วัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นผสมใยลำต้นปาล์มน้ำมัน

SOUND ABSORBING MATERIAL FROM CONCENTRATED NATURAL LATEX MIXED WITH OIL PALM STEMS

ดนุพร ศรีทอง

Danupon Srithong

ปริญญา เพชรนุ้ย

Parinya Petnui

ภัทราภรณ์ อ่อนนิ่ม

Pattraporn Ornnim

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมพลังงาน

ภาควิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นผสมใยลำต้นปาล์มน้ำมัน

SOUND ABSORBING MATERIAL FROM CONCENTRATED NATURAL LATEX MIXED WITH OIL PALM STEMS

ดนุพร ศรีทอง

Danupon Srithong

ปริญญา เพชรนุ้ย

Parinya Petnui

ภัทราภรณ์ อ่อนนิ่ม

Pattraporn Ornnim

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมพลังงาน

ภาควิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOUND ABSORBING MATERIAL FROM CONCENTRATED NATURAL LATEX MIXED WITH OIL PALM STEMS

Danupon Srithong
Parinya Petnui
Pattraporn Ornnim

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF OF ENGINEERING IN
MECHANICAL ENGINEERING AND ENERGY ENGINEERING
DEPARTMENT OF BACHELOR ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS
2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2021
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ วัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นผสมใยลำต้นปาล์มน้ำมัน

Project Title SOUND ABSORBING MATERIAL FROM CONCENTRATED NATURAL LATEX MIXED WITH OIL PALM STEMS

ชื่อนักศึกษา ดนุพร ศรีทอง รหัสประจำตัว 60512052

ปริญญา เพชรนุ้ย รหัสประจำตัว 60514031

ภัทราภรณ์ อ่อนนิ่ม รหัสประจำตัว 60514039

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมพลังงาน

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์

ปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์			**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.ปราโมทย์	กุศล	กรรมการสอบ	
ดร.วิสิทธิ์	เอกวานิช	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ปัญญา	แดงวิไลลักษณ์	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 28 พฤษภาคม /2564 เวลา 09.00-16.00 น.

สถาที่สอบ สอบออนไลน์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุศล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 28 พฤษภาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ วัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นผสมใยลำต้นปาล์มน้ำมัน
ชื่อนักศึกษา ดนุพร ศรีทอง รหัสประจำตัว 60512052
ปริญญา เพชรนุ้ย รหัสประจำตัว 60514031
ภัทราภรณ์ อ่อนนิ่ม รหัสประจำตัว 60514039
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
ปริญญานิพนธ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้น โดยที่นำน้ำยางเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ มาประยุกต์ใช้กับเส้นใยของลำต้นปาล์มน้ำมัน เส้นใยปาล์มน้ำมันที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-2 มิลลิเมตร ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบหาค่าการดูดซับเสียง ชิ้นงานทดสอบมีอยู่สองขนาด คือชิ้นงานขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตรและชิ้นงานขนาดเล็ก 30 มิลลิเมตร ที่ความสูง 25.4 มิลลิเมตร โดยชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 4 เงื่อนไข คือ 1.น้ำยางเข้มข้น 2.น้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ 3.น้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ และ 4.น้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบหาค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงมาตรฐาน (ASTM C384-04) และการทดสอบทางกายภาพ ค่าดูดซับเสียง Sound Absorption Coefficient (SAC) จะถูกวัดที่หลายความถี่ที่ 250 เฮิรตซ์, 500 เฮิรตซ์, 1000 เฮิรตซ์, 2000 เฮิรตซ์ และ 4000 เฮิรตซ์ ค่าเฉลี่ยการดูดซับเสียง Noise Reduction Coefficient (NRC) อยู่ที่ 0.45 0.45 0.35 และ 0.30 ตามลำดับ การทดสอบค่าการดูดซับน้ำอยู่ที่ 234.20 เปอร์เซ็นต์, 221.65 เปอร์เซ็นต์, 180.49 เปอร์เซ็นต์ และ 122.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าการพองตัวของชิ้นงานอยู่ที่ 9.57 เปอร์เซ็นต์, 9.17 เปอร์เซ็นต์, 6.90 เปอร์เซ็นต์ และ 5.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า น้ำยางเข้มข้นผสมใยปาล์ม 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการดูดซับเสียงเท่ากับ 0.45 ซึ่งมีค่าเท่ากับน้ำยางเข้มข้น และมีค่าคุณสมบัติทางกายภาพซึ่งน้อยกว่าน้ำยางเข้มข้นจึงเหมาะแก่การเป็นวัสดุดูดซับเสียง ในทางเศรษฐศาสตร์พบว่าน้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตแผ่นดูดซับเสียง

คำสำคัญ : SAC, NRC, ค่าการดูดซับเสียง, น้ำยางเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Theseis	SOUND ABSORBING MATERIAL FROM CONCENTRATED NATURAL LATEX MIXED WITH OIL PALM STEMS	
Student	Mr. Danupon Srithong	**Student ID** 60512052
	Mr.Parinya Petnui	**Student ID** 60514031
	Miss.Pattraporn Ornnim	**Student ID** 60514039
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Mechanical Engineering and Energy Engineering	
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Panya Dangvilailux	

ABSTRACT

This research was studied the production process of the material for sound absorption from the 60% of concentrated natural latex for applying with fibers of oil palm trunks. It used the oil palm fibers with a diameter of 0.5-2 millimeters. It tested the value of sound absorption. There were two sizes of workpieces; the diameter of 100 and 30 millimeters which both altitudes are 25.4 millimeters. There were four conditions for testing the workpiece; (1)concentrated latex, the concentrated latex mixed with (2)5%, (3)10%, and (4)15% of the oil palm fibers. The first testing was to find the standard sound absorption efficiency (ASTM C384-04). The second testing was the physical test for the value of Sound Absorption Coefficient (SAC) that will be measured for many frequencies; 250Hz, 500Hz, 1000Hz 2000Hz, and 4000 Hz, and the average of Noise Reduction Coefficient (NRC) were 0.45, 0.45, 0.35, and 0.30 respectively. The water absorptions were 234.20%, 221.65%, 180.49%, and 122.36% respectively. The inflation value were 9.57%, 9.17%, 6.90%, and 5.94% respectively. The results were showed the concentrated latex mixed with 5% of the oil palm fibers have 0.4 of sound absorption value. It was equal to the concentrated latex and had less physical property than concentrated latex. So, it was suitable to be a sound-absorbing material. In economics, the concentrated latex mixed with 5% of the oil palm fibers will reduce the cost of producing the sound-absorbing sheet.

Keywords : SAC, NRC, Sound Absorbing Material, Natural Late

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำปรึกษา และข้อมูลทำให้เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ ภาควิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ที่ให้การสนับสนุนสถานที่สำหรับการดำเนินงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดาอันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้คอยให้กำลังใจพร้อมทั้งให้โอกาศทางการศึกษาอย่างเต็มที่และต้องขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ที่ให้การช่วยเหลือและคำปรึกษาตลอดมา ข้าพเจ้าขอระลึกถึงในพระคุณอันสูงสุดและขอกราบในพระคุณ ณ ที่นี้

ดนุพร ศรีทอง
ปริญญา เพชรนุ้ย
ภัทราภรณ์ อ่อนนิ่ม
28 พฤษภาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	4
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	4
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 น้ำยางธรรมชาติ	6
2.2 ปาล์มน้ำมัน	11
2.3 ทฤษฎีกระบวนการอบแห้ง	12
2.4 เสียง	14
2.5 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	25
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง	29
3.2 วิธีการทดลอง	41
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลงาน	
4.1 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง	49
4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	52
4.3 การคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์	49
บทที่ 5 สรุปและข้อเสอนแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	55
5.2 ข้อควรระวังและข้อเสนอแนะ	55
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ก ชิ้นงานในการทดสอบ	57
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบ	60
ภาคผนวก ค การคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์	71
ค.1 การคำนวณราคาของชิ้นงาน	68
ค.2 การคำนวณหาค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อตารางเมตร	68
ประวัติผู้จัดทำ	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบของน้ำยางสด	5
2.2	ส่วนประกอบของเนื้อยางในน้ำยางธรรมชาติ	6
2.3	ค่า NRC ในช่วงความถี่ต่างๆ ในแต่ละวัสดุ	14
3.1	อัตราส่วนของสารเคมีที่ใช้ผสมกับยางพาราเข้มข้น	33
3.2	ค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน	42
4.1	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ในช่วงความถี่ที่แตกต่างกันของชิ้นงานทดสอบ	43
4.2	ราคาสารเคมี	49
4.3	การคำนวณราคาสารเคมีที่ใช้ต่อชิ้นงานหนึ่งชุด	49
4.4	ราคาเส้นใยปาล์ม	49
4.5	ราคาวัสดุดูดซับเสียง	50
4.6	ราคาต่อตารางเมตร	50
ข.1	ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น	61
ข.2	ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์	62
ข.3	ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์	63
ข.4	ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์	64
ข.5	ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	65
ข.6	ผลหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	65
ข.7	ค่าการดูดซับน้ำและการพองน้ำ	65
ข.8	ค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำและการพองน้ำ	66
ค.1	ราคาสารเคมี	72
ค.2	การคำนวณราคาสารเคมีที่ใช้ต่อชิ้นงานหนึ่งชิ้น	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	อนุภาคยาง	6
2.2	การอบแห้ง	11
2.3	การตั้งค่าทดลอง	16
2.4	Impedance Tube	16
2.5	การใช้ประโยชน์ของหลอดอิมพิแดนซ์แต่ละประเภท	17
2.6	แผนผังของหลอดความต้านทาน	18
2.7	แผนผังของหลอดสูญเสียการส่งสัญญาณ	19
3.1	น้ำยางเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ ตู้เย็น ยี่ห้อ SHARP	23
3.2	สารโปเตสเซียมโอลิเอต 10 เปอร์เซ็นต์ (K-Oleate 10%)	24
3.3	สารกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์ (Sulfur 50%)	24
3.4	สารแซดดีอีซี 50 เปอร์เซ็นต์ (ZDEC 50%)	25
3.5	สารแซดเอ็มบีที 50 เปอร์เซ็นต์ (ZMBT 50%)	25
3.6	สารวิงสเตร์แอล 50 เปอร์เซ็นต์ (Wing Stay-L 50%)	26
3.7	สารไดฟินิลกัวดินีน 33 เปอร์เซ็นต์ (DPG 33%)	26
3.8	สารซิงค์ออกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์ (Zno 50%)	27
3.9	สารโซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ 12.5 เปอร์เซ็นต์ (SSF12.5%)	27
3.10	เครื่องตีสาร ยี่ห้อ ELECTROLUX รุ่น EHSM3418	28
3.11	เครื่องชั่งดิจิตอล ยี่ห้อ ADAM รุ่น Nimbus	28
3.12	เลื่อยยนต์ ยี่ห้อ STIHL รุ่น MS 381	29
3.13	ลำต้นปาล์มน้ำมัน	29
3.14	เครื่องทำไม้บาง	30
3.15	เครื่องย่อย ยี่ห้อ Velar รุ่น MA104	30
3.16	เครื่องตีใย	31
3.17	เครื่องแยกขนาด ยี่ห้อ Retsch รุ่น 200 basic	31
3.18	หม้อนึ่งไฟฟ้า ยี่ห้อ Imarflex รุ่น MP-16Q	32
3.19	ตู้อบ	32
3.20	เครื่องวัดการดูดซับเสียงและเครื่องมือ	33
3.21	เส้นใยลำต้นของปาล์มน้ำมัน	35
3.22	การชั่งน้ำหนักใยปาล์มก่อนอบและหลังอบ	35
3.23	เส้นใยที่ทำการแยกขนาดแล้ว	36
3.24	การจัดเตรียมสารเคมี และน้ำยางเข้มข้น	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.25	การผสมสารเข้าด้วยกัน	37
3.26	แม่พิมพ์	37
3.27	เทสารเคมีใส่ในแม่พิมพ์	37
3.28	การผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันกับน้ำยางที่ผสมสารเคมี	38
3.29	การนึ่งชิ้นงาน	38
3.30	ล้างแผ่นดูดซับเสียงด้วยน้ำสะอาด	39
3.31	การอบชิ้นงาน	39
3.32	ชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบสมบัติทางกายภาพ	40
3.33	ชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น	41
3.34	ชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์	41
3.35	ชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์	42
3.36	ชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์	42
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุน้ำยางเข้มข้น	44
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุที่ผสมใยปาล์ม 5 เปอร์เซ็นต์	45
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุที่ผสมใยปาล์ม 10 เปอร์เซ็นต์	45
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุที่ผสมใยปาล์ม 15 เปอร์เซ็นต์	46
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงกับความถี่	46
4.6	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง	47
4.7	ค่าการพองตัวของวัสดุดูดซับเสียงเมื่อโดนน้ำแต่ละตัวอย่าง	48
4.8	ค่าการดูดซับน้ำของวัสดุดูดซับเสียงแต่ละตัวอย่าง	48
ก.1	แผ่นดูดซับเสียงน้ำยางเข้มข้น	58
ก.2	แผ่นดูดซับเสียงผสมใย 5 เปอร์เซ็นต์	58
ก.3	แผ่นดูดซับเสียงผสมใย 10 เปอร์เซ็นต์	58
ก.4	แผ่นดูดซับเสียงผสมใย 15 เปอร์เซ็นต์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ยางธรรมชาติถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในเกือบทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะในท้องถิ่นของภาคใต้ การนำวัตถุดิบยางธรรมชาติมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีข้อดีกว่าวัสดุหลายชนิด เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย มีน้ำหนักเบา เก็บรักษาง่าย ตกไม่แตก เมื่อแข็งตัวจะคงรูปอยู่ได้ ดังนั้น จึงนำยางธรรมชาติมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลายชนิด โดยผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติที่ต้องการมีโครงสร้างแข็งแรงจำเป็นต้องเสริมความแข็งแรงด้วยวัสดุอื่น ในปัจจุบันยางธรรมชาติมีราคาค่อนข้างต่ำ ซึ่งสิ่งนี้อาจเป็นแนวทางในการคิดค้นเพิ่มมูลค่ายางให้ได้มากขึ้นและยังมีเศษวัสดุจากธรรมชาติที่ตอนนี้ดูแล้วไม่ค่อยมีมูลค่า อาทิเช่น ลำต้นของปาล์มน้ำมันถ้าเรานำในส่วนของลำต้นมาตีเป็นใยเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้กับต้นปาล์มน้ำมันที่หมดอายุการเก็บเกี่ยวแล้ว ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการนำน้ำยางธรรมชาติมาผสมกับใยของลำต้นปาล์มน้ำมันและสารเคมีต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตแผ่นดูดซับเสียง

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาโครงงาน

น้ำยางธรรมชาติจะมาจากการกรีดบริเวณเปลือกลำต้นของต้นยางพาราจึงทำให้เกิดน้ำยางไหลออกมาจากต้นยางพารา ในประเภทไทยพื้นที่ส่วนใหญ่ที่นิยมปลูกยางพาราจะอยู่ในโซนภาคใต้ ยางพาราจะมีถิ่นฐานเดิมอยู่ในทวิปอเมริกาใต้ ในปัจจุบันนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย เช่น อุตสาหกรรมยางรถยนต์ อุตสาหกรรมถุงมือยาง เป็นต้น ทั้งในแบบของน้ำยางเข้มข้นจากการรักษาสภาพ น้ำยางสด และยางดิบประเภทต่างๆ

ลักษณะเด่นของยางธรรมชาติจะมีความยืดหยุ่น (elasticity) ยางธรรมชาติมีความยืดหยุ่นสูงเมื่อแรงภายนอกที่มากระทำยางหมดไปยางก็จะกลับคืนสู่รูปร่างและขนาดเดิม (หรือใกล้เคียง) อย่างรวดเร็ว ยางธรรมชาติมีคุณสมบัติในด้านความเหนียวซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องอาศัยการประกอบ (assemble) ชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น ยางรถยนต์ เป็นต้น แต่ยางธรรมชาติที่ไม่มีส่วนผสมของสารต่างๆ เป็นองค์ประกอบคุณภาพของยางธรรมชาติก็จะมีขีดจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากคุณสมบัติเชิงกลต่ำ และลักษณะทางกายภาพจะไม่เสถียรขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูง เมื่อยางอยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงยางจะมีลักษณะทางกายภาพที่อ่อนเหลวเหนียวแต่เมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำลักษณะทางกายภาพก็จะแข็งเปราะ สิ่งเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้ต้องผสมสารเคมีต่างๆ ก่อนการใช้งาน เช่น กำมะถัน ผงเขม่าดำ และสารตัวเร่งต่างๆ เป็นต้น [1]

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชผสมข้ามใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงปาล์ม (Paimac) ปัจจุบันเปลี่ยนเป็นชื่อ Arecaceae และเป็นพืชยืนต้นที่สามารถให้ผลผลิตทะลายสดได้ตลอดปี เริ่มจากอายุ 2 ปีครึ่งหลังจากปลูก โดยเฉลี่ยแต่ละต้นควรจะให้ทะลายได้อย่างน้อยหนึ่งทะลายต่อต้นต่อเดือนและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายสดได้นานกว่า 20 ปี ปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในพืชตระกูลเดียวกับมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ปลูกได้จำกัดเฉพาะพื้นที่ในเขตพื้นที่ร้อนชื้นเท่านั้น ซึ่งภาคใต้เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดปัจจุบันอายุการให้ผลผลิตของต้นปาล์มน้ำมันจะอยู่ที่ 25 ปีโดยประมาณ ต้นปาล์มน้ำมันจะให้ผลผลิตที่น้อยลงและลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตสูงมากจนทำให้เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตลำบาก หลังจากนั้นส่วนใหญ่เกษตรกรจะทำการตัดโค่นต้นปาล์มน้ำมันทิ้งหรือแม้แต่การหยอดยาทิ้งไว้ให้ต้นปาล์มน้ำมันล้มตายเอง ไม้ปาล์มจะจัดอยู่ในประเภทไม้เนื้ออ่อนมาก อุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงไม่นิยมนำลำต้นของปาล์มน้ำมันมาแปรรูป [2]

ลำต้นของปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นต้นเดี่ยวตั้งตรงรูปร่างทรงกระบอก มีเนื้อเยื่อเจริญเฉพาะตรงปลายยอด ซึ่งใน 2-3 ปีแรกจะช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านกว้างหลังจากนั้นแล้วจึงจะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเรื่อยไปประมาณ 25-30 เซนติเมตรต่อปี ต้นที่ขึ้นอยู่ในสภาพป่าอาจจะสูงถึง 20-30 เมตร อายุมากกว่า 100 ปีขึ้นไป ที่ปลูกเป็นสวนปาล์มนิยมให้ต้นสูงประมาณ 10-11 เมตร อายุประมาณ 25-35 ปี ขนาดลำต้นและความสูงขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ลำต้นมีข้อปล้องสั้นๆ เป็นที่เกิดของใบ เวลาตัดทางใบจะเห็นเป็นตอใบเวียนเป็นเกลียวรอบต้นโดยลักษณะการเวียนในแต่ละต้นจะไม่เหมือนกัน เมื่อมีอายุมากใบร่วงหล่นเองลำต้นจะเรียบ [3]

ปาล์มน้ำมันปลูกมากในแถบภาคใต้ของประเทศไทย ลำต้นปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรที่จะถูกปล่อยทิ้งให้เน่าเปื่อยหลังจากให้ผลผลิตน้องลงโดยยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ โดยทั่วไปปาล์มน้ำมันให้เนื้อไม้ประมาณ 1.72 ลูกบาสก์เมตรต่อตัน ไม้ปาล์มน้ำมันจะมีโครงสร้างแตกต่างจากไม้เศรษฐกิจชนิดอื่น เช่น ไม้ยางพารา คือมีความหนาแน่นกระจายแบบลดหลั่นเพิ่มขึ้นจากใจกลางลำต้นสู่บริเวณเปลือก และลดลงเล็กน้อยจากโคนถึงปลายของลำต้น ดังนั้นแนวทางการใช้ประโยชน์ลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันต้องคำนึงถึงโครงสร้างและสมบัติของไม้ปาล์มน้ำมันในแต่ละส่วนของลำต้นพบว่าเนื้อไม้บริเวณใกล้เปลือกและสูงประมาณ 4 เมตรจากส่วนโคน สามารถแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์และผลิตภัณฑ์ที่รองรับแรงไม่มากได้อย่างเหมาะสม ส่วนเนื้อไม้บริเวณใจกลางและปลายของลำต้นมีองค์ประกอบของแป้งและน้ำตาลอิสระสูงโดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคสซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลพลังงานทดแทนได้ อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ลำต้นปาล์มน้ำมันในประเทศไทยยังต้องมีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถใช้ลำต้นปาล์มน้ำมันได้เช่นเดียวกับไม้ยางพารา [3]

นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบชีวมวลของต้นไม้ในส่วนต่างๆ เพื่อหาลักษณะทางกลตามที่ใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัด พบว่าเส้นใยแกนกลางเป็นส่วนที่ให้ความยืดหยุ่นและแข็งแรงที่ยอมรับได้ในงานนี้มีการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของชีวมวลปาล์มน้ำมันที่ตัดจากส่วนกลางของลำต้นโดยใช้หลอดอิมพิแดนซ์หนึ่งไมโครโฟน ชิ้นงานทดสอบประกอบด้วยแผงตัดลำต้นปาล์มแบบขนานและตั้งฉากกับทิศทางตามแนวแกนของลำต้น การปรับเปลี่ยนบางอย่างเช่นชิ้นงานที่มีรูเส้นผ่านศูนย์กลางและความลึกที่แตกต่างกันรวมถึงแผงแพทเทิร์นแบบรูและบอร์ดตรวจสอบได้ถูกขึ้นเพื่อปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง งานนี้แสดงศักยภาพที่จะใช้เป็นตัวดูดซับเสียงทางเลือก [4]

การดูดซับเสียงเป็นสมบัติเฉพาะขึ้นอยู่กับชนิดของโครงสร้างของวัสดุ และขึ้นกับสัดส่วนของการผสมโดยมีการเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงภายในตัวโครงสร้างซึ่งเรียกว่า การดูดซับเสียง และการเกิดขึ้นเพราะเสียงถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนเป็นปริมาณความร้อนภายในเนื้อวัสดุ สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง คืออัตราส่วนของปริมาณพลังงานเสียงดูดซับภายในและส่งผ่านวัสดุ ต่อปริมาณพลังงานเสียงที่ตกกระทบบนวัสดุนั้น ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 การปรับปรุงการดูดซับเสียงทำได้โดยใช้วัสดุที่โมเลกุลสามารถขยับได้ง่ายขณะเกิดการสะท้อนเสียง เพื่อทำให้เกิดการดูดซับพลังงานเสียงที่มาสะท้อนทำให้เสียงสะท้อนมีพลังงานลดลง [4]

การใช้แผ่นดูดซับเสียงเป็นวิธีการแก้ปัญหาเสียงรบกวนได้วิธีหนึ่ง ยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในการดูดซับและลดพลังงานเสียง สมบัติทางกายภาพของยางมีข้อได้เปรียบกว่าวัสดุชนิดอื่นๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เช่น ใยแก้ว (Fiber glass), ใยหิน (Rock wool fiber) เป็นต้น วัสดุที่เลือกใช้เป็นผนังกั้นเสียงหรือแผ่นดูดซับเสียงนั้น จะต้องมีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศโดยเฉพาะทนต่อความชื้นจากฝน ซึ่งการเลือกใช้งานวัสดุธรรมชาติช่วยจะลดปัญหาการดูดซับน้ำและฝุ่นไปได้ อีกทั้งยังสามารถนำไปผสมสีได้ตามความต้องการเพื่อความสวยงามและทำความสะอาดได้ง่าย [5]

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาจำนวนมากที่เน้นการพัฒนาเส้นใยธรรมชิตเป็นวัตถุดิบ เช่น ใยปาล์ม, เส้นใยปอแก้ว, เส้นใยมะพร้าว และอื่นๆ อีกมากมายที่มีศักยภาพที่จะใช้เป็นวัตถุดิบของแผงเสียง ลำต้นปาล์มน้ำมัน (OPT) มีอยู่มากมายและไม่แพงที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น แผ่นไม้อัด แผ่นลามิเนต และ แผ่นใยไม้อัด งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติทางเสียงของลำต้นปาล์มน้ำมัน นอกจากกาบมะพร้าวจะสามารถทำเป็นแผ่นดูดซับเสียงยังมีเปลือกทุเรียน ผักตบชวา เป็นต้น เนื่องจากเปลือกทุเรียนไม่ได้ใช้ประโยชน์จึงนำเปลือกมาดัดแปลงเป็นแผ่นดูดซับเสียงและสามารถนำสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมองเห็นว่าวัสดุตามธรรมชาติทั่วไปมีเส้นใยธรรมชาติมากมายที่มีคุณสมบัติดูดซับเสียงได้ เช่น กาบมะพร้าว, ผักตบชวา, ใยบวบ ซึ่งสามารถหาได้โดยทั่วไปเพราะมีอยู่ตามธรรมชาติ นอกจากนี้แล้วเปลือกทุเรียนยังช่วยลดขยะในสังคมและเป็นการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเราจึงนำลำต้นปาล์มน้ำมันมาดัดแปลงเป็นแผ่นดูดซับเสียงให้เกิดประโยชน์ [6]

จากผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงตามระดับความดัง (dB) แล้วพบว่า แผ่นฉนวนดูดซับเสียงจากเส้นใยปาล์มน้ำมันสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าฉนวนดูดซับเสียงตามท้องตลาดโดยแผ่นปาล์มน้ำมันสามารถดูดซับเสียงได้สูงสุดร้อยละ 29.42 ที่มีความหนาแน่น 400 กก./ลบ.ม. ความหนา 20 มม. และฉนวนดูดซับเสียงได้สูงสุดที่ร้อยละ 26.46 ส่วนผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพและคุณสมบัติทางกลอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ [7]

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติผสมกับเส้นใยปาล์มน้ำมัน

1.2.2 เพื่อศึกษาค่าการดูดซับเสียงและสมบัติทางกายภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 การผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติที่เป็นน้ำยางเข้มข้น และที่ผสมเส้นใยปาล์ม 5 เปอร์เซ็นต์, 10 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์

1.3.2 เส้นใยของลำต้นปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษามีอายุ 25 ปี (ไม่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ใช้น้ำยางพาราเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นดูดซับเสียง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ออกแบบการทดลอง

1.4.3 จัดเตรียมน้ำยางเข้มข้น ใยปาล์มน้ำมัน และสารเคมีต่างๆ

1.4.4 แปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยการหล่อลงแม่พิมพ์

1.4.5 ทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงและคุณสมบัติทางกายภาพ

1.4.6 สรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ใช้ลำต้นปาล์มน้ำมันที่ไม่มีมูลค่ามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.5.2 สามารถผลิตแผ่นดูดซับเสียงที่ได้มาตรฐานและมีราคาถูก

1.5.3 เพื่อให้เข้าใจถึงประสิทธิภาพของน้ำยางพาราและใยลำต้นปาล์มน้ำมันในการดูดซับเสียง

1.5.4 นำวัสดุที่ไม่มีมูลล่ามาทำให้เกิดมูลค่า

1.5.5 เมื่อเพิ่มมูลค่าให้กับน้ำยางพารา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์บทนี้จะนำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นผสมใยลำต้นปาล์มน้ำมันให้เกิดประโยชน์และเป็นแนวคิดต่อในการพัฒนาต่อไป ภายใต้เงื่อนไขในการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้ วัสดุดูดซับเสียง ปาล์มน้ำมัน น้ำยางธรรมชาติ สมบัติทางกายภาพและทฤษฎีกระบวนการอบแห้ง

2.1 น้ำยางธรรมชาติ

น้ำยางสดที่กรีดจากต้นยางพารามีลักษณะเป็นของเหลวสีขุ่น มีความหนาแน่น 0.975-0.98 กรัมต่อมิลลิลิตร มีความเป็น กรด-ด่าง 6.5-7.0 และขนาดอนุภาคของเม็ดยางอยู่ระหว่าง 4,000 อังสตรอม และมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 10,000 อังสตรอม น้ำยางอยู่ในสภาวะแขวนลอยและมีประจุเป็นลบ จึงผลักกันตลอดเวลา ทำให้คงสภาพอยู่ได้จนกว่าสภาวะแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ ที่มารบกวน เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด ซึ่งทำให้เกิดการจับตัวเป็นก้อนของน้ำยาง น้ำยางสดประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังตารางที่ 2.1 [8]

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของน้ำยางสด [8]

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
สารที่เป็นของแข็งทั้งหมด	27-48
เนื้อยาวแห้ง	25-45
สารพวกโปรตีน	1-1.5
สารพวกเรซิน	1-2.5
ขี้เถ้า	สูงถึง 1
น้ำตาล	1
น้ำ	ส่วนที่เหลือจนครบ 100

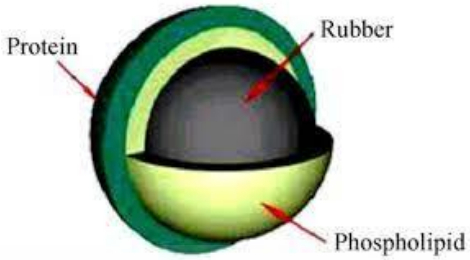
2.1.1 ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ

น้ำยางหลังจากปั่นแยก จะประกอบด้วย

2.1.1.1 ส่วนของเนื้อยาง ประกอบด้วย

1) อนุภาคยาง ถูกห่อหุ้มด้วยสารจำพวกไขมันและโปรตีน โดยโปรตีนนี้จะอยู่ชั้นนอก และอาจมีโลหะบางชนิด เช่น แมกนีเซียม โปเตสเซียม และทองแดงปะปนอยู่ปริมาณเล็กน้อยประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ แสดงอนุภาคยางธรรมชาติได้ดังภาพที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 อนุภาคยาง [9]

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของเนื้อยางในน้ำยางธรรมชาติ [9]

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
ยางไฮโดรคาร์บอน	86
น้ำ (กระจายอยู่ในไฮโดรคาร์บอน)	10
สารพวกไขมัน	3
สารพวกโปรตีน	1

โดยปกติอนุภาคอนุภาคยางจะแขวนลอยในน้ำ ประกอบด้วย สารพวกไฮโดรคาร์บอน มีชื่อโครงสร้างทางเคมีว่า พอลีไอโซพรีน (cis-1,4 Polyisoprene) มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.92 กรัมต่อมิลลิลิตร ลักษณะอนุภาคยางเป็นรูปค่อนข้างกลม มีขนาดอนุภาคแตกต่างกันมาก คืออยู่ระหว่าง 0.02 ไมครอน จนถึง 2 ไมครอน (200-20,000 อังสตรอม) อนุภาคยางส่วนใหญ่จะมีขนาดเกิน 0.4 ไมครอน (4,000 อังสตรอม) มีอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 1.2 ไมครอน เมื่อนำน้ำยางสดมาปั่นด้วยความเร็วสูง พบว่าอนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะแยกตัวออกจากชั้นน้ำมาอยู่ด้านบนซึ่งสามารถแยกออกได้เป็นน้ำยางข้น ส่วนอนุภาคที่มีขนาดเล็กจะปนอยู่กับหางน้ำยาง สามารถแยกออกโดยการทำให้จับตัวเป็นก้อนด้วยกรด

2) โปรตีน ส่วนของสารพวกโปรตีนที่ห่อหุ้มตรงผิวรอบนอกของอนุภาคยาง มีอยู่ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนทั้งหมดที่อยู่ในน้ำยางอีก 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในชั้นน้ำ และอีก 25 เปอร์เซ็นต์ จะปะปนในส่วนของสารลูทอยด์ โปรตีนที่อยู่ในน้ำยางส่วนใหญ่จะเป็นชนิดแอลฟากลูบูลินและฮีวิน (α-Glubulin and hevein) ส่วนนอกสุดของอนุภาคยาง มีโปรตีนห่อหุ้มอยู่ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ของอนุภาคยาง โปรตีนบนผิวอนุภาคยางนี้ มีส่วนประกอบของกำมะถัน (Cysitine disulphide linkge) อยู่ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นขณะที่น้ำยางเกิดการสูญเสียสภาพ จะเกิดการบูดเน่า โดยโปรตีนส่วนนี้จะสลายตัวให้สารประกอบพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารเมอร์แคปแทน (Mercaptan) ทำให้มีกลิ่นเหม็น

3) ไขมัน อยู่ระหว่างผิวของอนุภาคยางและโปรตีน ส่วนใหญ่สารพวกฟอสโฟไลปิด ชนิดแอลฟาเลซิติน (α-Lecithin) ทำหน้าที่ยึดโปรตีนให้เกาะอยู่บนผิวของอนุภาคยางน้ำยางในสภาวะที่เป็นด่าง เช่น มีแอมโมเนียอยู่ (ประมาณ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป) ฟอสโฟไลซ์ เป็นกรดไขมันที่มีโมเลกุลยาว (Long chain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fatty acid) ซึ่งรวมตัวกับแอมโมเนียกลายเป็นสบู่ทำให้ยางเสถียรยิ่งขึ้น แต่ในกรณีที่มีแอมโมเนียปริมาณน้อย (ประมาณ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำยาง) การไฮโดรไลซ์จะเกิดขึ้นน้อยการเพิ่มความสเถียรของน้ำยางจึงจำเป็นต้องเติมสบู่หรือ สารอื่นที่ช่วยในการเก็บรักษาน้ำยางลงไป [9]

2.1.1.2 ส่วนที่ไม่ใช่ยาง ประกอบด้วย

1) ส่วนที่เป็นน้ำหรือเซรุ่ม (Serum) ของน้ำยางมีความหนาแน่นประมาณ 1.02 กรัมต่อมิลิลิตร ประกอบด้วยสารชนิดต่างๆ คือ

ก คาร์โบไฮเดรต เป็นสารพวกแป้งและน้ำตาลมีอยู่ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลส่วนใหญ่เป็นชนิดคิวบาร์ซินอล มีน้ำตาลชนิด กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส ประมาณเล็กน้อย

ข) โปรตีนและกรดอมิโน เป็นส่วนที่อยู่ในเซรุ่มของน้ำยาง มีค่า Isoelecpricpoint หลายค่า โปรตีนที่มีค่า Isoelecpricpoint สูงสามารถสลายตัวให้ประจุบวกได้ เป็นสามาเหตุให้น้ำยางสูญเสียสภาพ โปรตีนที่พบมากในน้ำยางสด ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภท อัลฟากลูบูลิน ซึ่งมีสมบัติของสารตรงผิวของโมเลกุลมีความว่องไว (Surface active) ดังนั้นโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่างรอยเชื่อมต่อของน้ำ-อากาศ และ น้ำมัน-น้ำ

2) ส่วนของลูทอยด์และสารอื่นๆ

ก) ลูทอยด์ เป็นอนุภาคค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5-30 ไมครอน ห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อบางๆ ภายในเยื่อจะมีทั้งสารละลายและสารแขวนลอย มีค่า pH เท่ากับ 5.5 ส่วนใหญ่ประกอบด้วยโปรตีน โดยโปรตีนละลายน้ำอยู่ 3 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำอยู่ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีสารพวกฟอสโฟลิปิดแขวนลอยอยู่ประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และมีสารโพลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ทำให้ยางมีสีเลือง หรือสีคล้ำเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ลูทอยด์ ห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อชั้นเดียว สามารถเกิดการออสโมซิส(Osmosis) ได้ง่าย ดังนั้นการเติมน้ำลงในน้ำยางสดจะทำให้ลูทอยด์บวมและแตกง่าย ขณะที่ลูทอยด์เกิดการพองตัวมีผลทำให้ยางมีความหนืดเพิ่มขึ้น

ข) อนุภาคเฟรย์-วิสลิ่ง (Frey-Wyssling) เป็นสารที่ไม่ใช่ยางมีอนุภาคใหญ่กว่ายาง แต่ความหนาแน่นน้อยกว่า มีรูปร่างค่อนข้างกลมมีผนังล้อมรอบสองชั้น มีปริมาณไม่มากนักประกอบด้วยสารเม็ดสีพวกคาโรตินอยด์ ซึ่งทำให้ยางมีสีเหลืองเข้ม สามารถรวมตัวกับแอมโมเนียและแยกตัวออกจากยางมาอยู่มชในส่วนของเซรุ่ม [10]

2.1.1.3 ส่วนประกอบของคอมเปาด์น้ำยางธรรมชาติ [11]

หลักการผสมสารเคมีอื่นๆ ลงในน้ำยางมีลักษณะคล้ายกับการผสมในยางแห้ง แต่จะมีข้อแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย คือสารต่างๆ ที่จะผสมลงในน้ำยาวต้องผ่านการเตรียมให้เป็นของเหลวหรือให้อยู่ในสถานะเปียกก่อน ทั้งนี้เพราะการใช้สารต่างๆ ในสภาวะแห้งเติมลงในน้ำยางจะทำให้เกิดปัญหาการจับตัวของน้ำยางได้ ยกเว้นในการปรับน้ำยางให้สามารถรับสารในสภาวะแห้งๆ ได้สารเคมีที่ใช้ในการผสมกับน้ำยางธรรมชาติประกอบด้วยสารต่อไปนี้

1) สารวัลคาไนซ์ (Vulcanizing agent) การวัลคาไนซ์ คือกระบวนการเปลี่ยนยางที่อยู่ในสภาพที่ไม่คงตัวให้เป็นยางที่รักษารูปทรงได้ ในลักษณะยืดหยุ่น หรือแข็งกระด้าง โดยการใช้สารวัลคาไนซ์ ซึ่งทำให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมโยงของโมเลกุล เรียกว่า Crosslink ตรงจุดที่ว่างไวต่อปฏิกิริยาสารวัลคาไนซ์ที่ใช้สำหรับยางธรรมชาติคือ กำมะถัน จะต้องใช้อุณหภูมิในการวัลคาไนซ์สูง สำหรับยางธรรมชาติ และยางเอสบีอาร์ กำมะถันจะละลายได้ค่อนข้างดีที่อุณหภูมิห้อง

2) สารตัวเร่ง (Accelerator) เป็นสารเคมีที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเชื่อมโยงให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น ทำให้เวลาเชื่อมโยงเร็วขึ้น การเชื่อมโยงมีประสิทธิภาพมากขึ้น และใช้กำมะถันในปริมาณน้อยลง ได้แก่ สารเร่งปฏิกิริยาให้เกิดช้า ปานกลาง หรือเร็ว เช่น กัวนิดีน (Guanidine) ไธอาโซล (Thiazole) ซัลฟีนาไมด์ (Sulphenamide) ไธยูแรม (Thaiuram)

สารเร่งปฏิกิริยาการเชื่อมโยงสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มไดไธโอคาร์บาร์เมท (Dithiocarbamate) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือกลุ่มเกลือแอมโมเนีย (Ammonium salt) กลุ่มเกลือโซเดียม(Sodium salt) และกลุ่มเกลือซิงค์ (Zinc salt) สารตัวเร่งกลุ่มนี้จัดอยู่ในพวกสารตัวเร่งที่มีความเร็วในการอัลคาไนซ์สูง จะเร่งให้ยางเกิดการวัลคาไนซ์ได้เร็วมาก โดยกลุ่มเกลือซิงค์มีการใช้งานในการค้ามากที่สุด และสารตัวเร่งกลุ่มนี้มักใช้เป็นสารตัวเร่งสำหรับน้ำยาง อุณหภูมิที่ใช้งานในการวัลคาไนซ์ไม่เกิน 125 องศาเซลเซียส ตัวอย่างสารได้แก่ ZDPC, ZDEC, ZDBC, ZDMC เป็นต้น

2) กลุ่มแซนเตท (Zanthate) เป็นสารตัวเร่งที่วัลคาไนซ์ยางได้เร็วมาก(เร็วกว่ากลุ่มเกลือแอมโมเนียมของไดไธโอคาร์บาร์เมท) ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำยางไม่นิยมใช้กับยางแห้ง อุณหภูมิที่ใช้ในการวัลคาไนซ์ประมาณ 80-110 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้การวัลคาไนซ์แบบพลาโต(Plateaucurve) ตัวอย่างสารกลุ่มนี้ได้แก่ SIX, ZIX, ZBX เป็นต้น

3) กลุ่มซัลฟีนาไมด์ (Sulphenamide) เป็นสารตัวเร่งที่ delay action หรือใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยานานกว่าไธอะโซล เพราะเมื่อได้รับความร้อน ซัลฟีนาไมด์จะแตกตัวให้ MBT และเบสออกมา โดยที่ MBT จะทำให้เกิดการวัลคาไนซ์ และเบสเป็นตัวกระตุ้นให้สารตัวเร่งทำงานเร็วขึ้นมอดูลัสสูงขึ้น สารกลุ่มนี้ได้แก่ CBS, TBBS, DCBS, Vulcacit AZ เป็นต้น การใช้ซัลฟีนาไมด์ร่วมกับไดไธคาร์บาร์เมทหรือไธยูแรม จะทำให้วัลคาไนซ์ได้เร็วขึ้น และจำเป็นต้องมีซิงค์ออกไซด์อย่างน้อย 3.0 ส่วน และกรดไขมันร่วมด้วยเพื่อให้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยที่มีซัลฟีนาไมด์เป็นสารตัวเร่งที่ทำให้ยางมีค่ามอดูลัสสูงมากและมีสมบัติเชิงกลสูงมาก และมีสมบัติเชิงกลที่ดี รวมทั้งการวัลคาไนซ์แบบพลาโตแต่ซัลฟีนาไมด์จะเกิดการแตกสลายได้ง่าย เมื่ออยู่ใกล้ความชื้นหรือไอน้ำ ซึ่งจะทำให้ยางเกิดการทำปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้นและวัลคาไนซ์ได้ช้าลง

4) กลุ่มไธอะโซล (Thiazole) เป็นสารตัวเร่งที่มีความเร็วในการวัลคาไนซ์ปานกลาง ถ้าใช้ไธอะโซลเป็นสารตัวเร่งเพียงอย่างเดียวยางที่ได้จะมีความปลอดภัยในการผลิตมากกว่าใช้สารตัวเร่งที่มีความเร็วสูงอื่นๆ ตัวอย่างกลุ่มสารกลุ่มไธอะโวล ได้แก่ MBTS, MBT, ZMBT เป็นต้น โดย MBTS และ MBT ช่วยให้ยางนิ่มลง ขณะบดผสมด้วย ส่วน ZMBT มีความเร็วในการวัลคาไนซ์มากกว่า MBTS จึงนิยมใช้กับน้ำยาง

5) กลุ่มกัวนิดีน (Guanidine) เป็นสารตัวเร่งที่วัลคาไนซ์ที่นาน สารกลุ่มนี้เช่น DPG, DOTG, ออกตะโททิลไบกัวนิดีน (o-totyl biguanidine) เป็นต้น

6) กลุ่มไธยูแรม (Thiuram) จัดเป็นกลุ่มของสารตัวเร่งที่มีความเร็วสูงเป็นพิเศษยางจะเกิดปฏิกิริยาและวัลคาไนซ์ช้ากว่ากลุ่มไดไธโอคาร์เมท สารกลุ่มนี้สามารถใช้ได้หลายรูปแบบเช่น ใช้เป็นสารตัวเร่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเองตามลำพังโดยไม่ต้องมีกำมะถันก็สามารถวัลคาไนซ์ยางได้เช่นกันที่เรียกว่า Thiuram vulcanization แต่ยางที่ได้มีค่ามอดูลัสต่ำ อุณหภูมิที่ใช้ในการวัลคาไนซ์ประมาณ 125-135 องศาเซลเซียส

สารกระตุ้น (Activator) เป็นสารที่ช่วยเร่งอัตราการวัลคาไนซ์ยางให้เร็วขึ้น โดยการทำให้สารเร่งมีความว่องไวต่อปฏิกิริยา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น ยางที่ได้มีค่ามอดูลัสสูงขึ้น ได้แก่ กรดสเตียริก (Stearic acid) และซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide)

สารกระตุ้น (Filler) เป็นสารอื่นๆ ที่ไม่ใช่ยางเพื่อลดต้นทุนในการผลิต หรือเพื่อปรับปรุงสมบัติของยางให้ดีขึ้น เช่น เขม่าดำ (Carbon black) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) และซิลิกา (Silica) เป็นต้น

สารพลาสติไซเซอร์ (Plasticizer) เป็นสารที่ช่วยทำให้ยางนิ่ม ช่วยในการแปรรูปของยาง

สารป้องกันการเสื่อมสภาพ (Protective agent) เป็นสารที่ใช้เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของยาง โดยใช้สารพวกแอนติออกซิแดนท์ หรือสารพวกแอนติโอโซแนนท์ ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้จะทำให้อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางยาวนานขึ้น

สารพิเศษอื่นๆ (Miscellaneous ingredient) ไม่ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้สำหรับยางทั่วไป แต่บางครั้งจะใส่ลงไปในยางเมื่อมีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์ยางมีความพิเศษบางประการ เช่น สารที่ทำให้เกิดสี (Pigment) สารที่ทำให้เกิดฟอง (Blowing agent) หรือสารหน่วง (Retarder) เป็นต้น

2.2 ปาล์มน้ำมัน

2.2.1 ลำต้นปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชผสมข้ามใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงปาล์ม (Paimac) ปัจจุบันเปลี่ยนเป็นชื่อ Arecaceae และเป็นพืชยืนต้นที่สามารถให้ผลผลิตทะลายสดได้ตลอดปี เริ่มจากอายุ 2 ปีครึ่งหลังจากปลูก โดยเฉลี่ยแต่ละต้นควรจะให้ทะลายได้อย่างน้อยหนึ่งทะลายต่อต้นต่อเดือนและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายสดได้นานกว่า 20 ปี ปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในพืชตระกูลเดียวกับมะพร้าว

ลำต้นของปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นต้นเดี่ยวตั้งตรงรูปร่างทรงกระบอก มีเนื้อเยื่อเจริญเฉพาะตรงปลายยอด ซึ่งใน 2-3 ปีแรกจะช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านกว้างหลังจากนั้นแล้วจึงจะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเรื่อยไปประมาณ 25-30 เซนติเมตรต่อปี ต้นที่ขึ้นอยู่ในสภาพป่าอาจจะสูงถึง 20-30 เมตร อายุมากกว่า 100 ปีขึ้นไป ที่ปลูกเป็นสวนปาล์มนิยมให้ต้นสูงประมาณ 10-11 เมตร อายุประมาณ 25-35 ปี ขนาดลำต้นและความสูงขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ลำต้นมีข้อปล้องสั้นๆ เป็นที่เกิดของใบ เวลาตัดทางใบจะเห็นเป็นตอใบเวียนเป็นเกลียวรอบต้นโดยลักษณะการเวียนในแต่ละต้นจะไม่เหมือนกัน เมื่อมีอายุมากใบร่วงหล่นเองลำต้นจะเรียบ

2.2.2 ลักษณะของไม้ปาล์มน้ำมัน [12]

ระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันใน 3 ปีแรกของการเจริญเติบโตออกทางด้านข้าง หลังจากนั้นปาล์มน้ำมันได้มีการเจริญเติบโตแนวยาวขึ้นเรื่อยๆ และจะมีการเจริญเติบโตที่ด้านข้างน้อยมาก ซึ่งลักษณะของเนื้อไม้ปาล์มน้ำมันจะมีเส้นใย (Vascular) จะมีความแข็งแรงและจะมีสีเข้มตามอายุของต้นไม้และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณกระพี้ไม้ (Sapwood) จะมีเนื้อเยื่ออยู่มาก และจำนวนเส้นใยจะค่อยๆ ลดลงจนถึงบริเวณไส้ไม้ โดยต้นปาล์มน้ำมันจะมีลำต้นที่ตรงไม่มีการแตกกิ่งไม้ และไม่มีตาไม้

สังเกตบนเนื้อไม้จะมีจุดสีน้ำตาลหรือสีดำกระจายอยู่ทั่วบนผิวไม้ ส่วนประกอบนี้จะช่วยเสริมลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันนั้นให้แข็งแรงขึ้น เรียกว่า หลอดลำเลียงอาหาร (Vascular bundle) จากการสังเกตสีบนตัวอย่างไม้ที่อบแล้ว จุดสีน้ำตาลนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีดำ สิ่งนี้เป็นการบ่งบอกถึงความหนาแน่นของท่อลำเลียงอาหาร มันสามารถบ่งบอกได้ว่าทำไมปาล์มนั้นถึงได้มีคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพที่แตกต่างกันออกไป เพราะว่าโครงสร้างของไม้ชนิดนี้ในขณะการอบนั้นจะเกิดการรวมตัวกันของ Vascular bundle และ Parenchymatous tissues จากการตรวจสอบหลังการอบนั้น ไม้จะเปลี่ยนรูปในลักษณะต่างๆ เช่น การหดตัวและการบิด เป็นต้น

ท่อนไม้ปาล์มจะแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ peripheral zone (PZ) central zone (CZ) inner Zon e(IZ) พิจารณาจากความหนาแน่นของหลอดลำเลียงอาหารต่อพื้นที่

peripheral zone (PZ) ในพื้นที่นี้จะอยู่ข้างนอกสุดก่อนถึง Bark และ Cortex เป็นส่วนนี้ที่แข็งที่สุดของท่อนไม้ โดยปกติแล้วส่วนนี้จะประกอบด้วยไฟเบอร์จำนวนมากในรูปแบบระบบหลอดลำเลียงอาหารที่หนาแน่น พื้นที่นี้จะมีความหนาประมาณ 10-15 มิลลิเมตร และมีสีเข้มกว่าพื้นที่อื่นๆ ของท่อนไม้

central zone (CZ) ในพื้นที่นี้ประกอบไปด้วยหลอดลำเลียงอาหารที่กว้างและใหญ่อยู่เล็กน้อยที่สุดของท่อนไม้ โดยปกติแล้วส่วนนี้จะกว้างที่สุดเทียบกับโซนอื่นๆ อาจจะมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของเนื้อไม้ทั้งหมดหลอดอาหารลำเลียงอาหารในพื้นที่นี้จะอยู่แบบสุ่ม กระจายออกไป

inner Zone (IZ) พื้นที่นี้มีเพียง 20-25 เปอร์เซ็นต์ ของเนื้อไม้ทั้งหมดและจะประกอบด้วย เนื้อเยื่อ Parenchymatous และความชื้นมากที่สุด หลอดลำเลียงอาหารนั้นมีน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 2 พื้นที่ก่อนหน้านี้ แต่มีขนาดคล้ายกับ Cental Zone

2.3 ทฤษฎีกระบวนการอบแห้ง

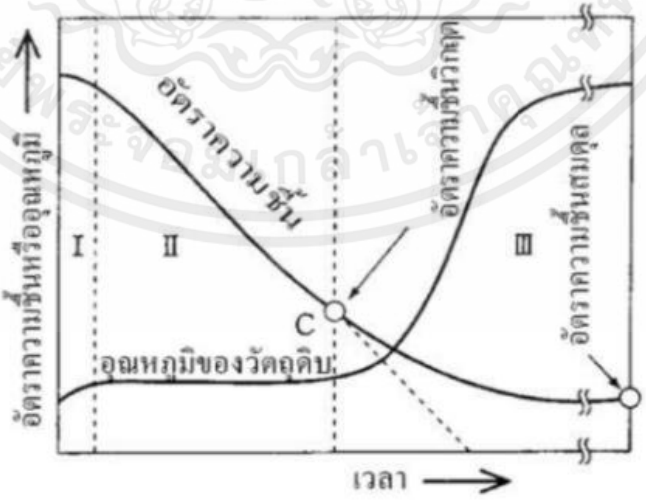
ในปัจจุบันสิ่งที่สำคัญนอกเหนือจากการผลิตผลติภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงออกสู่ท้องตลาดแล้ว คือ การพยายามเพิ่มผลผลิตและลดค่าใช้จ่ายในการผลิต โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมนั้นมีหลายกระบวนการผลิตที่เกี่ยวกับการอบแห้ง จะด้วยวิธีธรรมชาติหรือวิธีที่ใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานอื่นมาใช้ ซึ่งในบางครั้งยังผลิตไม่ทันตามความต้องการหรือหากทันตามความต้องการก็ต้องค่าใช้จ่ายสูงและประสิทธิภาพไม่คุ่มค่าเท่าที่ควร อันส่งผลให้เกิดแนวคิดในการหากรรมวิธีจะช่วยในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพที่ดีสะอาด ใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและลดระยะเวลาในการอบแห้งให้สั้นที่สุดเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตกรรมวิธีการอบแห้งมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุยืนยาวสำหรับผลผลิตทางการเกษตร เพื่อไล่ความชื้นที่ไม่ต้องการจากผลิตภัณฑ์ เช่น การอบแห้งไม้ซึ่งถือว่าไม้เป็นวัสดุแบบชื้นมาก (Hygroscopic Porous Media) กล่าวคือความชื้นยึดอยู่กับโครงสร้างของอนุภาคของแข็งภายใต้พันธะทางเคมีและฟิสิกส์มีช่องว่างระหว่างอนุภาคของแข็งมีขนาดเล็กมากประมาณ 0-1 ไมโครเมตร โครงสร้างเนื้อวัสดุที่ซับซ้อนที่ TSF-0520 เรียกว่าโครงสร้างวัสดุพรุนแบบเซลลูลาร์-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาพิวลารี (Cellular Capillary) การอบแห้งเพื่อลดความชื้นของเนื้อไม้ลงถึงค่าหนึ่งก่อนที่จะนำไม้ไปเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมต่อไป สามารถลดปัญหา เชื้อรา ปลวก มอด เป็นต้น [13]

การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟจะอาศัยหลักการดูดกลืนพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟภายในผลิตภัณฑ์ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและสมบัติทางไดอิตริกของวัสดุนั้นๆ ที่คลื่นไปกระทบ วัสดุที่เป็นฉนวนที่มีค่าการไฟฟ้าต่ำ จะยอมให้คลื่นไมโครเวฟทะลุผ่าน เช่น แก้วอากาศ เป็นต้น ส่วนวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูงเช่น ชิ้นงานโลหะ จะสะท้อนคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไม่สามารถทะลุผ่านไปได้สำหรับวัสดุไดอิเล็กตริกหรือวัสดุกึ่งฉนวนที่มีขั้วทางไฟฟ้า

การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้นโดยใช้ความร้อนถ่ายเทไปยังวัสดุที่มีความชื้นด้วยวิธีหนึ่ง เช่น การนำ การพา การแผ่รังสีหรือทั้งสามแบบผสมผสานกัน เพื่อไล่ความชื้นออกโดยกระระเหยน้ำออกจากวัสดุ ซึ่งจะเกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนจากอากาศไปยังวัสดุ และการถ่ายเทความชื้นจากวัสดุไปยังอากาศพร้อมๆ กันโดยทั่วไปการอบแห้งที่ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน ซึ่งโครงสร้างภายในของวัสดุทางการเกษตรส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นรูพรุนทำให้มีกระบวนการอบแห้งขึ้น 2 กระบวนการคือ ช่วงอัตราการออบแห้งคงที่ (Constant rate drying period) และช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Rate Drying Period) ในช่วงแรกที่วัสดุมีความชื้นสูงการอบแห้งจะเป็นแบบอัตราการอบแห้งคงที่ ในช่วงที่ผิวของวัสดุมีน้ำเกาะจำนวนมาก การถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิววัสดุเท่านั้น อัตราการอบแห้งจะถูกควบคุมโดยความเร็วอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ถ้าสภาวะของอากาศคงที่จะทำให้อัตราการอบแห้งคงที่ด้วย น้ำจะเคลื่อนที่จากภายใต้วัสดุมีความชื้นลดลงต่ำกว่าความชื้นวิกฤตจะอยู่ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง น้ำจะเคลื่อนที่จากภายในวัสดุออกมาที่ผิวของวัสดุในลักษณะของเหลวหรือไอน้ำและน้ำที่ผิว จากนั้นจะระเหยออกไปยังอากาศ อัตราการอบแห้งจะถูกควบคุมโดยอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำภายในวัสดุมายังที่ผิวนอกเรียกสภาวะนี้ว่า ความชื้นสมดุลซึ่งช่วงระยะในการอบแห้งจะแสดงในรูปที่ 2.2 [13]



รูปที่ 2.2 การอบแห้ง [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เสียง (Sound)

เสียง (Sound) คือ การถ่ายพลังงานจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านโมเลกุลของตัวกลางไปยังผู้รับ โดยที่หูของเรานั้น สามารถรับรู้ถึงการสั่นสะเทือนของโมเลกุลเหล่านี้ได้และได้ทำการแปรผลลัพธ์ออกมาในรูปของเสียงต่างๆ

2.4.1 การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง [14]

เมื่อวัตถุเกิดการเคลื่อนที่หรือถูกกระทำด้วยแรงจากภายนอก ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนของโมเลกุลภายในวัตถุนั้น ซึ่งส่งผลไปยังอนุภาคของอากาศหรือตัวกลางที่อยู่บริเวณโดยรอบ ก่อให้เกิดการรบกวนหรือการถ่ายโอนพลังงานผ่านการสั่นสะเทือนและการกระทบกันเป็นวงกว้างทำให้อนุภาคของอากาศเกิด “ การบีบอัด ” (Compression) เมื่อเคลื่อนที่กระทบกัน และ “ การยืด ” (Rarefaction) เมื่อเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเดิม ดังนั้น คลื่นเสียง จึงเรียกกันว่า“ คลื่นความดัน ” (Pressure wave) เพราะอาศัยการผลักดันกันของโมเลกุลตัวกลางในการเคลื่อนที่ผ่านไปได้ ตัวกลาง (Medium) จึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญต่อการได้ยินเสียง เพราะคลื่นเสียงเคลื่อนที่โดยอาศัยตัวกลางในการถ่ายทอดพลังงานเท่านั้น ส่งผลให้ในสภาวะสุญญากาศซึ่งเป็นพื้นที่ว่างที่ไม่มีอนุภาคตัวกลางใดๆ คลื่นเสียงจึงไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านไปได้

2.4.2 สมบัติของเสียง [15]

การสะท้อน (Reflection) คือ การเคลื่อนที่จองเสียงไปกระทบสิ่งกีดขวาง ส่งผลให้เกิดการสะท้อนกลับของเสียงเรียกว่า “ เสียงสะท้อน ” (Echo) ซึ่งโดยปกติแล้ว เสียงที่ส่งผ่านไปยังสมองจะติดประสาทหูราว 0.1 วินาทีดังนั้นเสียงที่สะท้อนกลับมาช้ากว่า 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)

2.4.3 วัสดุดูดซับเสียง

ทฤษฎีการดูดซับเสียง (Sound Absorption) หมายถึง การทำให้พลังงานที่เสียงที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อผ่านตัวกลางใดๆ เช่น เมื่อคลื่นเสียงไปสัมผัสกับพื้นผิวของตัววัสดุ เสียงส่วนหนึ่งจะถูกทำให้สะท้อนกลับ อีกส่วนสามารถผ่านไปได้ และส่วนที่เหลือถูกดูดซับด้วยตัวเองวัสดุเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.4.4 ฉนวนกันเสียง (Sound Insulation) [16]

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 เปอร์เซ็นต์ ได้ถูกดูดซับไว้เมื่อเคลื่อนที่ไปชนกับวัสดุนี้ และ 15 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานที่เทียบกับแหล่งกำเนิดจะสะท้อนออกมา ค่าการดูดซับเสียงของทุกวัสดุจะแปรผันกับความถี่ของเสียงที่เข้าไปกระทบ ดังนั้นค่าการดูดซับเสียง (SAC) จะถูกวัดที่หลายความถี่ คือ 125 250 500 1,000 2,000 และ 4,000 เฮิรตซ์ ความถี่เหล่านี้เป็นความถี่ตรงกลางของเสียงที่วิ่งกระทบน้อยมากที่จะมีการใช้ค่า SAC ของเสียงที่ช่วงความถี่เดียวกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม หรือระบุว่าวัสดุต่างๆ มีค่า SAC เป็นเท่าไร ในการออกแบบสถาปัตยกรรมค่า SAC จะเป็นค่าดูดซับเสียงที่มีความถี่ที่เจาะจงเท่านั้น

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

Noise Reduction Coefficient (NRC)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อ NRC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง

α_{Number} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุ

Number คือ ความถี่

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

ตารางที่ 2.3 ค่า NRC ในช่วงความถี่ต่างๆ ในแต่ละวัสดุ [16]

Materials	Frequency (Hz)						NRC
	125	250	500	1000	2000	4000	
คอนกรีต	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
แผ่นไม้ยิปซั่มบอร์ด	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09	0.07
ไม้	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07	0.09
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 mm	0.05	0.12	0.25	0.57	0.89	0.98	0.46
ฉนวนใยแก้ว 160K 25 mm	0.09	0.30	0.80	1.12	1.01	0.79	0.80

วัสดุต่างๆ ที่ดูดซับเสียงถ้ามีความหนาที่ถูกต้องก็อาจดูดซับเสียงได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ หรือเรียกว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียง (Absorption Coefficient) 0.95 ถ้าความสามารถดูดซับเสียง 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 1 ถ้า 70 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0.7 วัสดุที่จะเป็นวัสดุกันเสียงจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์มากกว่า 0.3 หรือ 30 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่านั้นไม่สามารถนำมาเป็นวัสดุกันเสียงได้ สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงนั้น สัญลักษณ์กรีกเรียกแอลฟา คือความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุนั้นๆ ในความถี่ที่กำหนดให้

วัสดุดูดซับเสียง ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีหลายลักษณะ พอแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะคือ

1) วัสดุดูดซับเสียงที่โปร่งเบาเป็นฝอยเป็นรูพรุน เช่น ฉนวนเยื่อกระดาษเซลลูโลส ฉนวนใยหิน ฉนวนใยแก้ว ฉนวนโฟม โพลียูเทนประเภทต่างๆ คุณสมบัติแตกต่างกันไปตามความแข็งแรง ความหนาแน่นและการใช้งาน เหมาะสำหรับเสียงที่มีความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วัสดุดูดซับเสียงที่มีความขรุขระไม่เรียบเนียน แผ่นไม้กอร์ก แผ่นดูดซับเสียงยิบซัมบอร์ดที่มีรู สำหรับเพิ่มพื้นที่ผิวในการรับเสียง

3) วัสดุดูดซับเสียงที่มีลักษณะเป็นแผ่น อาทิเช่น การวางซ้อนทับกันของกระจกหลายบานแบบหนาๆ การติดวัสดุที่เป็นเนื้อผ้าเพื่อกันการลัดลอดออกของที่มีความถี่ต่ำ

4) วัสดุดูดซับเสียงที่มีพื้นผิวมากที่ช่วยลดเสียงสะท้อนผนังที่มีการออกแบบเป็นช่องๆ รูปแบบต่างๆ ซึ่งลักษณะการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามการใช้งาน อาจมีหลายลักษณะประกอบกันเพื่อประสิทธิภาพการควบคุมเสียงที่เหมาะสม หรือจะใช้วัสดุที่มีพื้นผิวมากประกอบกับวัสดุที่เป็นรูพรุน

2.4.5 ทฤษฎีของเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางเสียง [17]

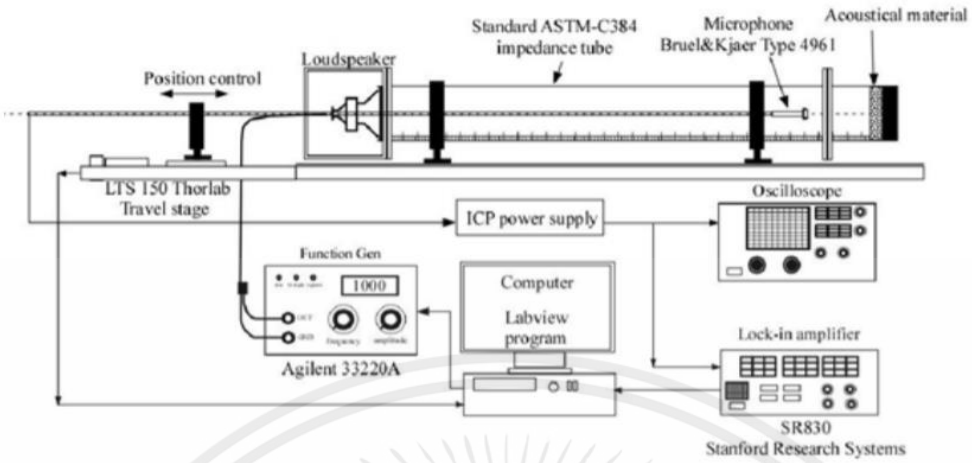
สำรวจค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของลำต้นปาล์มน้ำมันโดยใช้ หลอดความต้านทานตัวอย่างปาล์มถูกนำมาจากส่วนกลางของลำต้นปาล์มน้ำมัน การตั้งค่าการทดลองแสดงในรูปที่ 2.3 หลอดอิมพีแดนซ์ที่ใช้ในงานนี้ถูกสร้างขึ้นตามสมาคมอเมริกันด้านการทดสอบและวัสดุ ASTM C384-04 มันทำจากท่อโพลีไวนิลคลอไรด์หนึ่งเมตรเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 114 มม. แผ่นรองรองหลังหนา 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

ดิสก์สเตนเลสสตีล ขัดเงาหนา 20 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับลำโพง ไมโครโฟน B&K ประเภท 4961 ติดตั้งที่ปลายด้านหนึ่งของท่อโลหะบางๆ ที่ถูกสอดเข้าไปในแกนผ่านท่ออิมพีแดนซ์ ปลายอีกด้านของท่อถูกยึดเข้ากับเวทีแปล 20 มิลลิเมตร ซึ่งให้การเคลื่อนไหวในแนวนอนกับไมโครโฟนที่มีความละเอียด 1 มิลลิเมตร ต่อขั้นตอน ลำโพลงถูกขับเคลื่อนโดยเครื่องกำเนิดฟังก์ชั่นที่ 1 Vp-p

สัญญาณอะคูสติกจากไมโครโฟนถูกบันทึกโดยเครื่องขยายสัญญาณแบบล็อคด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้สามารถวัดอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนได้สูง เสียงไมโครโฟนในหลอดวัดได้ในระดับไมโครโวลต์ภายในช่วงความถี่หลอดอิมพีแดนซ์ในขณะที่สัญญาณอะคูสติกที่วัดได้มีค่ามากกว่า 100 มิลลิโวลต์ นอกจากนี้ยังพบสัญญาณเสียงจากไมโครโฟนด้วยออสซิลโลสโคป LabView ถูกใช้เพื่อทำให้การเคลื่อนไหวไมโครโฟนและการรับข้อมูลเป็นไปโดยอัตโนมัติ ในขั้นต้นไมโครโฟนอยู่ห่างจากพื้นผิวตัวอย่าง 50 มิลลิเมตร แล้วแล้วดึงไปยังลำโพงโดยเวทีแปลที่อัตรา 3.3 มิลลิเมตรต่อวินาที การตอบสนองเสียงถูกวัดเป็นแรงดันไมโครโฟนในแง่ของระยะทางเพื่อค้นหาแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Vmax) และต่ำสุด (Vmin) ตามที่ต้องการในการคำนวณอัตราส่วนคลื่นนิ่ง (SWR = Vmax / Vmin) ตามมาตรฐาน ASTM C384-95 สัมประสิทธิ์การดูดซับ (α) นั้นสามารถหาได้จาก SWR โดยใช้: $\alpha=1-|(SWR-12)/(SWR+1)|$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การตั้งค่าทดลอง

ข้อมูลอุปกรณ์อิมพิแดนซ์ทิวบ์ที่นำมาใช้ในการทดสอบทางด้านการดูดซับเสียง (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

รูปที่ 2.4 Impedance Tube

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 2.5 การใช้ประโยชน์ของหลอดอิมพิแดนซ์แต่ละประเภท

คุณสมบัติ

1. การวัดตามวิธีการถ่ายโอนสองฟังก์ชันไมโครโฟนตามมาตรฐาน ISO 10534-2 และ ASTM E1050-08 มาตรฐานสากลสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและ ASTM E2611-09 สำหรับการสูญเสียการส่งสัญญาณ
2. การติดตั้งวัสดุที่ไวต่อแนวนอน การจำลองการวัดบนเพดานแบบแขวน
3. ตัวยึดติดผนัง
4. ส่วนหนึ่งของระบบการทดสอบวัสดุอะคูสติกที่สมบูรณ์ซึ่งมีระบบ PULSE™ ของ Brüel & Kjær
5. การหาค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงรบกวน ตามมาตรฐาน ASTM C423-99a จากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ 250-500 1,000 และ 2,000 เฮิรตซ์ (ประเภท 4206-A)

การประยุกต์ใช้งาน

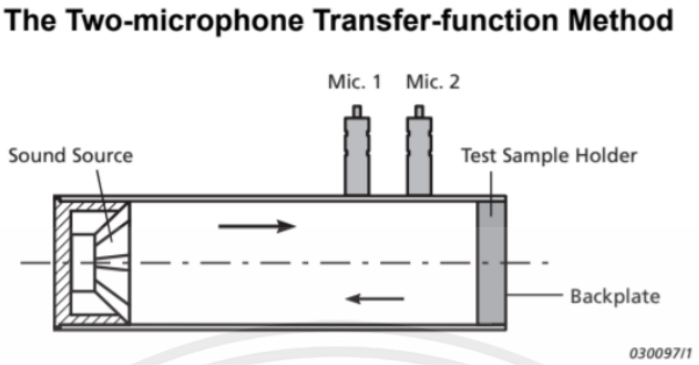
1. การประยุกต์การใช้งาน
2. การทดสอบลักษณะวัสดุที่ระบุ
3. การกำหนดข้อมูลอินพุตสำหรับการสร้างแบบจำลองเสียง
4. เพื่อวัตถุประสงค์ในการวิจัย

ประโยชน์การใช้งาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Impedance Tubes



รูปที่ 2.6 แผนผังของหลอดความต้านทานสำหรับวิธีการถ่ายโอนฟังก์ชันไมโครโฟนสองตัว

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

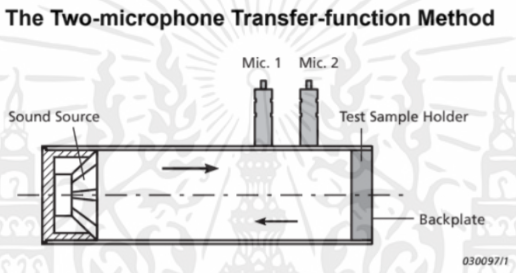
การใช้งานสำหรับ Types 4206 และ 4206-A

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียภายในท่อ

มีการติดตั้งแหล่งกำเนิดเสียง (ลำโพง) ที่ปลายด้านหนึ่งของหลอดอิมพีแดนซ์และวางตัวอย่างวัสดุไว้ในที่ยึด (รูปที่ 2.6) ลำโพงสร้างคลื่นเสียงบรอดแบนด์แบบสุ่มที่คงที่ซึ่งแพร่กระจายเป็นคลื่นระนาบ คลื่นระนาบกระทบตัวอย่างในที่ยึดโดยมีส่วนหนึ่งของคลื่นสะท้อนกลับเข้าไปในหลอดตัวทางส่วนที่ดูดซับโดยวัสดุและส่วนที่ผ่านไปยังหลอดรับ ส่วนของคลื่นระนาบที่ผ่านวัตถุนั้นจะพบจุดสิ้นสุดของท่อรับซึ่งมีคลื่นสะท้อนบางส่วนและบางส่วนออกจากหลอด โดยการวัดความดันเสียงที่ตำแหน่งคงที่สี่แห่ง (สองจุดในท่อต้นทางและอีกสองจุดในท่อรับ) และคำนวณฟังก์ชันการถ่ายโอนที่ซับซ่อนโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความถี่ดิจิตอลสี่ช่องทาง เป็นไปได้ที่จะตรวจสอบการสูญเสียการส่งผ่านของวัสดุ ช่วงความถี่ที่ใช้งานได้จะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดและระยะห่างระหว่างตำแหน่งไมโครโฟน [18]



รูปที่ 2.7 แผนผังของหลอดสูญเสียการส่งสัญญาณสำหรับวิธีการถ่ายโอนฟังก์ชันไมโครโฟนสี่ตัว [18]

ชุดหลอดสูญเสียการส่ง (50 Hz – 6.4 kHz) Type 4206-T

ประเภท 4206-T ประกอบด้วย ท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (ท่อขนาดใหญ่) 2 ท่อ
ท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 29 มิลลิเมตร (ท่อขนาดเล็ก) 2 ท่อ
ที่เก็บตัวอย่าง (29 และ 100 มิลลิเมตร)
ท่อขยาย (29 และ 100 มิลลิเมตร)

2.5 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ [19]

คุณสมบัติทางกายภาพของไม้นั้นเป็นคุณสมบัติที่เกิดขึ้นภายในวัสดุ เป็นการทดสอบคุณสมบัติการพองน้ำและการดูดซึมน้ำ เป็นต้น โดยใช้มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ASTM D2395 – 14 [19] เป็นต้น

2.5.1 การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ

การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำสามารถทำได้โดย ตัดชิ้นงานขนาด 50×50 มิลลิเมตร จำนวน 6 ชิ้น ชั่งมวลของชิ้นงานก่อนแช่เป็นมวลของชิ้นงานก่อนแช่แล้วให้นำชิ้นงานไปแช่ในน้ำโดยที่ผิวของชิ้นงานด้านบนโผล่พ้นน้ำมานิดหน่อยส่วนด้านล่างของชิ้นงานให้จมน้ำแต่ไม่ให้ถึงก้นภาชนะส่วนด้านข้างของชิ้นงานไม่ติดกับภาชนะเมื่อแช่ครบ 1 ชั่วโมงให้ทำการนำขึ้นมาเช็ดด้วยผ้าหมาดๆแล้วตั้งไว้อุณหภูมิห้อง โดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำได้จากสมการที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อ m_1 คือมวลของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)

m_2 คือมวลของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (กรัม)

2.5.2 การทดสอบค่าการพองตัวตามความหนา [20]

การทดสอบการพองตัวตามความหนา สามารถทำได้โดย ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50 มิลลิเมตร จำนวน 6 ชิ้น ชั่งมวลของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ หลังจากนั้นแช่แข็งชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20±2 องศาเซลเซียส โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มิลลิเมตร แต่ละชิ้น ต้องห่างจากกันและต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบไม่ครบ 1 ชั่วโมง แล้วรีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดๆ แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจกแล้วจึงปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบขึ้นมาชั่งเป็นมวลหลังแช่น้ำโดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำได้จากสมการที่ 2.4

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

เมื่อ t_1 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (กรัม)

t_2 คือ ความหมายของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (กรัม)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sulaimam. (1998) [21] ศึกษาการใช้ประโยชน์จากยางรีไซเคิลในการผลิตกำแพงกั้นเสียงสามารถแก้ปัญหาที่ประสบกันอยู่ คือ ควบคุมขยะจากยางเสื่อมสภาพและแก้ปัญหามลพิษทางเสียง ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของยางมีข้อได้เปรียบกว่าวัสดุอื่นๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเศษยางที่ไม่ได้อัดรวมเป็นแผ่นกับเศษยางที่อัดรวมเป็นแผ่นโดยใช้การยึดติดสำหรับอนุภาคแตกต่างกัน ที่มีความหนาต่างกัน พบว่าว่าดูดซับเสียงจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อใช้อนุภาคที่มีขนาดเล็กลง และการดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นเมื่อวัสดุที่ทดสอบนั้นทำจากอนุภาคขนาดใหญ่ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการไหลและความถี่เรโซแนนซ์ค่าแรก ซึ่งเป็นการช่วยให้ทราบถึงขีดความสามารถสูงสุดในการดูดซับเสียงของวัสดุและเลือกที่จะดูดซับเสียงในความถี่ที่ต้องการได้

เกศ ศรี วัฒนพล และคณะ (2545) [22] ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากต้นกกมาสร้างเป็นวัสดุดูดกลืนเสียง มีผลการศึกษาดังนี้ วัสดุดูดกลืนสร้างขึ้นจากเส้นใยกกผสมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (อัตรา 1:1) อัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์ด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก แรงอัด 1 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาน 10 นาที โดยวัสดุดูดกลืนเสียงจากเส้นใยกกในงานวิจัยมีความหนา 2.5, 5 เซนติเมตร และความหนาแน่น 100, 150, 200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความสามารถในการดูดกลืนของเสียงของวัสดุดูดกลืนเสียงที่สร้างขึ้นพิจารณาจาก ค่าสมัประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (α) วัดตามหลักการของมาตรฐาน ASTM E1050-90 และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัสดุดูดกลืนเสียงจากใยกกที่ความหนาและความหนาแน่นต่างๆ จะเปลี่ยนไปตามความถี่เหมือนกันทั้งหมด โดยมีค่าสูงสุดที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ และต่ำสุดที่ 1000 เฮิรตซ์ หากพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงพบว่าเมื่อวัสดุดูดกลืนเสียงหนาขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียงจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

Pansak Kerdtongmee et al. (2559) [23] สังเคราะห์โฟมวัสดุประกอบจากน้ำยางข้นและผงผนัง เพื่อประยุกต์ใช้เป็นฉนวนดูดซับเสียง วัดค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ช่วงความถี่ 250-4,000 เฮิรตซ์ หาสัมประสิทธิ์การลดระดับเสียง ความหนาแน่นในแต่ละอัตราส่วน พบว่า โฟมวัสดุประกอบทุกอัตราส่วนการผสมของน้ำยางเข้มข้นและเศษผงผนังที่สังเคราะห์ขึ้นมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงใกล้เคียงกันที่ความหนากัน การเพิ่มขึ้นของปริมาณเศษผงผนังและขนาดของเศษผงผงหนังมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงไม่มากนัก แต่การผสมผงผนังลงไปในใยยางจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ โฟมวัสดุประกอบที่สังเคราะห์ขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้แทนวัสดุดูดซับเสียงในเชิงพาณิชย์ได้ ควรเป็นวัสดุประกอบของเศษผงหนังคละขนาดที่มีอัตราส่วนการผสมของน้ำยางข้นต่อเศษผงผนังเท่ากับ 1:1:6 และความหนามากกว่า 2 เซนติเมตร

Pansak Kerdtongmee และ คณะ (2016) [24] นำเสนอโครงการวิจัย “แผ่นดูดซับเสียงจากยางพาราเสริมเส้นใยมะพร้าว” โดยการประยุกต์ใช้ยางพาราภายในประเทศเพื่อใช้ผลิตเป็นแผ่นดูดซับเสียงภายในอาคารในเชิงอุตสาหกรรม ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ในการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากยางพาราเสริมเส้นใยมะพร้าวที่สามารถติดตั้งในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องมีความหนา 15 มิลลิเมตร โดยในการผลิตแผ่นดูดซับเสียง 1 ตาราเมตรจะใช้เส้นใยมะพร้าวและน้ำยางพาราประมาณอย่างละ 1.20 กิโลกรัม เมื่ออบแห้งแล้วจะมีน้ำหนักประมาณ 1.80 กิโลกรัม ในขณะที่ไม้อัดหนา 8 มิลลิเมตร กระเบื้องแผ่นเรียบหนา 6 มิลลิเมตร ยิปซัมหนา 10 มิลลิเมตร และแผ่นดูดซับเสียงชานอ้อยหนา 6 มิลลิเมตร จะมีน้ำหนัก 4.17, 10.69, 5.56 และ 2.78 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ในการทดสอบคุณสมบัติการลดระดับเสียงพบว่าวัสดุที่ป้องกันการส่งผ่านของเสียงได้ดีที่สุดคือ กระเบื้องแผ่นเรียบ รองลงไปได้แก่ ไม้อัด ยิปซัม แผ่นดูดซับเสียงชานอ้อนและยางพาราเสริมใยมะพร้าว ตามลำดับ ในขณะที่วัสดุดูดซับเสียงได้ดีที่สุดคือ ยางพาราเสริมใยมะพร้าว รองลงมา ได้แก่ แผ่นดูดซับเสียงชานอ้อย ไม้อัด ยิปซัม กระเบื้องแผ่นเรียบ ตามลำดับ

Mamatha BS Anand N และ Sujatha D (2014). [25] ได้ศึกษาเรื่องการใช้ใยปาล์มสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นอัดซีเมนต์ กำหนด อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 : ทรายละเอียด : เส้นใยปาล์มน้ำมัน : น้ำประปา : สารเร่งการก่อตัว เท่ากับ 1:1.95:0.05:0.40:0.03, 1:1.94:0.06:0.40:0.03, 1:1.93:0.07:0.40:0.03 และ 1:1.91:0.09:0.40:0.03 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปแผ่นใยอัดซีเมนต์ขนาด 30x30x1.5 เซนติเมตร ทำการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 878-2537 ผลการทดสอบพบว่าแผ่นใยอัดซีเมนต์ที่มีเส้นใยปาล์มน้ำมันในปริมาณมาก ส่งผลให้ค่า ความหนาแน่น สภาพการนำความร้อน ความต้านแรงดัด มอดูลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากมีค่าลดลง โดยที่ค่าปริมาณความชื้นและการพองตัวเมื่อแช่น้ำมีค่ามากขึ้น จากผลการทดสอบตัวอย่างแผ่นใยอัดซีเมนต์อัตราส่วนที่มีใยปาล์มน้ำมันน้อยกว่าอัตราส่วน 0.06 มีสมบัติผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด

Davis JM. (1986) [26] ได้ศึกษาคนคว้าการดูดซับเสียงของแผงปาล์มน้ำมันโดยใช้หลอดอิมพีแดนซ์หนึ่งไมโครโฟน ตัวอย่างปาล์มได้ใช้ส่วนกลางของลำต้นปาล์มน้ำมัน ที่มีทิศทางการตัดขนานและตั้งฉาก นำประเมินการดูดซับเสียงสำหรับไม้อัดปาล์มน้ำมันที่มีการเจาะรูที่มีความพรุนกับความลึกแตกต่างกัน ซึ่งการวัดการดูดซับเสียงภายในความถี่ช่วง 300-2000 เฮิรตซ์ บ่งชี้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของแผงปาล์มน้ำมันถูกตัดแบบครอสนั้นสูงกว่าแบบขนาน จากตัวอย่าง ความลึกที่แตกต่างกันของรูมีส่วนในการดูดซับเสียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่ได้ทำการแก้ไขชิ้นงาน

สมศักดิ์วงษ์ ประดับไชย และคณะ. [27] ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพของแผ่นอัดในการลดเวลาการสะท้อนกลับของเสียง งานวิจัยนี้จากการพัฒนาแผ่นอัดจากชานอ้อย โดยได้ศึกษาชิ้นทดสอบที่อัตราส่วนของเส้สนใยชานอ้อยต่อวัสดุประสานที่อัตราส่วน 1:2, 1:3 และ 1:4 โดยน้ำหนักการศึกษาทางกายภาพ คือการพองตัวเมื่อแช่น้ำ และการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.876-2547) การทดสอบสมบัติการดูดซึมน้ำโดยการนำชิ้นทดสอบไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่าทุกอัตราส่วนผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกินร้อยละ 80 การทดสอบสมบัติการพองตัวเมื่อแช่น้ำของชิ้นงานเป็นเวลา 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) [28] ได้ศึกษาการผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุผสม ยางโฟมธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุผสม (composite) ระหว่างยางโฟมธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ โดยหาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิวเส้นใยธรรมชาติ ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วนระหว่างยางธรรมชาติ และผลของชนิดเส้นใยธรรมชาติที่มีผลต่อสมบัติการดูดซับเสียง โดยทำการเลือกเส้นใยปาล์ม และชานอ้อย ในการศึกษาและทำการทดสอบความสามารถในการดูดซับเสียง สมบัติทางกายภาพและอื่นๆ แผนการดำเนินงานวิจัยถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ หาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับปรุงผิวเส้นใยธรรมชาติด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และศึกษาผลของชนิดเส้นใยธรรมชาติและอัตราส่วนระหว่างยางโฟมธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติที่มีต่อสมบัติดูดซับเสียง โดยกรณีการเติมเส้นใยปาล์มจะมีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงน้อยกว่าการเติมเส้นใยชานอ้อย และสูตรที่เหมาสมในการดูดซับเสียงมากที่สุด คือ วัสดุผสมยางโฟมธรรมชาติที่มีการเติมชานอ้อย 5.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

วิทยานิพนธ์นี้จะนำเสนอเกี่ยวกับอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษาวัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นผสมใยลำต้นปาล์มน้ำมัน โดยใช้น้ำยางเข้มข้นผสมกับใยลำต้นปาล์มซึ่งเลือกส่วนของลำต้นปาล์มที่เป็นส่วนแกนใน ภายใต้กระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการปอก กระบวนการอบแห้ง กระบวนการหล่อ ทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงและสมบัติทางกายภาพ เป็นต้น

3. อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองผลิตแผ่นดูดซับเสียงในกระบวนการแรกนั้น จะนำท่อนไม้จากลำต้นปาล์มน้ำมันที่ได้ไปตัดด้วยเลื่อยยนต์ STIHL รุ่น MS 381 ไปวางไว้บนลูกกลิ้งเครื่องปอกไม้บางจากนั้นทำการปอกให้เป็นแผ่นบางเพื่อนำสู่กระบวนการด้วยเครื่องย่อย รุ่น Velar MA104 และแยกไม้ได้จากการย่อยออกมาซึ่งเราจะใช้ เส้นแกนใน หลังจากนั้นนำใยลำต้นปาล์มน้ำมันไปผ่านกระบวนการอบแห้งด้วยตู้อบ (Hot air oven)ED/FD ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในกระบวนการอบแห้งจะวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยการชั่งน้ำหนักก่อนอบและหลังอบมาคำนวณแล้วให้ได้ความชื้นตามมาตรฐาน นำใยที่ได้ไปเข้าเครื่องตีใย จากนั้น ได้ทำการชั่งน้ำหนักน้ำยางเข้มข้นและการเคมีประกอบต่างๆ แล้วจึงนำน้ำยางเข้มข้นไปตีด้วยเครื่องตีสารยี่ห้อ Electrolux แบบสองหัวปั่นหลังจากนั้นนำสารเคมีที่จัดเตรียมไว้เทใส่แล้วตีสารเข้าด้วยกันเมื่อสารผสมเข้ากันดีแล้วนำใยปาล์มที่ตีแล้วไปใส่ในเครื่องตีสารตีผสมเข้ากันแล้วนำของเหลวที่ได้เทลงในแม่พิมพ์ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วนำไปนึ่งด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาแกะชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาด หลังจากนั้นชิ้นงานไปอบเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงและคุณสมบัติทางกายภาพ

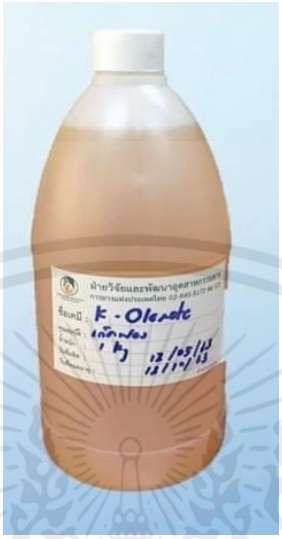
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง

3.1.1 น้ำยางเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ น้ำยางสดที่ผ่านกระบวนการแยกส่วนที่ไม่ใช่ยางและส่วนที่เป็นน้ำยางส่วนออกไป จนมีปริมาณเนื้อยางในน้ำยางเพิ่มขึ้น 60 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 น้ำยางเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์

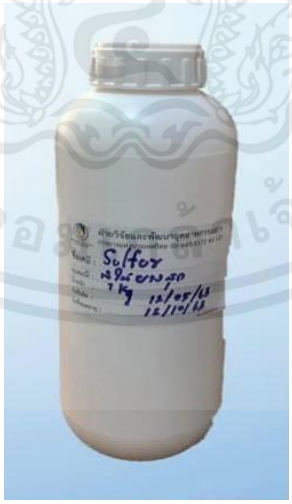
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 สารโปเตสเซียมโอลิเอต10 เปอร์เซ็นต์ (K-Oleate 10%) เป็นสารที่ทำให้ยางพาราเกิดฟอง แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สารโปเตสเซียมโอลิเอ 10 เปอร์เซ็นต์ (K-Oleate 10%)

3.1.3 สารกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์ (Sulfur 50%) เป็นสารที่ทำให้น้ำยางพาราเกิดการคงรูป แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 สารกำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์ (Sulfur 50%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 สารแซดดีอีซี 50 เปอร์เซ็นต์ (ZDEC 50%) เป็นสารเคมีที่เร่งให้น้ำยางสุก แสดงดังรูปที่ 3. 4

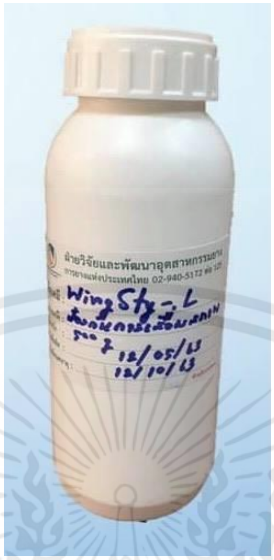
รูปที่ 3.4 สารแซดดีอีซี 50 เปอร์เซ็นต์ (ZDEC 50%)

3.1.5 สารแซดเอ็มบีที 50 เปอร์เซ็นต์ (ZMBT 50%) เป็นสารเคมีที่เร่งให้ยางสุก แสดงดังรูป 3.5

รูปที่ 3.5 สารแซดเอ็มบีที 50 เปอร์เซ็นต์ (ZMBT 50%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 สารวิงสเตร์แอล 50 เปอร์เซ็นต์ (Wing Stay-L 50%) เป็นสารเคมีที่ช่วยในการเสริมสภาพของน้ำยาง แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 สารวิงสเตร์แอล 50 เปอร์เซ็นต์ (Wing Stay-L 50%)

3.1.7 สารไดฟินิลกัวดินีน 33 เปอร์เซ็นต์ (DPG 33%) เป็นสารเคมีที่ช่วยให้ยางสุก แสดงดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 สารไดฟินิลกัวดินีน 33 เปอร์เซ็นต์ (DPG 33%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 สารซิงค์ออกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์ (ZnO 50%) เป็นสารเคมีที่กระตุ้นตัวเร่ง แสดงดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 สารซิงค์ออกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์ (ZnO 50%)

3.1.9 สารโซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ 12.5 เปอร์เซ็นต์ (SSF 12.5%) เป็นสารเคมีที่ช่วยฟองจับตัว แสดงดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 สารโซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ 12.5 เปอร์เซ็นต์ (SSF 12.5%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 เครื่องผสมสาร ยี่ห้อ ELECTROLUX รุ่น EHSM3418 เพื่อใช้ในการผสมน้ำยางสารต่างๆ กับใยปาล์มเข้าด้วยกัน แสดงดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 เครื่องผสมสาร ยี่ห้อ ELECTROLUX รุ่น EHSM3418

3.1.11 เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ ADAM รุ่น Nimbus เพื่อใช้บอกปริมาณน้ำหนักของใยและปริมาณสารเคมีต่างๆ แสดงดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ ADAM รุ่น Nimbus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.12 เครื่องเลื่อยไม้ ยี่ห้อ STIHL รุ่น MS38**1** เครื่องยนต์ 2 จังหวะ 5.3 แรงม้า แสดงดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 เครื่องเลื่อยไม้ ยี่ห้อ STIHL รุ่น MS381

3.1.13 ลำต้นปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร่า ที่มีอายุ 25 ปี และมีความยาว 60-70 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 ลำต้นปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.14 เครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน เป็นเครื่องปอกเปลือกแบบโรตารี่ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในกระบวนการปอกลำต้นปาล์มน้ำมัน แสดงดังรูป 3.14

รูปที่ 3.14 เครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน

3.1.15 เครื่องย่อย ยี่ห้อ Velar รุ่น MA104 เป็นเครื่องย่อยแผ่นไม้บางจากลำต้นปาล์มที่ได้จากการปอก แสดงดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 เครื่องย่อย ยี่ห้อ Velar รุ่น MA104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.16 เครื่องตีใย รุ่น 9FQ20 มอเตอร์ 3 แรงม้า ใช้สำหรับการตีใยลำต้นปาล์มน้ำมันให้มีขนาดที่เหมาะสม มีความเร็วรอบที่ 2800 รอบต่อนาที แสดงดังรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.16 เครื่องตีใย รุ่น 9FQ20

3.1.17 เครื่องคัดแยกขนาด ยี่ห้อ Retsch รุ่น 200 basic เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับแยกขนาดของเส้นใยปาล์ม แสดงดังรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 เครื่องคัดแยกขนาด ยี่ห้อ Retsch รุ่น 200 basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.18 หม้อนึ่งไฟฟ้า ยี่ห้อ Imarflex รุ่น MP-16Q ใช้สำหรับนึ่งชิ้นงานที่ทำเสร็จแล้ว แสดงดังรูปที่ 3.1.18

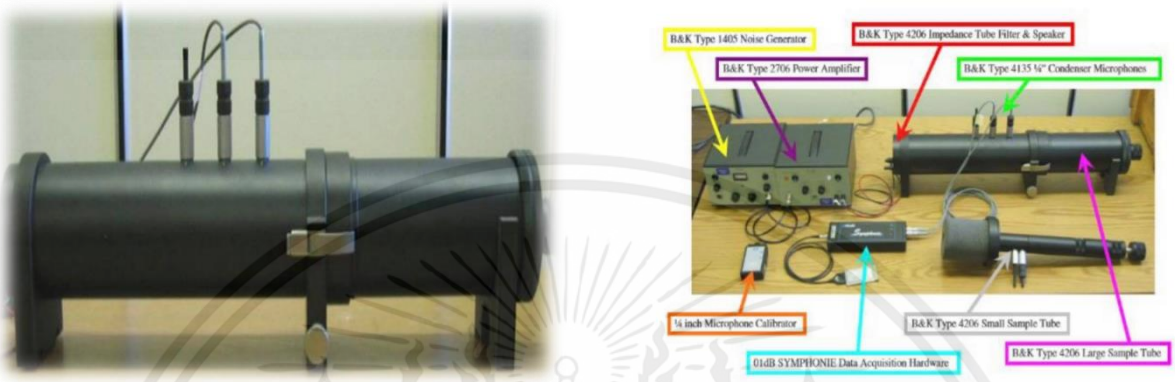
รูปที่ 3.18 หม้อนึ่งไฟฟ้า ยี่ห้อ Imarflex รุ่น MP-16Q

3.1.19 ตู้อบ (Hot air oven) ED/FD ยี่ห้อ Binder รุ่น FD115 เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับในการอบแห้งเพื่อไล่ความชื้นในตัวชิ้นงานที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แสดงดังรูปที่ 3.19

รูปที่ 3.19 ตู้อบ (Hot air oven) ED/FD ยี่ห้อ Binder รุ่น FD115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.20 เครื่องวัดการดูดซับเสียง (Acoustic property Measurement using the B&K Type 4206 Impedance Tube) เครื่องทดสอบนี้ใช้มาตรฐาน ASTM E 1050 90 เป็นเครื่องทดสอบทางเสียงเพื่อวิเคราะห์หาค่า SAC และ NRC แสดงดังรูปที่ 3.20



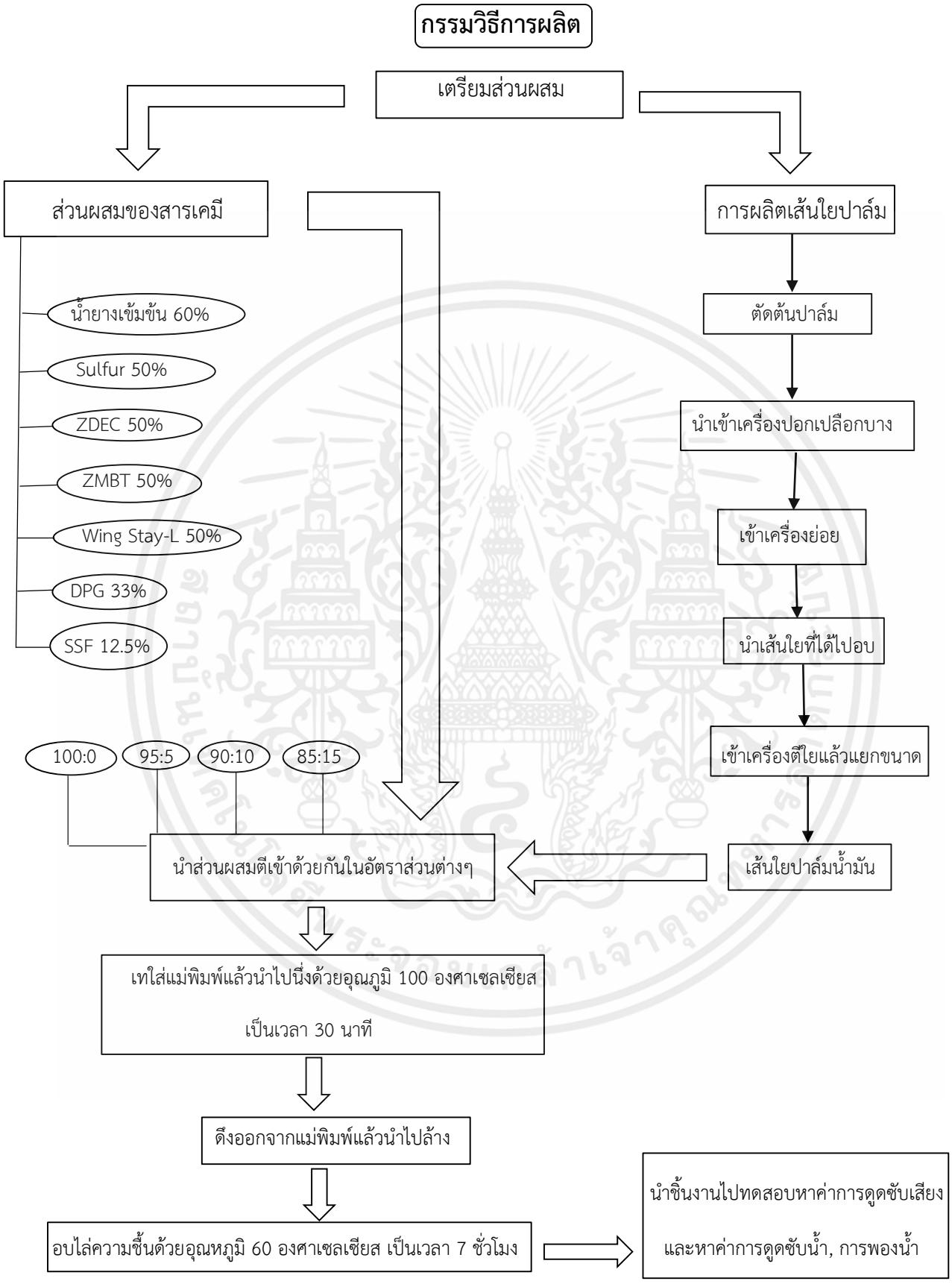
รูปที่ 3.20 เครื่องวัดการดูดซับเสียง (Acoustic property Measurement using the B&K Type 4206 Impedance Tube)

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนของสารเคมีที่ใช้ผสมกับยางพาราเข้มข้น

ชื่อสาร	ปริมาณสาร(กรัม)	ระยะเวลาในการผสมสาร (นาที)
น้ำยางเข้มข้น 60%	167	10
K-Oleate 10%	10	2
Sulfur 50%	5	1
ZDEC 50%	2	1
ZMBT 50%	2	1
Wing Stay-L 50%	2	1
DPG 33%	4	1
ZnO 50%	5	1
SSF 12.5%	2	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ขั้นตอนของกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน

1) ทำการตัดต้นปาล์มน้ำมันอายุ 25 ปีด้วย เครื่องเลื่อยไม้ ยี่ห้อ STIHL รุ่น MS 381 เครื่องยนต์ 2 จังหวะ 5.3 แรงม้า ขนาด 80-100 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.13

2) นำลำต้นปาล์มที่ตัดแล้วไปเข้าเครื่องปอกไม้บาง ดังรูปที่ 3.14

4) หลังจากนั้นปอกไม้บางเสร็จให้นำเนื้อไม้ที่ได้เข้าสู่เครื่องย่อย ยี่ห้อ Velar รุ่น MA104 ก็จะได้ใยปาล์มออกมา แสดงดังรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.21 เส้นใยของลำต้นปาล์มน้ำมัน

5) นำเส้นใยที่ได้มาหาค่าความชื้นโดยการชั่งน้ำหนักก่อนอบและหลังอบ แสดงดังรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.22 การชั่งน้ำหนักใยปาล์มก่อนอบและหลังอบ

6) นำเส้นใยที่ได้เข้าเครื่องตีใย รุ่น 9FQ20 ดังรูปที่ 3.16 เพื่อตีใยให้ได้ขาดที่เหมาะสม

7) นำเส้นใยที่ได้ไปเข้าเครื่องคัดแยกขนาด ยี่ห้อ Retsch รุ่น 200 basic คัดเอาเส้นใยขนาด 0.5-2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.23 ใยที่ทำการแยกขนาดแล้ว

8) นำเส้นใยที่คัดแยกแล้วมาชั่งน้ำหนัก 8.789 กรัม, 18.556 กรัม และ 29.470 กรัม เพื่อจัดเตรียมไว้ในการทำวัสดุดูดซับเสียงที่ผสมใย

9) ทำการจัดเตรียมสารเคมีต่างๆ ตามสัดส่วนที่ระบุไว้ในตารางที่ 3.1 แสดงดังรูปที่ 3.24

รูปที่ 3.24 การจัดเตรียมสารเคมีและน้ำยางเข้มข้น

10) ทำการผสมสารเข้าด้วยกันในระยะเวลาที่ระบุไว้และลำดับตามตารางในการเติมสารแต่ละชนิด ในตารางที่ 3.1 แสดงดังรูปที่ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.25 การผสมสารกับน้ำยางเข้าด้วยกัน

11) เทสารเคมีลงในแม่พิมพ์ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร สูง 25.4 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร สูง 25.4 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 3.26 และ 3.27

รูปที่ 3.26 แม่พิมพ์

รูปที่ 3.27 เทน้ำยางที่ผสมสารเคมีลงในแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) ในส่วนของน้ำยางผสมเส้นใยในอัตราส่วน 100:0, 95:5, 90:10 และ 85:15 ทำการใส่เส้นใยปาล์มน้ำมันเข้าไปในขณะที่ปั่นสารเคมีอื่นๆ เข้าด้วยกันแล้ว แสดงดังรูปที่ 3.28

รูปที่ 3.28 การผสมใยปาล์มน้ำมันกับน้ำยางที่ผสมสารเคมี

13) นำในส่วนของสารเคมีที่ผสมกับใยปาล์มแล้วไปเทลงในแม่พิมพ์ แสดงดังรูปที่ 3.27

14) นำแม่พิมพ์ที่ใส่น้ำยางพาราไว้ไปนึ่งไว้ในอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในหม้อนึ่งเป็นเวลา 30 นาที แสดงดังรูปที่ 3.29

รูปที่ 3.29 การนึ่งชิ้นงาน

15) นำชิ้นงานที่ล้างทำความสะอาดเสร็จแล้วนำไปไล่ความชื้นด้วยการอบลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 3.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.30 ล้างชิ้นงานด้วยน้ำสะอาด

16) นำชิ้นงานที่ล้างทำความสะอาดเสร็จแล้วนำไปไล่ความชื้นด้วยการอบลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 3.31

รูปที่ 3.31 การอบชิ้นงาน

17) ได้ชิ้นงานพร้อมที่จะนำไปทดสอบหาค่าการดูดซับเสียง ค่าการดูดซับน้ำและค่าการพองน้ำ

3.2.2 ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง

นำชิ้นงานที่ในส่วนของวัสดุดูดซับเสียงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และ 30 มิลลิเมตร ความสูง 25.4 มิลลิเมตร ชิ้นงานที่จะทำการทดสอบการดูดซับเสียงมีชิ้นงานที่ประกอบไปด้วย ชิ้นงานที่เป็นน้ำยางเข้มข้น จำนวน 1 ชุด ชิ้นงานที่ผสมใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 ชุด ชิ้นงานที่ผสมใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 ชุด และชิ้นงานที่ผสมในปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 ชุด หลังจากนั้นจะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปส่งทดสอบที่เครื่องทดสอบการดูดซับเสียงที่ บริษัท จีโอนอยซ์(ไทยแลนด์) จำกัด แล้วรอผลของการดูดซับเสียงจากชิ้นงานมาเพื่อวิเคราะห์หาค่า NRC

3.2.3 ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

1) ขั้นตอนการทดสอบการพองน้ำ

นำชิ้นงานที่มีขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร ชิ้นงานที่ทดสอบได้แก่ น้ำยางเข้มข้น, ผสมใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์, ผสมใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ และ ผสมใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังรูปที่ 3.33 วัดขนาดก่อนทำการแช่น้ำ หลังจากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมดไปแช่น้ำผ่านไป 2 ชั่วโมงทำการวัดขนาดของชิ้นงานและผ่านไป 24 ชั่วโมงทำการวัดขนาดของชิ้นงานอีกครั้ง นำความหนาที่วัดได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพการพองน้ำของชิ้นงาน

2) ขั้นตอนการทดสอบการดูดซึมน้ำ

นำชิ้นงานที่มีขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร ชิ้นงานที่ทดสอบได้แก่ น้ำยางเข้มข้น, ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์, ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ และ ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังรูปที่ 3.33 ชั่งน้ำหนักก่อนทำการแช่น้ำ หลังจากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมดไปแช่น้ำผ่านไป 2 ชั่วโมงทำการวัดขนาดของชิ้นงานและผ่านไป 24 ชั่วโมงทำการชั่งน้ำหนักของชิ้นงานอีกครั้ง นำน้ำหนักที่ชั่งได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพการดูดซึมน้ำของชิ้นงาน

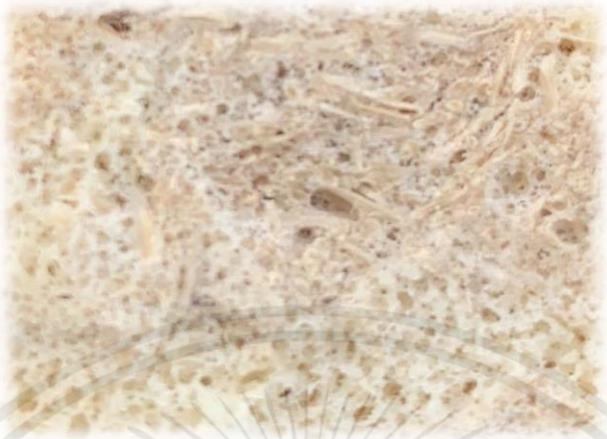
รูปที่ 3.32 ชิ้นงานที่ใช้ทดสอบสมบัติทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.33 ชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น

รูปที่ 3.34 ชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 ชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 3.36 ชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3.2 ค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน

ลำดับ	ตัวอย่างชิ้นงาน	ค่าความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
1	น้ำยางเข้มข้น	254.92
2	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์	317.6
3	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์	422.38
4	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์	538.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและการวิจารณ์ผล

วิทยานิพนธ์นี้จะนำเสนอผลของการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากระบวนการการผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นผสมใยลำต้นปาล์มน้ำมันที่ได้ทำการทดลองการหล่อลงแม่พิมพ์เพื่อขึ้นรูปด้วยกระบวนการนึ่งชิ้นงานให้สุกด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และเสริมใยปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นงาน ส่งผลให้ชิ้นงานมีความหนาประมาณ 25.4 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของแม่พิมพ์และความหนาแน่นที่ได้ทำการใส่วัตถุดิบเข้าไป ซึ่งการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการต่างๆ ทำให้น้ำยางมีความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ และในส่วนของใยลำต้นปาล์มน้ำมันซึ่งจะใช้ประโยชน์ในส่วนของแกนกลางจากลำต้นปาล์มน้ำมัน เพื่อนำไปทดสอบหาค่าการดูดซับเสียง และสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการดูดซึมน้ำและค่าการพองน้ำของวัสดุ เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลตามมาตรฐานของการดูดซับเสียง

4.1 ผลการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

จากการทดสอบชิ้นงานเพื่อหาค่า NRC ผ่านเครื่องวัดคุณสมบัติการดูดซับเสียงที่ใช้มาตรฐาน ASTM C384-04 จะได้ค่าตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ในช่วงความถี่ที่แตกต่างกันของชิ้นงานทดสอบ

ตัวอย่าง	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (เปอร์เซ็นต์) & สัมประสิทธิ์การลดเสียง (NRC)						
	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	AVERAGE	NRC
1	0.298	0.483	0.434	0.607	0.535	0.4714	0.45
2	0.348	0.558	0.541	0.438	0.361	0.4492	0.45
3	0.258	0.266	0.353	0.514	0.493	0.3768	0.35
4	0.222	0.238	0.226	0.440	0.393	0.3038	0.30

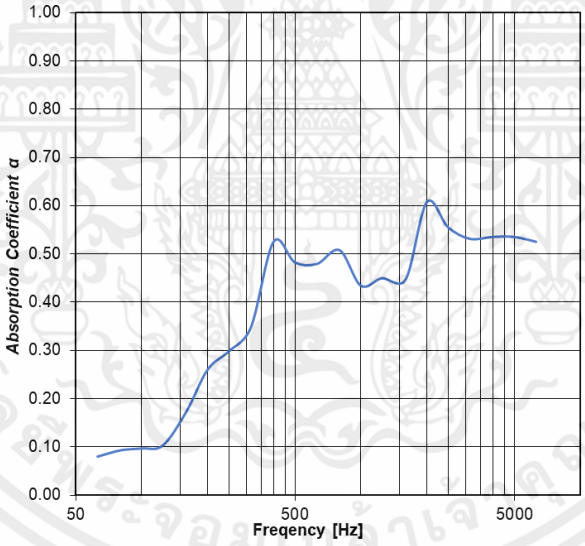
หมายเหตุ 1. วัสดุดูดซับเสียงน้ำยางเข้มข้น
2. วัสดุดูดซับเสียงทผสมใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์
3. วัสดุดูดซับเสียงที่ผสมใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์
4. วัสดุดูดซับเสียงที่ผสมใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ ชิ้นงานได้ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละตัวอย่างของชิ้นงานโดยชิ้นงานทดสอบทั้งหมดมี 6 ชุด

จากตารางที่ 4.1 ตารางค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงแสดงให้เห็นว่า ในช่วงความถี่ที่ 250 500 1000 2000 และ 4000 เฮิรตซ์ ซึ่งจากตารางแสดงค่า NRC ของวัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางเข้มข้น, ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ และผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

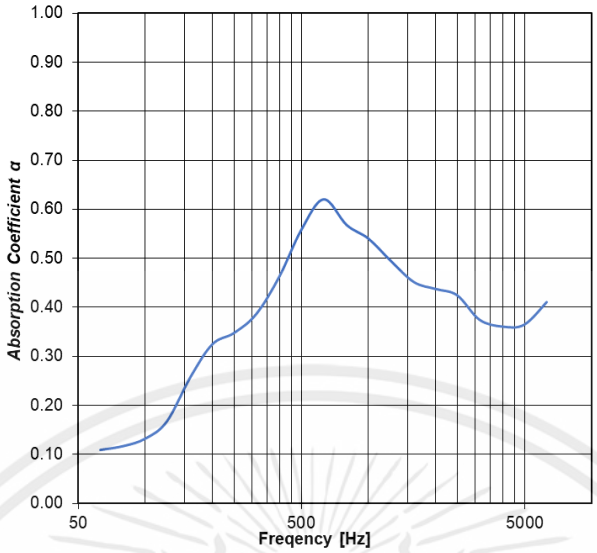
ตามลำดับ ส่วนชิ้นงานที่มีค่า NRC มากที่สุดคือ แผ่นดูดซับเสียงน้ำยางเข้มข้นและแผ่นดูดซับเสียงที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า NRC คือ 0.45 ซึ่งผลที่ได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงระดับสูง เนื่องจากในสัดส่วนของวัสดุดูดซับเสียงที่ไม่มีเส้นใยปาล์มน้ำมันผสมอยู่มีการดูดซับเสียงได้ดี อาจเป็นเพราะรูพรุนในวัสดุดูดซับเสียงของชิ้นงานที่ไม่ผสมใยมีรูปพรุนในชิ้นงานที่มากกว่าชิ้นงานที่ผสมใย ส่วนชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า NRC อยู่ที่ 0.4492 เปรียบเทียบจากค่ามาตรฐานชิ้นงานชิ้นนี้มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงในระดับสูง ชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่า NRC คือ 0.3768 และในส่วนของวัสดุดูดซับเสียงที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่า NRC คือ 0.3038 ถือเป็นวัสดุดูดซับเสียงที่มีค่า NRC ที่น้อยที่สุด วัสดุดูดซับเสียงที่มีส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์และ15 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบจากค่ามาตรฐานการดูดซับเสียงจะอยู่ในระดับปานกลาง ในช่วงความถี่ที่ 2000 เฮิรตซ์ จะเห็นได้ว่าค่าการดูดซับเสียงของชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น และผสมใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าการดูดซับเสียงเท่ากับ 0.607, 0.438, 0.514 และ 0.440 ตามลำดับ ดังนั้นชิ้นงานที่ไม่ผสมใยปาล์มน้ำมัน มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงได้ดีกว่าชิ้นงานที่ผสมใยปาล์มน้ำมัน จึงเหมาะที่จะทำเป็นวัสดุดูดซับเสียงต่อไป เช่น ผนังดูดซับเสียง



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุน้ำยางเข้มข้น

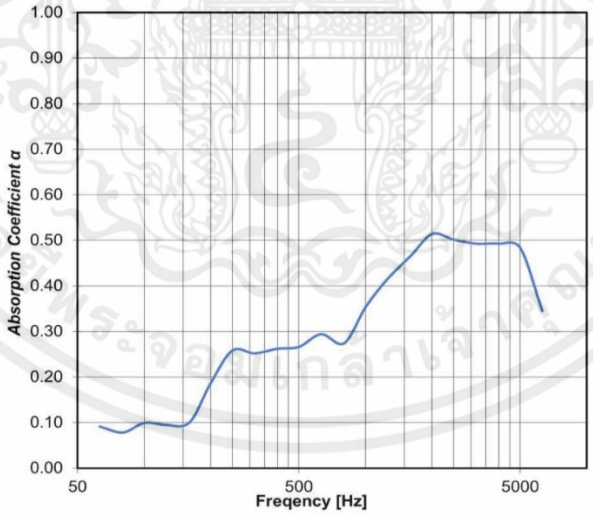
หมายเหตุ ชิ้นงานได้ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ โดยชิ้นงานมี 2 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 100และ30 มิลลิเมตร โดยรวมทั้งหมดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ 6 ชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุที่ผสมเส้นใยปาล์ม 5 เปอร์เซ็นต์

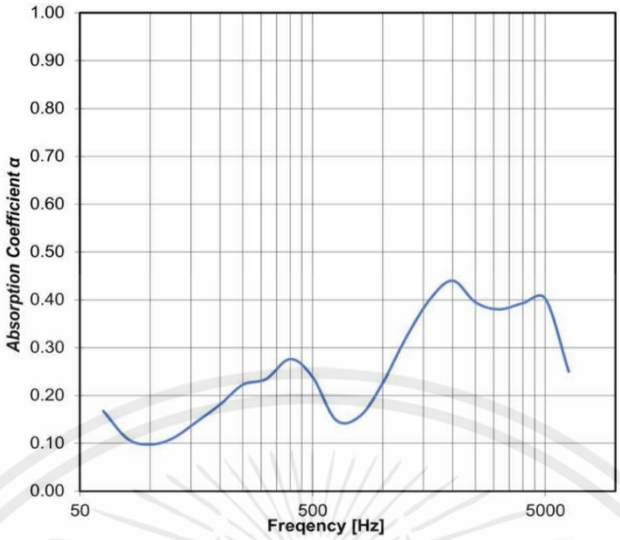
หมายเหตุ ชิ้นงานได้ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ โดยชิ้นงานมี 2 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 100และ30 มิลลิเมตร โดยรวมทั้งหมดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ 6 ชิ้นงานที่ผสมเส้นใย 5 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุที่ผสมเส้นใยปาล์ม 10 เปอร์เซ็นต์

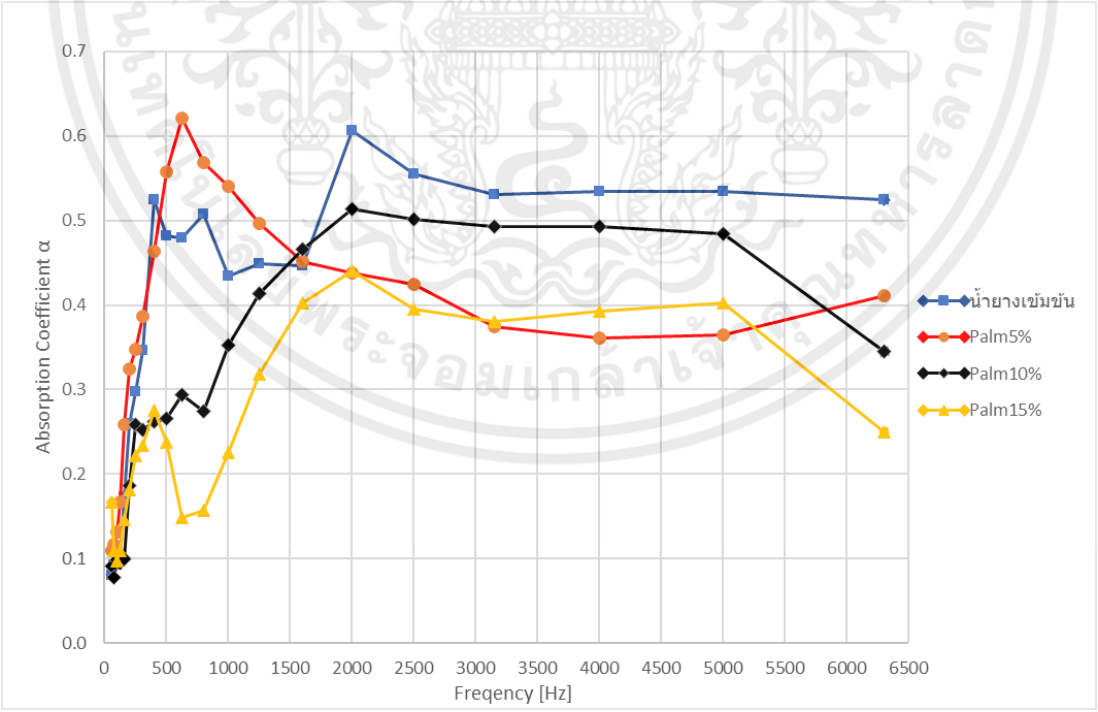
หมายเหตุ ชิ้นงานได้ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ โดยชิ้นงานมี 2 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 และ 30 มิลลิเมตร โดยรวมทั้งหมดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ 6 ชิ้นงานที่ผสมเส้นใย 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุที่ผสมใยปาล์ม 15 เปอร์เซ็นต์

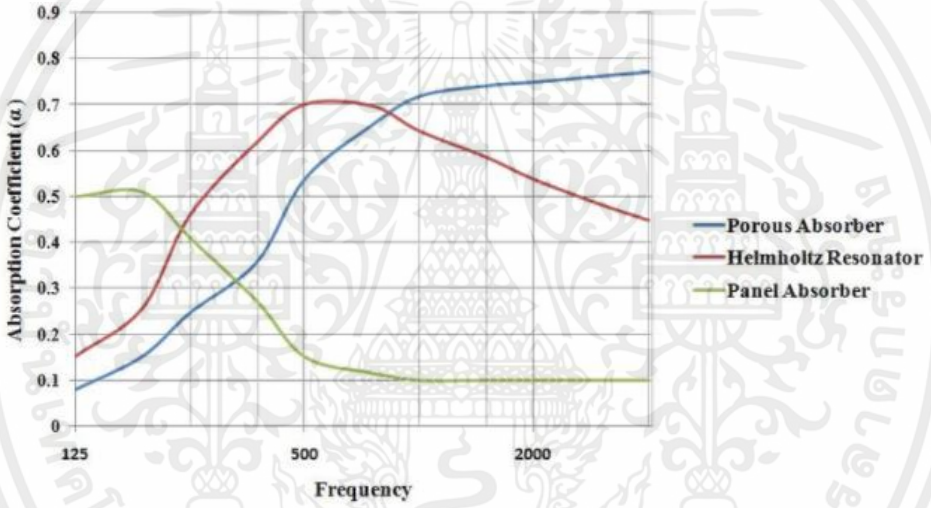
หมายเหตุ ชิ้นงานได้ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ โดยชิ้นงานมี 2 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 และ 30 มิลลิเมตร โดยรวมทั้งหมดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ 6 ชิ้นงานที่ผสมเส้นใย 15 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงกับความถี่ของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 จากกราฟผลการทดสอบการดูดซับเสียงที่มีขนาดเท่ากัน ส่วนผสมของใยแตกต่างกัน ค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยจากกราฟวัสดุดูดซับเสียงน้ำยาง เข้มข้น มีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงดีมากที่สุด และรองลงมาคือวัสดุดูดซับเสียงที่ผสมใยปาล์ม 5 เปอร์เซ็นต์ 10 เปอร์เซ็นต์ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย NRC เส้นกราฟน้ำยางเข้มข้นดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่ 400 เฮิรตซ์ เป็นต้นไป ในส่วนผสมใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ ดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่ 400-2500 เฮิรตซ์ หลังจากนั้นจะลดลง ส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ ดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่ 1250–5000 เฮิรตซ์ ส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ ดูดซับเสียงได้ดีที่ความถี่ 1600-5000 เฮิรตซ์ ส่วนชิ้นงานวัสดุดูดซับเสียงน้ำยางเข้มข้น ที่ดูดซับเสียงได้ดีกว่า เพราะมีรูพรุนเยอะกว่าวัสดุดูดซับเสียงที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์, 10 เปอร์เซ็นต์, 15 เปอร์เซ็นต์ เพราะถ้ายิ่งส่วนผสมใยปาล์มน้ำมันเยอะชิ้นงานจะแน่นขึ้นและรูพรุนจะยิ่งน้อยทำให้ดูดซับเสียงได้น้อยลง



รูปที่ 4.6 การแปรผันโดยทั่วไปของค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสำหรับตัวดูดซับที่แตกต่างกัน

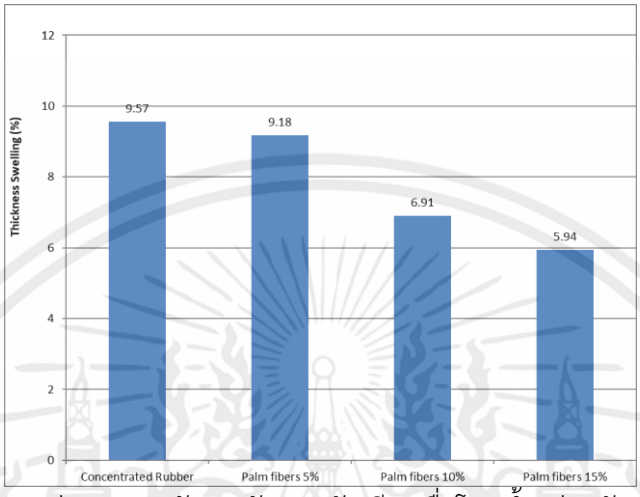
จากรูปที่ 4.6 จากกราฟนำมาเปรียบเทียบกับน้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันที่ 5 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าเส้นใยปาล์มน้ำมัน จะสามารถดูดซับเสียงได้ดีในช่วงความถี่ 500 เฮิรตซ์ เนื่องจากเป็นช่วงที่รูพรุนสามารถดูดซับเสียงได้มากที่สุดเรียกช่วงนั้นว่า Helmholtz Resonator

4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

จากการทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุดูดซับเสียง เพื่อหาค่าการดูดซับน้ำและการพองตัวของวัสดุดูดซับเสียง การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำและการพองน้ำ สามารถทำได้โดยการ ตัดชิ้นงานให้มีขนาด 4x2x1 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้นชั่งมวลของชิ้นทดสอบก่อนการแช่น้ำ หลังจากนั้นแช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยตั้งชิ้นงานทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ให้ขอบบนอยู่ใต้ผิวน้ำ ประมาณ 2 มิลลิเมตร แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เมื่อแช่น้ำ

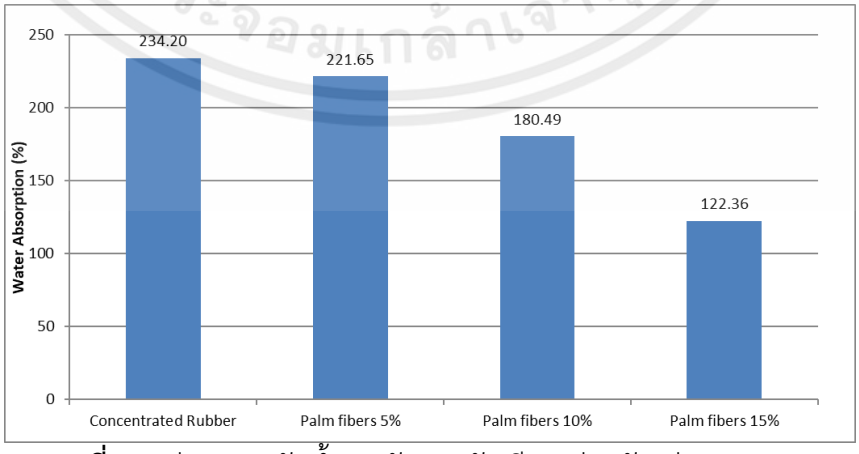
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนครบ 2 ชั่วโมงแล้วรีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดๆ แล้วปล่อยไว้ในอุณหภูมิห้อง โดยวางไว้ให้ขาบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึ่งน้ำ เช่น พลาสติก กระจก แล้วจึงปล่อยให้ชิ้นทดสอบไว้จนครบ 24 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบขึ้นมาชั่งมวลและวัดขนาดของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำเสร็จ โดยสามารถหาค่าการดูดซึมน้ำและการพองน้ำได้จากสมการที่ 2.3 และ 2.4 แสดงดังรูปที่ 4.6 และ 4.7



รูปที่ 4.7 ค่าการพองตัวของวัสดุดูดซับเสียงเมื่อโดนน้ำแต่ละตัวอย่าง

จากรูปที่ 4.7 จากกราฟผลการทดลองการพองน้ำของวัสดุดูดซับเสียงที่มีขนาดเท่ากัน แต่ส่วนผสมของเส้นใยต่างกัน จะมีค่าการดูดซับน้ำที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งชิ้นงานที่มีการพองน้ำน้อยที่สุดคือวัสดุดูดซับเสียงที่ผสมเส้นใยปาล์ม 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 5.93 เปอร์เซ็นต์ และชิ้นงานที่มีค่าการพองตัวมากที่สุดคือวัสดุดูดซับเสียงน้ำยางเข้มข้น มีค่าเท่ากับ 9.566 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นงานวัสดุดูดซับเสียงน้ำยางเข้มข้น ที่พองตัวได้ดีเนื่องจากมีรูพรุนเยอะทำให้น้ำสามารถเข้าไปและทำให้เกิดการพองตัวได้ดี ต่างกับที่ผสมเส้นใยปาล์มยิ่งผสมเส้นใยเยอะรูพรุนยิ่งน้อยทำให้น้ำเข้าไปได้ยากทำให้เกิดการพองตัวได้น้อยลง ซึ่งน้ำยางเข้มข้นโอกาสเกิดการเสื่อมสภาพง่ายที่สุดและส่วนผสมใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ โอกาสเกิดการเสื่อมสภาพได้น้อยสุด



รูปที่ 4.8 ค่าการดูดซับน้ำของวัสดุดูดซับเสียงแต่ละตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.8 จากกราฟผลการดูดซึมน้ำของวัสดุดูดซับเสียงที่มีขนาดเท่ากัน แต่ส่วนผสมของเส้นใยต่างกัน จะมีค่าการดูดซับน้ำที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งชิ้นงานที่มีการพองน้ำน้อยที่สุดคือวัสดุดูดซับเสียงที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 122.36 และชิ้นงานที่มีค่าการพองตัวมากที่สุดคือวัสดุดูดซับเสียงที่ไม่มีการผสมเส้นใยปาล์ม มีค่าเท่ากับ 234.20 ชิ้นงานวัสดุดูดซับเสียงน้ำยางเข้มข้น ที่ดูดซึมน้ำได้ดี เนื่องจากมีรูพรุนเยอะทำให้น้ำสามารถเข้าไปและทำให้เกิดการดูดซับน้ำได้ดี ต่างกับที่ผสมเส้นใยปาล์มยิ่งผสมเส้นใยเยอะรูพรุนยิ่งน้อย ทำให้น้ำเข้าไปได้ยากทำให้เกิดการดูดซึมน้ำลดลง ซึ่งน้ำยางเข้มข้นมีโอกาสเกิดเชื้อราและมีการเสื่อมสภาพมากที่สุด ส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ มีโอกาสเกิดเชื้อรา เกิดการเสื่อมสภาพน้อยที่สุด

4.3 การคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 4.2 ราคาสารเคมี

ลำดับที่	ชื่อสาร	จำนวน(กิโลกรัม)	ราคาต่อหน่วย(บาท)
1	น้ำยางเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์	1	70
2	โปรเตสเซี่ยมโอลิเอต 10 เปอร์เซ็นต์	1	50
3	ซิงค์ออกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์	1	135
4	แซดดีอีซี 50 เปอร์เซ็นต์	1	200
5	วิงสเตย์แอล 50 เปอร์เซ็นต์	1	320
6	แซดเอ็มบีที 50 เปอร์เซ็นต์	1	200
7	โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ 12.5 เปอร์เซ็นต์	1	70
8	ไดฟินิลกัวดินีน 33 เปอร์เซ็นต์	1	200
9	กำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์	1	120

ตารางที่ 4.3 การคำนวณราคาสารเคมีที่ใช้ต่อชิ้นงานหนึ่งชุด

ลำดับที่	ชื่อสาร	จำนวน(กรัม)	ราคาต่อหน่วย(บาท)
1	น้ำยางเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์	167	11.69
2	โปรเตสเซี่ยมโอลิเอต 10 เปอร์เซ็นต์	10	0.5
3	ซิงค์ออกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์	5	0.675
4	แซดดีอีซี 50 เปอร์เซ็นต์	2	0.4
5	วิงสเตย์แอล 50 เปอร์เซ็นต์	2	0.64
6	แซดเอ็มบีที 50 เปอร์เซ็นต์	2	0.4
7	โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ 12.5 เปอร์เซ็นต์	2	0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ชื่อสาร	จำนวน(กรัม)	ราคาต่อหน่วย(บาท)
8	ไดฟินิลกัวดินีน 33 เปอร์เซ็นต์	4	0.8
9	กำมะถัน 50 เปอร์เซ็นต์	5	0.6
	รวม	199	16

ตารางที่ 4.4 ราคาเส้นใยปาล์ม

ลำดับ	เส้นใยปาล์ม	น้ำหนัก(กรัม)	ราคาต่อหน่วย(บาท)
1	เส้นใยปาล์ม 5 เปอร์เซ็นต์	8.78	0.0026
2	เส้นใยปาล์ม 10 เปอร์เซ็นต์	18.55	0.0057
3	เส้นใยปาล์ม 15 เปอร์เซ็นต์	29.47	0.0088

หมายเหตุ ราคาเส้นใยปาล์มน้ำมัน มีการขาย 300 บาทต่อตัน

ตารางที่ 4.5 ราคาวัสดุดูดซับเสียง

ลำดับ	ตัวอย่างชิ้นงาน	ราคาต่อหน่วย(บาท)
1	น้ำยางเข้มข้น	8
2	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์	7.2966
3	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์	6.5142
4	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์	5.6393

ตารางที่ 4.6 ราคาต่อตารางเมตร

ลำดับ	ตัวอย่างชิ้นงาน	ราคา (บาทต่อตารางเมตร)
1	น้ำยางเข้มข้น	265.25
2	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์	241.92
3	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์	215.98
4	ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์	186.97

จากตาราง 4.6 ผลการคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่ายิ่งเราใช้ใยปาล์มน้ำมันเยอะจะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิต และวัสดุมีความแข็งแรงขึ้น ดังนั้นชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงสูงและต้นทุนในการผลิตต่ำคือชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษากระบวนการผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากน้ำยางธรรมชาติเข้มข้นผสมเส้นใยลำต้นปาล์มน้ำมัน โดยทำการทดลองแล้วเห็นว่าสัดส่วนการผสมน้ำยางเข้มข้นกับเส้นใยลำต้นปาล์มน้ำมันมีผลต่อการทำวัสดุดูดซับเสียง ชิ้นงานที่เหมาะสมสำหรับการทำวัสดุดูดซับเสียง คือน้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากชิ้นงานที่น้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ มีความนิ่มของชิ้นงานมาก และมีอากาศในชิ้นงานเยอะ ทำให้เกิดรูพรุนเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 3.34 โดยชิ้นงานนี้จะมีค่าการดูดซับเสียงได้ดีอยู่ที่ความถี่ 500 เฮิรตซ์ ดังรูป 4.5 เนื่องจากเป็นช่วงที่รูพรุนสามารถดูดซับเสียงได้มากที่สุด เรียกช่วงนั้นว่า Helmholtz Resonator และมีค่าเฉลี่ยการดูดซับเสียง NRC เท่ากับ 0.45 ซึ่งมีค่าเท่ากับน้ำยางเข้มข้น เมื่อนำค่าเฉลี่ย NRC ที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียงบ่งบอกได้ว่ามีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงปานกลาง และชิ้นงานนี้มีค่าคุณสมบัติทางกายภาพซึ่งน้อยกว่าน้ำยางเข้มข้น ได้แก่ ค่าพองตัวของน้ำจะอยู่ที่ 9.17 เปอร์เซ็นต์ และค่าการดูดซับน้ำของวัสดุจะอยู่ที่ 221.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชิ้นงานที่มีค่าคุณสมบัติทางกายภาพยิ่งน้อยยิ่งเป็นผลดีต่อชิ้นงานเนื่องจากทำให้ชิ้นงานไม่เกิดเชื้อราและไม่ทำให้ชิ้นงานไม่เสื่อมสภาพเร็ว ส่วนต้นทุนในการผลิตเมื่อนำมาคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ จะเห็นได้ว่ายิ่งน้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันมากเท่าไรต้นทุนในการผลิตจะยิ่งต่ำแต่ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงจะน้อย ส่วนน้ำยางเข้มข้นที่ไม่ผสมใยปาล์มน้ำมันเลยจะมีต้นทุนในการผลิตที่สูงแต่ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงจะดี โดยที่ชิ้นงานที่น้ำยางเข้มข้นผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนในการผลิตต่ำ ดังตาราง 4.6 และมีประสิทธิภาพในการดูดซับสับเสียงที่ดี ดังนั้นจึงเหมาะแก่การนำมาทำเป็นวัสดุดูดซับเสียง

5.2 ข้อควรระวังและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการผสมสารเคมีเข้าด้วยกันควรที่จะผสมตามลำดับขั้นตอนและตามเวลาที่กำหนดมิฉะนั้นอาจเกิดการแข็งตัวของชิ้นงานก่อนเทใส่ในแม่พิมพ์ได้

5.2.2 เมื่อคนสารเข้าด้วยกันทุกอย่างแล้วขั้นตอนการผสมในเข้ากับสารควรคำนวณปริมาณสารกับเส้นใยให้พอดีกันเพราะมิฉะนั้นจะทำให้ชิ้นงานไม่เกาะยึดขึ้นรูปตามแม่พิมพ์

5.2.3 แม่พิมพ์ที่เลือกควรเป็นแม่พิมพ์ที่ทนความร้อนและความชื้นได้สูง

5.2.4 ควรเลือกในส่วนของเส้นใยที่นำมาเป็นส่วนผสมให้เป็นเส้นใยที่บางไม่หนามากมาเป็นส่วนผสมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงที่ดีมากขึ้น

5.2.5 ในการทดลองควรคำนึงถึงวัตถุดิบ ขนาด ความหนา และสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียงที่สูงและมีคุณภาพ

5.2.6 ควรเปลี่ยนจากน้ำยางเข้มข้นเป็นสารตัวอื่นที่มีราคาถูกกว่าเพื่อลดต้นทุนในการผลิตได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] MDR International Co., Ltd. (2549) “ชนิดของยางและการใช้งาน” เข้าถึงเมื่อ เมื่อ 4 มกราคม 2564. เข้าถึงได้จาก https://www.mdr-thai.com

[2] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2556). “แผ่นฉนวนดูดซับเสียงจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน”.เข้าถึง เมื่อ 4 มกราคม 2564. เข้าถึงได้จาก https://www.rmutt.ac.th.

[3] ประชุมคำพุฒและคณะ.(2561).“การผลิตแผ่นใยอัดซีเมนต์จากเส้นใยปาลม์น้ำมัน”.สืบคน้ เมื่อ. 20 มีนาคม 2564 .จาก www.eeat.or.th. หน้า 29-34

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

[5] กัลทิมา เชาว์ชาญชัยกุล และวัลลภ หาญณรงค์ชัย. (2558). “การผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุผสมยางโฟมธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ”. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช- มงคลพระนคร. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2564. จาก repository.rmutp.ac.th

[6] M. Saad and I. Kamal,“ Kenaf Particleboard Core and Sound Absorbing Properties of Palm Oil Fiber” J. Sci Technol., vol. 4 หมายเลข 2, pp. 23–34, 2013

[7] สมศักดิ์วงษ์ ประดับไชย และคณะ. (17-19 ตุลาคม 2550). “Microwave and Hot-Air Drying of Wood Using a Rectangular Waveguide”. สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2564. สืบค้นจาก https://www.me.psu.ac.th/tsme/ME_NETT21/pdf.

[8] สมศักดิ์วงษ์ ประดับไชย และคณะ.(วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2550“Microwave Drying of Wood Using a Continuous Microwave Belt Furnace. สืบค้นจาก http://www.thaiscience.info/Journals/Article.pdf

[9] SiamGlove (2021) “สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตภัณฑ์จากยางพารา” สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 64 . เข้าถึงได้จากhttps://www.siamglove.com

[10] Administrator “การจัดการองค์ความรู้ กยท.”สืบค้นข้อมูลเมื่อ 28 มีนาคม 2564 เข้าถึงได้จาก https://km.raot.co.th

[11] THAI HUA RUBBER PUBLIC COMPANY LIMITED (1999). “น้ำยางข้น” (LATEX) สืบค้นข้อมูลเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2564. เข้าถึงได้จาก http://www.thaihua.com

[12] สุธีรา วิทยากาญจน์. (2562). “การผลิตน้ำมันปาล์มแดงผสมเพื่อสุขภาพและการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาน้ำสลัดและมาการีน”. เข้าถึงได้จาก www.arda.or.th/datas.pdf. เข้าถึง เมื่อ 4 เมษายน 2564

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

[14] NG Thai “เสียงและการได้ยิน”. (18 สิงหาคม 2562). สืบค้นเมื่อ 4 มกราคม 2564. สืบค้นจาก https://ngthai.com/science/24180/soundwave/

[15] วีทิต วรรณเลิศลักษณ์. “ฉนวนกันเสียง”.(14 มิถุนายน 2560). สืบค้นเมื่อ 4 มกราคม 2564.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สืบค้นจาก https://www.scimath.org/lesson-physics/item.

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

[17] “สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคารกรมโยธาธิการและผังเมือง”. พ.ศ. 2551. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2564. จาก http://www.quesco.co.th/certificated/mrt11.pdf

[18] ศิริพร จรรยาและคณะ.(2017). “Wall Materials from Banana Fiber”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานวัตกรรมอาคาร คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2564 สืบค้นจาก http://repository.rmutr.ac.th

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

[20] 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.

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

[22] เกศ ศรี วัฒนพล และคณะ. (2545). “การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากใบตะไคร้และฟางข้าว” สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2564.จาก การผลิตแผ่นชินไม้อัดจากใบตะไคร้และฟางข้าว paj.pit.ac.th. P. 6-7

[23] 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.

[24] Pansak Kerdtongmee และ คณะ . (2016). "Investigating sound absorption of oil palm trunk panels using one-microphone impedance tube” สืบค้นจาก https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/investigating sound absorption of oil palm trunk panels using one microphone impedance tube.

[25] Mamatha BS Anand N และ Sujatha D (2014). “Particle board from bagasse for Acoustic panel”.International Journal of Fundamental & Applied Sciences. : 42-44

[26] Davis JM (1986). “A review of experimental evidence for the carcinogenicity of man-made vitreous fibers”. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, 12: 12-17.

[27] สมศักดิ์วงษ์ ประดับไชย และคณะ. “ขั้นตอนการผลิตหมอนและที่นอนยางพารา” 100% สืบค้นข้อมูลเมื่อ 14 มีนาคม 2564. เข้าถึงได้จาก https://www.thelionkingthailand.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[28] กัลทิมา และคณะ **(2551)**“สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคารกรมโยธาธิการและผังเมือง”. พ.ศ. 2551. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2564. จาก http://www.quesco.co.th/certificated/mrt11.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ชิ้นงานทดสออบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และคุณสมบัติทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 ชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น

รูปที่ ก.2 แผ่นดูดซับเสียงผสมเส้นใย 5 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ ก.3 แผ่นดูดซับเสียงผสมใย 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.4 แผ่นดูดซับเสียงผสมใย 15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง และผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น

ลำดับ	Freq.	Abs
1	63	0.080
2	80	0.093
3	100	0.097
4	125	0.103
5	160	0.173
6	200	0.260
7	250	0.298
8	315	0.347
9	400	0.525
10	500	0.483
11	630	0.479
12	800	0.508
13	1000	0.434
14	1250	0.450
15	1600	0.447
16	2000	0.607
17	2500	0.555
18	3150	0.531
19	4000	0.535
20	5000	0.535
21	6300	0.525
เฉลี่ย	1448.71	0.384

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์

ลำดับ	Freq.	Abs
1	63	0.109
2	80	0.117
3	100	0.132
4	125	0.167
5	160	0.259
6	200	0.325
7	250	0.348
8	315	0.387
9	400	0.464
10	500	0.558
11	630	0.621
12	800	0.569
13	1000	0.541
14	1250	0.497
15	1600	0.452
16	2000	0.438
17	2500	0.425
18	3150	0.375
19	4000	0.361
20	5000	0.365
21	6300	0.411
เฉลี่ย	1448.71	0.377

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์

ลำดับ	Freq.	Abs
1	63	0.091
2	80	0.078
3	100	0.099
4	125	0.095
5	160	0.100
6	200	0.187
7	250	0.258
8	315	0.252
9	400	0.262
10	500	0.266
11	630	0.294
12	800	0.274
13	1000	0.353
14	1250	0.414
15	1600	0.466
16	2000	0.514
17	2500	0.502
18	3150	0.493
19	4000	0.493
20	5000	0.484
21	6300	0.345
เฉลี่ย	1448.71	0.301

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์

ลำดับ	Freq.	Abs
1	63	0.167
2	80	0.109
3	100	0.097
4	125	0.110
5	160	0.146
6	200	0.181
7	250	0.222
8	315	0.234
9	400	0.276
10	500	0.238
11	630	0.148
12	800	0.157
13	1000	0.226
14	1250	0.318
15	1600	0.402
16	2000	0.440
17	2500	0.395
18	3150	0.380
19	4000	0.393
20	5000	0.402
21	6300	0.250
เฉลี่ย	1448.71	0.252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ผลก่อนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

	น้ำหนัก(กรัม)			สูง(เซนติเมตร)		
	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
Coconut fibers 0%	2.52	2.68	2.22	1.02	0.94	1.1
Palm fibers 5%	2.5	2.21	2.32	1.07	1.02	0.86
Palm fibers 10%	2.56	3.15	2.84	1.05	0.98	1.04
Palm fibers 15%	3.21	3.14	3.39	1.05	1.1	0.86

ตารางที่ ข.6 ผลหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

	น้ำหนัก(กรัม)			สูง(เซนติเมตร)		
	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
Rubber	8.2	9.24	7.38	1.045	1.05	1.26
Palm fibers 5%	8.04	7.35	7.21	1.155	1.03	1.02
Palm fibers 10%	7.02	8.64	8.32	1.12	1.08	1.08
Palm fibers 15%	7.19	7.17	7.28	1.15	1.14	0.9

ตารางที่ ข.7 ค่าการดูดซับน้ำและการพองน้ำ

	% water			%การพองน้ำ		
	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3	ชิ้น1	ชิ้น2	ชิ้น3
Rubber	225.3968	244.7761	232.4324	2.45098	11.70213	14.54545
Palm fibers 5%	221.6	232.5792	210.7759	7.943925	0.980392	18.60465
Palm fibers 10%	174.2188	174.2857	192.9577	6.666667	10.20408	3.846154
Palm fibers 15%	123.9875	128.3439	114.7493	9.52381	3.636364	4.651163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 ค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำและการพองน้ำ

	percent water	เปอร์เซ็นต์ การพองน้ำ
Rubber	234.2018	9.566188
Palm fibers 5%	221.6517	9.176323
Palm fibers 10%	180.4874	6.905634
Palm fibers 15%	122.3603	5.937112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1 การคำนวณราคาของชิ้นงาน

น้ำหนักชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น = 99.5 กรัม
ราคาชิ้นงานน้ำยางเข้มข้น ต่อหน่วย = 8 บาท
ราคาเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกรัม = 0.0003 บาท
ราคาเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ ใช้ 8.78 กรัม = 8.78 x 0.0003
= 0.0026 บาท
ราคาเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ ใช้ 18.55 กรัม = 18.55 x 0.0003
= 0.0057 บาท
ราคาเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ ใช้ 29.47 กรัม = 29.47 x 0.0003
= 0.0084 บาท

ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ จะได้ $\left(\frac{90.72}{99.5} \times 8\right)$ + 0.0026 = 7.2966 บาท

ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ จะได้ $\left(\frac{80.95}{99.5} \times 8\right)$ + 0.0057 = 6.5142 บาท

ผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ จะได้ $\left(\frac{70.03}{99.5} \times 8\right)$ + 0.0084 = 5.6393 บาท

ค.2 การคำนวณหาค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อตารางเมตร

จากสูตร พื้นที่ผิวของปริซึม = พื้นที่ผิวข้าง + 2(พื้นที่ฐาน)
พื้นที่ผิวข้าง = ความยาวรอบฐาน × ความสูง
= 0.4 × 0.0254
= 0.01016 ตารางเมตร
2(พื้นที่ฐาน) = 2(0.1×0.1)
= 0.02 ตารางเมตร
พื้นที่ผิวของปริซึม = 0.01016+0.02
= 0.03016 ตารางเมตร

สามารถคิดหาราคาต่อตารางเมตรได้คือ $= \frac{8\ (\text{บาท})}{0.03016(\text{ตารางเมตร})}$

= 265.25 บาทต่อตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายดนุพร ศรีทอง
วัน เดือน ปีเกิด	25 พฤศจิกายน พ.ศ.2541
ภูมิลำเนา	จังหวัดกระบี่
ที่อยู่	10/7 หมู่ 4 ตำบล เพหลา อำเภอ คลองท่อม จังหวัด กระบี่

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนเหนือคลองประชาบำรุง ปีการศึกษา 2559
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา2653 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายปริญญา เพชรนุ้ย
วัน เดือน ปีเกิด	05 มิถุนายน 2541
ภูมิลำเนา	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ที่อยู่	72 หมู่ 15 ตำบล ทุ่งปรัง อำเภอ สิชล จังหวัด นครศรีธรรมราช

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนสิชลคุณาธารวิทยา ปีการศึกษา 2559
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมพลังงาน) ปีการศึกษา 2563 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวภัทราภรณ์ อ่อนนิ่ม
วัน เดือน ปีเกิด	17 กรกฎาคม พ.ศ.2540
ภูมิลำเนา	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ที่อยู่	9/1 หมู่ 9 ตำบล ท่ากระดาน อำเภอ คีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนเทศบาล 4 (วัดโพธาวาส) ปีการศึกษา 2558
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมพลังงาน) ปีการศึกษา2653 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังวิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้