Engng.J.CMU.(2010) 17 (3), 1-8

วารสารวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Engineering Journal
Chiang Mai University

การผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยกระบวนการระเบิดด้วยไอน้ำ

Hardboard Production from Agricultural Residues by Steam Explosion Process

ธีระวัฒน์ วิชัยขัทคะ และอรรถพล สมุทคุปติ์

Teerawat Vijaykadga and Uttapol Smutkupt

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติ และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ใช้กรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในประเทศ การศึกษาแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นการคัดเลือกวัตถุดิบโดยวิเคราะห์ด้วยเทคนิคลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) พบว่า ข้าว เป็นทางเลือกที่เหมาะสม และมีศักยภาพมากที่สุด สำหรับการนำวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง การศึกษาส่วนที่สอง เป็นการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ใช้วัตถุดิบที่ได้รับคัดเลือกในขั้นตอนแรก ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ คือ ฟางข้าว มาผลิตผ่านกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ โดยใช้การระเบิดที่ระดับความดัน 2.0 MPa และ 2.4 MPa ชิ้นทดสอบที่ได้มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1.19 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 180-2532 พบว่าแผ่นใยไม้อัดแข็งจากการระเบิดเยื่อระดับความดัน 2.4 MPa ให้คุณสมบัติดีที่สุด โดยมีค่าความแข็งแรงดัดเท่ากับ 32.733 MPa มอดูลัสยืดหยุ่นเท่ากับ 13,097.83 MPa การดูดซึมน้ำเท่ากับ 37.37% และการพองตัวเมื่อแช่น้ำเท่ากับ 26.02% ด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการประเมินตลอดวัฏจักร (LCA) พบว่ามีค่าผลกระทบรวมเท่ากับ 2.5726E-03 Pt ซึ่งเปรียบเทียบบนฐานข้อมูล EDIP, LCA Food พบว่ามีค่าผลกระทบสูงกว่าผลิตภัณฑ์ประเภท Fiberboard เล็กน้อย การวิเคราะห์ตามกระบวนการผลิตพบว่า กระบวนการอัดร้อนเป็นกระบวนการที่เกิดผลกระทบมากที่สุด ซึ่งมีสัดส่วนที่ร้อยละ 54.02 ของผลกระทบทั้งหมดที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์แยกผลกระทบตามประเภทมลพิษ พบว่ามลพิษที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ มลพิษในดินที่ส่งผลต่อมนุษย์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 46.56 ของมลพิษทั้งหมดที่เกิดขึ้น

ABSTRACT

The purpose of this study was to study the property and environmental impact of hardboard which use agricultural residues for raw material and manufacturing by steam explosion process. This study was divided into two parts. The former study was the selection for the most effective and proper agricultural material to develop into fiberboard by analyzing with AHP technique, a decision making tool. The results of the study was: Rice was the most proper agriculture residue for developing into the material for producing hardboard. The latter study was the production and testing the specification of hardboard follow industrial standard 180-2532. The research use rice straw to be raw material to produce hardboard with steam explosion process at pressure level 2.0 MPa and 2.4 MPa. The result of specification testing were the hardboard that process by steam explosion at pressure level 2.4 MPa gave the most excellent property when compared with other pressure levels by having modulus of rupture 32.733 MPa, modulus of elasticity was 13,097.83 MPa, water absorption was 37.37% and

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by
Faculty of Engineering
Chiang Mai University
All rights reserved

swelling in water was 26.02% . In the part of the environmental affect from hardboard production by steam explosion process, found results from LCA assessment that total environmental affect value was 2.5726E-03 Pt. The product comparison from production by the steam explosion; Fiberboard, Medium density fiberboard, Particleboard and Woodboard under EDIP, LCA food database found the value of environmental affect higher than general fiberboard production a little. The analysis divided process found the compressed heating process was the most environmental affect which have proportion at 54.02% from environmental affect happened. When separate by type of the affect, found that the most affect was human toxicity to soil that was 46.56% of total affect.

1. บทนำ

ภาวะโลกร้อน และการขาดแคลนทรัพยากร ธรรมชาติ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น มีสาเหตุมาจากความต้องการในการบริโภคที่สูงขึ้นตามอัตราการเติบโตของประชากร ทรัพยากรไม้เป็นหนึ่งในทรัพยากรสำคัญตามธรรมชาติที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึ่งปัจจุบันมีปริมาณในธรรมชาติลดลงเป็นอย่างมาก ในขณะที่พื้นฐานของประเทศไทย จัดเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีทรัพยากรเหลือจากกิจกรรมภาคการเกษตรมากมายในแต่ละปี โดยเฉพาะวัตถุดิบประเภทที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนประกอบ ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นวัสดุทดแทนไม้ประเภทไม้ประกอบได้ ดังนั้นการศึกษาเพื่อนำทรัพยากรเหลือใช้ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการทดแทนไม้ธรรมชาติในรูปแบบแผ่นใยไม้อัดแข็งจึงมีความน่าสนใจอย่างยิ่ง ซึ่งจะเป็นทางเลือกที่ส่งผลดีต่อทั้งเศรษฐกิจของประเทศในภายภาคหน้า และความยั่งยืนในด้านทรัพยากรต่อไปด้วย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นการศึกษาเพื่อคัดเลือกวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรที่มีศักยภาพสูงภายในประเทศด้วยเทคนิค Analytic Hierarchy Process (AHP) เพื่อหาประเภทพืชที่เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งจะนำวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งได้ ส่วนที่สองเป็นการผลิต และทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบจากที่ได้รับคัดเลือกในการศึกษาส่วนแรก โดยผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดที่ระดับความหนาแน่นเท่ากับ 1.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร ด้วยการผลิตโดยใช้เทคนิคการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ จากนั้นนำมาทดสอบคุณสมบัติเปรียบเทียบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 180-2532 และศึกษาถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการผลิตด้วยเทคนิคการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

2. วัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรภายในประเทศ

วัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตร เป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต เช่น ฟาง, เปลือก และใบ เป็นต้น ซึ่งตามปกติเกษตรกรมักจะทิ้ง หรือเผาทำลายหลังการเก็บเกี่ยว การสำรวจวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรที่เกิดขึ้นของกรมป่าไม้ โดย วรธรรม อุ่นจิตติชัย (2550)[1] พบว่าสามารถแยกพืชพรรณที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตวัสดุทดแทนไม้ ได้ 4 ประเภท ได้แก่ พืชไร่นา พืชไม้ผล วัชพืช และพืชอื่นๆ โดยการศึกษาได้สรุปถึงศักยภาพของวัสดุภาคการเกษตรภายในประเทศ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรภายในประเทศ

ชนิด	ผลผลิตต่อปี (ล้านกิโลกรัม)	วัสดุเหลือใช้	วัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้น (ล้านกิโลกรัม)
1. อ้อย	53,494	ชานอ้อย	15,567
		ส่วนยอด และใบ	16,155
2. ข้าว	24,172	แกลบ	5,560
		ฟางส่วนบน	10,805
3. ปาล์มน้ำมัน	3,256	ทะลาย	1,394
		ปาล์มเปล่า	479
		เส้นใยปาล์ม	160
		กะลาปาล์ม	8,479
		ก้านทะลายตัวผู้	759
4. มะพร้าว	1,400	เปลือก	507
		กะลามะพร้าว	224
		ทะลายมะพร้าว	69
		ทางมะพร้าว	315

ที่มา: วรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ (2550)

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Copyright©by Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved

ตารางที่ 1 วัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรภายในประเทศ (ต่อ)

ชนิด	ผลผลิตต่อปี (ล้านกิโลกรัม)	วัสดุเหลือใช้	วัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้น (ล้านกิโลกรัม)
5. มันสำปะหลัง	19,064	ลำต้น	1,678
6. ข้าวโพด	4,286	ซังข้าวโพด	1,170
7. ถั่วลิสง	138	เปลือก	45
8. ฝ้าย	36	ลำต้น	116
9. ถั่วเหลือง	319	ลำต้น ใบ เปลือก	849
10. ข้าวฟ่าง	142	ใบ ต้น	178

ที่มา: วรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ (2550)

การศึกษาเบื้องต้นพบว่าประเทศไทยยังมีการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรที่เกิดขึ้นในปริมาณน้อย โดยเฉพาะจากกลุ่มพืชต่างๆ ที่ถือเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศที่มีการเพาะปลูกอย่างสม่ำเสมอ การที่ทรัพยากรดังกล่าวถูกปล่อยให้สูญเปล่าโดยไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ จึงถือเป็นความสูญเสียอย่างหนึ่ง และยังต้องเป็นภาระในการจัดการทำลาย ซึ่งโดยปกติชาวไร่ชาวสวนมักจะใช้วิธีการเผาทำลายอันส่งผลให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมตามมาอีกด้วย

3. การผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งด้วยกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ

กรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำเป็นกระบวนการที่ใช้แยกองค์ประกอบของวัสดุจำพวกไม้ และวัสดุเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นสำหรับการนำไปใช้งานต่อไป โดยสำหรับการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งนั้น จะอยู่ในขั้นตอนของการจัดเตรียมเส้นใยจากวัตถุดิบที่ทำให้มีการสูญเสียลิกนินในปริมาณน้อย ทำให้สามารถนำวัตถุดิบที่ได้มาใช้ผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งได้โดยไม่ต้องใช้กาวเป็นตัวประสาน โดยขั้นตอนในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งด้วยกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ มีรายละเอียดขั้นตอนดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การผลิตแผ่นใยไม้อัดด้วยกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ

ศุภร เสรีรัตน์ และนิคม แหลมสัก (2544) [3] ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดแข็งจากเศษเหลือมวลชีวปาล์มน้ำมันในเชิงพาณิชย์ โดยนำวัสดุเหลือใช้ของปาล์มน้ำมันที่เกิดขึ้นมาทดลองผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดแข็งด้วยกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ ผลการศึกษาพบว่าปาล์มน้ำมันมีศักยภาพเพียงพอสำหรับการผลิต ส่วนคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้ พบว่าแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ได้จากการระเบิดด้วยไอน้ำในระดับความดัน 2 MPa จากส่วนลำต้นให้ค่าความแข็งแรงดัดมากที่สุด

ชัยพร พรหมชัยธวัช และคณะ (2548)[4] ได้ศึกษาอิทธิพลของสภาวะการระเบิดด้วยไอน้ำที่มีต่อการแยกองค์ประกอบทางเคมีจากฟางข้าว และการเตรียมผลึกเซลลูโลสที่ได้เพื่อทำวัสดุเชิงประกอบระดับนาโนเมตร ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำเป็นวิธีการแยกองค์ประกอบที่ใช้การแยกแบบเชิงกล เชิงความ

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved

ร้อน และเชิงเคมีไว้ด้วยกัน ทำให้เลือกสัดส่วนการแยกองค์ประกอบต่างๆ ได้ดีขึ้น มีความสมบูรณ์ในการนำองค์ประกอบจากพืชกลับมาใช้ประโยชน์ และมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน

วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัฒน์ และนิคม แหลมสัก (2549)[2] ได้ศึกษาผลิตแผ่นใยไม้อัดโดยไม่ใช้กาวจากชานอ้อย เพื่อหาทางใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจากอ้อยที่มีการทิ้งในปริมาณมากต่อปี โดยทั้งคู่ได้ทดสอบผลิตแผ่นใยไม้อัดจากกระบวนการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ และจากกระบวนการเตรียมเยื่อด้วย Defibrator ผลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ และจากกระบวนการเตรียมเยื่อด้วย Defibrator มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5. วิธีการวิจัย

5.1 ศึกษาศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรในประเทศ

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติจากแหล่งข้อมูลแบบทุติยภูมิ และการสำรวจสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง จาก กระทรวงเกษตร กรมป่าไม้ สำนักงานสถิติแห่งชาติ เพื่อนำข้อมูลมาใช้เตรียมสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AHP

5.2 คัดเลือกวัตถุดิบ ด้วยเทคนิค AHP

วิเคราะห์ AHP โดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจ 5 เกณฑ์ คือ ปริมาณผลผลิต พื้นที่เพาะปลูก ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้น ราคาวัตถุดิบ และอุปสรรค ความยุ่งยากในการจัดเตรียม ผ่านทางเลือก 10 ทางเลือก ประกอบด้วย อ้อย ข้าว ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง ข้าวโพด มะพร้าว ถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง ฝ้าย และถั่วลิสง

5.3 การผลิต และทดสอบคุณสมบัติ

ดำเนินการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง โดยใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบ จัดเตรียมด้วยกระบวนการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ ที่ระดับความดัน 2.0 MPa และ 2.4 MPa จากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 180-2532 โดยทดสอบด้านความแข็งแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น การดูดซึมน้ำ และการพองตัว

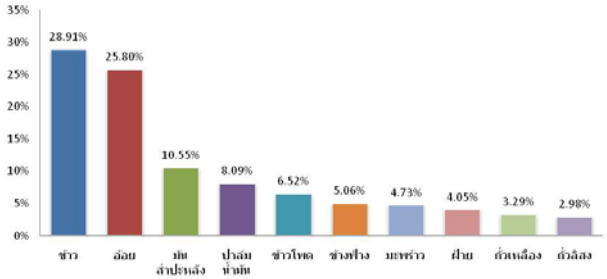
5.4 การวิเคราะห์ประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

ดำเนินการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการผลิตแผ่นใยไม้อัดด้วยกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ โดยใช้เทคนิควิเคราะห์แบบประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต

6. ผล และวิจารณ์

6.1 ผลการวิเคราะห์คัดเลือกวัตถุดิบ จากเทคนิค AHP

การเปรียบเทียบแต่ละทางเลือกด้วยเทคนิค AHP พบว่า ข้าวมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นวัสดุทดแทนไม้ประเภทแผ่นใยไม้อัดแข็งมากที่สุด โดยได้รับคะแนนในการประเมินสูงสุด มีสัดส่วนคะแนนร้อยละ 28.91 ของทั้งหมด รองลงมาคือ อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มะพร้าว ฝ้าย ถั่วเหลือง และถั่วลิสง โดยมีสัดส่วนคะแนนร้อยละ 25.80, 10.55, 8.09, 6.52, 5.06, 4.73, 4.05, 3.29, 2.98 ของทั้งหมด ตามลำดับ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์คัดเลือกวัตถุดิบด้วยเทคนิค AHP เรียงตามสัดส่วนคะแนน

จากการศึกษาพบว่า พืชเกษตรประเภทข้าวมีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการต่อยอดสำหรับการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง โดยถึงแม้ว่าข้าวมีจุดเด่นด้านศักยภาพในการเพาะปลูกระดับสูง รวมถึงราคาวัตถุดิบเหลือใช้ที่อยู่ในระดับปานกลาง ทำให้มีความเหมาะสมในระยะยาวที่จะนำมาพัฒนาเพื่อใช้ให้ประโยชน์

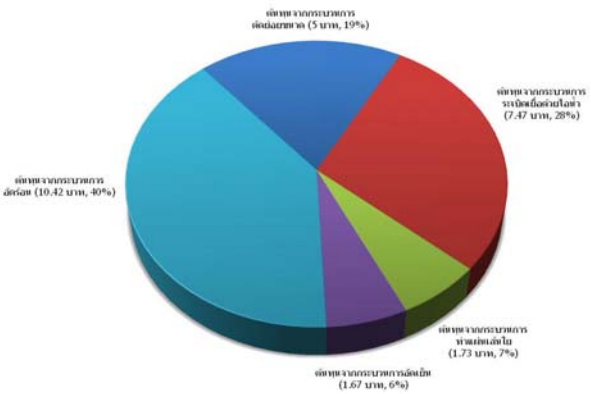
ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved

6.2 ผลการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง และต้นทุนในการผลิต

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบผ่านกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ พบว่ามีเนื้อละเอียดลักษณะพื้นผิวแข็งเรียบมีรอยไหม้เป็นตำหนิที่เกิดจากกระบวนการอัดร้อนเป็นบางบริเวณ ดังภาพที่ 3 อุปสรรคในการผลิตที่สำคัญที่พบ คือ ในการผลิตต้องใช้ประสบการณ์ และทักษะความชำนาญสูง โดยเฉพาะการควบคุมเครื่องระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำทำให้เป็นข้อจำกัดในการผลิตเป็นอย่างมาก

ภาพที่ 3 แผ่นใยไม้อัดแข็งที่ได้จากการผลิตในงานวิจัยนี้

ต้นทุนในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งในงานวิจัยนี้ คำนวณจากมูลค่าจากวัสดุที่นำมาเป็นวัตถุดิบ ค่าแรงในการดำเนินการ และทรัพยากรที่ถูกใช้ไป โดยไม่นำต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่ ได้แก่ ต้นทุนจากการลงทุนด้านที่ดิน/โรงงาน ต้นทุนจากการลงทุนสร้าง/ซื้อเครื่องจักรเพื่อใช้งานในกระบวนการต่างๆ มาคำนวณด้วย พบว่าในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ความหนาแน่น 1.2 g/cm^3 ค่าแรงงานที่ใช้อ้างอิงจากอัตราค่าแรงขั้นต่ำที่ 160 บาทต่อวัน ค่าไฟฟ้าที่ ยูนิตละ 3 บาท จะมีต้นทุนในการผลิตรวมเท่ากับ 26.28 บาท สามารถแยกเป็นสัดส่วนตามกระบวนการผลิตได้ดังภาพที่ 4 โดยกระบวนการอัดร้อนเป็นกระบวนการที่ใช้ต้นทุนในการผลิตสูงสุดโดยมีมูลค่ารวมเท่ากับ 10.42 บาทต่อการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง 1 แผ่น คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 40 ของต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 4 ต้นทุนในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งในงานวิจัยนี้ แยกตามกระบวนการในการผลิต

6.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดแข็ง

จากการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ได้จากการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำที่ระดับความดัน 2.0 MPa และ 2.4 MPa ดังตารางที่ 2 พบว่าแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ได้จากการระเบิดเยื่อที่ในระดับความดันที่สูงกว่า จะให้คุณสมบัติที่ดีกว่า ซึ่งคาดว่ามีสาเหตุจากการแยกองค์ประกอบที่ระดับความดันสูงขึ้นมีผลให้สามารถแยกเซลลูโลสออกมาได้มากขึ้น จึงทำให้แผ่นใยไม้อัดแข็งที่มีเซลลูโลสน้อยกว่ามีความความแข็งแรงมากขึ้น และมีความต้านทานการดูดซึมน้ำ และการพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นใยไม้อัดแข็งมากขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผลิตจากฟางข้าว

ประเภทการทดสอบ	ระดับความดันในการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ		มอก. 180-2532
	2.0 MPa	2.4 MPa	
ความหนาแน่น (g/cm^3)	1.19	1.19	0.8 ถึง 1.2
ความแข็งแรงดัด (MPa)	20.933	32.733	ไม่น้อยกว่า 38
มอดูลัสยืดหยุ่น (MPa)	7,095.46	13,097.83	
การดูดซึมน้ำ (%)	53.15	37.37	ไม่เกิน ร้อยละ 40
การพองตัวเมื่อแช่น้ำ (%)	37.96	26.02	ไม่เกิน ร้อยละ 30

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved

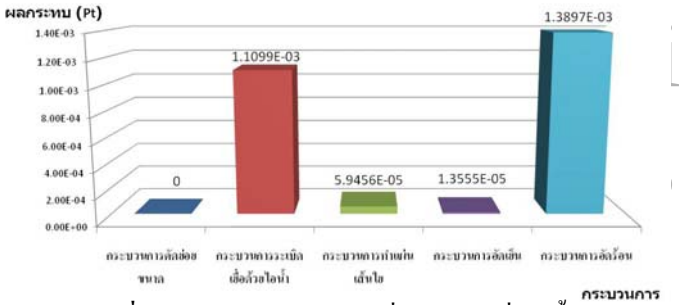
คุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ได้จากการทดสอบเมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 180-2532 พบว่าแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผลิตจากการระเบิดเยื่อที่ทั้งสองระดับความดันนั้น มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงดัดต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดไว้ ส่วนคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ พบว่ามีเพียงแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผลิตจากการระเบิดเยื่อที่ระดับความดัน 2.4 MPa ที่มีค่าผ่านตามมาตรฐานที่กำหนด

6.4 ผลการวิเคราะห์ประเมินทางสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตมีค่ารวมเท่ากับ 2.5726E-03 Pt กระบวนการที่มีค่าผลกระทบสูงสุดคือกระบวนการอัดร้อน มีค่าเท่ากับ 1.3897E-03 Pt คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 54.02 ของผลกระทบทั้งหมด รองลงมาคือกระบวนการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ มีเท่ากับ 1.1099E-03 Pt คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 43.14 ของค่าผลกระทบทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 5

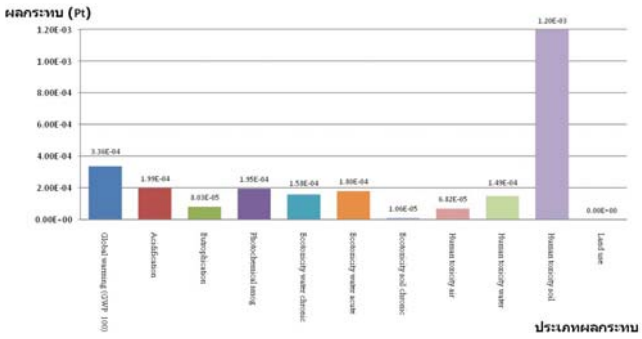
ตารางที่ 3 ค่าผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งด้วยกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ

กระบวนการ	หน่วย	ค่าผลกระทบ	สัดส่วนผลกระทบ
ตัดย่อยขนาด	Pt	0	0.00 %
ระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ	Pt	1.1099E-03	43.14 %
ทำแผ่นเส้นใย	Pt	5.9456E-05	2.31 %
อัดเย็น	Pt	1.3555E-05	0.53 %
อัดร้อน	Pt	1.3897E-03	54.02 %
รวม	**Pt**	**2.5726E-03**	**100.00 %**



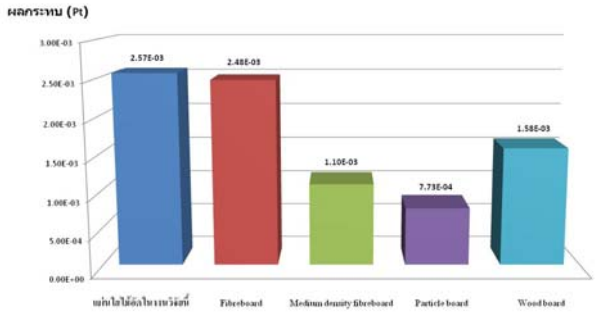
ภาพที่ 5 ปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นแยกตามกระบวนการ

จากการวิเคราะห์ พบว่าในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งด้วยวิธีนี้ เกิดผลกระทบในด้านการเกิดพิษในดินที่ส่งผลต่อมนุษย์ (Human Toxicity to Soil) มากที่สุด มีค่าผลกระทบเท่ากับ 1.1979E-03 Pt คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 46.56 ของผลกระทบทั้งหมด ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ปริมาณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นแยกประเภทของผลกระทบ

การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์อื่นๆ พบว่าแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ได้จากการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำในงานวิจัยนี้ ให้ค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมเท่ากับ 2.57E-03 Pt ซึ่งมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ Fibreboard มีค่าผลกระทบเท่ากับ 2.48E-03 Pt Wood board มีค่าผลกระทบเท่ากับ 1.58E-03 Pt Medium density fibreboard มีค่าผลกระทบเท่ากับ 1.10E-03 Pt Particle board มีค่าผลกระทบเท่ากับ 7.73E-04 Pt ดังแสดงในภาพที่ 7 การที่แผ่นใยไม้อัดแข็งที่ได้จากกระบวนการระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำให้ค่าผลกระทบที่สูงกว่า ผู้วิจัยคาดว่ามีสาเหตุเกิดจาก เพราะในกรรมวิธีการ



ภาพที่ 7 ค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากผลิตภัณฑ์ประเภทวัสดุทดแทนไม้ต่างๆ

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Copyright© by Faculty of Engineering

ผลิตด้วยวิธีการนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนสำคัญในปริมาณมาก โดยในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยที่ผู้วิจัยใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ประมวลผลโปรแกรม มีลักษณะการผลิตจากหลายแหล่งพลังงานหลายแบบทั้งจากแหล่งพลังงานสะอาด เช่น พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ รวมถึงแหล่งพลังงานที่มีการก่อมลพิษสูง เช่น พลังงานถ่านหิน ซึ่งแหล่งพลังงานในส่วนนี้มีสัดส่วนในการผลิตในประเทศในปริมาณมาก จึงส่งผลให้ได้ค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่สูง

7. บทสรุปการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อคัดเลือกวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัด ด้วยเทคนิค AHP พบว่าพืชเกษตรประเภทข้าวเป็นทางเลือกที่ได้รับระดับคะแนนสูงสุด ด้านการทดลองการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งด้วยกรรมวิธีระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีลักษณะเนื้อละเอียดพื้นผิวแข็งเรียบ มีตำหนิบางตุดจากรอยไหม้ที่เกิดจากกระบวนการอัดร้อน อุปสรรคในการผลิตที่สำคัญ คือ ต้องใช้ประสบการณ์ และทักษะความชำนาญสูงในการควบคุมการผลิต โดยเฉพาะในด้านการควบคุมเครื่องระเบิดเยื่อด้วยไอน้ำ ประเด็นด้านการทดสอบคุณสมบัติ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ผ่านการระเบิดเยื่อที่ระดับ 2.4 MPa ให้คุณสมบัติที่ดีที่สุด โดยมีค่าความแข็งแรงดัด 32.733 MPa มอดูลัสยืดหยุ่น 13,097.83 MPa การดูดซึมน้ำจากการทดสอบเท่ากับ 37.37 % และอัตราการพองตัว 26.02 % การทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 180-2532 พบว่าผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เฉพาะด้านคุณสมบัติการดูดซึมน้ำและการพองตัวเมื่อแช่น้ำของแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผลิตจากการระเบิดเยื่อที่ระดับความดัน 2.4 MPa เท่านั้น ส่วนด้านความแข็งแรงยังมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงดัดต่ำกว่ามาตรฐานอุตสาหกรรมเล็กน้อย ซึ่งมีแนวทางที่สามารถพัฒนาปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้นได้ อาทิ เช่น การใส่สารเพิ่มคุณภาพในขั้นตอนการผลิตขึ้นรูป หรือการเพิ่มกระบวนการปรับปรุงคุณสมบัติของเส้นใยที่ได้หลังจากการระเบิดเยื่อ เป็นต้น ประเด็นด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม พบว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งมีค่าเท่ากับ 2.5726E-03 Pt โดยกระบวนการอัดร้อนผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดจากทุกกระบวนการ มีค่าผลกระทบคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 54.02 ของผลกระทบทั้งหมด การเปรียบเทียบแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผลิตขึ้นกับผลิตภัณฑ์อื่น พบว่าแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผลิตขึ้นให้ค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากที่สุด เมื่อเทียบกับ Fibreboard, Woodboard, Medium density fibreboard และ Particleboard

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดีโดยได้รับการสนับสนุนจากหลายหน่วยงาน อาทิ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันค้นคว้า และพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และหน่วยวิจัย LCM คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Faculty of Engineering Chiang Mai University All Rights Reserved

เอกสารอ้างอิง

[1] วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2550. ผลิตภัณฑ์วัสดุทดแทนไม้จากเศษไม้ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัฒน์ และนิคม แหลมสัก. 2549. แผ่นใยไม้อัดโดยไม่ใช้กาวจากชานอ้อย. สถาบันวิจัย และพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[3] ศุภร เสรีรัตน์ และนิคม แหลมสัก. 2544. การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดแข็งจากเศษเหลือมวลชีวปาล์มน้ำมันในเชิงพาณิชย์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)

[4] ชัยพร พรหมชัยธวัช และภาวดี เมธะคานนท์ และสุรพิชญ ลอยกุลนันท์ และอรพินท์ ชัยกำพลเลิศ

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright©by
Faculty of Engineering
Chiang Mai University
All Rights Reserved