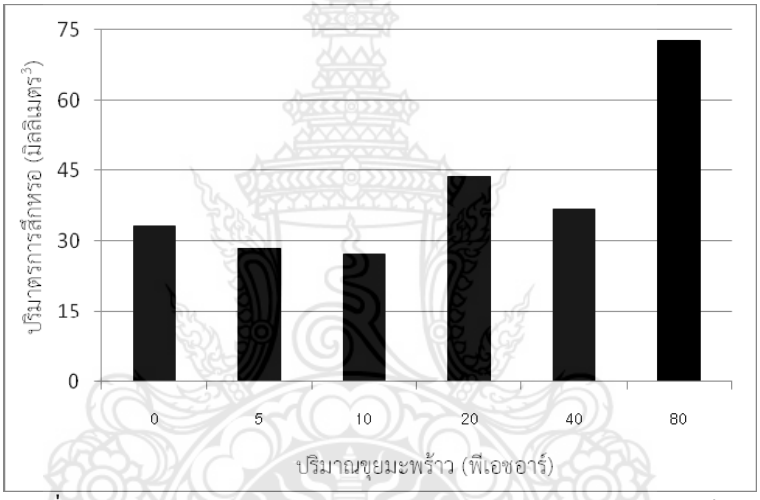
รูปที่ 8 ผลการทดสอบความแข็งของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว



รูปที่ 9 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว



รูปที่ 10 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการฉีกขาดของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว



รูปที่ 11 ผลการทดสอบการสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

ผลจากการใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ พบว่า การเติมขุยมะพร้าวในส่วนผสมของยาง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ได้แก่ แรงบิดต่ำสุดที่เกิดในขณะคงรูปเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของขุยมะพร้าว (รูปที่ 5 และ 6) แสดงให้เห็นว่าความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ขุยมะพร้าวมากขึ้น จากรูปที่ 7 และ 8 ความหนาแน่นและความแข็งของชิ้นงานเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณของขุยมะพร้าวเพิ่มมากขึ้น ความต้านทานแรงดึงของชิ้นงานเพิ่มขึ้น เมื่อใส่ขุยมะพร้าวปริมาณแต่น้อย (5 และ 10 phr) แต่เมื่อเพิ่มปริมาณขุยมะพร้าวให้มากขึ้น ความต้านทานแรงดึงของยางลดลงเรื่อยๆ ตามปริมาณขุยที่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 9 ส่วนความทนต่อการฉีกขาดของชิ้นงานเพิ่มขึ้นในสูตรแรกที่มีการใส่ขุยมะพร้าวน้อย แต่หลังจากที่เพิ่มปริมาณขุยมะพร้าวขึ้นไปอีก ความทนต่อการฉีกขาดกลับมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ตามรูปที่ 10 สำหรับผลการทดสอบการสึกหรอของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวนั้น ขุยมะพร้าวมีแนวโน้มช่วยลดปริมาตรการสึกหรอลงได้ (รูปที่ 11) ส่วนการดูดซึมน้ำของชิ้นงานไม่มี แม้ว่าจะเพิ่มปริมาณขุยมะพร้าวให้มากขึ้น

สรุป

สรุปผลการศึกษาการขึ้นรูปแผ่นวัสดุจากขุยมะพร้าวบดผสมยางธรรมชาติ มีสมบัติหลายอย่างที่ถูกปรับปรุงขึ้นจากการที่ใช้ยางธรรมชาติเพียงอย่างเดียว โดยสำหรับสมบัติที่จะนำแผ่นยางธรรมชาติผสมกับขุยมะพร้าวมาผลิตเป็นแผ่นกระเบื้องสำหรับปูพื้นหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ นั้น มีสมบัติที่ดี และมีความเป็นไปได้อย่างมากที่จะผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์ได้ รวมทั้งยังสามารถนำสมบัติต่างๆ ที่ถูกปรับปรุงด้วยขุยมะพร้าวของยางธรรมชาติมาใช้ในการผลิตและศึกษาชิ้นงานที่ทำจากยางธรรมชาติได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558

เอกสารอ้างอิง

[1] Gabriel de Taffin, 1998. Coconut. Macmillan Education.

[2] Thampan, P.K., 1975. The coconut palm and its products. Kerala : Green Villa Publishing House.

[3] American Society for Testing and Materials, 2012. ASTM D412: Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers Tension. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.

[4] American Society for Testing and Materials, 2012. ASTM D1630: Standard Test Method for Rubber Property-Abrasion Resistance. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.

[5] American Society for Testing and Materials, 2012. ASTM D2240: Standard Test Method for Rubber Property_ Durometer Hardness. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.

[6] American Society for Testing and Materials, 2012. ASTM D1817: Standard Test Method for Rubber Chemicals Density. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.

[7] American Society for Testing and Materials, 2012. ASTM D570: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.

[8] American Society for Testing and Materials, 2012. ASTM D624: Standard Test Method for Tear Strength of Conventional Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers. Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันยื่นคำขอ	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1.ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูงและกรรมวิธีการผลิต

2.คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร
รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย

3.1 สัญชาติ	ไทย
3.2 โทรศัพท์	0 2282 9009, 08 8274 0869
3.3 โทรสาร	0 2282 9009
3.4 อีเมล์	choositpakamas765@gmail.com

4.สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☑ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5.ตัวแทน(ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)
ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร ที่อยู่ เลขที่ 8/3 หมู่ที่8 ถนนพุทธรักษา
ตำบลท้ายบ้านใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
รหัสไปรษณีย์ 10280 ประเทศไทย

5.1 ตัวแทนเลขที่	2262
5.2 โทรศัพท์	08 1199 4705
5.3 โทรสาร	0 2549 4032
5.4 อีเมล์	siam_macho@hotmail.com

6.ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 ประเทศไทย, และ ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ที่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก คลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110 ประเทศไทย

7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

8.การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9.การแสดงการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ

12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

ก. แบบพิมพ์คำขอ	2	หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์	2	หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ	1	หน้า
ง. รูปเขียน	รูป	หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์		
☐ รูปเขียน	รูป	หน้า
☐ ภาพถ่าย	รูป	หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์	1	หน้า

14.เอกสารประกอบคำขอ
☑ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☐ เอกสารอื่น ๆ

15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16.ลายมือชื่อ (☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☐ ตัวแทน)

(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร)
ตัวแทนผู้รับมอบอำนาจ

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูงและกรรมวิธีการผลิต

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิศวกรรมวัสดุที่เกี่ยวข้องกับแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูงและกรรมวิธีการผลิต

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางพารามากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก มีเนื้อที่ปลูกประมาณ 12.3 ล้านไร่ มีผลผลิตส่งออกปีละประมาณ 2.4 ล้านตัน มูลค่า 100,000 ล้านบาท/ปี ส่งออกไปในรูปน้ำยางข้น (Concentrate Latex) ยางแผ่นรมควัน (Ribbed Smoke Sheet: RSS) ยางอบแห้ง (Air Dried Sheet: ADS) และยางแท่ง (Standard Thai Rubber: STR) การใช้ประโยชน์จากยางพาราส่วนใหญ่จะเป็นในด้านของยางรถยนต์, รถจักรยานยนต์, ถุงมือยาง, ถุงยางอนามัย, ผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมและการแพทย์ เช่น ยางรองแท่นเครื่อง สายพานยาง ยางรัดของ สายยางทั่วไป สายน้ำเกลือ เป็นต้น ในตลาดขณะนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางมีความสนใจเป็นอย่างมากในเรื่องของการผลิตผลิตภัณฑ์จำพวกแผ่นยางชนิดต่างๆ เช่น แผ่นกระเบื้องยาง, แผ่นฉนวนกันความร้อน, และแผ่นยางรอง เป็นต้น เพื่อใช้งานในโครงสร้าง อาคาร บ้านพักอาศัย

มะพร้าว เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากคนไทยรู้จักใช้เนื้อมะพร้าวในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาวและหวานในชีวิตประจำวัน นิยมปลูกกันมากในภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ตรัง ภาคกลาง ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี จันทบุรี ระยอง ตราด ฉะเชิงเทรา พื้นที่ปลูก 2,163,439 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 1,917,287 ไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 1,947,963.59 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,016 กก/ไร่ ปริมาณที่ใช้ภายในประเทศ ประมาณ 1,080 ล้านผล การส่งออกในรูปมะพร้าวแห้ง ปริมาณ 1,566 ตัน มูลค่า 277 ล้านบาท การนำเข้า ในรูปมะพร้าวแห้ง 51 ตัน มูลค่า 2.3 ล้านบาท จากการสำรวจพบว่าประชากรไทย 1 คน จะบริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผล/คน/ปี ใช้ผลมะพร้าวประมาณ 1,170 ล้านผล หรือประมาณ ร้อยละ 65 ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือประมาณ ร้อยละ 35 ของผลผลิตทั้งหมด หรือ 630 ล้านผล ใช้ในรูปของอุตสาหกรรม หรือส่งออกต่อไป โดยที่ผลผลิตมะพร้าวแต่ละปีจะมีมูลค่าไม่ต่ำกว่าปีละ 3,200 ล้านบาท จากการที่มะพร้าวมีผลผลิตมากมายดังกล่าวในข้างต้น ทำให้มีปริมาณเปลือกมะพร้าวเหลือทิ้งในปริมาณมากตามไปด้วย

ขุยมะพร้าว คือ เปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือ ปั่นให้ใยละเอียด เป็นขุยละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท (ไม่ใช่เปลือกสับ) เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบกาบมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่งหรือผลิตภัณฑ์อื่น เศษเหลือเหล่านี้เป็นผงๆ มีสมบัติเบา แต่ก็มีความคงทนถาวร ทนแดด ทนฝน เมื่อแช่น้ำจะไม่มีการอ่อนมาก ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์เมื่อเทียบกับเส้นใยมะพร้าว

ดังนั้น การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ จึงเป็นการนำส่วนหนึ่งของเปลือกมะพร้าวที่ไม่มีมูลค่าอย่างขุยมะพร้าว มาใช้ประโยชน์ควบคู่กับการส่งเสริมผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ ซึ่งจะสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพิ่มเติมได้อีกมากมาย

<u>ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์</u>

ลักษณะของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูง ประกอบด้วย ยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR20, ซิงค์ออกไซด์ (ZnO), กรดสเตียริก (Stearic Acid), กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur, ได-เมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอล (2 – Mercapto benzthiazole, 2 – MBT), ไดฟินิลกัวนิดีน (Diphenyl Guanidine, DPG) และขุยมะพร้าว ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดด้วยเครื่องบดผสมแบบสองลูกกลิ้ง ใส่ส่วนผสมลงแบบหล่อ และอัดด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ได้แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูง

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์นี้ เพื่อใช้เป็นแผ่นกระเบื้องยาง แผ่นยางรองเครื่องจักร และแผ่นยางอื่นๆ สำหรับบ้านพักอาศัย และอุตสาหกรรมทั่วไป

<u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

ส่วนผสมของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูง ประกอบด้วย

- ยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR 20	ปริมาณ	100	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ซิงค์ออกไซด์	ปริมาณ	5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กรดสเตียริก	ปริมาณ	2	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur	ปริมาณ	3	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ได-เมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอล	ปริมาณ	0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ไดฟินิลกัวนิดีน	ปริมาณ	0.2	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ขุยมะพร้าว	ปริมาณ	2 – 12	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

กรรมวิธีการผลิตแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูง เริ่มจากบดยางธรรมชาติ เกรด STR 20 เพื่อเติมส่วนผสมอื่นๆ ด้วยเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง ทำการเติมขุยมะพร้าวลงในยางธรรมชาติที่บดภายในเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง ผสมจนเข้ากัน แล้วจึงผสมซิงค์ออกไซด์และกรดสเตียริกลงในส่วนผสมที่กำลังบดอยู่ในเครื่อง จากนั้น เติมได-เมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอล และไดฟินิลกัวนิดีน แล้วทำการผสมจนเข้ากัน และเติมกำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur เพื่อให้เกิดการคงรูป

แล้วทำการผสมจนส่วนผสมเข้ากันทั้งหมด นำส่วนผสมที่เข้ากันดีแล้ว ใส่ลงในแบบหล่อเพื่อเตรียมขึ้นรูปเป็นแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว และขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 5 นาที จนแผ่นยางธรรมชาติเกิดการคงรูป ก่อนนำไปใช้งานต่อไป

5 <u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. ส่วนผสมของแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูง ประกอบด้วย

- ยางธรรมชาติแท่ง เกรด STR 20	ปริมาณ	100	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ซิงค์ออกไซด์	ปริมาณ	5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กรดสเตียริก	ปริมาณ	2	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur	ปริมาณ	3	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ได-เมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอล	ปริมาณ	0.5	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ไดฟินิลกัวนิดีน	ปริมาณ	0.2	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด
- ขุยมะพร้าว	ปริมาณ	2 – 12	ส่วนของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

2. กรรมวิธีการผลิตแผ่นผนังไม้เทียมจากต้นมันสำปะหลังผสมปูนซีเมนต์ ตามข้อถือสิทธิ 1 มีดังนี้

ก. บดยางธรรมชาติ เกรด STR 20 เพื่อเติมส่วนผสมอื่นๆ ด้วยเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้ง

ข. ทำการเติมขุยมะพร้าวลงในยางธรรมชาติที่บดภายในเครื่องบดผสมยางแบบสองลูกกลิ้งผสมจนเข้ากัน

ค. แล้วจึงผสมซิงค์ออกไซด์และกรดสเตียริกลงในส่วนผสมที่กำลังบดอยู่ในเครื่อง

ง. เติมได-เมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอลและไดฟินิลกัวนิดีน แล้วทำการผสมจนเข้ากัน

จ. เติมกำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur เพื่อให้เกิดการคงรูป แล้วทำการผสมจนส่วนผสมเข้ากันทั้งหมด

ฉ. นำส่วนผสมที่เข้ากันดีแล้ว ใส่ลงในแบบหล่อเพื่อเตรียมขึ้นรูปเป็นแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าว

ช. ขึ้นรูปแผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 5 นาที จนแผ่นยางธรรมชาติเกิดการคงรูป

บทสรุปการประดิษฐ์

แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูง ประกอบด้วย ยางธรรมชาติแท่งเกรด STR20, ซิงค์ออกไซด์ (ZnO), กรดสเตียริก (Stearic Acid), กำมะถัน ชนิด Rhombic Sulfur, ได-เมอร์แคบโตเบนโซไทเอซอล (2 – Mercapto benzthiazole, 2 – MBT), ไดฟินิลกัวนิดีน (Diphenyl Guanidine, DPG) และขุยมะพร้าว ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดด้วยเครื่องบดผสมแบบสองลูกกลิ้ง ใส่ส่วนผสมลงแบบหล่อ และอัดด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ได้แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูง สำหรับใช้เป็นแผ่นกระเบื้องยาง แผ่นยางรองเครื่องจักร และแผ่นยางอื่นๆ สำหรับบ้านพักอาศัย และอุตสาหกรรมทั่วไป

หนังสือสัญญาโอนสิทธิขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร

เขียนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

วันที่ 10 กันยายน 2558

สัญญาระหว่างผู้โอน คือ **ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์** ที่อยู่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถ.สามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย และ **ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร** ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110 ประเทศไทย โดยมีผู้รับโอน คือ **มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร** โดย รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์ ตำแหน่ง อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร เลขที่ 399 ถ.สามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย

โดยสัญญานี้ ผู้โอนซึ่งเป็นผู้ประดิษฐ์ **แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูงและกรรมวิธีการผลิต** ขอโอนสิทธิในการประดิษฐ์ดังกล่าว ซึ่งรวมถึงสิทธิขอรับอนุสิทธิบัตรและสิทธิอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้แก่ผู้รับโอน โดยผู้รับโอนได้จ่ายค่าตอบแทนที่เหมาะสมให้แก่ผู้โอน

เพื่อเป็นพยานหลักฐานแห่งการนี้ ผู้โอนและผู้รับโอนได้ลงลายมือชื่อไว้ข้างล่างนี้

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์)

(ลงชื่อ) ผู้โอน
(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร)

(ลงชื่อ) ผู้รับโอน
(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

(ลงชื่อ) พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

(ลงชื่อ) พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิหาร ดีปัญญา)

หนังสือมอบอำนาจ

ข้าพเจ้า **มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร** โดย รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์ ตำแหน่ง อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10300 ประเทศไทย ขอมอบหมายและแต่งตั้งให้ **ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร** (ตัวแทนสิทธิบัตรเลขที่ 2262) ที่อยู่ เลขที่ 8/3 หมู่ที่ 8 ถนนพุทธรักษา ตำบลท้ายบ้านใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ รหัสไปรษณีย์ 10280 ประเทศไทย เป็นตัวแทนและผู้รับมอบอำนาจของข้าพเจ้าอันแท้จริง และชอบด้วยกฎหมายเพื่อข้าพเจ้าและในนามข้าพเจ้าให้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตรและให้ได้มาซึ่งสิทธิบัตรภายใต้ชื่อ “**แผ่นยางธรรมชาติผสมขุยมะพร้าวที่มีความต้านทานแรงดึงสูงและกรรมวิธีการผลิต** ” ให้รับโอนการประดิษฐ์การออกแบบผลิตภัณฑ์สิทธิบัตรและคำขอรับสิทธิบัตรต่างๆ และเพื่อความประสงค์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในนามของข้าพเจ้า ให้ลงนามและยื่นบรรดาหนังสือและเอกสารทั้งมวลซึ่งตัวแทนผู้รับมอบอำนาจในฐานะดังที่ได้กล่าวมาแล้วอาจคิดเห็นว่าเป็นการจำเป็นหรือพึงต้องการ ให้เปลี่ยนแปลงแก้ไขและเพิกถอนคำขอรับสิทธิบัตรและเอกสารต่างๆ เช่นว่ามานั้น ให้ไปปฏิบัติการ ณ สถานที่ราชการหรือ ณ ที่อื่นใด ให้ต่อสู้หรือป้องกันคำขอและสิทธิบัตรให้พ้นจากการปฏิเสธการคัดค้านหรือการขัดขวางใดๆ ให้ยื่นคำร้องคัดค้านและคำอุทธรณ์ ให้ชำระค่าธรรมเนียมทั้งหลายทั้งปวง และให้แต่งตั้งตัวแทนช่วงภายใต้อำนาจของตัวแทนผู้รับมอบอำนาจเพื่อกระทำกิจการอย่างหนึ่งอย่างใดหรือกระทำการทั้งมวลดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น และให้มีอำนาจยกเลิกการแต่งตั้งตัวแทนช่วงได้ตามอำเภอใจเช่นเดียวกัน และโดยหนังสือนี้ข้าพเจ้าขอยืนยันและให้สัตยาบันรับรองทุกสิ่งทุกอย่างที่ตัวแทนของข้าพเจ้าหรือตัวแทนช่วงอาจได้กระทำไปโดยชอบด้วยกฎหมายอาศัยอำนาจแห่งหนังสือนี้

ลงวันที่ ณ วันที่ 10 กันยายน 2558

(ลงชื่อ) ผู้มอบอำนาจ

(รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกไศยกานนท์)

(ลงชื่อ) ผู้รับมอบอำนาจ

(ว่าที่ร้อยเอกกิตติพงษ์ สุวีโร)

(ลงชื่อ) พยาน

(ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์)

(ลงชื่อ) พยาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

บริษัท อริยะสุทธิ อินเตอร์เทรด จำกัด

เลขที่ 199/256 ม.4 ถ.รังสิต-นครนายก ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

วันที่ 14 กันยายน 2558

เรื่อง ขอขอบคุณ ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์
ในงานวิจัยเรื่อง การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ด้วยทาง บริษัท อริยะสุทธิ อินเตอร์เทรด จำกัด ได้นำส่วนหนึ่งของผลงานวิจัย ของ ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ในงานวิจัยเรื่อง การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาการกำจัดขุยมะพร้าวเหลือทิ้ง และเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นผลให้ บริษัท สามารถลดค่าใช้จ่าย และมีรายได้เพิ่มขึ้นได้

ในการนี้ ทางบริษัทจึงขอขอบคุณมายัง ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์ ในงานวิจัยเรื่อง การใช้ขุยมะพร้าวเพื่อเสริมความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติ และขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความช่วยเหลือ มา ณ ที่นี้

.....

(นายธวัชชัย อริยะสุทธิ)
กรรมการผู้จัดการ

บริษัท อริยะสุทธิ อินเตอร์เทรด จำกัด
ARIYASUTTHI INTERTRADE CO.,LTD.