การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์

PRODUCTION OF PARTICLE BOARD FROM CATTAIL AND APPLICATION FOR CRAFT

ทศพร โพธิ์เนียม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์

ทศพร โพธิ์เนียม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์
	Production of Particle Board from Cattail and Application for Craft
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวทศพร โพธิ์เนียม
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.
ปีการศึกษา	2559

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีกาญจนา จตุพัฒน์วโรดม, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, Ph.D.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.)

..... กรรมการ
(อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(อาจารย์จิรวัฒน์ เหรียญอารีย์, คศ.ม.)
วันที่ 3 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์
ชื่อ – นามสกุล นางสาวทศพร โพธิ์เนียม
สาขาวิชา เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นธูปฤาษี 2) ทดลองสูตรผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี 3) ทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี 4) ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี 5) สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี

วิธีดำเนินการวิจัยคือ ทดลองสูตรการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี 12 สูตรโดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นวัสดุประสาน ตามอัตราส่วน ต้นธูปฤาษี: กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์: พาราฟินอิมัลชัน โดยใช้กล่องเตรียมอัดขนาด 20 × 20 เซนติเมตร อัดด้วยเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำแผ่นชิ้นไม้อัดออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพได้แก่ ความต้านทานแรงดัด ความต้านทานแรงดึง และความชื้น เลือกแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีที่ดีที่สุด นำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ต้นแบบ นำไปสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี จำนวน 120 คนในเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลการวิจัย พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดในอัตราส่วน ต้นธูปฤาษี: กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์: พาราฟินอิมัลชัน 50: 75: 10 มีความต้านทานแรงดัด 15 เมกะปาสคาล ความต้านทานแรงดึง 5.75 เมกะปาสคาล และความชื้น ร้อยละ 4.97 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบเหมาะสมที่จะนำมาประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ และความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.95

คำสำคัญ: ธูปฤาษี แผ่นชิ้นไม้อัด เครื่องอัดร้อน

Thesis Title	Production of Particle Board from Cattail and Application for Craft
Name – Surname	Miss Todsaporn Phonieum
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Mrs. Supa Chulacupt, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Sutusanee Boonyobhas**,** M.A.
Academic Year	2016

ABSTRACT

This research aimed to 1) study physical properties of cattail, 2) experiment the production of particle board from cattail using different formulas, 3) test the physical properties of cattail particle board, 4) create a craft from cattail particle board, and 5) survey consumers satisfaction of particle board from cattail.

Twelve different proportions formulas of cattail were tried out to produce particle board using urea formaldehyde glue and paraffin emulsion for welding portion. The compression mold was 20 × 20 centimeter. During the particle board production, the mixture was compressed in the compression molding machine at 120 degrees Celsius for three minutes and kept at room temperature for seven days. The physical properties of the board were then tested in terms of Modulus of Rupture (MOR), tensile strength, and moisture content. The best particle board was selected for making a prototype craft. Then a questionnaire was administered to 120 consumers in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province asking for their satisfaction.

It was found that the best cattail particle board formula was 50 cattail:75 urea formaldehyde:10 paraffin emulsion. The results of the physical properties were 15 MPa, Modulus of Rupture (MOR), 5.75 MPa tensile strength, and 4.97% moisture content. These properties corresponded with the requirement of Thai Industrial Standard of Flat Pressed Particle Boards. Therefore, it was suitable for making crafts. In addition, the consumers were highly satisfied with this prototype craft at 3.95 level.

Keywords: cattail, particle board, compression

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยความเมตตากรุณาอย่างสูงจาก ดร.สุภา จุฬคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและรองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม โดยให้การสนับสนุนช่วยเหลือให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานตลอดทั้งในด้านการเขียนและเรียบเรียงข้อมูลเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีกาญจนา จตุพัฒน์วโรดม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาและประสบการณ์ที่ดีตลอดหลักสูตรการเรียน ขอบคุณเจ้าหน้าที่ประสานงานหลักสูตรที่ช่วยอำนวยความสะดวกในทุกขั้นตอนของการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณทุกคำแนะนำและคำปรึกษาจากรุ่นพี่ที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และที่ขาดไม่ได้คือ ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจอยู่เคียงข้างด้วยความเต็มใจตลอดมา ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบพระคุณสมาชิกทุกคนในครอบครัว ที่ได้ให้คำแนะนำที่ก่อให้เกิดแนวทางในการดำเนินชีวิต คุณประโยชน์และกำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทศพร โพธิ์เนียม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ..... (5)

สารบัญ..... (6)

สารบัญตาราง..... (8)

สารบัญรูป..... (9)

บทที่ 1 บทนำ..... 10

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 10

1.2 วัตถุประสงค์..... 11

1.3 สมมติฐานการวิจัย..... 11

1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 11

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 12

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 13

บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 14

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นธูปฤาษี..... 14

2.2 ประวัติเกี่ยวกับแผ่นชิ้นไม้อัด..... 16

2.3 การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด..... 18

2.4 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์..... 35

2.5 องค์ประกอบของการออกแบบ..... 36

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 39

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 43

3.1 วัสดุและอุปกรณ์..... 43

3.2 การดำเนินงานวิจัย..... 44

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย..... 49

3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล..... 49

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 สถานที่ทำการทดลอง..... 50

3.7 ระยะเวลาทำการทดลอง..... 50

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 51

4.1 ผลการทดลอง..... 52

4.2 ผลการทดลองสูตรผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี..... 52

4.3 ผลการทดลองสมบัติทางกายภาพแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี..... 54

4.4 การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษีต้นแบบ..... 59

4.5 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี 60

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 63

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 63

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 64

บรรณานุกรม..... 65

ภาคผนวก..... 67

ภาคผนวก ก เอกสารตอบรับการเผยแพร่ผลงาน..... 68

ภาคผนวก ข แบบสอบถามความพึงพอใจ..... 70

ภาคผนวก ค มาตรฐานการทดสอบ..... 74

ประวัติผู้เขียน..... 83

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ชนิดแผ่นชิ้นไม้อัดแบ่งตามความหนาแน่นของแผ่นไม้อัด..... 19
ตารางที่ 2.2 ปริมาณการใช้กาวชนิดต่างๆ ในโรงงานผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด..... 31
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงสิ่งทดลองที่ทำการศึกษา..... 44
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี..... 58
ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค..... 60
ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี..... 62

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 12
รูปที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของต้นธูปฤาษี..... 15
รูปที่ 2.2 ใบต้นธูปฤาษี..... 15
รูปที่ 2.3 ดอกต้นธูปฤาษี..... 16
รูปที่ 2.4 การออกแบบผลิตภัณฑ์..... 36
รูปที่ 2.5 วงจรสี..... 38
รูปที่ 3.1 การนำแผ่นเตรียมอัดเข้าเครื่องอัดร้อน..... 45
รูปที่ 3.2 แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีทั้ง 12 สูตร..... 46
รูปที่ 3.3 การทดสอบความต้านแรงดัดและแรงดึง..... 46
รูปที่ 3.4 การทดสอบวัดค่าความชื้น..... 47
รูปที่ 3.5 การออกแบบกล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์..... 48
รูปที่ 3.6 การออกแบบกล่องใส่นามบัตร..... 49
รูปที่ 4.1 ต้นธูปฤาษี..... 51
รูปที่ 4.2 แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี..... 52
รูปที่ 4.3 ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี..... 54
รูปที่ 4.4 ค่าความต้านแรงดึงของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี..... 56
รูปที่ 4.5 ค่าปริมาณความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี..... 57
รูปที่ 4.6 กล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์..... 59
รูปที่ 4.7 กล่องใส่นามบัตร..... 60

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธูปฤาษีหรือกกช้างเป็นพืชน้ำชนิดหนึ่งที่พบตามพื้นที่ลุ่ม ชื้นแฉะ ริมคลอง หนอง บึง หรือแหล่งน้ำตื้น [1] ซึ่งเป็นวัชพืชที่ก่อให้เกิดผลกระทบในด้านนิเวศวิทยา ด้านเศรษฐกิจและสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์เลื้อยคลานและยุง นอกจากนี้ยังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยดูดซึมแร่ธาตุต่างๆจากดินทำให้ดินเสื่อมสภาพ ต้นธูปฤาษีเป็นพืชที่ขยายพันธุ์จากดอก สามารถออกดอกได้ทั้งปี [2] มีการขยายพันธุ์เป็นจำนวนมากได้ทุกฤดูกาล ปัจจุบันพบว่าต้นธูปฤาษีได้แพร่กระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย รัฐได้สูญเสียงบประมาณและวิธีต่าง ๆ สำหรับกำจัดต้นธูปฤาษีจากการใช้แรงงานคน การใช้เครื่องจักรตัดฟัน การเผา และใช้สารเคมี ทำให้สิ้นเปลืองค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่น เพื่อกำจัดวัชพืชชนิดนี้ เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชนและสังคม ซึ่งปัจจุบันการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากต้นธูปฤาษี ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย

ได้มีการศึกษาวิจัยที่จะนำเศษไม้และวัชพืช ตลอดจนวัสดุเหลือใช้มาผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด เช่น เศษไม้กฤษณาที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ต้นหญ้าสลาบหลวง หญ้าแฝก ซังข้าวโพด เปลือกทุเรียน ใยมะพร้าว ซึ่งชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากวัสดุดังกล่าว มีสมบัติสามารถนำไปออกแบบประดิษฐ์เครื่องเรือน เครื่องตกแต่งบ้าน อุปกรณ์ดูดซับเสียง และเป็นวัสดุงานประดิษฐ์ที่เป็นเครื่องใช้ในบ้าน นับเป็นการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้อย่างคุ้มค่า เช่นเดียวกับการนำแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากเศษไม้ให้ได้งานหลายชนิด ดังที่เห็นอยู่ในปัจจุบันซึ่งการใช้วัสดุที่เหลือใช้ หรือวัชพืชต่างๆ ดังเช่น ธูปฤาษีให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นการทำแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีจึง เป็นวิธีกำจัดวัชพืชวิธีหนึ่งที่ไม่ต้องใช้งบประมาณ อีกทั้งยังเริ่มต้นการศึกษาการใช้วัสดุธรรมชาติจากวัชพืชให้เป็นวัตถุดิบใหม่ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง การออกแบบตกแต่งอาคารบ้านเรือน และประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ต่อไปในอนาคต

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาลักษณะทั่วไปของต้นธูปฤาษี และความเป็นไปได้ในการผลิตต้นธูปฤาษีเป็นแผ่นชิ้นไม้อัด รวมถึงศึกษาสมบัติแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสำหรับผลิตและใช้ในงานประดิษฐ์ในวงกว้างต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการกำจัด และเพิ่มมูลค่าให้แก่วัชพืชซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหา เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1.2.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นธูปฤาษี

1.2.2 ทดลองสูตรผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1.2.3 ทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1.2.4 ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1.2.5 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ปริมาณกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์และพาราฟินอิมัลชันในระดับที่เหมาะสม ทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีมีความแข็งแรง และทนต่อความชื้น

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์มีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.4.1 การศึกษาลักษณะทั่วไปของต้นธูปฤาษี

1.4.2 การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1.4.3 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1.4.4 การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1.4.5 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 120 คน

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์ มีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1.6.2 ทราบถึงสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1.6.3 ลดภาวะโลกร้อน ย่อยสลายได้ง่าย และสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัชพืช

1.6.4 มีวัสดุที่ประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์หลากหลาย

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นธูปฤาษี ทดลองสูตรผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นธูปฤาษี

2.2 ประวัติเกี่ยวกับแผ่นชิ้นไม้อัด

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด

2.4 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

2.5 องค์ประกอบของการออกแบบ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับต้นธูปฤาษี

ธูปฤาษีมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Typha angustifolia* L. ชื่อท้องถิ่น คือ กกช้าง กกธูป เฟือ ปรือ และหญ้าสลาบหลวง ธูปฤาษีเป็นพืชล้มลุกมีเหง้าแข็ง ใบเป็นใบเดี่ยวแตกแบบสลับกันเป็นสองแถวด้านข้างลักษณะใบรูปแถบแบน แผ่นใบบนนูนโค้งขึ้นเล็กน้อย ดอกสีน้ำตาลแกมเหลืองออกเป็นช่อ (ดังแสดงในรูปที่ 2.1) แยกเพศก้านเดียวกันก้านช่อดอกเรียวแข็งสูงเกือบเท่าใบ ดอกเพศผู้เป็นกลุ่มหลวมๆที่ปลายช่อยาว 15-30 เซนติเมตร ดอกย่อยมีเกสรเพศผู้ 2-3 อันและมีขนคล้ายรูปช้อน 3 เส้น ดอกเพศเมียอยู่ด้านล่างดอกย่อยอัดแน่นเป็นรูปทรงกระบอก ยาว 28 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร รังไข่มีก้านยาวและขนสีขาวจำนวนมาก ผลเมื่อแก่แตกตามยาวมีขนาดเล็กมาก แหล่งที่พบ : มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาและยุโรป ปัจจุบันแพร่กระจายไปทั่วโลกพบตามที่ชื้นแฉะหรือแหล่งน้ำตื้น [1]

รูปที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของต้นธูปฤาษี
ที่มา : [3]

ใบธูปฤาษี เป็นใบเดี่ยวมีกาบใบสลับเรียงในระนาบเดียวกัน ลักษณะใบเป็นรูปแถบ มีความกว้างประมาณ 1.2 -1.8 เซนติเมตร ยาวประมาณ 50-120 เซนติเมตร แผ่นใบด้านมีลักษณะโค้งเล็กน้อย เพราะมีเซลล์หยุ่นตัวคล้ายฟองน้ำอยู่กลางใบส่วนด้านล่างของใบแบน ดังแสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ใบต้นธูปฤาษี
ที่มา : [4]

ดอกต้นธูปฤาษี ออกดอกเป็นช่อแบบเชิงลดลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ช่วงดอกเพศผู้มีความยาวประมาณ 8-40 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางช่อประมาณ 0.2-0.7 เซนติเมตร และมีใบประดับ 1-3 ใบ หลุดร่วงได้ ส่วนช่อดอกของเพศเมียจะมีความยาว 5-30 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางของช่อประมาณ 0.6-2 เซนติเมตร มักแยกออกจากส่วนดอกเพศผู้ด้วยส่วนของก้านช่อดอกที่เป็นหมันที่มีความยาวประมาณ 2.5-7 เซนติเมตร ดอกมีขนาดเล็กไม่มีกลีบเลี้ยง และกลีบดอกเกสรเพศผู้ส่วนมากแล้วจะมี 3 อัน มีขนขึ้นล้อมรอบ ก้านเกสรเพศผู้จะสั้น มีอับเรณูยาวประมาณ 1.5-2 มิลลิเมตร ส่วนดอกเพศเมียจะมีใบประดับย่อยเป็นรูปเส้นได้ มีรังไข่เป็นรูปกระสวย ก้านของรังไข่เรียวยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร มีขนยาวส่วนก้านของเกสรเพศเมียยาวประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร มีขนสั้นกว่าก้านของรังไข่ ยอดของก้านมีลักษณะเป็นรูปแถบหรือรูปใบหอก (ดังแสดงในรูปที่ 2.3) และยังสามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปี [2]

รูปที่ 2.3 ดอกต้นธูปฤาษี
ที่มา : [4]

2.2 ประวัติเกี่ยวกับแผ่นชิ้นไม้อัด

อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle Board, PB) เริ่มต้นขึ้นที่ทวีปยุโรป ที่ประเทศเยอรมันนี ราวปี พ.ศ. 2484 และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้ไม้ที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งไม่เหมาะจะนำไปผลิตแผ่นไม้และไม้อัด (Veneer and Plywood) สำหรับในอเมริกานั้น อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดนั้นเริ่มต้นในกลาง พ.ศ. 2493 เพื่อ

สนองตอบความต้องการใช้แผ่นไม้ แต่เป็นการสนองตอบความต้องการที่จะนำวัสดุเศษราคาถูกจากโรงงานแปรรูปไม้และโรงงานเลื่อย มาใช้ประโยชน์เป็นแผ่นชิ้นไม้อัด

ในประเทศไทยเริ่มมีการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด ในเชิงอุตสาหกรรมเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2501 โดยบริษัท ศรีราชาเชฟวิ่งบอร์ด จำกัด ในเครือบริษัท ศรีราชา จำกัด ใช้ชื่อทางการค้าว่า แผ่นเชฟวิ่งบอร์ด และแผ่นฟีโนบอร์ด แต่ไม่เป็นที่นิยมและประสบปัญหาทางเทคนิคบ้าง เกิดไฟไหม้หลายครั้ง จึงเลิกผลิตและขายเครื่องไปในปี พ.ศ. 2527 ให้แก่บริษัทไทยวนภัณฑ์ จำกัด ซึ่งต่อมาก็ได้ขายต่อให้แก่บริษัท เอส เอส เฟอร์นิเทศ จำกัด ต่อไปโดยมีกำลังการผลิต 30 ลูกบาศก์เมตร/วัน สำหรับในปี พ.ศ. 2522 บริษัทในเครือวนชัยกรุ๊ป ได้ตั้งโรงงานผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด ชื่อว่าบริษัทไม้อัดประสานจำกัด (แต่ภายหลังเลิกการผลิต เนื่องจากขายเครื่องจักรให้แก่ชายอินโดนีเซีย เมื่อต้นปี พ.ศ. 2535) และในปี พ.ศ. 2529 กลุ่มวนชัยกรุ๊ป ก็ยังได้ตั้งโรงงาน บริษัทดูโรสปาน จำกัด ผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดอีกแห่งหนึ่ง ทำให้มีกำลังการผลิตรวมกันทั้ง 2 โรงงาน เท่ากับ 300 ลูกบาศก์เมตร/วัน นับเป็นการเริ่มต้นศักราชบุกเบิกการนำแผ่นชิ้นไม้อัดมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง ซึ่งแต่เดิมมีเพียง บริษัทศรีมหาราช จำกัด เพียงบริษัทเดียวและกำลังการผลิตน้อย มาจนปัจจุบันมีการใช้แผ่นชิ้นไม้อัดเป็นวัสดุในการก่อสร้างและผลิตเฟอร์นิเจอร์กันอย่างมาก เนื่องจากการขาดแคลนไม้ขนาดใหญ่เพื่อการแปรรูปและการผลิตไม้อัด และการประกาศใช้นโยบายปิดป่าในปี พ.ศ. 2532 ทำให้เกิดความนิยมในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดมาใช้ในงานต่างๆเพิ่มมากขึ้น ปี พ.ศ. 2541 จึงมีบริษัทที่ผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดในประเทศทั้งสิ้น 20 รายการ มีกำลังการผลิตของเครื่องจักรเต็มที่ได้ทั้งสิ้น 1,528,900 ลูกบาศก์เมตร/ปี

อุตสาหกรรมผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด มีความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะสั้นของการเกิดอุตสาหกรรมนี้ จากโรงงานเล็กๆ มีอัตราการผลิตต่ำๆ ใช้แรงงานมาก มาเป็นกำลังผลิตสูงโรงงานใหญ่และมีสายการผลิตที่เป็นอัตโนมัติมากที่สุด ผลผลิตจากโรงงานที่ทันสมัยเหล่านี้ คล้ายคลึงกับแผ่นชิ้นไม้อัดแรกๆ หรือแตกต่างกันไปเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากแผ่นชิ้นไม้อัด ซึ่งมีข้อจำกัดของแผ่นชิ้นไม้อัดเกี่ยวกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์และกลสมบัติ ทำให้การใช้ประโยชน์มีอย่างจำกัด โดยเฉพาะจากไส้ไม้อัดที่เป็นรูพรุน

การใช้ประโยชน์จากแผ่นชิ้นไม้อัด ใช้เป็นไส้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด และเป็นไม้ผิว ในการผลิตบล๊อคบอร์ด (Blockboard) ในการผลิตประตูพื้นเรียบ ใช้ทำไม้พื้นประตู และโครงไม้ประตู ในการทำเฟอร์นิเจอร์ ใช้เป็นส่วนประกอบของตู้และโต๊ะต่างๆ เช่นผนังตู้ด้านหลัง ลิ้นชัก พื้นลิ้นชัก ไม้กั้นแบ่งช่องลิ้นชัก ฯลฯ สามารถปิดทับด้วยกระดาษลวดลายหรือไม้บาง ได้หลายรูปแบบ และเป็นที่นิยมกันอยู่ในขณะนี้ โดยเฉพาะการผลิตเฟอร์นิเจอร์เป็นจำนวนมาก (Mass Production) ในรูปของการถอดประกอบได้ (Knock Down Furnitures) ใช้ทำตู้เครื่องเสียงต่างๆ เช่น ตู้เครื่องสเตอริโอ ไฮไฟ

ตู้ลำโพง ตู้วิทยุ และโทรทัศน์ ใช้ตกแต่งร้านค้าและทำแผงโชว์สินค้า ใช้ทำโครงไม้รองรับสินค้า เพื่อขนย้าย ใช้ในอาคารบ้านเรือน หรือสำนักงาน ใช้บุฝาทำผนังกั้น หรือฉากกั้นห้อง ทำฝ้าเพดานและปูทับพื้นซีเมนต์ หรือพื้นกระดาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถไปใช้ประโยชน์อื่นๆได้อีกมากมาย

2.3 การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด

2.3.1 ความหมายของแผ่นชิ้นไม้อัด

แผ่นชิ้นไม้อัด คือ แผ่นไม้ที่ผลิตจากแผ่นไม้ที่ถูกย่อยให้มีขนาดต่างๆ และยึดติดกันด้วยกาวโดยการใช้ความร้อนและการอัด ความแตกต่างกันของแผ่นชิ้นไม้อัด และแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Fiberboard, MDF) คือส่วนประกอบของแผ่นไม้ในแต่ละประเภทที่ใช้ชิ้นไม้และใยไม้ ชิ้นส่วนประกอบกันในแผ่นใยไม้อัด (Fiberboard, FB) ก็จะเป็นเส้นใยไม้ ระหว่างเส้นใยไม้จะเชื่อมติดกันด้วยกาว ในแผ่นใยไม้อัดแข็ง (High Density Fiberboard, HB) ก็เช่นกัน จะประกอบด้วยเส้นใยไม้แต่ระหว่างเส้นใยไม้ เชื่อมติดกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวของเส้นใยไม้เองไม่ต้องใช้กาวช่วยเชื่อมยึด สำหรับแผ่นชิ้นไม้อัดจะประกอบด้วยชิ้นไม้ แล้วใช้กาวเชื่อมยึดชิ้นไม้ระหว่างชิ้นไม้ให้เป็นแผ่นขึ้นมา ชิ้นไม้ที่ใช้สามารถใช้ขี้เลื่อยจนถึงเกล็ดไม้ (Flake) ที่มีความยาวถึง 3 นิ้ว

แผ่นชิ้นไม้อัด หมายถึง แผ่นไม้ประกอบ (Wood Composites) ชนิดหนึ่ง ซึ่งผลิตจากการนำเอาวัสดุที่ทำจากไม้ หรือวัสดุที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก (Lignocelluosic Materrials) มาตัดทอนเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำมารวมกันเป็นแผ่นโดยใช้ตัวประสานอินทรีย์เช่น กาวสังเคราะห์ (Synthetic Resin) เชื่อมให้ติดกันเป็นขบวนการเชื่อมยึดกัน ระหว่างชิ้นวัสดุ ภายใต้ความร้อนและแรงอัดร้อน และยังสามารถใช้สารเติมแต่งอื่นๆผสมลงไปในแผ่นเพื่อให้เกิดคุณสมบัติพิเศษอื่นด้วย

วัตถุดิบของแผ่นชิ้นไม้อัด คือ ไม้ หรือวัสดุเศษเหลือที่ให้เส้นใย กาว และสารเคลือบกันซึม แผ่นชิ้นไม้อัด ที่มีคุณภาพดีนอกจากจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบเกี่ยวกับไม้ หรือวัสดุเศษเหลือที่ให้เส้นใย ที่จะต้องปรับปรุงให้เหมาะสมในขบวนการผลิตแล้ว ทั้งกาวและสารเคลือบกันซึมที่มีคุณภาพดีก็เป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากที่ไม่ควรละเลยในการทำแผ่นชิ้นไม้อัด

นอกจากไม้ ยังมีการใช้วัสดุเศษที่เหลือให้เส้นใยอื่น ซึ่งถูกนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด ได้แก่ ชานอ้อย (Bagasse) ฟางข้าวต่างๆ (Cereal–Straws) ต้นฝ้าย (Cotton Stalks) ต้นป่านปอต่างๆ (Flax and Hemp Shives) และช่อผลลำต้น ก้านใบของปาล์มน้ำมัน (Oil Plan Residues) เป็นต้น การใช้งานมีข้อพิจารณา เช่นเดียวกับไม้ แต่จำเป็นต้องแยกสิ่งเจือปนที่เป็นอุปสรรคต่อการ

ผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดออกให้เหลือน้อยที่สุด เช่น ปริมาณน้ำตาล และส่วนไส้ (Pith) หรือเนื้อเยื่อทางเดินอาหารของวัสดุ ซึ่งเป็นบริเวณเส้นใยผนังบางและสั้น ตลอดจนสารขี้ผึ้งที่เคลือบอยู่ตามผิว อันเป็นลักษณะประจำของวัสดุเหล่านี้ซึ่งมักเป็นอุปสรรคต่อการติดกาวประเภทที่ใช้น้ำเป็นสารละลายทั่วไป

2.3.2 ชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัด

แผ่นชิ้นไม้อัดแบ่งออกได้หลายชนิด และถูกเรียกชื่อแตกต่างกันออกไปตามลักษณะชนิดที่แบ่งนั้นๆ ซึ่งสามารถสรุปหลักเกณฑ์การแบ่ง ชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัดโดยทั่วไปดังนี้

2.3.2.1 ลักษณะความหนาแน่นของแผ่น เป็นหลักเกณฑ์ เพื่อใช้จำแนกของชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัด ในทางวิชาการ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัด แบ่งตามความหนาแน่นของแผ่นไม้อัด

ชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัด	ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)		
	FAO 1957	CS 236-66	มอก.876-2532
ความหนาแน่นต่ำ	250-400	590	-
ความหนาแน่นปานกลาง	400-800	590-800	500-800
ความหนาแน่นสูง	810-1,200	800	-

ที่มา : [5]

2.3.2.2 ลักษณะของชิ้นไม้ที่ผลิต ชิ้นไม้ที่นำมาผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด มีลักษณะต่างกันและถูกย่อยด้วยเครื่องจักรต่างกันด้วย เช่น ชิปหรือชิ้นไม้สับ (Chips) เกล็ด (Flake)เกล็ดใหญ่ (Wafer) แกลบ (Husk) ขี้กบ (Planer Shaving) แท่ง (Splinter or Sliver) ฝอยไม้ (Wood Wool or Exeelsior) เป็นต้น แผ่นชิ้นไม้ที่ผลิตจากชิ้นไม้ลักษณะใดลักษณะหนึ่งมักถูกเรียกเป็นแผ่นชิ้นไม้ลักษณะนั้นๆ เช่น Chipboard, Flakeboard และShavingboard เป็นต้น

2.3.2.3 กรรมวิธีการผลิต ชิ้นไม้ที่ผสมกับตัวประสาน และสารเติมแต่งอื่นแล้วจะถูกนำไปทำเป็นแผ่นเตรียมอัด (Form Mat) เพื่อทำการอัดร้อนต่อไป แรงอัดที่ใช้ในการอัดร้อน มีใช้กันอยู่ 2 ทิศทาง หากใช้แรงอัดที่มีทิศทางตั้งฉากกับระนาบของแผ่น ซึ่งอาจทำเป็นแผ่นๆ หรือ ทำต่อเนื่องเรียกแผ่นชิ้นไม้อัดแบบนี้ว่า Flat Platen Pressed Particleboard เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่นิยมผลิตกันอยู่ในปัจจุบัน หากให้ทิศทางแรงอัดขนานกับระนาบของแผ่นตามความยาวของแผ่น เรียกแผ่นชิ้นไม้อัดแบบนี้ว่าExtruded Particleboard เช่น แผ่น Kreibaum Process ซึ่งผลิตโดย Otto Kreibaumในเยอรมันนี แผ่นชนิดนี้จะออกมาตามแบบ แผ่นที่หนามักจะต้องใช้ท่อร้อนกลางแผ่นช่วยให้กาวแข็งตัวเร็วขึ้น จึงมีรูกลมยาวกลางแผ่นชิ้นไม้อัดและมีการผลิตกันน้อย

2.3.2.4 ลักษณะโครงสร้างของแผ่น เป็นการแบ่งตามการกระจายตัวของขนาดชิ้นไม้ทางด้านความหนามีอยู่ 3 ชนิด คือ

1) แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นเดียว (Single Layer or Homogeneous Particleboard) หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีลักษณะและขนาดเหมือนกัน มีส่วนผสมของกาวและสารเติมแต่งอย่างเดียวกัน ตลอดจนความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัด

2) แผ่นชิ้นไม้อัด 3 ชั้น (Three Layer Particleboard) หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่แบ่งตามลักษณะของชิ้นไม้ ออกเป็น 3 ชั้น ตลอดความหนานแน่นของแผ่นในแต่ละชั้นประกอบด้วยชิ้นไม้ที่ลักษณะและขนาด ตลอดจนส่วนผสมของกาวเหมือนกัน ปกติใช้ไม้ชิ้นขนาดเล็กและบางเป็นชั้นผิวหน้าและหลัง ส่วนชั้นไส้ใช้ไม้ใหญ่และหยาบกว่า ไม้ที่ใช้ทำไส้อาจเป็นไม้ชนิดที่ต่างกับใช้ทำผิวหน้าและหลังก็ได้ ปริมาณกาวที่ใช้ผสมในชั้นผิวทั้ง 2 หน้ามักมีมากกว่าในชั้นไส้ เพื่อให้เกิดโครงสร้างที่สมดุลกัน มีผิวที่แข็งและแน่นขึ้น

3) แผ่นชิ้นไม้อัดขนาดลดหลั่น (Graduated Particleboard) หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีขนาดและลักษณะต่างกัน โดยโครงสร้างของแผ่นประกอบด้วยชิ้นไม้ขนาดใหญ่และหยาบกว่า อยู่ตรงแนวกลางแผ่นตลอดความหนาจากแนวกลางแผ่น

2.3.2.5 ลักษณะการใช้ประโยชน์ การเรียกชื่อจะถูกเรียกตามลักษณะการใช้ประโยชน์นั้น ได้แก่

1) แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดเพื่อใช้งานภายใต้อาคาร (Interior Particleboard) เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ใช้กาวยูเรีย เมลามีน ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นตัวประสานชิ้นไม้ใช้งานในที่ๆ มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมปานกลาง เช่น ใช้เป็นฝ้าเพดาน ผนังห้อง หรือชิ้นส่วนของ เฟอร์นิเจอร์

2) แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดเพื่อใช้งานภายนอกอาคาร (Exterior Particleboard) ผลิตเพื่อใช้งานในที่มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมสูง ทนแดด ทนฝนได้ดี ใช้กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ กาวเมลามีน-ฟอร์มัลดีไฮด์ และกาวไอโซไซเนต เป็นตัวประสานชิ้นไม้

3) แผ่นชิ้นไม้อัดสำหรับปูรองพื้น (Particleboard Floor Underlayment) หรือใช้สำหรับทำชั้นดาดฟ้าของบ้านเคลื่อนที่ (Mobile Home decking) เป็นผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม และขัดกระดาษทรายไว้ให้ความหนาสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถใช้วัตถุอื่นปูพื้นได้ระดับ และเรียบสม่ำเสมอกัน

4) แผ่นชิ้นไม้อัดสำหรับเก็บเสียง (Acoustical Particleboard) เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่กรุผนังหรือเพดาน เพื่อลดการสะท้อนเสียงในห้องลง โดยทำการปรุหรือเซาะร่องเป็นแบบต่างๆ เช่น (Acousticboard) เป็นต้น

2.3.2.6 แบ่งตามชื่อทางการค้า ซึ่งโรงงานผู้ผลิตตั้งขึ้นเพื่อการจัดจำหน่ายที่ไม่ซ้ำกัน ป้องกันผู้บริโภคเกิดความสับสน เช่น บริษัท U.S Plywood Corporation ในแคลิเฟอร์เนีย ตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ตนเองว่า โนโวพลาย (Novoply) บริษัท Tenex Plant ที่ไอดาโฮ ก็ตั้งชื่อว่า ทีเน็กซ์ บริษัท Plaswood Corporation ในนิวแฮมชายใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ว่า พลาสวู๊ด (Plaswood) และบริษัทเอ็มพีปาร์คติเกิ้ลบอร์ด จำกัด ใช้ชื่อ แผ่นปาร์คติเกิ้ล ทางการค้า บากัสบอร์ด เป็นต้น

2.3.2.7 แบ่งตามลักษณะปรากฏ ของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผู้ใช้ต้องการนำไปบริโภคต่อซึ่งสะดวกเรียก ได้แก่ แผ่นชิ้นไม้อัดเปลือยผิว แผ่นชิ้นไม้อัดปิดผิว หรือแผ่นชิ้นไม้อัดเคลือบผิว เป็นต้น แผ่นชิ้นไม้อัด ส่วนใหญ่จะมีเนื้อไม้แห้งอยู่ประมาณร้อยละ 90-95 โดยทฤษฎีแล้ว รูปร่างของชิ้นไม้โดยทั่ว ๆไป สามารถนำมาใช้ผลิตได้ แต่ให้คุณสมบัติของแผ่นที่แตกต่างกัน การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดให้ได้คุณสมบัติทางกายสมบัติ และกลสมบัติตามต้องการ กระทำได้โดยการใช้ขนาดหรือรูปร่างของชิ้นไม้ต่างๆกัน ในการผลิตชั้นไส้ และชั้นผิวของแผ่นชิ้นไม้อัด เช่น การใช้ชิ้นไม้ที่ยาว บนชั้นผิวของแผ่นชิ้นไม้อัด สามารถเพิ่มความแข็งแรงทางแรงดัดมากขึ้น แต่ผิวแผ่นชิ้นไม้อัดจะหยาบ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการตกแต่งผิว และในทำนองเดียวกันหากต้องการคุณลักษณะในการตกแต่งผิวมากกว่าการแข็งแรงในการอัดแล้ว ก็จำเป็นต้องใช้ชิ้นไม้เล็กลง ในชั้นผิวหน้าเพื่อให้ผิวเรียบขึ้น สรุปได้ว่าขนาดชั้นไม้ และรูปร่างชั้นไม้ตลอดจนการกระจายตัวของชิ้นไม้ในแต่ละขนาดของความหนาของแผ่น มีอิทธิพลและสามารถปรับปรุงให้ได้คุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นชิ้นไม้อัดตามต้องการได้โดยลดผลกระทบของคุณสมบัติที่เหลือซึ่งไม่ต้องการให้น้อยลงเช่นกัน [6]

2.3.3 กาว (Glue)

กาวยูเรีย - ฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea - Formaldehyde) เป็นกาวที่ใช้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดที่นิยมใช้มากที่สุด โดยเฉพาะใช้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดประเภทใช้งานในอาคาร เนื่องจากกาวยูเรีย - ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นกาวลักษณะใสเมื่อแห้ง ไม่มีสี แข็งตัวได้เร็วและราคาถูก ต่อมายังได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนส่งผลให้ลดระยะเวลาในการอัด โดยไม่ส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายหรือระยะเวลาการเก็บกาว

กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ในโรงานแผ่นชิ้นไม้อัด มักจะทำให้มีความเป็นด่างอ่อนๆ เพื่อจะถ่วงให้ปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรซ์เซชันช้าลงระหว่างการขนส่ง และการเก็บรักษา การเพิ่มความเสถียรให้เป็นด่างอ่อนจะส่งผลให้ระยะเวลาการอัดนานขึ้น เนื้อไม้หลายๆชนิด เช่น

ไม้ยางพารา และยูคาลิปตัส มีความเป็นกรดในเนื้อไม้อยู่แล้ว ก็จะส่งผลสนับสนุนให้ความเป็นกรดเป็นด่างของกาวลดลงอย่างรวดเร็ว ผู้ผลิตกาวก็เช่นกันได้มีความพยายามในการจำกัดความสามารถในการบัฟเฟอร์ในกาวโดยการใช้สารเคมีที่เป็นด่างแบบระเหยได้ เพื่อปรับความเป็นกรดเป็นด่างขั้นสุดท้าย เมื่อกาวและไม้ได้รับการอัดร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้น สารด่างที่มีคุณสมบัติระเหยได้ ก็จะระเหยออกไปอย่างรวดเร็วทำให้ความเป็นกรดด่างลดลง จนทำให้ปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรซ์เซชันเกิดขึ้นต่อไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อให้การอัดร้อนในการติดกาวยูเรีย - ฟอร์มัลดีไฮด์ของแผ่นชิ้นไม้อัดใช้เวลาอัดที่สั้นขึ้น เนื่องจากขั้นตอนการอัดแผ่นในกระบวนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ในการควบคุมขั้นตอนการผลิตของโรงงาน หากสามารถลดระยะเวลาในการอัดให้สั้นขึ้นแม้เพียงไม่มากก็ยังส่งผลให้กำลังการผลิตของโรงงานเพิ่มขึ้น

ข้อเสีย ของกาวยูเรีย - ฟอร์มัลดีไฮด์ คือ ขาดความทนทานและกลิ่นฉุนของฟอร์มัลดีไฮด์ สำหรับการใช้แผ่นชิ้นไม้อัดในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นมากนั้นควร ใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ในการทำแผ่นชนิดนี้เนื่องจาก โพลิเมอร์ของยูเรีย - ฟอร์มัลดีไฮด์ จะถูกไฮโดไลซ์และเกิดไฮโดไลซีส โดยมีความชื้นและความร้อนเป็นตัวส่งเสริม ส่วนการปลดปล่อยสารฟอร์มัลดีไฮด์ในขณะอัดร้อนและการใช้งานในสถานที่ไม่มีการระบายอากาศที่ดี เป็นผลจากการที่กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ มีสารฟอร์มัลดีไฮด์อิสระที่อยู่ในระดับสูงการลดปริมาณการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde Release) สามารถกระทำได้หลายวิธี คือ ลดสัดส่วนโมลของฟอร์มัลดีไฮด์ในการสังเคราะห์กาว แต่ก็จะทำให้อัตราการแข็งตัวของกาวช้าลง และอาจมีผลต่อความแข็งแรงของกาว เติมสารยูเรีย ลงในส่วนผสมของกาวก่อนพ่นผสมกับชิ้นไม้ในเครื่องผสมแต่ก็ผสมในปริมาณหนึ่งในระดับที่เหมาะสมเท่านั้น การเติมสารเร่งแข็งชนิดเกลือแอมโมเนีย เช่นแอมโมเนียคลอไรด์ในปริมาณที่มากขึ้นกว่าร้อยละ2 จะช่วยลดปริมาณสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ลงอย่างเห็นได้ชัด แต่การเติมสารเร่งแข็งในปริมาณที่มากเกินไป จะเป็นอุปสรรคต่ออายุการเก็บรักษากาวและเพิ่มการเกิดการแข็งตัวก่อนของกาว การเพิ่มสัดส่วนของสารผ่อนความเป็นกรดด่าง ชนิดแอมโมเนียยังสามารถช่วยลดสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ได้ด้วย เพิ่มความชื้นของแผ่นชิ้นไม้ในแผ่นเตรียมอัด และระยะเวลาการอัดให้นานขึ้น เนื่องจากระยะเวลาการอัดที่นานขึ้น และปริมาณไอน้ำที่ระเหยออกมามากขึ้นจะลดปริมาณสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ ลดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของโรงงาน

กาวฟีนอล - ฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenal - Formaldehyde) เป็นกาวอีกชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด นอกจากกาวยูเรียเพื่อต้องการให้แผ่นชิ้นไม้อัดที่มีความทนทานมากขึ้นเพื่อใช้งานภายนอกอาคาร แต่ก็ยังมีการใช้กาวฟีนอลิคนี้เฉพาะในกรณีการใช้งานที่ต้องการความคงทน

ของแผ่นเพิ่มขึ้นเท่านั้น เนื่องจากกาวฟีนอลิคนั้นมีราคาแพงกว่า และต้องการระยะเวลาในการแข็งตัวที่นานกว่า

2.3.4 สารเร่งแข็ง (Catalysts or Hardeners)

สารเร่งแข็ง เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาแข็งตัวของกาวให้เร็วขึ้น ลดระยะเวลาในการอัดร้อนให้สั้นขึ้น สารเร่งแข็งมี 2 ชนิด คือ สารเร่งแข็งทั่วไป (Common Catalysts) และสารเร่งแฝงภายใน (Latent Catalysts) สารเร่งแข็งมักผสมเป็นเนื้อกาว ไม่มีผลต่อการเก็บรักษา หรือการขนส่งแต่อย่างไร แต่จะเกิดปฏิกิริยาเป็นสารเร่งแข็งทันทีที่ได้รับความร้อนที่ได้รับในขณะอัดแผ่นเตรียมอัด (Mat) สารเร่งแฝงนี้ผู้ผลิตมักปิดเป็นความลับทางค้าการค้า แต่สารเร่งแข็งที่ในโรงงานใช้ผสมกาวทั่วไปได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (Ammonium Sulfate) และแอมโมเนียมคลอไรด์ (Ammonium Chloride) ซึ่งเป็นสารเร่งสำหรับกาว ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เมื่อเติมสารเร่งเหล่านี้ในกาวแล้ว จะทำปฏิกิริยากับฟอร์มัลดีไฮด์ที่เหลือใช้ในกาว เกิดเป็นแฮกซามีนและกรดแก่ทำให้ส่วนผสมกาวเป็นกรดมากขึ้น ปฏิกิริยาแข็งตัวของกาวก็จะเกิดเร็วขึ้น จึงส่งผลให้อายุการใช้งานของกาวสั้นลงด้วย (Short pot life) สารเร่งแข็งเหล่านี้ใช้ผสมเพียงร้อยละ 0.25-1.5 ของน้ำหนักกาวแห้ง โดยมักจะใช้ในรูปสารละลายน้ำที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20-30

2.3.5 สารผ่อนความเป็นกรดด่าง (Buffers)

สารผ่อนความเป็นกรดด่าง หรือเรียกว่า สารปรับสภาพเป็นสารอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้อยู่ในโรงงาน เป็นสาระสำคัญที่ปรับสภาพกาวให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น นอกจากนี้ยังใช้เติมปริมาณที่เพิ่มขึ้นในส่วนของกาวที่ผสมกับชิ้นไม้ซึ่งใช้ทำผิวหน้า เพื่อปล่อยให้แผ่นเตรียมอัดมีความคงสภาพกันก่อนที่กาวจะเกิดการแข็งตัว โดยเฉพาะที่ชั้นผิวหน้า ซึ่งได้รับความร้อนจากแท่นอัดก่อนทันที สารผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างที่ใช้ ได้แก่ แอมโมเนียไฮดอกไซด์ แอมโมเนีย เฮกซามีน ยูเรีย และเมลามีนในปริมาณเล็กน้อยร้อยละ 0.25-1.0 หรือตามความเหมาะสมในสายการผลิต การใช้สารปรับสภาพบางตัวที่มากเกินไปเป็นผลเสียต่อกาว เนื่องจากจะทำให้อัตราการแข็งตัวเร็วขึ้นส่งผลให้ความแข็งแรงและความคงขนาดของแผ่นที่ผลิตต่ำลง

2.3.6 สารเคลือบผิวกันซึม (Sizing Agent)

สารวัตถุดิบที่สำคัญอีกตัวหนึ่งที่ใช้ผสมในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดคือสารกันซึมเพื่อลดการดูดซึมน้ำโดยปกติใช้ขี้ผึ้ง (Wax) เป็นสารกันซึมคุณสมบัติของขี้ผึ้งแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำมันดิบ (Crude Oil) ขี้ผึ้งเป็นผลิตผลรองที่ได้จากการกลั่นน้ำมันแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามการกลั่น คือ ส่วนบนสุดมีปริมาณมากเรียกขี้ผึ้งพาราฟิน (Paraffinic Waxes) ส่วนกลางเรียกว่า Intermediate Waxes ส่วนล่างมีปริมาณน้อยเรียกว่า Microcrystalline Waxes

คุณสมบัติในการเป็นสารเคลือบผิวกันซึม ขึ้นอยู่กับลักษณะผลึกของขี้ผึ้งแต่ละชนิด ขี้ผึ้งพาราฟินมีผลึกยาวเป็นรูปเข็ม จะมีความสามารถในการต้านทานน้ำดีที่สุด ส่วนผลึกของ Microcrystalline waxes มีลักษณะสั้นและมีกิ่งก้านรอบๆ จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำต่ำ

เพื่อให้การใช้สารเคลือบผิวกันซึมในแผ่นไม้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องเคลือบขี้ผึ้งให้ครอบคลุมพื้นที่บนชิ้นไม้หรือเส้นใยให้มากที่สุดหรือเป็นฟิล์มบางๆ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งต้องพิจารณาอย่างใกล้ชิด ได้แก่ วิธีการพ่น (Spray Application) การผสมกาวกับไม้ (Blanding) กรรมวิธีการอัดร้อน (Hot Pressing) และการกองสุมร้อน (Hot Stacking) เป็นต้น หากเทคนิควิธีการพ่นและการผสมไม่ดีขาดประสิทธิภาพ การอัดร้อนให้นานขึ้น และการสุมร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวของขี้ผึ้งจะช่วยให้การกันซึมดีขึ้น

การใช้ขี้ผึ้งเหลว (Molten wax) ในการพ่นจะกระจายตัวไปบนไม้ไม่ดีเท่ากับการใช้ขี้ผึ้งอิมัลชัน (Wax Emulsion) และต้องใช้ปริมาณขี้ผึ้งเหลวมากกว่าอิมัลชันด้วย เนื่องจากละอองของขี้ผึ้งเหลว ซึ่งจำเป็นต้องแยกพ่น จะมีขนาดละอองบนชิ้นไม้ประมาณ 10 ไมครอน ต่างจากเม็ดของขี้ผึ้งอิมัลชันที่มีอยู่เพียง 1–2 ไมครอน ดังนั้นการกระจายตัวของอิมัลชันจึงดีกว่าและยังใช้ปริมาณน้อยกว่าของขี้ผึ้งเหลวด้วย

2.3.7 สารเพิ่มอื่น (Other Additives)

ส่วนประกอบทั้ง 3 ชนิดคือ ไม้ กาว และขี้ผึ้ง ข้างต้นนับเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด แต่ก็มีการใช้สารเติมแต่งอื่นๆ เช่น สารหน่วงไฟ (Fire Retardant) และน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ (Preservatives) บางชนิดในปริมาณจำกัดอยู่บ้าง เพื่อผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดที่ต้องนำไปใช้งานในที่ ๆ มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้ และที่ ๆ อาจถูกโรครา แมลง เข้าทำลายได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีการใช้สารผสมเพิ่ม อื่น ๆ อีกหลายชนิดได้แก่

สารป้องกันรักษาเนื้อไม้ ได้แก่ สารประกอบเพนต้าคลอโรฟีนอล และเพนต้าคลอโรฟีเนต สารประกอบบอริค-บอแร็กสารไพรีทอยด์ สาร CCA (Chromated Copperarsenate) สาร ACA (Ammoniacal Copper Arsenite) ปริมาณที่ใช้ราวร้อยละ 0.25-2

สารหน่วงไฟที่ใช้กับการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด ได้แก่ แอมโมเนียโบรไมด์ โบริคแอซิด แอมโมเนียมฟอสเฟต แอมโมเนียมซัลเฟต ไดโซเดียมออกตร้าบอเรตเตตร้าไฮเดรต ซิงค์คลอไรด์ โซเดียมอาร์ซิเนต ฯลฯ การผสมในแผ่นชิ้นไม้อัดสามารถผสมได้หลายที่ ได้แก่ ผสมกับชิ้นไม้สับก่อนการย่อยให้เล็กลง ผสมกับกาวในเครื่องกวนกาว ผสมกับชิ้นไม้ในเครื่องผสมกาว และผสมไปบนแผ่นเตรียมอัดก่อนการอัดร้อน ปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารหน่วงไฟ

สารลิกนินซัลไฟเนต (Lignin Sulfonates) เป็นสารที่เหลือทิ้งจากโรงงานผลิตเยื่อซัลไฟต์ มีราคาถูก สามารถนำสารเหลือทิ้งนี้มาผสมเป็นสารเพิ่มเติม (Extenders) กับกาวยูเรียฟลอมัลดีไฮด์ชนิด E2-3 (Non – Lean Glues) และกาวฟีนอล – ฟอร์มัลดีไฮด์ ได้ถึงร้อยละ 20 เป็นอย่างต่ำซึ่งไม่ทำให้ความแข็งแรงลดลงแต่อย่างใด

สารโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) พบว่ามีการใช้ทั้งสารโซเดียมคลอไรด์ล้วนๆ หรือผสมกับ ยูเรีย และฟอร์มัลดีไฮด์ เพื่อใช้ผสมในกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ในการทำแผ่นชิ้นไม้อัด สารโซเดียมคลอไรด์สามารถปรับปรุงคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ได้ แต่มีปัญหาที่อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะได้

สารประเภทแป้งโพลิเมอร์ (Polymer / Starch materials) เป็นสารสังเคราะห์ของแป้งกับ โพลิเมอร์ที่ผลิตขึ้นเป็นตัวกวาดไล่ (Scavengers) สารละเหยฟอร์มัลดีไฮด์ที่มากเกินไปและในขณะเดียวกันก็ใช้เป็นสารผสมเพิ่ม (Extenders) ในกาวด้วยซึ่งสามารถใช้ผสมในกาวได้ถึงร้อยละ10 ของกาว

สารดักจับหรือกวาดไล่ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde catchers and scavengers) เป็นสารเคมีสังเคราะห์ทางการค้าชนิดต่างๆ เช่น Sacol (TOA), FC 404 (Bison ACM Chemical) เป็นต้น ผลิตขึ้นเพื่อใช้ลดปริมาณสารละเหยฟอร์มัลดีไฮด์ภายใต้แผ่นบอร์ดโดยเฉพาะ ส่วนใหญ่ใช้ผสมกับกาวได้ เพื่อลดขั้นตอนปฏิบัติและการลงทุนเครื่องมือเพิ่มของโรงงาน [7]

2.3.8 กรรมวิธีและขั้นตอนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด

ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard) นั้น นอกจากวัตถุดิบอันได้แก่ ไม้ กาว และสารเติมแต่ง แล้ว จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการผลิตเพื่อผสมวัตถุดิบทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วก่อตัวเป็นรูปร่างลักษณะแผ่น (Boards) ที่มีความแข็งแรง คงสภาพเป็นแผ่นให้ใช้งานเป็นนาน ๆ กระบวนการผลิตจึงเป็นหัวใจสำคัญหลักที่สำคัญที่สุดในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด คุณภาพและการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่า ย่อมได้จากเทคโนโลยีกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพกว่า

สายการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดมี 2 ระบบ คือระบบการอัดแบบกระทุ้ง (Extrusion) และการอัดแบบราบ (Flat–platen) การอัดแบบกระทุ้งมีข้อจำกัดมากมาย เช่น ต้องเลือกวัตถุดิบไม้ที่สมบัติโครงสร้างของเนื้อไม้ไม่ถูกทำให้เสียหายไป เพราะการฉีกขาดของเนื้อไม้ในชิ้นไม้นั้น จะเป็นผลให้ความแข็งแรงของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตได้ลดต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากไม้ที่สมบูรณ์กว่า

วิธีหรือกระบวนการเตรียมชิ้นไม้ มีหลายวิธีด้วยกัน การจะเลือกใช้แบบใดในโครงงาน แผ่นชิ้นไม้อัด ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่จะใช้เตรียมชิ้นไม้ และชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่จะผลิต คุณภาพของชิ้นไม้ที่ได้จากแต่ละวิธี ประกอบด้วย ความชื้นของวัตถุดิบ รูปร่างของวัตถุดิบ และการ

บำรุงรักษาเครื่องมือที่ดี คุณภาพของชิ้นไม้ที่ดีไม่สามารถรับรองถึงคุณภาพของแผ่นชิ้นไม้อัด แต่แผ่นชิ้นไม้อัดที่มีคุณภาพสูง ไม่สามารถผลิตจากชิ้นไม้ที่มีคุณภาพต่ำ

การต้องการให้ได้แผ่นชิ้นไม้อัดที่มีความแข็งแรงสูง ผิวหน้าเรียบ และมีการพองตัวที่สม่ำเสมอ การผลิตแผ่นชิ้นไม้ต้องได้ชิ้นไม้ที่เหมือนกัน (Homogeneous Material) มีสัดส่วนของความเหนียวสูง (ชิ้นไม้ที่ยาว บาง) ไม่มีชิ้นไม้ที่เกินขนาด ไม่มีผงหรือฝุ่น หากพิจารณาในแง่ของกระบวนการผลิตข้อกำหนดของขนาดชิ้นไม้ในอุดมคติก็แตกต่างกัน ในกรณีของแผ่นชิ้นไม้อัดแบบลดหลั่น (Graduated Board) ยอมรับความแตกต่างได้กว้างกว่า กรณีของแผ่นชิ้นไม้อัดแบบ 3 ชั้น ชิ้นไม้ชั้นไส้ควรจะยาวกว่าชิ้นไม้ชั้นผิวที่สั้นกว่า บางกว่า และเล็กกว่า สำหรับแผ่นปาร์คติเกิลแบบ 5 ชั้น หรือหลายชั้น ชิ้นไม้ที่อยู่ระหว่างชั้นผิวและชั้นไส้ควรเป็นชิ้นไม้ที่ยาวและบาง เพื่อให้การโรยผิวหน้าด้วยชิ้นไม้ละเอียดสามารถกระทำได้ง่าย และทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดที่มีแรงตัด และความเหนียวสูง สิ่งนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับชั้นไม้ที่โรยผิวหน้าละเอียดไว้ทางด้านบน เพราะสามารถหล่นลงสู่แกนกลางก่อนที่จะทำการอัดได้ จะทำให้ได้แผ่นที่มีผิวหยาบแทนที่จะได้ผิวที่ราบเรียบ

2.3.8.1 การอบชิ้นไม้ (Particle Drying)

ชิ้นไม้ที่ใช้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด จะถูกอบแห้งให้ได้ความชื้นต่ำ ๆ อย่างสม่ำเสมอก่อนผสมกับกาวเครื่องอบที่ใช้ในอุตสาหกรรมนี้มีหลายประเภท ปัจจุบันนิยมใช้เครื่องอบที่สามารถผ่านชิ้นไม้เข้าไปอย่างรวดเร็วในกระแสอากาศร้อนมาก ๆ และมีการหมุนเวียนอากาศอย่างรวดเร็ว เพื่อลดระยะเวลาในการอบให้สั้นที่สุด ความชื้นออกไปจากชิ้นไม้อย่างรวดเร็วทั้งยังสามารถป้องกันการลุกติดไฟของชิ้นไม้ที่อบนาน ๆ ชิ้นไม้จะแห้งเร็วจนมีความชื้นร้อยละ 3- 5 (เทียบกับน้ำหนักอบแห้งของไม้) ตามต้องการด้วยเครื่องอบเชิงพาณิชย์ ชิ้นไม้จะถูกส่งผ่านเข้าไปอย่างรวดเร็วในช่องปิดรูปทรงกระบอกหรือถังที่มีอุณหภูมิสูงจากการเผาไหม้จากน้ำมัน แก๊ส ถ่านหิน หรือเศษไม้ การระเหยของน้ำและระยะเวลาที่อยู่ในช่วงความร้อนสูงที่สั้นจะทำให้โอกาสที่เกิดเพลิงไหม้ได้น้อยที่สุด การใช้เครื่องมือตรวจวัดความชื้นของชิ้นไม้ที่ได้ออกมาอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้สามารถกำหนดระยะเวลาที่อยู่ในช่องความร้อนได้ถูกต้องเพื่อป้องกันการอบแห้งที่น้อยไป หรือมากไประยะเวลาของชิ้นไม้ที่อยู่ในช่องร้อน (Chamber) และการปรับปริมาณการใช้เชื้อเพลิง เป็นวิธีที่นิยมในการเปลี่ยนแปลงความชื้นของชิ้นไม้ที่จะได้ออกมา แต่ควรหลีกเลี่ยงการใช้ชิ้นไม้เปียกก่อนอบที่มีความชื้นไม่สม่ำเสมอ หรือขึ้นลงอย่างรวดเร็ว

เครื่องอบชิ้นไม้ในเชิงพาณิชย์มีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ คือ เครื่องอบแบบแรก มีการใช้ก่อนไม่ต่ำกว่า 40 ปีแล้ว และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมการเกษตร (Agricultural Industry) เช่น พวกพืชผลทางการเกษตรต่าง ๆ ซึ่งเครื่องอบแห้งแบบหลัง เพิ่งมีการ

นำมาใช้ในยุโรปเมื่อ 20 ปี หลังนี้การเลือกใช้เครื่องอบชนิดใดขึ้นอยู่กับการออกแบบโรงงาน และมูลค่าการลงทุน แต่ละแบบของเครื่องอบก็ยังมีแบ่งออกไปอีกหลายชนิด ส่วนการเลือกหาขนาดของเครื่องอบใหญ่เล็กเพียงใดขึ้นอยู่กับ ปริมาณของน้ำในชิ้นไม้ที่ต้องการระเหยออกไปปริมาณของชิ้นไม้ที่ต้องการอบให้เพียงพอต่อสายการผลิต ลักษณะของขนาดและรูปร่างของชิ้นไม้ที่มีผลต่อความยาวของเครื่องอบในระหว่างเวลาอบ

2.3.8.2 การคัดแยกชิ้นไม้ (Particle Classification)

ชิ้นไม้ที่ได้จากการแปรรูปเพื่อลดขนาดในขั้นตอนแรกมีขนาดใหญ่เล็กคละปนกันอยู่หลาย ขนาด จึงจำเป็นต้องทำการคัดแยกชิ้นไม้ออกให้มีความสม่ำเสมอเพื่อให้แผ่นที่ได้มีโครงสร้างวิศวกรรม (Engineering Structure) ที่ดี โดยเฉพาะการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดลดหลั่น และ 3 ชั้น ซึ่งต้องการผิวหน้าละเอียดสวยงาม การคัดจึงต้องแยกชิ้นไม้ละเอียดออกจากชิ้นไม้หยาบส่วนชิ้นไม้ที่ใหญ่เกินไปจะถูกคัดออกเพื่อนำไปย่อยอีก แล้วนำกลับมาคัดแยกใหม่ นอกจากนี้ยังเป็นผลดีต่อขั้นตอนการผสมกาวกับชิ้นไม้ที่มีขนาดเดียวกัน โดยทั่วไปการคัดขนาดชิ้นไม้นิยมทำหลังจากการอบ สามารถแยกสายการผลิตชิ้นไม้หยาบและละเอียดได้ ซึ่งก็หมายถึง การลงทุนที่สูง สามารถใช้การคัดขนาดชิ้นไม้ก่อนการอบได้และเป็นผลดีต่อขั้นตอนการอบที่สามารถใช้พลังงานความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังทำให้ชิ้นไม้ที่อบได้มีความชื้นที่แน่นอนสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้ขั้นตอนการผสมกาวและการอัดมีประสิทธิภาพมากขึ้น การคัดแยกชิ้นไม้มีอยู่ 3 วิธี คือ การร่อน (Screening) เป็นการคัดแยกตามขนาดของชิ้นไม้ (Size) การคัดแยกโดยอากาศ (Air Classification) เป็นการแยกตามน้ำหนักพื้นผิว (Surface to Weight) ของชิ้นไม้ และการร่อนผสมกับการคัดแยกด้วยอากาศ

การร่อน หมายถึง การนำเอาชิ้นไม้ผ่านไปบนตะแกรงที่มีขนาดช่องตะแกรงตามกำหนดโดยชิ้นไม้ที่มีขนาดเล็กต่ำกว่าความต้องการผ่านลอดตะแกรงออกไป การร่อนมีลักษณะของการร่อนอยู่ 2 แบบ คือ แบบสั่น (Vibrating) และแบบเขย่า (Shaking) หรือหมุน (Gyratory) หลักการพิจารณาในการเลือกใช้งานแต่ละแบบต้องพิจารณาจากความต้องการในการคัดแยกชิ้นไม้ 2 กรณี คือ กำลังความสามารถในการร่อน (Capacity) และ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ของการร่อนว่าต้องการร่อนชิ้นไม้ที่ป้อนเข้าไปในเครื่องเป็นปริมาณมาก ๆ หรือต้องการได้ปริมาณของชิ้นไม้ที่มีขนาดต้องการในสายการผลิตมากที่สุด เมื่อเทียบกับจำนวนชิ้นไม้ที่ป้อนเข้าไปในเครื่องร่อน โดยมีปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการร่อน ได้แก่ ความหนาแน่นของชิ้นไม้ทั้งกอง (Bulk Density) รูปร่างของชิ้นไม้ (Particle Sharp) ความชื้นของชิ้นไม้ (Moisture content) อัตราการป้อนชิ้นไม้เข้าเครื่องร่อน (Feed Rate) ระยะเวลาในการร่อน (Retention time) ลักษณะพื้นผิวของตะแกรงร่อน (Screening Surface) และความถี่รวมทั้งช่วงกว้างของการร่อน (Frequency and Amplitude of

Screening) ดังนั้นจึงเป็นการลำบากที่จะเจาะจงเลือกชนิดของเครื่องร่อนให้ดีที่สุดสำหรับใช้ในโรงงานใดโรงงานหนึ่ง จำเป็นต้องหาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมก่อนภายในห้องปฏิบัติการ (Laboratory tests) เพื่อเลือกชนิดการร่อนและสภาวะที่ดีของปัจจัยกระทบข้างต้นต่อการผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป ในอุตสาหกรรมมักนิยมเครื่องร่อนแบบเขย่า (Shaking) หรือการหมุน (Gyrating) โดยใช้ความเร็วในการร่อนที่ช้า (Low Speed) แต่มีช่วงการเขย่าที่กว้าง การผสม (Blending)

การรวมกาว ขี้ผึ้ง และสารผสมชนิดอื่น ๆ กับชิ้นไม้แห้งเรียกว่าการผสมคลุกเคล้า (Blending) ซึ่งโดยทั่วไปกระทำโดยการสเปรย์ กาว น้ำ และขี้ผึ้งอิมัลชันไปบนชิ้นไม้ขณะเคลือบผ่านอยู่ในเครื่องคลุกเคล้า โดยปกตินิยมคิดเทียบจากน้ำหนักอบแห้งของชิ้นไม้ ยังไม่มีความพยายามใช้เทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดของชิ้นไม้ ฉะนั้นชิ้นไม้ขนาดเล็กกว่าซึ่งมีพื้นที่ผิวมากกว่าเมื่อเทียบเป็นสัดส่วนน้ำหนักกับชิ้นไม้ที่ใหญ่กว่า จะทำให้ได้รับปริมาณกาวเป็นน้ำหนักได้มากกว่า หากพื้นที่ผิวทั้งสองชิ้นไม้ไม่รับปริมาณกาวต่อพื้นที่เท่ากัน ความแข็งแรงของแผ่นปาร์คติเกิลขึ้นอยู่กับการจับยึดติดระหว่างชิ้นไม้ (Interparticle Blending) เมื่อชิ้นไม้มีขนาดเล็กลงย่อมต้องการยึดจับติดกันระหว่างชิ้นไม้ต่อน้ำหนักมากขึ้นเพื่อผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดให้มีความหนาแน่นเดียวกัน ดังนั้นชิ้นไม้ที่มีขนาดเล็กกว่า จำเป็นต้องได้รับระดับปริมาณกาวที่มากกว่าเมื่อใช้กาวที่คำนวณเป็นน้ำหนักต่อชิ้นไม้ด้วยเหตุผลข้างต้น จึงนับเป็นจุดสำคัญของการผสม ที่จะต้องนำไปใช้โรยในแผ่นเตรียมอัด (Mat Forming) ต่อไป เนื่องจากว่าโดยปกติชิ้นไม้ขนาดเล็กมักนำไปใช้เป็นผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัด เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพของผิวหน้าและความเรียบของแผ่น ดังนั้นชิ้นไม้ชั้นผิวหน้าซึ่งมีขนาดเล็กจึงต้องใช้ปริมาณกาวมากกว่าชิ้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ และมีพื้นที่ผิวน้อยกว่า

วิธีการผสม เป็นขั้นตอนการผสมที่สำคัญ ที่จะได้แผ่นปาร์คติเกิลที่มีคุณภาพการกระจายของกาว และสารผสมอื่น ๆ ที่ไม่สม่ำเสมอจะส่งผลให้บริเวณนั้นมีการจับยึดกันระหว่างชิ้นไม้ต่ำ และทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดไม่แข็งแรง การใช้เครื่องวัดที่ดีสำหรับหาปริมาณของกาวและการไหลของชิ้นไม้ ที่จะส่งผ่านไปยังเครื่องคลุกเคล้านั้นจะทำให้การผสมมีความเหมาะสมที่สุด

ปัจจัยต่าง ๆ ที่ควรพิจารณาในระหว่างการใช้กาวทั้งก่อนผสม และหลังผสมกับชิ้นไม้มี ดังนี้

1) ปัจจัยที่ควรพิจารณาก่อนการผสมกาวกับชิ้นไม้มี ดังนี้

(1) ความหนาของชิ้นไม้ที่สม่ำเสมอ เป็นความจำเป็นเบื้องต้นต่อการหาปริมาณกาวที่มีอยู่ในแผ่นชิ้นไม้อัด

(2) การลดความผันแปรในขนาดรูปร่างของชิ้นไม้ให้ได้รูปเดียวกันมากที่สุดก็จะเป็นผลต่อการใช้กาว

(3) พื้นผิวของชิ้นไม้ ควรมีคุณภาพดี เพื่อให้กาวเกาะติดอยู่บนผิวและแพร่กระจายได้ดี

(4) ควรควบคุมปริมาณความชื้น ให้มีความผันแปรน้อยที่สุดเพราะจะช่วยลดผลในทางลบ เกี่ยวกับคุณลักษณะการไหลของกาว (Flow of Resin) และหลีกเลี่ยงการเกิดระเบิดหรือโป่งพอง (Blows) ในแผ่นที่อัดแล้ว

(5) คัดเลือกกาวเรซินให้เหมาะสมและปรับปรุงให้ตรงกับความต้องการเป็นพิเศษ

(6) การเคลือบผิวด้วยขี้ผึ้ง (Wax Sizing) ควรมุ่งเข้าไปที่หน้าที่หลักของการเคลือบหรือฉาบนี้ว่า เพื่อช่วยให้กาวกระจายไปให้ทั่วชิ้นไม้ (Resin Distribution) และแพร่ไปบนพื้นผิวได้ดีโดยเฉพาะในกรณีผสมกาวโดยใช้กาวรูปผง

(7) ป้องกันกาวเรซินให้อยู่ในสภาพที่ดี หลีกเหลี่ยงสภาวะต่าง ๆ ที่มีผลเสียต่อกาวในระหว่างการเก็บและการเคลื่อนย้าย

(8) คอยระมัดระวังการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกาวและขี้ผึ้ง

2) ปัจจัยที่ควรพิจารณาระหว่างการผสมกาวกับชิ้นไม้ มีดังนี้

(1) ศึกษาการแพร่กระจายกาวให้ทั่วชิ้นไม้ทั้งกองโดยพิจารณาจากชนิดของเครื่องผสม (Type of Blender) อัตราความเร็วในการหมุน (Rotation Speed) ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคลุกเคล้า (Optimum Dwell Time) และอัตราการป้อนชิ้นไม้ลงไปผสม (Feed Rate of Furnish)

(2) ระบบการชั่งตวงวัด (Metering System) สำหรับไม้ กาว และสารเติมแต่งควรมีความเที่ยงตรงและไว้ใจได้ เพื่อจะได้ป้อนหรือไหลเข้าสู่กระบวนการผลิตได้อย่างพร้อมเพียงกัน

3) ปัจจัยที่ควรพิจารณาหลักการผสมกาว

(1) หลีกเลี่ยงปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจเป็นสาเหตุทำให้กาวบนชิ้นไม้ที่ผสมแล้วได้รับการสั่นสะเทือนหลุดออกน้อยลงไป หรือเกิดการเกาะรวมกันเป็นก้อนระหว่างการส่งสายพานหรือการโรยแผ่น

(2) ปกป้องกาวจากการเกิดการแข็งตัวก่อน (Pre Cure) ระหว่างการป้อนเข้าอัดหรือในระหว่างการอัด

ในหลักการของการพัฒนาคุณภาพของแผ่นชิ้นไม้อัด การแยกผสมสารเติมแต่งอื่น เช่น สารกันน้ำ และสารป้องกันรักษาเนื้อไม้กับชิ้นไม้โดยตรงไม่รวมกับกาว เป็นสิ่งที่ดี เนื่องจากทำให้สารเติมแต่งและกาวแสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารแต่ละชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด แต่ในทางปฏิบัติผู้ประกอบการอุตสาหกรรมกับพบว่า การรวมสารเติมแต่งกับกาวแล้วกวนให้เข้ากันดีก่อนแล้วผสมกับชิ้นไม้มีข้อดีหลายประการ ได้แก่ การลงทุนเครื่องมือขั้นต้นต่ำกว่า การผิดพลาดจากการปฏิบัติงานของคนน้อยกว่า และการบำรุงรักษาต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ตามการตรวจวัดปริมาณของส่วนผสมในการเติมสารแต่ละชนิดเข้าด้วยกันก็จะต้องระมัดระวังให้เกิดความถูกต้องเช่นเดียวกันการตรวจวัดที่หัวพ่น หากเปรียบถึงการคล่องตัว (Flexibility) ในการปรับลดหรือเพิ่มปริมาณของสารเคมี ที่จะใช้กับการเปลี่ยนคุณสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดในการผลิตแต่ละครั้งนั้น การแยกผสมมีความคล่องตัวกว่าการรวมผสม ดังนั้นผู้ควบคุมการผสมกาวกับสารเติมแต่งจึงต้องปฏิบัติงานอย่างถูกต้องด้วยความรอบคอบที่สุดการพิจารณาการใช้สารเร่งแข็งกับกาวที่จำเป็นต้องทราบได้แก่ ความเป็นกรดของไม้ (pH of Furnishes) ความสามารถในการผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างของไม้ (Buffering Capacity) ปริมาณการเกิดสารระเหยได้ที่มีฤทธิ์เป็นกรดของไม้ (Free Volatile Acid Content) หากความเป็นกรดของไม้ที่ใช้ในการผลิตแต่ละครั้ง (Batch) ผันแปรต่างกันมาก รวมทั้งการใช้ไม้หลายชนิดผสมกัน การใช้กาวและปริมาณสารเร่งแข็งจะมีความยุ่งยากซับซ้อนขึ้น

ในการเปรียบเทียบปริมาณการใช้กาว และสารเติมแต่งทุกชนิดควรคำนวณเป็นปริมาณ เนื้อสารแข็ง (Solid Content) จากฐานน้ำหนักอบแห้งของไม้ที่ใช้ผสม ส่วนปริมาณการใช้กาวของสายการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดชั้นเดียว สามารถใช้ปริมาณชนิดเดียวได้เนื่องจากชิ้นไม้เป็นขนาดเดียวกันทั้งหมด แต่ในสายการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดลดหลั่นและสามชั้น ซึ่งใช้ชิ้นไม้หยาบเป็นชั้นไส้ และชิ้นไม้ละเอียดเป็นชั้นผิว จำเป็นต้องใช้ปริมาณกาวสำหรับชิ้นไม้หยาบและละเอียดต่างกัน เนื่องจากชิ้นไม้ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific surface area) สูงกว่า จึงต้องใช้ปริมาณกาวมากกว่า ปริมาณการใช้กาวชนิดต่าง ๆ ในโรงงานผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดโดยทั่วไปมีการใช้กันอยู่ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการใช้กาวชนิดต่าง ๆ ในโรงงานผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด

ชนิดของกาว	ที่บริเวณชั้น	แผ่นมาตรฐานปกติ	แผ่นต้านทานน้ำ
กาวยูเรีย – ฟลอมัลดีไฮด์	ผิว	10 - 12	-
	ไส้	6 - 8	-
กาวฟีนอล – ฟลอมัลดีไฮด์	ผิว	9 - 10	9 - 12
	ไส้	6 - 7	7 - 9
กาวไอโซไซเนต	ผิว	3 - 4	6 - 8
	ไส้	2 - 3.5	5 - 7

ที่มา : [5]

หากเปรียบเทียบราคาต้นทุนระหว่างกาวแต่ละชนิด คิดเป็นสัดส่วน ได้ดังนี้ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : เมลามีนยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ : กาวไอโซไซเนต เท่ากับ 1.0 : 2.0 : 2.5 : 3.5

วิธีการผสมกาวหรือสารเติมแต่งอื่นกับชิ้นไม้ที่มีการปฏิบัติมาจนถึงปัจจุบันมีการใช้อยู่ 3 ระบบคือระบบสัมผัสและเสียดสี (Contact and Friction System) ระบบการกระจายกาวด้วยลูกกลิ้ง (Apreader Roll System) และระบบการทำให้เป็นละอองกาว (Atomization System)

2.3.8.3 การเตรียมแผ่นก่อนอัด (Mat Formation)

เป็นกรรมวิธีการโรยชิ้นไม้ที่ผ่านการผสมกาว และสารผสมอื่น ๆ ลงบนสายพานที่เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง เครื่องโรยชิ้นไม้ที่มีอุปกรณ์ที่ทันสมัยและความเที่ยงตรงมากขึ้น ส่งผลให้การโรยแผ่นเกิดความสม่ำเสมอและมีความผันผวนของความหนาแน่นภายในแผ่นน้อยกว่าเครื่องรุ่นก่อน ๆ วิธีการโรยชิ้นไม้เป็นแผ่น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการปฏิบัติงานอย่างอัตโนมัติทั้งระบบ โดยชิ้นไม้จะตกลงมาจากที่โรยชิ้นไม้จะมีมากกว่า 1 เครื่องเพื่อทำแผ่นเตรียมอัด (Form Mat) ให้ได้ความหนาตามต้องการ เนื่องจากเครื่องโรยชิ้นไม้หลายเครื่อง จะทำให้แผ่นเตรียมอัดมีความสม่ำเสมอมากกว่า เพราะแต่ละเครื่องโรยชิ้นไม้จะโรยผ่านชิ้นไม้ทีละน้อย นอกจากนี้การใช้เครื่องโรยชิ้นไม้หลายเครื่อง ยังสามารถทำแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดชั้นได้ด้วย โดยมีชิ้นไม้ขนาดใหญ่กว่าชั้นไส้ และชิ้นไม้ขนาดเล็กเป็นชั้นผิว ความเที่ยงตรงและสม่ำเสมอในการโรยชิ้นไม้เป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างมากในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด หากการทำแผ่นเตรียมอัดแล้วเกิดความผันผวน จะไม่สามารถแก้ไขได้เลย และส่งผลเสียให้กับแผ่นชิ้นไม้อัดที่เสร็จแล้ว

เครื่องโรยชิ้นไม้ (Forming Machines) มีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ละชนิดจะได้รับการออกแบบเพื่อการใช้ของแต่ละชนิดของชิ้นไม้วัตถุดิบ กาว และผลิตภัณฑ์สุดท้ายของแผ่นชิ้นไม้อัดว่าเป็นประเภทใด และยังต้องเข้ากันได้กับสายการผลิตอื่น ๆ ของโรงงานด้วย สำหรับสายการผลิตที่ใช้กาอัดแบบหลายช่องอัด(Multi Opening Presses) เครื่องโรยชิ้นไม้จะอยู่กับที่ ส่วนสายการผลิตที่ใช้ช่องอัดเดียว (Single Opening Presses) ทางโรงงานต้องใช้เครื่องโรยชิ้นไม้ที่ต้องการเคลื่อนที่ได้ และต้องใช้สายพานเหล็กสายพานเดียว (Single Steel Belt) ในการเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องโรยชิ้นไม้ และเครื่องอัด ดังนั้น เมื่อมีการอัดเกิดขึ้นสายเหล็กนี้ก็ต้องหยุดเคลื่อนที่ ณ เวลานี้เองเครื่องโรยชิ้นไม้ก็จะเคลื่อนที่ไปยังส่วนต้นของสายพานเพื่อโรยชิ้นไม้แผ่นใหม่ลงมา ดังนั้น การโรยชิ้นไม้ในสายการผลิตนี้จึงต้องกระทำแบบ เดิน ๆ หยุด ๆ ไม่ต่อเนื่อง ปัจจุบันนี้จึงได้มีการพัฒนาการอัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Presses) และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย การอัดต่อเนื่องจะทำให้สายการผลิตเป็นไปแบบต่อเนื่องไม่ต้องหยุด ทั้งสามารถเพิ่มกำลังการผลิตของงานให้สูงขึ้นด้วย

การเตรียมแผ่นก่อนอัด (Form Mat) ให้มีความสม่ำเสมอ (Uniformity) ตลอดทั่วทั้งแผ่นเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในกระบวนการผลิต หากแผ่นที่โรยชิ้นไม้มีการกระจายของชิ้นไม้ไม่สม่ำเสมอจะมีผลกระทบต่อคุณภาพทางกายสมบัติให้เกิดความผันผวนขึ้นได้ ความหนาแน่นภายในแผ่นก็จะไม่เท่ากัน ผันผวนเป็นวงกว้างและจะเกิดการคืนตัวทางความหนา (Thickness Springback) ที่มากเกินไปในบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงกว่า นอกจากนี้การโรยแผ่นที่ไม่สม่ำเสมอกัน ก็ยังไม่ก่อให้เกิดการโค้งงอหรือการบิดตัวของแผ่นได้ และอาจทำให้สภาพทั่วไปทางภายนอกของแผ่นเช่น ผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดไม่สวย ลักษณะขอบแผ่นที่ไม่ราบเรียบ ซึ่งก็จะทำให้ลูกค้าไม่พึงพอใจได้ยิ่งกว่านั้นแผ่นเตรียมอัดที่ได้จากการโรยชิ้นไม้ไม่สม่ำเสมอก็ยังเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายในขณะอัดร้อนด้วย

2.3.8.4 กรรมวิธีการอัด (Pressing Operation)

กรรมวิธีการอัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างมากและขึ้นอยู่กับขบวนการผลิตต่าง ๆที่ผ่านมาแล้วอย่างสูง หากแผ่นเตรียมอัดที่ทำขึ้นมีคุณภาพไม่ดี (Poor Mat) เมื่อนำไปอัดก็จะได้แผ่นไม้ที่มีคุณภาพไม่ดีเช่นกัน ในทำนองเดียวกันหากชิ้นไม้ที่ทำการผสมกับกาว แต่ได้รับกาวปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อการเชื่อมยึดเหนี่ยวกับชิ้นไม้ ซึ่งอาจมีสาเหตุจาการผสมที่ไม่ดี หรือในกรณีที่ขั้นตอนการอบไม่ดีพอ ชิ้นไม้มีความชื้นมากเกินไป แผ่นเตรียมอัดซึ่งเตรียมขึ้นจากชิ้นไม้ที่มีปัญหาเหล่านี้ หากนำไปเข้าขั้นตอนการอัดต่อไป ย่อมได้แผ่นชิ้นไม้อัดสุดท้ายที่มีคุณภาพต่ำ ขั้นตอนการอัดเป็นขั้นตอนที่ใช้เครื่องมือแพงที่สุดในการตั้งโรงงานผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดและเป็นขั้นตอนที่ควบคุมกำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ออกจากโรงงาน โดยพิจารณาจากระยะเวลาในการอัดสภาวะในการอัด

ที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพและใช้ระยะเวลาในการอัดสั้นที่สุด เร็วที่สุด ย่อมส่งผลดีต่อโรงงานเป็นการเพิ่มกำลังการผลิตให้แก่โรงงานได้ นอกจากนี้คุณสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดทางกลสมบัติและกายสมบัติที่ดี ยังขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการอัดด้วย

ปริมาณความชื้นของแผ่นเตรียมอัดที่จะเข้าทำการอัดร้อน เป็นสิ่งสำคัญต่อการอัดอย่างมากความชื้นที่มากเกินไปจะไปขัดขวางการยึดเหนี่ยวของชิ้นไม้ 2 ชิ้น ให้ช้าลงแผ่นชิ้นไม้อัดส่วนใหญ่จะเชื่อมติดกันที่ปริมาณความชื้นระหว่างร้อยละ 2 ถึงร้อยละ 18 ที่ปริมาณความชื้นสูงก็ต้องใช้ระยะเวลาอัดที่นานขึ้น และปริมาณความชื้นระดับต่ำ ก็มีปัญหาที่อยากต่อการอัดให้ได้ความหนาแน่นของแผ่นตามความต้องการ ปริมาณความชื้นของแผ่นที่ใช้ในการอัดอยู่ในช่วงระยะร้อยละ 7-16 ขึ้นอยู่กับการผลิตในแต่ละโรงงาน สำหรับการอัดแบบช่องอัดเดี่ยว (Single Opening Presses) ที่มีขนาดใหญ่ต้องการแรงอัดที่ใช้เวลาสั้นเพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุน ปริมาณความชื้นของแผ่นเตรียมอัดพยายามคุมให้อยู่ระหว่างร้อยละ 7-10

ลักษณะการกระจายความหนาแน่นลดหลั่นทางด้านหน้าตัด (Density Profile) เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัด ลักษณะการกระจายความหนาแน่นทางด้านหน้าตัดของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิต ส่วนใหญ่มีลักษณะที่ความหนาแน่นของผิวสูงกว่าความหนาแน่นในชั้นไส้ ดังนั้นคุณสมบัติของแผ่นในลักษณะนี้จะให้คุณสมบัติทางด้านแรงดัดและความแข็งตึงที่สูงขึ้น แต่แรงยึดเหนี่ยวภายใน (Internal Bond) จะลดลง แผ่นชิ้นไม้ที่มีคุณสมบัติข้างต้นนี้ เกิดจากการใช้ระยะเวลาในการปิดแท่นอัด (Press Closing Time) ที่เร็วเกินไปเป็นสาเหตุหนึ่ง การปรับปรุงอาจจะกระทำโดยการยืดระยะเวลาในการอัดให้ช้าลง นอกจากนี้การใช้อุณหภูมิในการอัดที่สูงขึ้นก็จะช่วยเพิ่มความหนาแน่นชั้นไส้ขึ้นได้ แต่ก็จะทำให้ความหนาแน่นชั้นผิวลดลงได้ เนื่องจากความร้อนจะเคลื่อนเข้าสู่ชั้นไส้เร็วขึ้น

ผิวหน้าของแผ่นเตรียมอัดจะได้รับความร้อนอย่างรวดเร็ว ให้มีอุณหภูมิเท่ากับแท่นขณะอัดร้อน น้ำอยู่ในชิ้นไม้ที่ผิวหน้าของแผ่นจะกลายเป็นไอและเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณที่เย็นกว่าของแผ่น ซึ่งก็คือ ชิ้นไม้บริเวณไส้ของแผ่นทำให้อุณหภูมิของแผ่นเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการรับความร้อนจากแท่นอัดผ่านมายังไม้ธรรมดา อย่างไรก็ตามการอัดก็มักจะอัดแผ่นจนได้รับความหนาที่กำหนด ก่อนที่จะได้รับความร้อนอย่างสมบูรณ์อีกทั้งความแข็งแรงในการต้านแรงอัดของไม้ (Compressive Strength) ก็จะต่ำลงอย่างมาก เมื่ออุณหภูมิของไม้ที่สูงขึ้น ดังนั้นเมื่อแผ่นถูกอัดในขณะร้อน บริเวณผิวหน้าของแผ่นจะได้รับความร้อนก่อนเท่านั้น ทำให้ไม้ที่ร้อนบริเวณผิวหน้านั้นถูกกดอัดเสียรูป ในลักษณะเช่นนี้แผ่นจะถูกอัดจนได้ความหนาตามต้องการก่อน ที่ความร้อนจะถึงชั้นไส้ของแผ่น จึงทำให้เกิดความลดหลั่นของความหนาแน่น ทางด้านแนวตั้ง (Vertical Density Gradient or

Density Profile) ให้ทิศทางด้านความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัดที่เกิดขึ้นในแนวราบนี้ ความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดโดยเฉลี่ยที่ผลิตได้ จึงเป็นค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นที่สูงในบริเวณชั้นผิว และความหนาแน่นที่ต่ำในบริเวณชั้นไส้ของแผ่นจากความแตกต่างความหนาแน่นนี้เป็นผลให้ความแข็งแรงด้านยึดเหนี่ยวตะปู และความต้านทานแรงเฉือน และความแข็งแรงด้านแรงดึงในบริเวณชั้นไส้ลดต่ำลง ความลดหลั่นของความหนาแน่นทางด้านแนวตั้ง (Vertical Density Gradient or Density Profile) ของแผ่นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการปรับอัตราความเร็วในการเคลื่อนปิดของแท่นอัด แต่อย่างไรก็ตามการใช้ระยะเวลาในการปิดแท่นอัดนานเกินไปอาจเกิดผลเสียทำให้กาวบนชิ้นไม้ บริเวณชั้นผิวหน้าของแผ่นแข็งตัวก่อนที่จะเกิดการติดกันระหว่างชิ้นไม้ (Interparticle Contace) อย่างเพียงพอ ลักษณะเช่นนี้มักเรียกว่า ชั้นผิวหน้าเกิดการแข็งตัวก่อน

ความชื้นที่เคลื่อนย้ายไปยังชั้นไส้ของแผ่นมักจะก่อให้เกิดปัญหาความลำบากในแผ่นชิ้นไม้อัดแบบอัดราบนี้ ความชื้นจะระเหยจากชั้นผิวทั้ง 2 ด้าน และเคลื่อนย้ายต่อไปยังชั้นไส้ ขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากผิวหน้าไปยังชั้นไส้ อย่างไรก็ตามในท้ายสุดอุณหภูมิของชั้นไส้ก็จะเพิ่มเกิน 100 องศาเซลเซียส ซึ่งก็จะเปลี่ยนให้น้ำกลายเป็นไอน้ำ ซึ่งไอน้ำก็ต้องพยายามหนีออกจากแผ่นระหว่างอัด หากระยะเวลาในการอัดนานไม่เพียงพอให้ไอน้ำหนีออกไป แผ่นก็จะเกิดการแยกชั้นอันเนื่องจากการอัดร้อนถูกเปิดและไอน้ำจำนวนนี้จะพุ่งออกมาอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้น้ำยังขวางการเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรซ์เซชันแบบควบแน่น (Condensation Polymerization) ของกาวจำกัดอัตราความเร็วในการแข็งตัว และทำให้ระยะเวลาในการอัดยาวนานขึ้น เพราะฉะนั้นนอกจากความชื้นในแผ่นเตรียมอัดจะช่วยให้ความร้อนถ่ายเทไปยังชั้นไส้ได้ แต่ก็เป็นผลให้จำกัดการแข็งตัวของกาว และยังเป็นแหล่งที่มีศักยภาพทำให้เกิดการแยกชั้น (Delarnination) บริเวณตรงกลางของแผ่นได้ด้วย การปรับให้ความชื้นของแผ่นเตรียมอัดให้สมดุลเหมาะสมทำได้ ขึ้นอยู่กับการผลิตของแต่ละโรงงานที่ต้องคำนึงถึงขนาดของชิ้นไม้ (Particle size and Species) เทคนิคที่นิยมใช้โดยทั่วไป วิธีหนึ่งคือการทำให้ชิ้นไม้อัดมีการกระจายของความชื้นที่ไม่สม่ำเสมอเท่ากันทั่วทั้งแผ่น โดยทำให้ความชื้นของชั้นผิวหน้าของแผ่นสูงๆ เพื่อช่วยพาความร้อนไปยังชิ้นไม้ แต่ก็ต้องลดความร้อนของชั้นไส้ของแผ่นก่อนอัดให้ต่ำๆ ไว้ เพื่อจะทำให้ระยะเวลาการอัดสั้นที่สุด [8]

2.4 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

2.4.1 หน้าที่ใช้สอย เป็นหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงถึง ทุกชนิดต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย ผลิตภัณฑ์นั้นจะถือว่ามีประโยชน์ใช้สอยดี (High Function) แต่ถ้าหากผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตอบสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์นั้นก็จะถือว่ามีประโยชน์ใช้สอยไม่ดีเท่าที่ควร (Low Function)

2.4.2 ความปลอดภัย สิ่งที่อำนวยประโยชน์มากเพียงใด ย่อมมีโทษมากเพียงนั้น ผลิตภัณฑ์ที่อำนวยความสะดวกต่างๆ มักจะเกิดจากเครื่องจักรกลและไฟฟ้า การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเหลี่ยงไม่ได้ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจน หรือมีคำอธิบายไว้

2.4.3 ความแข็งแรง ผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัวผลิตภัณฑ์ หรือโครงสร้างเป็นความเหมาะในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวน หรือปริมาณของโครงสร้างในกรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์ใช้รับน้ำหนัก เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ต้องเข้าใจหลักและโครงสร้างการรับน้ำหนัก อีกทั้งต้องไม่ทิ้งความสวยงามทางศิลปะ เพราะมีปัญหาว่า ถ้าใช้โครงสร้างให้มากเพื่อความแข็งแรง จะเกิดสวนทางกับความงาม นักออกแบบจะต้องดึงเอาสิ่งสองสิ่งนี้มาอยู่ในความพอดีให้ได้

2.4.4 ความสะดวกสบายในการใช้ นักออกแบบต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลที่เกี่ยวกับสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับส่วนของอวัยวะต่างๆในร่างกายมนุษย์ทุกเพศ ทุกวัย ซึ่งจะประกอบด้วยความรู้ทางด้าน ขนาดสัดส่วนของมนุษย์ ด้านสรีรศาสตร์ จะทำให้ทราบขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะส่วนต่างๆในร่างกายของมนุษย์ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบ

2.4.5 ความสวยงาม ผลิตภัณฑ์ในยุคปัจจุบันนี้ความสวยงามนับว่ามีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าหน้าที่ใช้สอยเลย ความสวยงามจะเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดการตัดสินใจซื้อเพราะประทับใจ ส่วนหน้าที่ใช้สอยจะดีหรือไม่ต้องใช้เวลาอีกระยะหนึ่ง คือเมื่อใช้ไปเรื่อยๆจะเกิดข้อบกพร่องในหน้าที่ใช้สอยให้เห็นภายหลัง ผลิตภัณฑ์บางอย่างความสวยงามก็คือหน้าที่ใช้สอยนั่นเอง เช่น ของที่ระลึก ผลิตภัณฑ์โชว์ตกแต่งต่างๆ

2.4.6 วัสดุและวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ผลิตด้วยวัสดุสังเคราะห์ อาจมีกรรมวิธีเลือกใช้วัสดุได้หลายแบบ แต่แบบหรือวิธีใดจะเหมาะสมที่สุด ที่จะไม่ให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ประมาณ ฉะนั้นนักออกแบบจะต้องศึกษาเรื่องวัสดุและวิธีผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะจำพวกพลาสติกหลายชนิด จะมีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกันออกไป เช่น มีความใส ทนความร้อน ผิวมันวาว ทนกรดได้ดี ไม่ลื่น เป็นต้น [9]

2.4.7 ราคาพอสมควร ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาขายนั้นย่อมต้องมีข้อมูลผู้บริโภคและการตลาดที่ได้ค้นคว้า และสำรวจแล้วผลิตภัณฑ์ย่อมจะต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย ที่จะใช้ว่าเป็นคนกลุ่มใด อาชีพ ฐานะ เป็นอย่างไรมีความต้องการใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์นี้เพียงใด นักออกแบบก็จะเป็นผู้กำหนดแบบผลิตภัณฑ์ ประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่จะซื้อได้ การจะได้มาเพื่อผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมกับผู้ซื้อนั้นก็จะอยู่ที่การเลือกใช้ ชนิดหรือเกรดของวัสดุ และเลือกวิธีการผลิตที่ง่ายรวดเร็วเหมาะสม [10]

รูปที่ 2.4 การออกแบบผลิตภัณฑ์
ที่มา : [11]

2.5 องค์ประกอบมูลฐานของการออกแบบ

องค์ประกอบข้อมูลฐานของการออกแบบ การจัดองค์ประกอบศิลป์ เป็นการทำส่วนประกอบของงานออกแบบ เพื่อให้เกิดคุณค่าทางศิลปะและความงาม ซึ่งจัดเป็นองค์ประกอบศิลป์นับได้ว่าเป็นหัวใจของงานออกแบบ สำหรับองค์ประกอบมูลฐานของการออกแบบนั้น คือสิ่งที่ปรากฏแก่สายตารอบๆตัว โดยผู้ออกแบบสามารถนำมาประสมประสานให้เกิดเป็นผลงาน ดังนั้นผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาวิเคราะห์ให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงในข้อดีและข้อจำกัดต่างๆ เพื่อจะได้นำข้อดีขององค์ประกอบมูลฐานมาใช้กับงานออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.1 จุด เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการออกแบบ เพราะ จุดเป็นต้นกำเนิดของเส้นและน้ำหนักของภาพ

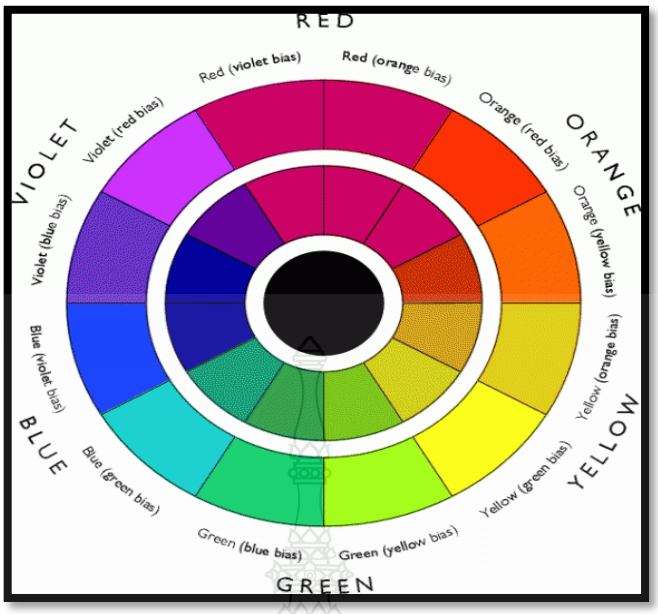
2.5.2 เส้น เกิดจากการเดินทางหรือต่อเนื่องของจุดในลักษณะทิศทางเดียวกัน ไม่เปะปะกระจัดกระจาย ในการออกแบบเส้นอาจเกิดจากการลาก การขูดขีดด้วยดินสอ ปากกา หรือของแหลมคม นักออกแบบถือว่าเป็นองค์ประกอบมูลฐานที่สำคัญเนื่องจากเส้นเป็นต้นกำเนิดของรูปร่าง รูปทรง ทิศทาง พื้นผิว และแสงเงาในภาพได้

2.5.3 สี เป็นองค์ประกอบมูลฐานที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกและการรับรู้ของผู้ดูเป็นอย่างยิ่ง ถ้าเปรียบเทียบระหว่างภาพสีกับภาพขาวดำ จะพบว่าภาพสีย่อมแสดงความแตกต่าง ให้รายละเอียดให้แก่ผู้ดูมากกว่าภาพขาวดำ เช่นดอกไม้สีแดงกับใบไม้สีเขียวถ้าเป็นภาพขาวดำจะมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน แต่ถ้าภาพสีผู้ดูจะเห็นความแตกต่างกันของสีได้อย่างชัดเจน ในการเลือกใช้สีเพื่อให้เกิดผลดีต่องานออกแบบผู้ออกแบบควรพิจารณาหลักการใช้สีในลักษณะต่อไปนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.5

ประเภทของสี สีเป็นแสงที่มีความถี่ของคลื่นในขณะที่ตามนุษย์สามารถรับรู้และสัมผัสได้ ได้แก่ สีที่เป็นแสง และสีที่เป็นวัตถุ คุณลักษณะของสี ได้แก่อิทธิพลในการสร้างความรู้สึกและอารมณ์ โดยผู้ดูย่อมได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสีใดสีหนึ่งอันจะเชื่อมโยงถึงความรู้สึกเมื่อได้สัมผัสสีนั้นๆตัวอย่าง เช่น คนเคยจับเปลวไฟรู้สึกว่าร้อน คนผู้นั้นซึ่งมีประสบการว่าไฟซึ่งมีสีแดงนั้นร้อนต่อมาเมื่อพบกับสีแดงก็จะเกิดการเชื่อมโยงว่าสีแดงมีความรู้สึกร้อนหรืออันตรายเป็นต้น

ตัวอย่างของผู้ดูที่มีต่อสี [12]

สีแดง	ให้ความรู้สึกร้อน	อันตราย
สีส้ม	ให้ความรู้สึกสว่าง	อบอุ่น
สีเหลือง	ให้ความรู้สึกสดใส	งอกงาม
สีน้ำเงิน	ให้ความรู้สึกสงบ	จริงจัง
สีม่วง	ให้ความรู้สึกหนักแน่น	มีเลศนัย
สีดำ	ให้ความรู้สึกหดหู่	เศร้า
สีขาว	ให้ความรู้สึกบริสุทธิ์	สะอาด



รูปที่ 2.5 วงจรสี

ที่มา : [13]

2.5.4 ความสมดุล เป็นหลักทั่วไปของงานศิลปะที่จะต้องดูความสมดุลของงานนั้นๆ ความรู้สึกทางสมดุลของงานนี้เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในส่วนของความคิด ในเรื่องของความงามในสิ่งนั้นๆ

2.5.5 การเน้นหรือจุดสนใจ งานด้านศิลปะผู้ออกแบบจะต้องมีจุดเน้น ให้เกิดสิ่งที่ประทับใจแก่ผู้พบเห็น โดยมีข้อบอกกล่าวเป็นความรู้สึกร่วมที่เกิดขึ้นเองจากตัวของศิลปกรรมนั้นๆ ความรู้สึกนี้ผู้ออกแบบจะต้องพยายามให้เกิดขึ้นเหมือนกัน

2.5.6 แม่สี ผสมกันแล้วทำให้เกิดสีใหม่ ที่มีสีต่างไปจากสีเดิม แม่สีมี 2 ชนิดคือ แม่สีของแสง แม่สีวัตถุธาตุ

แม่สีของแสง เกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วปริซึม มี 3 สี คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน คุณสมบัติของแสงสามารถนำไปใช้ในการถ่ายภาพโทรทัศน์ การจัดแสง สี ในการแสดงต่าง ๆ

แม่สีวัตถุธาตุ เป็นสีที่ได้มาจากธรรมชาติ และจากการสังเคราะห์โดยขบวนการจากทางเคมี มี 3 สี คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน แม่สีวัตถุธาตุมักนิยมนำมาใช้ในงานศิลปะ งานอุตสาหกรรม

2.5.7 วงจรสี [14]

สีขั้นที่ 1 คือแม่สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง สีน้ำเงิน

สีขั้นที่ 2 คือสีที่เกิดจากสีขั้นที่ 1 ผสมกันในอัตราส่วนเท่ากันจะได้สีใหม่ 3 สี ได้แก่

สีแดง ผสมกับ สีเหลือง ได้สีส้ม

สีแดง ผสมกับ สีน้ำเงิน ได้สีม่วง

สีเหลือง ผสมกับ สีน้ำเงิน ได้สีเขียว

สีขั้นที่ 3 คือสีที่เกิดจากสีขั้นที่ 1 ผสมกับสีขั้นที่ 2 ในอัตราส่วนที่เท่ากัน จะได้สีใหม่ 6 สี ได้แก่

สีแดง ผสมกับ สีส้ม ได้สีส้มแดง

สีแดง ผสมกับ สีม่วง ได้สีม่วงแดง

สีเหลือง ผสมกับ สีเขียว ได้สี เหลืองเขียว

สีน้ำเงิน ผสมกับ สีเขียว ได้สีเขียวน้ำเงิน

สีน้ำเงิน ผสมกับ สีม่วง ได้สีม่วงน้ำเงิน

สีเหลือง ผสมกับ สีส้ม ได้สีส้มเหลือง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 อารยา เตรียมวิทยานนท์ [15] โครงการนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากธูปฤาษีและต้นกกเพื่อนำมาเป็นตัวดูดซับโลหะหนักจากสารละลาย โดยการปรับสภาพตัวดูดซับด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 37 ร่วมกับกรดซัลฟูริก 0.1 M และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวดูดซับที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพในการดูดซับไอออนของโลหะหนักในสารละลายของตะกั่ว (Pb^{2+}) แคดเมียม (Cd^{2+}) และนิกเกิล (Ni^{2+}) ที่สภาวะต่างๆ โดยศึกษาปริมาณของตัวดูดซับ เวลาในการดูดซับ และไอโซเทอมในการดูดซับ ซึ่งจากการทดลองพบว่าปริมาณตัวดูดซับ (ทั้งปรับและไม่ปรับสภาพ) ที่เหมาะสมในการดูดซับสารละลายโลหะหนักผสมความเข้มข้นเริ่มต้น 20 ppm คือ 2 กรัมและเวลาเข้าสู่สมดุลคือ 300 นาที สำหรับธูปฤาษีไม่ปรับสภาพ 240 นาที สำหรับธูปฤาษีปรับสภาพและต้นกกไม่ปรับสภาพ และ 120 นาที สำหรับต้นกกปรับสภาพ ต้นกกมีประสิทธิภาพในการดูดซับมากกว่าต้นธูปฤาษี แต่หลังจากการปรับสภาพ ธูปฤาษีมีประสิทธิภาพในการดูดซับสูงขึ้น ขณะที่ต้นกกมีประสิทธิภาพในการดูดซับการดูดซับโลหะหนักด้วยธูปฤาษีและต้นกกในการทดลองนี้มีการดูดซับแบบแลงเมียร์

2.6.2 อิสรีย์ ฮาวปิ่นใจ [16] จากการศึกษาแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณา ทั้งเศษไม้ที่ไม่เกิดสารกฤษณาและเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ความหนาแน่น 0.65 กรัม ต่อ

ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณาและส่วนที่เหลือจากการกลั่นคือร้อยละ 9.9 และร้อยละ 8.5 ตามลำดับ และแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณามีปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ 5.51 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของชิ้นไม้อัดอบแห้ง ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมละเหยมีปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ 5.67 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของชิ้นไม้อัดอบแห้ง ซึ่งจัดอยู่ในคุณภาพชั้นที่ 1 (E) จากการทดสอบหาค่ามอดุรัสแตกร้าวพบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาในส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา ค่ามอดุรัสที่ไม่ผ่านมาตรฐาน EN และแผ่นชิ้นไม้อัดที่ได้จากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่อัดด้วยปริมาณกาวที่ชั้นผิวร้อยละ 12 ชั้นไส้ 110 อัดที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียสมีค่ามอดุรัสแตกร้าวมีค่า 14.05 เมกะพาสคาล ซึ่งผ่านมาตรฐาน EN312-3(1996) ที่14 เมกะพาสคาล (Figure 1) ค่ามอดุรัสแตกร้าวในแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณามีค่าสูงสุด

2.6.3 อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล [17] จากการศึกษารูปแบบเฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้านจากวัสดุหญ้าแฝกจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบได้สรุปในเรื่องการผลิตและการออกแบบ จากรูปแบบที่ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจว่าเป็นความเหมาะสม ผู้วิจัยได้นำแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านมาปรับแก้ แล้วให้ผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลางทำแบบสอบถามเกี่ยวกับรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจำนวน 30 คน ซึ่งได้ผลดังนี้ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.6 มากที่สุด ด้านความสะดวกสบายอยู่ที่ 4.6 มากที่สุด ด้านความปลอดภัยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.75 มากที่สุด ด้านการออกแบบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.7 มากที่สุด โดยรวมความพึงพอใจอยู่ที่ในระดับมากที่สุด จากนั้นทำการทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์พบว่า การทดสอบชุดเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุหญ้าแฝกเกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตกระทำต่อพื้นนั่ง และแรงสถิตกระทำต่อพนักพิงอยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์ทดสอบเรื่องแรงสถิตดันเท้าแขนด้านข้างและแรงสถิตกระทำต่อปีกพักศีรษะ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสลับกระทำต่อพื้นนั่งและแรงสลับกระทำต่อพื้นพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระแทกต่อพื้นนั่งและแรงกระแทกต่อเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ

2.6.4 ภัทราภรณ์ ศิริเพ็ชร [18] ศึกษาการนำซังข้าวโพดมาอัดเป็นแผ่นโดยการใช้กรรมวิธีการอัดร้อนกำหนดช่วงความหนาแน่นระหว่าง 500-800 กก./ม^3. ที่ความหนา 15 20 25 มิลลิเมตร อุณหภูมิในการอัด 140 องศาเซลเซียส แรงที่ใช้ในการอัดอยู่ระหว่าง 100-200 กก./ม$^{2.}$ เวลาในการอัด 6-13 นาที ใช้กาว pMDI ร้อยละ 7 ทดสอบการดูดซับเสียงจากกล่องทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าแผ่นซังข้าวโพดสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นวัสดุที่หาได้ตามท้องตลาด โดยแผ่นซังข้าวโพดสามารถดูดซับเสียงได้ร้อยละสูงสุด 29.25 ที่ความหนาแน่นที่ 665 กก/ม^3. ความหนาแผ่น 25

มิลลิเมตร วัสดุที่หาได้ตามท้องตลาดสามารถดูดซับเสียงได้สูงสุดร้อยละ 24.95 (แผ่นยิปซั่มฉลุลาย) ความหนาแน่นที่ 646 กก./ม^3. ความหนา 20 มิลลิเมตร

2.6.5 สโรชา เจริญวัย [19] การศึกษานี้เพื่อพัฒนาต้นแบบแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนและมะพร้าวที่ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำเป็นส่วนประกอบในอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานในอาคาร โดยใช้เปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดโดยทำการศึกษาปัจจัย 2 ประการได้แก่ ชนิดของกาว (ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 12 ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 6 และไอโซไซยาเนตร้อยละ 3) และความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิต จากการทดลองพบว่าชนิดของกาวไม่มีผลแตกต่างกันมากนักต่อสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัด ในขณะที่ความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดส่งผลอย่างมากต่อสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัด ผลการทดลองพบว่าเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น สมบัติเชิงกลเพิ่มขึ้น เช่น มอดูลัสแตกร้าว และมอดูลัสยืดหยุ่นสูงขึ้น แต่ค่าที่ได้ไม่สูงมากนัก ความคงสภาพทางมิติก็ดีขึ้น โดยแสดงในเทอมของการพองตัวเมื่อแช่น้ำ รวมทั้งเมื่อความหนาแน่นสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนก็สูงขึ้นด้วย

2.6.6 พัฒนะ โสภณ [20] การศึกษาการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากใบต้นหญ้าสลาบหลวงโดยผ่านตะแกรงร่อนแยกเป็น 3 ขนาด ได้แก่ ขนาด A เท่ากับ 5.5 × 5.5 มิลลิเมตร ขนาด B เท่ากับ 3.4 × 3.4 มิลลิเมตร และขนาด C เท่ากับ 1.4 × 1.4 มิลลิเมตร โดยแผ่นที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบแบบชั้นเดียวในขั้นตอนการผลิตใช้กาวไอโซไซยาเนตร้อยละ 7 ใส่ในเครื่องอัดความร้อนโดยใช้แรงดัน 150 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที แผ่นชิ้นไม้อัดที่ได้มีความหนาแน่น 800 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และความหนา 8 มิลลิเมตร และนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกลตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 และคุณสมบัติความเป็นฉนวนเปรียบเทียบกับไม้อัดสักหนา 4 มิลลิเมตร ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร และวัสดุฉนวนทางการค้า จากผลการศึกษา พบว่า ใบต้นหญ้าสลาบหลวงสามารถนำมาอัดเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดได้ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพตามที่ต้องการ และคุณสมบัติเชิงกลผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 ได้แก่ ความหนาแน่น ความชื้น ค่าการพองตัว แรงดัด ค่ามอดุรัสยืดหยุ่น และค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จากการเปรียบเทียบกับชิ้นไม้อัดทั้ง 3 ขนาด พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัด B มีคุณสมบัติที่ดีที่สูง โดยมีค่าความต้านแรงดัดเท่ากับ 31.3 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ค่ามอดุรัสยืดหยุ่น 3,109.5 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเท่ากับ 0.56 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับไม้อัดสักและยิปซัมบอร์ด พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากต้นหญ้าสลาบหลวงมีความต้านทานรับแรงดัดมอดุรัสยืดหยุ่น และแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ดีกว่ายิปซัมบอร์ด ในด้านคุณสมบัติความเป็นฉนวนพบว่า แผ่นชิ้นไม้อัด A มีคุณสมบัติดีที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

เท่ากับ 0.204 วัตต์/เมตรเควิน ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่ายิปซัมบอร์ดทางการค้า ดังนั้นแผ่นชิ้นไม้อัดจากใบต้นหญ้าสลาบหลวงจึงสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างภายใน

2.6.7 กฤษดา คงเดิม [21] การศึกษาแผ่นใยไม้อัดจากเศษเหลือของปาล์มน้ำมัน เพื่อศึกษาการเป็นไปได้ในการนำเศษเหลือของปาล์มน้ำมันได้แก่ ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน ทางใบปาล์มน้ำมัน และกะลาปาล์มน้ำมัน นำมาอัดร้อนโดยใช้กาวยูเรียฟลอมัลดีไฮด์เป็นตัวประสานให้มีขนาดพื้นที่ 300 × 300 มิลลิเมตร ความหนา 10 มิลลิเมตร แล้วนำแผ่นชิ้นไม้อัดที่ได้ไปทดสอบสมบัติหาค่าเชิงกล คือ การทดสอบแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า การทดสอบความแข็งแรงดัด และทดสอบหาค่าสมบัติทางกายภาพ คือ ทดสอบหาปริมาณความชื้น ความหนาแน่น การทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ และการทดสอบการดูดซึมน้ำ ตามมาตรฐาน JIS A 5905 จากการศึกษาการทดลองนี้พบว่า เศษเหลือของปาล์มน้ำมันสามารถนำมาผลิตเป็นไม้อัดได้ โดยใช้กาวยูเรียฟลอมัลดีไฮด์เป็นตัวประสานได้จริง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอัดประสานของเศษเหลือปาล์มน้ำมันคือ 110 -125 องศาเซลเซียส ที่แรงอัด 750 psi เวลาที่เหมาะสมในการอัดคือ 10 นาที

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นธูปฤาษี ทดลองสูตรผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.2 การดำเนินงานวิจัย

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

3.7 ระยะเวลาทำการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุ

3.1.1.1 ต้นธูปฤาษีจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.1.1.2 กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์

3.1.1.3 พาราฟินอิมัลชัน

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 เครื่องสับย่อย Mitsubishi รุ่น 24N

3.1.2.2 เครื่องอัดร้อน Master รุ่น Impulse sealer

3.1.2.3 เครื่องชั่งดิจิตอล

3.1.2.4 อ่างผสม

3.1.2.5 เครื่องทดสอบความต้านแรงดัด Hounsfield รุ่น Astm D638

3.1.2.6 เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง Hounsfield รุ่น Astm D638

3.1.2.7 เครื่องทดสอบความชื้น And MX-50

3.1.4 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์คุณภาพด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

3.1.4.1 แบบทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

3.1.4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.2 การดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การศึกษาลักษณะทั่วไปของต้นธูปฤาษี เลือกต้นธูปฤาษีที่โตเต็มที่ มีลักษณะใบสีเขียวเข้ม สด ไม่แห้งกรอบ และมีน้ำหล่อเลี้ยงภายในลำต้น

3.2.2 ทดลองสูตรการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี โดยกำหนดปริมาณธูปฤาษีเป็น 2 ระดับ คือ 50 และ100 กรัม กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 3 ระดับ คือ 75, 100 และ125 กรัม พาราฟินอิมัลชัน 2 ระดับ คือ 10 และ20 กรัม วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้สิ่งทดลอง 12 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงสิ่งทดลองที่ทำการศึกษา

สูตร	ธูปฤาษี (กรัม)	กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (กรัม)	พาราฟินอิมัลชัน (กรัม)
1	50	75	10
2	50	75	20
3	50	100	10
4	50	100	20
5	50	125	10
6	50	125	20
7	100	75	10
8	100	75	20
9	100	100	10
10	100	100	20
11	100	125	10
12	100	125	20

3.2.3 วิธีการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

3.2.3.1 หั่นต้นธูปฤาษียาวขนาด 2 นิ้ว นำไปตากแดดจนแห้งสนิท

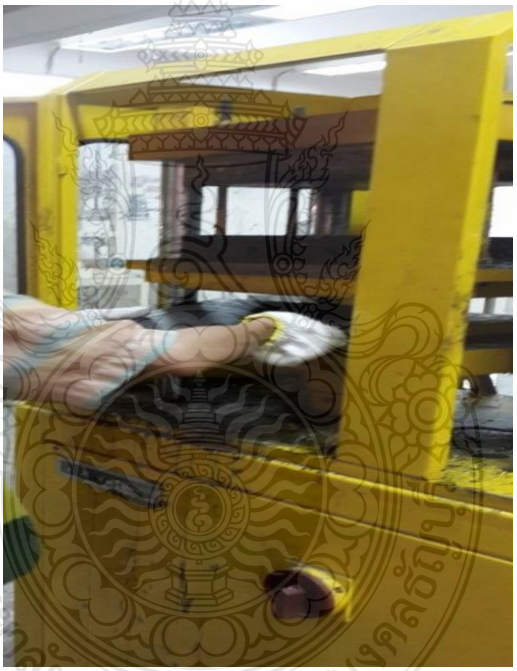
3.2.3.2 ใส่ต้นธูปฤาษีในเครื่องสับย่อยโดยผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร

3.2.3.3 ชั่งต้นธูปฤาษีที่สับละเอียด กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ และพาราฟินอิมัลชัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

3.2.3.4 ผสมวัตถุดิบลงในอ่างผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3.2.3.5 เทส่วนผสมลงแผ่นเตรียมอัดขนาด 20 × 20 เซนติเมตร เกลี่ยส่วนผสมให้กระจายจนเต็มแผ่นเตรียมอัดวางแผ่นรองอัดปิดด้านบนแผ่นเตรียมอัด

3.2.3.6 นำแผ่นเตรียมอัดเข้าเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที นำแผ่นเตรียมอัดลงที่ชั้นหล่อเย็นของเครื่องเวลา 3 นาที ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การนำแผ่นเตรียมอัดเข้าเครื่องอัดร้อน

3.2.3.7 แกะแผ่นอัดต้นธูปฤาษีออกจากแผ่นเตรียมอัด เก็บแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อเป็นการปรับสภาวะก่อนนำไปตัดเป็นแผ่นชิ้นทดสอบคุณสมบัติต่อไป อัดส่วนผสมตั้งแต่ขั้นตอนที่ 3.2.3.1 - 3.2.3.7 ทั้ง 12 สูตร จะได้แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีจำนวน 12 แผ่น ดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีทั้ง 12 สูตร

3.2.4 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

3.2.4.1 การเตรียมแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1) ตัดแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีขนาด 50 × 122 มิลลิเมตร สูตรละ 3 ชิ้น ทั้งหมด 12 สูตร เพื่อใส่เครื่องทดสอบความต้านแรงดัด ดังแสดงในรูปที่ 3.3

2) ตัดแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีขนาด 50 × 122 มิลลิเมตร สูตรละ 3 ชิ้น ทั้งหมด 12 สูตร เพื่อใส่เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง ดังแสดงในรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 การทดสอบความต้านแรงดัดและแรงดึง

3) ตัดแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีน้ำหนัก 5 กรัม สูตรละ 3 ชิ้น ทั้งหมด 12 สูตร เพื่อวัดค่าความชื้น ดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 การทดสอบวัดค่าความชื้น

3.4.2.2 วิธีการทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

1) ทดสอบความต้านแรงดัดใช้เครื่องทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

(1) ตั้งโปรแกรมเครื่องทดสอบ

(2) นำแผ่นทดสอบวางบนเครื่องทดสอบ

(3) กดปุ่มเริ่มทำงาน

(4) รอผลการทดสอบจากเครื่องแบบอัตโนมัติ

2) ทดสอบความต้านแรงดึงใช้เครื่องทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

(1) เปลี่ยนอุปกรณ์การทดสอบ

(2) ทดสอบทุกขั้นตอนตามวิธีทดสอบความต้านแรงดัดตามลำดับ

3) ทดสอบความชื้นใช้เครื่องทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.4

(1) เปิดเครื่องทดสอบ

(2) ใส่แผ่นทดสอบลงในเครื่อง

(3) กดปุ่มเริ่มทำงาน

(4) รอผลการทดสอบจากเครื่องแบบอัตโนมัติ

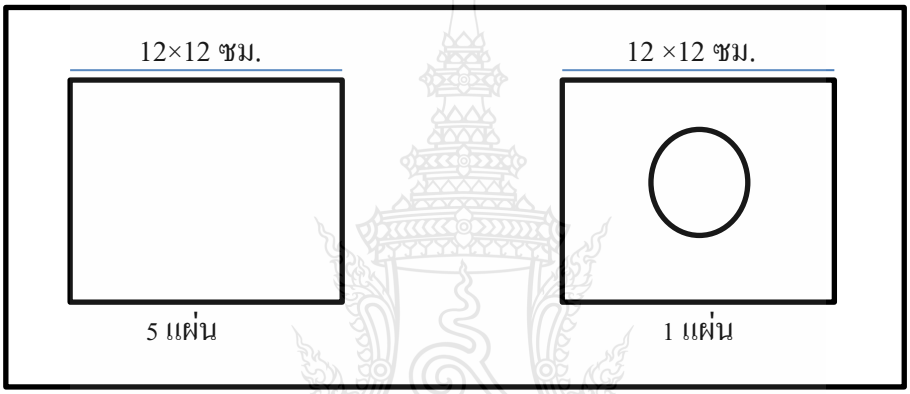
3.2.5 การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

3.2.5.1 กล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์

1) ตัดแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีขนาด 12 × 12 เซนติเมตร 6 แผ่น

2) นำแผ่นทั้ง 5 แผ่นมาประกอบกันเป็นกล่องโดยใช้กาวติดไม้ เป็นตัวประสาน

3) เจาะรูตรงกลางของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ที่เหลืออีกหนึ่งแผ่น และใช้เศษไม้ติดขอบเพื่อเป็นฝากล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

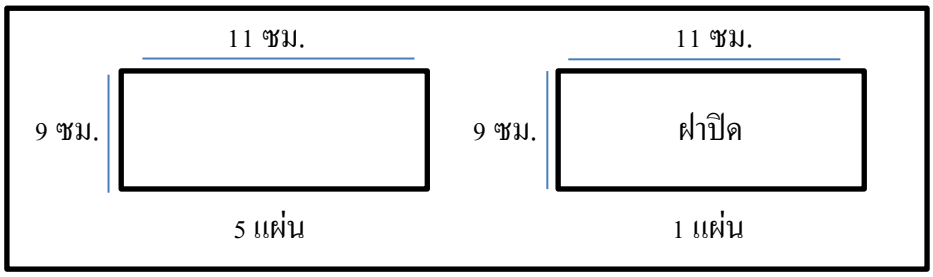


รูปที่ 3.5 การออกแบบกล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์

3.2.5.2 กล่องใส่นามบัตร

1) ตัดแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ขนาด 7 × 11 เซนติเมตร 6 แผ่น

2) นำแผ่นทั้ง 5 แผ่นมาประกอบกันเป็นกล่องโดยใช้กาวติดไม้เป็นตัวประสาน ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การออกแบบกล่องใส่นามบัตร

3.2.6 นำผลิตภัณฑ์กล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์ และกล่องใส่นามบัตร ไปสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 สมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีได้แก่ ความต้านแรงดัด ความต้านแรงดึง และความชื้น

3.3.2 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคและความพึงพอใจของผู้บริโภค ด้านความสวยงาม ผิวสัมผัส การเคลือบเงา วัสดุที่ใช้ในการผลิต ความแข็งแรง สี ประโยชน์ใช้สอย และความพึงพอใจโดยรวม

3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีจำนวน 12 สูตร จากส่วนผสมของแผ่นชิ้นไม้อัดจากธูปฤาษี (ดังแสดงในตารางที่ 3.1) และบันทึกผลการทดสอบทางกายภาพลักษณะต่างๆ

3.4.2 เลือกสูตรที่ผ่านมาตรฐานการทดสอบเพื่อนำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ใช้สถิติค่าเฉลี่ยจากผลการทดสอบ

3.5.2 การสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 120 คน และวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS นำข้อมูลจากแบบสอบถามวิเคราะห์หาค่าสถิติดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา รายได้

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี โดยแบ่งความพึงพอใจเป็น 5 ระดับคือ

5 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการประเมินความพึงพอใจ ใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 4.51 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากดีที่สุด

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 3.51 - 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 2.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 1.51 - 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 1.00 - 1.50 หมายถึง พึงพอใจปรับปรุง

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

3.6.1 ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.6.2 ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.6.3 ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.7 ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มดำเนินทำการวิจัยตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 และสิ้นสุดลงในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

จากการทดลองการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นธูปฤาษีและอัตราส่วนผสมของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 การศึกษาลักษณะทั่วไปของต้นธูปฤาษี

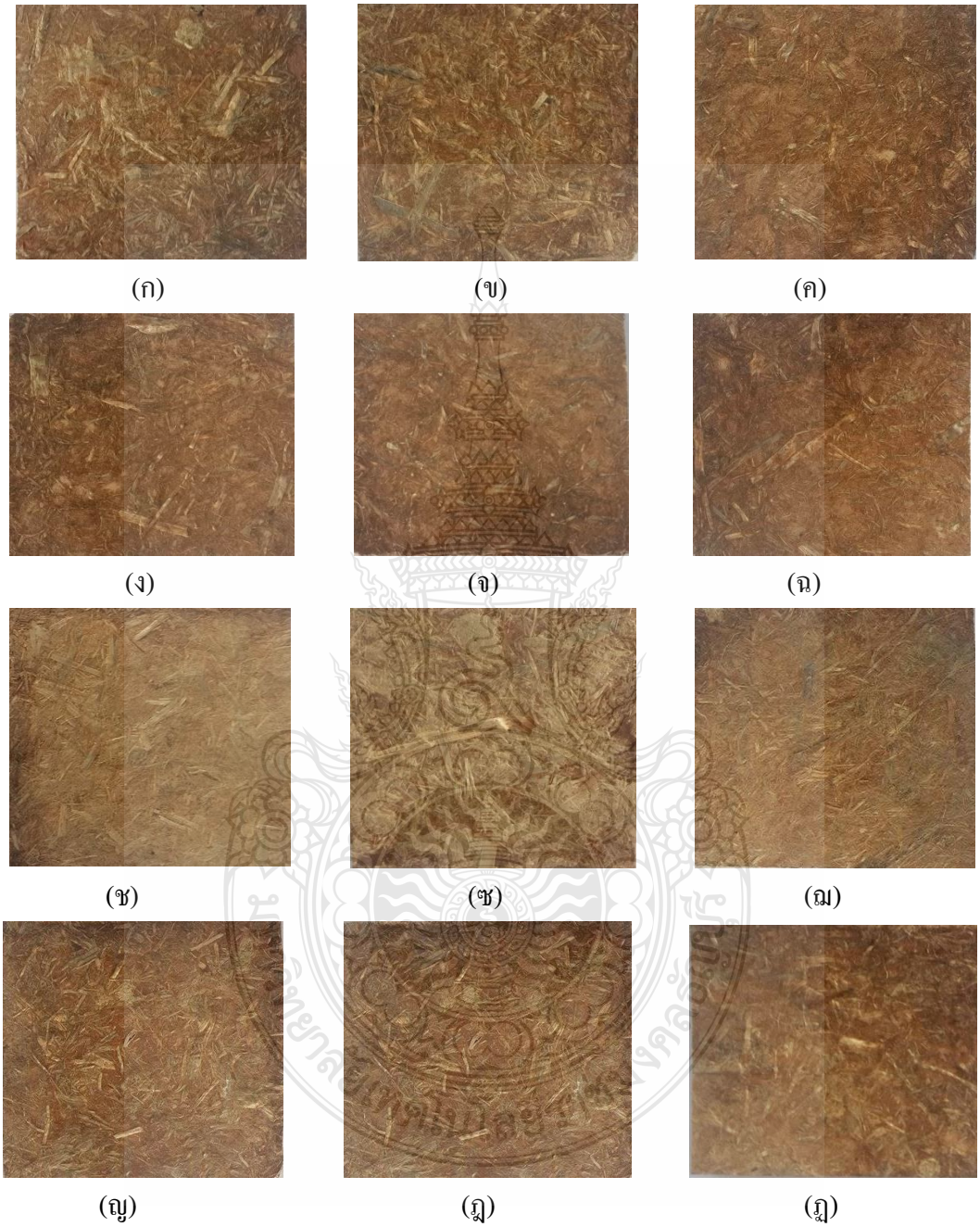
จากการศึกษาลักษณะทั่วไปของต้นธูปฤาษี ต้นธูปฤาษีเมื่อยังสดอยู่จะมีสีเขียว มีใบเล็กและยาวเมื่อตัดหรือฉีกใบสดออกด้านในจะมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ และมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่ภายในเล็กน้อย เมื่อแห้งแล้วสีจะเปลี่ยนเป็นเขียวหม่นจนเกือบเป็นสีน้ำตาล ลักษณะใบจะแห้งกรอบไม่มีน้ำเลี้ยงภายในใบ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

(ก) (ข)

รูปที่ 4.1 ต้นธูปฤาษี (ก) ต้นธูปฤาษีสด
(ข) ต้นธูปฤาษีแห้ง

ที่มา : [22] , [23]

4.2 ผลการทดลองสูตรผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี



รูปที่ 4.2 แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

(ก) สูตรที่ 1 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 50 : 75 : 10

(ข) สูตรที่ 2 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 50 : 70 : 20

(ค) สูตรที่ 3 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 50 : 100 : 10

(ง) สูตรที่ 4 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 50 : 100 : 20

(จ) สูตรที่ 5 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 50 : 125 : 10

(ฉ) สูตรที่ 6 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 50 : 125 : 20

(ช) สูตรที่ 7 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 100 : 75 : 10

(ซ) สูตรที่ 8 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 100 : 75 : 20

(ฌ) สูตรที่ 9 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 100 : 100 : 10

(ญ) สูตรที่ 10 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 100 : 100 : 20

(ฏ) สูตรที่ 11 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 100 : 125 : 10

(ฏ) สูตรที่ 12 ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 100 : 125 : 20

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า

สูตรที่ 1 มีสีน้ำตาลเข้ม ผิวสัมผัสค่อนข้างเรียบ มีการยึดติดแน่น ไม่มีเศษต้นธูปฤาษีหลุดออกมา

สูตรที่ 2 มีสีน้ำตาลเข้ม ผิวสัมผัสขรุขระทั้ง 2 ด้าน มีการยึดติดแน่น ไม่มีเศษต้นธูปฤาษีหลุดออกมา

สูตรที่ 3 มีสีน้ำตาลเข้ม ผิวสัมผัสขรุขระ เล็กน้อย มีการยึดติดค่อนข้างแน่น ไม่มีเศษต้นธูปฤาษีหลุดออกมา

สูตรที่ 4 มีสีน้ำตาลเข้ม ผิวสัมผัสหยาบและขรุขระ มีการยึดติดแน่น ไม่มีเศษต้นธูปฤาษีหลุดออกมา

สูตรที่ 5 มีสีน้ำตาลเข้ม ผิวสัมผัสค่อนข้างเรียบ มีการยึดติดแน่น ไม่มีเศษต้นธูปฤาษีหลุดออกมา

สูตรที่ 6 มีสีน้ำตาลเข้ม ผิวสัมผัสเรียบ มีการยึดติดแน่น ไม่มีเศษต้นธูปฤาษีหลุดออกมา

สูตรที่ 7 มีสีน้ำตาลอ่อน ผิวสัมผัสหยาบ การยึดติดไม่ดี มีต้นธูปฤาษีหลุดออกเป็นขุยเล็กน้อย

สูตรที่ 8 มีสีน้ำตาลอ่อน ผิวสัมผัสหยาบมาก การยึดติดค่อนข้างแน่น มีต้นธูปฤาษีหลุดตรงขอบ

สูตรที่ 9 มีสีน้ำตาล ผิวสัมผัสขรุขระ การยึดติดค่อนข้างแน่น มีต้นฐูปฤาษีหลุดออกบางส่วน

สูตรที่ 10 มีสีน้ำตาลอ่อน การยึดติดแน่น ไม่มีต้นฐูปฤาษีหลุดออกมา

สูตรที่ 11 มีสีน้ำตาลอ่อน ผิวสัมผัสขรุขระ การยึดติดแน่น ไม่มีเศษต้นฐูปฤาษีหลุดออกมา

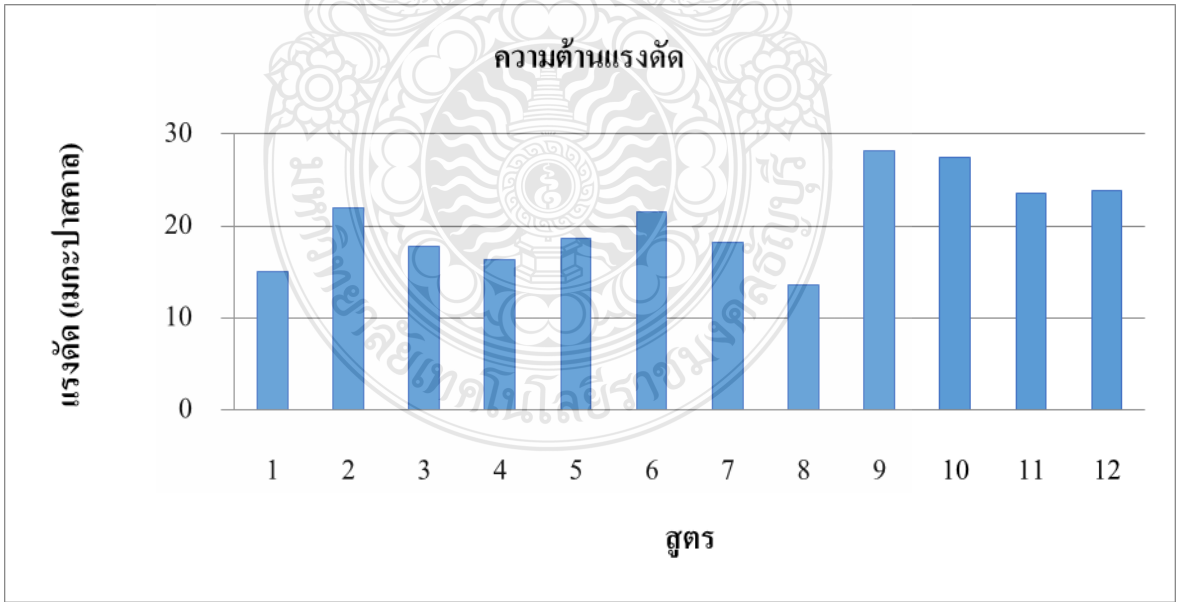
สูตรที่ 12 มีสีน้ำตาลอ่อน ผิวสัมผัสค่อนข้างเรียบ การยึดติดแน่น ไม่มีเศษต้นฐูปฤาษีหลุดออกมา

4.3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นฐูปฤาษี

นำแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นฐูปฤาษีทั้ง 12 สูตร มาทดสอบสมบัติทางกายภาพได้แก่ ความต้านแรงดัด ความต้านแรงดึง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) และทดสอบหาค่าความชื้น มีผลการทดลองดังนี้

4.3.1 ความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัด เป็นค่าที่แสดงถึง ความสามารถในการต้านทานการแตกหัก ความแข็งแรง โดยค่ามาตรฐานกำหนดให้ ความหนาที่ 3 -6 มิลลิเมตร ต้องมีความต้านแรงดัดไม่น้อยกว่า 15 เมกะปาสคาล



รูปที่ 4.3 ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นฐูปฤาษี

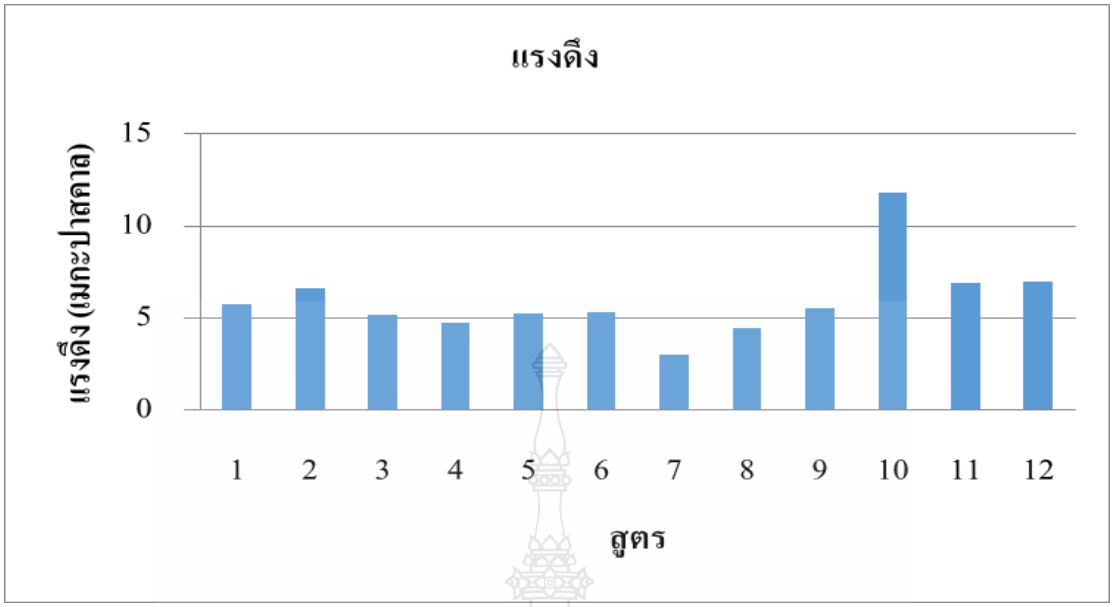
จากรูปที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบค่าความต้านแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี สูตรที่ 1 -12 พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสูตรที่ 9 มีค่าความต้านทานแรงดัดมากที่สุด 28.20 เมกะปาสคาล รองลงมาคือ สูตรที่ 10 มีค่าความต้านทานแรงดัด 27.42 เมกะปาสคาล ส่วนสูตรที่ 8 มีค่าความต้านทานแรงดัดน้อยที่สุด เท่ากับ 13.62 เมกะปาสคาล

เมื่อต้นธูปฤาษีคงที่ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์คงที่ พาราฟินอิมัลชันเพิ่มขึ้น พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีมีความเหนียวและยืดหยุ่น แต่เมื่อต้นธูปฤาษีคงที่ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เพิ่มขึ้น และพาราฟินอิมัลชันคงที่ พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดมีความแข็งเปาะ ทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดแตกหักง่ายขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อต้นธูปฤาษีเพิ่มขึ้น กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์คงที่ และพาราฟินอิมัลชันคงที่ พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดไม่ยึดติดกัน ต้นธูปฤาษีหลุดเป็นขุย จึงทำให้มีความต้านทานแรงดัดน้อย

ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบได้กำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบได้กำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัด ต้องมีค่าความต้านแรงดัดไม่น้อยกว่า 15 เมกะปาสคาล ดังนั้นแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี สูตรที่ 8 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ เพราะเมื่ออัดเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดแล้ว สูตรที่ 8 มีการยึดติดของกาวไม่ดี จึงทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดเป็นขุยและหลุดออกจากกันเมื่อนำมาทดสอบจึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 และ12 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ เพราะปริมาณต้นธูปฤาษียึดเกาะกันได้ดีเมื่อใช้กาวยูเรียฟลอมัลดีไฮด์เป็นวัสดุประสาน [22] จึงทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีต้านทานแรงดัดได้ดี

4.3.2 ความต้านแรงดึง

ค่าความต้านแรงดึง เป็นค่าที่แสดงถึง ความสามารถในการทนต่อแรงดึงในแนวตั้งฉากกับเสี้ยน โดยมาตรฐานกำหนดให้ความหนาที่ 3-6 มิลลิเมตร ต้องมีความต้านทานแรงดึงไม่น้อยกว่า 0.45 เมกะปาสคาล



รูปที่ 4.4 ค่าความต้านแรงดึงของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

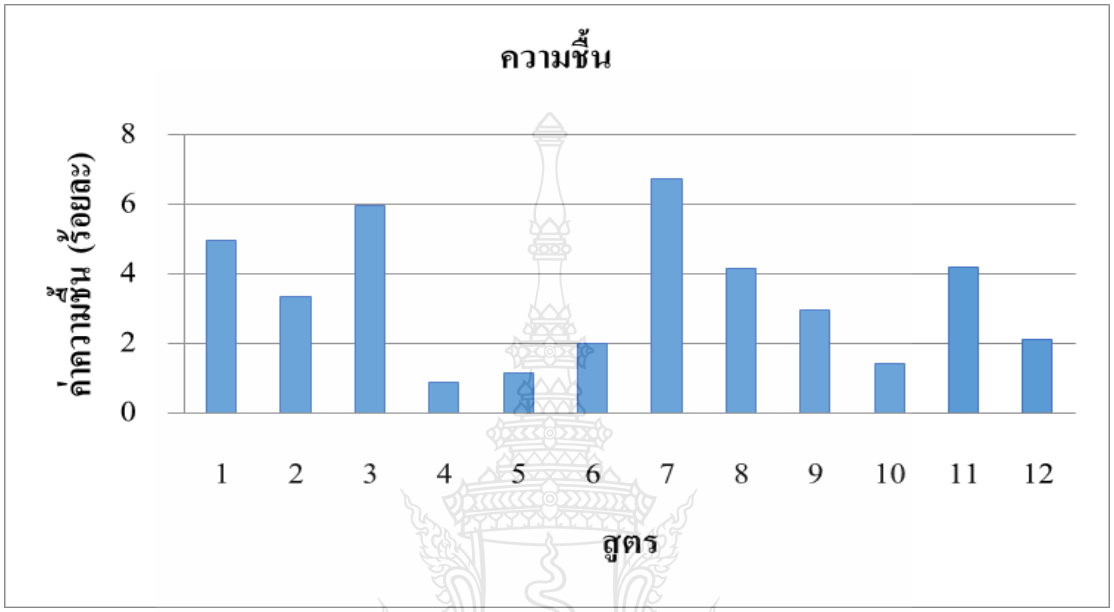
จากรูปที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบค่าความต้านแรงดึงของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสูตรที่ 1-12 พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสูตรที่ 10 มีค่าความต้านแรงดึงมากที่สุด 11.81 เมกะปาสคาล รองลงมาคือ สูตรที่ 12 มีค่าความต้านแรงดึง 6.94 เมกะปาสคาล ส่วนสูตรที่ 7 มีค่าความต้านแรงดึงน้อยที่สุด เท่ากับ 3 เมกะปาสคาล

เมื่อต้นธูปฤาษีคงที่ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์คงที่ พาราฟินอิมัลชันเพิ่มขึ้น พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดยึดหยุ่นมากขึ้น จึงทำให้มีความต้านแรงดึงได้ดี ขณะที่ต้นธูปฤาษีคงที่ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เพิ่มขึ้น และพาราฟินอิมัลชันคงที่ พบว่าต้นธูปฤาษียึดเกาะกันได้ดีเมื่อปริมาณกาวเพิ่มขึ้นจึงทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดมีความต้านแรงดึงได้ดีขึ้น แต่เมื่อต้นธูปฤาษีเพิ่มขึ้น กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์คงที่ พาราฟินอิมัลชันคงที่ พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีมีการยึดเกาะกันน้อยลงมีต้นธูปฤาษีหลุดเป็นขุยเล็กน้อยแต่ยังมีการต้านแรงดึงได้ดี

ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบได้กำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัด ต้องมีค่าแรงดึงไม่น้อยกว่า 0.45 เมกะปาสคาล ดังนั้นแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีทั้ง 12 สูตร ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

4.3.3 ความชื้น

ค่าความชื้น แสดงถึงความชื้นที่อยู่ในชิ้นทดสอบหากปริมาณความชื้นมากจะทำให้ความแข็งแรงลดลง มาตรฐานกำหนดว่า แผ่นชิ้นไม้อัดต้องมีความชื้นร้อยละ 4 – 13



รูปที่ 4.5 ค่าปริมาณความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

จากรูปที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสูตรที่ 1-12 พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี สูตรที่ 7 มีค่าความชื้นมากที่สุด ร้อยละ 6.76 รองลงมาคือสูตรที่ 3 มีค่าความชื้นร้อยละ 5.97 ส่วนสูตรที่ 4 มีค่าความชื้นน้อยที่สุด ร้อยละ 0.89

เมื่อปริมาณพาราฟินอิมัลชันมากจะส่งผลให้ปริมาณความชื้นต่ำดังสูตรที่ 4, 6, 8, 10 และ 12 เนื่องจากพาราฟินอิมัลชันมีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบผิวกันซึม เพื่อลดการดูดซึมน้ำ และเมื่อแผ่นชิ้นไม้อัดมีส่วนผสมพาราฟินอิมัลชันน้อยลงจะทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น

ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ ได้กำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัดต้องมีค่าความชื้นที่ ร้อยละ 4 ถึง 13 ดังนั้นแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี สูตรที่ 1, 3, 7, 8 และ 11 ผ่านเกณฑ์

การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี เลือก สูตรที่ 1ที่ปริมาณกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์และพาราฟินอิมัลชันในระดับที่เหมาะสม ซึ่งมีส่วนผสม ธูปฤาษี 50 กรัม กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 75 กรัม และพาราฟินอิมัลชัน 10 กรัมทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีมีความแข็งแรงและทนต่อความชื้น จึงสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.3.4 ผลการวิเคราะห์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

สิ่งทดลองที่	ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดิไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน	การทดสอบสมบัติทางกายภาพ		
		ความต้านแรงดัด (เมกะปาสคาล)	ความต้านแรงดึง (เมกะปาสคาล)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)
1	50:75:10	15.00^{k}	5.75^{d}	4.97^{c}
2	50:75:20	22.02^{e}	6.63^{c}	3.37^{e}
3	50:100:10	17.82^{i}	5.18^{g}	5.97^{b}
4	50:100:20	16.38^{j}	4.76^{h}	0.89^{i}
5	50:125:10	18.60^{g}	5.21^{g}	1.16^{i}
6	50:125:20	21.60^{f}	5.32^{f}	2.00^{g}
7	100:75:10	18.18^{h}	3.00^{j}	6.76^{a}
8	100:75:20	13.62^{l}	4.45^{i}	4.18^{d}
9	100:100:10	28.20^{a}	5.54^{e}	2.98^{f}
10	100:100:20	27.42^{b}	11.81^{a}	1.42^{h}
11	100:125:10	23.58^{d}	6.91^{b}	4.21^{c}
12	100:125:20	23.82^{c}	6.94^{b}	2.11^{g}

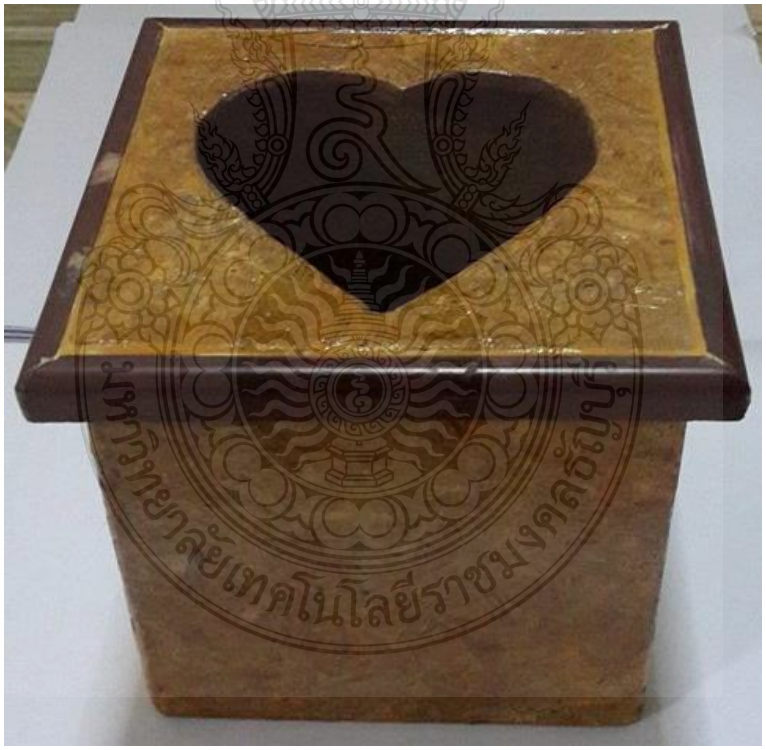
หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l ที่ต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) a หมายถึง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และ l มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี พบว่า ความต้านแรงดัด ความต้านแรงดึง และความชื้น ของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีทั้ง 12 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสูตรที่ 9 มีค่าความต้านแรงดัดมากที่สุด 28.20 เมกะปาสคาล รองลงมาคือ สูตรที่ 10 มีค่าความ

ต้านแรงดัด 27.42 เมกะปาสคาล ส่วนสูตรที่ 8 มีค่าความต้านแรงดัดน้อยที่สุด เท่ากับ 13.62 เมกะปาสคาล ความต้านแรงดึง พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสูตรที่ 10 มีค่าความต้านแรงดึงมากที่สุด 11.81 เมกะปาสคาล รองลงมาคือ สูตรที่ 12 มีค่าความต้านแรงดึง 6.94 เมกะปาสคาล ส่วนสูตรที่ 7 มีค่าความต้านแรงดึงน้อยที่สุด เท่ากับ 3 เมกะปาสคาล และความชื้นพบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีสูตรที่ 7 มีค่าความชื้นมากที่สุด ร้อยละ 6.76 รองลงมาคือสูตรที่ 3 มีค่าความชื้นร้อยละ 5.97 ส่วนสูตรที่ 4 มีค่าความชื้นน้อยที่สุด ร้อยละ 0.89

4.4 การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษีต้นแบบ

ผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีต้นแบบ ได้แก่ กล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์ ขนาด 12 × 12 เซนติเมตร และกล่องใส่นามบัตร ขนาด 7 × 11 เซนติเมตร (ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และ 4.7) และนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี



รูปที่ 4.6 กล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์

รูปที่ 4.7 กล่องใส่นามบัตร

4.5 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี

ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษีโดยใช้ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 120 คน จากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค และความพึงพอใจของผู้บริโภค มีผลสำรวจดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1.เพศ		
ชาย	36	30.00
หญิง	84	70.00
รวมทั้งสิ้น	120	100.00
2.อายุ		
ต่ำกว่า 25 ปี	45	37.50
25-29 ปี	25	20.83
30-34 ปี	10	8.34
35-40 ปี	25	20.83
40 ปีขึ้นไป	15	12.50
รวมทั้งสิ้น	120	100.00

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค(ต่อ)

ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3. อาชีพ		
รับราชการ	3	2.50
พนักงานเอกชน	8	6.67
นักศึกษา	32	26.67
ประกอบอาชีพส่วนตัว	41	34.16
รับจ้างทั่วไป	36	30.00
รวมทั้งสิ้น	120	100.00
4. ระดับศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	49	40.83
ปวส. / อนุปริญญา	41	34.17
ปริญญาตรี	29	24.17
ปริญญาโท	1	0.83
รวมทั้งสิ้น	120	100.00
5. รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	21	17.50
5,001-10,000 บาท	33	27.50
10,001- 15,000 บาท	36	30.00
15,001- 20,000 บาท	12	10.00
20,001- 25,000 บาท	14	11.67
25,000 บาทขึ้นไป	4	3.33
รวมทั้งสิ้น	120	100.00

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค พบว่า กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 84 คน คิดเป็น ร้อยละ 70 ด้านอายุ พบว่า กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอายุต่ำกว่า 25 ปี 45 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 ด้านอาชีพ พบว่า กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ประกอบอาชีพส่วนตัว 41 คน คิดเป็นร้อยละ 34.16 ด้านระดับการศึกษา พบว่า กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.

49 คนคิดเป็น ร้อยละ 40.83 และด้านรายได้ พบว่า กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้ 10,001 - 15,000 บาท 36 คน คิดเป็น ร้อยละ 30

ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{x}$	SD	ความหมาย
	5	4	3	2	1			
1. ความสวยงาม	36	49	31	4	-	3.97	0.83	มาก
2. ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์	30	51	31	8	-	3.85	0.86	มาก
3. การเคลือบเงา	24	50	26	2	-	3.90	0.79	มาก
4. วัสดุที่ใช้ในการผลิต	41	62	17	-	-	4.20	0.66	มาก
5. ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์	33	47	38	2	-	3.92	0.81	มาก
6. สีของผลิตภัณฑ์	19	41	55	5	-	3.61	0.80	มาก
7. ประโยชน์ในการใช้สอย	38	52	28	2	-	4.05	0.78	มาก
8. ความพึงพอใจโดยรวม	26	64	29	1	-	3.95	0.70	มาก

ผลสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี พบว่า ผู้บริโภค มีความพึงพอใจด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต ประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ การเคลือบเงา ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และสีของผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.2 4.05 3.97 3.92 3.9 3.85 และ3.61 ตามลำดับ ส่วนความพึงพอใจโดยรวมมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 3.95 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภค จำนวน 120 คน มีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี อยู่ในระดับมากทุกรายการ ซึ่งสอดคล้องกับผลของความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีโดยรวมที่อยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต เนื่องจากแผ่นชิ้นไม้อัด ซึ่งประดิษฐ์กกล่องกระดาษชำระอเนกประสงค์ และกล่องใส่นามบัตรต้นแบบ ส่วนประโยชน์การใช้สอยของผลิตภัณฑ์ที่ประดิษฐ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีผู้บริโภคมีความพึงพอใจค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.05 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองแบบ มีความสวยงาม สามารถเป็นสิ่งของเครื่องใช้และเครื่องประดับตกแต่งบ้านได้อีกด้วย

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาตามวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นธูปฤาษี เพื่อทดลองสูตรผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี เพื่อประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี และเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี โดยสรุปผลการทดลองดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของต้นธูปฤาษี

จากการศึกษาลักษณะทั่วไปของต้นธูปฤาษี ต้นธูปฤาษีเมื่อสดมีสีเขียวมีใบเล็กและยาว เมื่อตัดใบด้านในมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่ด้านใน แต่เมื่อแห้งใบจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวหม่นเกือบน้ำตาล ลักษณะใบแห้ง กรอบ

5.1.2 การทดสอบแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

จากผลการทดสอบแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

5.1.2.1 ความต้านแรงดัด จากผลการทดสอบ พบว่า ทุกสูตรผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น สูตรที่ 8 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

5.1.2.2 ความต้านแรงดึง จากผลการทดสอบ พบว่า ทุกสูตรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) เนื่องจากกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์มีปริมาณที่เหมาะสมจึงทำให้ทนต่อแรงดึงได้ดี

5.1.2.3 ความชื้น จากผลการทดสอบ พบว่า สูตรที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) ได้แก่สูตรที่ 1, 3, 7, 8 และ 11

5.1.3 ผลสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี โดยมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 120 คน พบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 70 และเพศชาย ร้อยละ 30 ด้านอายุ พบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุต่ำกว่า 25 ปี ร้อยละ

40.82 ด้านอาชีพ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากประกอบอาชีพส่วนตัว ร้อยละ 34.16 ด้านการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ พบว่า ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 40.83 และ พบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ 10,001-15,000 บาท ร้อยละ 30 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมากคือ วัสดุที่ใช้ในการผลิต ประโยชน์ในการใช้สอย ความสวยงาม ความพึงพอใจโดยรวม ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ การเคลือบเงา ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และสีของผลิตภัณฑ์ ส่วนความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี อยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) เท่ากับ 3.95 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ4.2

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาแผ่นชิ้นไม้อัดจากวัชพืชชนิดอื่น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี 3 ชั้นต่อไป

5.2.2 ทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านการดูดซึมน้ำและการพองตัวของแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี

5.2.3 นำแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีทดสอบมาตรฐานตามสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคารกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและตกแต่งอาคารสถานที่ต่อไป

บรรณานุกรม

[1] ฐูปฤาษี (ออนไลน์), สืบค้นจาก: http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%98%E 0%B8 %B9 % E 0%B8 %9B%E0 %B 8%A4%E0%B8%E0%B8%A9%E0%B8%B5 (15 มกราคม 2558).

[2] สำนักงานหอพันธุ์ไม้, ฐูปฤาษี (ออนไลน์), สืบค้นจาก: http://frynn.com/%E0%B8%9 8%E0%B8 %B 9%E0%B8%9B%E0%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%B5/ (15 มกราคม 2558).

[3] จิติ หนูแก้ว, ดอกต้นฐูปฤาษีวัชพืชกำจัดคราบน้ำมัน (ออนไลน์), สืบค้นจาก:http://teen.mthai .com/education/61556.html (7 ธันวาคม 2557).

[4] นพพล เกตุประสาท, ฐูปฤาษี (ออนไลน์), สืบค้นจาก: clgc.rdi.ku.ac.th. (19 ธันวาคม 2557)

[5] สมชัย เบญจชย, “การประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง Further Processing of Tropical Timber in the Asia-Pacific Region,” (1 มกราคม 2558).

[6] วรรณธรรม อุ่นจิตชัย, “ เทคโนโลยีทางไม้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตปาร์คทิเกิล (แผ่นชิ้นไม้อัด)และกรรมวิธีผลิต”,สำนักงานวิชาการป่าไม้กรมป่าไม้,2541.

[7] ปรีชา เกียรติกระจายและคณะ, “กาวและการยึดติดไม้”,ภาควิชาวนภัณฑ์,คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

[8] นิศากร เจริญดี, “การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากผักตบชวา”, สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร,” มหาวิทยาลัยมหิดล, 2544.

[9] ธีรวัฒน์ ปั่นพิมาย, “การออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกเพื่อลดสภาวะโลกร้อน,” คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2552.

[10] ธวัช พะยิ้ม, “กาออกแบบและพัฒนาเครื่องปิดปากถุงพลาสติก หมู่บ้านวังน้ำขาว ตำบลวังตะเคียน กิ่งอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท,” สาขาเครื่องจักรกล การออกแบบ, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 2553.

[11] สุรสิทธิ์ วิทยารัฐ, “หลักการออกแบบ (ออนไลน์), สืบค้นจาก: http://www.sttc.ac.th/~computerb c/backup/elearning/grappic%20design/07chap02.pdf, (1 เมษายน 2558).

[12] ปรินดา แตรวิจิตศิลป์, “ ไม้อัดจากหญ้าแฝก(ออนไลน์),สืบค้นจาก:http://www.thaismefranchise .com/%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B9%80%B8A%%E2%80%9C%E0% B8%AB%E0%B8%8D%B9%89%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B9D%E0%B8%81%E2%8 0%9D-%B9%84%E0%B8%AD%E0%B9%80%E0%B8%94.html(13 เมษายน 2558).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[13] วิรัลพัชร แสงวัชรมรกต, “แม่สีและวงจรสี (ออนไลน์), สืบค้นจาก: http://www.thaigoodview .com /node/46611 (16 เมษายน 2558).

[14] ฉันทนา โพธิ์ศรี, “การอออกแบบหนังสือ พ๊อพ-อัพ สำหรับเด็กชุด A-Z,” สาขาวิชาออกแบบนิเทศน์- ศิลป์,คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์,มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2547.

[15] อารยา เตรียมวิทยานนท์และคณะ, “การใช้ประโยชน์จากต้นกกและธูปฤาษีเป็นตัวดูดซับในกระบวนการดูดซับ Ni^{2+} , Cd^{2+} และ Pb^{2+}”, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.

[16] อิสรีย์ ฮาวปิ่นใจ, “แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณา”, สาขาวนผลิตภัณฑ์,คณะวนศาสตร์ , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.

[17] อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูลและคณะ, “การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุหญ้าแฝกสำหรับบ้านพักขนาดกลาง,” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2554.

[18] ภัทราภรณ์ ศิริเพ็ชร, “แผ่นดูดซับเสียงจากซังข้าวโพด,” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.

[19] สโรชา เจริญวัย, “การพัฒนาต้นแบบแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนและมะพร้าวที่ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ,” สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.

[20] พัฒนะ โสภณ, “การศึกษาการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากใบหญ้าสลลาบหลวง,” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2550.

[21] กฤษดา คงเดิม, “การศึกษาการผลิตแผ่นใยไม้อัดจากเศษเหลือของปาล์มน้ำมัน,” สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2552.

[22] ผลิตภัณฑ์จักสานก้านธูปฤาษีบ้านบางเป้า. (ออนไลน์),สืบค้นจาก: https://www.google.co.th/search? (2 เมษายน 2560).

[23] ผลิตภัณฑ์เก๋ๆจากต้นธูปฤาษี. (ออนไลน์),สืบค้นจาก: https://www.google.co.th/search B2%E0%B8%A9%E0%B8%B5%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B9%81%E0% B8%AE0%B9%89%E0%B8%87&*&imgrc=Xh2RWMgafsjgM: (2 เมษายน2560).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสารตอบรับการเผยแพร่ผลงาน

ที่ ศธ 0522.14(04)/1030

สำนักบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

27 กันยายน 2559

เรื่อง ตอบรับการนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มสธ. ครั้งที่ 6

เรียน นางสาวทศพร โพธิ์เนียม

ตามที่ท่านได้สมัครเข้าร่วมการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มสธ. ครั้งที่ 6 ในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559 ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช โดยส่งผลงาน **เรื่อง การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์** นั้น คณะกรรมการจัดการประชุมฯ ได้พิจารณาบทความของท่านเรียบร้อยแล้ว ขอแจ้งผลการพิจารณา ดังนี้

*ผลงานของท่าน ได้รับการตอบรับให้นำเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบ**โปสเตอร์** (Poster Presentation) หมายเลขโปสเตอร์ของท่านคือ P-ST 008 กรุณาอ้างอิงหมายเลขโปสเตอร์ทุกครั้งที่ติดต่อกับคณะกรรมการฯ* และส่งแบบตอบรับการนำเสนอผลงานเพื่อยืนยันการเข้าร่วมเสนอผลงานภายในวันที่ 7 ตุลาคม 2559 เพื่อคณะกรรมการจะได้ดำเนินการจัดตารางการนำเสนอ

ทั้งนี้ท่านสามารถตรวจสอบกำหนดการประชุมได้ที่ http://grad-research.stou.ac.th และหากท่านต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อที่นางสุพัตรา ทีนาคะ โทร 0 2504 7568-9

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัลภา สบายยิ่ง)
ผู้อำนวยการสำนักบัณฑิตศึกษา

หมายเหตุ คำอธิบายสำหรับผู้นำเสนอแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation)

1. ให้ผู้นำเสนอจัดเตรียมโปสเตอร์ขนาด กว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร โดยติดโปสเตอร์ในวันนำเสนอผลงานตามหมายเลขบอร์ดที่กำหนด
2. ในวันนำเสนอขอให้ผู้นำเสนอลงนามที่โต๊ะลงทะเบียนฝ่ายวิชาการเพื่อยืนยันการนำเสนอ สามารถตรวจสอบวันและเวลาที่นำเสนอผลงานได้ทาง http://grad-research.stou.ac.th
3. การนำเสนอผลงานต้องยืนประจำที่โปสเตอร์ในเวลาที่กำหนด 1 ชั่วโมง

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสอบถาม

เรื่อง การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นฐูปฤาษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดทำวิทยานิพนธ์ หลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นฐูปฤาษี ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดจากต้นฐูปฤาษี และข้อมูลนี้ใช้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้เท่านั้น

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นฐูปฤาษี

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ณ โอกาสนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงใน ☐ ให้ตรงตามความเป็นจริงและตรงกับความคิดเห็น

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ ต่ำกว่า 25 ☐ 25-29 ปี

☐ 30-34 ปี ☐ 35-40 ปี

☐ 40 ปีขึ้นไป

3. อาชีพ

☐ รับราชการ ☐ พนักงานเอกชน

☐ นักศึกษา ☐ ประกอบอาชีพส่วนตัว

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

4. ระดับศึกษา

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. ☐ ปวส. / อนุปริญญา

☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

5. รายได้

☐ ต่ำกว่า 5,000 บาท ☐ 5,001-10,000 บาท

☐ 10,001- 15,000 บาท ☐ 15,001- 20,000 บาท

☐ 20,001- 25,000 บาท ☐ 25,000 บาทขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นชิ้นไม้อัดต้นธูปฤาษี

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องประเมินความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน 5 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย / ให้ตรงตามคิดเห็น

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความสวยงาม					
2.ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์					
3. การเคลือบเงา					
4. วัสดุที่ใช้ในการผลิต					
5. ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์					
6. สีของผลิตภัณฑ์					
7. ประโยชน์ใช้สอย					
8. ความพึงพอใจโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ค

มาตรฐานการทดสอบ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 876– 2547

แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

FLAT PRESSED PARTICLEBOARDS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 79.060.20

ISBN 974-687-210-9

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการอื่นๆ
(ข้อ 6.5)

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด							วิธีทดสอบตาม
		ความหนา มิลลิเมตร							
		3.0 ถึง 6.0	เกิน 6.0 ถึง 13.0	เกิน 13.0 ถึง 20.0	เกิน 20.0 ถึง 25.0	เกิน 25.0 ถึง 32.0	เกิน 32.0 ถึง 40.0	เกิน 40.0 ถึง 50.0	
1	การพองตัวตามความหนา % ไม่เกิน	12	12	12	12	12	12	12	ข้อ 9.7
2	ความต้านแรงดัด MPa *								ข้อ 9.8
	ไม่น้อยกว่า	15	14	13	11.5	10	8.5	7	
3	มอดุลัสยืดหยุ่น MPa ไม่น้อยกว่า	1 950	1 800	1 600	1 500	1 350	1 200	1 050	ข้อ 9.8
4	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า								ข้อ 9.9
	MPa ไม่น้อยกว่า	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.20	
5	ความยึดแน่นของผิวหน้า MPa								EN 311
	ไม่น้อยกว่า	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
6	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว N								ข้อ 9.10
	ไม่น้อยกว่า								
	- ด้านผิว	-	-	360**	360	360	360	360	
	- ด้านขอบ	-	-	360**	360	360	360	360	

หมายเหตุ * *1 MPa เท่ากับ 1 N/mm²*

** *หมายถึง ทดสอบเฉพาะที่ความหนา 15.0 mm ถึง 20.0 mm*

\- *หมายถึง ไม่ต้องทดสอบ*

6.3 ปริมาณความชื้น (moisture content)
ปริมาณความชื้นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 4 % ถึง 13 %
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.5

6.4 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

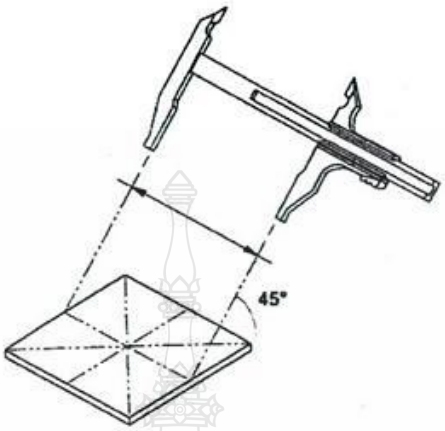
6.4.1 แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นคุณภาพ 1
ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 8 mg/100 g

6.4.2 แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นคุณภาพ 2
ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 8 mg/100 g ถึง 30 mg/100 g

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.6

6.5 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ
ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



รูปที่ 4 แสดงวิธีวัดความกว้าง ความยาวของชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.4.2.3)

9.4.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร} = \frac{m}{V} \times 10^6$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ เป็น กรัม

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ เป็น ลูกบาศก์มิลลิเมตร

9.4.4 การรายงานผล

รายงานค่าความหนาแน่นและความหนาแน่นเฉลี่ย

9.5 ปริมาณความชื้น

9.5.1 เครื่องมือ

(1) เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 g

(2) ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ (103 ± 2) °C

(3) เดซิเคเตอร์

9.5.2 วิธีทดสอบ

9.5.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบตามข้อ 9.4 แล้ว ให้ได้มวลที่แน่นอน ถึง 0.01 g เป็นมวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ

9.5.2.2 อบชิ้นทดสอบในตู้อบที่อุณหภูมิ (103 ± 2) °C จนได้มวลคงที่ คือมวลของชิ้นทดสอบ เมื่อชั่ง 2 ครั้งที่เวลาห่างกัน 6 h ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1 % ของมวลของชิ้นทดสอบ

9.5.2.3 นำมาใส่ในเดซิเคเตอร์ปล่อยไว้ให้เย็น

9.5.2.4 ชั่งชิ้นทดสอบ เป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง

9.5.3 วิธีคำนวณ

หาค่าปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละ} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

เมื่อ m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ เป็น กรัม

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง เป็น กรัม

9.5.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น

9.6 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

9.6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบกว้าง 25 mm ยาว 25 mm ให้ได้มวลประมาณ 500 g

9.6.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตาม BS EN 120

หมายเหตุ *การทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าได้ โดยใช้เกณฑ์กำหนดและวิธีทดสอบ (รวมทั้งการเตรียมชิ้นทดสอบ) ต้องสอดคล้องกันดังในภาคผนวก ข. ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีตาม BS EN 120 เป็นวิธีตัดสิน*

9.7 การพองตัวตามความหนา

9.7.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ถึง 20 mm

9.7.2 วิธีทดสอบ

9.7.2.1 ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนาตามรูปที่ 3 วัดความหนาของชิ้นทดสอบ เป็นความหนาก่อนแช่น้ำ

9.7.2.2 แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ (20 ± 2) °C โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 mm แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ ไม่น้อยกว่า 10 mm

9.7.2.3 เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 h แล้ว รีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก

9.7.2.4 ปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 h แล้วนำชิ้นทดสอบขึ้นมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม เป็นความหนาหลังแช่น้ำ

9.7.3 วิธีคำนวณ

หาค่าการพองตัวตามความหนา จากสูตร

$$\text{การพองตัวตามความหนา ร้อยละ} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

เมื่อ t_1 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ เป็น มิลลิเมตร

t_2 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ เป็น มิลลิเมตร

9.7.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของการพองตัวตามความหนา เป็นร้อยละ

9.8 ความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.8.1 เครื่องมือ

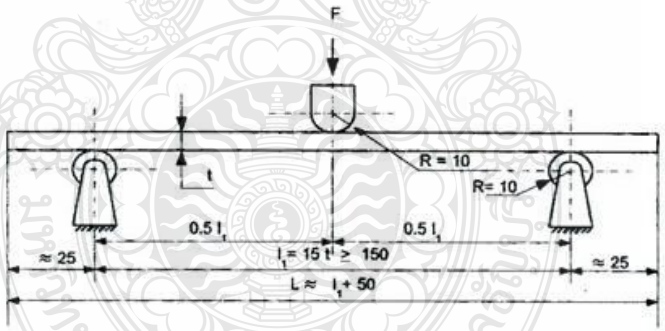
9.8.1.1 เครื่องกด ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 N หรือ 5 % ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ แท่งกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 mm และมีความยาวของแท่งกดไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

9.8.1.2 แท่งรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 mm และมีความยาวของแท่งรองรับไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

9.8.1.3 เครื่องวัดการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 mm

9.8.2 วิธีทดสอบ

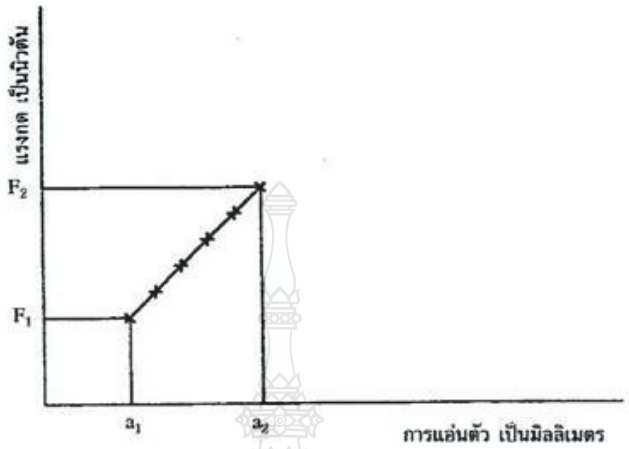
9.8.2.1 วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็ม ของ 10 mm) แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 mm ตามรูปที่ 5 ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 mm



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

(ข้อ 9.8.2.1)



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว
(ข้อ 9.8.2.3 และข้อ 9.8.3.2)

9.8.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.9 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.9.1 เครื่องมือ

9.9.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถใช้แรงดึงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s

9.9.1.2 แผ่นดึงซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 mm x 50 mm ความหนาตามความเหมาะสม

9.9.2 วิธีทดสอบ

9.9.2.1 ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นทดสอบ

9.9.2.2 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน ซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึง จนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการดึงประมาณ 2 mm/min)

9.9.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จากสูตร

$$\text{ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคัล} = \frac{F}{W \times L}$$

เมื่อ F คือ แรงดึงสูงสุด เป็น นิวตัน

W คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

9.9.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.10 ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

9.10.1 เครื่องมือ

9.10.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถใช้แรงดึงเพื่อถอนตะปูเกลียวออกจากชิ้นทดสอบในเวลาไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s

9.10.1.2 ตะปูเกลียว ชนิดหัวจมแบบผ่าที่เป็นไปตาม มอก. 499 ขนาดระบุ 4.1 ความยาว 40 mm หรือที่มีขนาดใกล้เคียง

9.10.2 วิธีทดสอบ

9.10.2.1 ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ทดสอบ 3 แห่ง คือ ที่กึ่งกลางผิวหน้า 1 แห่ง และที่กึ่งกลางของขอบ 2 ขอบที่ประชิดกัน

9.10.2.2 ขันตะปูเกลียวลงในชิ้นทดสอบ ซึ่งได้เจาะรูนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 mm ลึก 6 mm ไว้แล้ว ขันตะปูเกลียวจนกระทั่งส่วนเกลียวที่สมบูรณ์จมลึกลงไปถึง 13 mm ไม่นับความยาวส่วนปลายเรียวของตะปูเกลียว

9.10.2.3 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบ แรงที่ใช้ดึงจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับตะปูเกลียว และตั้งฉากกับผิวหน้าหรือผิวขอบของชิ้นทดสอบ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่กกว่า 90 s (ความเร็วในการดึง ประมาณ 2 mm/min)

9.10.3 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวทศพร โพธิ์เนียม
วัน เดือน ปีเกิด	4 พฤษภาคม 2532
การศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคหกรรมศาสตร์
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
เบอร์โทรศัพท์	087-6983307
อีเมล์	todsaporn_ph@mail.rmutt.ac.th

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี