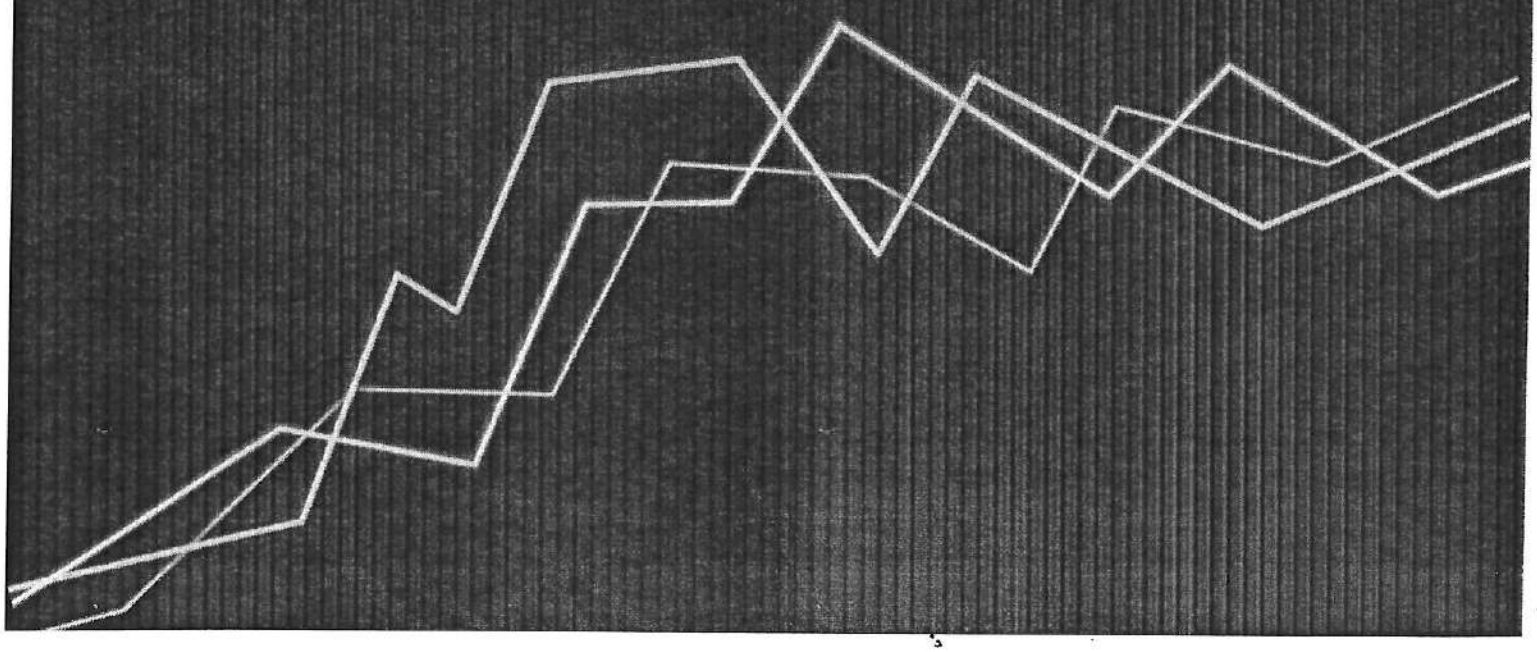
ISSN ONLINE: XXXX - XXXX

FRONTIERS IN ENGINEERING INNOVATION RESEARCH

แนวหน้าวิจัยนวัตกรรมทางวิศวกรรม

Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Thanyaburi

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม - มิถุนายน 2567



การผลิตไม้เทียมจากผงไม้พาเลทผสมกับพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงจากขวดน้ำรีไซเคิล

กิตติพันธ์ บุญโตสิตระกูล[1] อิทธิ ผลิตศิริ[2*] วิภาดา เทพจันทรา[2] และกิตติพงษ์ สุวิโร[3]
kittiphan.b@rmutp.ac.th[1], itthi.w@rmutsb.ac.th[2*], wiphada.t@rmutsb.ac.th[2],
kittipong.s@en.rmutt.ac.th[3]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
[3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received: June 5, 2023 Revised: January 24, 2024 Accepted: February 7, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำขวดพลาสติกชนิด HDPE มาผสมกับผงไม้พาเลทที่ไม่ใช้แล้วสำหรับขึ้นรูปเป็นแผ่นไม้เทียม โดยการออกแบบส่วนผสมของพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิด HDPE และผงไม้พาเลท รวมทั้งหมด 5 อัตราส่วน ขึ้นรูปโดยการบดย่อยพลาสติกชนิด HDPE และไม้พาเลท ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 และเบอร์ 60 ตามลำดับ ผสมเศษพลาสติกและผงไม้พาเลทให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง อัดขึ้นรูปร้อนโดยใช้แรงดัน 1,300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ด้วยอุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ได้แผ่นไม้เทียมสำหรับนำไปทดสอบแรงดึง แรงกระแทก ความแข็งผิว ความหนาแน่น และการทดสอบการดูดซึมน้ำ จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณของผงไม้พาเลทที่ผสมมีผลต่อสมบัติของแผ่นไม้เทียมหรือวัสดุเชิงประกอบส่งผลให้คุณสมบัติด้านความแข็ง และความหนาแน่นเพิ่มขึ้น รวมทั้งส่งผลให้คุณสมบัติการรับแรงดึง และแรงกระแทกมีค่าลดต่ำลง แผ่นไม้เทียมดังกล่าวทั้ง 5 อัตราส่วน เหมาะกับการนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและของที่ระลึก

คำสำคัญ: ไม้เทียม ไม้พาเลท พลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง

Producing Artificial Wood from Pallet Wood Powder Mixed with High-Density Polyethylene from Recycled Water Bottles

Kittiphan Boontositrakul[1] Itthi Plitsiri[2*] Wiphada Thepjunthra[2] and Kittipong Suweero[3]
kittiphan.b@rmutp.ac.th[1], itthi.w@rmutsb.ac.th[2*], wiphada.t@rmutsb.ac.th[2],
kittipong.s@en.rmutt.ac.th[3]

[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
[2] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
[3] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received: June 5, 2023 Revised: January 24, 2024 Accepted: February 7, 2024

Abstract

The objective of this research aims to mix HDPE plastic bottles with wood pallet wastes to form the artificial wood panels. The mixtures of HDPE polyethylene plastics and pallet woods were designed in five different ratios. The HDPE plastics and pallet woods were crushed through sieve No.4 and No. 60 respectively. The plastic scraps and wood powder are mixed by using a two-roll mixer. The artificial wood panels formed by pressing under hot conditions at 1,300 pounds per square inch and a temperature of 190 degrees Celsius for 5 minutes. The artificial wood panels were tested for tensile strength, impact strength, surface hardness, density, and water absorption. The experimental results indicate that the amount of mixed pallet wood powder affects the properties of the artificial wood panels and composite materials, resulting in an increase in hardness and density, as well as a decrease in tensile properties and impact force. These 5 ratios of artificial wood panels are suitable for the production of home decoration and souvenir products.

Keywords: artificial wood, pallet wood, high density polyethylene plastic

1. บทนำ

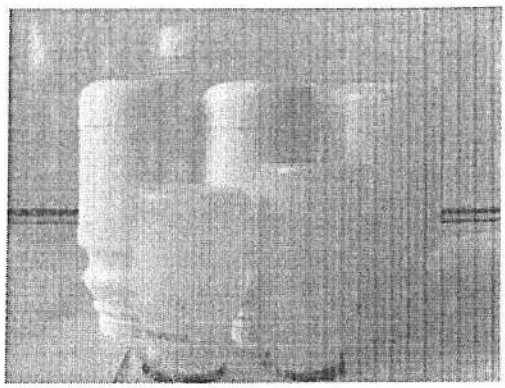
ปัจจุบันขยะพลาสติกเป็นปัญหาที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ โดยแนวทางหนึ่งที่อาจช่วยลดหรือแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ คือ การนำขยะพลาสติกมาใช้ประโยชน์เป็นไม้เทียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูงรีไซเคิล (High Density Polyethylene; HDPE) [1-4] เนื่องจากขยะพลาสติกชนิด HDPE เป็นวัสดุที่สามารถนำมารีไซเคิลง่าย มีความแข็ง เหนียว ไม่เสียรูปง่าย และคงทนต่อการใช้งาน [5,6] เมื่อนำขยะพลาสติกมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำไม้เทียมจะทำให้ไม้เทียมที่ได้มีสมบัติดีขึ้นหลายประการ เช่น มีความแข็งเหนียว ไม่เสียรูปทรงง่าย ทนต่อการกัดกร่อน และทนการเสียดสี

เศษไม้พาเลทเป็นขยะเศษไม้ที่เหลือทิ้งจำนวนมากในอุตสาหกรรมการขนส่ง การค้า และโลจิสติกส์ [7] ไม้พาเลทนิยมผลิตจากไม้ฉำฉา ไม้ยางพารา หรือไม้ก้ามปู เป็นอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักสิ่งของได้มากถึง 2 ตัน โดยผู้ประกอบการเกือบทั้งหมด ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างรถขนไม้พาเลทไปทิ้ง ตลอดจนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัดอีกด้วย

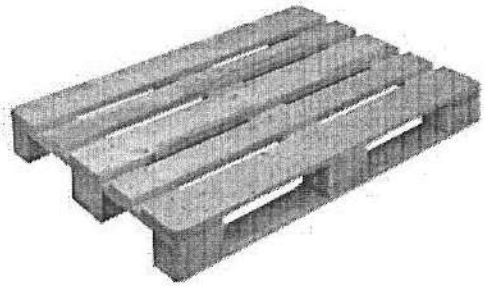
งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำขวดพลาสติกชนิด HDPE มาผสมกับผงไม้พาเลทชนิดไม้ยางพาราที่ไม่ใช้แล้วสำหรับขึ้นรูปเป็นแผ่นไม้เทียม ซึ่งจะช่วยพัฒนาระบบรีไซเคิลขยะพลาสติก รวมไปถึงลดปริมาณขยะไม้พาเลท อันจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชนและเป็นแนวทางการพัฒนาระบบการจัดการขยะเท่ากับศูนย์ (Zero waste) รวมทั้งจะช่วยลดมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการกำจัดขยะ

2. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย ขวดพลาสติกชนิด HDPE พาเลทไม้ชนิดไม้ยางพารา เครื่องบดย่อยพลาสติก เครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง เครื่อง Injection Machine เครื่อง Compression เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด (ดิจิตอล) เวอร์เนียร์สำหรับวัดชิ้นงานทดสอบ เครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 638 เครื่องทดสอบแรงกระแทก (Impact Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 256 เครื่องทดสอบความแข็ง (Hardness Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 785 เครื่องวัดความหนาแน่น (Density Test) ตามมาตรฐาน ASTM D792



รูปที่ 1 ขยะขวดพลาสติกชนิด HDPE



รูปที่ 2 พาเลทไม้

3. การออกแบบส่วนผสม

ออกแบบส่วนผสมของพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิด HDPE และผงไม้พาเลท โดยการทดลองผสมพลาสติกและผงไม้พาเลท ที่อัตราส่วน 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 โดยน้ำหนัก จากการสังเกตอัตราส่วนผสม 60:40 พบว่า พลาสติกเริ่มไม่หลอมเข้ากับผงไม้พาเลท จึงนำผลการทดลองดังกล่าวมาออกแบบอัตราส่วนผสม รวมทั้งหมด 5 อัตราส่วน โดยน้ำหนัก แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมต่อแผ่นของตัวอย่างทดสอบ

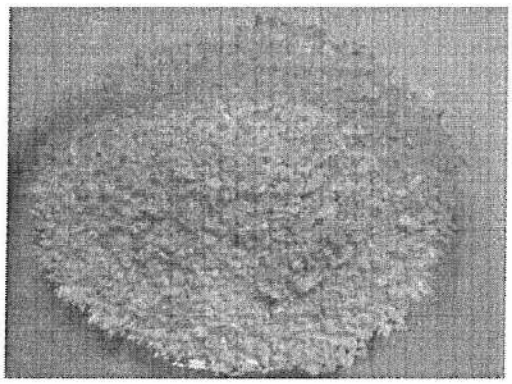
อัตราส่วนผสม	พลาสติก (กรัม)	ผงไม้พาเลท (กรัม)
95:5	1,824	96
90:10	1,728	192
85:15	1,632	288
80:20	1,536	384
75:25	1,440	480

4. การขึ้นรูปชิ้นงานสำหรับนำไปทดสอบ

ในการขึ้นรูปชิ้นงานสำหรับนำไปทดสอบเป็นการผลิตตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดการขึ้นรูปดังนี้

1) ล้างทำความสะอาดขวดพลาสติกชนิด HDPE ด้วยแปรงและน้ำสะอาด ก่อนตากแดดจนแห้ง

2) บดย่อยขวดพลาสติกชนิด HDPE โดยใส่ขวดพลาสติกลงไปในเครื่องบดย่อยพลาสติก ผ่านตะแกรงเบอร์ 4

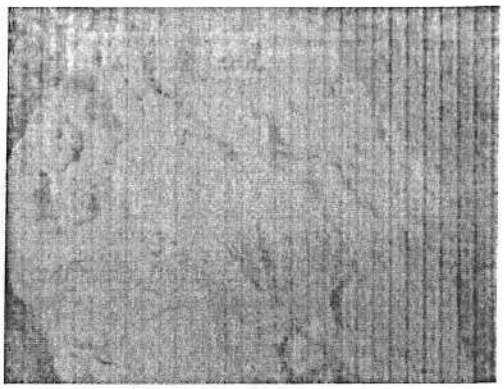


รูปที่ 3 เศษพลาสติกที่ย่อยผ่านตะแกรง 5 มิลลิเมตร

3) คัดแยกพาเลทไม้ โดยการนำตะปูออกจากพาเลทไม้ และตัดไม้พาเลทออกเป็นชิ้นเล็กๆ

4) บดย่อยไม้พาเลทด้วยเครื่องบดย่อยจำนวนไม่น้อยกว่า 3 รอบ ผ่านตะแกรงเบอร์ 4

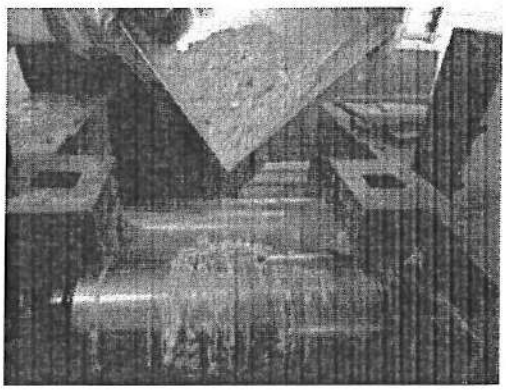
5) ทำการร่อนไม้พาเลทอีกครั้ง ผ่านตะแกรงเบอร์ 60



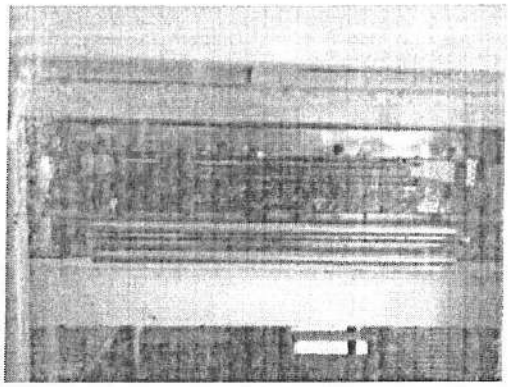
รูปที่ 4 ผงไม้พาเลทที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 60

6) ผสมเศษพลาสติกและผงไม้พาเลทให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยเริ่มจากการนำเศษพลาสติกกับผงไม้พาเลทมาผสมกันด้วยเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้งให้พลาสติกและผงไม้พาเลทเข้ากัน

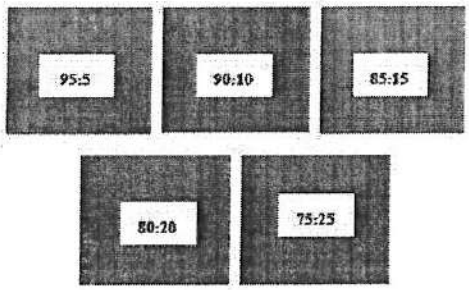
7) นำพลาสติกและผงไม้ที่ผสมจนเข้ากันแล้ว ไปใส่ลงในแม่พิมพ์ขนาด 450×450×12 มิลลิเมตร จากนั้นนำแม่พิมพ์เข้าเครื่องอัดขึ้นรูปร้อน โดยใช้แรงดัน 1,300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) ด้วยอุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ได้แผ่นไม้เทียมสำหรับนำไปทดสอบ



รูปที่ 5 การผสมเศษพลาสติกและผงไม้พาเลท



รูปที่ 6 การอัดแผ่นไม้เทียม



รูปที่ 7 แผ่นไม้เทียมอัตราส่วนต่างๆ ที่อัดขึ้นรูปแล้ว

5. การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นไม้เทียม

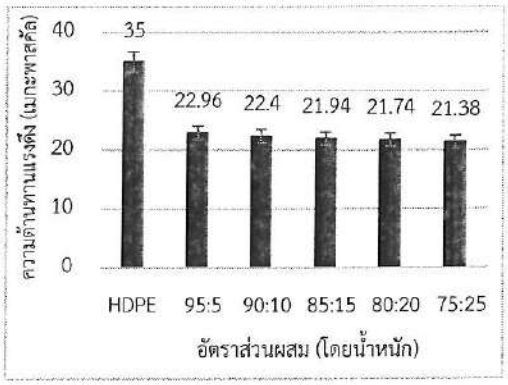
ทดสอบคุณสมบัติของแผ่นไม้เทียม ตามมาตรฐาน ASTM จำนวนอัตราส่วนละ 5 ชิ้นต่อการทดสอบ เพื่อให้ทราบคุณสมบัติสำหรับการนำแผ่นไม้เทียมไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้แก่ การทดสอบแรงดึง (Tensile Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 638 TYPE 1 การทดสอบแรงกระแทก (Impact Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 256 การทดสอบความแข็งผิว (Hardness Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 785 การทดสอบความหนาแน่น (Density Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 792 และการทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water Absorption Test) ตามมาตรฐาน ASTM D 570

6. ผลการวิจัย

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นไม้เทียมที่ขึ้นรูปจากเศษขยะพลาสติกชนิด HDPE และผงไม้พาเลททั้ง 5 อัตราส่วน สามารถสรุปผลดังต่อไปนี้

6.1 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึง

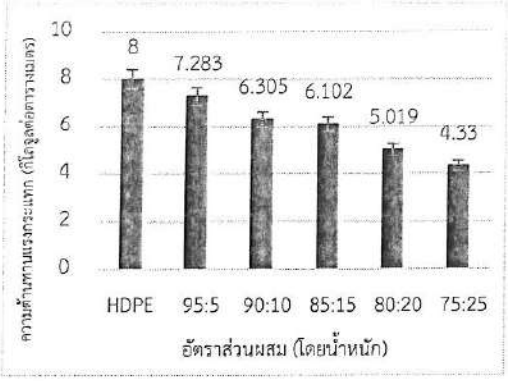
จากรูปที่ 8 พบว่า แผ่นไม้เทียมที่มีปริมาณพลาสติกชนิด HDPE มากที่สุด หรือมีปริมาณผงไม้น้อยที่สุด (อัตราส่วนผสม 95:5) สามารถรับแรงดึงได้ดีกว่าอัตราส่วนผสมที่มีปริมาณพลาสติกชนิด HDPE ลดลง ได้แก่ 90:10, 85:15, 80:20 และ 75:25 ตามลำดับ เนื่องจากผงไม้ที่ผสมลงในพลาสติกชนิด HDPE มีลักษณะเป็นผง ทำให้ไม่สามารถช่วยรับแรงดึงได้ดังเช่นไม้ที่มีลักษณะเป็นเส้นใยยาว [8] นอกจากนี้ผงไม้ยังมีผลทำให้ความต้านทานแรงดึงของพลาสติกชนิด HDPE ลดลง



รูปที่ 8 ความต้านทานแรงดึงของแผ่นไม้เทียม

6.2 ผลการทดสอบความต้านทานแรงกระแทก

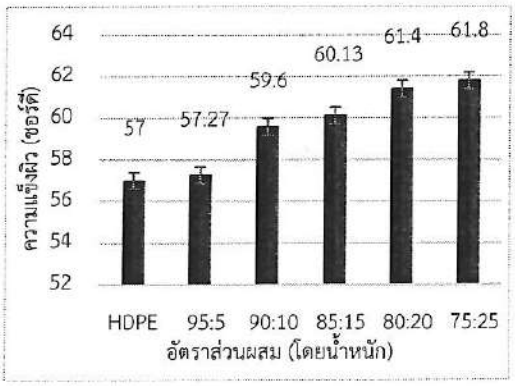
เมื่อนำแผ่นไม้เทียมทั้ง 5 อัตราส่วน ไปทดสอบความต้านทานแรงกระแทก พบว่า นอกจากแผ่นไม้เทียมที่มีปริมาณผงไม้น้อยที่สุด (อัตราส่วน 95:5) จะรับแรงดึงได้ดีกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ที่ผสมผงไม้ในปริมาณที่มากกว่าแล้ว แผ่นไม้เทียมอัตราส่วนดังกล่าวยังสามารถรับแรงกระแทกได้ดีกว่าแผ่นไม้เทียมอัตราส่วนที่มีปริมาณผงไม้มากขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากคุณสมบัติในการรับแรงดึงของวัสดุจำพวกพลาสติกที่ดีหรือไม่ดี จะมีผลโดยตรงทำให้คุณสมบัติในการรับแรงกระแทกที่ดีหรือไม่ดีเช่นเดียวกัน [9]



รูปที่ 9 ความต้านทานแรงกระแทกของแผ่นไม้เทียม

6.3 ผลการทดสอบความแข็งผิว

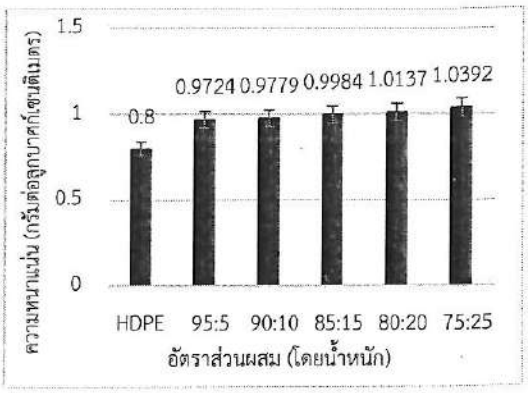
การทดสอบความแข็งที่ผิวของแผ่นไม้เทียมทั้ง 5 อัตราส่วน เป็นการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแบบ Durometer Shore D โดยใช้แท่งเหล็กชุบแข็งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.1 - 1.4 มิลลิเมตร ปลายหัวกดเป็นรูปกรวยมุม 30 องศา รัศมีปลาย 0.1 มิลลิเมตร พบว่า ผงไม้ที่ผสมลงในแผ่นไม้เทียมมีผลต่อค่าความแข็งผิวที่เพิ่มขึ้น โดยแผ่นไม้เทียมอัตราส่วน 75:25 มีความแข็งมากกว่าอัตราส่วน 80:20 85:15 90:10 และอัตราส่วน 95:5 มีความแข็งต่ำที่สุด ตามลำดับ เนื่องจากผงไม้เป็นวัสดุที่มีความแข็งมากกว่าพลาสติกชนิด HDPE [10] เมื่อผสมผงไม้ลงไปจึงทำให้แผ่นไม้เทียมมีความแข็งผิวเพิ่มขึ้นได้



รูปที่ 10 ความแข็งผิวของแผ่นไม้เทียม

6.4 ผลการทดสอบความหนาแน่น

ในส่วนของการวัดความหนาแน่นของแผ่นไม้เทียมที่ผสมผงไม้ทั้ง 5 อัตราส่วน พบว่า ปริมาณผงไม้ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นโดยตรง โดยแผ่นไม้เทียมอัตราส่วน 75:25 มีความหนาแน่นมากกว่าแผ่นไม้เทียมอัตราส่วน 80:20 85:15 90:10 และอัตราส่วน 95:5 มีความหนาแน่นน้อยที่สุดตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากผงไม้เป็นวัสดุที่มีช่องว่างมากกว่าพลาสติก HDPE เมื่อนำมาอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน จึงทำให้ช่องว่างผงไม้ยุบและสามารถเพิ่มค่าความหนาแน่นให้แก่แผ่นไม้เทียมดังกล่าวได้ [11-12] แม้ว่าผงไม้พาเลทหรือผงไม้ยางพาราจะมีความหนาแน่น 0.64 ถึง 0.74 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าพลาสติกชนิด HDPE ที่มีความหนาแน่น 0.80 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร



รูปที่ 11 ความหนาแน่นของแผ่นไม้เทียม

6.5 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ

จากการนำแผ่นไม้เทียมที่มีส่วนผสมของพลาสติกชนิด HDPE และผงไม้พาเลท ทั้ง 5 อัตราส่วน ไปทดสอบการดูดซึมน้ำโดยการแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า แผ่นไม้เทียมทั้ง 5 อัตราส่วน ไม่มีการดูดซึมน้ำ หรือมีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 0 เนื่องจากแผ่นไม้เทียมดังกล่าวใช้พลาสติกชนิด HDPE ซึ่งมีคุณสมบัติทึบน้ำในการหุ้มผงไม้พาเลทที่มีคุณสมบัติการดูดซึมน้ำได้ทั้งหมด ทำให้แผ่นไม้เทียมทั้ง 5 อัตราส่วน ไม่มีการดูดซึมน้ำดังกล่าว [13-14]

7. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณของผงไม้พาเลทที่ผสมมีผลต่อสมบัติของแผ่นไม้เทียมหรือวัสดุเชิงประกอบส่งผลให้คุณสมบัติด้านความแข็ง และความหนาแน่นเพิ่มขึ้น รวมทั้งส่งผลให้คุณสมบัติการรับแรงดึง และแรงกระแทกมีค่าลดต่ำลง แผ่นไม้เทียมดังกล่าวจึงเหมาะกับการนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงไม่มากนัก เช่น กล่องใส่นามบัตร กรอบรูป วัสดุกรุผนังภายใน โดยสามารถนำไปผลิตได้ทุกอัตราส่วน และเมื่อพิจารณาจากวัตถุประสงค์แล้ว อัตราส่วน 75:25 จะเป็นแผ่นไม้เทียมอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากใช้ปริมาณผงไม้พาเลทมากที่สุด ในขณะที่แผ่นไม้เทียมยังคงมีลักษณะและคุณสมบัติที่ดี ซึ่งเป็นการนำพลาสติกชนิด HDPE กลับมาใช้ใหม่ รวมไปถึงการช่วยลดมลภาวะทางอากาศและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการกำจัดไม้พาเลท

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2565 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Lazrak C, Kabouchi B, Hammi M, Famiri A, Ziani M. Structural study of maritime pine wood and recycled high-density polyethylene (HDPEr) plastic composite using Infrared-ATR spectroscopy, X-ray diffraction, SEM and contact angle measurements. Case Studies in Construction Materials. 2019;10, e00227.

[2] Lei Y, & Wu Q. Wood plastic composites based on microfibrillar blends of high density polyethylene/poly (ethylene terephthalate). Bioresource technology. 2010;101(10):3665-71.

[3] Aranda-García F. J, González-Pérez M. M, Robledo-Ortíz J. R, Sedano-de la Rosa C, Espinoza K, Ramírez-Arreola D. E. Influence of processing time on physical and mechanical properties of composite boards made of recycled multilayer containers and HDPE. Journal of Material Cycles and Waste Management. 2020;22:2020-8.

[4] Papo M, Corona B. Life cycle sustainability assessment of non-beverage bottles made of recycled High Density Polyethylene. Journal of Cleaner Production. 2022;378:134442.

[5] Deepanya W, Suweero K. Rubber tile products mixed with plastic waste from industrial factories. Journal of Community Development and Life Quality. 2016;4(3):451-60. (in Thai)

[6] Lei Y, Wu Q, Clemons C. M. Preparation and properties of recycled HDPE/clay hybrids. Journal of Applied Polymer Science. 2007;103(5):3056-63.

[7] Sirisan P, Poonsang P, Saithongkam W, Prommaphong A. The development of a multi-purpose table set model from transportation wood. PSRU Journal of Industrial Technology and Engineering. 2020;2(1);76–87. (in-Thai)

[8] Kerprasit P, Weeranukul P, Weeranukul I, Suweero K, Muangprab K. Development of particleboard from northern black wattle tree bark for using as decorative materials. Journal of Engineering, RMUTT. 2021;19(1):125–35. (in Thai)

[9] Vincent Pl. A correlation between critical tensile strength and polymer cross-sectional area. Polymer. 1972:13(1):558-60.

[10] González J, Barba A, Flores E, Cervantes J. Methodology for the obtaining in materials consisted of plastic -wood and his characterization with the hardness test. International Journal of Engineering Innovation & Research. 2013;2(4):314-8.

[11] Chetsingh B. Basic Wood Utilization. Bangkok: Bureau of Forest Management and Forest Products Research, Royal Forest Department; 2004. (in Thai)

[12] Sekaluvu L, Tumutegyereize P, Kiggundu N. Investigation of factors affecting the production and properties of maize cob-particleboards. Waste Biomass Valor. 2014; 5(1):27–32.

[13] Zhang X, Bo X, Wang R. Study on mechanical properties and water absorption behaviour of wastepaper fibre/ recycled polypropylene composites. Polymers & Polymer Composites. 2013:21(6):395-402.

[14] Faherty KF, Williamson TG. Wood engineering and construction handbook. New York: McGraw-Hill, Inc.; 1995.