การศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟโดยการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อน

A STUDY ON THE PRODUCTION OF SOUND ABSORBING PANELS FROM SUGAR CANE FIBERS AND COFFEE BEAN HUSK BY USING HOT PLATE PRESSES

จิรภิญโญ ภู่วรณ์

JIRAPINYO PHUVORN

ณัฐวัตร พลานนท์

NATTAWAT PALANON

ภัทราวุธ เพ็ชรดี

PATTRAWUT PECHDEE

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ โดยการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อน

A STUDY ON THE PRODUCTION OF SOUND ABSORBING PANELS FROM SUGAR CANE FIBERS AND COFFEE BEAN HUSK BY USING HOT PLATE PRESSES

จิรภิญโญ ภู่วรณ์

JIRAPINYO PHUVORN

ณัฐวัตร พลานนท์

NATTAWAT PALANON

ภัทราวุธ เพ็ชรดี

PATTRAWUT PECHDEE

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY ON THE PRODUCTION OF SOUND ABSORBING PANELS FROM SUGAR CANE FIBERS AND COFFEE BEAN HUSK BY USING HOT PLATE PRESSES

JIRAPINYO PHUVORN
NATTAWAT PALANON
PATTRAWUT PECHDEE

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON
2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2022

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHONE CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีระจอมเกล้าจอมคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ใบรับรอบปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟโดยการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อน

PROJECT TITLE A STUDY ON THE PRODUCTION OF SOUND ABSORBING PANELS FROM SUGAR CANE FIBERS AND COFFEE BEAN HUSK BY USING HOT PLATE PRESSES

ชื่อนักศึกษา	นายจิรภิญโญ	ภู่วรณ์	**รหัสประจำตัว** 61512030
	นายณัฐวัตร	พลานนท์	**รหัสประจำตัว** 61512039
	นายภัทราวุธ	เพ็ชรดี	**รหัสประจำตัว** 61514061

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์

ปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.ปราโมทย์ กุศล	กรรมการ	
ผศ.ดร.นารถระพี นาคะวัจนะ	กรรมการ	
ดร.วิสิทธิ์ เอกวานิช	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	
ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 11 กรกฎาคม 2565 เวลา 13.00 – 16.00 น.

สถานที่สอบ สอบแบบออนไลน์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุศล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ โดยการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อน

ชื่อนักศึกษา นายจิรภิญโญ ภู่วรณ์ **รหัสประจำตัว** 61512030
นายณัฐวัตร พลานนท์ **รหัสประจำตัว** 61512039
นายภัทราวุธ เพ็ชรดี **รหัสประจำตัว** 61514061

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์

ปริญญานิพนธ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการพัฒนาและการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟโดยใช้อัตราส่วนกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 1:3 ของส่วนผสมทั้งหมด อัตราส่วนเส้นใยอ้อยต่อเปลือกกะลากาแฟ 50% 75% และ 100% ที่ความหนาตั้งต้น 3 ค่า โดยตัวอย่างชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 และ 100 มิลลิเมตร (ความหนา 20 มิลลิเมตร) เพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และตัวอย่างชิ้นงานขนาด 40x40 มิลลิเมตร (กว้าง×ยาว) ความหนา 20 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างชิ้นงานอัตราส่วนเส้นใยอ้อย 75 % (ความหนาตั้งต้น 70 มิลลิเมตร) มีค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียง (NRC) ที่ดีที่สุดเท่ากับ 0.624 โดยที่ค่าการดูดซึมน้ำและค่าการพองตัวของตัวอย่างชิ้นงานมีค่า 76.54 % และ 0.58 % ตามลำดับ ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นแผ่นดูดซับเสียง เนื่องจากเป็นวัสดุดูดซับเสียงผสมระหว่างมีรูพรุน (Porous sound absorbers) กับไม่มีรูพรุน (Helmholtz resonators) จากการทดสอบตัวอย่างชิ้นงานสามารถดูดซับเสียงได้ดีตั้งแต่ความถี่ 250 ถึง 4000 Hz (สูงสุดความถี่ 2000 Hz) ด้านการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยผสมกับเปลือกกะลากาแฟ ขนาด 1 ตารางเมตร มีต้นทุนการผลิตประมาณ 127.22 บาท โดยมีราคาต่ำกว่าแผ่นดูดซับเสียงในท้องตลาดทั่วไปถึง 6 เท่า และมีค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ : เส้นใยอ้อย, เปลือกกะลากาแฟ, แผ่นดูดซับเสียง, สัมประสิทธิ์การลดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title A STUDY ON THE PRODUCTION OF SOUND ABSORBING PANELS FROM SUGAR CANE FIBERS AND COFFEE BEAN HUSK BY USING HOT PLATE PRESSES

Student Mr.Jirapinyo Poowan **Student ID** 61512030

Mr.Nattawat Palanon **Student ID** 61512039

Mr.Pattrawut Pechdee **Student ID** 61512061

Degree Bachelor of Engineering

Program Mechanical Engineering

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Panya Daungwilailux

ABSTRACT

This research is to study the process development and production of sound absorbing panels from sugarcane fibers and coffee bean husks using a 1:3 urea-formaldehyde glue ratio. In this study, the ratio of sugarcane fiber to coffee bean husks were 50 percent, 75 percent, and 100 percent with 3 original thickness. The samples with diameters of 30 and 100 mm (thickness 20 mm) were used in sound absorption properties testing, and the samples with the size of 40 × 40 mm (width × length) and thickness 20 mm were used in physical properties testing. The results shown that the sample ratio of 75 percent sugarcane fiber (70 mm original thickness) was the best sound absorbing panel of noise reduction coefficient (NRC) 0.624. Moreover, the water absorption and thickness swelling properties were 76.54 percent and 0.58 percent, respectively. This sample was suitable to use for making sound absorbing panels because it was a sound absorbing material mixed between porous (Porous sound absorbers) and non-porous (Helmholtz resonators). Furthermore, the noise reduction properties were high in the frequency range of 250 to 4000 Hz (maximum value at 2000 Hz). Economic analysis, the production cost of the sound absorbing sheet from sugarcane fiber mixed with coffee bean husk was about 127.22 Baht per square meter, which was 6 times cheaper than other sound absorbing panels (similar noise reduction coefficient) in the market.

Keywords: Sugarcane fiber, Coffee bean husk, Sound absorbing panels, Noise reduction coefficient

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้จัดทำโครงงานต้องขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ และ ดร.วิสิทธิ์ เอกวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยให้คำปรึกษา และข้อมูลที่ทำให้ประโยชน์ต่อการทำงาน นอกจากนี้คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุคลากร และคณะอาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ และอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการดำเนินงานอีกทั้งยังต้องขอขอบพระคุณ บริษัท ไอกะ หาดใหญ่ จำกัด และบริษัท โรงงานน้ำตาลนิวกรุงไทย จำกัด ที่ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือในการทำการทดลอง และการทดสอบชิ้นงานที่ใช้ในการปริญญานิพนธ์ของข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนทุนทรัพย์ตลอดมาในการศึกษาและต้องขอขอบพระคุณเพื่อนทุกๆท่านและบุคคลท่านต่างๆที่ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาตลอดข้าพเจ้าขอระลึกถึงพระคุณอันสูงสุด และขอกราบในพระคุณ ณ ที่นี้

นายจิรภิญโญ ภู่วรณ์

นายณัฐวัตร พลานนท์

นายภัทราวุธ เพ็ชรดี

กรกฎาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก-ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค-ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ-ญ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	ฎ-ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาโครงงาน	1-2
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.4 วิธีการและขั้นตอนในการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เส้นใยอ้อย	4-6
2.2 เปลือกกะลากาแฟ	6
2.3 กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	7
2.4 ทฤษฎีกระบวนการอบแห้ง	8
2.5 เสียง	9-18
2.6 การทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง	19
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20-21
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	22
3.1 อุปกรณ์และวิธีการ	22
3.2 แผนการดำเนินการวิจัย (Flow Chart)	23-28
3.3 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง	29-34
3.4 วิธีการทดลอง	35-38
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	39
4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง	40-41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล (ต่อ)	
4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	42-47
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปผลการทดลอง	48-49
5.2 ข้อควรระวังและข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิงและสิ่งอ้างอิง	50-52
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเสียง	53-54
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเสียง	55-62
ภาคผนวก ค การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์	63-66
ประวัติผู้จัดทำ	67-69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณผลผลิตอ้อย ปริมาณชานอ้อยทั้งหมด และชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง	4
2.2 ความเหนียวและร้อยละการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยเรยอนและเส้นใยเซลลูโลสจากชานอ้อย	5
2.3 ค่า NRC ในช่วงความถี่ต่างๆ ในแต่ละวัสดุ	12
2.4 การจำแนกชนิดของวัสดุป้องกันเสียง จากค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง	13
4.1 แสดงความหนาแน่นของตัวอย่างชิ้นงาน	39
4.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงในช่วงความถี่ที่แตกต่างกันของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบ	40
4.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	43
4.4 ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	45
ข.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงาน อ้อย 50% เปลือกกะลากาแฟ 50%	56
ข.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงาน อ้อย 75% เปลือกกะลากาแฟ 25%	57
ข.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงาน อ้อย 100%	58
ข.4 ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%	59
ข.5 ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%	59
ข.6 ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 100%	59
ข.7 ผลหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%	60
ข.8 ผลหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%	60
ข.9 ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 100%	60
ข.10 ค่าการดูดซับน้ำและการพองน้ำของเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%	61
ข.11 ค่าการดูดซับน้ำและการพองน้ำของเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%	61
ข.12 ค่าการดูดซับน้ำและการพองน้ำของเส้นใยอ้อย 100%	61
ข.13 ค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำและการพองน้ำ	62
ค.1 งบประมาณการผลิตต่อแผ่น	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เส้นใยอ้อยที่ผ่านจากการผลิตน้ำตาล	5
2.2 ส่วนประกอบของเมล็ดกาแฟ	6
2.3 การอบแห้ง	9
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงและความถี่ของวัสดุดูดซับเสียงแต่ละประเภท	13
2.5 การตั้งค่าทดลอง	15
2.6 Impedance Tube	16
2.7 การใช้ประโยชน์ของหลอดอิมพิแดนซ์แต่ละประเภท	16
2.8 แผนผังของหลอดความต้านทานสำหรับวิธีการถ่ายโอนฟังก์ชันไมโครโฟนสองตัว	17
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ โดยการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อนและใช้กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ที่มีต่อคุณสมบัติการดูดซับเสียง และคุณสมบัติทางกายภาพ	23
3.2 การเตรียมเส้นใยอ้อย เปลือกกะลากาแฟและกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	24
3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการเตรียมเส้นใยอ้อย	25
3.4 แผนผังแสดงขั้นตอนการเตรียมเปลือกกะลากาแฟ	26
3.5 แผนผังแสดงขั้นตอนการเตรียมกระบวนการอัด	27
3.6 แผนผังแสดงการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงและคุณสมบัติทางกายภาพของตัวอย่างชิ้นงาน	28
3.7 กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	29
3.8 เส้นใยอ้อย	29
3.9 เปลือกกะลากาแฟ	30
3.10 แก้วตวงกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	30
3.11 ตู้อบ (Hot air oven) ED/FD	31
3.12 ตระแกรงร่อนมาตรฐานชนิดทองเหลือง มาตรฐาน ISO:3310-1/BS:410-1	31
3.13 เครื่องกวน หรือเครื่องผสม ยี่ห้อ Electrolux	32
3.14 เครื่องชั่งน้ำหนัก superior mini digital platform scale รุ่น i-2000	32
3.15 แม่พิมพ์ชิ้นงาน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.16 เครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อน 33

3.17 แท่นเลื่อยฉลุไฟฟ้า YH SCROLL SAW รุ่น CH-18 34

3.18 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ 34

3.19 ตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100 % ความสูง 20 มิลลิเมตรเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร 35

3.20 ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75 % ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร 36

3.21 ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50 % ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50 % ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร 36

3.22 ตัวอย่างชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียง 38

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของชิ้นงานประเภทต่างๆ 41

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของชิ้นงานประเภทต่างๆ 41

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของชิ้นงานประเภทต่างๆ 41

4.4 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 44

4.5 แสดงค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 46

4.6 ตัวอย่างชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสีย 46

ก.1 เตรียมชิ้นงานที่นำไปทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำและการพองน้ำ 54

ก.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำและการพองน้ำของชิ้นงาน 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันชานอ้อยและเปลือกกะลากาแฟเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิต ชานอ้อยเป็นเยื่อที่ไม่แข็งแรงไม่เหมาะสมจะนำไปทำเฟอร์นิเจอร์ใดๆ จึงถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ในโรงงานเพื่อผลิตออกมาเป็นไฟฟ้า ซึ่งก็ก่อให้เกิดควันและมลพิษสูงเช่นกัน และเปลือกกะลากาแฟ เป็นสิ่งที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ เพราะฉะนั้นเมื่อถูกนำมาทำแผ่นซับเสียงจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสิ่งที่แทบจะไร้ค่า ซึ่งในบ้านเรามีชานอ้อยและเปลือกกะลากาแฟถูกทิ้งอยู่จำนวนมาก เพราะทางโรงงานมองไม่เห็นคุณค่าของชานอ้อยและเปลือกกะลากาแฟที่สามารถสร้างขึ้นได้จริง เราจึงนำเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟมาศึกษาพัฒนา และผลิตเป็นแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยกับเปลือกกะลากาแฟ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันชานอ้อยเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล เป็นเยื่อที่ไม่แข็งแรงพอที่จะนำไปทำเฟอร์นิเจอร์ใดๆ จะถูกนำไปใช้ก็แค่เป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ในโรงงานเพื่อผลิตออกมาเป็นไฟฟ้า ซึ่งก็ก่อให้เกิดควันและมลพิษสูงเช่นกัน เพราะฉะนั้นเมื่อถูกนำมาทำแผ่นซับเสียงจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสิ่งที่แทบจะไร้ค่า ซึ่งในบ้านเรามีชานอ้อยถูกทิ้งขว้างอยู่จำนวนมาก เพราะทางโรงงานมองไม่เห็นคุณค่าของชานอ้อยที่สามารถสร้างขึ้นได้จริง

ในปัจจุบันกาแฟกลายเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมทั่วโลกตราบจนทุกวันนี้ผลกาแฟสุกที่เก็บมาแล้ว จะนำไปทำการตากแดดจนแห้งสนิท จากนั้นกะเทาะเอาเมล็ดกาแฟด้านในออก เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เราได้เมล็ดกาแฟที่ไม่ค่อยได้คุณภาพเท่าใด ผลกาแฟที่ตากแห้งแล้วจำเป็นต้องกะเทาะเอาเปลือกออกโดยเร็ว การเก็บเอาไว้นานจะทำให้กาแฟมีสีเข้ม เสี่ยงที่เชื้อราจะเข้าไปทำลายเนื้อด้านใน การตากจะทำบนลานซีเมนต์หรือถาด มีการกลับผลกาแฟในระหว่างตากเป็นช่วงๆ เพื่อให้สีของผลสม่ำเสมอ และลดการเกิดเชื้อรา ซึ่งจะตากจนกระทั่งความชื้นของกาแฟเหลืออยู่ไม่เกินร้อยละ 12 จึงจะนำมาเข้าสู่กระบวนการกะเทาะเปลือก จะได้เมล็ดกาแฟที่ต้องการ และเปลือกกะลากาแฟชาวสวนจะนำไปทิ้งเป็นปุ๋ยให้กับต้นไม้เป็นจำนวนมาก ทำให้เปลือกกะลากาแฟไม่มีมูลค่า และไม่เกิดประโยชน์สูงสุด

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาการผลิต และส่วนผสมที่ใช้ในการทำแผ่นดูดซับเสียง จากวัสดุทางเกษตรกรรมเพื่อลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิต และสามารถนำมาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับการใช้งาน และดูดซับเสียงในความถี่ต่างๆ ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนา และผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอัดร้อนคือการถ่านเทความร้อนไปยังวัสดุที่มีความชื้นด้วยวิธีการอัดด้วยแผ่นร้อน เพื่อลดค่าความชื้นให้กับวัสดุ เช่น การนำความร้อน การแผ่รังสีความร้อน จนทำให้ความชื้นในตัววัสดุลดลงไป เพื่อลดอัตราการเกิดเชื้อราหรือแบคทีเรียจากเส้นใยอ้อยแลละเปลือกกะลากาแฟที่อาจจะส่งผลเสียต่อผู้ใช้งาน

ปัญหาสำคัญบางประการในอาคารในปัจจุบันเป็นประเด็นที่เกี่ยวกับความสบายทางความร้อน และเสียง มลภาวะทางเสียงสามารถรบกวนสุขภาพของมนุษย์ในทางกายภาพ และทางอารมณ์ ซึ่งกลายเป็นปัญหาสังคม เนื่องจากการพิจารณาที่ไม่เจาะจง และไม่ได้วางแผน การเติบโตของเมืองส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามการปรับสภาพประกอบด้วยการลด หรือกำจัดเสียงสะท้อนในสภาพแวดล้อม รับประกันระดับสูงของความเข้าใจในการพูดผ่านเสียง การดูดซึม หนึ่งในสิ่งที่สำคัญที่สุดของวัสดุดูดซับเสียง คือโครงสร้างของพวกมัน ไม่ว่าจะเป็นเส้นใย หรือมีรูพรุนช่วยให้อากาศไหลผ่าน เพื่อให้คลื่นเสียงแทรกซึม หรือเจาะผ่าน หรือช่องว่างของเส้นใยกระจายพลังงานเสียงเป็นพลังงานความร้อน แต่วัสดุดูดซับเสียงเช่นใยแก้ว เส้นใยแร่ โฟม และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการควบคุมเสียงนั้นแตกต่างกันเนื่องจากมีประสิทธิภาพที่ต่างกันในการดูดซับเสียง อย่างไรก็ตามวัสดุเหล่านี้ไม่สามารถกำจัดได้โดยตรงในธรรมชาติ เพราะมีเวลาในการย่อยสลายตัวนาน หรือไม่มีวันย่อยสลาย นอกจากนี้หากใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาอุตสาหกรรมจะเป็นการสร้างก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

เส้นใยธรรมชาติสามารถใช้ทดแทนวัสดุเหล่านี้ได้โดยการสร้างเป็นฉนวนกันเสียง หรือการรักษาสภาพแวดล้อมด้านเสียง ในหลายกรณีเส้นใยเหล่านี้เป็นของเหลือใช้ทางการเกษตรกรรม หรือมาจากกระบวนการผลิตอื่นๆ และได้มีการวิจัยเพื่อนำมาใช้ในด้านการควบคุมเสียงรบกวน เส้นใยธรรมชาติเป็นทางเลือกที่สำคัญในการทดแทนวัสดุสังเคราะห์ วัสดุประกอบ (composites) ที่ผสมระหว่างวัสดุสังเคราะห์ กับวัสดุชีวภาพ เช่น เส้นใยธรรมชาติจะมีข้อดีกว่าเส้นใยเสริมแรง พวกแก้ว และคาร์บอน ในเรื่องราคาถูก ความหนาแน่นต่ำ มีน้ำหนักเบาเป็นฉนวน มีคุณสมบัติดูดซับเสียง นอกจากนี้พัฒนาวัสดุที่ใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นหลักยังเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ภาคเกษตรกรรม และลดการพึ่งพาวัสดุที่มาจากปิโตรเลียม วัสดุดูดซับเสียงเป็นวัสดุที่ใช้กรุผนัง หรือเพดานเพื่อลดการสะท้อนเสียง

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาการผลิต และส่วนผสมที่ใช้ในการทำแผ่นดูดซับเสียง จากวัสดุทางเกษตรกรรมเพื่อลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิต และสามารถนำมาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับการใช้งาน และดูดซับเสียงในความถี่ต่างๆ ได้ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนา และผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยชานอ้อยและเมล็ดกาแฟเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับเสียง การดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียง

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติการดูดซับเสียงของเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ

1.3ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ใช้เส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟที่เหลือจากโรงงาน

1.3.2 ใช้อัตราส่วนผสมกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 1:3 ของส่วนผสมทั้งหมด

1.3.3 ชิ้นงานผ่านการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อน

1.3.4 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ การดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนา

1.3.5 ทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง

1.3.6 ขนาดของบล็อคสูง 2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 30 และ 100 เซนติเมตร

1.3.7 ตัวอย่างชิ้นงานทดสอบขนาด อย่างละ 3 ชิ้น

1.4 วิธีการและขั้นตอนในการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ออกแบบขนาดการทดลอง

1.4.3 จำแนกเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ

1.4.4 นำชานอ้อยที่เลือกไว้มาเข้าเครื่องตีเส้นใย และคำนวณหาความชื้นในเส้นใย

1.4.5 นำมาร่อนเพื่อให้ได้ขนาดเส้นใยที่ต้องการ

1.4.6 ทำชิ้นงานทดสอบ แบบชานอ้อยเปล่า และแบบชานอ้อยผสมเปลือกกะลากาแฟในอัตราส่วนที่กำหนด

1.4.7 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติการดูดซับเสียง

1.4.8 สรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.5.2 สามารถผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟที่ได้มาตรฐาน

1.5.3 สามารถผลิตแผ่นดูดซับเสียงที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์บทนี้จะนำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากระบวนการศึกษาการผลิตและพัฒนาแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ ให้เกิดประโยชน์และเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป ภายใต้เงื่อนไขในการดำเนินงาน คุณสมบัติวัสดุดูดซับเสียง คุณสมบัติทางกายภาพ และทฤษฎีกระบวนการอบแห้งเป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางก่อนเข้าสู่กระบวนการวิจัย

2.1 เส้นใยอ้อย [1]

อ้อยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว จำพวกหญ้าที่อยู่ในสกุล (genus) Saccharum ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับข้าวฟ่าง ข้าวโพดและหญ้าจอห์นสัน (Saccharum officinarum) ชอบอากาศร้อนแสงแดดจัดและชุ่มชื้น นิยมปลูกพื้นที่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 25 องศาเหนือและใต้ ในประเทศไทยสามารถปลูกได้ทุกภาคยกเว้นภาคใต้ การปลูกขยายพันธ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ อ้อยที่ปลูกในประเทศไทยมี 2 ชนิดคือ อ้อยชนิดเปลือกแข็ง ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลและเปลือกอ่อน (อ้อยควั่นใช้ในการขบเคี้ยวหรือจำหน่ายเป็นน้ำอ้อยสด)

ชานอ้อย (bagasse) เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการหีบอ้อยเพื่อผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย ชานอ้อยนับว่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มีศักยภาพและสามารถนำมาพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรมสิ่งทอได้เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมที่มีปริมาณมาก โดยแต่ละปีจะมีปริมาณชานอ้อยสูงถึงประมาณ 20 ล้านตันต่อปี ถึงแม้ในปัจจุบันปริมาณชานอ้อยเกือบทั้งหมด ได้ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิง (Bio Mass) เพื่อผลิตพลังงานที่จำเป็นสำหรับโรงงานน้ำตาลและผลิตกระแสไฟฟ้า แต่ชานอ้อยก็ยังสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้มากกว่าโดยการนำมาพัฒนาเป็นเส้นใยเซลลูโลสประดิษฐ์

ตารางที่ 2.1 ปริมาณผลผลิตอ้อย ปริมาณชานอ้อยทั้งหมด และชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง หน่วย : ล้านตัน

ปี	ผลผลิตอ้อย	ปริมาณชานอ้อย	ปริมานชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง
2559	70.6	23.8	20.8
2560	75.3	24.5	21.5
2561	77.5	25.5	22.3
2562	76.8	24.3	21.4
2563	79.1	26.5	23.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 เส้นใยอ้อยที่ผ่านจากการผลิตน้ำตาล

กระบวนการแยกเยื่อแอลฟาเซลลูโลสสูงจากชานอ้อย ใช้วิธีการระเบิดด้วยไอน้ำในการกำจัดเฮมิเซลลูโลสออกจากเยื่อ ตามด้วยการกำจัดลิกนิน และการฟอกขาวเยื่อด้วยเคมี เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ได้เยื่อแอลฟาเซลลูโลสสูงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัตถุดิบเยื่อ Pulp ที่ใช้ในอุตสาหกรรมให้มากที่สุด และการนำไปใช้ฉีดเป็นเส้นใยด้วยเครื่องขึ้นรูปเส้นใยแบบเปียก (Wet Spinning) ระดับห้องทดลองที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้ทั้งกระบวนการแยกเยื่อแอลฟาเซลลูโลสสูงจากชานอ้อย สามารถนำไปต่อยอดกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษได้ ส่วนองค์ความรู้จากกระบวนการฉีดเส้นใยด้วยเครื่องขึ้นรูปเส้นใยแบบเปียก (Wet Spinning) สามารถใช้ในงานวิจัยพัฒนาที่เกี่ยวข้อง และภาคอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยเรยอนสามารถนำเยื่อจากชานอ้อยไปใช้ทดแทนเยื่อที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศได้

เยื่อเซลลูโลสจากชานอ้อยที่มีแอลฟาเซลลูโลสร้อยละ 89.7 และมีความหนืด 8.8 เซนติพอยส์ เมื่อนำมาฉีดเป็นเส้นใยด้วยกระบวนการผลิตเส้นใยเรยอน พบว่า เส้นใยเซลลูโลสประดิษฐ์จากชานอ้อยมีความเหนียว (tenacity) และมีร้อยละการยืดตัว ณ จุดขาด (% break extention) สูงกว่าเส้นใยเรยอนเชิงพาณิชย์

ตารางที่ 2.2 ความเหนียวและร้อยละการยืดตัว ณ จุดขาดของเส้นใยเรยอนและเส้นใยเซลลูโลสจากชานอ้อย

Fiber	Dry test		Wet test	
	Tenacity (g/denier)	Break extension (%)	Tenacity (g/denier)	Break extension (%)
Commercial rayon	4.06	6.14	2.83	9.50
Bagasse derived rayon	4.41	9.72	2.27	14.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เปลือกกะลากาแฟ [2]

กาแฟจัดเป็นไม้พุ่มขนาดกลางสูงประมาณ 3-5 เมตร ลำต้นของกาแฟมีลักษณะตั้งตรง กิ่งจะขนานไปกับระดับพื้นดินหรือห้อยลงดินซึ่งเป็นที่เกิดของดอกและผลต่อไป ดอกของกาแฟจะออกเป็นจานวนมาก แต่จะมีการติดผลเพียง 16-26 % เท่านั้น ลักษณะของผลกาแฟจะคล้ายลูกหว้า ภายในผลจะแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งมีเมล็ดกาแฟ 1 เมล็ด เมล็ดกาแฟเป็นส่วนที่อยู่ในกะลาซึ่งห่อหุ้มด้วยเยื่อบางๆ อีกชั้นหนึ่ง ส่วนเนื้อกาแฟจะถูกห่อหุ้มด้วยกะลากาแฟและเปลือกเมื่อสุกจะเป็นสีแดง

สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร (2562) รายงานว่า ปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกาแฟทั้งหมด 272,797 ไร่ โดยให้ผลผลิตทั้งหมด 23,617 ตัน ซึ่งภาคใต้มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด เท่ากับ 181,137 ไร่ โดยให้ผลผลิต 13,327 ตัน โดยจังหวัดชุมพร มีพื้นที่ปลูกกาแฟมากที่สุดของประเทศ เท่ากับ 124,463 ไร่ รองลงมา คือ จังหวัดระนอง เท่ากับ 53,571 ไร่ และจังหวัดเชียงราย เท่ากับ 40,520 ไร่ และ โดยผลผลิตมากที่สุดของประเทศคือจังหวัดชุมพร เท่ากับ 8,802 ตัน รองลงมา คือจังหวัดเชียงราย เท่ากับ 4,922 ตัน และ จังหวัดระนอง เท่ากับ 4,325 ตัน

รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของเมล็ดกาแฟ

ผลกาแฟสุกที่เก็บมาแล้ว จะนำไปทำการตากแดดจนแห้งสนิท จากนั้นกะเทาะเอาเมล็ดกาแฟด้านในออก เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เราได้เมล็ดกาแฟที่ไม่ค่อยได้คุณภาพเท่าใด ผลกาแฟที่ตากแห้งแล้วจำเป็นต้องกะเทาะเอาเปลือกออกโดยเร็ว การเก็บเอาไว้นานจะทำให้กาแฟมีสีเข้ม เสี่ยงที่เชื้อราจะเข้าไปทำลายเนื้อด้านใน การตากจะทำบนลานซีเมนต์หรือถาด มีการกลับผลกาแฟในระหว่างตากเป็นช่วงๆ เพื่อให้สีของผลสม่ำเสมอ และลดการเกิดเชื้อรา ซึ่งจะตากจนกระทั่งความชื้นของกาแฟเหลืออยู่ไม่เกินร้อยละ 12 จึงจะนำมาเข้าสู่กระบวนการกะเทาะเปลือก จะได้เมล็ดกาแฟที่ต้องการ และเปลือกกะลากาแฟชาวสวนจะนำไปทิ้งเป็นปุ๋ยให้กับต้นไม้เป็นจำนวนมาก ทำให้เปลือกกะลากาแฟไม่มีมูลค่า และไม่เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

กาวชนิดแรกที่ได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีการใช้กันมาร่วม 60 กว่าปีแล้ว เป็นกาวที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เริ่มจากใช้ฟอร์มัลกดีไฮด์ผสมกับยูเรียให้ความร้อนในส่วนผสมที่เป็นด่างทำให้เกิดเมธิลอลยูเรีย แต่ยังไม่เป็นกาว แล้วทำปฏิกิริยาในส่วนผสมที่เป็นกรด จึงหยุดปฏิกิริยาโดยเติมด่างให้มีสภาพเป็นกลาง แล้วกำจัดน้ำออกจากส่วนผสมที่มากขึ้นจากการเกิดปฏิกิริยาควบแน่น จนได้ส่วนผสมกาวที่เข้มข้นหรือจะระเหยน้ำต่อไปจนได้เป็นผงโดยนำกาวเข้มข้นไปพ่นผ่านรูเล็กๆ ในปล่องความร้อนที่ให้ความร้อนสูงถึง 200 องศาเซลเซียส กาวยูเรียฟอร์มัลกดีไฮด์ มีการจำหน่ายกันทั้งในสภาพของเหลว และเป็นผง เป็นผงก็จะเป็นทั้ง ถุงเดี่ยวและชนิด 2 ถุง โดยถุงเดี่ยวก็จะมีการผสมสารเร่งแข็งด้วย หากชนิด 2 ถุง ก็จะแยกเป็นถุงกาวผงยูเรียฟอร์มัลกดีไฮด์ 1 ถุง อีกถุงหนึ่งก็จะเป็นสารเร่งแข็งที่อาจจะผสมสารเพิ่มอื่นได้ด้วย เช่น แป้งสาลี แป้งอื่นๆ หรือ ผงดินขาว (kaolin) หรือแคลเซียมซัลเฟต การเตรียมกาวโดยนำกาวผงหลักหรือกาวน้ำ มาผสมกับน้ำ แล้วผสมกับสารช่วยให้กาวแข็งตัว (hardener) เมื่อเข้ากันได้ดีแล้ว จึงนำไปทาบนผิวไม้ที่จะทำการยึดติด สารช่วยให้กาวแข็งตัวจะมีสภาพเป็นกรด ซึ่งจะไปรุกเริ่มให้ปฏิกิริยาทางเคมีเชื่อมตัวทางขวาง ที่หยุดปฏิกิริยาไว้ขณะทำการสังเคราะห์กาวเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ขึ้น โดยมีการให้ความร้อนกับแนวกาวเป็นตัวเร่งให้แข็งตัวยิ่งขึ้น สารช่วยให้กาวแข็งตัวที่ใช้กับกาวยูเรียฟอร์มัลกดีไฮด์ควรเป็นชนิดกรดอ่อนมากๆ เนื่องจากหากใช้กรดแก่จะทำให้ผิวไม้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์เป็นผลให้แนวกาวเสียหาย การลดการปลดปล่อยสารฟอร์มัลกดีไฮด์จากผลิตภัณฑ์ไม้ที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลกดีไฮด์ ควรลดสัดส่วนโมล F:U ในการสังเคราะห์กาวเรซินจาก 1.8:1 หรือ 2.0:1 ให้ต่ำกว่า 1.6:1 หรือในบางกรณีต่ำถึง 1.2:1 การใช้สัดส่วนโมล F:U ต่ำ นอกจากจะทำให้ต้องเพิ่มระยะเวลาในการสังเคราะห์เรซินแล้ว กาวที่ได้จะต้องใช้ระยะเวลาในการทำให้แข็งตัวนานขึ้นด้วย และยังทำให้ความแข็งแรงของการยึดติดมีแนวโน้มต่ำลง ความต้านทานความชื้นลดลง ระยะเวลาการเก็บรักษา (ความเสถียร) ลดลง [3]

การลดสารฟอร์มัลกดีไฮด์ของกาวยูเรียฟอร์มัลกดีไฮด์ในการปฏิบัติงานนั้นสามารถทำได้โดยเติมสารเพิ่มอื่น เช่น ยูเรีย เมลามีน แทนนิน โซเดียมไดซัลไฟต์ และกรดอนินทรีย์อย่างอ่อนๆ แต่ก็จะทำให้การคงทนต่อน้ำและอุณหภูมิที่สูงขึ้นต่ำลง ซึ่งก็จะไม่แนะนำให้ใช้ในการต่อไม้ที่ต้องใช้ในที่ๆมีความชื้นและมีความร้อน

กาวเรซินยูเรียฟอร์มัลกดีไฮด์ พบมีการใช้โดยทั่วไปในการผลิตแผ่นไม้อัด แผ่นปาร์ติเกิล แผ่น MDF แผ่นไส้ไม้ระแนง และนิยมใช้กันมากในการปิดผิวไม้บางบนงานเครื่องเรือน แต่ก็ต้องระมัดระวังว่าเป็นกาวที่เหมาะต่อการใช้งานเพียงพอทนทานต่อความชื้นแต่ไม่ต้านทานน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีกระบวนการอบแห้ง

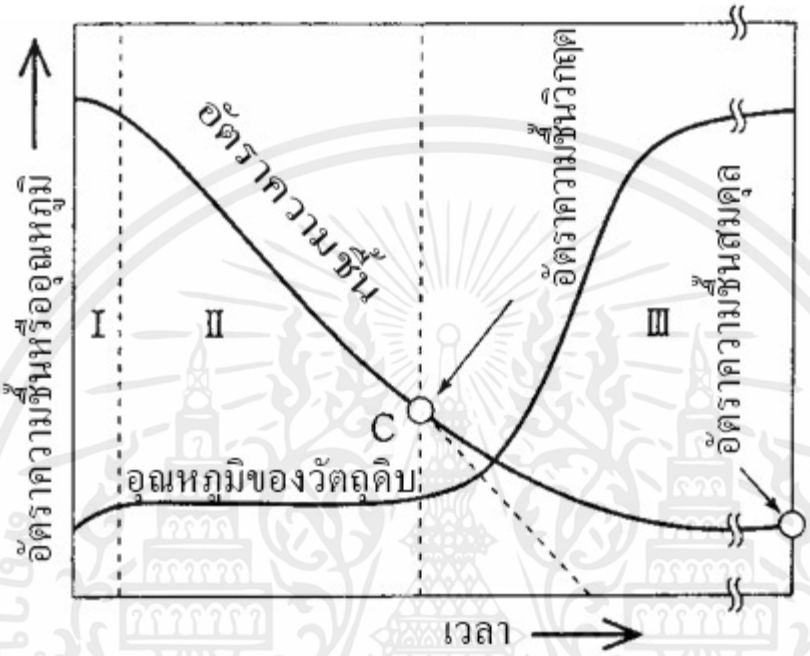
ในปัจจุบันสิ่งที่สำคัญนอกเหนือจากการผลิตผลติภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงออกสู่ท้องตลาดแล้ว คือ การพยายามเพิ่มผลผลิตและลดค่าใช้จ่ายในการผลิต โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมนั้นมีหลายกระบวนการผลิตที่เกี่ยวกับการอบแห้ง จะด้วยวิธีธรรมชาติหรือวิธีที่ใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานอื่นมาใช้ ซึ่งในบางครั้งยังผลิตไม่ทันตามความต้องการหรือหากทันตามความต้องการก็ต้องค่าใช้จ่ายสูงและประสิทธิภาพไม่คุ่มค่าเท่าที่ควร อันส่งผลให้เกิดแนวคิดในการหากรรมวิธีจะช่วยในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพที่ดีสะอาด ใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและลดระยะเวลาในการอบแห้งให้สั้นที่สุดเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตกรรมวิธีการอบแห้งมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุยืนยาว สำหรับผลผลิตทางการเกษตร เพื่อไล่ความชื้นที่ไม่ต้องการจากผลิตภัณฑ์ เช่นการอบแห้งไม้ซึ่งถือว่าไม้เป็นวัสดุแบบชื้นมาก (Hygroscopic Porous Media) กล่าวคือความชื้นยึดอยู่กับโครงสร้างของอนุภาคของแข็งภายใต้พันธะทางเคมีและฟิสิกส์มีช่องว่างระหว่างอนุภาคของแข็งมีขนาดเล็กมากประมาณ 0-1 ไมโครเมตร โครงสร้างเนื้อวัสดุที่ซับซ้อนที่ TSF-0520 เรียกว่าโครงสร้างวัสดุพรุนแบบเซลลูลาร์คาพิวลารี (Cellular Capillary) การอบแห้งเพื่อลดความชื้นของเนื้อไม้ลงถึงค่าหนึ่งก่อนที่จะนำไม้ไปเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมต่อไป สามารถลดปัญหา เชื้อรา ปลวก มอด เป็นต้น [4]

การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟจะอาศัยหลักการดูดกลืนพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟภายในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและสมบัติทางไดอิตริกของวัสดุนั้นๆ ที่คลื่นไปกระทบ วัสดุที่เป็นฉนวนที่มีค่าการไฟฟ้าต่ำ จะยอมให้คลื่นไมโครเวฟทะลุผ่าน เช่น แก้วอากาศ เป็นต้น ส่วนวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูงเช่น ชิ้นงานโลหะ จะสะท้อนคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไม่สามารถทะลุผ่านไปได้สำหรับวัสดุไดอิเล็กตริกหรือวัสดุกึ่งฉนวนที่มีขั้วทางไฟฟ้า

การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้นโดยใช้ความร้อนถ่ายเทไปยังวัสดุที่มีความชื้นด้วยวิธีหนึ่ง เช่น การนำ การพา การแผ่รังสีหรือทั้งสามแบบผสมผสานกัน เพื่อไล่ความชื้นออกโดยกระระเหยน้ำออกจากวัสดุ ซึ่งจะเกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนจากอากาศไปยังวัสดุ และการถ่ายเทความชื้นจากวัสดุไปยังอากาศพร้อมๆ กัน โดยทั่วไปการอบแห้งที่ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน ซึ่งโครงสร้างภายในของวัสดุทางการเกษตรส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นรูพรุนทำให้มีกระบวนการอบแห้งขึ้น 2 กระบวนการคือ ช่วงอัตราการออบแห้งคงที่ (Constant rate drying period) และช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Rate Drying Period) ในช่วงแรกที่วัสดุมีความชื้นสูงการอบแห้งจะเป็นแบบอัตราการอบแห้งคงที่ ในช่วงที่ผิวของวัสดุมีน้ำเกาะจำนวนมาก การถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิววัสดุเท่านั้นอัตราการอบแห้งจะถูกควบคุมโดยความเร็วอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ถ้าสภาวะของอากาศคงที่จะทำให้อัตราการอบแห้งคงที่ด้วย น้ำจะเคลื่อนที่จากภายใต้วัสดุมีความชื้นลดลงต่ำกว่าความชื้นวิกฤตจะอยู่ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง น้ำจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนที่จากภายในวัสดุออกมาที่ผิวของวัสดุในลักษณะของเหลวหรือไอน้ำและน้ำที่ผิว จากนั้นจะระเหยออกไปยังอากาศ อัตราการอบแห้งจะถูกควบคุมโดยอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำภายในวัสดุมายังที่ผิวนอกเรียกสภาวะนี้ว่าความชื้นสมดุลซึ่งช่วงระยะในการอบแห้งจะแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การอบแห้ง

2.5 เสียง (Sound)

เสียง (Sound) คือ การถ่ายพลังงานจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านโมเลกุลของตัวกลางไปยังผู้รับ โดยที่หูของเรานั้นสามารถรับรู้ถึงการสั่นสะเทือนของโมเลกุลเหล่านี้ได้และได้ทำการแปรผลลัพธ์ออกมาในรูปของเสียงต่างๆ

2.5.1 การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง [5]

เมื่อวัตถุเกิดการเคลื่อนที่หรือถูกกระทำด้วยแรงจากภายนอก ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนของโมเลกุลภายในวัตถุนั้น ซึ่งส่งผลไปยังอนุภาคของอากาศหรือตัวกลางที่อยู่บริเวณโดยรอบ ก่อให้เกิดการรบกวนหรือการถ่ายโอนพลังงานผ่านการสั่นสะเทือนและการกระทบกันเป็นวงกว้างทำให้อนุภาคของอากาศเกิด การบีบอัด (Compression) เมื่อเคลื่อนที่กระทบกัน และ การยืด (Rarefaction) เมื่อเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเดิม ดังนั้น คลื่นเสียง จึงเรียกกันว่า คลื่นความดัน (Pressure wave) เพราะอาศัยการผลักดันกันของโมเลกุลตัวกลางในการเคลื่อนที่ผ่านไปได้ตัวกลาง (Medium) จึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญต่อการได้ยินเสียง เพราะคลื่นเสียงเคลื่อนที่โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยตัวกลางในการถ่ายทอดพลังงานเท่านั้น ส่งผลให้ในสภาวะสุญญากาศซึ่งเป็นพื้นที่ว่างที่ไม่มีอนุภาคตัวกลางใดๆ คลื่นเสียงจึงไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านไปได้

2.5.2 สมบัติของเสียง [6]

การสะท้อน (Reflection) คือ การเคลื่อนที่จองเสียงไปกระทบสิ่งกีดขวาง ส่งผลให้เกิดการสะท้อนกลับของเสียงเรียกว่า เสียงสะท้อน (Echo) ซึ่งโดยปกติแล้ว เสียงที่ส่งผ่านไปยังสมองจะติดประสาทหูราว 0.1 วินาที ดังนั้นเสียงที่สะท้อนกลับมาช้ากว่า 0.1 วินาที ทำให้หูของเราสามารถแยกเสียงจริงและเสียงสะท้อนออกจากกันได้ นอกจากนี้ หากรับเสียงสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบของเสียงจะส่งผลให้เสียงสะท้อนมีระดับความดันสูงสุดอีกด้วย

การหักเห (Refraction) คือ การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางต่างชนิด หรือ การเคลื่อนตัวผ่านตัวกลางที่มีอุณหภูมิต่างกัน ส่งผลให้อัตราเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงเปลี่ยนไป

การเลี้ยวเบน (Diffraction) คือ การเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางหรือเลี้ยวเบนผ่านช่องว่างต่างๆ ของเสียงโดยคลื่นเสียงที่มีความถี่และความยาวคลื่นมาก สามารถเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางได้ดีกว่าคลื่นสั้นที่มีความถี่ต่ำ

การแทรกสอด (Interference) เกิดจากการปะทะกันของคลื่นเสียงจากหลายแหล่งกำเนิด ซึ่งอาจทำให้เกิดเสียงที่ดังขึ้นหรือเบาลงกว่าเดิม หากคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย (ไม่เกิน 7 เฮิรตซ์) เมื่อเกิดการแทรกสอดกันจะทำให้เกิดเสียงบีตส์ (Beats)

2.5.3 การได้ยินเสียง [7]

เสียงที่เราได้ยิน คือ อัตราการถ่ายโอนพลังงานของแหล่งกำเนิดเสียงต่อหนึ่งหน่วยเวลา หรือที่เรียกว่ากำลังเสียง (Power of sound wave) ซึ่งมีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที (J/s) หรือ วัตต์ (Watt)

โดยเสียงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดในลักษณะของการแผ่ขยายออกไปในรูปทรงกลม มีแหล่งกำเนิดเสียงเป็นจุดศูนย์กลาง ซึ่งกำลังของเสียงที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวทรงกรม เรียกว่า ความเข้มของเสียง (Intensity) และระดับความเข้มของเสียงนั้น ถูกตรวจวัดในรูปของ ความดัง (Volume) ในหน่วยเดซิเบล (Decibel) ซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้ถึงเสียงได้ตั้งแต่ที่ระดับเสียง 0 จนถึงราว 120 เดซิเบล โดยเสียงที่ดังเกินกว่า 120 เดซิเบล คือเสียงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้รับฟังได้นอกจากนี้ ความเข้มของเสียงยังขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้รับ เพราะเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ออกห่างจากแหล่งกำเนิดมากขึ้นเท่าใด ความเข้มและความดังของเสียงจะลดลงเท่านั้น

นอกจากความเข้มของเสียงแล้ว ความถี่ (Frequency) ของคลื่นเสียง ยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญต่อการได้ยินเสียงของมนุษย์ ความถี่มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hertz) ซึ่งมนุษย์สามารถรับคลื่นเสียงที่ระดับความถี่ ตั้งแต่ 20 ถึง 20,000 เฮิรตซ์ หรือเป็นช่วงความถี่ที่เรียกว่า โซนิค (Sonic)

มนุษย์สามารถรับเสียงได้ดีที่สุด ในช่วงความถี่ 1,000 ถึง 6,000 เฮิรตซ์ โดยเสียงที่มีระดับความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ เรียกว่า คลื่นใต้เสียง หรือ อินฟราโซนิค (Infrasonic) เสียงที่เกิดจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ เช่น การสั่นสะเทือนของสิ่งก่อสร้าง เป็นเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้เช่นเดียวกับคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฮิรตซ์ หรือที่เรียกว่า คลื่นเหนือเสียง หรือ อัลตร้าโซนิค (Ultrasonic) แต่สัตว์บางชนิด เช่น ค้างคาว หรือโลมา สามารถใช้ประโยชน์คลื่นเสียงในความถี่นี้ ในการสื่อสารและการระบุตำแหน่งได้

นอกจากนี้ แหล่งกำเนิดเสียงต่างกันยังให้กำเนิดเสียงในช่วงความถี่ที่ต่างกันอีกด้วย โดยที่มนุษย์เราสามารถจำแนกเสียงต่างๆตามระดับเสียง (Pitch) หรือเรียกเสียงที่มี ความถี่ต่ำ ว่า เสียงทุ้ม และเรียกเสียงที่มีความถี่สูง ว่า เสียงสูง/แหลม ซึ่งแตกต่างจากระดับความดังเบาของเสียงที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงหรือความเข้มของเสียง โดยมีแหล่งกำเนิดเสียง คุณสมบัติของตัวกลาง และระยะทางที่ส่งผลต่อระดับความดังเบาของเสียง

2.5.4 วัสดุดูดซับเสียง

ทฤษฎีการดูดซับเสียง (Sound Absorption) หมายถึง การทำให้พลังงานที่เสียงที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อผ่านตัวกลางใดๆ เช่น เมื่อคลื่นเสียงไปสัมผัสกับพื้นผิวของตัววัสดุ เสียงส่วนหนึ่งจะถูกทำให้สะท้อนกลับ อีกส่วนสามารถผ่านไปได้และส่วนที่เหลือถูกดูดซับด้วยตัวเองวัสดุเอง

ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับเสียงของตัววัสดุมีหลายปัจจัย ได้แก่ ขนาดของเส้นใย ความเป็นรูพรุน ความหนาของชิ้นงาน ความหนาแน่นของชิ้นงาน การสร้างช่องว่างอากาศ ความต้านทานการไหลของอากาศ การกดอัดตัวของเส้นใย การกั้นขวางของพื้นผิว และตำแหน่งของการวางวัสดุดูดซับเสียง เป็นต้น

2.5.5 ฉนวนกันเสียง (Sound Insulation)

อาศัยหลักในการกั้นเสียงให้ผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งให้น้อยที่สุดหรือไม่ให้เสียงผ่านเลย ฉนวนก้นเสียง เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นรูพรุน หรือ Open Cell ซึ่งช่วยในการดูดซับเสียงได้อย่างมาก คือ ขณะที่เสียงวิ่งตกกระทบฉนวนพลังงานเหล่านั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งเกิดจากการเสียดสีของพลังงานเสียงกับรูพรุนของฉนวน จะช่วยลดระดับพลังงานของเสียงในผนัง Double Wall โดยอาศัยหลักการเดียวกับการดูดซับเสียงข้างต้น ยิ่งถ้าเพิ่มความหนาของฉนวนมากเท่าไร ก็ยิ่งช่วยเพิ่มค่า STC ของระบบมากขึ้น

วัสดุทุกชนิดสามารถดูดซับเสียงได้ในระดับที่แตกต่างกันไป เมื่อคลื่นเสียงวิ่งกระทบวัสดุ จะมีบางส่วนของพลังงานเสียงถูกดูดซับและที่เหลือจะสะท้อนออกไป และเสียงที่สะท้อนออกไปนั้นจะมีพลังงานน้อยกว่าแหล่งกำเนิดเสียงเสมอ และจำนวนพลังงานที่ถูกดูดซับเข้าไปจะถูกแสดงในรูปของสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (Sound Absorption Coefficient) คือค่าที่แสดงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุ ถ้าหากใช้วัสดุที่ดูดซับเสียงไม่ดีจะทำให้เกิดเสียงก้องภายในห้องนั้นๆ ได้ สามารถพิจารณาค่าต่างๆ ได้เป็น 2 ลักษณะ คือ Sound Absorption Coefficient (SAC)

SAC หมายถึง สัดส่วนของพลังงานเสียงที่ถูกดูดซับไปเมื่อชนกระทบ เทียบกับพลังงานจากแหล่งกำเนิด ยกตัวอย่าง เช่น มีวัสดุหนึ่งมีค่า SAO 0.85 นั่นก็หมายความว่าพลังเสียง 85 % ได้ถูกดูดซับไว้เมื่อเคลื่อนที่ไปชนกับวัสดุนี้ และ 15 % ของพลังงานที่เทียบกับแหล่งกำเนิดจะสะท้อนออกมา ค่าการดูดซับเสียงของทุกวัสดุจะแปรผันกับความถี่ของเสียงที่เข้าไปกระทบ ดังนั้นค่าการดูดซับเสียง (SAC)จะถูกวัดที่หลายความถี่ คือ 125 250 500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1,000 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ ความถี่เหล่านี้เป็นความถี่ตรงกลางของเสียงที่วิ่งกระทบน้อยมากที่จะมีการใช้ค่า SAC ของเสียงที่ช่วงความถี่เดียวกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม หรือระบุว่าวัสดุต่างๆ มีค่า SAC เป็นเท่าไร ในการออกแบบสถาปัตยกรรมค่า SAC จะเป็นค่าดูดซับเสียงที่มีความถี่ที่เจาะจงเท่านั้น

$$\text{Sound Absorption Coefficient} = \frac{\text{พลังงานเสียงที่ถูกดูดซับ}}{\text{พลังงานที่ตกกระทบวัสดุดูดซับเสียง}} \qquad (2.1)$$

NRC เป็นตัวเลขที่จะระบุได้ถึงความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุ โดยที่ NRC คือค่าเฉลี่ยนของ SAC ที่ถูกวัดที่ 250 500 1,000 2,000 4,000 เฮิรตซ์ และปัดเศษให้อยู่ที่ 0.05 โดยทั่วไปค่า NRC จะต้องมีค่ามากกว่า 0.40 ถึงจะถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง (Acoustic) วัสดุที่มีรูพรุน ฉนวนจะยอมให้คลื่นเสียงทะลุผ่านไปได้ลึกมาก ซึ่งจะเป็นที่ที่พลังงานเสียงจะเปลี่ยนเป็นความร้อนเนื่องจากความเสียดทานระหว่างช่องอากาศกับเส้นใยวัสดุประเภทนี้สามารถมีค่า NRC ได้มากถึง 0.95-1.00 ขึ้นอยู่กับความหนาของฉนวน

$$\text{NRC} = \frac{\left[\left(\alpha_{250}+\alpha_{500}+\alpha_{1,000}+\alpha_{2,000}+\alpha_{4,000}\right)\right]}{5} \qquad (2.2)$$

เมื่อ NRC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง

αNumber คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุ

Number คือ ความถี่

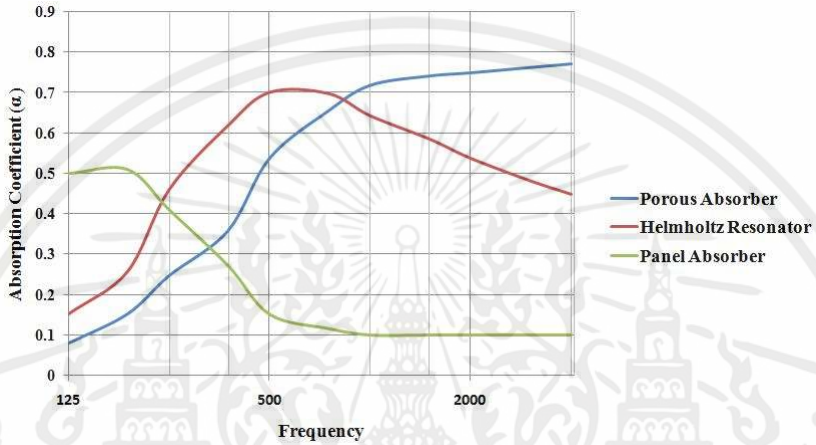
จากการศึกษานั้น ค่า NRC เป็นค่าเฉลี่ยของ SAC ที่ความถี่ 250 500 1,000 2,000 และ4,000เฮิรตซ์ และปัดเศษให้อยู่ที่ 0.05 โดยทั่วไปค่า NRC จะต้องมีค่ามากกว่า 0.40 ถึงจะถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง

ตารางที่ 2.3 ค่า NRC ในช่วงความถี่ต่างๆ ในแต่ละวัสดุ [16]

Materials	Frequency (Hz)						NRC
	125	250	500	1,000	2,000	4,000	
คอนกรีต	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
แผ่นไม้อัด 10 มม.	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11	0.15
กระจก	0.35	0.25	0.18	0.12	0.08	0.04	0.16
พรมบนพื้นคอนกรีต	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.66	0.29
แผ่นโฟมโอเพ่นเซลล์ 12 มม.	0.05	0.12	0.25	0.57	0.89	0.98	0.46
ฉนวนใยแก้ว 160K 25 มม.	0.09	0.30	0.80	1.12	1.01	0.79	0.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุต่างๆ ที่ดูดซับเสียงถ้ามีความหนาที่ถูกต้องก็อาจดูดซับเสียงได้ถึง 95 %หรือเรียกว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียง (Absorption Coefficient) 0.95 ถ้าความสามารถดูดซับเสียง 100 % มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1 ถ้า 70 % มีค่าเท่ากับ 0.7 วัสดุที่จะเป็นวัสดุกันเสียงจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์มากกว่า 0.3 หรือ 30 % ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่านั้นไม่สามารถนำมาเป็นวัสดุกันเสียงได้ สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงนั้น สัญลักษณ์กรีกเรียกแอลฟา α คือ ความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุนั้นๆ ในความถี่ที่กำหนดให้



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียง และความถี่ของวัสดุดูดซับเสียงแต่ละประเภท

ตารางที่ 2.4 การจำแนกชนิดของวัสดุป้องกันเสียง จากค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง (Noise Reduction Coefficient, NRC) [17]

ประสิทธิภาพการดูดซับเสียง	NRC	วัสดุชนิดต่างๆ
มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงสูง	1.0 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5	วัสดุที่ได้รับการออกแบบพิเศษ ให้มีความสามารถในการดูดซับเสียงสูง ฝ้าเพดานที่มีความพรุนสูง นวมเก้าอี้ในห้องประชุม ม่านหนา กระจก เบาะหุ้มเก้าอี้
มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงปานกลาง	0.4 0.3	พื้นดินที่เรียบ ผู้ฟังที่นั่งเก้าอี้ไม้ หรือโลหะพรมหนาบนพื้นคอนกรีต
สะท้อนเสียง	0.2 0.1 0	เก้าอี้ไม้ หรือโลหะที่ไม่มีคนนั่ง พรมน้ำหนักเบา ต้นไม้ ม่านบาง หน้าต่างกระจก ขอบหน้าต่างไม้ ปูนปลาสเตอร์ แผ่นยิปซัมบอร์ด คอนกรีตฉาบเรียบ อิฐเคลือบสี หินอ่อน กระเบื้องแก้ว ผิวน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการจำแนกชนิดของวัสดุป้องกันเสียง จากค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง (Noise Reduction Coefficient, NRC) เปรียบเทียบกับข้อมูลในตารางที่ 4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงในช่วงความถี่ที่แตกต่างกันของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบ พบว่าตัวอย่างชิ้นงานทั้ง 9 แบบนั้นเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงปานกลางถึงสูง ตามมาตรฐานการดูดซับเสียง ASTM D143-09

วัสดุดูดซับเสียง ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีหลายลักษณะ พอแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะคือ

1) วัสดุดูดซับเสียงที่โปร่งเบาเป็นฝอยเป็นรูพรุน เช่น ฉนวนเยื่อกระดาษเซลลูโลส ฉนวนใยหิน ฉนวนใยแก้ว ฉนวนโฟม โพลียูเทนประเภทต่างๆ คุณสมบัติแตกต่างกันไปตามความแข็งแรง ความหนาแน่น และการใช้งาน เหมาะสำหรับเสียงที่มีความถี่สูง

2) วัสดุดูดซับเสียงที่มีผิวปรุเป็นรู แผ่นดูดซับเสียงยิบซัมบอร์ดที่มีรู แผ่นชานอ้อย แผ่นไม้กอร์ก สำหรับเพิ่มพื้นที่ผิวในการรับเสียง

3) วัสดุดูดซับเสียงที่เป็นเยื่อแผ่น ผนังที่มีหลายชั้นกระจกสองชั้น หรือการติดผ้าม่านให้กับผนังช่องเปิดสำหรับเสียงที่มีความถี่ต่ำ

4) วัสดุดูดซับเสียงที่มีพื้นผิวมากที่ช่วยลดเสียงสะท้อนผนังที่มีการออกแบบเป็นช่องๆ รูปแบบต่างๆ ซึ่งลักษณะการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามการใช้งาน อาจมีหลายลักษณะประกอบกันเพื่อประสิทธิภาพการควบคุมเสียงที่เหมาะสม หรือจะใช้วัสดุที่มีพื้นผิวมากประกอบกับวัสดุที่เป็นรูพรุน

2.5.6 ทฤษฎีของเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางเสียง [8]

สำรวจค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของลำต้นปาล์มน้ำมันโดยใช้หลอดความต้านทานตัวอย่างปาล์มถูกนำมาจากส่วนกลางของลำต้นปาล์มน้ำมัน การตั้งค่าการทดลองแสดงในรูปที่ 2.3 หลอดอิมพีแดนซ์ที่ใช้ในงานนี้ถูกสร้างขึ้นตามสมาคมอเมริกันด้านการทดสอบและวัสดุ ASTM C384-04 มันทำจากท่อโพลีไวนิลคลอไรด์หนึ่งเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 114 มม. แผ่นรองหลังหนา 20 มม. ทำจากสแตนเลสขัดเงา ความถี่ต่ำสุดที่วัดได้โดยหลอดนี้ (เพื่อให้สามารถสังเกตความดันต่ำสุดสองค่าในหลอด) (ASTM C384-951998) เพื่อหลีกเลี่ยงการข้ามโหมดและการเกิดคลื่นตามขวางในหลอดความถี่สูงสุดถูก จำกัด ที่ 2000 เฮิรตซ์ ตามมาตรฐาน ASTM C384-95

การทดลองเริ่มต้นที่ 300 เฮิรตซ์ หลังจากนั้นขนาดขั้นตอนคือ 250 เฮิรตซ์จนถึง 2000 เฮิรตซ์ ตัวอย่างถูกวางไว้ด้านหน้า

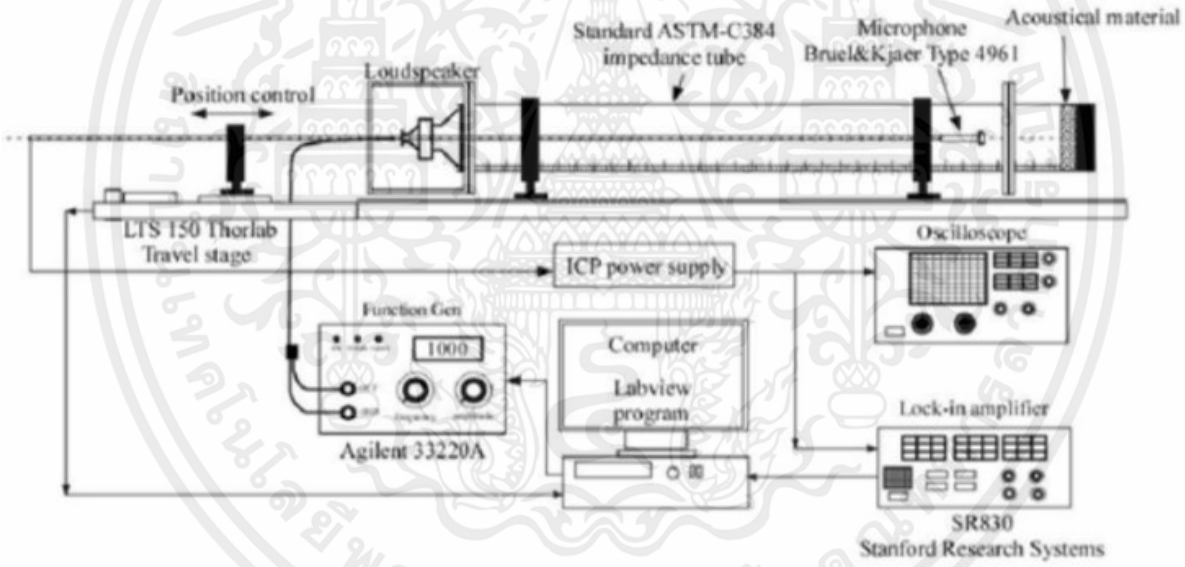
ดิสก์สแตนเลสสตีล ขัดเงาหนา 20 มม. ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับลำโพง ไมโครโฟน B&K ประเภท 4961 ติดตั้งที่ปลายด้านหนึ่งของท่อโลหะบางๆ ที่ถูกสอดเข้าไปในแกนผ่านท่ออิมพีแดนซ์ ปลายอีกด้านของท่อถูกยึดเข้ากับเวทีแปล 20 มม. ซึ่งให้การเคลื่อนไหวในแนวนอนกับไมโครโฟนที่มีความละเอียด 1 มม. ต่อขั้นตอน ลำโพลงถูกขับเคลื่อนโดยเครื่องกำเนิดฟังก์ชั่นที่ 1 Vp-p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอะคูสติกจากไมโครโฟนถูกบันทึกโดยเครื่องขยายสัญญาณแบบล็อคด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้สามารถวัดอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนได้สูง เสียงไมโครโฟนในหลอดวัดได้ในระดับไมโครโวลต์ภายในช่วงความถี่หลอดอิมพีแดนซ์ในขณะที่สัญญาณอะคูสติกที่วัดได้มีค่ามากกว่า 100 มิลลิโวลต์ นอกจากนี้ยังพบสัญญาณเสียงจากไมโครโฟนด้วยออสซิลโลสโคป LabView ถูกใช้เพื่อทำให้การเคลื่อนไหวไมโครโฟนและการรับข้อมูลเป็นไปโดยอัตโนมัติ ในขั้นต้นไมโครโฟนอยู่ห่างจากพื้นผิวตัวอย่าง 50 มม. แล้วแล้วดึงไปยังลำโพงโดยเวทีแปลที่อัตรา 3.3 มม./วินาที การตอบสนองเสียงถูกวัดเป็นแรงดันไมโครโฟนในแง่ของระยะทางเพื่อค้นหาแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Vmax) และต่ำสุด (Vmin) ตามที่ต้องการในการคำนวณอัตราส่วนคลื่นนิ่ง

(SWR = Vmax / Vmin) ตามมาตรฐาน ASTM C384-95 สัมประสิทธิ์การดูดซับ (α) นั้นสามารถหาได้จาก SWR

โดยใช้: α=1-|(SWR-12)/(SWR+ 1)|



รูปที่ 2.5 การตั้งค่าทดลอง

ข้อมูลอุปกรณ์อิมพิแดนซ์ทิวที่นำมาใช้ในการทดสอบทางด้านการดูดซับเสียง (Cbit Lap KU)

Impedance Tube kit (50 เฮิรตซ์ – 6.4 กิโลเฮิรตซ์) Type 4206

Impedance Tube Kit (100 เฮิรตซ์ – 3.2 กิโลเฮิรตซ์) Type 4206-A

Transmission Loss Kit (50 เฮิรตซ์ – 6.4 กิโลเฮิรตซ์) Type 4206-T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 Impedance Tube

การใช้ประโยชน์

		Type 4206	Type 4206-A	Type 4206-T
Frequency Range	50 Hz – 1.6 kHz	•		•
	100 Hz – 3.2 kHz		•	
	500 Hz – 6.4 kHz	•		•
Parameters	Acoustic impedance	•	•	•
	Acoustic admittance	•	•	•
	Reflection coefficient	•	•	•
	Sound absorption coefficient	•	•	•
	Transmission loss coefficient			•

รูปที่ 2.7 การใช้ประโยชน์ของหลอดอิมพิแดนซ์แต่ละประเภท

คุณสมบัติ

1. การวัดตามวิธีการถ่ายโอนสองฟังก์ชันไมโครโฟนตามมาตรฐาน ISO 10534-2และ ASTM E1050-08 มาตรฐานสากลสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและ ASTM E2611-09 สำหรับการสูญเสียการส่งสัญญาณ
2. การติดตั้งวัสดุที่ไวต่อแนวนอน การจำลองการวัดบนเพดานแบบแขวน
3. ตัวยึดติดผนัง
4. ส่วนหนึ่งของระบบการทดสอบวัสดุอะคูสติกที่สมบูรณ์ซึ่งมีระบบ PULSE™ ของ Brüel & Kjær

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

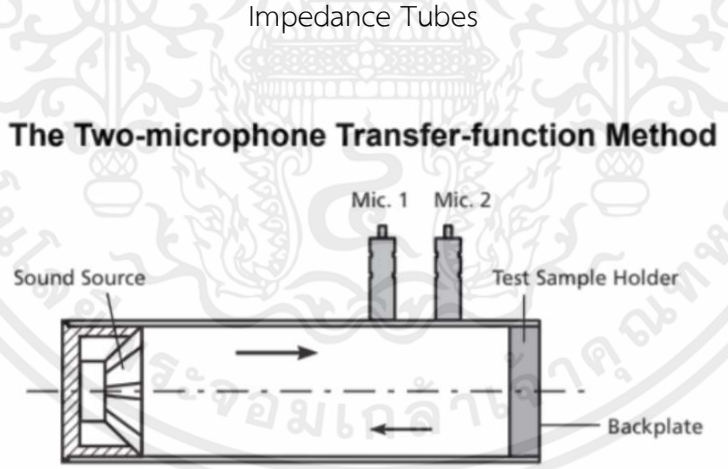
5. การหาค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงรบกวน ตามมาตรฐาน ASTM C423-99a จากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ 250 500 1,000 และ2,000 เฮิรตซ์ (ประเภท 4206-A)

การประยุกต์ใช้งาน

1. การประยุกต์การใช้งาน
2. การทดสอบลักษณะวัสดุที่ระบุ
3. การกำหนดข้อมูลอินพุตสำหรับการสร้างแบบจำลองเสียง
4. เพื่อวัตถุประสงค์ในการวิจัย

ประโยชน์การใช้งาน

1. กำหนดพารามิเตอร์อุบัติการณ์ปกติ
2. การวัดที่รวดเร็วและแม่นยำ
3. ช่วงความถี่ขนาดใหญ่ที่ทำได้โดยใช้หลออดขนาดต่างๆ และการเว้นระยะไมโครโฟน
4. การใช้ตัวอย่างขนากเล็ก
5. ประกอบและถอดแยกชิ้นส่วนได้ง่าย



รูปที่ 2.8 แผนผังของหลอดความต้านทานสำหรับวิธีการถ่ายโอนฟังก์ชันไมโครโฟนสองตัว [9]

มีการติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียง (ลำโพง) ที่ปลายด้านหนึ่งของหลอดอิมพีแดนซ์และวางตัวอย่างวัสดุไว้ที่ปลายอีกด้านหนึ่ง (ดูรูปที่ 2.6) ลำโพงสร้างบรอดแบนด์คลื่นเสียงแบบสุ่มไม่หยุดนิ่งซึ่งแพร่กระจายเป็นคลื่นระนาบในหลอดกดปุ่มตัวอย่างและสะท้อนกลับ การแพร่กระจายการติดต่อและการสะท้อนกลับส่งผลให้เกิดรูปแบบการแทรกสอดของคลื่นนิ่งเนื่องจากการซ้อนทับของคลื่นไปข้างหน้าและถอยหลังเคลื่อนที่ภายในท่อ ด้วยการวัดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันของเสียงในสถานที่คงที่ทั้งสองและคำนวณฟังก์ชันการถ่ายโอนที่ซับซ้อนโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความถี่ดิจิตอล สองช่องทางจึงเป็นไปได้จะกำหนดค่าการดูดซับเสียงและค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนที่ซับซ้อน ช่วงความถี่ที่ใช้งานได้จะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดและระยะห่างระหว่างตำแหน่งไมโครโฟน

ชุดหลอดอิมพีแดนซ์ (50 เฮิรตซ์ – 6.4 กิโลเฮิรตซ์) ประเภท 4206

ประเภท 4206 ประกอบด้วย:

ท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (ท่อขนาดใหญ่)

ท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 29 มิลลิเมตร (ท่อเล็ก)

ตัวอย่างผู้ถือ (29 และ 100 มิลลิเมตร)

ท่อตาข่าย (ส่วนประกอบ29 และ 100 มิลลิเมตร)

การใช้งานสำหรับ Types 4206 และ 4206-A

Types 4206 และ 4206-A สามารถใช้ในการวัดคุณสมบัติทางเสียงของตัวอย่างทดสอบขนาดเล็กรวมถึงวัสดุคอมโพสิต (เช่นกระเบื้องเพดาน) และวัสดุที่ผิดปกติ (เช่นกระเบื้องอะคูสติกแยก) แยกรองหลังแบบลูกสูบซึ่งติดตั้งตัวอย่างทดสอบภายในตัวยึดตัวอย่างสามารถถอนได้เผื่อสร้างช่องว่างอากาศด้านหลังตัวอย่างทดสอบสามารถใช้ในการจำลองการวัดบนเพดานแบบแขวน นอกจากนี้ชุดติดตั้งอิมพิแดนซ์ทั้งสองชุดสามารถติดตั้งในแนวตั้งเพื่อทำการวัดตัวอย่างที่ไวต่อการวางแนวซึ่งจะต้องติดตั้งในแนวนอน (เช่นวัสดุที่เป็นเม็ด)

การสูญเสียภายในท่อ

มีการติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียง (ลำโพง) ที่ปลายด้านหนึ่งของหลอดอิมพีแดนซ์และวางตัวอย่างวัสดุไว้ในที่ยึด (รูปที่ 2.6) ลำโพงสร้างคลื่นเสียงบรอดแบนด์แบบสุ่มที่คงที่ซึ่งแพร่กระจายเป็นคลื่นระนาบ คลื่นระนาบกระทบตัวอย่างในที่ยึดโดยมีส่วนหนึ่งของคลื่นสะท้อนกลับเข้าไปในหลอดตัวทางส่วนที่ดูดซับโดยวัสดุและส่วนที่ผ่านไปยังหลอดรับ ส่วนของคลื่นระนาบที่ผ่านวัตถุนั้นจะพบจุดสิ้นสุดของท่อรับซึ่งมีคลื่นสะท้อนบางส่วนและบางส่วนออกจากหลอด โดยการวัดความดันเสียงที่ตำแหน่งคงที่สี่แห่ง (สองจุดในท่อต้นทางและอีกสองจุดในท่อรับ) และคำนวณฟังก์ชันการถ่ายโอนที่ซับซ่อนโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความถี่ดิจิตอลสี่ช่องทาง เป็นไปได้ที่จะตรวจสอบการสูญเสียการส่งผ่านของวัสดุ ช่วงความถี่ที่ใช้งานได้จะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดและระยะห่างระหว่างตำแหน่งไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ [10]

คุณสมบัติทางกายภาพของไม้นั้นเป็นคุณสมบัติที่เกิดขึ้นภายในวัสดุ เป็นการทดสอบคุณสมบัตรการพองน้ำและการดูดซึมน้ำ เป็นต้น โดยใช้มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ASTM D2395 – 14 เป็นต้น

2.6.1 การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ

การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำสามารถทำได้โดย ตัดชิ้นทดสอบขนาด 40×40 มิลลิเมตร จำนวน ชิ้น ชั่งมวลของชิ้นทดสอบเป็นมวลของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ หลังจากนั้นแช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 2±2 องศาเซลเซียส โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มิลลิเมตร และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 ชั่วโมง แล้วรีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกมาให้หมดด้วยผ้าหมาดๆ แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก แล้วจึงปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 ชม. นำชิ้นทดสอบขึ้นมาชั่งเป็นมวลหลังแช่น้ำ โดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำได้จากสมการที่

$$\text{water Absorption}(\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \qquad (2.3)$$

เมื่อ m_1 คือมวลของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (กรัม)

m_2 คือมวลของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (กรัม)

2.6.2 การทดสอบค่าการพองตัวตามความหนา [11]

การทดสอบการพองตัวตามความหนา สามารถทำได้โดย ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50มิลลิเมตร จำนวน 27 ชิ้น ชั่งมวลของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ หลังจากนั้นแช่แข็งชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20±2 องศาเซลเซียส โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มิลลิเมตร แต่ละชิ้นต้องห่างจากกันและต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบไม่ครบ 1 ชั่วโมง แล้วรีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมด แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่นพลาสติก กระจกแล้วจึงปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบขึ้นมาชั่งเป็นมวลหลังแช่น้ำโดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำได้จากสมการที่ 2.4

$$\text{Thickness Swelling}(\%) = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \qquad (2.4)$$

เมื่อ t_1 คือ ความหนาของชิ้นงานทดสอบก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

t_2 คือ ความหมายของชิ้นงานทดสอบหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sulaimam. (1998) [12] ศึกษาการใช้ประโยชน์จากยางรีไซเคิลในการผลิตกำแพงกั้นเสียงสามารถแก้ปัญหาที่ประสบกันอยู่ คือ ควบคุมขยะจากยางเสื่อมสภาพและแก้ปัญหามลพิษทางเสียง ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของยางมีข้อได้เปรียบกว่าวัสดุอื่นๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเศษยางที่ไม่ได้อัดรวมเป็นแผ่นกับเศษยางที่อัดรวมเป็นแผ่นโดยใช้การยึดติดสำหรับอนุภาคแตกต่างกัน ที่มีความหนาต่างกัน พบว่าว่าดูดซับเสียงจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อใช้อนุภาคที่มีขนาดเล็กลง และการดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นเมื่อวัสดุที่ทดสอบนั้นทำจากอนุภาคขนาดใหญ่ ซึ่งแสดความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการไหลและความถี่เรโซแนนซ์ค่าแรก ซึ่งเป็นการช่วยให้ทราบถึงขีดความสามารถสูงสุดในการดูดซับเสียงของวัสดุและเลือกที่จะดูดซับเสียงในความถี่ที่ต้องการได้

เกศ ศรี วัฒนพล และคณะ (2545) [13] ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นกกมาสร้างเป็นวัสดุดูดกลืนเสียง มีผลการศึกษาดังนี้ วัสดุดูดกลืนสร้างขึ้นจากเส้นใยกกผสมกาวยูเรียฟอร์มัลกดีไฮด์ (อัตรา 1:1)อัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์ด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก แรงอัด 1 N/mm2 อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที โดยวัสดุดูดกลืนเสียงจากเส้นใยกกในงานวิจัยมีความหนา 2.5, 5 เซนติเมตร และความหนาแน่น 100,150,200 kg/m3 ความสามารถในการดูดกลืนของเสียงของวัสดุดูดกลืนเสียงที่สร้างขึ้นพิจารณาจาก ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (α) วัดตามหลักการของมาตรฐาน ASTM E1050-90 และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัสดุดูดกลืนเสียงจากใยกกที่ความหนาและความหนาแน่นต่างๆ จะเปลี่ยนไปตามความถี่เหมือนกันทั้งหมด โดยมีค่าสูงสุดที่ความถี่ 500 Hz และต่ำสุดที่ 1000 Hz หากพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงพบว่าเมื่อวัสดุดูดกลืนเสียงหนาขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

Pansak Kerdtongmee et al. (2559) [14] สังเคราะห์โฟมวัสดุประกอบจากน้ำยางข้นและผงผนังเพื่อประยุกต์ใช้เป็นฉนวนดูดซับเสียง วัดค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ช่วงความถี่ 250-4,000 Hz หาสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง ความหนาแน่นในแต่ละอัตราส่วน พบว่า โฟมวัสดุประกอบทุกอัตราส่วนการผสมของน้ำยางเข้มข้นและเศษผงผนังที่สังเคราะห์ขึ้นมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงใกล้เคียงกันที่ความหนากัน การเพิ่มขึ้นของปริมาณเศษผงผนังและขนาดของเศษผงผงหนังมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงไม่มากนัก แต่การผสมผงผนังลงไปในใยยางจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ โฟมวัสดุประกอบที่สังเคราะห์ขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้แทนวัสดุดูดซับเสียงในเชิงพาณิชย์ได้ ควรเป็นวัสดุประกอบของเศษผงหนังคละขนาดที่มีอัตราส่วนการผสมของน้ำยางข้นต่อเศษผงผนังเท่ากับ 1:1:6 และความหนามากกว่า 2 เซนติเมตร

สมศักดิ์วงษ์ ประดับไชย และคณะ. [15] ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพของแผ่นอัดในการลดเวลาการสะท้อนกลับของเสียง งานวิจัยนี้จากการพัฒนาแผ่นอัดจากชานอ้อย โดยได้ศึกษาชิ้นทดสอบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนของเส้สนใยชานอ้อยต่อวัสดุประสานที่อัตราส่วน 1:2, 1:3 และ 1:4 โดยน้ำหนักการศึกษาทางกายภาพ คือการพองตัวเมื่อแช่น้ำ และการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.876-2547) การทดสอบสมบัติการดูดซึมน้ำโดยการนำชิ้นทดสอบไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่า ทุกอัตราส่วนผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกินร้อยละ 80 การทดสอบสมบัติการพองตัวเมื่อแช่น้ำของชิ้นงาน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่า อัตราส่วน 1:2 มีสมบัติการการพองตัวเมื่อแช่น้ำไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนอัตราส่วน 1:3 และ 1:4 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกินร้อยละ 12 จากการทดสอบทางกายภาพ พบว่าสมบัติการพองตัว และสมบัติการดูดซับน้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราส่วนวัสดุประสานเพิ่มมากขึ้น

กัลทิมา และคณะ (2551) [16] ได้ศึกษาการผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุผสม ยางโฟมธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุผสม (composite) ระหว่างยางโฟมธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ โดยหาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิวเส้นใยธรรมชาติ ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วนระหว่างยางธรรมชาติ และผลของชนิดเส้นใยธรรมชาติที่มีผลต่อสมบัติการดูดซับเสียง โดยทำการเลือกเส้นใยปาล์ม และชานอ้อย ในการศึกษาและทำการทดสอบความสามารถในการดูดซับเสียง สมบัติทางกายภาพและอื่นๆ แผนการดำเนินงานวิจัยถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ หาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิวเส้นใยธรรมชาติด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และศึกษาผลของชนิดเส้นใยธรรมชาติและอัตราส่วนระหว่างยางโฟมธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติที่มีต่อสมบัติดูดซับเสียง โดยกรณีการเติมเส้นใยปาล์มจะมีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงน้อยกว่าการเติมเส้นใยชานอ้อย และสูตรที่เหมาสมในการดูดซับเสียงมากที่สุด คือ วัสดุผสมยางโฟมธรรมชาติที่มีการเติมชานอ้อย 5.0 %โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

วิทยานิพนธ์นี้จะนำเสนอเกี่ยวกับอุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟโดยการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อน โดยการใช้กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ภายใต้กระบวนการต่างๆ เช่น การะบวนคัดเส้นใยออกจากผง กระบวการอบแห้งเส้นใย กระบวนการผสม กระบวนการทำแม่พิมพ์อัดขึ้นรูป การทดสอบทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และสมบัติทางกายภาพ เป็นต้น

3.1 อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองผลิตแผ่นดูดซับเสียงการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ โดยการใช้กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ เริ่มจากการจะนำเส้นใยอ้อยที่ผ่านการรีดน้ำอ้อยและตีใยจากโรงงานน้ำตาลและเปลือกกะลากาแฟไปตากแห้ง นำเส้นใยอ้อยที่ได้มาร่อนเพื่อแยกผงออก จากนั้นนำเส้นใยอ้อยกับเปลือกกะลากาแฟที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ จากนั้นนำเส้นใยอ้อยกับเปลือกกะลากาแฟที่ผ่านกระบวนการอบแห้งมาชั่งน้ำหนักตามที่เรากำหนดอัตราส่วนไว้แล้วนำมาผสมกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์อัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักของอ้อยและกาแฟทั้งหมดที่ได้เตรียมไว้ นำใส่ลงในเครื่องตีสารยี่ห้อ Electrolux แบบสองหัวปั่น ผสมจนส่วนผสมเข้ากันจากนั้นนำมาเทใส่แม่พิมพ์ที่ได้ทำการเตรียมไว้ แล้วนำไปวางบนแผ่นเพลทด้านล่างของเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อน หลังจากอัดชิ้นงานแล้วจะนำชิ้นงานออกจากเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อนไปตัดด้วยแท่นเลื่อยฉลุไฟฟ้า YH SCROLL SAW รุ่น CH-18 เพื่อทำตัวอย่างชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร และ 100 มิลลิเมตร ความสูง 20 มิลลิเมตรเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และตัดทำตัวอย่างชิ้นงานขนาด 40X40X20 (กว้างXยาวXสูง) มิลลิเมตร เพื่อนำชิ้นงานไปการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น การดูดซึมน้ำ การพองตัวตามความหนา การทดสอบค่าความต้านทานแรงดัด ค่าความต้านทานแรงดึง ตามลำดับ

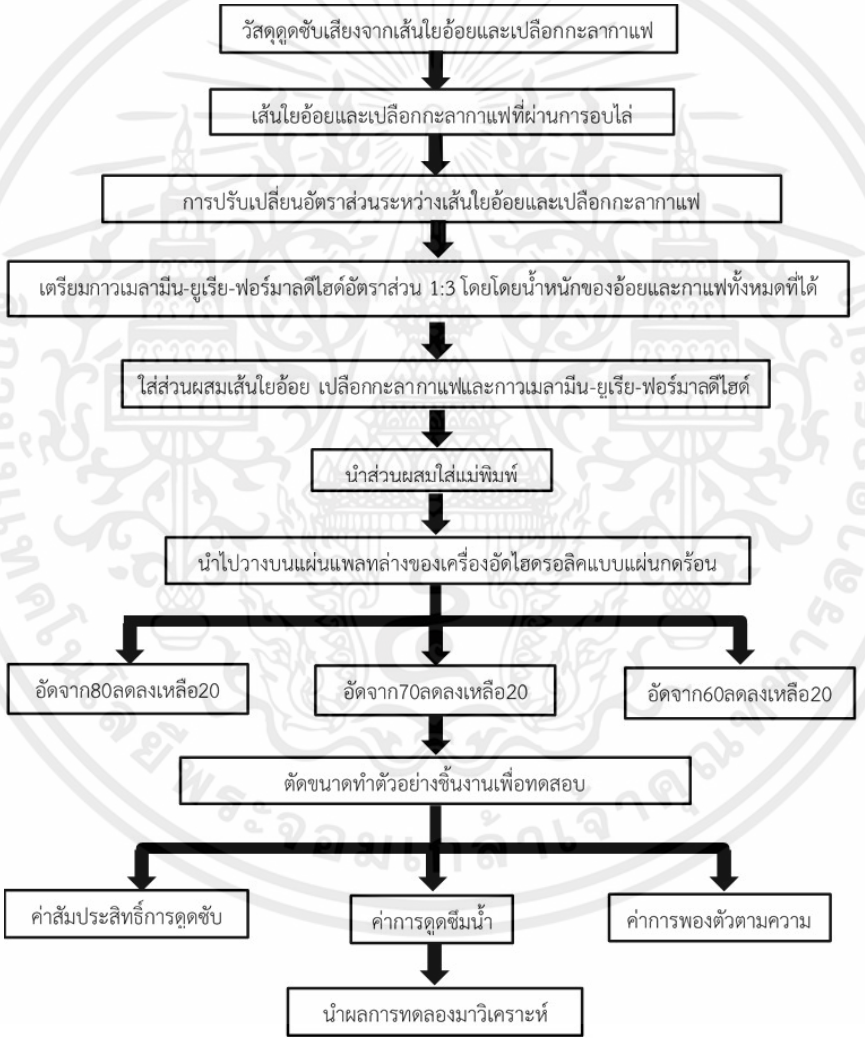
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แผนการดำเนินการวิจัย (Flow Chart)

แผนการดำเนินงานวิจัย แบ่งงานออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

3.2.1. ขั้นตอนการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ และ ใช้กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

การศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ โดยการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อน และ ใช้กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ที่มีต่อคุณสมบัติการดูดซับเสียง และคุณสมบัติทางกายภาพ โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.1

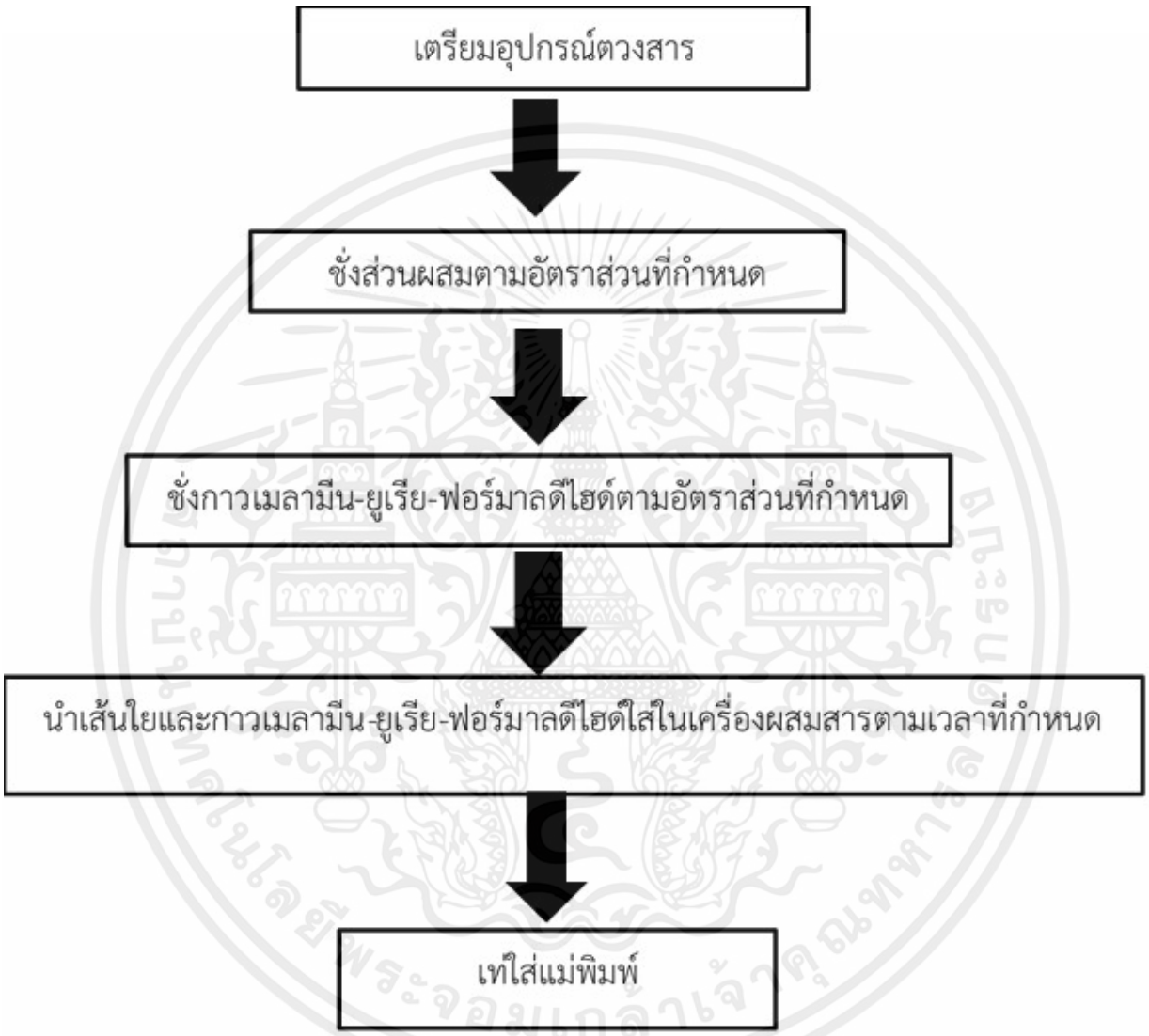


รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษาการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ โดยการอัดขึ้นรูปด้วยแผ่นร้อนและ ใช้กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีต่อคุณสมบัติการดูดซับเสียง และคุณสมบัติทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเตรียมเส้นใยอ้อย เปลือกกะลากาแฟ และกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

การเตรียมเส้นใยอ้อย เปลือกกะลากาแฟและกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ นั้นจำเป็นต้องสวมถุงมือยาง และหน้ากากอนามัยเพื่อความปลอดภัย โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.2

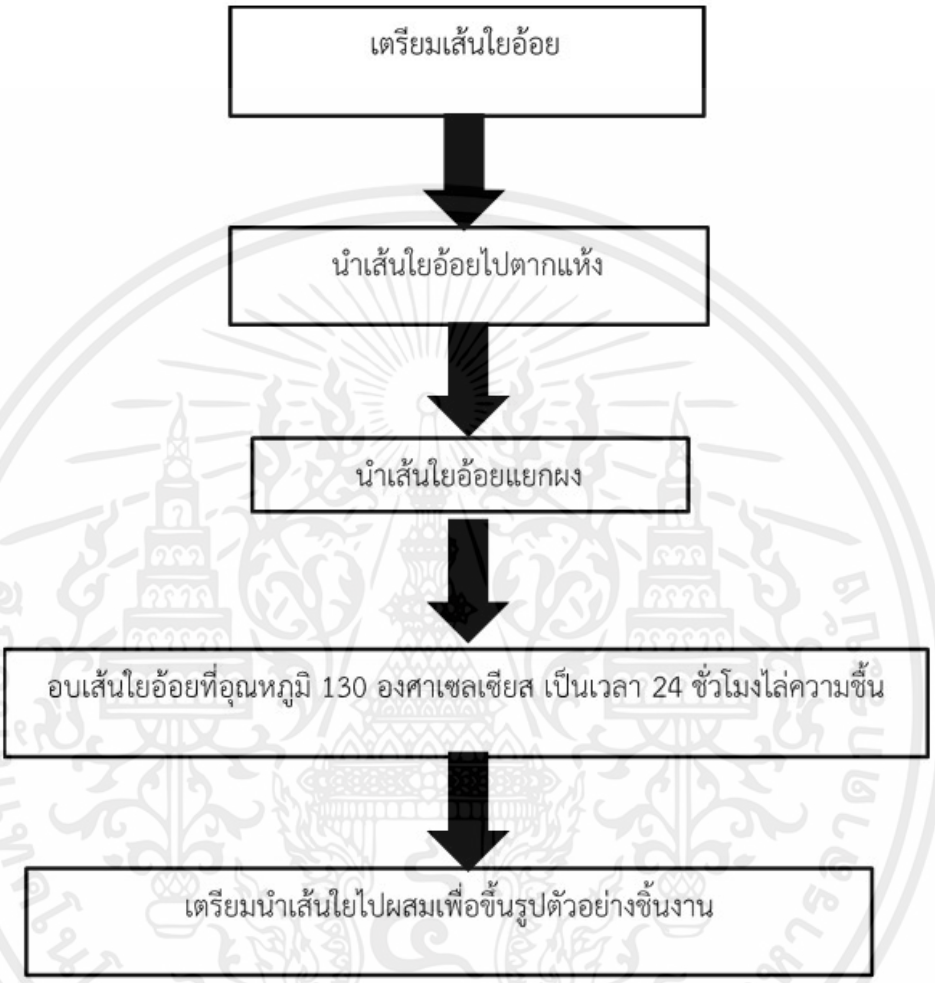


รูปที่ 3.2 การเตรียมเส้นใยอ้อย เปลือกกะลากาแฟและกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเตรียมเส้นใยอ้อย

การเตรียมเส้นใยอ้อยให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก่อนนำไปทดลอง โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการเตรียมเส้นใยอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การเตรียมเปลือกกะลากาแฟ

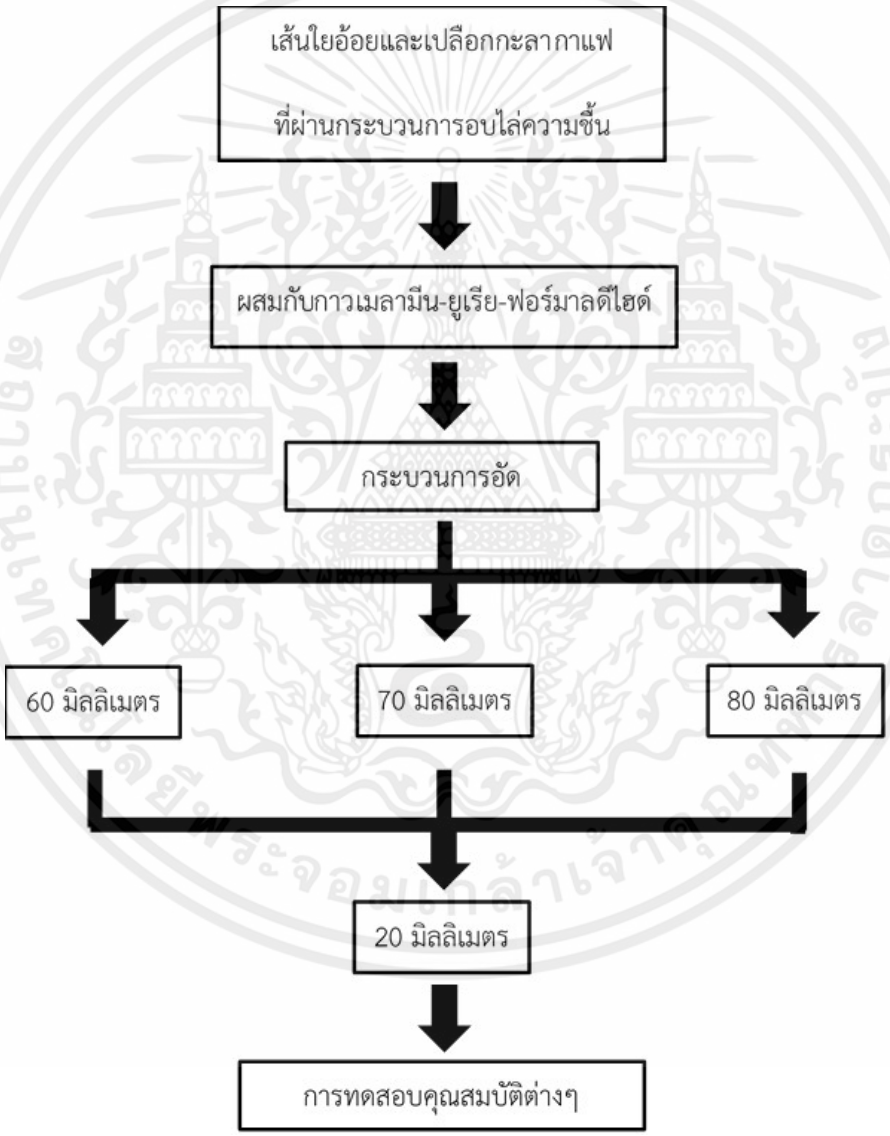
การเตรียมเปลือกกะลากาแฟให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก่อนนำไปทดลอง โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงขั้นตอนการเตรียมเปลือกกะลากาแฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การเตรียมกระบวนการอัด

ในกระบวนการอัดจะเส้นใยอ้อยและเปลือกกาลากาแฟที่ผ่านการอบไล่ความชื้นด้วยตู้อบ (Hot air oven) ED/FD ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นำมาคลุกผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ในอัตราส่วน 1:3 แล้วทำการอัดลงแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ โดยจะทำการอัดที่อุณหภูมิของเพลท 130 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาการอัดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดความหนา โดยการอัดจะเริ่มที่ความหนา 60,70 และ 80 มิลลิเมตร ทำการอัดให้ได้ความหนาที่ 20 มิลลิเมตร

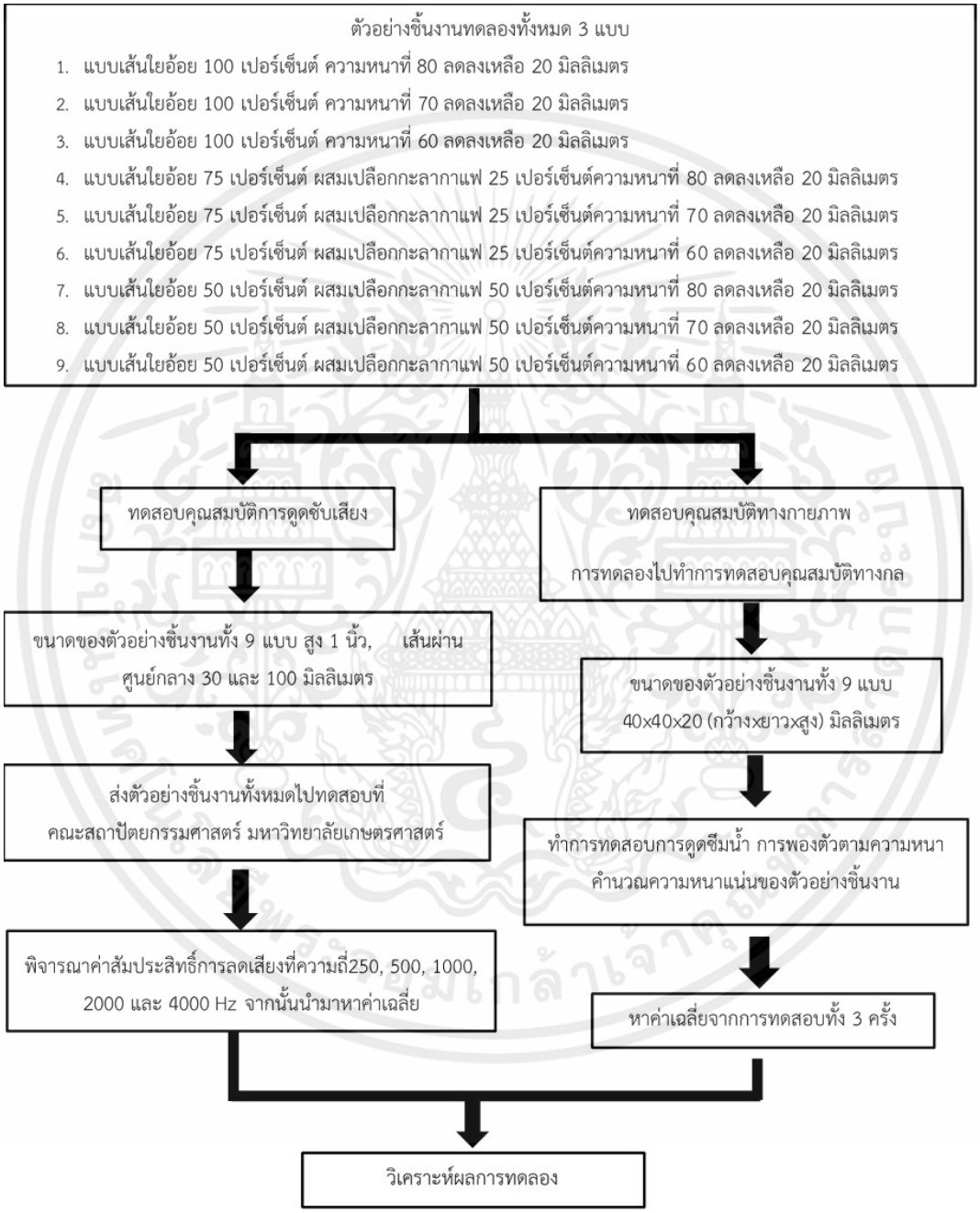


รูปที่ 3.5 แผนผังแสดงขั้นตอนการเตรียมกระบวนการอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และคุณสมบัติทางกายภาพ

การทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และคุณสมบัติทางกายภาพของตัวอย่างชิ้นงานนั้นจะทำการทดลองตัวอย่างชิ้นงานแบบละ 3 ชิ้น และทดสอบซ้ำ 3 ครั้งโดยจะมีรายละเอียดแสดงในรูปที่ 3.4

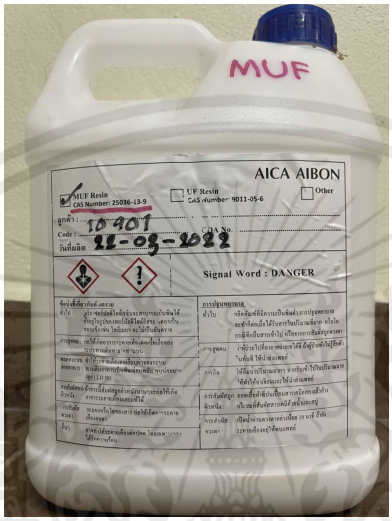


รูปที่ 3.6 แผนผังแสดงการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และคุณสมบัติทางกายภาพของตัวอย่างชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง

3.3.1 กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ อัตราส่วน 1:3 ของน้ำหนักอ้อยและกาแฟทั้งหมด ใช้เป็นตัวประสาน แสดงดังในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

3.3.2 เส้นใยอ้อย ที่ผ่านการอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 เส้นใยอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 เปลือกกะลากาแฟ ที่ผ่านการอบไล่ความชื้นอุณหภูมิที่ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงแสดงดังในรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 เปลือกกะลากาแฟ

3.3.4 แก้วตวงกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ใช้ใส่กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ก่อนผสม แสดงดังในรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 แก้วตวงกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ตู้อบ (Hot air oven) ED/FD ใช้สำหรับอบไล่ความชื้นในเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส แสดงดังในรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 ตู้อบ (Hot air oven) ED/FD

3.3.6 ตระแกรงร่อนมาตรฐานชนิดทองเหลือง มาตรฐาน ISO:3310-1/BS:410-1 ใช้ร่อนผงอ้อยออกจากเส้นใยอ้อยโดยการใช้มือร่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว หรือ 300 มิลลิเมตร ผงที่ร่อนผ่านนั้นจะมีขนาดประมาณ 4.75 มิลลิเมตร แสดงดังในรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 ตระแกรงร่อนมาตรฐานชนิดทองเหลือง มาตรฐาน ISO:3310-1/BS:410-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 เครื่องกวน หรือเครื่องผสม ยี่ห้อ Electrolux ใช้ในการผสมเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ แสดงดังในรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 เครื่องกวน หรือเครื่องผสม ยี่ห้อ Electrolux

3.3.8 เครื่องชั่งน้ำหนัก superior mini digital platform scale รุ่น i-2000 ใช้ชั่งเส้นใยอ้อยเปลือกกะลากาแฟ ก่อนนำมาผสม แสดงดังในรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 เครื่องชั่งน้ำหนัก superior mini digital platform scale รุ่น i-2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 แม่พิมพ์ชิ้นงาน โดยใส่ส่วนผสมทั้งหมด ขนาดสูง 20.05 มิลลิเมตรกว้าง 30 เซนติเมตรและยาว 30 เซนติเมตร แสดงดังในรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 แม่พิมพ์ชิ้นงาน

3.3.10 เครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อน ใช้ในอัดขึ้นรูปโดยการนำแม่พิมพ์ไปวางบนแผ่นแผ่นเพลทด้านล่างของเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อน แสดงดังในรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.16 เครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.11 แท่นเลื่อยฉลุไฟฟ้า YH SCROLL SAW รุ่น CH-18 มอเตอร์ 220 โวลต์ 1/6 แรงม้า แสดงดังในรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 แท่นเลื่อยฉลุไฟฟ้า YH SCROLL SAW รุ่น CH-18

3.3.12 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ ใช้ทดสอบคุณสมบัติทางกลของไม้อัดพาร์ติเคิลบอร์ดที่ได้จากการขึ้นรูปในกระบวนการอัด แสดงกังในรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 เครื่องทดสอบเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ขั้นตอนของกระบวนการทำชิ้นงาน

ตอนที่ 1 นำชานอ้อยจากบริษัท โรงงานน้ำตาลนิวกรุงไทย จำกัดที่ผ่านกระบวนการรีดน้ำอ้อยและเปลือกกะลากาแฟไปตากแห้ง หลังจากแห้งนำเส้นใยอ้อยที่ได้มาร่อนเพื่อแยกผงที่มีขนาดเล็กกว่า4.75 มิลลิเมตรออก นำเส้นใยอ้อยที่คัดผงออกแล้วกับเปลือกกะลากาแฟที่ไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ

ตอนที่ 2 เตรียมส่วนผสมอัตราส่วนเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟทั้ง 3 อัตราส่วนที่จะทำการทดลองดังรูปที่ 3.6 เมื่อนำอัตราส่วนผสมที่ได้มาชั่งบนเครื่องชั่งเครื่องชั่งน้ำหนักดังรูปที่ 3.14 ตามปริมาณที่กำหนดไว้ นำมาผสมกับส่วนกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์อัตราส่วน 1:3 ในเครื่องผสมดังรูปที่ 3.13

ตอนที่ 3 ใส่ส่วนผสมที่ผสมแล้วลงในแม่พิมพ์ขนาดดังรูปที่ 3.15 แล้วนำไปอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อน ใช้ระยะเวลาการอัดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดความหนา หลังจากอัดชิ้นงานแล้วจะนำชิ้นงานออกจากเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อน

ตอนที่ 4 นำชิ้นงานไปตัดด้วยแท่นเลื่อยฉลุไฟฟ้า YH SCROLL SAW รุ่น CH-18 เพื่อทำตัวอย่างชิ้นงาน เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น การดูดซึมน้ำ การพองตัวตามความหนา การทดสอบค่าความต้านทานแรงดัด ค่าความต้านทานแรงดึง ตามลำดับ

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100%
ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20 ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.21 ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร

3.4.2 ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติ

3.4.2.1 การทดสอบสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง

นำตัวอย่างชิ้นงานทั้ง 9 แบบ คือ ตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตรตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร ส่งไปทดสอบที่เครื่องทดสอบการดูดซับเสียงที่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แล้วรอผลของการดูดซับเสียงของชิ้นงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่า SAC และ NRC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

การทดสอบสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง

นำตัวอย่างชิ้นงานทั้ง 9 แบบ คือ ตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร และตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50 % ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% ความสูง 20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตรและ 100 มิลลิเมตร ส่งไปทดสอบที่เครื่องทดสอบการดูดซับเสียงที่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แล้วรอผลของการดูดซับเสียงของชิ้นงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่า SAC และ NRC

การทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นดูดซับเสียง

ตอนที่ 1 ทำ ตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% ขนาด 40×40×20 (กว้าง×ยาว×สูง) มิลลิเมตร

ตอนที่ 2 วัดขนาดชิ้นงานก่อนทำการแช่ตัวอย่างชิ้นงานในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 ชั่วโมง แล้วรีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดๆ แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก

ตอนที่ 3 นำตัวอย่างชิ้นงานนำชิ้นทดสอบขึ้นมาชั่งเป็นมวลหลังแช่น้ำ โดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำได้จากสมการด้านล่าง เมื่อ m_1 คือ มวลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบก่อนแช่น้ำ (กรัม) m_2 คือ มวลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบหลังแช่น้ำ (กรัม)

หาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น จากสูตร

$$\text{Water Absorption}(\%) = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1}\right) \times 100 \qquad (4)$$

เมื่อ % การดูดซับน้ำ คือ ค่าการดูดซับน้ำของแผ่นไม้อัด

m_1 คือ น้ำหนักก่อนแช่น้ำ หน่วยเป็นกรัม

m_2 คือ น้ำหนักหลังแช่น้ำ หน่วยเป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียง

ตอนที่ 1 ทำตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% ขนาด 40×40×20 (กว้าง×ยาว×สูง) มิลลิเมตร

ตอนที่ 2 วัดขนาดชิ้นงานก่อนทำการแช่ตัวอย่างชิ้นงานในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 ชั่วโมง แล้วรีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดๆ แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก

ตอนที่ 3 นำตัวอย่างชิ้นงานนำชิ้นทดสอบขึ้นมาชั่งเป็นมวลหลังแช่น้ำ โดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำได้จากสมการด้านล่าง เมื่อ m_1 คือ มวลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบก่อนแช่น้ำ (กรัม) m_2 คือ มวลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบหลังแช่น้ำ (กรัม)

หาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น จากสูตร

$$\text{Thickness Swelling}(\%) = \left(\frac{t_2 - t_1}{t_1}\right) \times 100 \qquad (5)$$

เมื่อ % การพองตัว คือ ค่าการพองตัวทางความหนา

t_1 คือ ความหนาก่อนแช่น้ำ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

t_2 คือ ความหนาหลังแช่น้ำ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3.22 ตัวอย่างชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียง

หมายเหตุ ตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100 % ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25 % ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผล

วิทยานิพนธ์บทนี้จะนำเสนอผลของการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากระบวนการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ ได้ทำการทดลองนำเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ โดยนำเส้นใยอ้อยที่ได้มาร่อนเพื่อแยกผงออก จากนั้นนำเส้นใยอ้อยกับเปลือกกะลากาแฟที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ จากนั้นนำเส้นใยอ้อยกับเปลือกกะลากาแฟที่ผ่านกระบวนการอบแห้งมาชั่งน้ำหนักตามที่เรากำหนดอัตราส่วนไว้แล้วนำมาผสมกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์อัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักของอ้อยและกาแฟทั้งหมดที่ได้เตรียมไว้ นำใส่ลงในเครื่องตีสารยี่ห้อ Electrolux แบบสองหัวปั่น ผสมจนส่วนผสมเข้ากันจากนั้นนำมาเทใส่แม่พิมพ์ที่ได้ทำการเตรียมไว้แล้วนำไปวางบนแผ่นเพลทด้านล่างของเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศา ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้แสดงในตารางที่ 4.1 จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเสียงเพื่อวิเคราะห์ผล

ตารางที่ 4.1 แสดงความหนาแน่นของตัวอย่างชิ้นงาน

ประเภทตัวอย่างชิ้นงานผสม (%)	ค่าความหนาแน่น (kg/m3)
เส้นใยอ้อย 100% ที่ความหนา 80	666.67
เส้นใยอ้อย 100% ที่ความหนา 70	583.33
เส้นใยอ้อย 100% ที่ความหนา 60	500
เส้นใยอ้อย 75%กาแฟ25% ที่ความหนา 80	777.78
เส้นใยอ้อย 75%กาแฟ25% ที่ความหนา 70	666.67
เส้นใยอ้อย 75%กาแฟ25% ที่ความหนา 60	555.56
เส้นใยอ้อย 50%กาแฟ50% ที่ความหนา 80	888.89
เส้นใยอ้อย 50%กาแฟ50% ที่ความหนา 70	777.78
เส้นใยอ้อย 50%กาแฟ50% ที่ความหนา 60	666.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง

จากการส่งตัวอย่างชิ้นงานทั้งหมดไปทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงที่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อหาค่า SAC และ NRC ผ่านเครื่องวัดคุณสมบัติการดูดซับเสียงที่ใช้มาตรฐาน ASTM จะได้ค่าตามตารางที่ 4.2

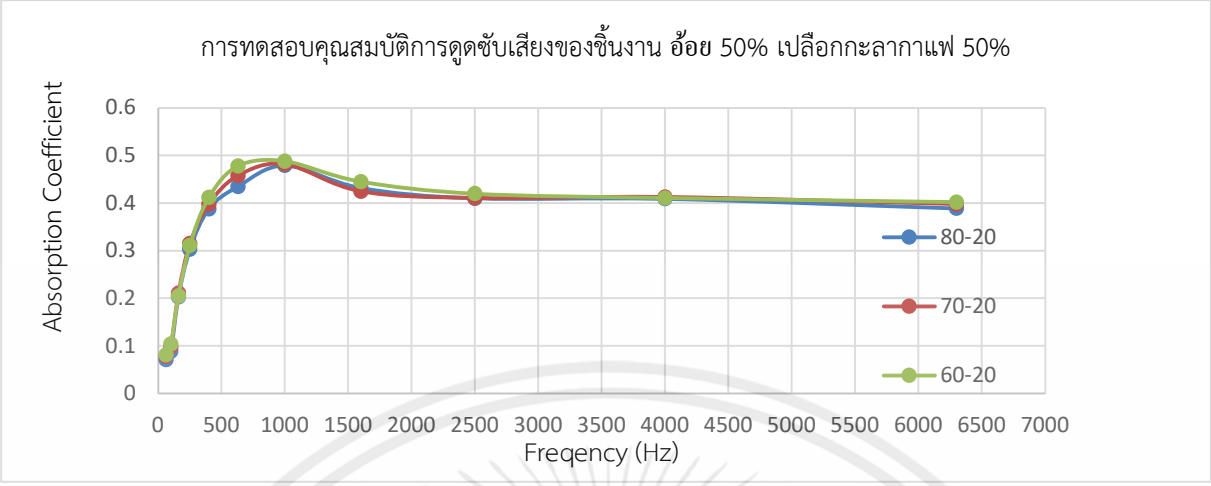
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงในช่วงความถี่ที่แตกต่างกันของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบ

ประเภทตัวอย่างชิ้นงาน (%)	SAC					NRC
	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
อ้อย 50% เปลือกกาแฟ 50% ความหนาจาก 80	0.303	0.399	0.479	0.410	0.409	0.50
อ้อย 50% เปลือกกาแฟ 50% ความหนาจาก 70	0.315	0.407	0.482	0.415	0.413	0.41
อ้อย 50% เปลือกกาแฟ 50% ความหนาจาก 60	0.311	0.415	0.488	0.424	0.411	0.41
อ้อย 75% เปลือกกาแฟ 25% ความหนาจาก 80	0.297	0.455	0.498	0.545	0.525	0.46
อ้อย 75% เปลือกกาแฟ 25% ความหนาจาก 70	0.398	0.501	0.511	0.624	0.533	0.51
อ้อย 75% เปลือกกาแฟ 25% ความหนาจาก 60	0.304	0.457	0.501	0.532	0.505	0.46
อ้อย 100% ความหนาจาก 80	0.321	0.407	0.462	0.515	0.480	0.44
อ้อย 100% ความหนาจาก 70	0.368	0.455	0.488	0.576	0.524	0.48
อ้อย 100% ความหนาจาก 60	0.334	0.406	0.465	0.520	0.497	0.44

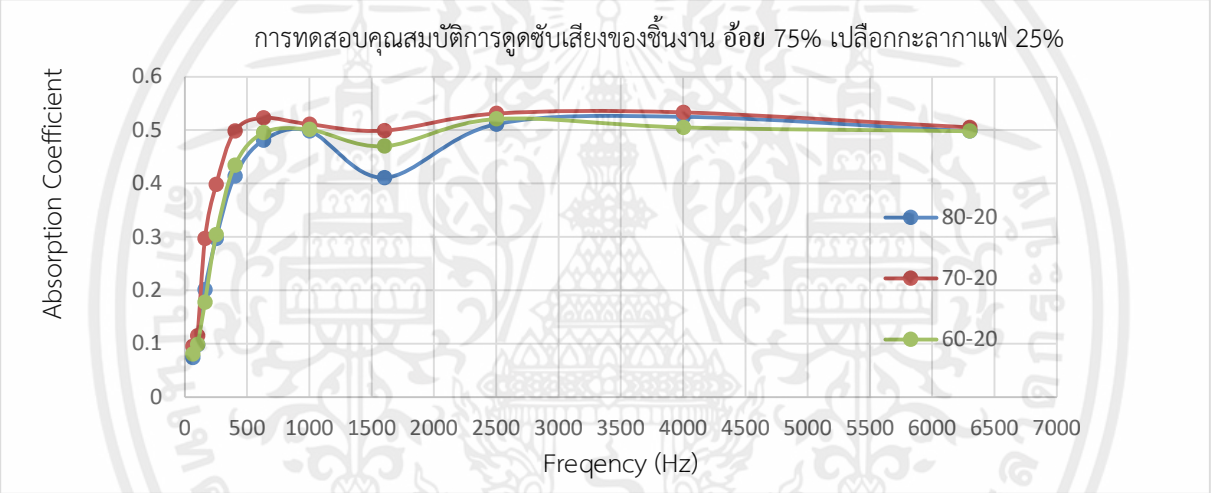
หมายเหตุ แต่ละตัวอย่างชิ้นงานจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยตัวอย่างชิ้นงานทดสอบมีทั้งหมด 27ชิ้น

ค่า NRC ใช้เป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง กรณีเป็นเศษ ≥ 0.05 จะปัดขึ้น หากน้อยกว่าจะปัดลง

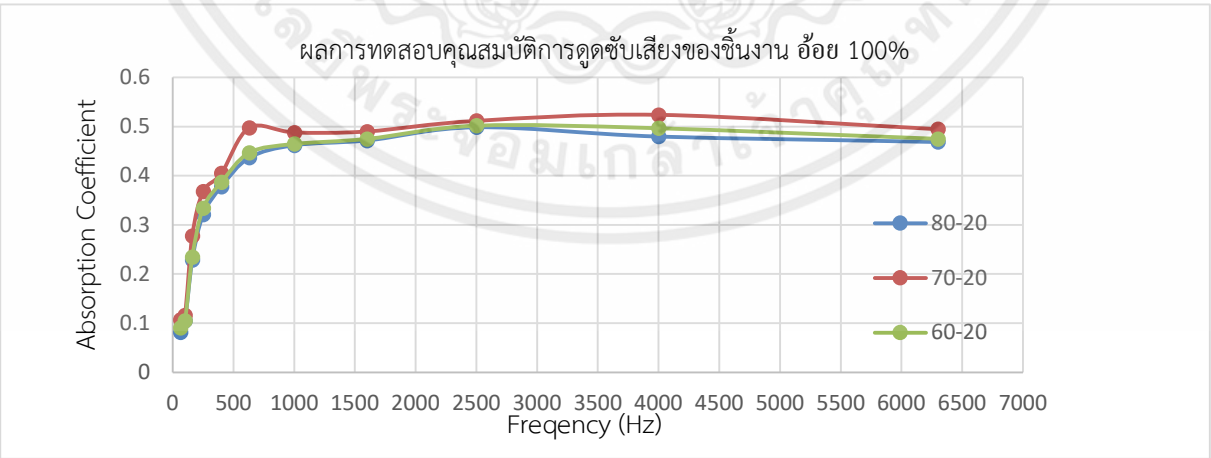
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของชิ้นงานประเภทต่างๆ



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของชิ้นงานประเภทต่างๆ



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของชิ้นงานประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบคุณสบติทางกายภาพ

4.2.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

การทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นดูดซับเสียง

ตอนที่ 1 ทำ ตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% ขนาด 40×40×20 (กว้าง×ยาว×สูง) มิลลิเมตร

ตอนที่ 2 วัดขนาดชิ้นงานก่อนทำการแช่ตัวอย่างชิ้นงานในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 ชั่วโมง แล้วรีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดๆ แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก

ตอนที่ 3 นำตัวอย่างชิ้นงานนำชิ้นทดสอบขึ้นมาชั่งเป็นมวลหลังแช่น้ำ โดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำได้จากสมการด้านล่าง เมื่อ m_1 คือ มวลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบก่อนแช่น้ำ (กรัม) m_2 คือ มวลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบหลังแช่น้ำ (กรัม)

หาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น จากสูตร

$$\text{Water Absorption}(\%) = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1}\right) \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ % การดูดซับน้ำ คือ ค่าการดูดซับน้ำของแผ่นไม้อัด

m_1 คือ น้ำหนักก่อนแช่น้ำ หน่วยเป็นกรัม

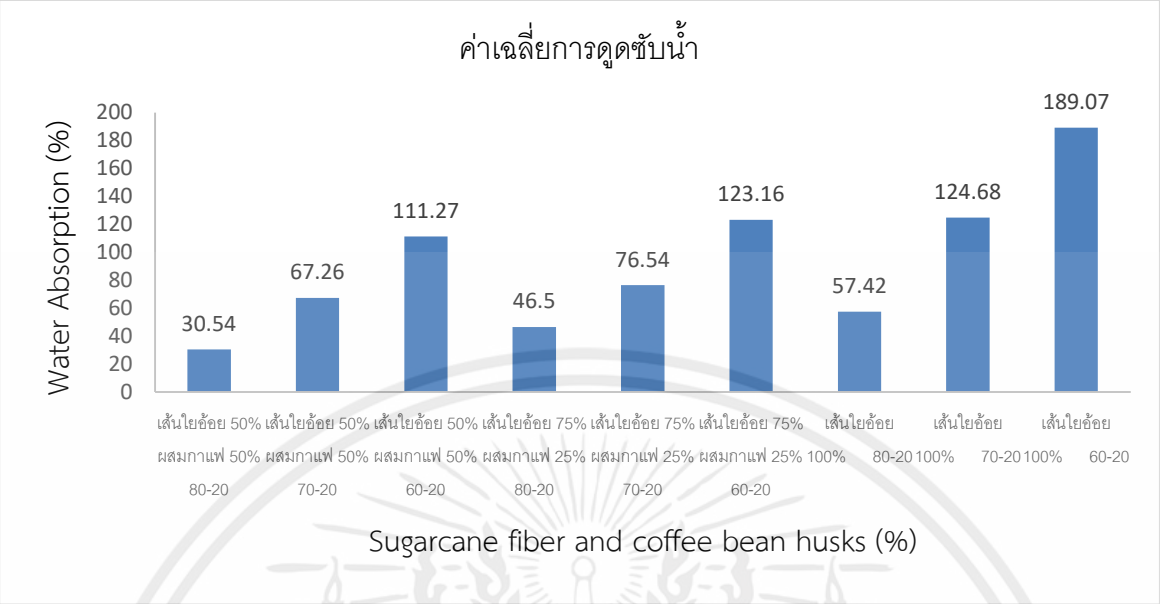
m_2 คือ น้ำหนักหลังแช่น้ำ หน่วยเป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวยูเรีย-ฟอร์มัลกดีไฮด์

ประเภทตัวอย่างชิ้นงานผสม (%)	น้ำหนักของตัวอย่างชิ้นงานก่อนแช่น้ำ (กรัม)	น้ำหนักของตัวอย่างชิ้นงานหลังแช่น้ำ (กรัม)
เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% อัดจาก80เหลือ20	8.79	11.45
เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% อัดจาก70เหลือ20	7.96	13.32
เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% อัดจาก60เหลือ20	6.8	14.37
เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% อัดจาก80เหลือ20	8.06	11.80
เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% อัดจาก70เหลือ20	7.28	12.85
เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% อัดจาก60เหลือ20	6.94	15.48
เส้นใยอ้อย 100% อัดจาก80เหลือ20	6.11	9.61
เส้นใยอ้อย 100% อัดจาก70เหลือ20	4.59	10.28
เส้นใยอ้อย 100% อัดจาก60เหลือ20	3.39	10.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

4.2.2 การทดสอบการพองตัวตามความหนา

ตอนที่ 1 ทำตัวอย่างชิ้นงานแบบแบบเส้นใยอ้อย 100% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% ขนาด 40×40×20 (กว้าง×ยาว×สูง) มิลลิเมตร

ตอนที่ 2 วัดขนาดชิ้นงานก่อนทำการแช่ตัวอย่างชิ้นงานในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 ชั่วโมง แล้วรีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดๆ แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก

ตอนที่ 3 นำตัวอย่างชิ้นงานนำชิ้นทดสอบขึ้นมาชั่งเป็นมวลหลังแช่น้ำ โดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำได้จากสมการด้านล่าง เมื่อ m_1 คือ มวลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบก่อนแช่น้ำ (กรัม) m_2 คือ มวลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบหลังแช่น้ำ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น จากสูตร

$$\text{Thickness Swelling}(\%) = \left(\frac{t_2 - t_1}{t_1}\right) \times 100 \qquad (5)$$

เมื่อ % การพองตัว คือ ค่าการพองตัวทางความหนา

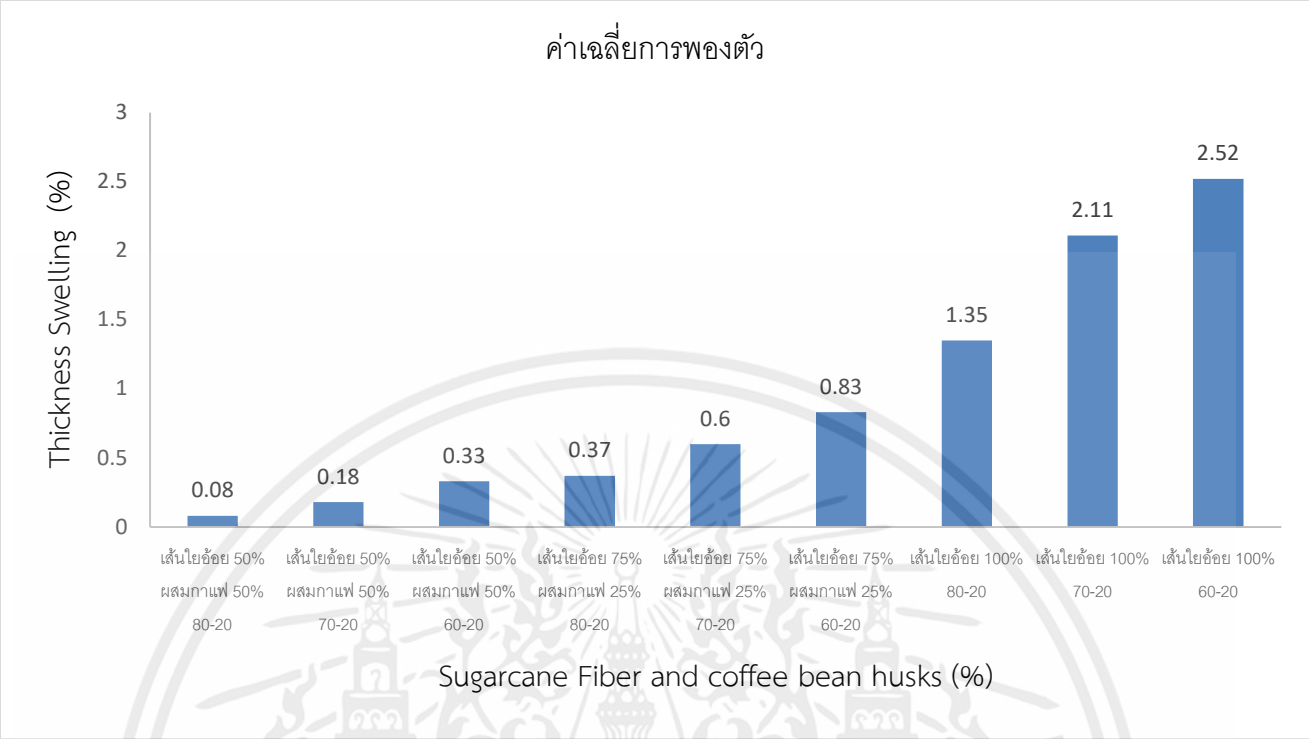
t_1 คือ ความหนาก่อนแช่น้ำ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

t_2 คือ ความหนาหลังแช่น้ำ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

ประเภทตัวอย่างชิ้นงานผสม (%)	ขนาดของตัวอย่างชิ้นงานก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)	ขนาดของตัวอย่างชิ้นงานหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)
เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% อัดจาก80	20.05	20.07
เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% อัดจาก70	20.05	20.09
เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% อัดจาก60	20.05	20.12
เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% อัดจาก80	20.05	20.13
เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% อัดจาก70	20.05	20.17
เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% อัดจาก60	20.05	20.22
เส้นใยอ้อย 100% อัดจาก80	20.05	20.32
เส้นใยอ้อย 100% อัดจาก70	20.05	20.47
เส้นใยอ้อย 100% อัดจาก60	20.05	20.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียง

หมายเหตุ ตัวอย่างชิ้นงานแบบละ 3 ชิ้นขนาด 40×40×20 (กว้าง×ยาว×สูง) มิลลิเมตร ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 100 % ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คือการทดสอบการดูซึมน้ำ และการทดสอบการพองตัวตามความหนา สามารถสรุปได้จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟและรูปที่ 4.3 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ รูปที่ 4.4 แสดงค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 100% มีการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนาสูงสุด เมื่อเพิ่มส่วนของเปลือกกะลากาแฟผสมกับเส้นใยอ้อย เห็นได้ว่าค่าการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนามีแนวโน้มลดลงตามลำดับ โดยที่ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 50%ผสมกับเปลือกกะลากาแฟ 50% จะมีความแตกต่างกับตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 100% นั้นเกิดความแตกต่างค่อนข้างมากสังเกตุได้จากกราฟของทั้ง 2 ของการทดสอบ

ในด้านของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ แผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟขนาด 1 ตารางเมตร มีต้นทุนการผลิตแผ่นละ 127.2218 บาท โดยมีราคาต่ำกว่าแผ่นดูดซับเสียงในท้องตลาดทั่วไปถึง5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นซับเสียงที่มีค่า Noise Reduction Coefficient (NRC) ใกล้เคียงกัน มีค่าอยู่ที่ 0.4 - 0.6 ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการได้ผลตอบแทนจากการลงทุนผลิตแผ่นซับเสียงจากเส้นใยอ้อยกับเปลือกกะลากาแฟผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งมีเป้าหมายคือผู้ที่ต้องการวัสดุซับเสียงจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับวัสดุสังเคราะห์ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟร่วมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ที่อัตราส่วนแบบเส้นใยอ้อย 100% แบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% แบบเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% โดยนำเส้นใยอ้อยตากแห้ง แล้วมาร่อนเพื่อแยกผงออกเพื่อนำส่วนที่เป็นเส้นใยที่ได้ไปอบเพื่อไล่ความชื้น ตามมาตรฐานการอบแห้ง จากนั้นนำเส้นใยที่ผ่านการอบแห้งแล้วผสมกับกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ นำส่วนผสมทั้งหมดเทใส่แม่พิมพ์ แล้วนำไปวางบนแผ่นเพลทด้านล่างของเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อน หลังจากอัดชิ้นงานแล้วจะนำชิ้นงานออกจากเครื่องอัดไฮดรอลิคแบบแผ่นกดร้อนไปตัดด้วยแท่นเลื่อยฉลุไฟฟ้า เพื่อทำตัวอย่างชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร และ 100 มิลลิเมตร ความสูง 20 มิลลิเมตร จากนั้นนำชิ้นงานไปทดสอบคุณสมบัติทางเสียง และตัดชิ้นงาน ขนาด 40×40×20 (กว้าง×ยาว×สูง) มิลลิเมตร เพื่อนำชิ้นงานไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติต่างๆ ของตัวอย่างชิ้นงานแต่ละแบบ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษากระบวนการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟผสมกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ โดยทำการทดลองแล้วพบว่าอัตราส่วนของแบบเส้นใยอ้อย 50 % ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50 %ความหนาที่ 80 มิลลิเมตรลดลงเหลือ 20 มิลลิเมตร นั้นมีผลที่ดีที่สุดในทางคุณสมบัติทางกายภาพ ทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการดูดซึมน้ำ และด้านการพองตัว ในการทดสอบนี้ค่าการดูดซึมน้ำของตัวอย่างชิ้นงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.5398% และ ค่าการพองตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0832% ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25 %ความหนาที่ 70 มิลลิเมตรลดลงเหลือ 20 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงสูงสุดคือ 0.624 ในช่วงความถี่ 2000 Hz ตามค่ามาตรฐานของวัสดุลดเสียง ASTM C384-04 ที่กำหนดไว้อยู่ 0.4 ถือว่าเป็นวัสดุลดเสียง ดังนั้นตัวอย่างชิ้นงาน ถือว่าเป็นวัสดุลดเสียง โดยตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% ความหนาที่ 70 มิลลิเมตรลดลงเหลือ 20 มิลลิเมตร นั้นเป็นแผ่นดูดซับเสียงที่มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงที่ดีที่สุดในการทดลองนี้ ตัวอย่างชิ้นงานแบบเส้นใยอ้อย 100% ความหนาที่ 60 มิลลิเมตรลดลงเหลือ 20 มิลลิเมตร นั้นมีผลแย่ที่สุดในทางคุณสมบัติทางกายภาพ ทั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการดูดซึมน้ำ และด้านการพองตัว ในการทดสอบนี้ค่าการดูดซึมน้ำของตัวอย่างชิ้นงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 189.0742% และ ค่าการพองตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.527% จากผลการทดลองนั้นแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของเส้นใยที่แตกต่างกันจะได้แผ่นดูดซับเสียงที่สามารถนำไปใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกันในช่วงความถี่ต่างๆ แผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยอ้อย 100% เส้นใยอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25% เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50% นั้นสามารถนำไปใช้งานได้ซึ่งความเหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เช่น ผนังดูดซับเสียง เป็นต้น

5.2 ข้อควรระวังและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการผสมกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์กับเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ ปริมาณการผสมกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์และเวลาในการกวนสารนั้นจะต้องเหมาะสม เนื่องจากหากใส่การผสมกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์มากเกินไป หรือเวลาที่ใช้ในการกวนส่วนผสมมากเกินไป จะทำให้กาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ เกิดการแข็งตัว

5.2.2 ในการผสมกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ กับเส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟ ควรทำให้มีการกระจายตัวของเส้นใยและเปลือกกะลากาแฟที่สม่ำเสมอ เพื่อไม่ให้เส้นใยอ้อยและเปลือกกะลากาแฟจับตัวกันเป็นก้อน

5.2.3 หากนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวันเพื่อความปลอดภัย ควรเติมสารหน่วงไฟ เช่น สารหน่วงการติดไฟที่เป็นสารประกอบคลอรีน (Chlorinated Flame Retardants) เพื่อช่วยให้วัสดุนั้นไม่เกิดการลามไฟ เนื่องธรรมชาติของเส้นใยอ้อยนั้นจะติดไฟง่าย และจะเกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว เมื่อเติมสารหน่วงไฟแล้ว จำเป็นต้องทดสอบการติดไฟของวัสดุ โดยจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานป้องกันการลามไฟ มาตรฐานที่ใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม คือมาตรฐาน UL 94

5.2.4 หากนำชิ้นงานไปใช้ในชีวิตประจำวัน ลักษณะพื้นผิวของวัสดุตัวอย่างชิ้นงานนั้นเป็นวัสดุธรรมชาติทำให้ไม่มีความสวยงามเท่าที่ควร

5.2.5 หากนำไปใช้งานในชีวิตประจำวัน เนื่องด้วยชิ้นงานมีการดูดซึมน้ำค่อนข้างสูง ก่อนติดตั้งควรทาสีเคลือบก่อนเพื่อรถการดูดซึมน้ำของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] เส้นใยอ้อย,สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2565, จาก https://research.psru.ac.th/~rdi/files/res_che2553/resche_files/688_chapter2.pdf

[2] ข้อมูลเปลือกกะลากาแฟ, สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2565, จาก https://www.agro.cmu.ac.th/agro60/school/fst/601499/research_exercise_journal/file_upload/581310027.pdf

[3] ข้อมูลกาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์, สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม, จาก http://forprod.forest.go.th/forprod/Tips/Silvic-ebook/Forest_Discuss/Group2/G2_t22.pdf

[4] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. “การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท โครงการส่งเสริมการสร้างตำรา” คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2540.

[5] NG Thai “เสียงและการได้ยิน”. (18 สิงหาคม 2562). สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม 2565. สืบค้นจาก https://ngthai.com/science/24180/soundwave/

[6] วีทิต วรรณเลิศลักษณ์. “ฉนวนกันเสียง”.(14 มิถุนายน 2560). สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม 2565. สืบค้นจาก https://www.scimath.org/lesson-physics/item.

[7] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565. สืบค้นจาก ducksters.comscienceforkidsclub.com

[8] Bruel&Kjaer. (2012/09). “ข้อมูลอุปกรณ์อิมพิแดนซ์ทิวบ์ที่นำมาใช้ในการทดสอบทางด้านการดูดซับเสียง (Cbit Lap KU)”. สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2564

[9] “สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคารกรมโยธาธิการและผังเมือง”. พ.ศ. 2551. สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม 2565. จาก http://www.quesco.co.th/certificated/mrt11.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] ศิริพร จรรยาและคณะ.(2017). “Wall Materials from Banana Fiber”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานวัตกรรมอาคาร คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2565 สืบค้นจาก http://repository.rmutr.ac.th

[11] สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ และวิสุดา ประดับศรี. (2560). “การศึกษาสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพในการลดค่าเวลาการสะท้อนกลับของเสียง (Reverberation time: RT30) ของแผ่นอดัจากชานอ้อย”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2564.

[12] ASTM ASTM D2395 – 14. (2015). “Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Wood and Wood-Based Materials”. In Annual Book of ASTM Standard. New York.

[13] Sulaimam. (1998)“Evaluation on the suitability of some adhesives for laminated veneer lumber from oil palm trunks.” Materials and Design, 2009. pp 3572–3580

[14] เกศ ศรี วัฒนพล และคณะ. (2545). “การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากใบตะไคร้และฟางข้าว” สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2565.จาก การผลิตแผ่นชินไม้อัดจากใบตะไคร้และฟางข้าว paj.pit.ac.th. P. 6-7

[15] Pansak Kerdtongmee et al. (2559).“Investigating Sound Absorption of Oil Palm Trunk Panels Using One-microphone Impedance Tube”. Nakhon si thammarat: School of Science, Walailak University, Thaiburi, Nakhon si thammarat, 80161, Thailand.

[16] สมศักดิ์วงษ์ ประดับไชย และคณะ. “ขั้นตอนการผลิตหมอนและที่นอนยางพารา” 100% สืบค้นข้อมูลเมื่อ 14 มีนาคม 2565. เข้าถึงได้จาก https://www.thelionkingthailand.com

[17] กัลทิมา และคณะ (2551)“สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคารกรมโยธาธิการและผังเมือง”. พ.ศ. 2551. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2565. จาก http://www.quesco.co.th/certificated/mrt11.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

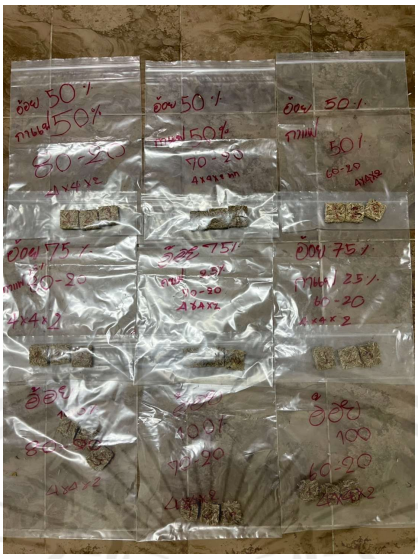
[18] บุรฉัตร วิริยะ. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของวัสดุพืชแห้งและเส้นใยแก้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2544.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 เตรียมชิ้นงานที่นำไปทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำและการพองน้ำ

รูปที่ ก.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำและการพองน้ำของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงาน อ้อย 50% เปลือกกะลากาแฟ 50%

ลำดับ	Freq.	Abs.		
		80 mm	70 mm	60 mm
1	63	0.071	0.078	0.081
2	80	0.083	0.085	0.091
3	100	0.089	0.098	0.104
4	125	0.133	0.158	0.148
5	160	0.203	0.211	0.205
6	200	0.269	0.298	0.277
7	250	0.303	0.315	0.311
8	315	0.374	0.388	0.395
9	400	0.388	0.398	0.412
10	500	0.399	0.407	0.415
11	630	0.435	0.458	0.478
12	800	0.483	0.489	0.492
13	1000	0.479	0.482	0.488
14	1250	0.468	0.478	0.483
15	1600	0.432	0.425	0.445
16	2000	0.410	0.415	0.424
17	2500	0.410	0.411	0.420
18	3150	0.407	0.406	0.415
19	4000	0.409	0.413	0.411
20	5000	0.405	0.403	0.406
21	6300	0.389	0.398	0.402
เฉลี่ย	1448.71	0.335	0.344	0.348

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงาน อ้อย 75% เปลือกกะลากาแฟ 25%

ลำดับ	Freq.	Abs.		
		80 mm	70 mm	60 mm
1	63	0.074	0.095	0.081
2	80	0.093	0.102	0.079
3	100	0.098	0.115	0.099
4	125	0.151	0.212	0.106
5	160	0.201	0.297	0.178
6	200	0.243	0.387	0.253
7	250	0.297	0.398	0.304
8	315	0.351	0.412	0.365
9	400	0.414	0.498	0.434
10	500	0.455	0.501	0.457
11	630	0.481	0.523	0.495
12	800	0.501	0.564	0.511
13	1000	0.498	0.511	0.501
14	1250	0.487	0.502	0.498
15	1600	0.411	0.499	0.470
16	2000	0.545	0.624	0.532
17	2500	0.511	0.531	0.521
18	3150	0.523	0.534	0.511
19	4000	0.525	0.533	0.505
20	5000	0.501	0.511	0.502
21	6300	0.498	0.505	0.498
เฉลี่ย	1448.71	0.374	0.422	0.376

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงาน อ้อย 100%

ลำดับ	Freq.	Abs.		
		80 mm	70 mm	60 mm
1	63	0.082	0.107	0.091
2	80	0.075	0.112	0.094
3	100	0.105	0.116	0.105
4	125	0.201	0.223	0.211
5	160	0.229	0.278	0.235
6	200	0.305	0.346	0.314
7	250	0.321	0.368	0.334
8	315	0.371	0.397	0.367
9	400	0.378	0.405	0.387
10	500	0.407	0.455	0.406
11	630	0.437	0.498	0.447
12	800	0.469	0.500	0.476
13	1000	0.462	0.488	0.465
14	1250	0.458	0.485	0.461
15	1600	0.472	0.490	0.475
16	2000	0.515	0.576	0.520
17	2500	0.499	0.512	0.502
18	3150	0.487	0.515	0.497
19	4000	0.480	0.524	0.497
20	5000	0.472	0.505	0.477
21	6300	0.469	0.495	0.475
เฉลี่ย	1448.71	0.366	0.400	0.373

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%

ความหนา	น้ำหนัก (กรัม)			ความสูง (มิลลิเมตร)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	8.79	9.07	8.50	20.05	20.05	20.05
70-20	8.01	7.93	7.96	20.05	20.05	20.05
60-20	6.8	6.8	6.8	20.05	20.05	20.05

ตารางที่ ข.5 ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%

ความหนา	น้ำหนัก (กรัม)			ความสูง (มิลลิเมตร)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	7.93	8.37	7.87	20.05	20.05	20.05
70-20	7.37	7.29	7.18	20.05	20.05	20.05
60-20	6.93	6.95	6.93	20.05	20.05	20.05

ตารางที่ ข.6 ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 100%

ความหนา	น้ำหนัก (กรัม)			ความสูง (มิลลิเมตร)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	6.23	5.95	6.15	20.05	20.05	20.05
70-20	4.81	4.25	4.71	20.05	20.05	20.05
60-20	3.41	3.64	3.40	20.05	20.05	20.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ผลหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%

ความหนา	น้ำหนัก (กรัม)			ความสูง (มิลลิเมตร)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	11.19	11.19	11.98	20.07	20.06	20.07
70-20	13.04	13.89	13.04	20.08	20.09	20.09
60-20	14.45	14.25	14.40	20.11	20.11	20.13

ตารางที่ ข.8 ผลหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%

ความหนา	น้ำหนัก (กรัม)			ความสูง (มิลลิเมตร)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	11.54	11.94	11.91	20.11	20.13	20.13
70-20	12.76	12.95	12.84	20.15	20.17	20.19
60-20	15.31	15.87	15.26	20.21	20.20	20.24

ตารางที่ ข.9 ผลหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ของเส้นใยอ้อย 100%

ความหนา	น้ำหนัก (กรัม)			ความสูง (มิลลิเมตร)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	9.37	9.95	9.51	20.31	20.34	20.31
70-20	10.67	10.34	9.84	20.48	20.49	20.45
60-20	10.13	10.84	9.26	20.56	20.54	20.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.10 ค่าการดูดซับน้ำและการพองน้ำของเส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%

ความหนา	water Absorption(%)			Thickness Swelling (%)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	27.30	23.37	40.94	0.10	0.05	0.10
70-20	62.80	75.16	63.82	0.15	0.20	0.20
60-20	112.5	109.56	111.76	0.30	0.30	0.40

ตารางที่ ข.11 ค่าการดูดซับน้ำและการพองน้ำของเส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%

ความหนา	water Absorption(%)			Thickness Swelling (%)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	45.52	42.65	51.33	0.30	0.40	0.40
70-20	73.13	77.64	78.83	0.50	0.60	0.70
60-20	120.92	128.35	120.20	0.80	0.75	0.95

ตารางที่ ข.12 ค่าการดูดซับน้ำและการพองน้ำของเส้นใยอ้อย 100%

ความหนา	water Absorption(%)			Thickness Swelling (%)		
(มิลลิเมตร)	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
80-20	50.40	67.23	54.63	1.30	1.45	1.30
70-20	121.83	143.29	108.92	2.14	2.19	2.00
60-20	197.07	197.80	172.35	2.54	2.44	2.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.13 ค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำและการพองน้ำ

ความหนา (มิลลิเมตร)	ค่าเฉลี่ย water Absorption(%)			ค่าเฉลี่ย Thickness Swelling (%)		
	เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%	เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%	เส้นใยอ้อย 100%	เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%	เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%	เส้นใยอ้อย 100%
80-20	30.54	46.50	57.42	0.08	0.37	1.35
70-20	67.26	76.54	124.68	0.18	0.60	2.11
60-20	111.27	123.16	189.07	0.33	0.83	2.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1 การคำนวณราคาของชิ้นงาน

ราคาซานอ้อย ต่อกิโลกรัม	= 0.4 บาท
ราคาเปลือกกะลากาแฟ ต่อกิโลกรัม	= 1.5 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ต่อกิโลกรัม	= 35 บาท
ค่าไฟในการผลิตทั้งหมด ต่อ1 แผ่น	= 4.2218 บาท

ชิ้นอัตราส่วน เส้นใยอ้อย100%

1.ราคาเส้นใยอ้อย 100% ที่ความหนา 80-20 ใช้ 900 กรัม	= 0.36 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 300 กรัม	= 10.5 บาท
	= 10.86 บาท/แผ่น
2.ราคาเส้นใยอ้อย 100% ที่ความหนา 70-20 ใช้ 787.5 กรัม	= 0.315 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 262.5 กรัม	= 9.1875 บาท
	= 9.5025 บาท/แผ่น
3.ราคาเส้นใยอ้อย 100% ที่ความหนา 60-20 ใช้ 675 กรัม	= 0.27 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 225 กรัม	= 7.875 บาท
	= 8.145 บาท/แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นอัตราส่วน เส้นใยอ้อย 75% เปลือกกะลากาแฟ 25%

1.ราคาเส้นใยอ้อย 75% ที่ความหนา 80-20 ใช้ 787.5 กรัม = 0.315 บาท
ราคาเปลือกกะลากาแฟ 25% ที่ความหนา 80-20 ใช้ 262.5 กรัม = 0.3938 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 350 กรัม = 12.25 บาท
= 12.9588 บาท/แผ่น

2.ราคาเส้นใยอ้อย 75% ที่ความหนา 70-20 ใช้ 670 กรัม = 0.268 บาท
ราคาเปลือกกะลากาแฟ 25% ที่ความหนา 70-20 ใช้ 233.333 กรัม = 0.3938 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 297.778 กรัม = 10.4222 บาท
= 11.084 บาท/แผ่น

3.ราคาเส้นใยอ้อย 75% ที่ความหนา 60-20 ใช้ 643.35 กรัม = 0.25734 บาท
ราคาเปลือกกะลากาแฟ 25% ที่ความหนา 70-20 ใช้ 214.45 กรัม = 0.3217 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 285.933 กรัม = 10.008 บาท
= 10.587บาท/แผ่น

ชิ้นอัตราส่วน เส้นใยอ้อย 50% เปลือกกะลากาแฟ 50%

1.ราคาเส้นใยอ้อย 50% ที่ความหนา 80-20 ใช้ 600 กรัม = 0.24 บาท
ราคาเปลือกกะลากาแฟ 50% ที่ความหนา 80-20 ใช้ 600 กรัม = 0.9 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 400 กรัม = 14 บาท
= 15.14 บาท/แผ่น

2.ราคาเส้นใยอ้อย 50% ที่ความหนา 70-20 ใช้ 545.78 กรัม = 0.2183 บาท
ราคาเปลือกกะลากาแฟ 50% ที่ความหนา 70-20 ใช้ 545.78 กรัม = 0.8187 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 363.853 กรัม = 12.7349 บาท
= 13.7719 บาท/แผ่น

3.ราคาเส้นใยอ้อย 50% ที่ความหนา 60-20 ใช้ 511.57 กรัม = 0.2046 บาท
ราคาเปลือกกะลากาแฟ 50% ที่ความหนา 70-20 ใช้ 511.57 กรัม = 0.7674 บาท
ราคากาวเมลามีน-ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 341.0467 กรัม = 11.9366 บาท
= 12.9086 บาท/แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 งบประมาณการผลิตต่อแผ่น

ความหนา (มิลลิเมตร)	งบประมาณ(บาท/แผ่น) ขนาด 30×30 เซนติเมตร		
	เส้นใยอ้อย 50% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 50%	เส้นใยอ้อย 75% ผสมเปลือกกะลากาแฟ 25%	เส้นใยอ้อย 100%
80-20	15.14	12.96	10.86
70-20	13.77	11.08	9.50
60-20	12.91	10.59	8.15

ค.2 การคำนวณหาค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อตารางเมตร

เปรียบเทียบขนาดที่ 1 ตารางเซนติเมตร $= \dfrac{\text{ราคาต้นทุนการผลิตของขนาดทดลอง}}{\text{กว้าง} \times \text{ยาว}}$

$= \dfrac{11.084}{30\times30}$

$= \dfrac{11.084}{900}$

$= 0.0123$ บาท/ตารางเซนติเมตร

เปรียบเทียบขนาด 1 ตารางเมตร $= 0.0123\times10,000$

$= 123$ บาท/ตารางเมตร

ต้นทุนการผลิตแผ่นซับเสียงจากเส้นใยอ้อยผสมปลือกกะลากาแฟ+ค่าไฟฟ้า = 127.2218 บาท/แผ่น/ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายจิรภิญโญ ภู่วรณ์

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2543

ภูมิลำเนา จังหวัดชุมพร

ที่อยู่ 74/2 หมู่ 3 ตำบลทะเลทรัพย์ อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

E-mail jirapinyo41@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย (วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนปะทิววิทยา
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุมดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายณัฐวัตร พลานนท์

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 17 พฤษภาคม 2542

ภูมิลำเนา จังหวัดกาญจนบุรี

ที่อยู่ 47/1 หมู่ 3 ตำบลหลุมรัง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี 71160

E-mail nattawat.p4687@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย (วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนหนองรีประชานิมิต
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุมดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายภัทราวุธ เพ็ชรดี

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 17 กันยายน 2542

ภูมิลำเนา จังหวัดปัตตานี

ที่อยู่ 23/1 หมู่ 1 ตำบลตะโละไกรทอง อำเภอไม้แก่น จังหวัดปัตตานี 94220

E-mail boypechdee55@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย (วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบอสโกพิทักษ์
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุมดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้