บทที่ 1
บทนำ

1.1 5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก ส่วนหนึ่งของผลผลิตการเกษตรได้แก่ เส้นใยธรรมชาติ ที่มีจำนวนมากและราคาถูก และปัจจุบันการอุตสาหกรรมนิยมนำไปใช้ในการแปรรูปออกมาเป็นแผ่นไม้อัด ฉนว นกันความร้อน หรือภาชนะบรรจุอาหาร จากสมบัติเชิงกลดี มีความแข็ง แรงและ มอดุลัสสูง ความหนาแน 'นต่ำ ทำให ้มีน้ำหนักเบา การกันความร้อน ช 'วยกำจัดและลดกากของเสียจากเกษตรกรรมอุตสาหกรรม และการลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจอีก

ชนิดหนึ่งที่นำเ งินตราเข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก ในปีการผลิต 2551/2552 มีพื้นที่ปลูก 8.292 ล้านไร่ ได้ผลผลิตหัวมันประมาณ 30 ล้านตัน ใน 1 ไร่ จะมีเศษเหลือจากต้นมันสำปะหลังประมาณ 3 ตัน ดังนั้นจึงมีต้นมันสำปะหลังทั้งหมดประมาณ 24.876 ล้านตัน โดยที่ลำต้นจะนำไปใช้เป็นส่วนประกอ บในอาหาร สัตว์ ซึ่งมีมูลค่าต่ำ จึงได้มีแนวคิดที่จะใช้ประโยชน์จากเส้นใยของลำต้นมันสำปะหลังเป็นวัสดุในแผ่นใยอัด เมื่อดำเนินงานวิจัยสำเร็จแล้ว จะได้วัสดุในงานอาคารที่ต้นทุนต่ำสำหรับใช้ในงานก่อสร้างต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาถึงกระบวนการ ผลิต สมบัติของแผ่นใยอัด และพัฒนาขึ้นรูปแผ่นใยอัดจากเส้นใยต้นมันสำปะหลัง ให้สามารถนำไปใช้ในงานอาคารได้จริง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ใช้ต้นมันสำปะหลัง เป็นวัสดุหลักของแผ่นใยอัด ทดสอบคุณสมบัติที่จะนำไปใช้งาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบกระบวนการผ ลิตและสมบัติของแผ่นใยอัดจากเส้นใยจากลำต้นมันสำปะหลัง

2) สามารถขึ้นรูปแผ่นใยอัด จากเส้นใยจากลำต้น

3) ได้วัสดุที่ มีความเป็นไปได้อย่างสูงที่จะได้รับความนิยมนำไปใช้ในงานอาคาร และสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ในอนาคต

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทฤษฎี

จากแนวคิดเกี่ยวกับแผ่นใยอัดจากเส้นใยต้นมันสำปะหลัง และการทบทวนวรรณกรรม สามารถสรุปได้ ดังนี้

ไม้อัดและกรรมวิธีการผลิต

ไม้อัดมี 3 ชนิด ด้วยกัน ได้แก่ ไม้อัดสลับชั้น (Plywood), ไม้อัดแผ่นเรียบ (Hard Board or Fiber Board), และแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle Board) แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการผลิตไม้อัดสลับชั้นและไม้อัดแผ่นเรียบ โดยแบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

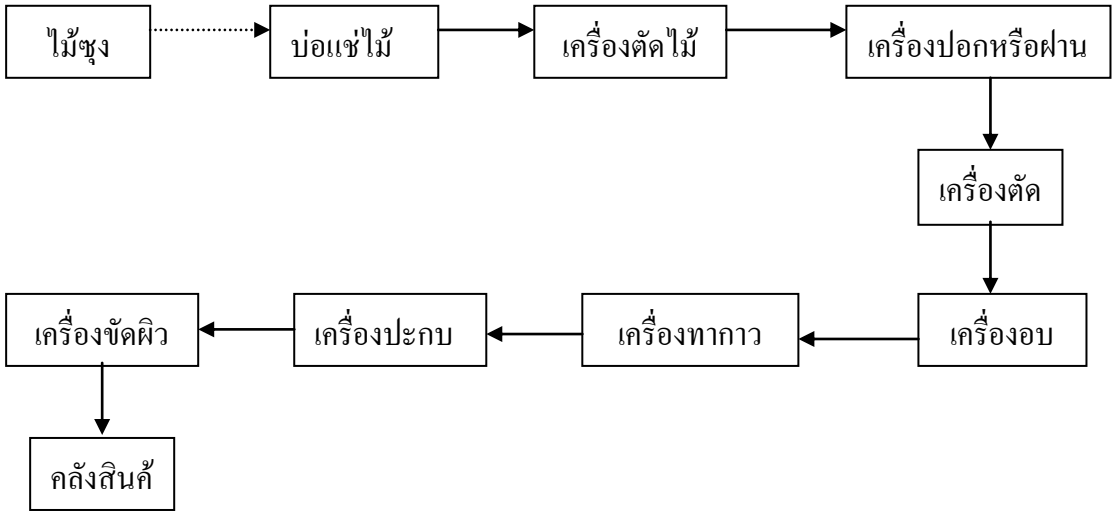
1) วัตถุดิบ ที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตไม้อัดสลับชั้น ได้แก่ ไม้ซุง, กาวเทป, และแป้งมัน ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ ได้แก่ เศษไม้, กาว, และขี้ผึ้ง โดยมีแหล่งที่มา คือ

- ไม้ซุง จากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้หรือสั่งไม้จากต่างประเทศ เช่น ประเทศอินโดนีเซีย, และมาเลเซีย เป็นต้น
- กาว จากโรงงานผลิตภายในประเทศ และสั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ประเทศอังกฤษ , สาธารณรัฐเยอรมันตะวันตก, อิตาลี, สวีเดน, และญี่ปุ่น เป็นต้น
- เทป สั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น ออสเตรเลีย, และเนเธอร์แลนด์ เป็นต้น
- ขี้ผึ้ง จากโรงงานในประเทศและสั่งซื้อจากต่างประเทศ
- แป้งมัน จากโรงงานในประเทศ
- เศษไม้ จากโรงงานไม้แปรรูปภายในประเทศ

2) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น จะต้องเริ่มตั้งแต่การผลิตไม้วีเนียร์ก่อน โดยการนำไม้ซุงทั้งท่อนแช่ในบ่อสำหรับต้มด้วยไอน้ำประมาณ 12-24 ชั่วโมง (แล้วแต่ความอ่อนแข็งของเนื้อไม้) เพื่อทำให้เนื้อไม้อ่อนตัวปอกง่าย และมีผิวเรียบ ไม้ที่ใช้ผลิตส่วนใหญ่ เช่น ไม้สัก, ไม้ยาง, ไม้สมพง, ไม้สยา, และไม้มะปิน เป็นต้น เมื่อต้มท่อนซุงได้ที่แล้ว จึงนำมาตัดเป็นท่อนสั้นๆ ให้ได้ขนาดที่จะนำเข้าเครื่องปอกหรือเครื่องผ่านเพื่อปอกไม้ท่อนให้เป็นแผ่นไม้วีเนียร์ เครื่องจักรจะปอกเนื้อไม้ออกเป็นแผ่นยาว ๆ ต่อจากนั้นจะเคลื่อนเข้าไปม้วนในลูกกลิ้ง แล้วนำไปเข้าเครื่ องตัด เพื่อตัดออกเป็นแผ่นวีเนียร์ ต่อจากนั้นนำเข้าเครื่องอบประมาณ 1-2 นาที โดยใช้ความร้อนประมาณ 170 องศาเซลเซีย ส เพื่อไล่ความชื้นในเนื้อไม้ออกให้แห้งเท่ากับความชื้นในอากาศ ทั้งนี้ป้องกันไม้ยืดและหดตัว และเพื่อให้แห้งพอดีที่จะติดกาวได้ ไม้วีเนียร์เมื่อ อบแห้งแล้วนำมาต่อเป็นแผ่นโดยใช้เทปให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ แล้วนำเข้าเครื่องทากาวให้เสมอทั่วกันตลอดแผ่น ปะกบไม้วีเนียร์เข้าด้วยกัน กาวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญยิ่งไม้อัดจะมีคุณภาพและความแข็งแรงคงทนมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของกาวเป็นสำคัญ การปะกบแผ่นไม้วีเนียร์จะต้องให้เส้นเนื้อไม้แผ่นบางแต่ละข้างสลับกันเป็นมุมฉากกันทุกแผ่น แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องขัด โดยใช้ความร้อน 120 องศาเซลเซียส

(อยู่ในเครื่องประมาณ 2 นาที) และแรงอัดนี้ช่วยให้แผ่นวีเนียร์ที่ทากาวไว้แห้วสนิทติดเป็นแผ่นเดียวกัน กลายเป็นไม้อัดสลับชั้นและส่งเข้าเครื่องขัดผิวให้เรียบ เพื่อตบแต่งให้สวยงาม

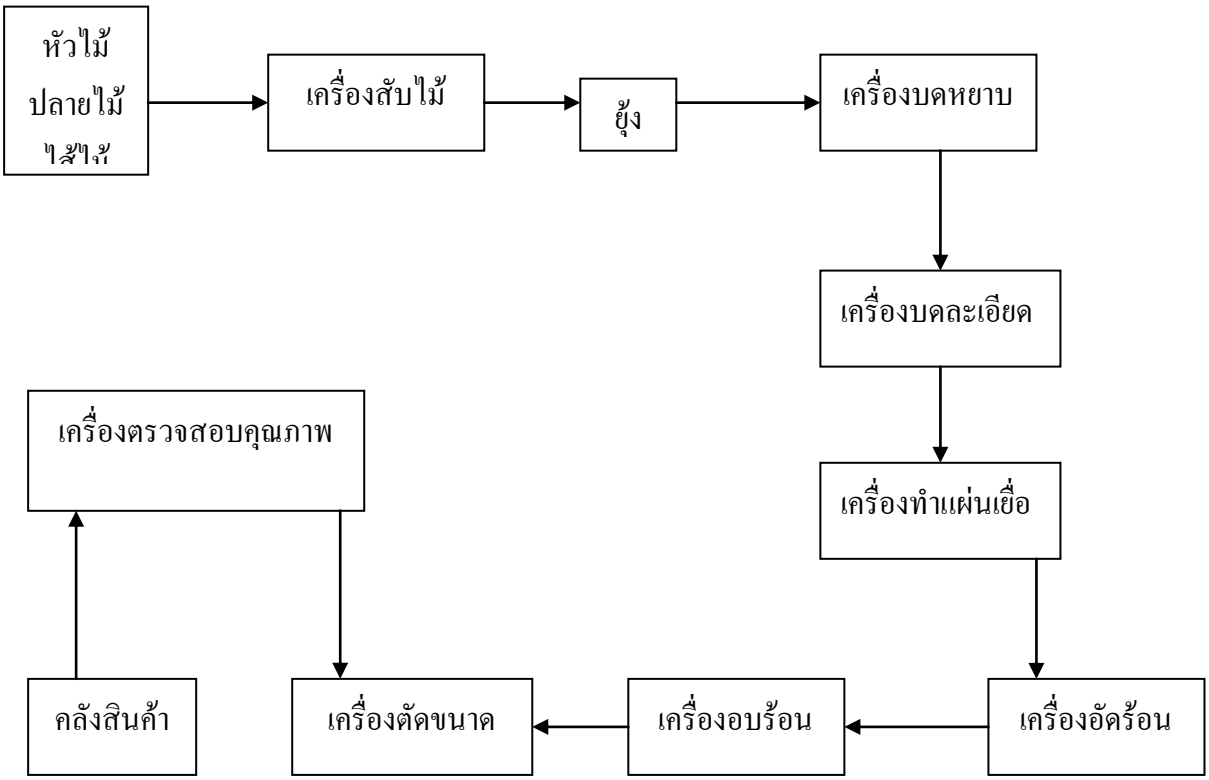
3) แผนผังกรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น (PLYWOOD)



แผนผังกรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น (PLYWOOD)

4) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ การผลิตไม้อัดแผ่นเรียบมีอยู่ 2 วิธี คือ

4.1) การผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1 คือ แผ่นไม้ที่ผลิตขึ้นจากการนำเอาสารประกอบลิกโนเซลลูโลส (Ligno-Cellulose) หรือเยื่อซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในไม้มาทำเป็นแผ่นโดยนำมาอัดให้เป็นแผ่นตามที่ต้องการ เป็นการผลิตตามกรรมวิธีเปียก (Wet-Process) สำหรับลิกโนเซลลูโลสหรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า ไฟเบอร์ (Fiber) คือใยหรือเยื่อ ทำได้โดยนำเอาเศษไม้ชนิดและลักษณะต่างๆ กัน สับให้ได้ขนาดพอเหมาะแล้วนำเข้านึ่งให้ร้อนจัดด้วยไอน้ำเพื่อให้อ่อนตัวในการนำไปบด เอาสารลิกโนเซลลูโลส เพื่อนำไปใช้ทำไม้อัดแผ่นเรียบต่อไป จากนั้นจะนำแผ่นเยื่อไปเข้าเครื่องอัดร้อน ด้วยแรงอัดสูงถึง 3,400 ตัน (50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 นาที เพื่ออัดเป็นแผ่นเรียบที่มีความแข็ง ก็จะส่งเข้าเตาอบความร้อนอีกประมาณ 4 ชั่วโมง ต่อจากนั้นก็นำเข้าปรับความชื้นอีก 8 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทานทานและให้คงรูปดีขึ้น เมื่อกรรมวิธีตามขั้นตอนต่างๆ ดังกล่าวแล้วจำนำไม้อัดแผ่นเรียบไปตัดตามขนาดที่ต้องการและแยกชั้นคุณภาพตามผลการวิเคราะห์จากห้องวิจัยเพื่อนำออกจำหน่ายต่อไป



กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1

4.2) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 2 เป็นการผลิตตามวิธีแห้ง โดยนำไม้ต่างๆ เช่น เศษฟืนจากโรงเลื่อย ไม้ตะแบก ไม้เบญจพรรณ ที่เตรียมไว้ส่งไปตามร่างป้อนไม้ ใช้น้ำฉีด เพื่อล้างดินทรายที่สกปรกซึ่งติดมากับเศษไม้ แล้วป้อนเข้าเครื่องหั่นไม้ เพื่อหั่นให้เป็นชิ้นเล็กตามขนาดที่ต้องการ คือ ขนาดประมาณ ตั้งแต่ 1.5 เซนติเมตร, 1.0 เซนติเมตร, และ 0.35 เซนติเมตร โดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1นิ้ว x 1 นิ้ว ส่วนที่โตเกินขนาดจะส่งกลับเข้าหั่นซ้ำอีก ส่วนที่เล็กเกินไปจะส่งไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตไอน้ำสะเก็ดไม้ที่ได้ขนาดจะส่งเข้าไปเก็บไว้ในยุ้งเก็บ แล้วจะส่งสะเก็ดไม้ที่ได้ขนาดจากยุ้งเก็บเข้าหม้อต้มซึ่งใช้ไอน้ำประมาณ 10-20 นาที พร้อมกับฉีดขี้ผึ้งที่ละลายเข้าผสมกับสะเก็ดไม้ในเครื่องบด เพื่อบดสะเก็ดไม้จากหม้อต้มให้เป็นเส้น ใยหรือเรียกว่าไฟเบอร์ พร้อมทั้งฉีดกาวสังเคราะห์ซึ่ งละลายน้ำแล้วเข้าผสมกับไฟเบอร์ในเครื่องบด ไฟเบอร์ในเครื่องบดจะมีความชื้นสูงจึงต้องผ่านเข้าเครื่องอบซึ่งเป็นท่อลมร้อน เพื่ออบให้เหลือความชื้นพอเหมาะ แล้วส่งเข้าเครื่องโรงแผ่นไฟเบอร์ จะโรยลงบนตะแกรงลวดทอ งแดงผสมกรรมวิธีการผลิตนี้ เรียกว่า “Mat Forming Air Felter” แล้วส่งเข้าเครื่องอัดเย็นเพื่ออัดให้เป็นแผ่น และให้แต่ละแผ่นยาวประมาร 16 ฟุต จึงส่งแผ่นที่อัดแล้วลงบนแผ่นรองรับ เพื่อส่งเข้าแท่นอัดร้อน อัดครั้งละ 12 แผ่น 4x16 ฟุต ใช้แรงอัดสูง ความ ร้อน 200-220 องศาเซลเซียส เวลาอัดประมาณ 4 นาที ส่งแผ่นฮาร์ดบอร์ด

ซึ่งออกจากแท่นอัดร้อนเข้าห้องป้อนความชื้นเพื่อให้แผ่นฮาร์บอร์ดมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ 8-10% เมื่อแผ่นฮาร์บอร์ดได้รับความชื้นแล้วก็จะส่งเข้าเครื่องตัดริมตามขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต ความหนามีหลายขนาด แล้วจะส่งเข้าเก็บในโกดังสินค้า เพื่อรอจำหน่ายต่อไป

กรรมวิธีการผลิตทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกันคือ กรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 2 เป็นวิธีการผลิตแบบแห้ง คือ เมื่อเส้นไฟเบอร์ผ่านเครื่องแยกไฟเบอร์ แล้วจะผ่านท่อลมร้อน โดยไฟเบอร์ จะไม่มีน้ำผสมอยู่เลยเป็นการอัดแห้งและไม่ต้องมีตะแกรงรองรับภายใต้แผ่น ส่วนกรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 1 เป็นวิธีการผลิตแบบเปียก คือ เมื่อชิ้นไม้ผ่านหม้อต้มและเครื่องแยกไฟเบอร์ แล้วเส้นไฟเบอร์ยังคงปนอยู่กับน้ำโดยยังไม่มีการโรยแผ่นซึ่งไฟเบอร์กับน้ำจะรวมตัวกันเข้า เครื่องทำแผ่น แล้วเข้าเครื่องอัดร้อนและท่อนอัด ซึ่งจะทำหน้าที่กดไฟเบอร์ เพื่อแยกน้ำออกภายใต้แผ่นจะต้องมีตะแกรงเพื่อให้น้ำออกได้

2.1.1 ไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ไม้อัดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เป็นไม้ที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เปลือกทุเรียนและใยมะพร้าว เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ทดแทนการใช้ ไม้จากธรรมชาติและยังช่วยลดปริมาณขยะในสิ่งแวดล้อมลง โดยไม้อัดที่ทำได้จากเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวนี้มีคุณสมบัติดีเทียบเท่ากับไม้อัดที่ทำจากไม้ยางพาราหรือไม้ยูคาลิปตัสที่นับวันจะมีจำนวนลดน้อยลงและมีราคาสูงขึ้น ตลาดของไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นตลาดเดียวกับตลาดไม้อัดทั่วไป เนื่องจากไม้อัดชนิดนี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงสามารถทดแทนไม้อัดทั่วไปได้ค่อนข้างสมบูรณ์ แม้ว่าปัจจุบัน การใช้ไม้อัดในภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์มีแนวโน้มลดลง แต่การใช้ไม้อัดในภาคอุตสาหกรรมอื่น เช่น การผลิตเฟอร์นิเจอร์ ยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเพื่อการส่งออก จึงทำให้ไม้อัดมีแนวโน้มการใช้งานสูงขึ้น อีกทั้งตัวไม้อัดเองก็มีแนวโน้มการส่งออกสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ปัจจุบันมีผู้ผลิตไม้อัดจากไม้ต่างๆประมาณ 48 รายทั่วประเทศ แต่ยังไม่มีผู้ผลิตรายใดผลิตไม้อัดจากเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวในเชิงพาณิชย์ มีเพียงการวิจัยเพื่อสนับสนุนและเผยแพร่ ให้มีการผลิตโดยคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยการผลิตนั้นมีลักษณะเช่นเดียวกับการผลิต ไม้อัดทั่วไป ดังนั้นโรงงานที่ผลิตไม้อัดอยู่แล้วจึงสามารถผลิตได้ทันทีโดยวัตถุดิบได้จากเปลือกทุเรียนซึ่งมีมากมายในฤดูกาล กากใยมะพร้าวซึ่งสามารถหาได้ตลอดทั้งปี ส่วนเครื่องจักรก็สามารถใช้ร่วมกันกับเครื่องจักรเดิมที่ใช้ในการผลิตไม้อัดทั่วไป ได้แก่ เครื่องสับ เครื่องร้อน เครื่องผสม แม่พิมพ์ และเครื่องอัดร้อนซึ่งสามารถหาซื้อได้ในประเทศทั้งสิ้น ด้านการลงทุนสำหรับผู้ประกอบการที่ผลิตไม้อัดอยู่แล้วสามารถดำเนินการได้ทันที เพียงแต่เปลี่ยนวัสดุจากเดิมที่ใช้ไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัสมาเป็นเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวซึ่ง มีราคาถูกมากเพียงกิโลกรัมละ 1-2 บาท ส่วนผู้ประกอบการรายใหม่หากต้องลงทุนใหม่ควรมีทุนเริ่มต้นประมาณ 6 ล้านบาทขึ้นไป โดยเงินทุนหลัก 90 % เป็นการลงทุนในสินทรัพย์ถาวร ได้แก่ สิ่งปลูกสร้าง เครื่องจักรยานพาหนะและอุปกรณ์ ส่วนเงินทุนหมุนเวียนในกิจการประมาณ 10 % ซึ่งประมาณ 63% เป็นค่าต้นทุนในการผลิต และค่าการตลาดและการขายประมาณ 37% ของเงินทุนหมุนเวียน

2.1.2 กรรมวิธีการผลิตไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ในการผลิตไม้อัดปกติแล้วจะเป็นการนำเนื้อไม้ที่ได้จากการปอกหรือฝานบางๆ หลายแผ่นมาประกอบอัดยึดให้ติดกันด้วยกาว ซึ่งลักษณะสำคัญคือ ประกอบด้ วย ไม้บางตั้งแต่ 3 ชั้นขึ้นไป โดยชั้นที่ติดกันมีแนวเสี้ยนขวางตั้งฉากกันเพื่อเพิ่มสมบัติทางความแข็งแรง และลดการขยายตัวหรือหดตัวในแนวระนาบของแผ่ นให้น้อยที่สุด ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของไม้อัดตามกาวที่ใช้ได้เป็น 3 ประเภท คือ

1) ประเภทภายนอก ใช้กาวที่ทนทานต่อลมฟ้าอากาศ น้ำเย็น น้ำเดือด ไอน้ำและความร้อนแห้งได้ดี เหมาะสำหรับใช้ภายนอกอาคารหรือในที่ซึ่งถูกน้ำหรือละอองน้ำ

2) ประเภทภายใน ใช้กาวที่ทนน้ำเย็นได้ดีพอสมควร ทนทานในน้ำ ร้อนได้ในเวลาจำกัด ไม่ทนทานในน้ำเดือด เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารหรือในที่ซึ่งไม่ถูกน้ำหรือละอองน้ำ

3) ประเภทชั่วคราว ใช้ กาวที่ทนน้ำ เย็นได้ในเวลาจำ กัดเหมาะสำ หรับใช้งานชั่วคราวในแต่ ละประเภทของแผ่นไม้อัดจะมีการแบ่งชั้นคุณภาพตามลักษณะของไม้ บางที่ทำเป็นไม้หน้าและไม้หลังที่นำมาประกบ โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ (เกรด) ซึ่งเลือกใช้จากประเภทของงานที่ต้ องการความประณีตของหน้าไม้

นอกจากนี้ในการผลิตไม้อัดนั้นยังจำเป็นต้องมีการเลือกกรรมวิธีในการผลิตให้ มีความเหมาะสมกับเนื้อไม้และหน้าที่ในการใช้งานด้วย ในการผลิตไม้อัดจะสามารถจำแนกวิธีในการอัด ดังนี้

1) แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ เป็นการผลิตไม้อัดโดยใช้วัสดุที่เป็นแผ่นไม้ที่ทำมาจากไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (Ligno-cellulosic material) มาประกอบและอัดให้ติดกันด้วยกาว โดยใช้ความร้อน

2) แผ่นชิ้นไม้ อัดชนิดอัดทะลัก ผลิตภัณฑ์ ที่เป็นแผ่นทำจากชิ้นส่ วนของเนื้อไม้ หรือวัสดุลิกโน - เซลลูโลส (Ligno-cellulosic material) ที่ถูกย่อยด้วยเครื่องจักร กับกาวโดยใช้วิธีอัดให้ทะลักผ่านแบบออกมาทำให้ยึดติดกันด้วยความร้อน ชิ้นไม้ส่วนใหญ่จะถูกอัดให้ นอนตัวไปตามแนวตั้งฉากกับทิศทางของการอัดทะลัก แผ่นชิ้นไม้อาจเป็นแบบตัน หรือแบบกลวงก็ได้ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 400 ถึง 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3) แผ่นใยไม้อัด ผลิตภัณฑ์ไม้อัดที่ทำจากเส้นใยของไม้หรือเส้นใยของวัสดุลิกโนเซลลูโลส (Ligno-cellulosic material) อื่นๆ เป็นองค์ประกอบ โดยการอัดร้ อนหรือให้ความร้อน เพื่อให้เกิดความยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยด้วยกัน มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 800 ถึง 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4) แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้และปูนซีเมนต์-ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,100 ถึง 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในการผลิตไม้ อัดจากเปลือกทุเรียนและเส้นใยมะพร้ าว จะใช้กรรมวิธีตามการผลิตแผ่ นชิ้นไม้อัดชนิดอัดทะลัก และแผ่ นใยไม้อัดแข็ง โดยถ้ าเป็นเปลือกทุเรียนที่ตัดเป็ นชิ้นแล้ วจะทำการผลิตแบบแผ่ นชิ้นไม้ อัดชนิดอัดทะลัก ส่ วนการผลิตไม้ อัดจากใยมะพร้าวจะผลิตแบบแผ่นใยไม้อัดแข็ง

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึง วัตถุดิบในการผลิตไม้ อัดจากเศษวัสดุเห ลือใช้ทางการเกษตร สามารถสรุปเป็นชนิดและต้นทุนวัตถุดิบโดยประมาณได้ ดังนี้

1) เปลือกทุเรียน (ซื้อได้บริเวณ ตลาดผลไม้ โดยระดับราคาประมาณ 1-2 บาท/กิโลกรัม)

2) กากใยมะพร้าว (ราคาประมาณ 4 บาท/กิโลกรัม)

3) กาว ได้แก่ ไอโซไซยาเนต, ฟีนอล ฟอมัลดีไฮน์ ,ยูเรีย, ฟอมัลดีไฮน์

4) Additive ได้แก่ Wax เป็นต้น

สำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ประกอบด้วย

1) เครื่องสับ (Chipper Machine)

2) เครื่องอบ (Dryer Machine)

3) เครื่องร่อน (Sieve Machine)

4) เครื่องผสม (Blending Machine)

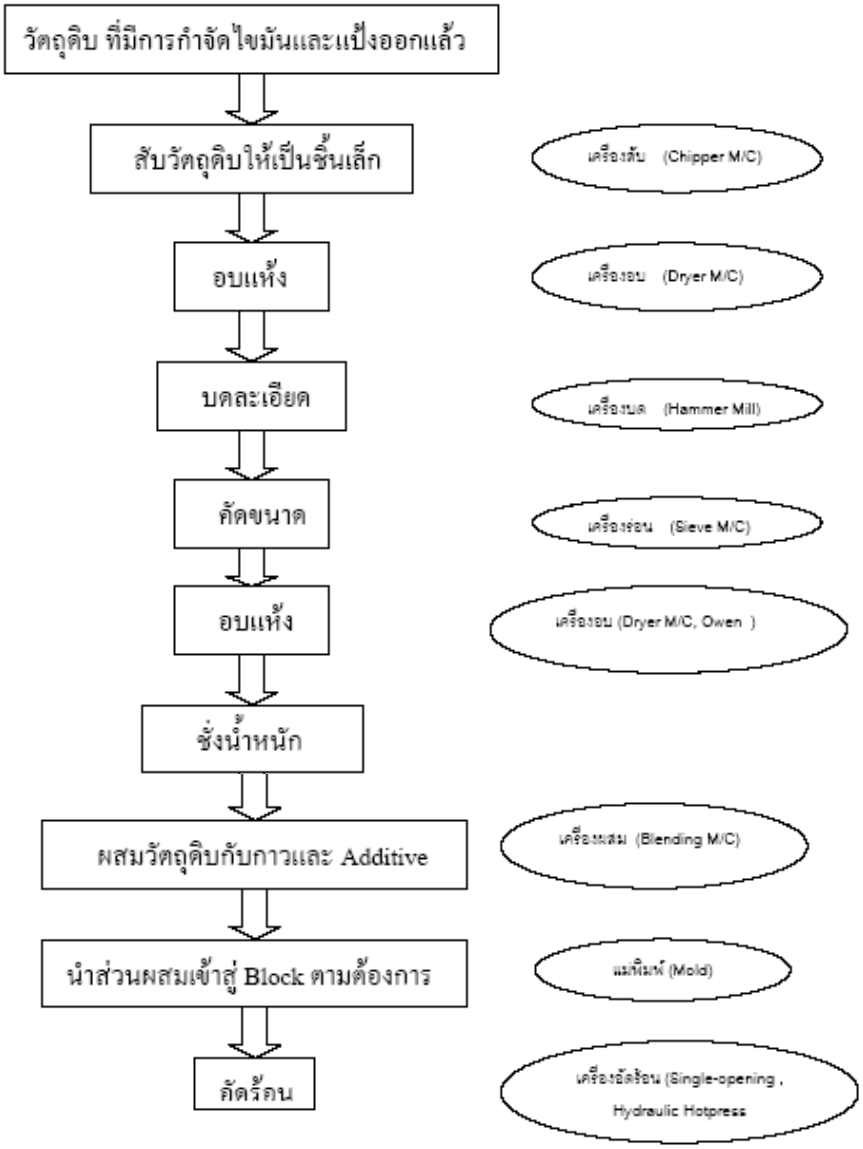
5) แม่พิมพ์ (Mold)

6) เครื่องผสม (Single-opening)

7) เครื่องอัดร้อน (Hydraulic Hotpress)

โดยเครื่องจักรเหล่านี้สามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ ซึ่งราคาของเครื่องจักรจะขึ้นกับความต้องการปริมาณ หรือกำลังการผลิต

สำหรับ ขั้นตอนและกระบวนการผลิตไม้ อัดจากเศษวัสดุ เหลือใช้ ทางการเกษตรจะมีการใช้เครื่องจักรย่อยไม้ออกเป็นชิ้นไม้ตามลักษณะที่ต้องการ แล้วอบจนได้ความชื้นที่พอเหมาะด้วยเครื่องอบ แยกชิ้นไม้ ออกเป็ นขนาดต่ างๆ ตามที่ต้ องการ แล้ วนำ ไปคลุกเคล้ ากับกาวตามอัตราส่ วนที่เหมาะสมด้ วยเครื่องจักร ในระยะนี้อาจผสมสารเติมแต่ งลงไป ด้วยก็ได้ และต้ องควบคุมให้ ปริมาณความชื้นของชิ้นไม้หลังจากผสมกาวและสารเติมแต่งแล้วอยู่ในระดับที่เหมาะสม นำ ชิ้นไม้ไปอัดร้อนโดยวิธีอัดทะลัก ทั้งนี้ต้ องมีการควบคุมอุณหภูมิ แรงอัด และระยะเวลาอัดร้ อน แล้วต้องนำ ไปปิดทับหน้ าด้วยไม้บางหรือวัสดุอื่น ๆ ดังนี้



กรรมวิธีการผลิตไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ในการอัดแบบแผ่ นใยไม้ จะทำ การควบคุมปริมาณความชื้นโดยดู ตามความเหมาะสมกับงานที่ต้องการ ได้แก่

1) กรรมวิธีเปียก (Wet process) เป็นกรรมวิธีการทำแผ่นไม้อัดโดยทำให้แผ่นเยื่อเปียก (wet sheet or wet lap) ก่อนเข้าอัดร้อนจะมีความชื้นเกินร้อยละ 50

2) กรรมวิธีชื้น (Semi-dry or damp process) เป็นกรรมวิธีการทำแผ่นใยไม้อัด โดยทำให้แผ่นใยไม้ (Fiber mat) ก่อนอัดร้อนมีความชื้นระหว่างร้อยละ 15 ถึง ร้อยละ 50

3) กรรมวิธีแห้ง (Dry process) เป็นกรรมวิธีการทำแผ่นใยไม้อัด โดยทำให้แผ่นใยไม้ก่อนเข้าอัดร้อนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15

4) กรรมวิธีเปียก-แห้ง (Wet-dry process) เป็นกรรมวิธีการทำแผ่นใยไม้อัด โดยการนำแผ่นเยื่อเปียกไปเข้าเครื่องอบให้เหลือความชื้นร้อยละ 2 ถึง 6

โดยการผลิตแบบเปียก (Wet process) เป็นกรรมวิธีที่มีต้นทุนต่ำที่สุด โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) การเตรียมชิ้นไม้ สับ (Chip) โดยสับให้มีขนาดเท่าๆกัน ควบคุมความชื้นในชิ้นไม้ สับประมาณร้อยละ 50

2) ล้างชิ้นไม้สับ (Chip washer) ล้างชิ้นไม้สับให้สะอาดก่อนนำเข้ากระบวนการผลิตขั้นต่อไปและเป็นการเพิ่มปริมาณความชื้นให้กับชิ้นไม้สับ

3) การนึ่งชิ้นไม้สับ (Preheat) ชิ้นไม้สับที่จะนำไปบดให้เป็นเยื่อนั้นจะต้องผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ให้มีความอ่อนนิ่มเพื่อให้ง่ายต่อการบด และได้เยื่อที่มีขนาดความละเอียดสวยงาม

4) การบดเยื่อ (Defibration) ชิ้นไม้สับที่นึ่งด้วยไอน้ำจนอ่อนนิ่มแล้ว จะส่งเข้าบดหยาบและบดละเอียด (Refinator) เพื่อควบคุมให้ได้เยื่อที่มีความละเอียด (Freeness) พอเหมาะกับขนาดไม้แผ่นเรียบที่ต้องการอัด ส่วนมากจะควบคุมความละเอียดระหว่าง 16-25 D.S. เพื่อใช้อัดแผ่นใยไม้อัดแข็งความหนา 2.5-6.0 มม. (โดยไม้ที่มีความหนามากจะต้องใช้เยื่อที่มีความละเอียดน้อย)

5) ถังพักเยื่อ (Pulp Chest) เยื่อที่บดละเอียดตามที่ต้องการแล้วจะเก็บไว้ในถังพักเยื่อ เพื่อปรับและควบคุมความเข้มข้นของน้ำเยื่อให้เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นตามกำหนด เพื่อให้ความเข้มข้นพอเหมาะที่จะใช้ทำแผ่น

6) การทำแผ่นเยื่อเปียก (Wet Lap Forming) นำเยื่อที่ควบคุมความเข้มข้นพอเหมาะแล้วจะถูกสูบเข้าเครื่องทำแผ่นเปียก (Wet Lap Forming M/C) อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อปรับความหนาของแผ่นเปียกให้สอดคล้องกับความหนาของแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ต้องการผลิต แผ่นเปียกที่ได้จะเคลื่อนผ่านเครื่องดูดน้ำสุญญากาศ (Vacuum Pump) และลูกกลิ้งสำหรับรีดน้ำออกจากแผ่นเปียก เพื่อควบคุมให้แผ่นเปียกมีปริมาณเยื่อแห้งประมาณร้อยละ 30-35 (Dry Content) โดยแผ่นเปียกจะถูกตัดเป็นขนาด 4 x 16 โดยประมาณ ด้วยน้ำจากปั๊มแรงดันสูง

7) การอัดร้อน (Hot Pressing) : แผ่นเยื่อเปียกที่ตัดแผ่นได้ขนาดแล้ว จะเคลื่อนไปลงบนตะแกรงลวดขนาด 16-18 Mesh ที่วางบนแผ่นเหล็กรองรับอีกชั้นหนึ่งเพื่อเคลื่อนสู่ เครื่องอัดร้อน โดยการอัดร้อนมี 3 ขั้นตอน คือ 1) ปั้มน้ำออก 2) คลายไอน้ำ 3) อัดร้อน ที่อุณหภูมิ 185-200 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการอัดขึ้นกับขนาดความหนาของแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ต้องการ เช่น 2.5 , 3.0, 3.2, 4.0,5.0, 6.0 มิลลิเมตร)

8) การอบร้อน (Heat Treatment) นำไม้อัดแข็งที่ได้เข้าห้องอบร้อนที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 165 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมง เพื่อบ่มให้แผ่นใยไม้อัดแข็งมีความแข็งแรงและคงสภาพมากยิ่งขึ้น

9) การอบชื้น (Humidification) แผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผ่านการอบร้อนแล้ว ต้องนำเข้าอบความชื้นในห้องอบชื้น ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 เพื่อปรับสภาพให้แผ่นใยไม้อัดแข็งมีความชื้นในเนื้อไม้ ใกล้เคียงกับปริมาณความชื้นสมดุลของไม้ มากที่สุด คือ ให้มีความชื้นระหว่าง 5-13% จะต้องใช้เวลาอบประมาณ 8 ชั่วโมง

10) การตัดขนาด (Sizing) ตามที่ต้องการ โดยขนาดมาตรฐานคือ 122 x 224 เซนติเมตร

11) การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Testing) ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำ หนด ทั้งในด้านความหนา ความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น การต้านแรงหัก การดูดซึมน้ำ การพองตัว

12) การบรรจุหีบห่อ (Packaging)

2.1.3 กาวสำหรับทำไม้อัด

ไม้อัด หรือไม้ประสาน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ไม้ที่ผลิตจากการนำแผ่นไม้บางมาต่อกันด้วยกาว โดยให้เสี้ยนไม้ของแผ่นไม้ที่ประชิดติดกันอยู่ในทิศทางที่ขนานกัน [40] นอกจากไม้อันเป็นปัจจัยหลักในก ารทำไม้ประสานแล้ว ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่เราจะลืมเสียมิได้ คือ กาว กาวเป็นวัสดุเพื่อใช้เป็นตัวเชื่อมประสานไม้ให้ติดกันกาวที่ใช้ในการทำไม้ประสานมีหลายประเภทด้วยกัน แต่ละชนิดต่างก็มีความแตกต่างกันทั้งในด้านคุณภาพและราคา ตลอดจนกรรมวิธีในการใช้ก็ไม่เหมือนกัน ส่วนกาวที่เราใช้กันในท้องตลาดเมืองไทย ได้แก่

1) กาวยูเรียฟอร์มาลีไฮด์

2) กาวเมลามีนฟอร์มาลีไฮด์

3) กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์

4) กาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดีไฮด์

5) กาวอีพอกส์ซีเรซิ่น

6) กาว PVAC

โดยสมบัติของกาวแต่ละตัวมีดังนี้

1) กาวยูเรียฟอร์มาลีไฮด์ เป็นกาวที่สามารถ ต้านทานความชื้น ได้ดี โดยสามารถอยู่ในสภาพที่ตากแดดตากฝนได้เป็นเวลา 2-3 ปี มีความต้านทานต่อการนำไปแช่ในน้ำเย็นเป็นระยะเวลานาน ทนต่อการนำไปต้มในน้ำอุ่นในระยะเวลาจำกัด และมีความต้านทานต่อการทำลายโดยแมลงและเห็ดรา เก็บได้นานประมาณ 8-12 เดือน ที่ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพที่เป็นผงกาวชนิดนี้จัดอยู่ใน MR TYPE (MPISTURE RESISTANCE)

2) กาวเมลามีนฟอร์มาลีไฮด์ เป็นกาวที่มีความต้านทานต่อการต้มในสภาพน้ำเดือด ทนต่อการแช่ในสภาพน้ำเย็นได้เป็นเวลานาน และมีสมบัติต้านทานต่อการทำลายโดยพวกจุลินทรีย์ ชนิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี กาวชนิดนี้จัดอยู่ใน TYPE BR (BOIL RESISTANCE)

3) กาวฟีนอลและกาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดไฮด์ เป็นกาวที่มีความทนทานตามธรรมชาติอย่างดีเลิศ สามารถต่อการแช่ในน้ำเย็น และต้มในสภาพน้ำเดือนได้ระยะเวลานาน ทนต่อการทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติได้เป็นระยะเวลาอันยาวนาน มีค วามต้านทานต่อความร้อน และการทำลายโดยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี กาวชนิดนี้เป็นกาวที่มีคุณภาพดีมาก แต่ไม่ใคร่มีใครนิยมใช้กัน เนื่องจากราคาที่แพงมากประกอบกับอายุของกาวมีระยะเวลาที่สั้นจัดอยู่ใน WBP TYPE (WEATHER AND BOIL PROOF)

4) กาวอีพอกส์ซีเรซิ่น เป็นกาวที่มีราคาแพงมาก ประกอบกับยากลำบากในการดำเนินงาน จึงไม่ค่อยนิยมใช้กัน คุณสมบัติเด่นของกาวชนิดนี้ คือ สามารถนำไปใช้ติดคอนกรีตและพวกโลหะกับไม้

5) กาว PVAC หรือกาวโพลีไวนิลแอซิเตท หรือที่รู้จักกันชื่อกาวลาเท็กซ์ เป็นกาวชนิดที่ละลายในน้ำ มีอายุของการที่ผสมแล้วนานมาก สะดวกในการดำเนินงานและสามารถแข็งตัวในระยะเวลาอันสั้น กาวชนิดนี้มีคุณภาพด้านความแข็งแรงและความทนทานที่ต่ำ ความแข็งแรงของกาวจะลดลงเมื่อรอยต่อด้วยกาวได้รับน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา กาวจะอ่อนตัวลงเมื่อนำไป ใช้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 57.5 องศาเซลเซียส และอาจมีผลเสียบางประการกับแลกเกอร์ที่ใช้ จึงเหมาะกับชิ้นงานที่ใช้ประโยชน์ภายในและไม้ต้องรับน้ำหนักมาก

การใช้กาวแต่ละตัวอยู่ที่จุดประสงค์ของผู้ใช้ว่าจะเอาชิ้นไม้ที่อัดกาวแล้วไปใช้ทำอะไร เช่น ถ้าต้องงานชิ้นงานภายในที่สามารถต้านทานน้ำเย็นหรือน้ำร้อนได้เป็นครั้งคราว อาจใช้กาวยุเรียฟอร์มัลดีไฮด์ หรือต้องการเอาชิ้นงานใช้ประโยชน์ภายนอก ก็อาจจำเป็นต้องใช้กาวที่มีคุณภาพสูงขึ้นอีกคือ กาวฟีนอลหรือกาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดีไฮด์ แต่ถ้าเป็นชิ้นงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากและไม่พิถีพิถันในการทำไม้ประสาน เช่นไม่ต้องการแร งอัดมาก ก็อาจใช้กาว PVAC ได้เพราะกาว PVAC มีคุณภาพในการอุดช่องว่างได้ดี

ตัวอย่างการนำกาวชนิดต่างๆ ไปใช้ ซึ่ง บริษัท วู้ดเคมีคัล จำกัด จำหน่ายให้กับโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม่ว่าจะต้องการที่เป็นกาวชนิด MR TYPE, BR TYPE และ WBP TYPE ดังนี้

1) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ชื่อทางการค้า คือ CASCAMITE ONE SHOT หรือกาวผงเบอร์ 100

2) กาวเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ ชื่อทางการค้า คือ CASCAMITE MU-5

3) กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ ชื่อทางการค้า คือ CASCOPHEN

เพื่อความเหมาะสมและความสะดวกในการนำไปใช้งานของโรงงานเฟอร์นิเจอร์ ทาง บริษัท วู้ดเคมีคัล จำกัด จึงขอเสนอกาวอัดไม้เพียง 2 ชนิด คือ กาวผงเบอร์ 100 และ CASCAMITE MU-5

1) CASCAMITE ONE SHOT หรือกาวผงเบอร์ 100

เป็นกาวผงยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ที่มีตัวเร่งความแข็งผสมเสร็จ เวลาใช้ก็เพียงแต่เติมน้ำตามอัตราส่วนคนให้เข้ากันแล้วนำไปใช้งานได้ทันที เวลากาวแข็งตัวแล้ว จะไม่คืนรูป มีความทนทานสูงสมารถต้านทานความชื้น และต้านทานต่อการนำไปแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลานานจัดอยู่ในประเภท MR TYPE MOISTURE RESISTANCE) หรือเข้ามาตรฐานอาเมริการ UNITED STATES FEDERAL SPECIFICATION MMM-A-ISB FOR TYPE 2 RESIN IN BLOCK SHEAR TEST ซึ่งมี ขอบข่ายการใช้งาน ของ CASCAMITE ONE SHOT หรือกาวผงเบอร์ 100 เหมาะกับงานประสานไม้ เข้าลิ่ม เข้าเดือยทำ FINGERFOINT หรืองานไม้อื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายกัน ทั้งนี้เวลาที่ใช้กาวอัดกาว ดังนี้

- การอัดเย็น สามารถแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 30 - 35 องศาเซลเซียส
- การอัดร้อน สามารถแข็งตัวโดยใช้เวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส
- อัดด้วยเครื่อง HIGHT FREQUENCY ใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที

สำหรับสีของกาวที่ใช้กับไม้ต่างๆ กัน จะมี ความแตกต่างกันตามชนิดของกาวที่ใช้ในไม้พันธุ์ต่างๆ คือ

- สีขาว สำหรับไม้ยางพารา, ไม้สน, หรือไม้อื่นที่ออกสีขาว
- สีน้ำตาล สำหรับไม้สัก, ไม้ประดู่

ทั้งนี้อัตราส่วนผสมของกาว CASCAMITE ONE SHOT หรือกาวผงเบอร์ 100 นี้ ต้องทำการผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ดังนี้

- CASCAMITE ONE SHOT (หรือเบอร์ 100)	100	ส่วนโดยน้ำหนัก
- น้ำ	50	ส่วนโดยน้ำหนัก

โดยทำการเติมน้ำ 2 ใน 3 ส่วน ลงในถังตามด้วยกาวที่ชั่งเตรียมไว้ลงไปในถัง กวนกาวกับน้ำให้เข้ากัน แล้วจึงเทน้ำส่วนที่เหลือคนให้เข้ากัน แล้วนำไปใช้งานได้ ทั้งนี้กาวที่ผสมเสร็จมีอายุการใช้งานประมาณ 45 นาที จึงควรผสมกาวในปริมาณที่พอเหมาะกับเวลาและงานที่จะใช้

การนำกาวเบอร์ 100 หรือ CASCAMITE ONE SHOT ไปใช้ จะต้องทำการเตรียมไม้ ดังนี้

- ไม้ที่เตรียมสำหรับอัดกาวจะต้องใสให้เรียบได้ฉาก ถ้าเป็นฟันก็ต้องเป็นฟันที่เรียบและเข้ากันพอดี ไม่มีช่องว่าง
- ความชื้นไม้อยู่ระหว่าง 8-10 % สูงสุดไม่เกิน 14 %
- ควรเป็นไม้ชนิดเดียวกัน และมีความหนาแน่นใกล้เคียงกันไม่เช่นนั้น จะเกิดการบิด
- จะต้องมีตัวทำให้เกิดแรงอัด เช่น ตัวหนีบไม้ด้วยมือ หรือเป็นเครื่องหนีบ แรงอัดที่ใช้ประมาณ 100-150 ปอนด์/ตารางนิ้ว (7-10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

การเก็บรักษากาวเบอร์ 100 หรือ CASCAMITE ONE SHOT บรรจุในถุงพลาสติกกันน้ำ ขนาดบรรจุถุงละ 25 กิโลกรัม ภายหลังการใช้งานจะต้องปิดถุงทุกครั้งหลังการใช้ และควรเก็บไว้ในที่เย็น

2) CASCOMEL MU-5 หรือเมลามีนยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์

เป็นกาวผงเมลามีนยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่มีตัวเร่งแข็งผสมเสร็จ เวลาใช้ก็เพียงแต่ผสมน้ำตามอัตราส่วน คนให้เข้ากันแล้วนำไปใช้งานได้ทันทีเหมาะทั้งอัดร้อนโดยเฉพาะอัดด้วยเครื่อง HIGM FREQUENCY หลังจากการแข็งตัวจะไม่คืนรูป มีความต้านทานต่อการนำไปแช่ในน้ำ เย็นและน้ำร้อนเป็นเวลานาน จัดอยู่ในประเภท BR TYPE (BOILING RESISTANCE) ขอบข่ายการใช้งาน ของ CASCOMEL MU-5 เหมาะกับงานประสานไม้ เข้าลิ่ม เข้าเดือย ทำ FINGER FOINT หรืองานอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้เวลาที่ใช้กาวอัดกาว ดังนี้

- การอัดเย็น แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง 30-35 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง
- การอัดร้อน แข็งตัวที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที
- อัดด้วย HIGHT FREQUENCY ใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที

สีของกาว เป็นสีขาว เหมาะกับไม้ยางพารา, ไม้สน, ไม้สัก, ไม้ประดู่, และอื่นๆ ทั้งนี้อัตราส่วนผสมของกาว CASCOMEL MU-5 หรือเมลามีนยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์นี้ต้องทำการผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ดังนี้

- CASCOMEL MU-5	100	ส่วนโดยน้ำหนัก
- น้ำ	45	ส่วนโดยน้ำหนัก

โดยทำการเติมน้ำ 2 ใน 3 ส่วน ลงในถังตามด้วยกาวที่ชั่งเตรียมไว้ลงไป ในถัง กวนกาวกับน้ำให้เข้ากัน แล้วจึงเทน้ำส่วนที่เหลือคนให้เข้ากัน แล้วนำไปใช้งานได้ ทั้งนี้กาวที่ผสมเสร็จ จะมีอายุการใช้งานประมาณ 30-45 นาที ที่อุณหภูมิห้องจึงควรผสมกาวในปริมาณที่พอเหมาะกับเวลาและงานที่ใช้เงื่อนไขการใช้กาว CASCOMEL MU-5 ไปใช้ จะต้องทำการเตรียมไม้ ดังนี้

- ไม้ที่เตรียมสำหรับอัดกาว จะต้องใสให้เรียบได้ฉาก ถ้าเป็นฟันก็ต้องเป็นฟันที่เรียบและเข้ากันห้ามมีช่องว่าง

- ความชื้นไม้อยู่ระหว่าง 8-10 % สูงสุดไม่เกิน 14%

- ควรเป็นไม้ชนิดเดียวกัน และมีความหนาแน่นใกล้เคียงกันไม่เช่นนั้น จะเกิดการบิด

- จะต้องมีตัวทำให้เกิดแรงอัด เช่น ตัวหนีบไม้ด้วยมือ หรือเป็นเครื่องหนีบ แรงอัดที่ใช้ประมาณ 100 – 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว (7-10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

การเก็บรักษากาว CASCOMEL MU-5 บรรจุในถุงพลาสติกกันน้ำ ขนาดบรรจุถุงละ 25 กิโลกรัม ภายหลังการใช้งานจะต้องปิดถุงทุกครั้งหลังการใช้ และควรเก็บไว้ในที่เย็น

ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ

จากสถานการณ์ป่าไม้ในประเทศซึ่งเข้าขั้นวิกฤต และสูญเสียระบบนิเวศน์ที่ดี จนกระทั่งรัฐดำเนินการปิดป่าสัมปทานในที่สุด เหตุการณ์ดังกล่าวมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประ กอบ (Wood-baed Panel Industry) ในด้านวัตถุดิบไม้ การใช้ไม้ที่มีลำต้นใหญ่ ๆ คงมีน้อยลงหรืออาจจะหมดไปในอนาคต

ในปัจจุบันเราอาจแก้ไขปัญหานี้โดยการสั่งซื้อไม้ซุงจากต่างประเทศเริ่มจากประเทศใกล้เคียงคือ พม่า มาเลเซีย ลาว เวียดนาม อินโดนีเซีย จนไกลออกไปถึง ประเทศในแถบแอฟริกา และอเมริกา ซึ่งการพึ่งพาวัตถุดิบไม้จากต่างประเทศนั้นจะหาความมั่นคงและแน่นอนในอนาคตได้ยาก ดังนั้น จึงควร หันมาพิจารณาวัตถุดิบไม้ในประเทศของเราดีกว่าที่จะหวังพึ่งพาวัตถุดิบไม้จากต่างประเทศ การแก้ไขวัตถุดิบไม้ในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบจะต้ องคิดหาวิธีการนำไม้ทอนเล็ก ๆ เศษไม้ปลายไม้ปรืไม้โตเร็วอื่น ๆ ตลอดจนไม้ยางพาราและพืชที่ไม่ใช้ต้นไม้หรือพืชเส้นใยทางเกษตร (Fiber Crops) มาวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาประยุกต์ใช้ซึ่งในที่นี้จะพิจารณาในประเด็นของวัตถุดิบในปัจจุบันและวัตถุดิบในอนาคต ดังนี้

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบในปัจจุบัน จำแนกได้ 2 กลุ่มดังนี้

1) ไม้ (Wood) ไม้เกือบทุกชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นไม้อัดไม้ประกอบได้ ซึ่งนิยมใช้ในปัจจุบันตามลักษณะแผ่นไม้อัดไม้ประกอบ ดังนี้

- ไม้อัด ไม้บาง (Plywood , Veneer) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้สัก ไม้ยาง ไม้ชิชัน ไม้ประดู่ ไม้ตองจิง ไม้จำปา ไม้สยา และไม้กะบาก เป็นต้น

- แผ่นไม้ประกอบ (Composite Board) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้สัก ไม้ยางพารา ไม้มะค่า ไม้แดง ไม้เต็ง และไม้รัง เป็นต้น

- แผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น

- แผ่นใยไม้อัด (Fiberboard) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้ยูคาลิปตัส และเศษไม้ปลายไม้ชนิดต่างๆ เป็นต้น

- แผ่นไม้อัดสารแร่ (Wood Mineral-bonded Panel) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้สมพง และไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น

2) พืชที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood) พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (Tree) เช่น ไม้ไผ่ มะพร้าว และตาล เป็นต้น พืชเส้นใยทางเกษตร เช่น อ้อย ปาล์มน้ำมัน ข้าว ฝ้าย และปอแก้ว เป็นต้น ที่ใช้ปัจจุบันตามลักษณะแผ่นไม้อัดไม้ประกอบ ดังนี้

- แผ่นใยไม้อัด วัตถุดิบที่ใช้ เช่น ชานอ้อย เป็นต้น
- แผ่นฟางอัด วัตถุดิบที่ใช้ เช่น ฟางข้าว เป็นต้น

ส่วนวัตถุดิบที่มีแนวโน้มจะนำมาใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบในอนาคต สามารถจำแนกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1) วัตถุดิบไม้ (Wood Material) เป็นวัตถุดิบที่มีแนวโน้มจะใช้ได้ในอนาคต คือ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ

2) วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood Material) ส่วนใหญ่จะเป็น พืชเส้นใยทางเกษตรอื่นๆ ที่มีแนวโน้มในการนำมาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบได้แก่ ไม้ไผ่ ปาล์มน้ำมัน ชานอ้อย ฟางข้าว ปอแก้ว และมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- ไม้ไผ่ เป็นแหล่งวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่จะนำมาผลิตได้ในลักษณะรูปแผ่นไม้ไผ่อัดประกอบแผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นใยไม้อัด และแผ่นไม้อัดสารแร่ ไม้ไผ่มีเส้นใยยาวกว่าไม้เนื้อแข็ง (Hard Wood) คือ ความยาวประมาณ 1 - 3 มม. และปริมาณลิกนิน (Lignin) สูงกว่าไม้เนื้อแข็ง

ตารางที่ 2.4 พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ชนิดไม้	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	รวม
ข้าวนาปี	25,950,364	12,590,919	11,752,901	3,615,859	53,910,043
ข้าวนาปัง	361,559	854,327	3,136,422	211,682	4,583,990
ข้าวฟ่าง	39,438	533,752	532,114	-	1,105,304
มันสำปะหลัง	5,926,308	720,463	3,232,588	-	9,879,69
อ้อย	532,091	613,231	2,518,327	-	3,663,649
ปอแก้ว	960,787	-	44,668	-	1,005,455
ฝ้าย	41,164	227,689	143,414	-	412,26
ถั่วลิสง	201,877	425,186	102,063	33,493	762,619
ถั่วเหลือง	323,840	1,693,467	243,084	-	2,260,391
ถั่วเขียว	223,317	2,318,959	325,667	31,980	2,899,923
ปาล์มน้ำมัน	*	*	*	*	615,000
มะพร้าว	*	*	*	*	2,545,000
ละหุ่ง	*	*	*	*	263,400
สับปะรด	*	*	*	*	395,000

หมายเหตุ * = ไม่มีข้อมูล ** = พื้นที่เก็บเกี่ยว

จากข้อมูลปี 2525 มีพื้นที่ป่าไผ่อยู่ประมาณ 8,100 ตร.กม. ในป่าไผ่รวก (Thyrsostactiys Siamensis Gamble) พื้นที่ 1 ไร่ จะมีปริมาณไผ่รวกประมาณ 1 ตัน หากปลูกเป็นอุตสาหกรรมและได้มีการบำรุงรักษาที่ดีแล้วจะให้ผลผลิตของไม้เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 3 ตันต่อไร่ ปัจจุบันกรมป่าไม้ได้ส่งเสริมสนับสนุนการปลูกไผ่ คือภาคเอกชนมีการปลูกไผ่ตง (Dendrocalamusasper Back) ในเขตท้องที่จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดใกล้เคียงประมาณ 40,000 ไร่ และปลูกไผ่รวก ในเขตท้องที่จังหวัดกำแพงเพชร เนื้อที่ประมาณ 2,000 ไร่ ส่วนกรมป่า ไม้ได้ดำเนินการปลูกที่จังหวัด กาญจนบุรี ขอ นแก่น พิษณุโลก เพชรบูรณ์ (เขาค้อ) พะเยา สงขลา เชียงใหม่ และสกลนคร รวมพื้นที่ 790 ไร่ และมีโครงการส่งเสริมในพื้นที่อื่น ๆ อีกด้วย

- ปาล์มน้ำมัน (Oil Palm) นับเป็นพืชเศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งของประเทศ มีพื้นที่ ปลูกในปี 2530 จำนวน 615,000 ไร่ ต้นปาล์มน้ำมันจะมีการตัดทิ้งทางใบ (Oil Palm Frond) อยู่เสมอ ดังนั้นเส้นใยจากทางใบปาล์มน้ำมันจึงมีมากพอที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบ เส้นใยของทางใบปาล์มน้ำมันนั้นเป็นเส้นใยที่ยาว และได้มีการผลิตเป็นแผ่นไม้ อัดซีเมนต์แล้วในประเทศมาเลเซียจึงเป็นที่ยืนยันได้ในคุณสมบัติที่จำนำมาใช้ ปาล์มน้ำมันนี้ควรจะมีการศึกษาถึงปริมาณการตัดฟันทางใบ การกระจายแหล่งพื้นที่เพาะปลูก การเก็บรวบรวม และปัญหาน้ำเสียเนื่องจากทางใบปาล์มน้ำมันถ้าหากมีการ

ผลิตขึ้น อย่างไรก็ตามเส้นใยทางใบปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจเพราะเป็นการใช้เศษเหลือทางเกษตร ซึ่งนับวันจะมีมากขึ้นตามแนวโน้มพื้นที่การเพาะปลูกที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีศักยภาพที่จะนำมาผลิตเป็นแผ่นไม้อัดไม้ประกอบได้ในประเทศไทย

- อ้อย (Sugar Cane) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบจากอ้อย คือ ชานอ้อย (Bagasse) ซึ่งเป็นกากต้นอ้อยที่เหลือจากการหีบน้ำตาลในอุตสาหกรรมน้ำตาล เป็นการใช้ประโยชน์เศษที่เหลือใช้แล้ว ชานอ้อยมีลักษณะเป็นเส้นใยที่นำมาผลิตได้ในรูปของแผ่นใยไม้อัดและแผ่นไม้อัดสารแร่ และได้มีการผลิตขึ้นแล้วในลักษณะแผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) และแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Fiberboard: MDF) ชานอ้อยที่ความชื้น 50% จะมีปริมาณ 25% โดยน้ำหนักของอ้อยที่ป้อนเข้าโรงงาน จากสถิติปี 2530/31 มีผลผลิตอ้อย 27,191,000 ตัน ดังนั้น จึงมีชานอ้อยประมาณ 6,797,750 ตัน ชานอ้อย ประกอบด้วย เส้นใย 43.52% ของแข็งละลายน้ำ (Soluble Solid) 2-6% (ส่วนใหญ่ได้แก่น้ำตาล) และความชื้น 46-52% ส่วนที่ต้องการคือ เส้นใย ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยแท้ (True Fiber) เป็นส่วนที่มีความเหนียวผนังเซลล์แข็งมีรูปร่างเป็นเส้นกลมและขุยอ้อย (Pith) เป็นส่วนที่ไมมีความเหนียว ผนังเซลล์บางรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งต้องแยกออก อัตราส่วนเส้นใยแท้และขุยอ้อยประมาณ 2.5 : 1 หรือมีขุยอ้อยประมาณ 25% ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้หรือแผ่นใยไม้อัด จำเป็นต้องเติมสารพาราฟินเหลว (Paraffin Emulsion) ประมาณ 1% ของน้ำหนักชานอ้อย นอกจากนี้ชานอ้อยจะถูกราสีน้ำเงินและสีดำ (Blue and Black Stain Fungi) เข้าทำลายได้ง่ายทำให้แผ่นผลิตภัณฑ์ที่ผิวหน้าเสียความสวยงาม แต่สามารถป้องกันได้โดยการฉีดพ่นสาร Borax (Sodium Tetraborate) 5-10% หรือน้ำยารักษาเนื้อไม้อื่น ๆ ที่ชานอ้อยบนลานกองเก็บ (Stock)

- ฟางข้าว (Rice Straw) ได้มีการนำฟางข้าวมาผลิตเป็นแผ่นฟางอัด โดยใช้ฟางข้าวผสมกาวอัดเป็นแผ่นแล้วปิดหุ้มด้วยกระดาษรอบด้าน จากสถิติปี 2530/31 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งนาปีและนาปรัง รม 58,474,033 ไร่ ฟางข้าวจะให้เส้นใยเพียง 50-70% โดยน้ำหนักของฟางข้าวซึ่งต่ำมาก สารอื่น ๆ นั้นเป็นพวก Non-fiber และ Inorganic Material เส้นใยฟางข้าวนะมีขนาดยาวเท่าๆ กับไม้เนื้อแข็งแต่มีความเรียวมากกว่า ฟางข้าวเหมาะสำหรับทำแผ่นใยไม้อัดฉนวนหรือแผ่นใยไม้อัดอ่อน (Insulation Board or Softboard) ชนิดต่างๆ

- ปอแก้ว (Kenaf) ปอแก้วเป็นพืชที่ให้เส้นใย ได้มี การทดลองผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งจากปอแก้วแล้วปรากฏว่าปอแก้วให้แผ่นใยไม้อัดแข็งที่มีคุณสมบัติดีกว่าแผ่นใยไม้อัดแข็งจากชานอ้อย และจากไม้ยูคาลปตัส จากสถิติปี 2530/31 มีพื้นที่ปลูกปอแก้ว 1,005,455 ไร่ ดังนั้นปอแก้วน่าจะมีปริมาณเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบได้ในอนาคตอีกชนิดหนึ่ง

- มันสำปะหลัง (Cassava) มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่นำเงิน ตราเข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก ในปี 2531 มีพื้นที่ปลูก 9,879,359 ไร่ ใน 1 ไร่ จะมีเศษเหลือจากต้นมันสำปะหลังประมาณ 3 ตัน ดังนั้นจึงมีต้นมันสำปะหลังทั้งหมดประมาณ 29,638,077 ตัน และเศษเหลือต้นมันสำปะหลังใน 1 ไร่นั้น สามารถผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งขนาด 4 x 8 ฟุต หนา 32 มม. ได้ประมาณ 100 แผ่น ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ ดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดมาตรฐานทั่วไปด้วย ต้นมันสำปะหลังในบริเวณที่มีฝนตกชุกซึ่งมีความชื้นในอากาศสูง พวกเห็ดราเข้าทำลายในระยะเวลาอันรวดเร็ว จึงต้องมีวิธีการเก็บรักษาโดยผึ่งหรืออบแห้งให้มี

ความชื้นประมาณ 15% เพื่อลดการทำลายของพวกเห็ดรา และต้องระวังพวกมอดโดยรีบรำไปสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ด้วยเครื่องทำชิ้นไม้สับ (Chipper) ทันทีแล้วแช่ด้วยน้ำยา Borax หลังจากนั้นนำไปอบแห้งอีกครั้งหนึ่ง ต้นมันสำปะหลังจะให้เปลือกบางสีน้ำตาลเข้ม ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบจึงไม่ต้องลอกเปลือกออก และผลิตภัณฑ์แผ่นจะมีสีน้ำตาลเข้มสวยงามอีกด้วย

2.2 สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

วัสดุผสมประกอบด้วยวัสดุหลักและวัสดุเสริมโดยการวิจัยนี้ใช้เส้นใยลำต้นมันสำปะหลังเป็นวัสดุหลัก และกาว สำหรับทำไม้ประสาน ใช้เป็นวัสดุเสริม แล้วทำการผสม จากนั้นขึ้นรูป ก็จะได้เป็นแผ่นวัสดุผสมแผ่นเรียบ โดยที่สีของแผ่นวัสดุที่ได้ จะมีสีเข้มหรือสีอ่อนก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของมันสำปะหลังและอุณหภูมิขณะทำการขึ้นรูป จึงน่าที่จะเป็นส่วนประกอบในการตกแต่งอาคารที่พักอาศัยเชิงอนุรักษ์ได้เป็นอย่างดี

2.3 การทบทวนวรรณกรรม /สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

1) วรธรรม อุ่นจิตติชัย การวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัสที่มีอายุ 5 ปี, 7 ปี และ 10 ปี โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสาน เท่ากับ 13% ในปริมาณเนื้อกาวแห้งเทียบกับน้ำหนักอบแห้งของเส้นใยไม้ยูคาลิปตัสและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 – 1994 จากผลการทดสอบ พบว่า ชิ้นทดสอบแผ่นใยไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัสอายุ 7 ปี มีค่าผลการทดสอบการพองตัวหลังแช่น้ำและการดูดซึมน้ำมากที่สุด แต่มีค่าความต้านทานแรงดัดและความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าน้อยที่สุด ชิ้นทดสอบแผ่นใยไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัสอายุ 5 ปี มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าและความชื้นมากที่สุด ส่วนชิ้นทดสอบไม้ยูคาลิปตัสอายุ 10 ปี มีค่าความต้านทานแรงดัด , มอดูลัสยืดหยุ่นและความหนาแน่นสูงที่สุด เมื่อทำการทดสอบและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 - 1994 ผลปรากฏว่า การพองตัวหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมงและค่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดทั้ง 3 ชั้นอายุ มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 3 ชั้นอายุ ค่าแรงดึงผิวตั้งฉากมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเฉพาะไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัสอายุ 5 ปี และ 10 ปี ส่วนค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของชิ้นไม้มีค่าในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้ง 3 ชั้นอายุ

2) มณีรัตน์ ปัญญพงษ์ ได้ศึกษาการนำหญ้าคาเป็นวัตถุดิบในการทำแผ่นไม้อัดนี้ ก็เพราะเห็นว่าหญ้าคาเป็นวัชพืชที่ก่อความเดือนร้อนให้กับเกษตรกรอยู่พอสมควร และสามารถหาได้ง่าย ซึ่งถ้าหากสามารถนำเอาหญ้าคาเหล่านั้นมาทำประโยชน์ได้ก็คงจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าวัชพืชที่เกษตรกรไม่ต้องการได้อีกทางหนึ่ง ตนจึงคิดทำแผ่นไม้อัดจากหญ้าคาขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ และความแข็งแรงเกือบเท่าๆ กับไม้อัดเลยทีเดียว แต่การนำแผ่นไม้อัดจากหญ้าคาที่ได้จะเหมาะกับการนำไปทำของตกแต่ง ส่วนประกอบของตกแต่งบ้านที่ไม่จำเป็นต้องรับน้ำหนักมากๆ อย่างเช่น กรอบรูป ส่วนประกอบพวกชิ้นงาน ของที่ระลึก ประดับตกแต่ง อย่างที่ตนได้นำเอาแผ่นไม้อัดจากหญ้าคามาทำตู้ไทยโบราณจำลองจากแผ่นหญ้าคาอัดสำหรับเก็บพวกหนังสือ คัมภีร์ โดยได้ตกแต่งด้วยศิลปวัฒนธรรมของช่างไทยในการเขียน แกะสลัก ประดับ

ตกแต่งลวดลายตู้อย่างวิจิตรงดงาม ซึ่งเหมาะที่จะเป็นของที่ระลึกและข องขวัญได้เป็นอย่างดี และน่าจะเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่น่าจะมีการส่งเสริมให้เกิดเป็นรายได้เพิ่มอีกทาง ราคาที่ได้คำนวณต้นทุนออกมาแล้วน่าตกอันละ 360-500 บาท แล้วแต่ว่าจะลงลายมากหรือน้อยต่างกันไป

3) ในฝัน แว่วสอน ได้ศึกษาการผลิตวัสดุติดผนังภายในด้วยวัสดุเหลือใ ช้จากการเกษตรที่หาได้ง่ายในประเทศไทย อันได้แก่ กาบมะพร้าวและฟางข้าว มาใช้เพื่อผลิตวัสดุติดผนังภายใน โดยทำการอัดแบบเปียกร่วมกับเยื่อกระดาษ 2 ชนิด คือ เยื่อกระดาษชานอ้อยสำเร็จรูปชนิดฟอกเยื่อ และ เยื่อกระดาษเตรียมขึ้นเองเพื่อเป็นตัวผสาน หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต และนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำมาผึ่งให้แห้งและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆของชิ้นงาน จากการทดลองพบว่า ความแข็งแรงของชิ้นงานที่มีส่วนผสมของกาบมะพร้าวจะมีความแข็งแรงกว่าชิ้นงานที่มีส่วนผสมของฟางข้าว ความสามารถในการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่มีส่วนของฟางขนาดเล็กกว่าจะสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าที่อัตราส่วนผสมเดียวกัน ความหนาของชิ้นงานที่มีส่วนผสมของกาบพร้าวจะมีความคงตัวดีกว่าเนื่องจากสมบัติของเส้นใย เนื่องจากชิ้นงานสามารถดูดความชื้นในอากาศจึงมีน้ำหนักไม่คงที่ คุณสมบั ติต่างๆ ของชิ้นงานที่ทำการทดสอบได้ผลเป็นที่น่าพอใจระดับหนึ่ง แต่จำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อไปเพื่อนำไปสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

จากงานวิจัยที่ผ่านมาทำให้ทราบแนวทางดำเนินการวิจัยที่สามารถผลิตแผ่นใยอัดจากเส้นใยต้นมันสำปะหลังได้ โดยการจริงใช้เทคโนโลยีการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในงานวัสดุก่อสร้าง สามารถสร้างมูลค่าเพิ่ม และยังเป็นการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ให้ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิผลต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) ต้นมันปะหลัง

รูปที่ 3.1 ต้นมันปะหลัง

รูปที่ 3.2 ต้นมันปะหลังผ่าซีก

2) ต้นมันปะหลังย่อยขนาด

รูปที่ 3.3 ต้นมันปะหลังย่อยขนาด

3) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์

4) ถังกำจัดไขมันและแป้ง

5) เครื่องสับย่อยขนาด

6) ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ 103 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส

7) เครื่องบดละเอียด

8) เครื่องร่อนคัดขนาด

9) เครื่องชั่งน้ำหนัก ที่มีความละเอียดถึง 0.01 กรัม

10) สารเคมีสำหรับกระบวนการปรับปรุงเส้นใย

11) เครื่องอัดไฮโดรลิก

12) เครื่องผสมและพ่นกาว

13) แบบหล่อขึ้นรูปชิ้นตัวอย่าง หนา 6 มิลลิเมตร

14) เครื่องตัดชิ้นตัวอย่าง

15) เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง

16) เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดัด

3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม

อัตราส่วนผสมของแผ่นใยอัดที่ผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลัง สามารถสรุปอัตราส่วนผสมได้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของแผ่นใยอัดต้นมันสำปะหลัง

อัตราส่วน	ต้นมันสำปะหลัง	กาวยูเรียฯ
CF00	1.00	0.13
CF05	0.95	0.13
CF10	0.90	0.13

3.3 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแผ่นใยอัดเพื่อใช้ในการทดสอบสมบัติต่างๆ นั้น สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) กำจัดไขมันและแป้งของแผ่นเส้นใยต้นมันสำปะหลัง

2) ย่อยขนาดของเส้นใยต้นมันสำปะหลัง

3) อบเส้นใยต้นมันสำปะหลังเพื่อลดความชื้น

4) ย่อยเส้นใยต้นมันสำปะหลัง

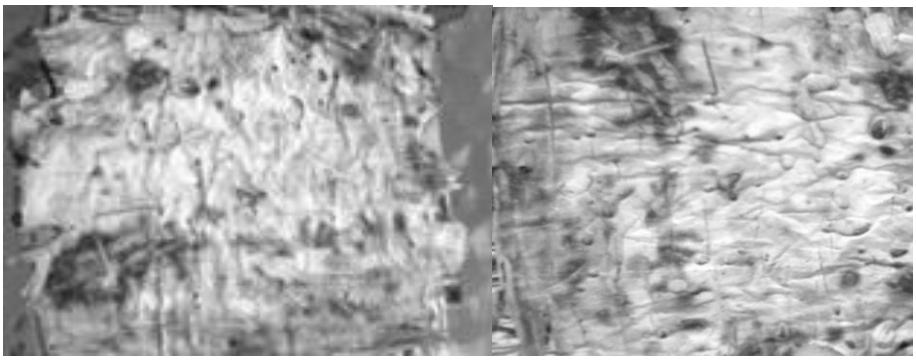
5) คัดขนาดเส้นใยต้นมันสำปะหลัง

6) ชั่งน้ำหนักเส้นใยต้นมันสำปะหลัง

7) ปรังปรุงเส้นใยต้นมันสำปะหลัง

8) ผสมเส้นใยจากต้นมันสำปะหลังรวมกับกาวให้เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอตามอัตราส่วนที่กำหนด

9) อัดขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นใยอัดด้วยความร้อน โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 130°C ความดันในการอัด 20-50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เวลาในการอัด 10 นาทีต่อแผ่น จะได้แผ่นชิ้นไม้อัด ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลักษณะของวัสดุผสมเมื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นแล้ว

10) ทิ้งตัวอย่างแผ่นใยอัดไว้ให้ยึดเกาะกันประมาณ 3-4 วัน

11) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดในการบ่มแล้ว จึงนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ และทางกล ต่อไป

3.4 การทดสอบตัวอย่าง

การทดสอบตัวอย่างแผ่นใยอัดที่ผสมเส้นใยต้นมันสำปะ หลัง ทำการทดสอบตามมาตรฐาน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ดังนี้

1) ความหนาแน่น

2) ปริมาณความชื้น

3) ความต้านทานแรงดัด

4) ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ

1) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ

2) วิเคราะห์ เปรียบเทียบค่าสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบแผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลัง

3) หาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลัง

4) วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ การแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับการทดสอบในครั้งต่อไป

3.6 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และถ่ายทอดเทคโนโลยี

1) รวบรวมข้อมูลการการเตรียมวัสดุ ผลการทดสอบ และผลวิเคราะห์

2) จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

3) จัดทำเอกสารและแผ่นพับประชาสัมพันธ์เผยแพร่ /ส่งให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจทั่วไป /เขียนบทความวิจัยส่งลงในวารสารวิชาการต่างๆหรือร่วมเสนอผลงานในงานประชุมสัมมนาวิชาการต่างๆ

3.7 การเผยแพร่งานวิจัย

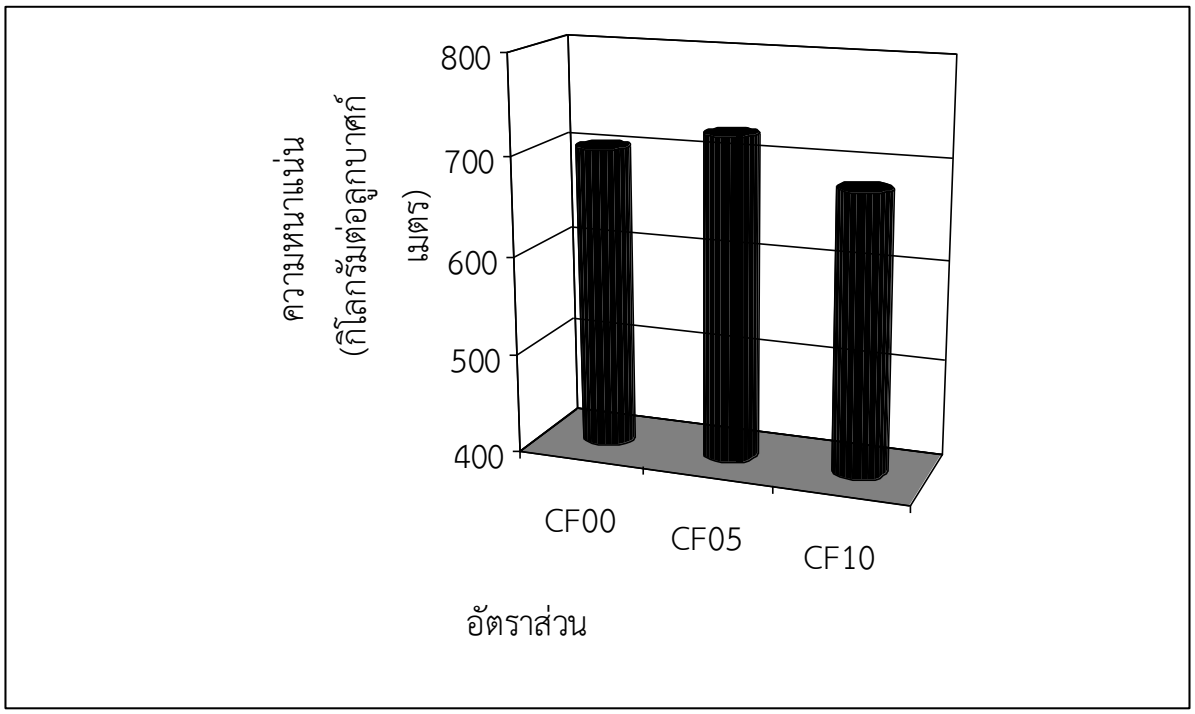
จัดทำเอกสารและแผ่นพับประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจทั่วไปและ /หรือ เขียนบทความวิจัยส่งลงในวารสารวิชาการ และ /หรือร่วมเสนอผลงานในงานประชุมสัมมนาวิชาการ , วางเป้าหมายดำเนินการวิจัยในขั้นสูงต่อไป โดยดำเนินงานแบบบูรณาการร่วมกับหน่วยงานอื่นๆ เพิ่มมากขึ้น และให้มีผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมากขึ้น

บทที่ 4
ผลการทดลอง

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกลของแผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลังนั้น สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

4.1 ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของแผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.1



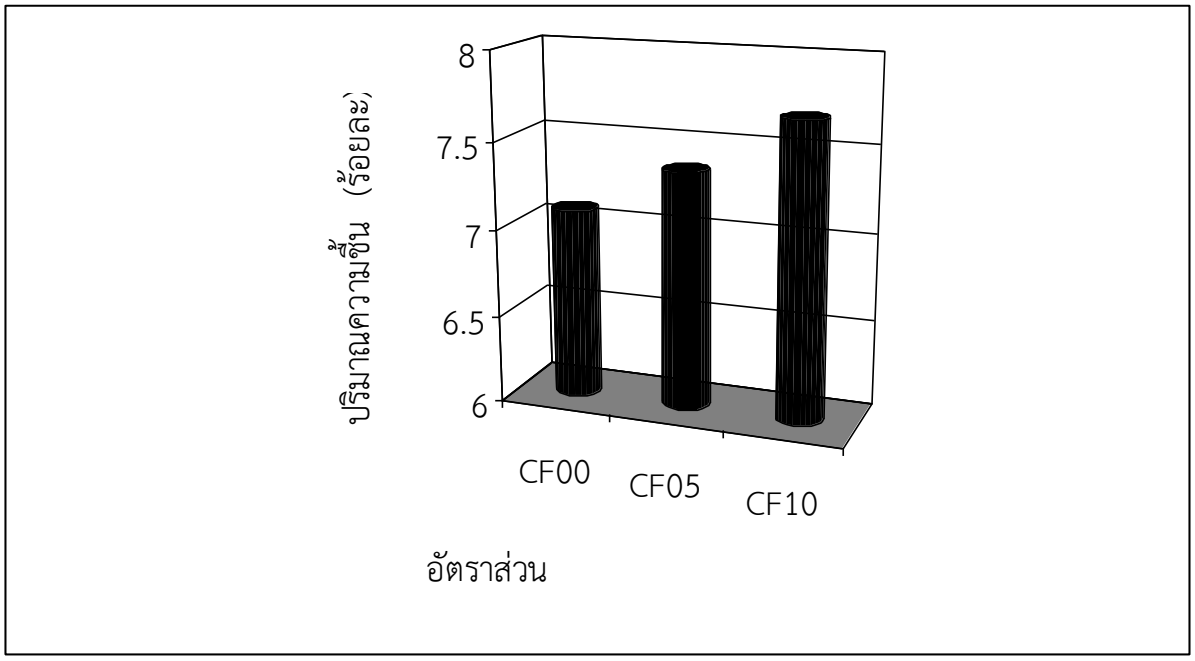
รูปที่ 4.1 ความหนาแน่นของแผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.1 พบว่า แผ่นใยอัดจากเส้นใยต้นมันสำปะหลัง ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน เป็นผลมาปริมาณเส้นใยและกาวที่ใช้ต่างกัน โดยแผ่นใยอัดที่มีความหนาแน่นสูงหรือมีเนื้อที่แน่นนั้น มาจากการผสมเส้นใยและกาวในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งอัตราส่วน CF05 เป็นอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CF00, และอัตราส่วน CF10 มีความหนาแน่น ต่ำที่สุด ตามลำดับ เนื่องจากการลดปริมาณเส้นใยต้นมันสำปะหลังลงในอัตราส่วน CF10 มีผลทำให้ปริมาณกาวในการอัดขึ้นรูปมีมากขึ้น ทำให้เส้นใยจับตัวกันได้น้อยลงเพราะมีปริมาณกาวมากเกินไป ส่วนอัตราส่วน CF00 เป็นอัตร าส่วนที่มีเส้นใยมากแต่ก็มี

ปริมาณกาวที่น้อยเกินไปทำให้การจับตัวกันของเส้นใยไม่ดี สำหรับอัตราส่วน CF05 เป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณเส้นใยและกาวที่เหมาะสมจึงมีความหนาแน่นสูงสุดและเนื้อแผ่นใยอัดแน่นที่สุด

4.2 ปริมาณความชื้น

แผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลังมีปริมาณความชื้นแบ่งตามอัตราส่วนผสมได้ ดังรูปที่ 4.2

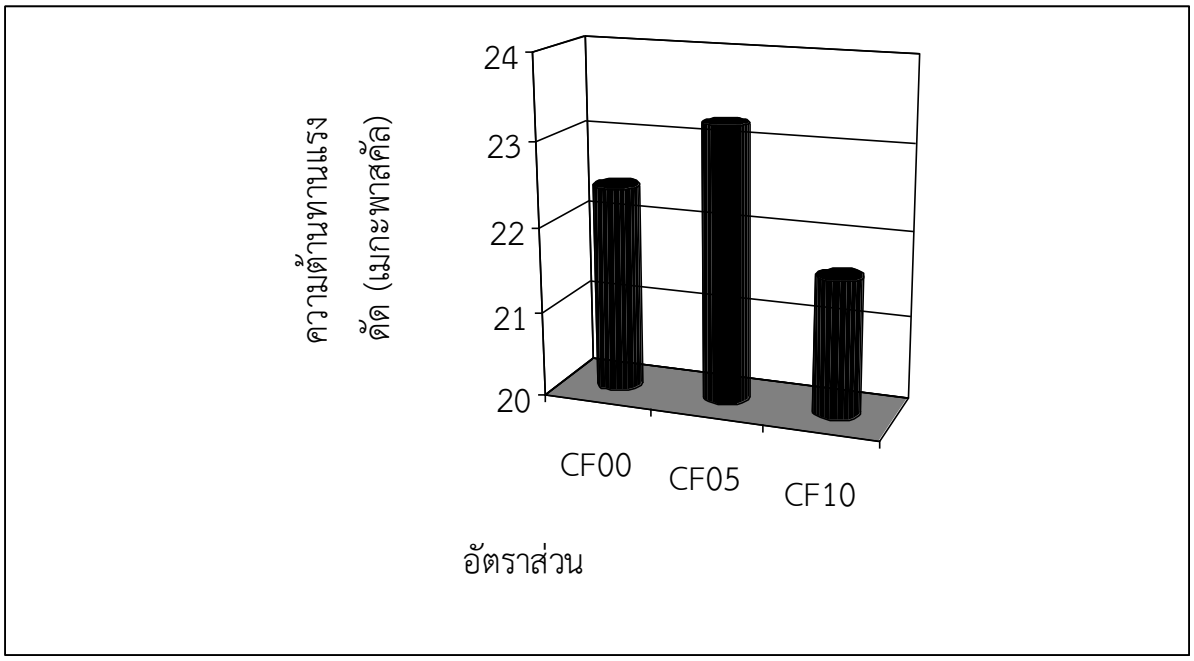


รูปที่ 4.2 ปริมาณความชื้นของแผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.2 พบว่า แผ่นใยอัดที่มี ปริมาณกาวมากที่สุด (มีเส้นใยต้นมันสำปะหลังน้อยที่สุด) เป็นแผ่นใยอัดที่มีปริมาณความชื้น สูงที่สุด ส่วนแผ่นใยอัดที่มีปริมาณกาวน้อยที่สุด (มีเส้นใยต้นมันสำปะหลังมากที่สุด) เป็นแผ่นใยอัดที่ มีปริมาณความชื้น ต่ำที่สุด โดยอัตราส่วน CF10 เป็นอัตราส่วนที่ มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด รองมาคือ อัตราส่วน CF05, และอัตราส่วน CF00 มีความชื้นน้อยที่สุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากส่วนประกอบของกาวมีน้ำมาก ทำให้เมื่อผสมกาวในปริมาณมากแผ่นใยอัดจึงมีความชื้นมากตามไปด้วย (ภาวดี, 2548; ชีวารัตน์, 2550)

4.3 ความต้านทานแรงดัด

สำหรับการทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยอัดผสม เส้นใยต้นมันสำปะหลัง นั้น สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.3

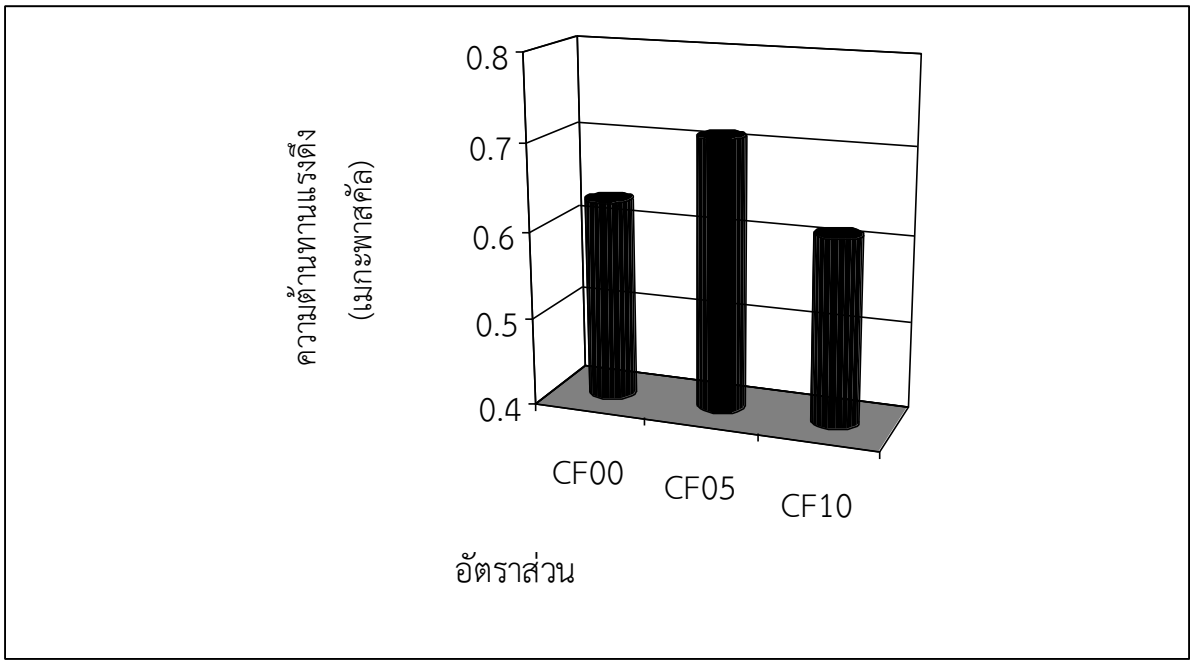


รูปที่ 4.3 ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.3 อัตราส่วน CF05 มีความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CF00, และ CF10 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุด ตามลำดับ เมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก .966-2547 เรื่อง แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2547) ที่กำหนดความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีความหนาไม่เกิน 6 มิลลิเมตร ต้องไม่น้อยกว่า 23 เมกะพาสคัล พบว่าอัตราส่วน CF05 เพียงอัตราส่วนเดียวที่ สามารถผ่านตามมาตรฐานได้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการยึดเหนี่ยวที่ดีของเนื้อแผ่นใยอัด ซึ่งมาจากปริมาณเส้นใยและกาวที่ผสมกันอย่างเหมาะสม รวมทั้งสามารถสังเกตได้จากความต้านทานแรงดัดที่สูงจะมีความหนาแน่นที่สูง (เนื้อแน่น) ส่วนแผ่นใยอัดที่มีความหนาแน่นต่ำ (เนื้อหลวม) ก็จะมีความต้านทานแรงดัดที่ต่ำ

4.4 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า หรือความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยอัดผสมเส้นใยจากต้นมันสำปะหลัง สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยอัดผสมเส้นใยต้นมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.4 พบว่า อัตราส่วน CF05 มีความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CF00, และอัตราส่วน CF10 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดึงต่ำที่สุด ตามลำดับ เมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก. 966-2547 เรื่องแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2547) ซึ่งแผ่นใยอัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร ต้องมีค่าความต้านทานแรงดึง ไม่น้อยกว่า 0.65 เมกะพาสคัล นั้น อัตราส่วน CF05 ก็เป็นอัตราส่วนเดียวที่ผ่านมาตรฐานได้ โดยเป็นผลมาจากความเหมาะสมของปริมาณเส้นใยและกาว เช่นเดียวกับค่าความต้านทานแรงดัด

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกล ของแผ่นใยอัดผสมเส้นใย ต้นมันสำปะหลัง ในอัตราส่วนต่างๆ นั้น สามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะได้ ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลางจาก เส้นใยต้นมันสำปะหลัง สรุปได้ว่า เส้นใยต้นมันสำปะหลัง สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นใยอัดที่มีสมบัติดีได้ แต่ต้องมีการใช้ปริมาณเส้นใยและกาวที่เหมาะสม เนื้อของแผ่นใยอัดจึงแน่นและมี คุณภาพดีตามไปด้วย สำหรับอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน คือ อัตราส่วน CF05 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณเส้นใยและ กาวที่เหมาะสมที่สุด โดยมีสมบัติทางกายภาพ และทางกลตามที่มาตรฐาน มอก.966-2547 เรื่องแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง กำหนด

5.2 ข้อเสนอแนะ

แนวทางการศึกษาต่อไ ป ควรเพิ่ม ชนิดของ เส้นใย อื่นๆ ให้มาก ขึ้น รวมทั้งทำการศึกษาชนิดและปริมาณสารยึดติดที่นำมาใช้ เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการปรับปรุงสมบัติของแผ่นใยอัดที่ดีขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรุงเทพธุรกิจ Bizweek. 2550. **โลก "ตื่น"...รับมือหายนะโลกร้อน**. ฉบับวันจันทร์ ที่ 23 เมษายน 2550. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.oknation.net/blog/bizblog/2007/04/23/entry-1

[2] จดหมายข่าว สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2551. **ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเส้นทางบรรเทาภาวะโลกร้อน.** ฉบับที่ 1 ปี 2551.

[3] บัญชา แสงหิรัญ. 2549. **สภาวะโลกร้อน (Global Warming) : บทบาทของสถาบันการศึกษา.**

[4] Dicaprio, L., Petersen, L. C., Castleberg, C. & Gerber, B. (Producer). 2008. **The 11th hour: Turn mankind's darkest hour into its finest** [Motion Picture]. Burbank. CA: Warner Independent Pictures.

[5] ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์ . 2549**. สภาวะโลกร้อน : สัญญาณเตือนภัยจากธรรมชาติก่อนที่โลกจะถึงกาลอวสาน**. 37-43.

[6] ดาณุภา ไชยพรธรรม. 2550. **โลกร้อน สัญญาณแห่งหายนะ**. กรุงเทพฯ : เคล็ดไทย.

[7] ประชาชาติธุรกิจ . 2550. ไทยระอุ "โลกร้อน" วิกฤตแล้งถล่มอีสาน 22 ล้านไร่. **ประชาชาติธุรกิจ.** ฉบับวันที่ 16-18 เมษายน 2550. หน้า 1, 17.

[8] สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์ . 2550. ประชุมภาวะโลกร้อนที่บาหลี "ไปไม่ถึงดวงดาว" อีกตามเคย. **สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์**. ฉบับวันที่ 14-20 ธันวาคม 2550. หน้า 12, 27.

[9] สุวัฒน์ เทพอารักษ์ . การแก้ไขปัญ หาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามแนวพระราชดำริ . **สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์**. ฉบับวันที่ 30 พฤศจิกายน – 6 ธันวาคม 2550. หน้า 12-13.

[10] อภิชา สืบสามัคคี. 2551. **โลกร้อน : ปรากฏการณ์ธรรมชาติเข้าขั้นวิกฤติ?.** กรุงเทพฯ : มายิก.

[11] อัศวิน น้อยสุวรรณ และคณะ. 2548. คอนกรีตผสมแกลบ. **ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[12] Thai Educational Portal. 2550. **เปิดรายงานยูเอ็น "ไทย" ปล่อยก๊าซโลกร้อนเร็วอันดับ 2 ในโลก.** วันที่ 9 ธันวาคม 2550. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://blog. eduzones.com/kmitl/1526?page2=5&page=

[13] โชติชัย สุวรรณาภรณ์ . **ผลกระทบของ Climate Change ต่อระบบเศรษฐกิจไทย** , หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์ : การเงิน (มองรอบด้าน) ฉบับวันศุกร์ที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 หน้า A18

[14] Lawrence Livermore NationalLaboratory. 2009. **ปลูกต้นไม้ช่วยลดภาวะโลกร้อนได้จริงหรือ ?**, global warming. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.sema.go.th/files/Content/science/k4/0029/Global%20warming/p15.html

[15] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม . 2536. อุตสาหกรรมไม้อัด. **วัฏจักรอุตสาหกรรม 3**. ฉบับที่ 114 ส.ค.35. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. หน้า 22-33.

[16] วรธรรม อุ่นจิตติชัย สำนักวิจัยและการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 2548. โลกเกษตร: เส้นทางของเศษฟางข้าว...วัสดุทดแทนไม้ที่มีอนาคต. **หนังสือพิมพ์เดลินิวส์**.

[17] ธวัช จิรายุส. 2547. **ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ**.สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

[18] กรมป่าไม้. 2530. **ข้อมูลด้านวัตถุดิบสำหรับโรงงานเยื่อกระดาษ**. 18 น.

[19] กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 2530. **การใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส**. 18 น.

[20] เพ็งปรีชา ฉรงค์. 2551. **มันสำปะหลัง: วัสดุเส้นใยแหล่งใหม่**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 17 น.

[21] ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง , อุปวิทย์ สุวคันธกุล, และสุดใจ เหง้าสีไพร. 2550. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสม สำหรับคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเส้นใยมะพร้าว. **วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา** . ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2550. หน้า 77-87.

[22] สถาบันคลังสมองของชาติ. 2548. **Policy Brief**. ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 ประจำเดือนพฤศจิกายน 2548.

[23] ประชาชาติธุรกิจ. 2550. 2550 ปีทองการส่งออก "ข้าวโพด" ไทย. **ประชาชาติธุรกิจ**. ฉบับวันที่ 16 พฤศจิกายน 2549.

[24] ข่าวกรมส่งเสริมการเกษตร . 2550. **สถานการณ์ข้าวโพดหวาน** . [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.doae.go.th/plant/sweetcorn/index.htm.

[25] อานุภาพ นุ่นสง. 2551. **ข้าวโพดซีพีรุกป่า จับตาวิกฤตความมั่นคงทางอาหาร .** สำนักข่าวประชาธรรม. 28 เมษายน 2551.

[26] กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ . 2539. **การส่งออกข้าวโพดหวานแช่แข็งและกระป๋อง** . รวบรวมโดยฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

[27] กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ . 2539. **การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนสดและกระป๋อง .** รวบรวมโดยฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

[28] จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา . 2539. **ข้าวโพดและเศษเหลือจากข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์ .** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 35 หน้า.

[29] จินดา สนิทวงศ์ฯ และอุเทน รุ่งเรือง . 2534. การใช้ต้นและเปลือ กข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหลักในโคกำลังรีดนม. **วารสารเกษตร**. 95-105.

[30] กรมการค้าภายใน. 2550. **ผลิตทางการเกษตร ปี 2551.** 8 พฤษภาคม 2550.

[31] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. **ทุเรียน: ผลพยากรณ์การผลิต ปี 2551 รายจังหวัด**. ฉบับวันที่ 7 ธันวาคม 2550.

[32] สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. 2551. **สรุปสถานการณ์สินค้าเกษตร เดือนมิถุนายนและแนวโน้ม กรกฎาคม 2551.** ฉบับเดือนมิถุนายน 2551.

[33] กฤษณา ศิรเลิศมุกุล . 2551. **เซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน .** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.

material.chula.ac.th/ Radio47/September/radio9-4.htm

[34] สุนันท์ พงษสามารถ และคณะ . 2532. การศึกษาสารคาร์โบไฮเดรทจากเปลือกทุเรียนในการเตรียมผลิตภัณฑ์ยาและอาหาร. **รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[35] Browning, B.L. 1990. Wood Chemistry. In K.Wbritt (ed.). **Handbook of pulp and paper technology**. New york : Van Nostrand reinhold Co.. pp. 3-9.

[36] ทิพาวรรณ รักษ์วงศ์ และคณะ . 2532. การศึกษาเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านเปลือกทุเรียนผสมกับกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ . **บทคัดย่อปัญหาพิเศษ 2545- 46**. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[37] สุนันท์ พงษสามารถ และคณะ . 2532. การศึกษาสารคาร์โบไฮเดรทจากเปลือกทุเรียนในการเตรียมผลิตภัณฑ์ยาและอาหาร. **รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[38] สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (สสอ.). 2550. **ฉนวนความร้อ น.** กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกร ะทรวงพลังงาน . [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www2.dede.go.th/dede/homesafe/book /acc.htm.

[39] วันทนา เพ็รชรัตน์ . 2533. ไม้อัดซีเมนต์ . **อุตสาหกรรมสาร** . ฉบับประจำเดือนพฤษภาคม 2533. ศูนย์บริการข้ออุตสาหกรรมมูลชนบท กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[40] ณรงค์ เพ็งปรีชา. 2517. **กาวสำหรับงานไม้**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[41] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2533. แผ่นใยไม้อัดแข็ง. **อุตสาหกรรมสาร**. ฉบับประจำเดือนพฤษภาคม 2533. ศูนย์บริการข้ออุตสาหกรรมมูลชนบท กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[42] วรธรรม อุ่นจิตติชัย . 2547. เมื่อสารพัดเศษวัสดุเหลือทิ้งกลายร่างเป็น (เสมือน). **นวัตกรรม**. ปีที่ 5 ฉบับ 17 มีนาคม 2547. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[43] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุ ตสาหกรรมเรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547)**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[44] ประชุม คำพุฒ. 2550. **มอร์ต้าร์มวลเบาผสมเส้นใยจากเปลือกทุเรียน**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[45] วรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ . 2547. **ผลกระทบของไม้วัตถุดิบต่อการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[46] ในฝัน แว่วสอ . 2547. **การผลิตวัสดุติดผนังภายในด้วยวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร** . ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[47] พงศ์วิทย์ ลิมป์พิสุทธ์. 2547. **การศึกษาการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากต้นไมยราบยักษ์**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[48] วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2546. **การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยและเศษไม้สัก**.

[49] ภาวดี เมธะคานนท์. 2548. **สมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดผลิตจากกาวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม** . ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.

[50] ธวัท รอบรู้. 2547. **การศึกษาคุณภาพของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบ**. เทคโนโลยีศิลปอุตสาหกรรม (ก่อสร้างและงานไม้). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[51] อาคม ปาสีโล. 2550. **การศึกษาสมบัติปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากฟางข้าวและแกลบ** . การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 3.

[52] กิตติเดช แก้วฉา. 2547. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการ ผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากใบยางพารา .** กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[53] ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์ . 2550. **เส้นใยธรรมชาติสำหรับวัสดุผนังอาคาร** . คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[54] วิจิตรา เจริญชัย . 2543. การศึกษาการใช้เส้นใยธรรมชาติ เป็นวัสดุเสริมแรงในโพลีโพรพิลีน . **วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต** . ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

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

[56] Odozi, T.O., Akaranta, O. and Ejike, P.N.. 1986. Particle boards from Agricultural Wastes. **In Agricultural Wastes**. Vol.16. No.3. pp.237-240.

[57] กิตติศักดิ์ บัวศรี . 2544. การผลิตแผ่นฉนวนป้องกันความร้อนจากฟางข้าว . **วิทยานิพนธ์วิศวกร รมศาสตรมหาบัณฑิต**. สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[58] มณีรัตน์ ปัญญพงษ์ ,2548, **ทำแผ่นไม้อัดจากหญ้าคา อีกแนวทางเพิ่มมูลค่าวัชพืชในท้องถิ่น** , เทคโนโลยีชาวบ้าน. 17 (357) หน้า 20