การศึกษาการใช้วัสดุผสมของใบสนคาริเบียและพอลิเอทิลีนเป็นวัสดุทดแทนไม้
Polyethylene and Caribea's Leaves Composite as A Wood Replacing Material

นาวาอากาศเอกหญิง กุศยา สุวรรณวิหค นาวาอากาศโทหญิง สัณสนีย์ เหมาคม
นักเรียนนายเรืออากาศ อิทธิชัย นิ่มมา นักเรียนนายเรืออากาศ ปิยะวัฒน์ ด้วงพิบูลย์

สาขาวัสดุศาสตร์ทางการทหารและอากาศยาน กองวิชาวิทยาศาสตร์ กองการศึกษา
โรงเรียนนายเรืออากาศ

บทคัดย่อ : จากการที่ความต้องการในการใช้ไม้ยังมีอยู่ในปริมาณมาก ในขณะที่ไม้ธรรมชาติมีราคาแพงและหาใช้ได้ยาก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวัสดุที่สามารถทดแทนไม้ธรรมชาติได้ โดยการนำใบสนคาริเบียที่ร่วงหล่นอยู่ในป่าสน และขวดพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ที่ผ่านการใช้แล้วมาทำเป็นวัสดุผสมเพื่อใช้ทดแทนไม้ โดยมีมาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟเทดพอลิเอทิลีนเป็นสารคู่ควบ ในงานวิจัยนี้ใช้อัตราส่วน LDPE : สารคู่ควบ : เศษใบสน 65 : 5 : 30 และ 75 : 5 : 20 วัตถุดิบทุกชนิดนำมาบดเป็นผงและผสมให้เข้ากัน แล้วนำมาผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปความร้อนเป็นแผ่นไม้พลาสติก นำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล พบว่าแผ่นไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วน LDPE : สารคู่ควบ : เศษใบสน 75:5:20 มีสมบัติทั้งทางกายภาพและทางกลที่ดีกว่าอีกอัตราส่วนหนึ่ง ไม้พลาสติกของงานวิจัยสามารถนำไปใช้ตกแต่ง ทำเฟอร์นิเจอร์ ที่ไม่ต้องการการรับน้ำหนักมากได้ อย่างไรก็ตาม พบว่า LDPE ที่อยู่ตรงกลางตามความหนาของไม้พลาสติกไม่หลอมเหลว จึงควรอุ่นวัตถุดิบก่อนนำไปผ่านการขึ้นรูปหรือใช้กระบวนการอัดรีดขึ้นรูปในการทำแผ่นไม้พลาสติกแทน

คำสำคัญ: วัสดุผสม, สนคาริเบีย, พอลิเอทิลีน, วัตถุดิบไม้พลาสติก

Abstract : The primary objective of this research is to assist the Quartermaster Department of the Royal Thai Air Force in finding an alternative method to produce a green composite material, which can be used for replacing the conventional wood materials. The green composite material or the so-called wood-plastic composite was successfully fabricated by using the hot press technique at 140 °C and 250 kg/cm^2 for 4 min. Specifically, the grounded dry *Caribain* leaves (CL) (Pinus caribaea Motrlet) as a natural fiber reinforcement were homogenously mixed into a low density polyethylene (LDPE) matrix, using maleic anhydride grafted polyethylene as a coupling agent (MAH-PE). The dry *Caribain* leaves were collected from a tropical rainforest in the northern part of Thailand, and the LDPE plastics were obtained from common household plastic waste, especially water bottles. Based upon the experimental results from measuring their mechanical properties such as MOR, MOE and tensile strength, the mixture containing the weight ratio of LDPE, MAH-PE and CL 75:5:20 is significantly better than the mixture containing the weight ratio of LDPE, MAH-PE and CL 65:5:30 due to the MOR, MOE and tensile strength are 20.52 MPa, 785.05 MPa and 152.33 kg., respectively.

Key words: Composite , Caribian , Polyethylene , Wood-plastic material

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบัน ยังมีความต้องการใช้ไม้อยู่ในปริมาณมาก ในขณะที่ไม้ธรรมชาติมีราคาแพงและหายาก จึงมีความพยายามที่จะนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น เศษหญ้า เศษฟาง และเศษขี้เลื่อยจากอุตสาหกรรมไม้ มาใช้ทดแทนไม้ธรรมชาติ แต่ยังมีข้อด้อยในด้านความแข็งแรง จึงมีการผสมวัสดุอื่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้มีมากขึ้น วัสดุชนิดหนึ่งคือพลาสติก ซึ่งปัจจุบันมีการใช้พลาสติกจำนวนมาก ทำให้เกิดขยะพลาสติกเป็นจำนวนมหาศาล พลาสติกใช้เวลาในการย่อยสลายนาน และก่อให้เกิดมลพิษหากกำจัดอย่างผิดวิธี ผู้วิจัยนำพลาสติกที่ผ่านการใช้แล้วมาผสมกับเศษใบสนคาริเบียที่ร่วงหล่นอยู่ในป่าสนทางภาคเหนือ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดไฟป่า มาอัดขึ้นรูปเพื่อใช้ทดแทนไม้ธรรมชาติ ประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงคือ การลดปัญหาขยะพลาสติก การลดมลพิษที่เกิดจากขยะพลาสติกเหล่านี้ และการนำวัสดุที่เหลือใช้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกครั้ง

เพื่อศึกษาการใช้วัสดุผสมของใบสนคาริเบียและพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ เป็นวัสดุทดแทนไม้โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นไม้พลาสติกที่ได้ ตามมาตรฐาน ASTM

งานวิจัยนี้กำหนดใช้สนคาริเบียมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Pinus caribaea Motrlet ได้มาจากศูนย์วิจัยห้วยบง อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ และใช้พลาสติกที่ใช้เป็นวัตถุดิบ คือ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low-Density Polyethylene :

LDPE) สารคู่ควบ (Coupling agent) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ มาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟเทดพอลิเอทิลีน (Maleicanhydride grafted polyethylene) โดยให้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของ LDPE ที่ผ่านการใช้แล้วต่อสารคู่ควบต่อเศษใบสนของงานวิจัยนี้ เท่ากับ 75 : 5 : 20 และ 65 : 5 : 30

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติทางกายภาพของแผ่นไม้พลาสติกที่ได้ คือ ความถ่วงจำเพาะ ความชื้น และการพองตัวตามความหนา และสมบัติทางกลคือ ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึง และแรงกดสูงสุด ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบเป็นไปตาม ASTM

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ไม้พลาสติก หมายถึง วัสดุผสมที่มีไม้และพลาสติกเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีไม้เป็นสารตัวเติม และพลาสติกเป็นตัวเชื่อมประสานและอาจเติมสารเติมแต่งต่างๆ เพื่อให้มีสมบัติต่างๆ ดังที่แสดงในตารางที่ 1-2 ตามความต้องการและตามมาตรฐาน

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพและทางกล

สมบัติ		มาตรฐาน
กายภาพ	ความถ่วงจำเพาะ	ASTM D 2395
	ความชื้น	ASTM D 4442
	การพองตัวตามความหนา	ASTM D 1037
ทางกล	กำลังรับแรงดัด	ASTM D 4761
	มอดุลัสยืดหยุ่น	ASTM D 4761
	แรงกดสูงสุด	ASTM D 4761
	กำลังรับแรงดึง	ASTM D 143

ตารางที่ 2 สมบัติวัสดุผสมไม้ตามอัตราส่วนตามผลการทดสอบ

สมบัติ	อัตราส่วน LDPE : สารคู่ควบ:เศษใบสน	
	65:5::30	75:5::20
ความหนาแน่น (กก./ตร.ซม.)	0.843	0.928
ความชื้น (%)	1.445	0.23
การพองตัวตามความหนา (%)	2.5	0
MOR (MPa)	14.508	20.515
MOE (MPa)	690.53	785.05
แรงกดสูงสุด (KN/ซม^2)	0.1825	0.1882
ความทนแรงดึง (กก.)	89.583	152.333

2. LDPE มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 106 ถึง 130 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่น 0.915-0.925 กรัม/ลบ.ซม. และมีความเป็นผลึกอยู่ในช่วง 40-50% และจะมีกิ่งสองกิ่งต่อคาร์บอนประมาณ 100 อะตอมในสายโซ่

3. สนคาริเบีย สนคาริเบียเป็นไม้ในวงศ์ Pinaceae ลำต้นมีขนาดใหญ่ ใบรูปเข็ม ยาว มีสีเขียวเป็นมัน ในเนื้อไม้จะประกอบด้วย เซลลูโลส ลิกนิน เฮมิเซลลูโลส ซึ่งสมบัติจะแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อไม้

4. สารคู่ควบ สารคู่ควบมีหน้าที่ สร้างพันธะกับตัวเชื่อมประสานที่เป็นพอลิเมอร์ ปรับปรุงสภาพเข้ากันได้ระหว่างเส้นใยเซลลูโลสและตัวเชื่อมประสานที่เป็นพอลิเมอร์ และสามารถเกิดปฏิกิริยาที่แข็งแรงกับเส้นใย

3. วิธีการเตรียมวัสดุและการทดสอบ

1. การจัดเตรียมวัสดุ

(1) การเตรียมเศษใบสนจากใบสน

ก. รวบรวมใบสนแห้งจากศูนย์วิจัยห้วยบง อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ และคัดแยกส่วนที่ไม่ใช่ใบสนออก

ข. นำใบสนมาเข้าเครื่องบดเพื่อทำให้ไม้มีขนาดเล็กลงเป็นเศษใบสนแล้วกรองด้วยตะแกรงเบอร์ 3 กรองซ้ำด้วยตะแกรงเบอร์ 60 เพื่อคัดแยกส่วนที่เป็นผงออก

ค. เก็บเศษใบสนที่เหลือจากการกรองไว้ในถุงพลาสติกและมัดให้แน่น เพื่อนำไปใช้หาความชื้นและทำแผ่นต่อไป

(2) การเตรียมผง LDPE

ก. ซื้อขวดน้ำ LDPE ประเภทรีไซเคิลนำมาตัดเป็นชิ้นขนาดเล็ก ล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วนำมาบดให้เป็นผง

ข. หาค่าความชื้นตามวิธีการมาตรฐานก่อนนำไปใช้ในการอัดแผ่น

(3) การเตรียมสารคู่ควบ

จัดซื้อมาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟเทดพอลิเอทิลีน และนำมาบดให้เป็นผง

2. การอัดแผ่นไม้พลาสติก

(1) นำใบสน LDPE และสารคู่ควบมาชั่งน้ำหนักตามที่กำหนด และผสมให้เข้ากัน ในอัตราส่วนLDPE ต่อสารคู่ควบต่อเศษใบสน 65 : 5 : 30 และ 75 : 5 : 20

(2) โรยของผสมในกรอบสำหรับการขึ้นรูปนำไปอัดร้อนที่ความดัน 700 กก./ตร.ซม. อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส จะได้ แผ่นไม้พลาสติก ขนาด 35 x 35 ซม. หนา 10 มม.

3. ทดสอบสมบัติของแผ่นไม้ตามวิธีการของมาตรฐาน ASTM D 7031-04 ดังนี้

4. ผลการทดลอง

สมบัติของไม้พลาสติกของงานวิจัยนี้มีผลเป็นไปตามตารางที่ 3 ดังนี้ เมื่อเปรียบเทียบสมบัติของไม้พลาสติกของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยอื่นๆ เป็น ดังนี้

ตารางที่ 3 สมบัติของไม้พลาสติก (ผลการทดสอบ)

		1	2	3	4
สมบัติทางกายภาพ	ความชื้น (%)	1.45	0.23	8.26	-
	ความหนาแน่น (กก./ซม.^{3})	0.84	0.93	0.94	-
	การพองตัวตามความหนา	2.50	0.21	7.83	-
สมบัติทางกล	MOR(MPa)	14.51	20.52	23.61	10.35-25.53
	MOE(MPa)	690.53	785.05	1756.15	690-1794
	แรงกดสูงสุด (KN./ซม.^{2})	0.18	0.19	0.46	-
	แรงดึงสูงสุด (กก./ซม.^{2})	101.63	152.33	-	14.55-130.50

หมายเหตุ 1 = LDPE : สารคู่ควบ:เศษไม้ 65 : 5 : 30

2 = LDPE : สารคู่ควบ:เศษไม้ 75 : 5 : 20

3 = งานวิจัยของ นนอ.กิตติคุณฯ ใช้ เยื่อสนคาริเบียและกาวไธโอไซยาเนต 7%

4 = งานวิจัยของ Douglas J. Gardner ใช้ PP และเศษไม้

5. วิเคราะห์ผลการทดสอบ

(1) ใบสนคาริเบียเมื่อนำมาบด จะได้น้ำหนัก 83% ของน้ำหนักก่อนบด และมีความชื้น 10% ผง LDPE เมื่อนำมาบดจะได้น้ำหนัก 100% มีความชื้นของผง LDPE น้อยมาก หรือ 0%

(2) แผ่นไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วนของผง LDPE ต่อสารคู่ควบต่อเศษใบสน ในอัตราส่วน 75 : 5 : 20 มีสมบัติทางกายภาพและทางกลที่ดีกว่าอัตราส่วน 65 : 5 : 30

(3) เมื่อเปรียบเทียบไม้พลาสติกกับไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากงานวิจัยของ นนอ. ประเสริฐ แก้ววิชิต และ นนอ.กิตติคุณ ลีลาภัทรพันธุ์ พบว่าสมบัติทางกายภาพของไม้พลาสติกดีกว่า ในขณะที่ไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีสมบัติทางกลที่ดีกว่า

(5) แผ่นไม้พลาสติกทั้งสองอัตราส่วนมีสมบัติทางกลอยู่ในช่วงของไม้พลาสติกที่ผลิตจากไม้และพอลิเอทิลีนจากงานวิจัยของ Douglas J. Gardner University of Maine

(6) มูลค่าของไม้พลาสติกอัตราส่วน 65 : 5 : 30 เท่ากับ 163.10 บาท/ตร.ม. และไม้พลาสติกอัตราส่วน 75 : 5 : 20 เท่ากับ 178.10 บาท/ตร.ม. ราคาไม้พลาสติกจาก http://www.alibaba.com/productgs/317605481/WPC_Deck.html มีราคา 217.8 บาท/ตรม.

6. สรุป

(1) กรรมวิธีการขึ้นรูปไม้พลาสติกด้วยการอัดขึ้นรูป ยังมีผงLDPE ที่ไม่หลอมเหลวอยู่ ทำให้สมบัติทางกลของแผ่นไม้ไม่ดี ซึ่งอาจแก้ไขโดยการอุ่นวัตถุดิบ หรือเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิตไปใช้การขึ้นรูปโดยวิธีการอัดรีดขึ้นรูป

(2) ค่าความต้านแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นไม้พลาสติกทั้ง 2 อัตราส่วนยังไม่เป็นที่น่าพอใจ จึงควรเติมสารเติมแต่งให้มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

(3) ในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ ควรทำให้วัสดุผสมมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน อาจจะเปลี่ยนวัสดุจากเศษใบสนมาเป็นผงใบสน เพื่อเพิ่มสภาพความเป็นเนื้อเดียวกัน

(4) ควรมีการคิดค่าใช้จ่ายในการผลิตแผ่นไม้พลาสติกนี้ตามหลักเศรษฐศาสตร์ และเปรียบเทียบกับราคาไม้พลาสติกตามท้องตลาด เพื่อหาความคุ้มค่าในการผลิตเชิงพาณิชย์

(5) แผ่นไม้พลาสติกที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ตกแต่งเพื่อความสวยงามได้ แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้งานที่ต้องรับน้ำหนัก เช่น โต๊ะ หรือเก้าอี้ได้ เนื่องจากความแข็งแรงยังมีไม่เพียงพอ

7. บรรณานุกรม

[1] กิตติคุณ ลีลาภัทรพันธุ์, ประเสริฐ แก้ววิชิต, เอกสารวิจัยเรื่องการศึกษาวัสดุทดแทนไม้จากใบสนคาริเบีย. สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ทางการทหารและอากาศยาน กองวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายเรืออากาศ

[2] ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคเหนือ, สนคาริเบีย. ศูนย์วนวัฒวิจัยภาคเหนือ กลุ่มงานวัฒนวิจัย สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, 2550.

[3] Anatol A. Klyosov, Wood-Plastics Composites. Wiley interscience.

[4] Duglas J. Gardener. Extrusion of Wood Plastic Composites.