สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แผ่นกระดานอัดดูดซับเสียงจากพอลิสไตรีน/ชานอ้อย

นางสาวสิรินันท์ วิริยะสุนทร

นางสาวสุพรรษา ออกสุข

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49283
วัน, เดือน, ปี 18 ก.พ. 2547
b.....
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Particleboards from PS/Bagasses for Sound Absorbtion

MissSirinun Wiriyasoonthorn

MissSupansa Oksook

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ แผ่นกระดานอัดดูดซับเสียงจากพอลิสไตรีน/ชานอ้อย

นักศึกษา นางสาวสิรินันท์ วิริยะสุนทร

นางสาวสุพรรษา ออกสุข

ภาควิชา เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.นิพนธ์ วงศ์วิเศษสิริกุล	.....
ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ	.....
ผศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์	.....

.....

(รศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย)

หัวหน้าภาควิชาเคมี

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	แผ่นกระดานอัดดูดซับเสียงจากพอลิสไตรีน/ชานอ้อย		
นักศึกษา	นางสาวสิรินันท์	วิริยะสุนทร	รหัส 42050125
	นางสาวสุพรรษา	ออกสุข	รหัส 42050128
ภาควิชา	เคมี	คณะวิทยาศาสตร์	
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	2545		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์		

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ศึกษาการเตรียมแผ่นกระดานอัดดูดซับเสียง โดยใช้เส้นใยอ้อยซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากการเกษตรกรรม มาผสมกับพอลิสไตรีนโฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร และ4-6.48 มิลลิเมตร ในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์, พอลิไวนิลอะซิเตและกาวเดกซ์ตริน เป็นสารยึดติด สำหรับการใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ในอัตราส่วนการผสมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ต่อน้ำเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องกดอัดร้อนและตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดซับเสียง

จากการทดลองพบว่า พอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร มีผลทำให้สมบัติการดูดซับเสียงดีขึ้น แต่สมบัติเชิงกลลดลง เมื่อเปรียบเทียบแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้กับฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว ในกรณีทดสอบการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 พบว่าที่ความถี่ต่ำ (250 และ 500เฮิร์ต) แผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อยผสมพอลิสไตรีนโฟม โดยใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ และพอลิไวนิลอะซิเตตเป็นสารยึดติด มีสมบัติการดูดซับเสียงใกล้เคียงกับฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว แต่ที่ความถี่สูง (1000 และ 2000 เฮิร์ต) พบว่าจะมีสมบัติการดูดซับเสียงดีกว่าฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว เมื่อทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 พบว่า แผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อยผสมพอลิสไตรีนโฟมโดยใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ และพอลิไวนิลอะซิเตต มีสมบัติการดูดซับเสียงดีกว่าฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว สำหรับสมบัติเชิงกลพบว่าฝ้าเสริมเส้นใยแก้วมีคุณสมบัติโดยรวมสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบสารยึดติดทั้ง 3 ชนิด พบว่ายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารยึดติดที่ให้สมบัติเชิงกลและสมบัติการดูดซับเสียงดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special project Title **Particleboards From Polystyrene/Bagasses for Sound Absorption**

Name **Miss Sirinun Wiriyasoonthorn**

Miss Supansa Oksook

Special Project Advisor **Assist. Prof Dr. Malinee Chaisupakitsin**

Department **Chemistry** **Faculty of Science**

Program **Industrial Chemistry**

Academic Year **2002**

ABSTRACT

This project study on sound absorbent board which is made from bagasses which sugar cane fiber mixed with 2-4 millimeters and 4-6.48 millimeters of polystyrene foam with different proportion. Besides that it is cohered by 1:1 of ureaformaldehyde and water weight, poly(vinyl acetate) and dextrins. After that it will be molded by compression molding. Physical, mechanical and sound absorption properties were investigated.

From this experiment, we can conclude that 4-6.48 mm styrene foam can give better sound absorbent property, while mechanical property is decreased, compared with ceiling board made from gypsum and glass fiber. For case sound absorbent property which used sound absorbent box size 1*1*2 m^3, at low frequency (250 and 500 Hertz), particleboard made from bagasses mixed with polystyrene foam, by ureaformaldehyde and poly(vinyl acetate) were adhesive. It was found that absorbent property as same as ceiling board made from gypsum and glass fiber testing at high frequency (1000 and 2000 Hertz) we found that absorbent property was better than ceiling board made from gypsum and glass fiber. When testing property by paper box size 0.2*0.2*0.2 m^3, particleboard were prepared from bagasses mixed with polystyrene foam by ureaformaldehyde and poly(vinyl acetate) were adhesive. It was found that absorbent property was higher than ceiling board made from gypsum and glass fiber. For mechanical property, ceiling board made from gypsum and glass fiber was better than particleboard. When comparison of 3 adhesive, the highest of mechanical and sound absorbent property was ureaformaldehyde.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์แก่คณะผู้จัดทำจากบุคคลและองค์กรต่างๆ ดังนี้

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัยนี้มาตลอด

ขอขอบคุณ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงที่ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ดร.ชมพูนุท ไชยรักษ์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทดสอบสมบัติการดูดซับเสียง

ขอขอบคุณ คณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเคมี ที่ให้ความรู้ ตลอดจนคำปรึกษา และความช่วยเหลือ ในการดำเนินงานวิจัยนี้มาตลอด

ขอขอบคุณ คุณกฤษณะ เกษประดิษฐ์ และคุณสุดใจ สอนสะอาด เจ้าหน้าที่อาคารฝึกงานทางอุตสาหกรรมเคมี และพอลิเมอร์ ที่คอยอำนวยความสะดวก และให้ความช่วยเหลือตลอดการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทดสอบสมบัติการดูดซับเสียง

ขอขอบคุณ พ่อ แม่ พี่น้อง และเพื่อนๆ นักศึกษาทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยนี้

นอกจากนี้ยังขอขอบคุณบุคคลท่านอื่นๆ ที่ให้ความกรุณา ช่วยเหลือ ซึ่งผู้จัดทำมิได้กล่าวถึงอีกมากมาย ทางผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สิรินันท์ วิริยะสุนทร

สุพรรษา ออกสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	2
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ขั้นตอนการวิจัย	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 แผ่นกระดานอัด	4
2.2 การทดสอบสมบัติของแผ่นกระดานอัด	7
2.3 ชานอ้อย	8
2.3.1 สมบัติทางกายภาพ	10
2.3.2 การนำมาใช้	10
2.4 โฟมพอลิเมอร์	12
2.5 พอลิสไตรีนโฟม	13
2.5.1 สมบัติ	13
2.5.2 การนำมาใช้งาน	13
2.6 ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน	15
2.6.1 วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต	15
2.6.2 ตัวเร่งปฏิกิริยา	16
2.6.3 ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์	16
2.6.4 คุณสมบัติของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 การเก็บรักษา 18
2.6.6 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 19
2.6.7 คุณสมบัติของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีผลกระทบต่อการผลิต Particleboard 19
2.7 พอลิไวนิลอะซีเตต 20
2.7.1 สมบัติและการนำไปใช้ 21
2.8 กาวเดกซ์ตริน 21
2.9 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
บทที่ 3 การวิจัยและดำเนินงาน 24
3.1 วัสดุและสารเคมี 24
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 24
3.3 วิธีการทดลอง 25
3.3.1 เตรียมแผ่นกระดานอัดด้วยสารยึดติดชนิดต่างๆ 25
3.4 การทดสอบ 27
3.4.1 ความหนาแน่น 27
3.4.2 ความชื้น 29
3.4.3 สมบัติเชิงกล 29
3.4.3.1 มอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น 29
3.4.4 การดูดซับเสียง 31
3.5 สิ่งที่คาดว่าจะทำต่อไป 32
บทที่ 4 ผลการทดลอง 33
4.1 ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน 33
4.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ 33
4.1.1.1 ความชื้น 34
4.1.1.2 ความหนาแน่น 35
4.1.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล 36
4.1.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น 36
4.1.2.2 มอดุลัสแตกร้าว 37
4.1.3 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 38
4.1.3.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต 38
4.1.3.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต 39
4.1.3.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต 39
4.1.4 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้ 41
กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3
4.1.4.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต 41
4.1.4.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต 41
4.1.4.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต 42
4.1.4.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต 42
4.2 พอลิไวนิลอะซีเตต 44
4.2.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ 45
4.2.1.1 ความชื้น 45
4.2.1.2 ความหนาแน่น 46
4.2.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล 47
4.2.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น 47
4.2.2.2 มอดุลัสแตกร้าว 48
4.2.3การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้ 49
กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3
4.2.3.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต 49
4.2.3.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต 49
4.2.3.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต 50
4.2.3.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต 50
4.2.4 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้ 52
กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3
4.2.4.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต 52
4.2.4.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต 52
4.2.4.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต 53
4.2.4.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต 53
4.3 กาวเดกซ์ตริน 55
4.3.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ 56
4.3.1.1 ความชื้น 56
4.3.1.2 ความหนาแน่น 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล	58
4.3.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น	58
4.3.2.2 มอดุลัสแตกร้าว	59
4.3.3 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้ กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3	60
4.3.3.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต	60
4.3.3.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต	60
4.3.3.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต	61
4.3.3.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต	61
4.3.4 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้ กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3	63
4.3.4.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต	63
4.3.4.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต	63
4.3.4.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต	64
4.3.4.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต	64
4.4 เปรียบเทียบระหว่างยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน พอลิไวนิลอะซีเตต และกาวเดกซ์ตริน	66
4.4.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ	67
4.4.1.1 ความชื้น	67
4.4.1.2 ความหนาแน่น	68
4.4.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล	69
4.4.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น	69
4.4.2.2 มอดุลัสแตกร้าว	70
4.4.3 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้ กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3	71
4.4.3.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต	71
4.4.3.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต	71
4.4.3.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต	72
4.4.3.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต	72
4.4.4 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้ กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3	74
4.4.4.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต 74
4.4.4.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต 75
4.4.4.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต 75
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 77
5.1 สรุปผลการทดลอง 77
5.2 ข้อเสนอแนะ 78
5.3 การนำไปใช้งาน 78
เอกสารอ้างอิง 79
ภาคผนวก 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ระดับที่ต้องการของแผ่นกระดารอัดมาตรฐาน	7
2.2 ระดับที่ต้องการของแผ่นกระดารอัดมาตรฐานที่ใช้สำหรับปูพื้น	7
2.3 ส่วนประกอบทางเคมีของชานอ้อยซึ่งจะคล้ายกับไม้	8
2.4 สมบัติของแผ่นกระดานอัดที่ทำจากชานอ้อย	11
2.5 สมบัติเชิงกลและหน่วยที่วัด	18
3.1 ปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร และยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ที่อัตราการผสมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ต่อน้ำเท่ากับ 1:1 ที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด	25
3.2 ปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร และพอลิไวนิลอะซีเตตที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด	26
3.3 ปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร และกาวเดกซ์ตรินที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด	26
3.4 ปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร และยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ที่อัตราการผสมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ต่อน้ำเท่ากับ 1:1 ที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด	26
3.5 ปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร และพอลิไวนิลอะซีเตตที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด	27
3.6 ปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร และกาวเดกซ์ตรินที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขนาดความหนาแน่นและรูปแบบกระบวนการผลิต	5
2.2 การผลิตโดยแบ่งขั้นตอนการผลิตแผ่นกระดานอัดออกเป็น 6 ขั้นตอนสำคัญ	6
2.3 สูตรโครงสร้างของเซลลูโลส	9
2.4 สูตรโครงสร้างของลิกนินในไม้เนื้ออ่อน	9
2.5 ส่วนที่ซ้ำกันในโครงสร้างของลิกนิน	10
2.6 สูตรโครงสร้างของพอลิสไตรีน	13
2.7 การผลิตโฟม	14
2.8 ปฏิกิริยาการเตรียมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ขั้นแรก	16
2.9 ปฏิกิริยาการเตรียมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ขั้นที่สอง	17
2.10 กลไกการเกิดเป็นพอลิไวนิลอะซีเตต	20
3.1 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาวและความหนาของชิ้นงาน	28
3.2 การทดสอบมอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น	30
3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดและการแอ่นตัว	30
3.4 การจัดวางเครื่องกำเนิดเสียง เครื่องวัดความดันเสียงและแผ่นกระดานอัด	32
4.1 ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ	34
4.2 ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ	35
4.3 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคัล) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ	36
4.4 ค่ามอดุลัสแตกร้าว (เมกะพาสคัล) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ	37
4.5 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ	38
4.6 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ	38
4.7 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 39
4.9 การดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 41
4.10 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 41
4.11 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 42
4.12 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 42
4.13 ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 45
4.14 ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 46
4.15 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคัล) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 47
4.16 ค่ามอดุลัสแตกร้าว (เมกะพาสคัล) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 48
4.17 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 49
4.18 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 49
4.19 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 50
4.20 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 50
4.21 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 52
4.22 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 52
4.23 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.24 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 53
4.25 ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 56
4.26 ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 57
4.27 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคัล) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 58
4.28 ค่ามอดุลัสแตกร้าว (เมกะพาสคัล) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 59
4.29 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 60
4.30 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 60
4.31 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 61
4.32 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 61
4.33 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 63
4.34 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 63
4.35 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 64
4.36 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 64
4.37 ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 67
4.38 ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 68
4.39 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคัล) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 69
4.40 ค่ามอดุลัสแตกร้าว (เมกะพาสคัล) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 70

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.41 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 71

4.42 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 71

4.43 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 72

4.44 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 72

4.45 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 74

4.46 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 74

4.47 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 75

4.48 ค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ต กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

สมัยก่อนนิยมใช้ไม้ในงานก่อสร้างหรือใช้เป็นเฟอร์นิเจอร์ตกแต่งบ้าน เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ปริมาณความต้องการใช้ไม้จึงเพิ่มขึ้นทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ เกิดการขาดแคลนไม้ จึงได้มีการผลิตแผ่นกระดานอัดเพื่อใช้ทดแทนไม้ กระบวนการผลิตแผ่นกระดานอัดเป็นการนำวัสดุจำพวก เศษไม้ ขี้เลื่อย หรือเส้นใยของวัสดุลิกโนเซลลูโลส (ligno-cellulosic material) เช่น ปอ ฟาง ชานอ้อย ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปัจจุบันจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณความต้องการบริโภคน้ำตาลทรายมีสูงขึ้นเป็นผลให้ปริมาณชานอ้อยที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งชานอ้อยส่วนหนึ่งได้มีการนำกลับมาทำเป็นปุ๋ยธรรมชาติในทางการเกษตร ใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายภายในโรงงานอุตสาหกรรม แต่ปริมาณเหล่านั้นก็ยังถือว่าเป็นส่วนน้อย ยังมีอีกจำนวนมากที่จัดเป็นวัสดุเหลือทิ้งซึ่งนำมาเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นกระดานอัดหรือแผ่นเส้นใยอัด

วัสดุที่ถูกค้นพบเพื่อนำมาใช้แทน แก้ว เหล็กและไม้ คือ พอลิเมอร์ เนื่องจากมีน้ำหนักเบาขึ้นรูปได้ง่าย เนื่องจากความต้องการให้พอลิเมอร์มีน้ำหนักเบามาก ๆ และมีสมบัติในการต้านทานความร้อนและมีความแข็งแรงโค้งงอที่ดี จึงได้มีการทำพอลิเมอร์ในรูปแบบของโฟมพอลิเมอร์ขึ้น ปัจจุบันมีการใช้โฟมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยใช้เป็นวัสดุกันกระแทกบรรจุภัณฑ์ ฉนวนกันความร้อน ฯลฯ แต่มีการนำกลับมาใช้ใหม่เพียงเล็กน้อย การนำกลับมาใช้เป็นวัสดุที่สามารถใช้ใหม่ค่อนข้างเสียค่าใช้จ่ายสูง และโฟมก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม จึงได้มีความคิดนำโฟมมาผสมลงในแผ่นกระดานอัด

เสียงที่ดังเกินไปในย่านอุตสาหกรรมก่อให้เกิดมลภาวะทางด้านเสียง ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้น ในปัจจุบันได้มีการคิดค้นป้องกันปัญหาโดยมีการใช้เส้นใยแก้วมาบุฝาผนัง แต่เนื่องจากเส้นใยแก้วมีราคาแพง จึงมีผู้คิดค้นทำกระดานอัดดูดซับเสียงเพื่อนำมาใช้แทนเส้นใยแก้ว

งานวิจัยนี้ศึกษาการทำกระดานอัดจากวัสดุเหลือใช้ได้แก่ ชานอ้อย และใช้สารยึดติดมาช่วยในการผลิต ได้มีการเติมโฟมลงไปเพื่อช่วยให้ดูดซับเสียงดีขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการลดปัญหาขยะโฟมและขยะทางการเกษตรโดยนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

โครงงานนี้เลือกเอาพอลิสไตรีนโฟม (Expanded polystyrene foam, EPS Foam) ผสมลงในแผ่นกระดานอัดซึ่งทำจากชานอ้อย เนื่องจากพอลิสไตรีนโฟมเป็นเทอร์โมพลาสติกส่วนมากที่ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันโดยทั่วไปในรูปของโฟมกันกระแทก กล่องบรรจุอาหาร ฯลฯ หลังจากวัสดุนี้ถูกใช้แล้ว ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านมลภาวะสิ่งแวดล้อมยากต่อการกำจัด จึงมีการศึกษานำพอลิสไตรีนโฟมกลับมาใช้ใหม่เนื่องจากสมบัติที่สามารถป้องกันความร้อน ความสามารถดูดซับเสียง และสามารถยืดหยุ่นได้ดี ซึ่งสมบัติเหล่านี้เกิดจากช่องว่างภายในโครงสร้างของพอลิสไตรีนโฟมนั่นเอง การประยุกต์นำเอาพอลิสไตรีนโฟมเหล่านี้ไปใช้งาน เช่น การผสมลงในดินเพื่อเพิ่มคุณภาพดินให้มีความร่วนซุย การนำไปใช้งานก่อสร้างโดยผสมลงในคอนกรีตทำให้มีน้ำหนักเบาขึ้นมากและการผสมลงในปูนพลาสเตอร์เพื่อเพิ่มมอดุลัสความยืดหยุ่น เป็นต้น

ชานอ้อยเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากปริมาณของประชากรที่เพิ่มขึ้นทุกปีทำให้ความต้องการบริโภคน้ำตาลทรายของประชากรในประเทศที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปีก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดชานอ้อยซึ่งเป็นกากที่เหลือจากการผลิตไม่สามารถทำได้ทัน จึงเกิดแนวคิดในการนำวัสดุทั้ง 2 ชนิดมาผสมกันเพื่อเป็นการลดขยะพอลิเมอร์และขยะทางการเกษตร อีกทั้งเป็นการเพิ่มค่าของวัสดุเหลือทิ้งหรือขยะทั้งสองให้กลับมามีค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

วัตถุประสงค์หลักในงานวิจัยนี้ คือ การศึกษาและปรับปรุงคุณสมบัติของแผ่นกระดานอัดซึ่งทำจากชานอ้อยที่ผสมพอลิสไตรีนโฟมเข้าไปในแผ่นกระดานอัดเพื่อลดความหนาแน่น และช่วยเพิ่มสมบัติในการดูดซับเสียง (Sound absorption) ของแผ่นกระดานอัด แล้วเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากการใช้สารช่วยยึดติด ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ พอลิไวนิลอะซิเตต และกาวเดกซ์ตริน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อศึกษากระบวนการเตรียมแผ่นกระดานอัดเก็บเสียงที่ผลิตจากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีนโฟม
2. เพื่อเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมโดยใช้สารช่วยยึดติดระหว่างยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ พอลิไวนิลอะซีเตตและกาวเดกซ์ตริน
3. เพื่อเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้โดยใช้ โฟมที่มีขนาด 2-4 มิลลิเมตร และ ขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร
4. เพื่อเปรียบเทียบสมบัติการดูดซับเสียงของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมโดยใช้สารยึดติดประเภทต่างๆในข้อ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เพื่อเปรียบเทียบสมบัติการดูดซับเสียงของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมโดยโฟมที่มีขนาดต่างๆในข้อ 3
6. เพื่อเปรียบเทียบสมบัติการดูดซับเสียงของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้กับฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

โครงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ทางกระบวนการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัดที่เป็นการผสมระหว่างชานอ้อยและพอลิสไตรีนโฟมจากวัสดุกันกระแทกที่ใช้แล้วในอัตราส่วนต่างๆที่เหมาะสมหลังจากนั้นทำการทดสอบ เพื่อศึกษาถึงสมบัติการดูดซับเสียงและสมบัติเชิงกลของแผ่น

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน

1. คัดขนาดชานอ้อย โดยเลือกขนาด 0.25-0.8 มิลลิเมตร ล้าง อบแห้ง
2. บดพอลิสไตรีนโฟมด้วยเครื่องบดตัดให้มีขนาดเล็ก
3. คัดขนาดโฟม โดยเลือกขนาด 2-4 มิลลิเมตร และ 4-6.48 มิลลิเมตร
4. ผสมชานอ้อยในข้อ 1 และพอลิสไตรีนโฟมในข้อ 3 โดยปรับอัตราส่วนของชานอ้อยและโฟม
5. เปลี่ยนชนิดและสารยึดติดที่ใช้ในอัตราส่วนผสมข้อ 3
6. ขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด
7. ทดสอบสมบัติเชิงกลและการดูดซับเสียง
8. สรุปผลเพื่อนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานที่เหมาะสมต่อไป

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์
2. สามารถลดปริมาณวัสดุเหลือทิ้งให้ลดลงได้
3. ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของชานอ้อยต่อพอลิสไตรีนโฟมต่อสารยึดติดที่ทำให้มีสมบัติการดูดซับเสียงที่ดีที่สุด
4. ทราบถึงสมบัติในการดูดซับเสียงของสารยึดติดชนิดต่างๆของแผ่นกระดานอัดที่ได้
5. ทราบถึงความแตกต่างของสารช่วยยึดติดในส่วนของลักษณะทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการ

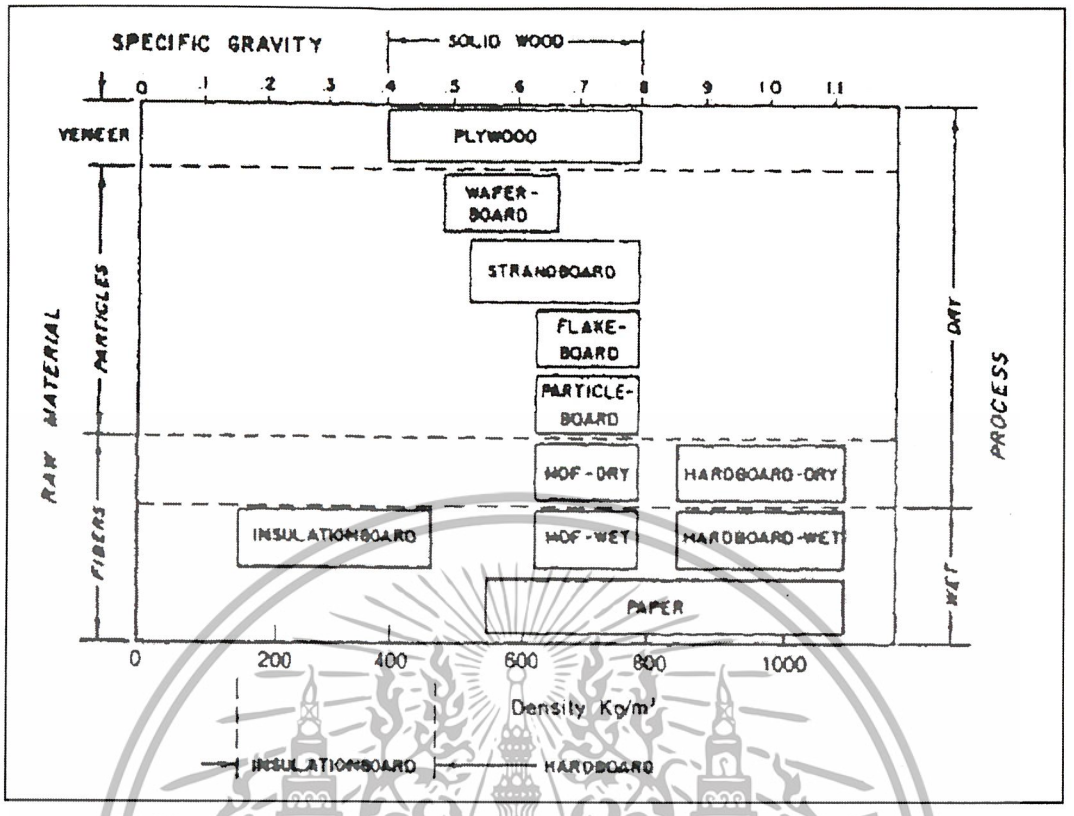
2.1 แผ่นกระดานอัด (Particleboard)

อุตสาหกรรมการทำแผ่นกระดานอัดมีการขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยนำวัสดุจากอุตสาหกรรมไม้จำพวกขี้เลื่อย ขี้กบ เศษไม้ ซึ่งจัดว่าเป็นการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิตไม้อื่นๆมาใช้ในกระบวนการผลิตดังรูปที่ 2.1 ซึ่งจะมีการทำให้วัสดุมีขนาดเล็กลงก่อน จากนั้นจะมีการพ่นสารเพื่อทำให้อนุภาคทั้งหมดสามารถยึดติดกันได้ จากนั้นทำการขึ้นรูปตามต้องการด้วยกรรมวิธีให้แรงดันและความร้อน โดยแผ่นกระดานอัดส่วนใหญ่ที่ผลิตจะใช้กรรมวิธีการผลิตแบบแห้ง ส่วนกรรมวิธีการผลิตโดยใช้อากาศนั้นมีการใช้บ้างแต่ไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนัก ซึ่งกระบวนการผลิตแผ่นกระดานอัดแบ่งขั้นตอนการผลิตที่สำคัญเป็น 6 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.2

แผ่นกระดานอัดโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็น 3 ชั้น โดยแบ่งเป็นชั้นผิวหน้าและชั้นของไส้กลางโดยที่ในชั้นผิวหน้าขนาดของอนุภาคจะมีขนาดเล็กกว่าในชั้นกลาง และจะให้ปริมาณของสารยึดติดในการอัดผสมที่มากกว่าเพื่อให้เกิดความเรียบและสวยงามเมื่อทำการขึ้นรูป ซึ่งการทำแผ่นกระดานอัดในลักษณะแบบนี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมากขึ้น โดยส่วนใหญ่แผ่นกระดานอัดที่ผลิตขึ้นสามารถทำจากวัสดุทางการเกษตรหลายชนิดซึ่งก็จะให้คุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น เส้นใยที่ได้จากปอกระเจานั้นจะทำให้แผ่นกระดานอัดที่ผลิตสามารถดูดซับเสียงและมีความหนาแน่น ส่วนแผ่นกระดานอัดที่ทำจากฟางข้าวนั้นจะมีความหนาแน่นปานกลางจนถึงความหนาแน่นสูงซึ่งเป็นที่นิยมนำมาทำกันมากในแถบตะวันออกกลาง

วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นการนำเอาเส้นใยลิกโนเซลลูโลสิก (Lignocellulosic) โดยอนุภาคที่นำมาทำเป็นแผ่นกระดานอัดนั้นจะมีพันธะอยู่กับยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์(Urea-formaldehyde) อาจมีการใช้ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenol-formaldehyde) หรือเมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ (Melamine-formaldehyde) เป็นสารยึดติดของอนุภาคทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแผ่นกระดานอัดที่ต้องการ ในการทำแผ่นกระดานอัดนั้นจะใช้พลังงานน้อยกว่าการนำเอาเส้นใยนี้ไปทำเป็นแผ่นเส้นใยกระดานอัด (Fiber board) ดังนั้นแผ่นกระดานอัดโดยทั่วไปจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าแผ่นเส้นใยกระดานอัด จึงนิยมนำไปทำเป็นอุปกรณ์ตกแต่งภายในบ้าน ใช้ในงานโครงสร้างภายในของบ้าน สำหรับแผ่นหนาก็จะใช้ในงานปูพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ขนาด ความหนาแน่น และรูปแบบกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 การผลิต โดยแบ่งขั้นตอนการผลิตแผ่นกระดานอัดออกเป็น 6 ขั้นตอนที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การทดสอบสมบัติของแผ่นกระดานอัด

ตารางที่ 2.1 และ 2.2 แสดงสมบัติที่ใช้ทดสอบตามมาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) stand D1037 (ASTM, 1994a)

ตารางที่ 2.1 ระดับที่ต้องการของกระดานอัดมาตรฐาน

Grade[c]	MOR MPa	MOE MPa	Internal bond MPa	Hardness N	Linear expansion max avg (%)	Screw-holding Face N	Screw-holding Edge N	Formaldehyde maximum emission (ppm)
H-1	16.5	2,400	0.9	2,225	NS[d]	1,800	1,325	0.3
H-2	20.5	2,400	0.9	4,450	NS	1,900	1,550	0.3
H-3	23.5	2,750	1	6,675	NS	2,000	1,550	0.3
M-1	11	1,725	0.4	2,225	0.35	NS	NS	0.3
M-S[e]	12.5	1,900	0.4	2,225	0.35	900	800	0.3
M-2	14.5	2,250	0.45	2,225	0.35	1,000	900	0.3
M-3	16.5	2,750	0.55	2,225	0.35	1,100	1,000	0.3
LD-1	3	550	0.1	NS	0.35	400	NS	0.3
LD-2	5	1,025	0.15	NS	0.35	550	NS	0.3

[a] Particleboard made with phenol–formaldehyde-based resins do not emit significant quantities of formaldehyde. Therefore, such products and other particleboard products made with resin not containing formaldehyde are not subject to formaldehyde emission conformance testing. Source: ANSI A208.1–1993 (National Particleboard Association, 1993). National Particleboard Association, *Particleboard*, ANSI A 208.1–1993, American National Standards Institute, Gaithersburg, MD, 1993.

[b] Panels designated as "exterior glue" must maintain 50% MOR after ASTM D 1037 accelerated aging.

[c] H = density greater than 800 kg/m. M = density between 640–800 kg/m³, LD = density less than 640 kg/m³.

[d] NS = Not specified.

[e] Grade M-S refers to medium density, "special" grade. This grade was added to the Standard after grades M-1, M-2, and M-3 had been established. Grade M-S falls between M-1 and M-2 in physical properties.

ตารางที่2.2 ระดับที่ต้องการของกระดานอัดตามมาตรฐานที่ใช้สำหรับปูพื้น

Grade[c]	MOR MPa	MOE MPa	Internal bond MPa	Hardness N	Linear expansion max avg (%)	Formaldehyde max emission (ppm)
PBU	11	1,725	0.4	2,225	0.35	0.2
D-2	16.5	2,750	0.55	2,225	0.3	0.2
D-3	19.5	3,100	0.55	2,225	0.3	0.2

[a] Particleboard made with phenol–formaldehyde-based resins do not emit significant quantities of formaldehyde. Therefore, such products and other particleboard products made with resin not containing formaldehyde are not subject to formaldehyde emission conformance testing. Source: ANSI A208.1–1993 (National Particleboard Association, 1993). National Particleboard Association, *Particleboard*, ANSI A 208.1–1993, American National Standards Institute, Gaithersburg, MD, 1993.

[b] Grades listed in this table shall also comply with the appropriate requirements listed in Section 3. Panels designated as "exterior glue" must maintain 50% MOR after ASTM D–1037 accelerated aging (Paragraph 3.3.3).

[c] PBU = underlayment; D = Manufactured Home Decking.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ชานอ้อย (Bagasse)

ชานอ้อย คือเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากเกษตรกรรม โดยเป็นส่วนที่เหลือจากกระบวนการบดอ้อยเพื่อให้ได้น้ำตาลอ้อย ชานอ้อยมีหลายสีแต่โดยทั่วไปจะเป็นสีเหลืองเทาหมองๆจนถึงสีเหลืองซีด ซึ่งจัดเป็นสารประกอบประเภทลิกโนเซลลูโลสิก (สารที่ประกอบด้วยลิกนินและเซลลูโลส) แสดงสูตรโครงสร้างของเซลลูโลสและลิกนินดังรูปที่ 2.3 และ 2.4 โดยลิกนินจะมีส่วนที่ซ้ำกันในโครงสร้างดังรูปที่ 2.5 นอกจากนี้ชานอ้อยมีลักษณะเป็นเส้นใยเกะกะ ไม่เป็นระเบียบและมีมากมายหลายขนาดขึ้นกับการบด ส่วนประกอบทั่วไปโดยประมาณ คือ ความชื้น 49 % ของแข็งที่ละลายได้ 6 % หรือเส้นใยที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ 45% และชานอ้อยมีองค์ประกอบทางเคมีดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบทางเคมีของชานอ้อยซึ่งจะคล้ายกับไม้

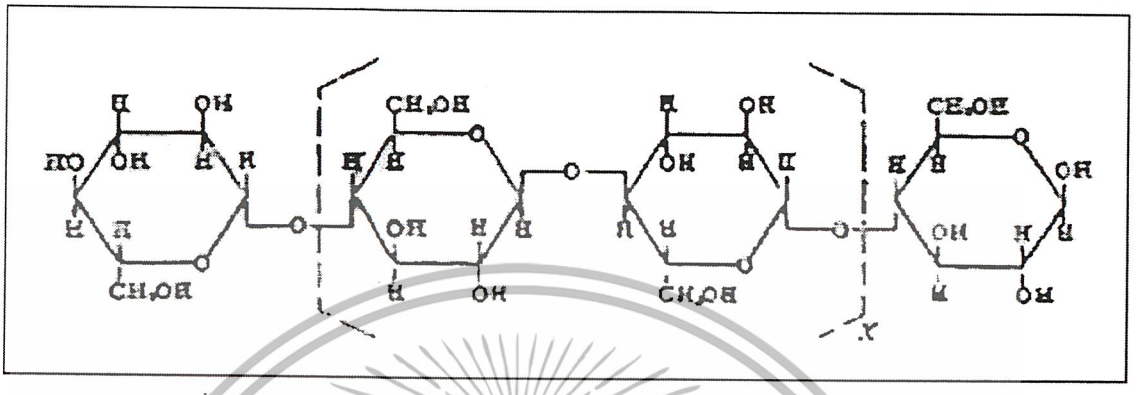
องค์ประกอบ (%)	ชานอ้อย	ต้นบีช (Beech)	ต้นสน(Pine)
Cellulose	46	45	42
Lignin	23	23	29
Pentosans and Hexosans	26	22	22
Other components	5	10	7

ชานอ้อยสามารถหาได้ในประเทศแถบร้อน ปริมาณชานอ้อยที่ผลิตได้ในแต่ละปีทั่วโลกประมาณ 65 พันตัน (metric tons) ซึ่งเป็นชานอ้อยที่อบแห้ง ชานอ้อยส่วนมากใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบดน้ำตาล (sugar mill) ตลอดเวลาที่ผ่านมาชานอ้อยจะถูกพิจารณาว่ามีคุณภาพต่ำเมื่อใช้แทนไม้ ขณะนี้เมื่อหลายปีนี้มีการเปลี่ยนแปลง มีการพัฒนาปรับปรุงใช้ชานอ้อยในการผลิตกระดาษและแผ่นกระดานอัดต่อไปในอนาคตชานอ้อยจะเป็นผลิตภัณฑ์หลักและน้ำตาลเป็นผลิตภัณฑ์รอง

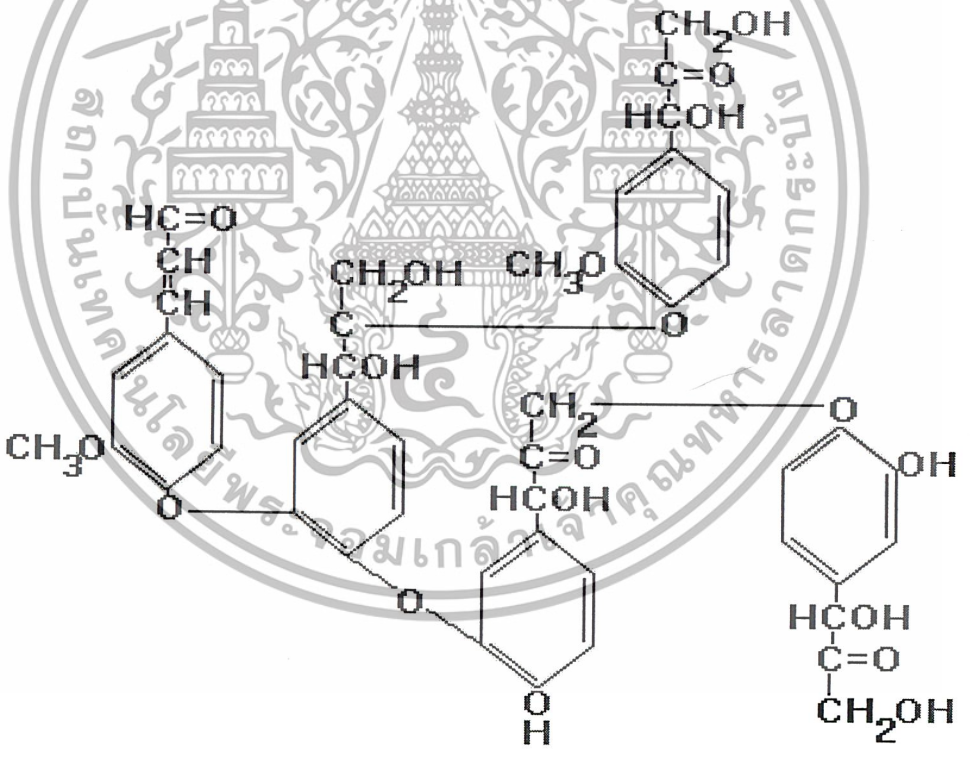
ปัจจุบันอุตสาหกรรมหลายแห่งใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบ โดยใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ, แผ่นกระดานอัด (particleboard) และแผ่นเส้นใยกระดานอัด เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ ชานอ้อยจะมีราคาถูก และมีสถานที่ผลิตมาก ส่วนมากชานอ้อยถูกทำลายโดยการเผาหรือทิ้งลงแม่น้ำหรือทะเล ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของแต่ละประเทศ ชานอ้อยสามารถหาได้ 2-12 เดือนต่อปีขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชานอ้อยที่เก็บไว้จะมีปัญหาเกิดขึ้น เนื่องจากชานอ้อยยังมีน้ำตาลอยู่ 2-4 % เพราะการเก็บเกี่ยวต้นอ้อยจะเก็บเกี่ยวขณะที่ยังอ่อนอยู่เพราะมีปริมาณน้ำตาลสูงและการเกิดลิกนินยังไม่สมบูรณ์ น้ำตาลที่เหลืออยู่จะทำให้แบคทีเรียและเชื้อราเกิดการเจริญเติบโต

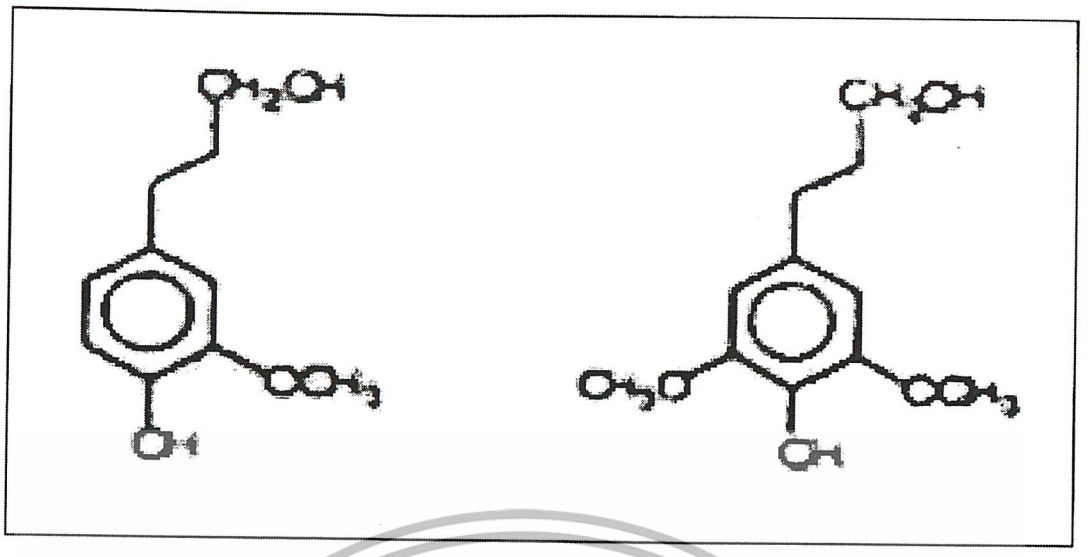


รูปที่ 2.3 สูตรโครงสร้างของเซลลูโลส



รูปที่ 2.4 สูตรโครงสร้างของลิกนินในไม้เนื้ออ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Guaiacyl unit Syringyl unit

รูปที่ 2.5 ส่วนที่ซ้ำกันในโครงสร้างของลิกนิน

2.3.1 สมบัติทางกายภาพ

ชานอ้อยประกอบด้วยส่วนที่แยกออกจากกันอย่างเห็นได้ชัดเจนคือ ส่วนแรกที่เป็นชั้นผนังหนา และค่อนข้างยาว ซึ่งเป็นส่วนของเส้นใยที่ได้จากเปลือกนอก และมัดของท่อลำเลียงที่กระจายอยู่ภายในลำต้น ส่วนที่สองเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่ได้จากเซลล์ที่มีผนังบางของ พาเรนไคมา (Parenchyma) ของลำต้นที่ทำหน้าที่เก็บสะสมน้ำตาลอ้อย

เส้นใยอ้อยมีลักษณะคล้ายเส้นใยของฝ้าย และขนสัตว์ คือมีลักษณะโครงสร้างขดเป็นวงมีความยาวโดยเฉลี่ยประมาณ 1.0-4.0 mm.และกว้าง 0.010-0.04 mm. ลักษณะของเส้นใยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของชานอ้อย

2.3.2 การนำมาใช้

ชานอ้อยเป็นวัสดุที่สามารถถูกย่อยสลายได้ ดังนั้นจึงมีการใช้เทคนิคพิเศษในการพัฒนาการเก็บรักษาชานอ้อย วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ การไล่ความชื้นออกไปประมาณ 50 % ของความชื้นที่มีอยู่ และเก็บไว้ที่กลางแจ้งที่อากาศถ่ายเทสะดวก ในด้านการเกษตร ชานอ้อยถูกใช้เป็นปุ๋ยคลุมดิน แต่อย่างไรก็ตามยังคงเหลือปริมาณชานอ้อยมาก จึงได้มีการพัฒนาชานอ้อยเพื่อใช้ในลักษณะอื่น โดยชานอ้อยที่ถูกบดจะใช้เป็นสารตัวเติมในลักษณะเป็นเศษไม้ เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ นอกจากนี้ยังใช้ชานอ้อยทำแผ่นกระดานอัด ซึ่งสมบัติของแผ่นกระดานอัดที่ทำจากชานอ้อยแสดงดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 สมบัติของแผ่นกระดานอัดที่ทำจากชานอ้อย

Material	Ref.	Type of board	Thickness (mm)	Density (kg/m³)	MOE (MPa)	MOR (MPa)	Water absorption (24 h) (%)	Thickness swell (24 h) (%)
Bagasse, guar, sugarcane	1,2,3	Particle board	12–20	520–630	1,400–2,000	16.7–25.5	—	—
		Fiberboard	8–35	300–750	—	—	—	—
		Fiberboard	4.3	—	—	58.5	11.3	—
Bagasse, corn, sunflower, flax	4	Particle board	—	720	3,800	16.3	—	—
	5	Fiberboard	—	810–850	—	22.6–26.5	14–15	8–10
Bagasse + $CaSO_4$ + $5H_2O$	6	Plasterboard (cement)	—	560	—	2.0	—	—
Bagasse + asphalt	7	Composite board	—	900–1,000	—	19.6–24.5	<10	5

[a] MOE is modulus of elasticity; MOR, modulus of rupture.

([1]Anonymous, 1968; [2]Cao et al., 1986; [3]Hesch, 1967; [4]Cherkasov and Lodos, 1969, 1971; [5]Shen, 1984; [6]Saneda et al., 1977; [7]Ni et al., 1981). For additiol information, see Kheleyan et al., 1981; Maldarand Kokta, 1990; Moborek et al., 1982; Naftziger et al., 1962; Rionda, 1969; and Wang, 1975.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โฟมพอลิเมอร์ (Polymer Foam)

โฟมพอลิเมอร์หรือวัสดุที่มีโครงสร้างเป็นเซลล์ช่องว่างภายในโครงสร้าง หรือเซลลูล่าร์ (Cellular polymer) เป็นวัสดุที่มีการใช้งานอย่างมากในปัจจุบัน เช่น วัสดุกันกระแทก บรรจุภัณฑ์ ฉนวนกันความร้อน วัสดุกันเสียง ทุ่นลอยน้ำ ฟองน้ำ วัสดุกรองน้ำ ฯลฯ เนื่องจากโฟมพอลิเมอร์มีข้อดีหลายประการเช่น เป็นฉนวนที่ดี ความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา ความทนทานต่อแรงกระแทกสูง ยืดหยุ่น และมีความแข็งแรงโค้งงอ (Flexural strength) ที่ดี การที่วัสดุโฟมมีสมบัติความเป็นฉนวนเนื่องจากมีอากาศที่เป็นฉนวนที่ดีถูกกักอยู่ในโครงสร้างของโฟม ทำให้มีน้ำหนักเบา สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ขนาดใหญ่ได้ ซึ่งสมบัติของโฟมจะขึ้นอยู่กับสมบัติของโฟม ความหนาแน่นและโครงสร้างของโฟม ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. โฟมเซลล์ปิด (close-cell foam) ช่องว่างหรืออากาศภายในวัสดุโฟมเป็นโครงสร้างแบบปิด กล่าวคือช่องว่างไม่เชื่อมต่อกัน การประยุกต์ใช้งานโฟมเซลล์ปิดได้แก่ ฉนวนกันความร้อน ทุ่นลอยน้ำ บรรจุภัณฑ์กันกระแทก ฯลฯ
2. โฟมเซลล์เปิด (Open-cell foam) ช่องว่างหรืออากาศภายในวัสดุโฟมเป็นโครงสร้างแบบเปิด กล่าวคือช่องว่างเชื่อมต่อกัน อากาศหรือน้ำสามารถไหลผ่านโฟมได้ การประยุกต์ใช้งานโฟมเซลล์เปิดได้แก่ ฉนวนกันเสียง วัสดุกรอง บรรจุภัณฑ์ วัสดุกันกระแทก ฯลฯ

สามารถแบ่งชนิดของโฟมพอลิเมอร์ตามลักษณะความแข็งของวัสดุได้ดังนี้

1. โฟมแข็ง (Rigid foam) มีความแข็งสูง ยืดหยุ่นไม่ได้ เช่น โฟมกันกระแทก ทุ่นลอยน้ำ โฟมโครงสร้าง (Structural foam) ฯลฯ
2. โฟมอ่อน (Flexible foam) อ่อนนุ่ม ยืดหยุ่นได้ เช่น ฟองน้ำ พื้นรองเท้า วัสดุอุดหู ฯลฯ

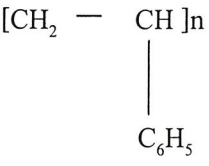
ข้อจำกัดของโฟมพอลิเมอร์

- วัสดุมีความแข็งแรงน้อยกว่า ต้องผลิตชิ้นงานที่มีความหนาเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้วัสดุที่มีความแข็งแรงเท่าเดิม
- ขบวนการผลิตโฟมพอลิเมอร์ใช้เวลานานกว่า โดยเฉพาะขั้นตอนการหล่อเย็น เนื่องจากโฟมพอลิเมอร์เป็นฉนวน ความสามารถในการนำความร้อนต่ำ ต้องใช้เวลานานในการทำให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 พอลิสไตรีน(Polystyrene, PS)

สูตรโครงสร้าง



รูปที่ 2.6 แสดงสูตรโครงสร้างของพอลิสไตรีน

ในปี ค.ศ.1934 เริ่มมีการผลิตพอลิสไตรีนโฟมในทางการค้าโดยบริษัท Dow Chemical CO. และบริษัท I.G.Farben

2.5.1 สมบัติ

มีโครงสร้างเป็นสายโซ่ตรงแบบอะแทกติก จึงอยู่ในรูปอสัณฐาน มีลักษณะแข็งเปราะ เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ใส ไม่ดูดความชื้น ไม่นำไฟฟ้า เฉื่อยต่อสารเคมี ทนต่อกรด เฮไลด์ ด่าง ตัวออกซิไดส์ และ ตัวรีดิวซ์ เมื่อถูกให้ความร้อนจะทำให้มีโมเลกุลเล็กลง ซึ่งปกติจะมีมวลโมเลกุลประมาณ 50000-200000 ทนต่อแรงดึงได้ดี แต่ทนต่อความร้อนต่ำ เนื่องจากมีอุณหภูมิสถานะคล้ายแก้วประมาณ 80 °C ความหนาแน่น 1.05-1.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายได้ในตัวทำละลาย พวกอะโรมาติก เวลาผลิตขึ้นรูปต่างๆได้ง่าย ข้อด้อยเปราะ

2.5.2 การนำไปใช้งาน

การปรับปรุงสมบัติทำได้โดยเติมสารเติมแต่งบางอย่างลงไปช่วยให้สมบัติของพอลิสไตรีนดีขึ้น นำมาใช้เป็นถังพลาสติก ขวดพลาสติก ภาชนะใส่อาหารชนิดใส ชิ้นส่วนตู้เย็น ชิ้นส่วนในรถยนต์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังนิยมทำเป็นโฟมสำหรับบรรจุสิ่งของป้องกันการแตก กันสะเทือน โดยนำเอาเม็ดพลาสติกที่เติมได้มาหลอมแล้วอัด โดยใช้เพนเทนเป็นสารให้ฟอง จากนั้นนำไปให้ความร้อนด้วยไอน้ำ เม็ดจะขยายตัวถึง 40 เท่า แล้วอัดลงในเบ้าจะได้โฟมตามต้องการ

แต่ในโครงงานวิจัยนี้จะเลือกใช้พอลิสไตรีนจากชิ้นงานโฟมกันกระแทก ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการใช้กันอย่างแพร่หลายและสามารถหาได้ง่าย โฟมพลาสติกประกอบด้วยโครงสร้างของเซลล์ซึ่งได้จากการใช้สารเร่งให้ฟูเป็นฟอง สารเร่งให้เกิดฟองนี้หมายถึงสารที่เมื่อได้รับความร้อนจนถึงจุดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเป็นก๊าซขึ้น ทำให้พลาสติกฟูเป็นฟอง และในขณะขยายตัวออกนี้ จะต้องขยายแม่แบบให้มีปริมาตรโตขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานมีความหนาแน่นน้อยกว่าพลาสติกปกติ ซึ่งไม่ได้ทำเป็นโฟมและแสดงการผลิตโฟมดังรูปที่ 2.7 พลาสติกที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นโฟมจะต้องเป็นพลาสติกที่ลดความหนาแน่นได้ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ได้ทำเป็นโฟมและแสดงการผลิตโฟมดังรูปที่ 2.7 พลาสติกที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นโฟมจะต้องเป็นพลาสติกที่ลดความหนาแน่นได้ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. กลุ่มที่สามารถเร่งให้ผงฟูเป็นโฟมได้ เช่น PS
2. กลุ่มที่หลอมเหลวแล้วทำให้ฟู เช่น PS
3. กลุ่มสารเริ่มต้นเป็นของเหลวและทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นโฟม เช่น UF

รูปที่ 2.7 การผลิตโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์(UF) เป็นกาวสำหรับไม้อัด (Plywood) หรือแผ่นกระดานอัด (Particleboard และ MDF board) มีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีขาวเหมือนน้ำนม มีกลิ่นก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา และมีค่า pH ระหว่าง 7-9 ขึ้นกับชนิดของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน สามารถล้างทำความสะอาดได้ด้วยน้ำหรือน้ำอุ่น

เนื่องจากยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินจัดอยู่ในพวกอะมิโนเรซิน (Amino resin) ซึ่งมีประโยชน์ทางด้านการค้ามานานแล้วเป็นพอลิเมอร์ที่มีราคาถูก เกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วเมื่อทำการอัดด้วยความร้อน โดยจะมีโครงสร้างเป็นร่างแห การนำเอายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินไปใช้งานนั้นสามารถทำได้ง่าย แต่เนื่องจากยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถกันการซึมของน้ำได้ จึงใช้ได้กับงานภายในเท่านั้น ไม่สามารถใช้กับงานภายนอกได้

2.6.1 วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต

1. ยูเรีย (Urea,H_2NCONH_2) มีลักษณะเป็นของแข็ง เม็ดกลมสีขาว ดูดความชื้นง่ายและอาจจับตัวเป็นก้อน เมื่อละลายน้ำจะทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลงและค่า pH เป็นด่าง เป็นวัตถุดิบหลักที่จะเกิดปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์
2. สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์หรือฟอร์มาลิน (Formaldehyde solution or Formalin) เป็นสารละลายใส มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว ปกติใช้ความเข้มข้น 40% ฟอร์มาลดีไฮด์ผลิตจากขบวนการออกซิเดชัน เมทานอล ดังสมการ

$$\underset{\text{(เมทานอล)}}{CH_3OH} + \underset{\text{(ออกซิเจน)}}{\tfrac{1}{2}O_2} \xrightarrow{\text{Catalyst, Heat}} \underset{\text{(ฟอร์มาลดีไฮด์)}}{CH_2O} + H_2O$$

หน้าที่หลักของฟอร์มาลดีไฮด์ คือ เป็นวัตถุดิบหลักในการทำปฏิกิริยากับยูเรียหรือสารประกอบที่คล้ายกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ตัวเร่งปฏิกิริยา

แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

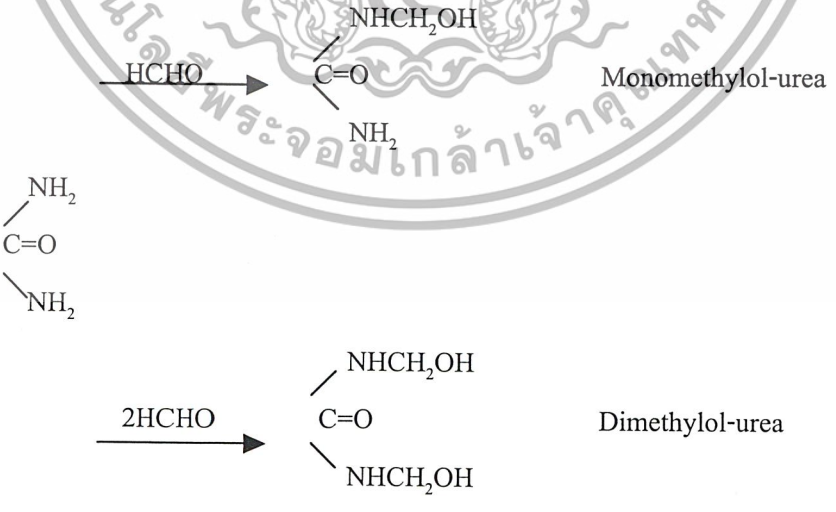
1. <u>ตัวเร่งชนิดด่าง</u> (Base catalyst) ใช้สำหรับปรับค่า pH เป็นด่างในขั้นตอนเริ่มปฏิกิริยาและปรับ pH หลังจากสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้ว เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ ไตรเอทานอลามีน หรือ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น
2. <u>ตัวเร่งชนิดกรด</u> (Acid catalyst) ใช้สำหรับปรับค่า pH เป็นกรดในขั้นการเกิดปฏิกิริยาควบแน่นเพื่อให้เกิดเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ขึ้น เช่น กรดฟอร์มิก หรือกรดอะซิติก เป็นต้น

2.6.3 ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

แบ่งเป็น 2 ปฏิกิริยาคือ

1. <u>ปฏิกิริยาการเพิ่ม</u> (Addition reaction) หรือเมทิลออลเลชัน (Methylolation)

เป็นการเตรียมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (UF resin) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างยูเรียกับฟอร์มาลดีไฮด์ในสภาวะที่เป็นกลางหรือเบสอ่อนๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นส่วนมากจะมีโครงสร้างที่เป็นเส้นตรงได้แก่ โมโนเมทิลออลยูเรีย (Monomethylolurea) และไดเมทิลออลยูเรีย(dimethylolurea) ซึ่งอัตราส่วนของการเกิดสารทั้งสองตัวนั้นจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของยูเรียต่อฟอร์มาลดีไฮด์ ถ้าเราใช้ฟอร์มาลดีไฮด์มากเกินพอเราจะได้เฉพาะไดเมทิลออลยูเรียในปฏิกิริยาดังรูปที่ 2.8



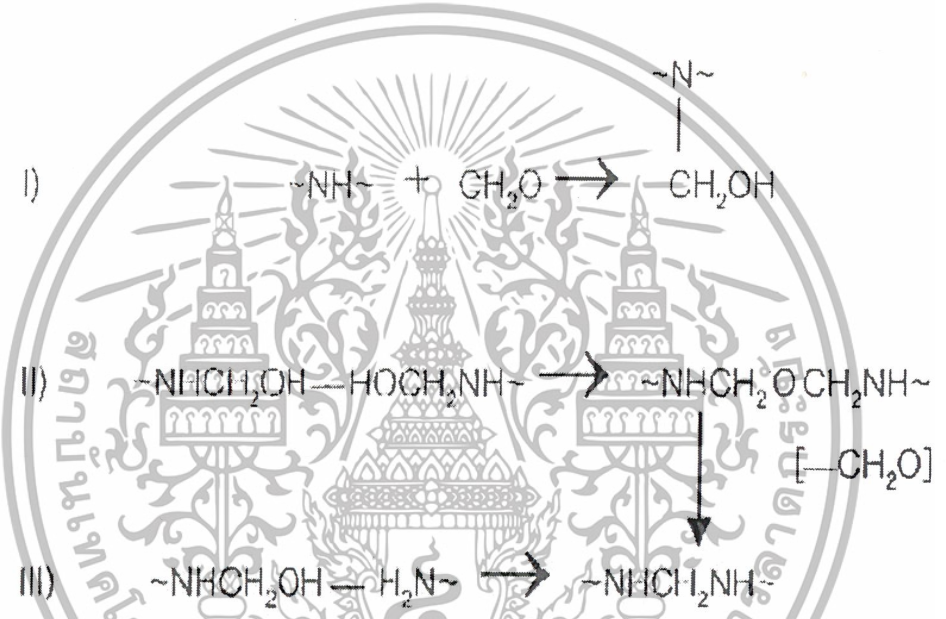
รูปที่ 2.8 ปฏิกิริยาการเตรียมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ขั้นแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. ปฏิกิริยาควบแน่น (Condensation reaction) หรือพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization reaction) เป็นพอลิเมอร์ไรเซชันของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (Urea-formaldehyde resin) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดและมีการเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นขั้นตอนดังนี้ :

1) สารละลายจะมีลักษณะเป็นตะกอนขุ่นขาวในช่วงอุณหภูมิที่ไม่สูง
2) เมื่ออุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นตะกอนที่มีอยู่ในสารละลายนั้นจะเกิดการรวมตัวกัน
3) จากนั้นจะเกิดการควบแน่นได้เป็นสารละลายใสมีลักษณะเหนียวหนืด แต่ถ้าหากให้ความร้อนต่อไปจะทำให้ได้สารละลายที่มีลักษณะเป็นเจลไม่มีสีและไม่ละลายน้ำ สามารถเขียนเป็น ปฏิกิริยาได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ปฏิกิริยาการเตรียมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินขั้นที่สอง

2.6.4 คุณสมบัติของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

คุณสมบัติที่สำคัญซึ่งใช้ในการตรวจสอบ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินได้แก่

1. Solid content (%NV) เป็นค่าที่ใช้บอกความเข้มข้นของเรซินหรือบอกให้ทราบว่าเรซินทั้งหมดมีส่วนที่เป็นเนื้อเรซินอยู่กี่เปอร์เซนต์ ซึ่งค่านี้ใช้ควบคุมคุณภาพของเรซิน การหา Solid content ทำโดยนำกาวที่ทราบปริมาณแน่นอนไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 105 °C นาน 3 ชั่วโมง นำน้ำหนักกาวที่เหลือไปคำนวณหาเปอร์เซนต์ Solid content

2. Viscosity คือค่าความหนืดของเรซิน สามารถบอกให้ทราบถึงขนาดของพอลิเมอร์ได้อย่างคร่าวๆ โดยถ้าโมเลกุลมีขนาดใหญ่ค่า Viscosity จะสูง และค่านี้สามารถใช้ประมาณอายุการเก็บเรซินได้ หาค่าได้โดยใช้เครื่องวัดความหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49283

3. Specific gravity คือค่าความถ่วงจำเพาะของสารซึ่งจะบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต่อปริมาตรของสาร

4. pH เป็นค่าที่ใช้บอกความเป็นกรดหรือเบสของสาร ถ้า pH มากกว่า 7 สารนั้นเป็นเบส แต่ถ้า pH น้อยกว่า 7 สารนั้นเป็นกรดและถ้า pH = 7 สารจะเป็นกลาง

5. Gel time เป็นระยะเวลาที่เรซินเปลี่ยนจากของเหลวที่ไหลตัวได้ไปสู่สภาพที่เป็นเจลซึ่งไม่สามารถไหลตัวได้ ในการทดสอบจะมีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาด้วย การทดสอบทำโดยนำเรซินมาจำนวนหนึ่งเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไป นำไปต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิประมาณ 100 °C ขณะต้มให้คนไปด้วยจนกาวเกิดการแข็งตัว วัดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มจุ่มกาวในน้ำเดือด จนกระทั่งกาวเป็นเจล

6. Free formaldehyde content เป็นปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาในการผลิตเรซิน

ตารางที่ 2.5 แสดงสมบัติเชิงกลและหน่วยที่วัด

สมบัติเชิงกล	ค่าที่วัดได้
Relative Vapour Density(air = 1):	(at 20 °C)1.07*
Specific Gravity (20 °C):	1.2-1.4
%Volatile by Volume:	25-50 (Water)
Solubility in Water (g/L @25 °C)	50
Water dilutability (mls)	100 minimum
Viscosity @ 25 °C (cps):	150-250
Solid content (%):	64-66

2.6.5 การเก็บรักษา

ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินจะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องได้สารพอลิเมอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นขณะอยู่ระหว่างการเก็บ ซึ่งจะสังเกตได้จากค่าความหนืด(Viscosity) ที่สูงขึ้นตามอายุการเก็บ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิ โดยอุณหภูมิจะมีผลต่ออายุการเก็บคือ อุณหภูมิสูงจะเร่งปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น ทำให้อายุการเก็บสั้นลง ถ้าเก็บที่อุณหภูมิต่ำปฏิกิริยาจะเกิดช้าลงทำให้สามารถเก็บได้นานขึ้น ปกติอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเก็บยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินคือระหว่าง 20-25 °C และสามารถอนุโลมได้ไม่เกิน 30 °C ตามสภาพอากาศในประเทศไทย การเก็บภาชนะบรรจุต้องไม่รับแสงแดดโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- pH ถ้าค่า pH ต่ำ กาวจะมีอายุการเก็บสั้น เช่น pH ต่ำกว่า 7 ปกติในการผลิตจะปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง 7-9 ซึ่งเหมาะกับการเก็บ
- ความหนืด ถ้าค่าความหนืดเริ่มต้นหลังการผลิตสูง อายุการเก็บก็จะสั้น
- ภาชนะบรรจุ สามารถใช้ถังเหล็กเคลือบ ถังที่ทำด้วยสเตนเลส ไฟเบอร์กลาส พลาสติกพีอีหรือพีพีสำหรับบรรจุ

2.6.6 ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

ปกติยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์จะมีอันตรายน้อยกว่าฟอร์มาลิน แต่เนื่องจากในยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์มีฟอร์มาลดีไฮด์อิสระที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาเหลือตกค้างอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการระคายเคืองต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้นทุกครั้งที่ปฏิบัติงานควรต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันดังนี้ คือ แว่นตานิรภัยถุงมือยางกันสารเคมี หน้ากากกรองสารเคมี (ฟอร์มาลดีไฮด์)

ถ้ายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินสัมผัสผิวหนังให้ล้างออกด้วยน้ำสบู่และน้ำสะอาด ถ้าเข้าตาให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาด ถ้ากลืนกินเข้าไปให้พาไปพบแพทย์ทันที

2.6.7 คุณสมบัติของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน ที่มีผลกระทบต่อการผลิต Particleboard

1. Viscosity หรือความหนืดของกาว โดยปกติยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน สำหรับผลิต Particleboard จะมีความหนืดอยู่ระหว่าง 150-600 cps ขึ้นอยู่กับลักษณะเครื่องจักรและขบวนการผลิตของแต่ละสายการผลิต ความหนืดจะมีผลต่อคุณสมบัติของ Particleboard คือ

-ถ้าความหนืดของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินต่ำเกินไป จะทำให้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินซึมเข้าไปในชั้นไม้มากเกินไปและเหลือยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินค้างบนผิวของชั้นไม้น้อย เมื่อทำการอัดร้อนออกมาเป็น Particleboard จะทำให้ได้ค่าความแข็งแรงต่ำ

-ถ้าความหนืดของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินสูงเกินไป จะทำให้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินซึมเข้าไปในชั้นไม้น้อยและเหลือยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินค้างบนผิวของชั้นไม้มาก การไหลตัวของยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินก็จะต่ำเนื่องจากยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินที่มีควาหนืดสูงจะมีโมเลกุลขนาดใหญ่ เมื่อทำการอัดร้อนออกมาเป็น Particleboard จะได้ค่าความหนาแน่นต่ำ ส่งผลต่อค่าความยืดหยุ่นและความแข็งแรงต่ำไปด้วย

2. Gel time ถ้ายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน มีค่า Gel time ยาวเกินไปจะทำให้การอัดร้อนต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่อกำลังการผลิตและคุณภาพของแผ่นกระดานอัดในแง่ของความแข็งแรง เช่น เกิดการระเบิด หรือ Blow ระหว่างการอัดร้อน

3. Free formaldehyde content ถ้ายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินมีค่า Free formaldehyde content สูงจะทำให้แผ่นกระดานอัดที่ผลิตได้มีความแข็งแรง แต่ในขณะเดียวกันก็จะมีค่า Formaldehyde content ในแผ่นกระดานอัดสูง ถ้ายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินมีค่า Free formaldehyde content ต่ำแผ่น

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

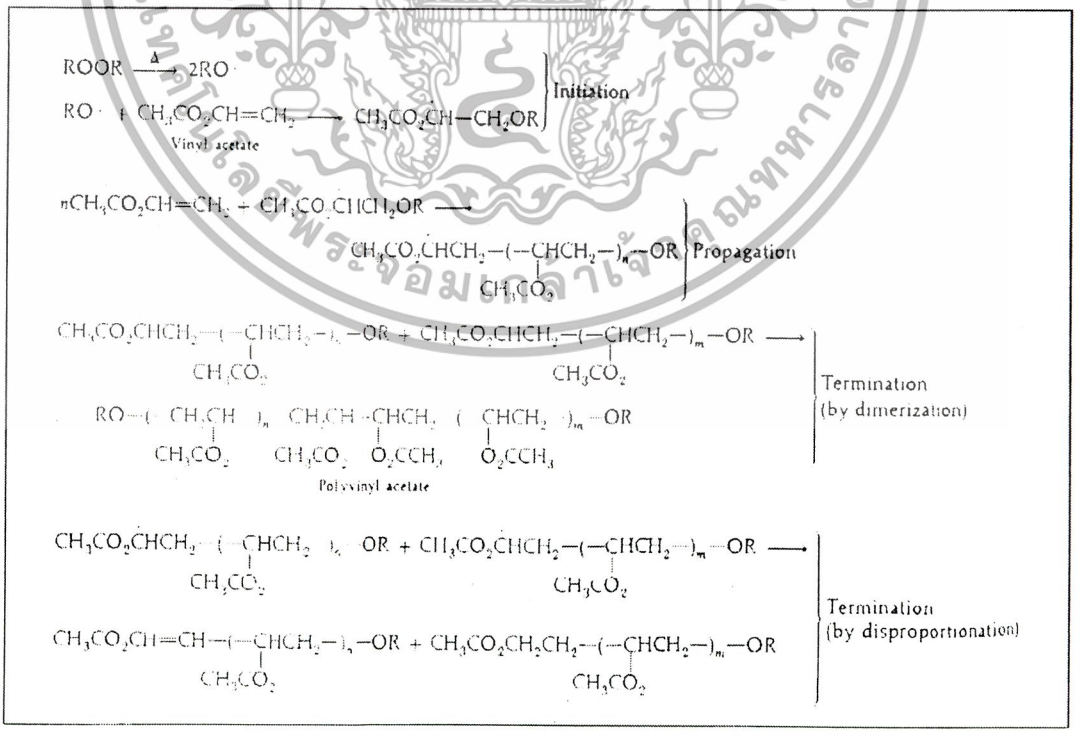
กระดานอัดที่ผลิตได้ก็จะมีค่าความแข็งแรงลดลงแต่ค่า Free formaldehyde content ในแผ่นกระดานอัดจะต่ำกว่า

ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินนำไปใช้ในงานด้านสารยึดติดเหมาะสำหรับงานภายในเนื่องจากสมบัติความไม่สามารถป้องกันการดูดซับน้ำได้นั่นเอง

2.7 พอลิไวนิลอะซีเตต

พอลิไวนิลอะซีเตต(Poly(vinyl acetate)) หรือชื่อตามระบบ IUPAC คือพอลิ-1-อะซิท็อกซิเอทิลีน (Poly-(1-acetoxyethylene)) จัดได้ว่าเป็นสารที่มีการใช้ในปริมาณมากในอุตสาหกรรมประเภทสารยึดติด ประเภทอิมัลชัน ซึ่งสามารถยึดติดได้กับวัสดุจำพวก กระดาษ ไม้ วัสดุสิ่งทอ และยังใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารพอลิไวนิลแอลกอฮอล์อีกด้วย

สารพอลิไวนิลอะซีเตตนั้นสามารถเตรียมได้จาก การนำเอาสารไวนิลอะซีเตต เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมซึ่งสามารถเตรียมได้ทั้งแบบที่เป็นถังขนาดใหญ่ แบบสารละลาย แบบแขวนลอย และแบบอิมัลชัน ซึ่งในกระบวนการเหล่านี้มากกว่า 30% ของสารตั้งต้นจะเกิดการเชื่อมต่อกันระหว่างที่เป็นสายโซ่และที่ยังเป็นโมเลกุลเดี่ยวอยู่ โดยกลไกการเชื่อมต่อของสายโซ่เหล่านั้นอาจจะเกิดได้ 2 วิธี คือ เกิดที่เทอเทียรี่คาร์บอนหรือบริเวณกลุ่มของหมู่อะซีเตต ซึ่งสามารถแสดงได้ดังปฏิกิริยาดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 กลไกการเกิดเป็นพอลิไวนิลอะซีเตต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุมูลจะเกิดขึ้นที่อะตอมของเทอเทียรี่คาร์บอนหรือที่หมู่อะซีเตตซึ่งจะเป็นตัวริเริ่มในการเกิดสายโซ่และเกิดกิ่งก้านสาขาที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นปฏิกิริยาแบบคายความร้อน โดยส่วนมากพอลิไวนิลอะซีเตตนั้นจะใช้ในรูปของสารอิมัลชัน กระบวนการในการเตรียมนั้นปริมาณการผสมของไวนิลอะซีเตตกับน้ำจะอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมให้เกิดเป็นสารแขวนลอยและสารผสมอิมัลชันอยู่ร่วมกัน ในปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนั้นจะทำให้เกิดน้ำขึ้นมาซึ่งมีผลทำให้ปฏิกิริยามีการเดินหน้าและทำให้เกิดเป็นสารพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ขึ้นแทน เราจึงต้องมีการกำจัดน้ำออกโดยการใช้สารโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตเป็นตัวช่วยในการดูดน้ำออก

2.7.1 สมบัติและการนำไปใช้

พอลิไวนิลอะซีเตตจัดได้ว่าเป็นสารมีลักษณะไม่เป็นผลึก (Non-crystalline) มีอุณหภูมิสถานะคล้ายแก้วที่ประมาณ 28 °C หรือมากกว่าอุณหภูมิห้องเล็กน้อย มีความสามารถในการละลาย (Solubility parameter) 19.4 MPa

มีการนำไปใช้มากในอุตสาหกรรมสารยึดติด ซึ่งสามารถยึดติดได้กับวัสดุจำพวกกระดาษ ไม้ วัสดุสิ่งทอ และยังเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารพอลิไวนิลแอลกอฮอล์อีกด้วย

2.8 กาวเดกซ์ตริน

กาวเดกซ์ตรินสามารถเตรียมได้จากกระบวนการเดกซ์ตรินไนเซชัน (Dextrinization) โดยนำแป้งมาผ่านกระบวนการ Dry Heat โดยใช้กรดจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเดกซ์ตริน ซึ่งกาวเดกซ์ตรินแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. White dextrins

เตรียมได้จากการนำแป้งไปให้ความร้อนและมีการใช้ปริมาณกรดเป็นจำนวนมากที่อุณหภูมิประมาณ 258 °F หรือ 120 °C ซึ่งทำให้เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตสั้นลงประมาณ 3-7 ชั่วโมง จะได้กาวเดกซ์ตรินมีสีขาวจนถึงสีครีม มีสมบัติการละลายและความหนืดอยู่ในช่วงต่ำถึงสูง ซึ่งจะใช้ในการทำท่อ อุดรอยรั่วของกล่องหรือหีบ ทำแผ่นลามิเนต เป็นต้น

2. Canary dextrins

สามารถเตรียมได้จากการให้ความร้อนกับแป้ง โดยใช้กรดปริมาณปานกลาง ที่อุณหภูมิประมาณ 300 °F หรือ 149 °C เวลาที่ใช้ในการผลิตประมาณ 11 ชั่วโมง กาวที่ได้จะมีสีสว่างถึงมืด มีสมบัติการละลายตัวในน้ำเย็นจัดและความเสถียรทางความหนืดต่ำ มีความสามารถในการเปียกใช้ทำเทปกาว อุดรอยรั่ว และแผ่นลามิเนตหรือท่อ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. British gum

เป็นการนำแป้งไปให้ความร้อนและใช้กรดในปริมาณน้อยที่อุณหภูมิสูงประมาณ 330 °F หรือ 166 °C นานประมาณ 17 ชั่วโมง ซึ่งกาวที่ได้จะมีสมบัติในการละลายต่ำถึงสูง และมีความเสถียรทางความหนืดจากต่ำถึงสูง กาวจะมีลักษณะเป็นสีดำและสามารถติดได้เร็ว ใช้ในการทำแผ่นลามิเนตชนิดแข็ง ทำกระเป๋าหรือท่อ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปุรนันท์ อังคสุวรรณ และอุดมศักดิ์ พฤติสุนากร ได้ทำการศึกษาการเตรียมแผ่นกระดานอัดดูดซับเสียงและสมบัติเชิงกลของแผ่นกระดานอัดจากพอลิสไตรีนโฟมและชานอ้อยในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้พอลิไวนิลอะซิเตตหรือยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินเป็นสารยึดติด โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสม จากการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณชานอ้อยเพิ่มขึ้นทำให้สมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดซับเสียงสูงขึ้น ส่วนปริมาณสารยึดติดและอัตราการผสมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนาแน่น สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดซับเสียงสูงขึ้น แต่ความชื้นลดลง การเพิ่มปริมาณพอลิสไตรีนโฟมทำให้การดูดซับเสียงเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบสารยึดติด พบว่ายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินมีสมบัติโดยรวมที่สูงกว่า

จงจิตร์ หิรัญลาภ และคณะได้ทำการศึกษาการขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ โดยใช้สารยึดติด 2 ชนิดคือ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน 12% และฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 6% ผสมกับไอโซไซยาเนต จากการศึกษาพบว่าสมบัติทางเชิงกลของแผ่นชิ้นไม้อัดเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของแผ่นเพิ่มขึ้นแต่ความคงสภาพในเทอมของความพองตัวเมื่อแช่น้ำและการดูดซับน้ำ มีค่าลดลงเมื่อความหนาแน่นของแผ่นเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิจัยและดำเนินงาน

3.1 วัสดุและสารเคมี

1. ชานอ้อย (ไม่ทราบบริษัท)
2. พอลิสไตรีนโฟม (ไม่ทราบบริษัท)
3. ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (กาวผงบอสนี่ บริษัท อาร์.เจ.ลอนดอนเคมีคอลอินดัสทรีส์ จำกัด)
4. พอลิไวนิลอะซีเตต (ลาเท็ก ทีโอเอ เบอร์ แอลเอ 22 เอส บริษัท ทีโอเอ เคมีคอล อินดัสทรีส์ จำกัด)
5. กาวเดกซ์ตริน
6. อะลูมิเนียมฟอยล์
7. ฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง
2. ไมโครมิเตอร์
3. เตาอบ
4. เดซิกเคเตอร์
5. เครื่องโม่บด (Grinding Machine รุ่น BOSCO)
6. เครื่องกดอัดร้อน (Compression Machine)
7. เครื่องวัดเสียง รุ่น NL-14/NL-04
8. เครื่องทดสอบความแข็งแรงโค้งงอ
9. ถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

1. นำชานอ้อยมาทำการบดโดยเครื่องโม่บด
2. นำชานอ้อยไปคัดขนาดโดยใช้เครื่องคัดขนาดให้มีขนาด 0.25-0.8 มิลลิเมตร
3. นำไปอบในตู้อบเพื่อให้มีความชื้นเหลือเพียง 4-8 %
4. นำพอลิสไตรีนโฟมมาทำการบดโดยเครื่องโม่บด
5. คัดขนาดโฟมโดยใช้เครื่องคัดขนาดให้มีขนาด 2-4 มิลลิเมตร และขนาด 4–6.48 มิลลิเมตร
6. ชั่งวัสดุและสารเคมีตามตารางที่ 3.1
7. ผสมวัสดุและสารเคมีที่ชั่งมาให้เข้ากัน
8. นำของผสมที่ได้ไปใส่ในแม่พิมพ์ ขนาด 15*17*1 ลบ.ซม. โดยการใส่ต้องให้ของผสมกระจายเท่ากัน
9. นำเข้าเครื่องอัดเพื่ออัดขึ้นรูปโดยมีสภาวะดังนี้

   ความดัน 1200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

   อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

   เวลาในการอัด 15 นาที
10. นำชิ้นงานที่ได้ไปทดสอบสมบัติเชิงกลและสมบัติการดูดซับเสียง
11. ทำซ้ำจากข้อ 5-10 โดยเปลี่ยนเป็นตารางที่ 3.2-3.6 ตามลำดับ

3.3.1 เตรียมแผ่นกระดานอัดด้วยสารยึดติดชนิดต่างๆ

ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร และยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ อัตราการผสมยูเรียฟอร์มาดีไฮด์ต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (กรัม) ที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด

ลำดับที่	ปริมาณ (กรัม)		
	โฟมพอลิสไตรีน	ชานอ้อย	ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน
1	8	30	40
2	0	40	40
3	12	0	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร และพอลิไวนิลอะซีเตต ที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด

ลำดับที่	ปริมาณ (กรัม)		
	โฟมพอลิสไตรีน	ชานอ้อย	พอลิไวนิลอะซิเตต
1	8	30	40
2	0	40	40
3	12	0	40

ตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร และกาวเดกซ์ตรินที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด

ลำดับที่	ปริมาณ (กรัม)		
	โฟมพอลิสไตรีน	ชานอ้อย	กาวเดกซ์ตริน
1	8	30	40
2	0	40	40
3	12	0	40

ตารางที่ 3.4 แสดงปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร และยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ที่อัตราการผสมยูเรียฟอร์มาดีไฮด์ต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (กรัม) ที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด

ลำดับที่	ปริมาณ (กรัม)		
	โฟมพอลิสไตรีน	ชานอ้อย	ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน
1	8	30	40
2	0	40	40
3	12	0	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร และพอลิไวนิลอะซิเตตที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด

ลำดับที่	ปริมาณ (กรัม)		
	โฟมพอลิสไตรีน	ชานอ้อย	พอลิไวนิลอะซิเตด
1	8	30	40
2	0	40	40
3	12	0	40

ตารางที่ 3.6 แสดงปริมาณชานอ้อย พอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร และกาวเดกซ์ตรินที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด

ลำดับที่	ปริมาณ (กรัม)		
	โฟมพอลิสไตรีน	ชานอ้อย	กาวเดกซ์ตริน
1	8	30	40
2	0	40	40
3	12	0	40

3.4 การทดสอบ

3.4.1 ความหนาแน่น

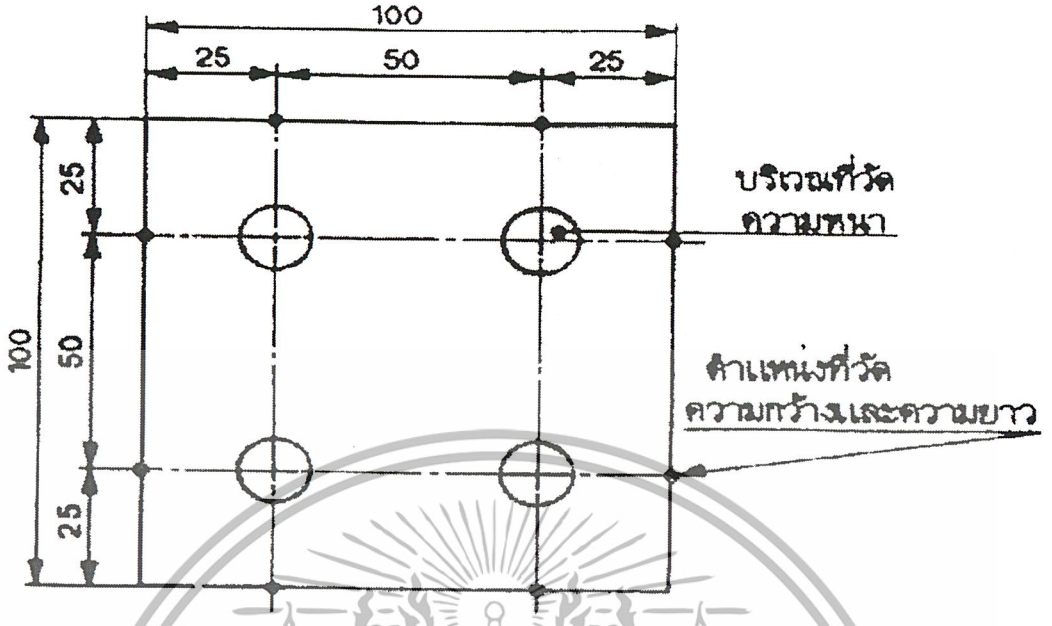
<u>เครื่องมือ</u>

1. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
2. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. ชั่งชิ้นทดสอบให้ทราบมวลที่แน่นอนถึง 0.1 กรัม
2. วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบขนานกับขอบให้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร ตามรูปที่ 3.1 แล้วหาค่าเฉลี่ย
3. วัดความหนาของชิ้นทดสอบ 4 ตำแหน่ง ตามรูปที่ 3.1 แล้วหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นงาน

<u>วิธีการคำนวณ</u>

หาความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{มวล (กรัม)}}{\text{ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

<u>การรายงานผล</u>

รายงานผลค่าความหนาแน่นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ความชื้น

<u>เครื่องมือ</u>

1. เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
2. เตาอบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 103 องศาเซลเซียส
3. เดซิกเคเตอร์

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1. ชั่งชิ้นทดสอบที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 1 แล้ว ให้ทราบมวลที่แน่นอนถึง 0.01 กรัม เป็นมวลก่อนอบ
2. อบชิ้นทดสอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่
3. นำชิ้นทดสอบมาใส่ในเดซิกเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็น
4. ชั่งชิ้นทดสอบ เป็นมวลเมื่ออบแห้ง

<u>วิธีการคำนวณ</u>

หาค่าความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{มวลก่อนอบ (กรัม)} - \text{มวลเมื่ออบแห้ง}}{\text{มวลเมื่ออบแห้ง (กรัม)}} \times 100$$

<u>การรายงานผล</u>

รายงานค่าความชื้นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและค่าเฉลี่ย

3.4.3 สมบัติเชิงกล

3.4.3.1 มอดุลัสแตกร้าว และมอดุลัสยืดหยุ่น

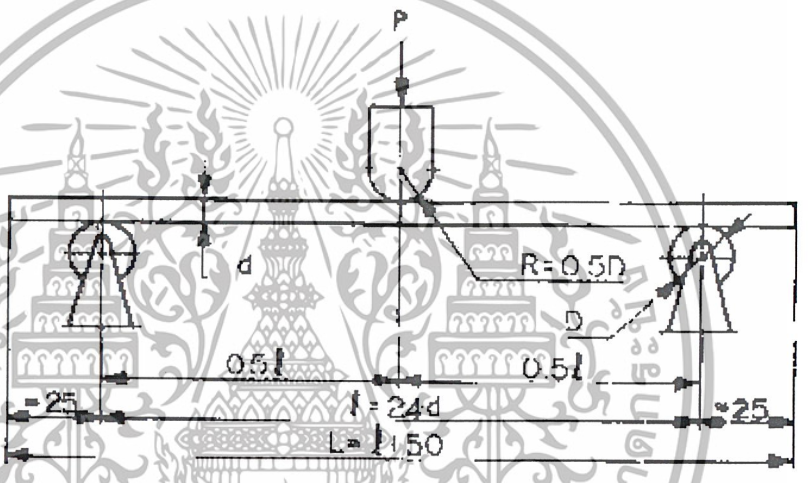
<u>เครื่องมือ</u>

1. เครื่องกดซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 นิวตัน หรือร้อยละ 5 ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นงานทดสอบรับได้ หัวกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปทรงกลมมีรัศมีไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความหนาชิ้นทดสอบ และมีความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ
2. แท่นรองรับ ต้องมีลักษณะตัดเป็นรูปวงกลมหรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของความหนาของชิ้นทดสอบ ความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ
3. มาตรการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

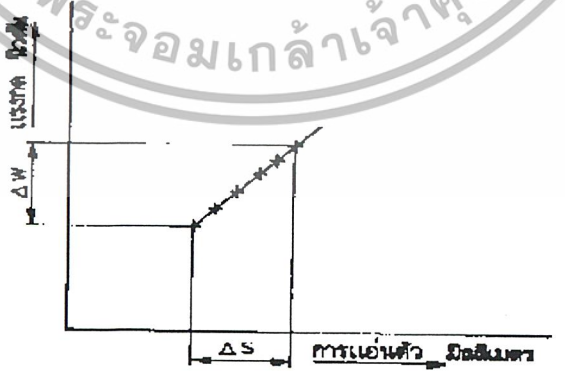
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทดสอบ

1. วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่าง 24 เท่าของความหนาระบุชิ้นงานทดสอบตามรูป 3.3 ให้ปลายชิ้นงานทดสอบยื่นออกไปจากแท่นรองรับประมาณข้างละ 25 มิลลิเมตร
2. ให้แรงกดลงบนจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นกดจนกระทั่งชิ้นทดสอบหัก ต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดอัดกับค่าการแอ่นตัว ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.2 การทดสอบมอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณ

1. หาค่ามอดุลัสแตกร้าวจากสูตร

$$R = \frac{3PI}{2bd^2}$$

เมื่อ R คือ มอดุลัสแตกร้าว เป็นเมกะพาสคัล

P คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบยอมรับได้ เป็นนิวตัน

I คือ ระยะห่างของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร

b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

d คือ ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

2. หาค่ามอดุลัสยืดหยุ่นจากสูตร

$$E = \frac{I^3 \Delta W}{4 bd^2 \Delta S}$$

E คือ มอดุลัสยืดหยุ่น เป็นเมกะพาสคัล

I คือ ระยะห่างของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร

ΔW คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 3.4 เป็นนิวตัน

b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

d คือ ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

ΔS คือ ระยะแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตาม

รูปที่ 3.4 เป็นมิลลิเมตร

การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของมอดุลัสยืดหยุ่นและของมอดุลัสแตกร้าวของตัวอย่างแต่ละแผ่น

3.4.4 การดูดซับเสียง

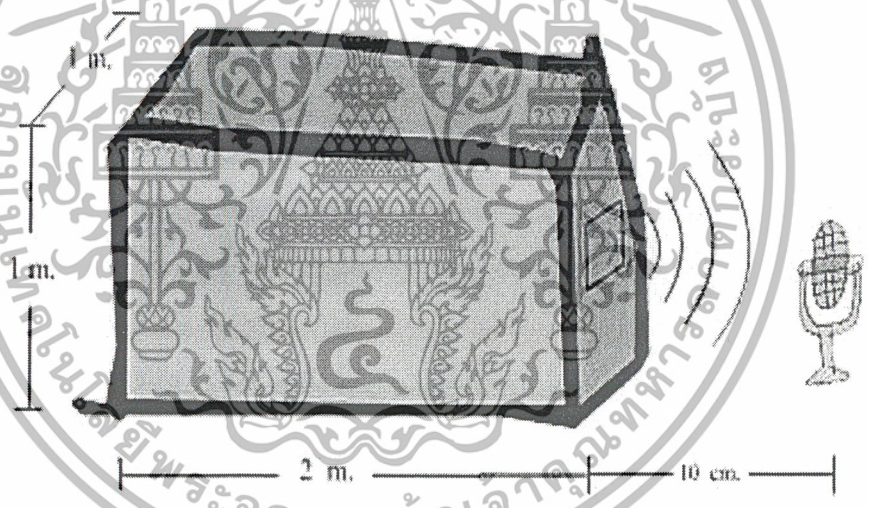
เครื่องมือ

1. เครื่องวัดระดับความดันเสียง
2. เครื่องกำเนิดเสียงที่สามารถปรับความถี่ได้
3. กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 m^3
4. กล่องกระดาษขนาด 20*20*20 cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดสอบ

1. วางเครื่องกำเนิดเสียงภายในกล่องเก็บเสียงที่มีช่องเปิดเพียงทางเดียวให้เสียงผ่านออกมาได้
2. วางเครื่องวัดระดับความดันเสียงห่างจากช่องเปิดเสียงผ่านเป็นระยะ 10 เซนติเมตร
3. ทำการวัดระดับความดันเสียงที่ความถี่ 250 เฮิร์ต โดยไม่มีวัสดุใดปิดกั้นทางเดินเสียง จดบันทึก
4. นำแผ่นกระดาษอัดวางกั้นทางเดินเสียงที่ช่องเปิดของกล่องเก็บเสียง
5. ทำการอ่านค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับความดันเสียงที่ระยะ 10 เซนติเมตร จดบันทึก
6. ทำซ้ำจากข้อ 2-5 แต่เปลี่ยนความถี่ของเครื่องกำเนิดเสียงเป็น 500 1000 2000 เฮิร์ต ตามลำดับ
7. ทำซ้ำจากข้อ 1-6 แต่เปลี่ยนจากกล่องเก็บเสียงเป็นกล่องกระดาษ ซึ่งจะบุชิ้นงานทั้ง 4 ด้าน



รูปที่ 3.4 แสดงการจัดวางเครื่องกำเนิดเสียง เครื่องวัดระดับความดันเสียง และแผ่นกระดานอัด

การรายงานผล

รายงานค่าร้อยละการดูดซับเสียงของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและค่าเฉลี่ย

3.5 สิ่งที่คาดว่าจะทำต่อไป

นำขี้ผึ้งพาราฟินมาผสมเพื่อเพิ่มสมบัติในการกันน้ำ เนื่องจากชานอ้อยมีสมบัติในการดูดน้ำที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดซับเสียง แบ่งการศึกษาตามชนิดของสารยึดติดที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดานอัด และขนาดของพอลิสไตรีนโฟม โดยขนาดของชานอ้อยที่ใช้ในการเตรียมแผ่นกระดานอัดคือ 0.25-0.8 มิลลิเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน

ขนาดชานอ้อยที่ใช้คือ : 0.25-0.8 มิลลิเมตร

สารยึดติด : ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

ขนาดของโฟมที่ใช้คือ : 2-4 มิลลิเมตร และ 4-6.48 มิลลิเมตร

ความหมายของสูตรต่างๆในแกน X : สูตรของแผ่นกระดานอัด

ผสม <4 คือ :โฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร(กรัม) :ชานอ้อย (กรัม):สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 8 : 30 : 40

ผสม >4 คือ :โฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร(กรัม):ชานอ้อย (กรัม)สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 8 : 30 : 40

ชานอ้อย คือ :ชานอ้อย (กรัม) : สารยึดติด (กรัม) ในอัตราส่วน40 : 40

โฟม <4 คือ :โฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร(กรัม) : สารยึดติด (กรัม) ในอัตราส่วน 12 :40

โฟม >4 คือ :โฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร(กรัม) : สารยึดติด (กรัม)ในอัตราส่วน 12 :40

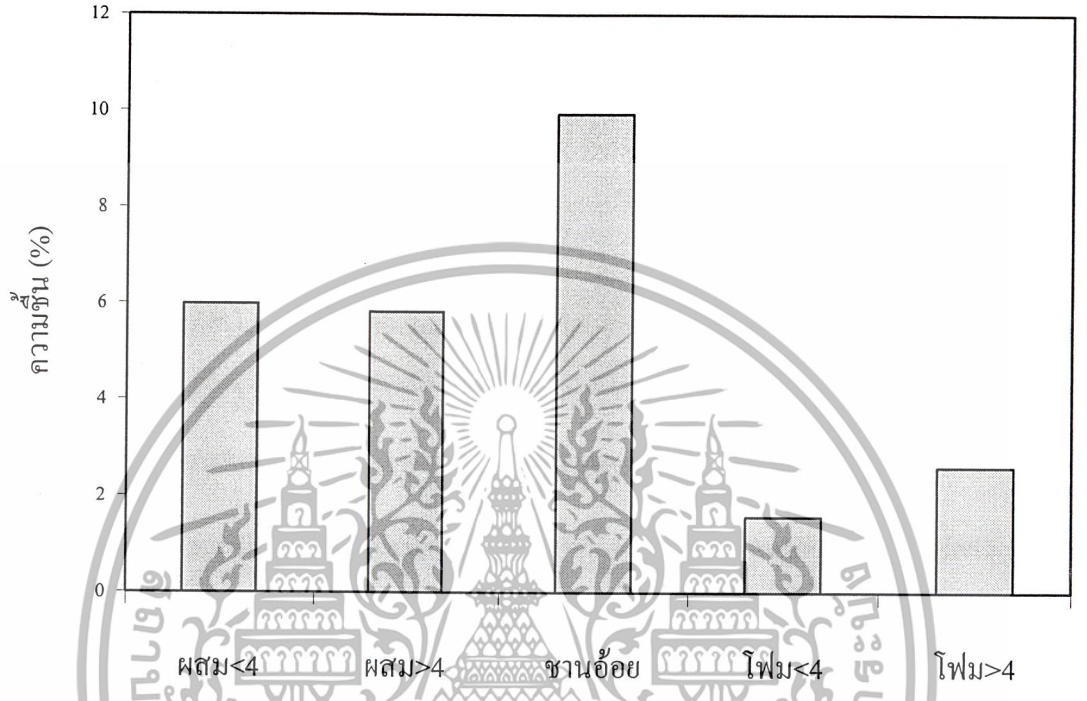
ความหมายของแกน Y : สมบัติที่ต้องการจะศึกษา เช่น ค่าความชื้น (%) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

4.1.1.1 ความชื้น

ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.1



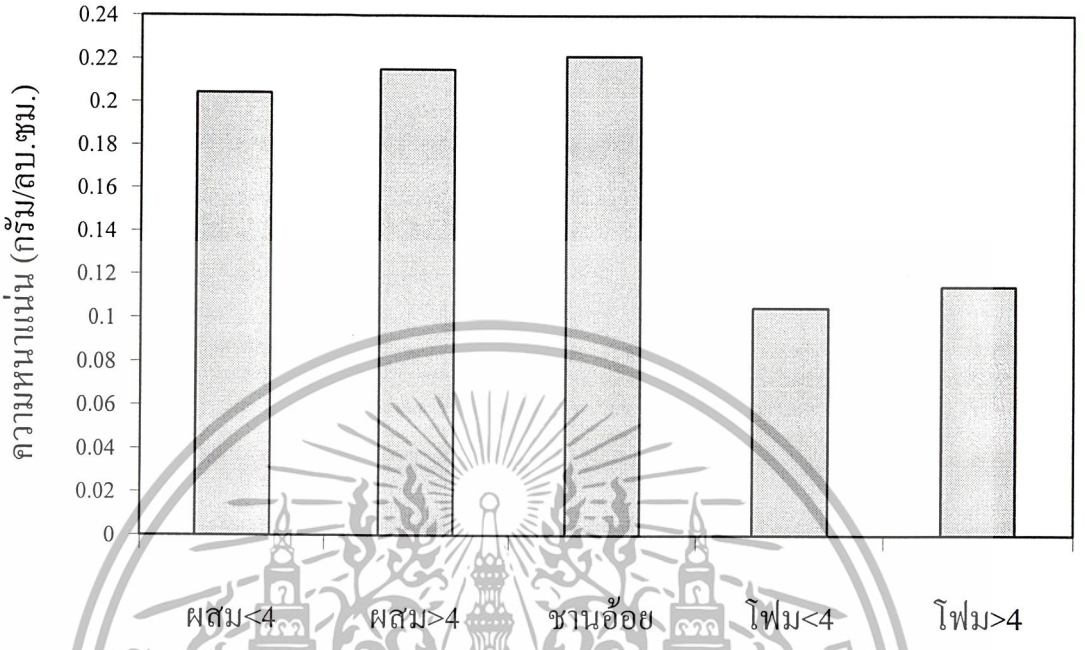
รูปที่ 4.1 ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.1 เมื่อพิจารณาความชื้น (%) ของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆพบว่าเมื่อแผ่นกระดานอัดที่มีเฉพาะชานอ้อยจะมีค่าความชื้นสูงที่สุด เนื่องมาจากชานอ้อยสามารถดูดความชื้นได้มาก แต่เมื่อพิจารณาแผ่นกระดานอัดที่มีเฉพาะโฟมซึ่งมีขนาดของพอลิสไตรีนโฟมต่างกันพบว่าค่าความชื้นไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะว่าพอลิสไตรีนโฟมไม่ดูดความชื้นและขนาดของพอลิสไตรีนโฟม ไม่ทำให้ค่าความชื้นแตกต่างกันมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ความหนาแน่น

ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นกระดานอัด แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

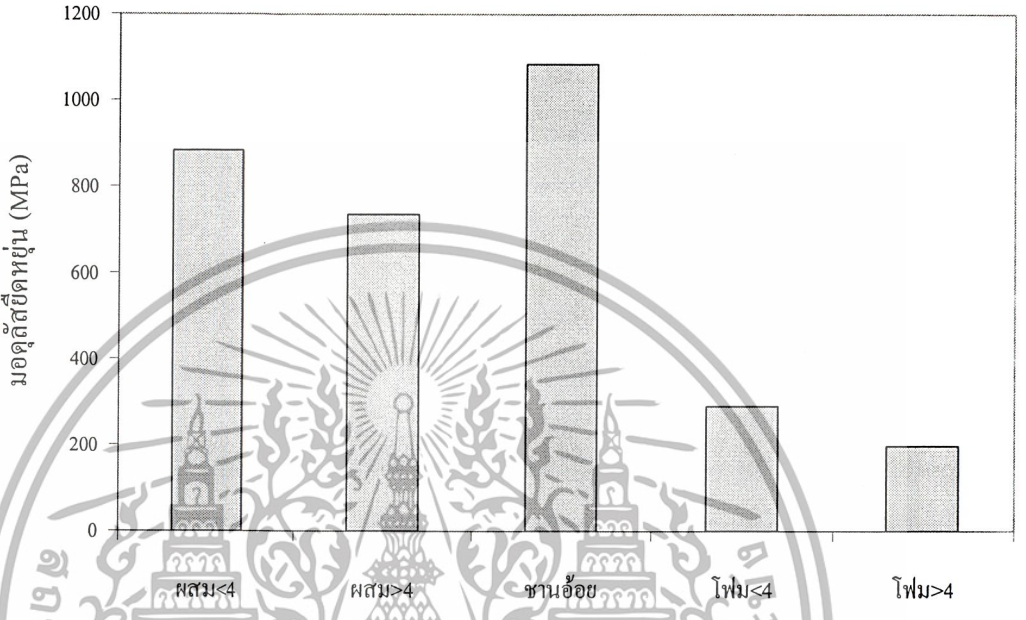
จากรูปที่ 4.2 เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อยเพียงอย่างเดียวโดยไม่ผสมพอลิสไตรีนโฟมจะมีความหนาแน่นสูง เมื่อเพิ่มปริมาณโฟมทำให้ความหนาแน่นลดลงแต่ไม่มากนัก สำหรับแผ่นกระดานอัดที่ ไม่ผสมชานอ้อยมีเพียงโฟมจะมีความหนาแน่นต่ำ เนื่องจากโฟมมีน้ำหนักเบา เมื่อพิจารณาขนาดของพอลิสไตรีนโฟมพบว่ามีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล

4.1.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.3



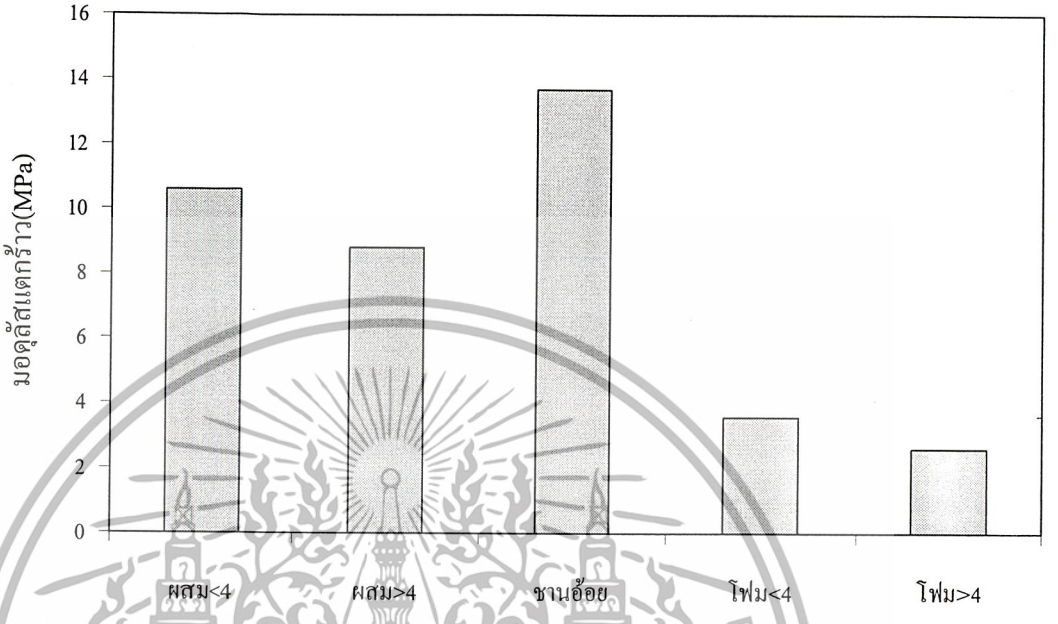
รูปที่ 4.3 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.3 เมื่อพิจารณาค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆพบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อยจะมีค่ามอดุลัสสูงสุด สำหรับขนาดพอลิสไตรีนโฟมพบว่าขนาดของพอลิสไตรีนโฟม 2-4 มิลลิเมตร จะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร เนื่องจากมีขนาดอนุภาคที่เล็กสามารถถ่ายเทแรงได้ดี สามารถรับแรงได้ มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 มอดุลัสแตกร้าว

ค่ามอดุลัสแตกร้าว(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัด ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.4



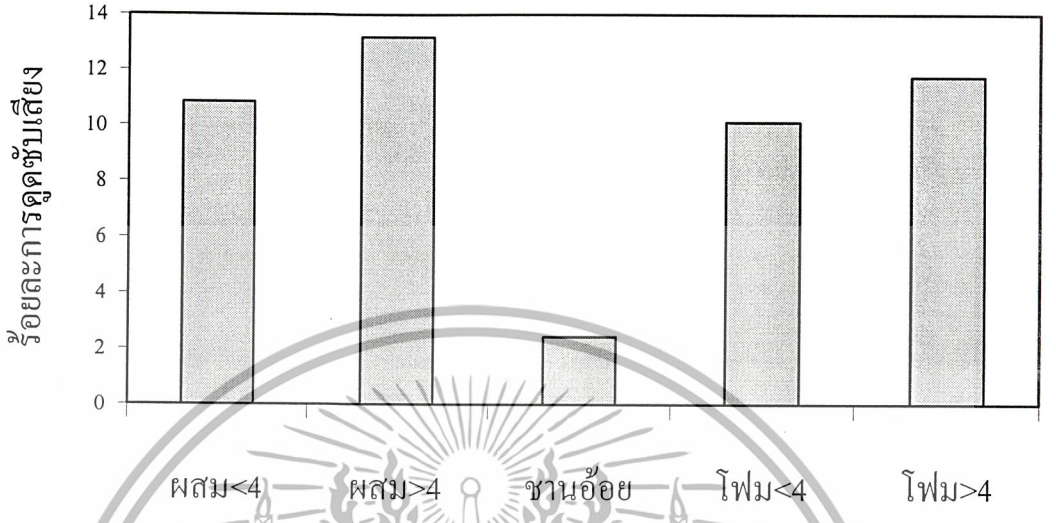
รูปที่ 4.4 ค่ามอดุลัสแตกร้าว(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัด ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.4 เมื่อพิจารณาค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้ ในอัตราส่วนต่างๆพบว่า แผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อย จะมีค่ามอดุลัสสูงสุดสำหรับขนาดพอลิสไตรีนโฟมพบว่าขนาดของพอลิสไตรีนโฟม 2-4 มิลลิเมตรจะมีค่ามอดุลัสแตกร้าวสูงกว่าขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร เนื่องจากมีขนาดอนุภาคที่เล็กสามารถถ่ายเทแรงได้ดี สามารถรับแรงได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

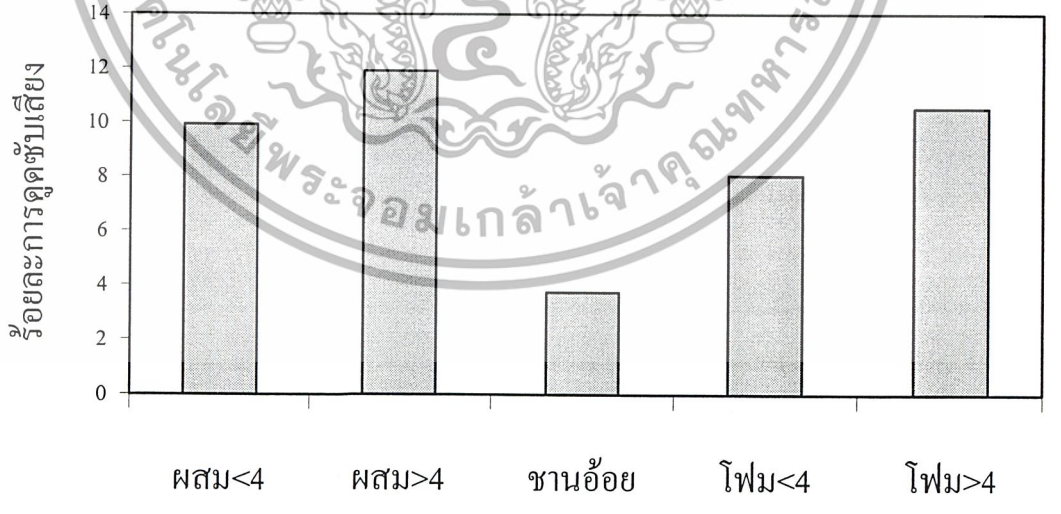
4.1.3 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3

4.1.3.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต



รูปที่ 4.5 ค่าร้อยละการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

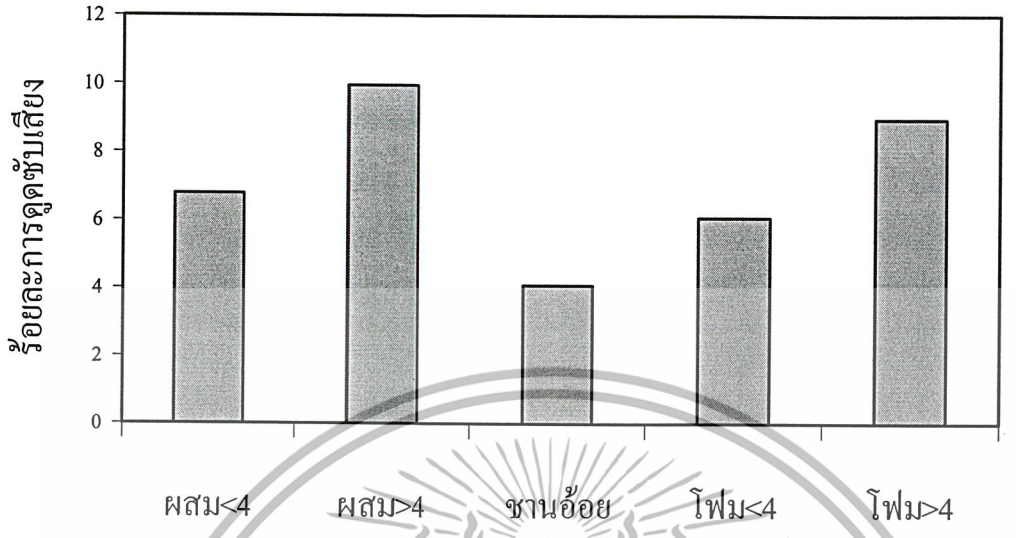
4.1.3.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.6 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^{3}ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

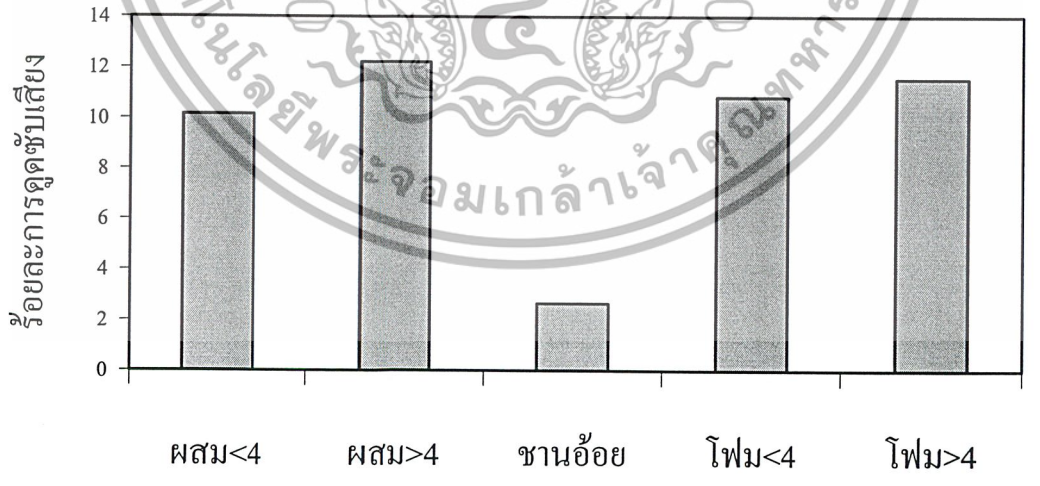
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.7 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

4.1.3.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.8 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

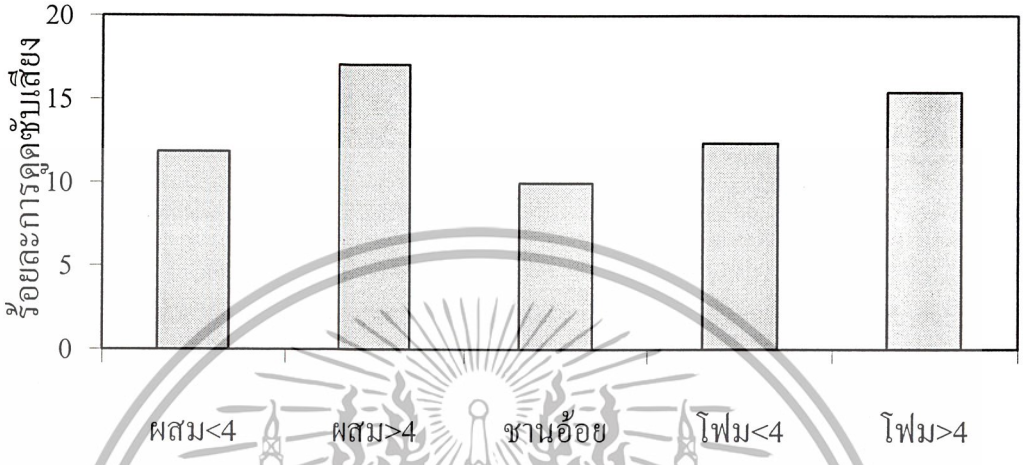
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5-4.8 พบว่าความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีนโฟมจะมีค่าสูงสุด ซึ่งจะแตกต่างกับแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากพอลิสไตรีนโฟมที่ไม่ผสมชานอ้อยเพียงเล็กน้อย และแผ่นกระดานอัดที่มีเพียงชานอ้อยดูดซับเสียงได้น้อยเพราะไม่มีพอลิสไตรีนโฟม โดยแผ่นกระดานอัดที่มีพอลิสไตรีนโฟมสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่า แสดงว่าพอลิสไตรีนโฟมมีผลในการดูดซับเสียง สำหรับขนาดของพอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร สามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่า ขนาด 2-4 มิลลิเมตร เนื่องจากพอลิสไตรีนโฟมมีขนาดใหญ่กว่าทำให้แผ่นกระดานอัดมีช่องว่างภายในมากกว่าขนาดเล็กจึงทำให้สามารถดูดซับเสียงได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

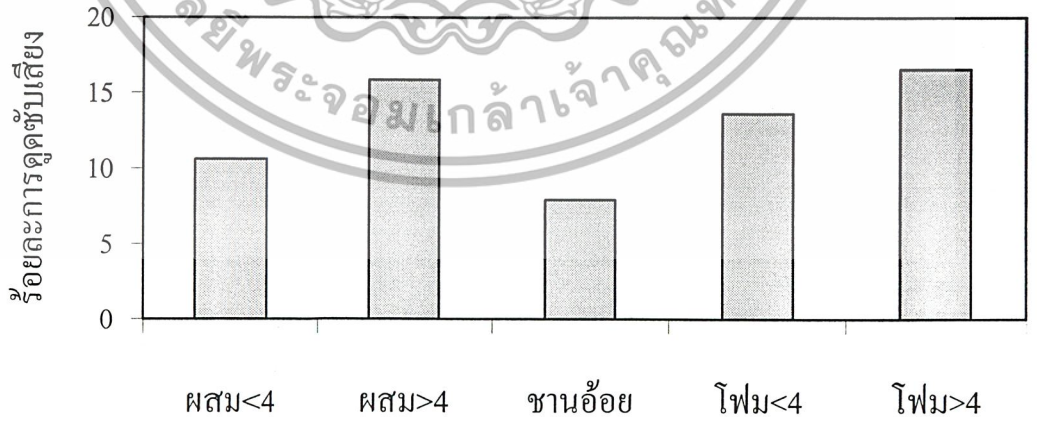
4.1.4 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3

4.1.4.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต



รูปที่ 4.9 ค่าร้อยละการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

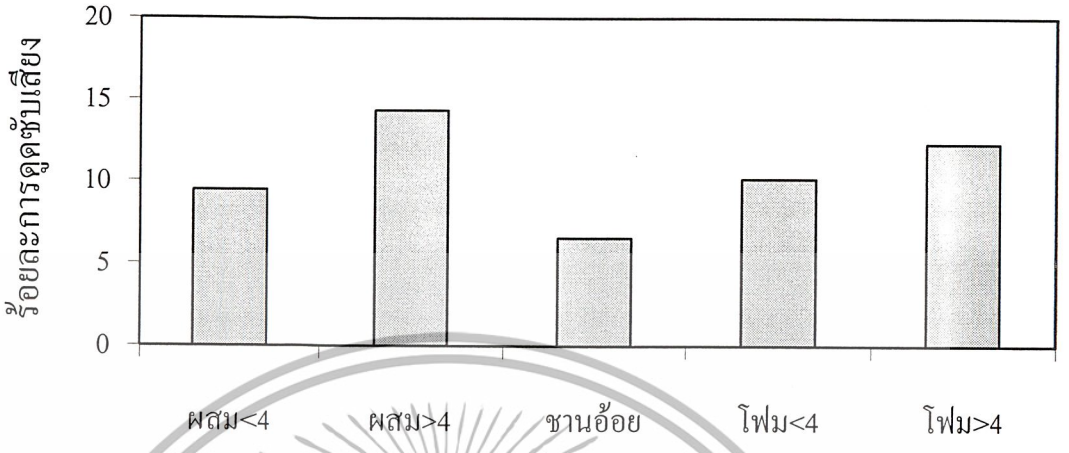
4.1.4.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.10 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

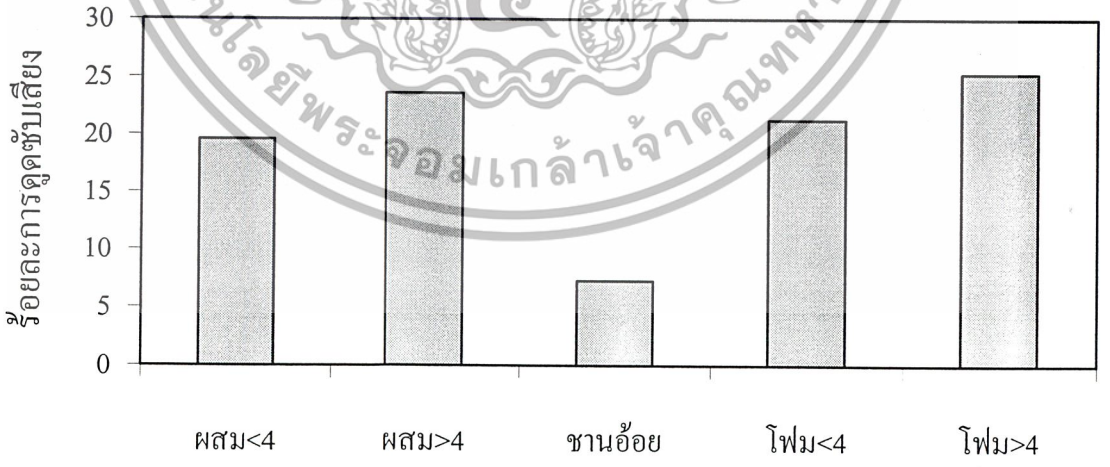
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.11 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

4.1.4.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.12 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9-4.12 พบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีนโฟม จะมีค่าการดูดซับเสียงมากที่สุด เมื่อพิจารณาขนาดของพอลิสไตรีนโฟมพบว่าขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร สามารถดูดซับเสียงได้สูงกว่า ขนาด 2-4 มิลลิเมตร เนื่องจาก ขนาดของพอลิสไตรีนโฟม มีขนาดใหญ่กว่า จะเพิ่มช่องว่างภายในแผ่นกระดานมากกว่าซึ่งทำให้ดูดซับเสียงได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 พอลิไวนิลอะซีเตต

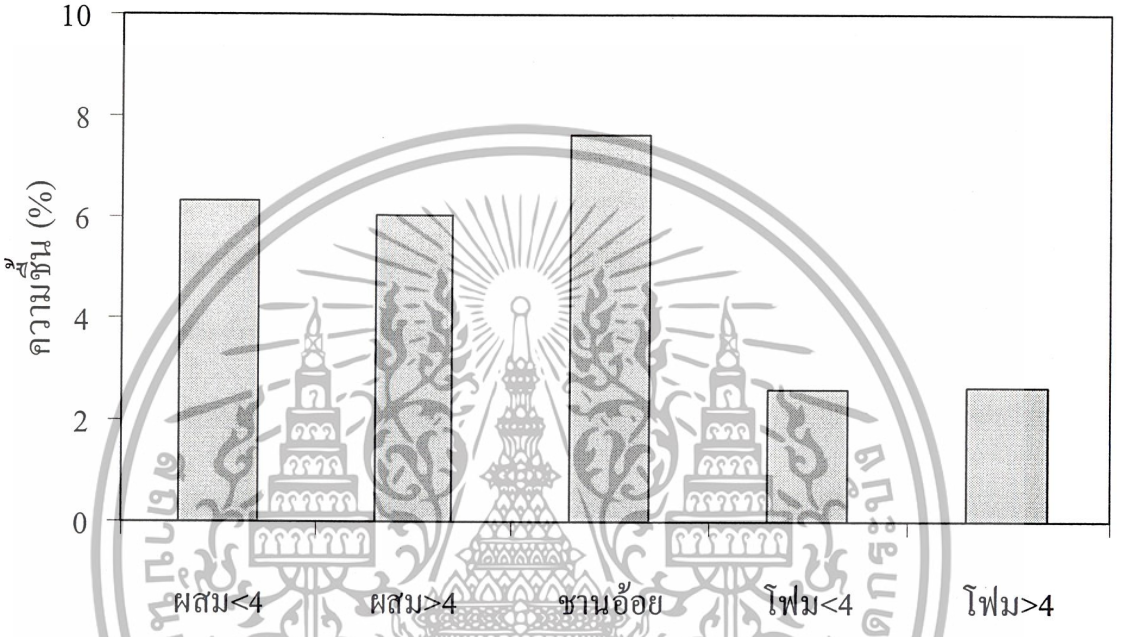
ขนาดชานอ้อยที่ใช้คือ	: 0.25-0.8 มิลลิเมตร
สารยึดติด	: พอลิไวนิลอะซีเตต
ขนาดของโฟมที่ใช้คือ	: 2-4 มิลลิเมตร และ 4-6.48 มิลลิเมตร
ความหมายของสูตรต่างๆในแกน X	: สูตรของแผ่นกระดานอัด
ผสม <4 คือ	:โฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร(กรัม):ชานอ้อย (กรัม):สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 8 : 30 : 40
ผสม >4 คือ	:โฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร(กรัม):ชานอ้อย (กรัม): สารยึดติด(กรัม)ในอัตราส่วน 8 : 30 : 40
ชานอ้อย คือ	:ชานอ้อย (กรัม) : สารยึดติด (กรัม) ในอัตราส่วน40 : 40
โฟม <4 คือ	:โฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร(กรัม) : สารยึดติด (กรัม)ในอัตราส่วน 12 :40
โฟม >4 คือ	:โฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร(กรัม) : สารยึดติด (กรัม)ในอัตราส่วน 12 :40
ความหมายของแกน Y	: สมบัติที่ต้องการจะศึกษา เช่น ค่าความชื้น (%) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

4.2.1.1 ความชื้น

ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

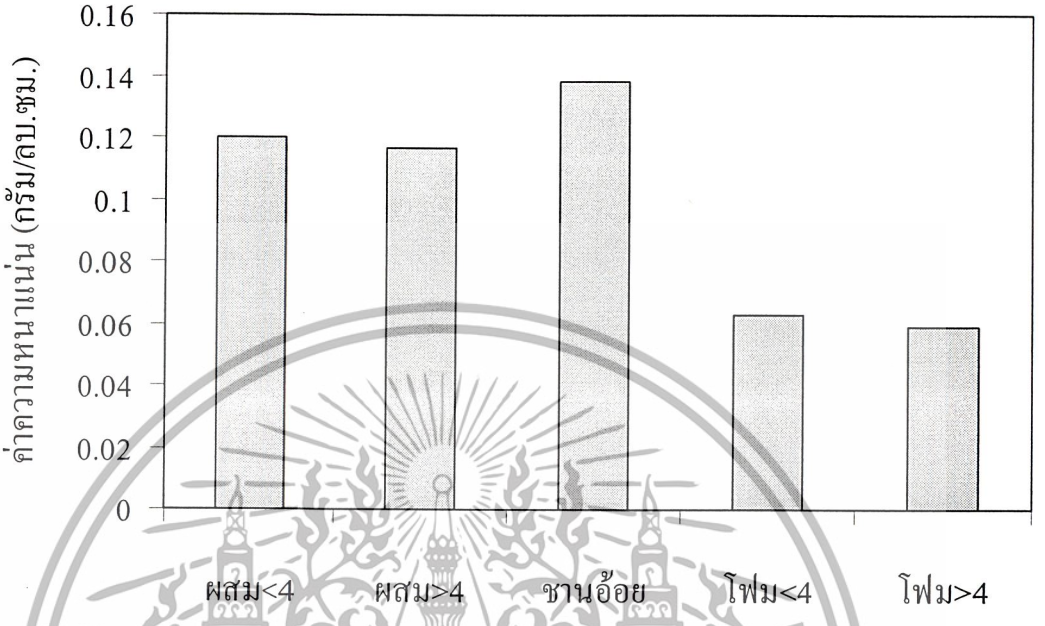
จากรูปที่ 4.13 เมื่อพิจารณาความชื้น (%) ของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆพบว่าเมื่อแผ่นกระดานอัดที่มีเฉพาะชานอ้อยจะมีค่าความชื้นสูง เนื่องมาจากชานอ้อยสามารถดูดความชื้นได้สูง แต่เมื่อพิจารณาแผ่นกระดานอัดที่มีเฉพาะโฟมซึ่งมีขนาดของพอลิสไตรีนโฟมต่างกันพบว่าค่าความชื้นไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากพอลิสไตรีนโฟมไม่ดูดความชื้นและขนาดของโฟมไม่มีผลต่อการดูดความชื้น ซึ่งทำให้มีค่าการดูดความชื้นน้อย

เมื่อพิจารณาแผ่นกระดานอัดที่ผสมชานอ้อยและพอลิสไตรีนโฟมพบว่ามีค่าอยู่ระหว่างแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยและจากโฟม เนื่องจากเนื้อของพอลิไวนิลอะซีเตตจะแทรกตัวระหว่างชานอ้อย ทำให้ช่องว่างระหว่างชานอ้อยลดลง เป็นผลให้เกิดการสะสมของความชื้นลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 ความหนาแน่น

ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นกระดานอัด แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.14 ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

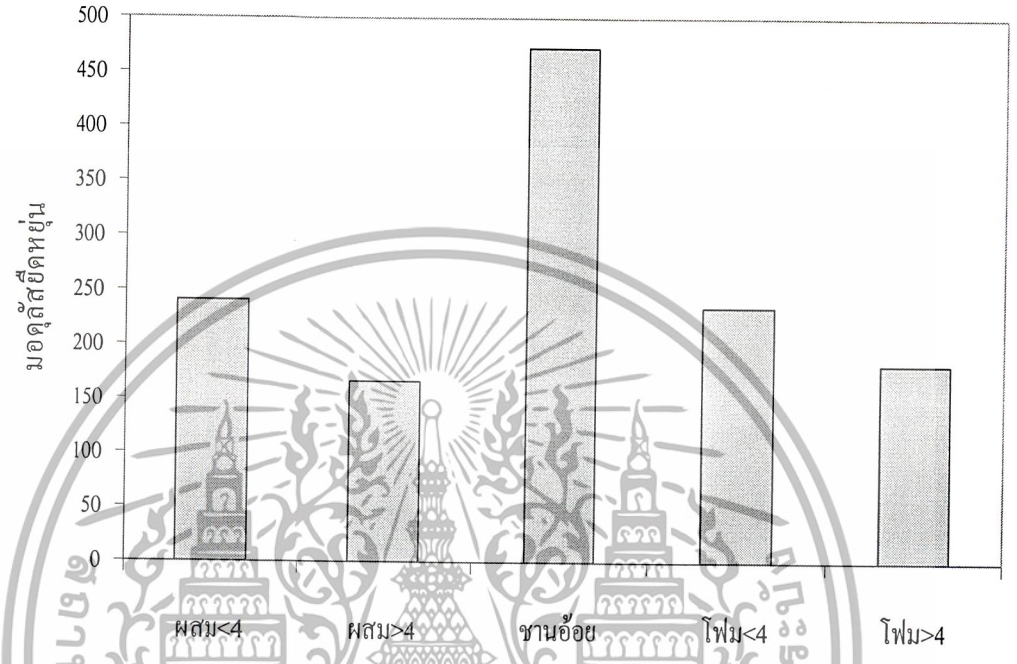
จากรูปที่ 4.14 เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแผ่นกระดานอัดพบว่ากระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อยจะมีค่าความหนาแน่นมากที่สุด เนื่องจากชานอ้อยมีน้ำหนักมากและสามารถผสมเข้ากันได้ดี และแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีนโฟมมีค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนกระดานอัดที่มีเฉพาะโฟมมีค่าความหนาแน่นน้อย สำหรับขนาดของพอลิสไตรีนโฟมที่ต่างกันพบว่าไม่มีผลต่อความความหนาแน่นเพราะว่ามีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล

4.2.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.15



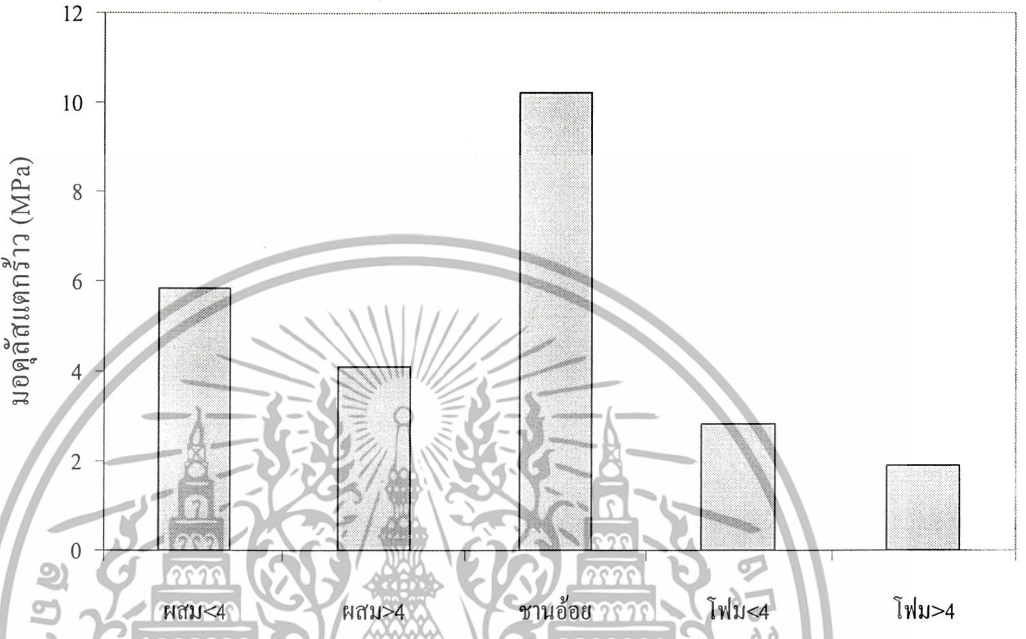
รูปที่ 4.15 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.15 เมื่อพิจารณาค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อย จะมีค่ามอดุลัสสูงสุด สำหรับขนาดพอลิสไตรีนโฟม พบว่าขนาดของพอลิสไตรีน โฟม 2-4 มิลลิเมตรจะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร เนื่องจากมีขนาดอนุภาคที่เล็กสามารถถ่ายเทแรงได้ดี รับแรงได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 มอดุลัสแตกร้าว

ค่ามอดุลัสแตกร้าว(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัด ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.16



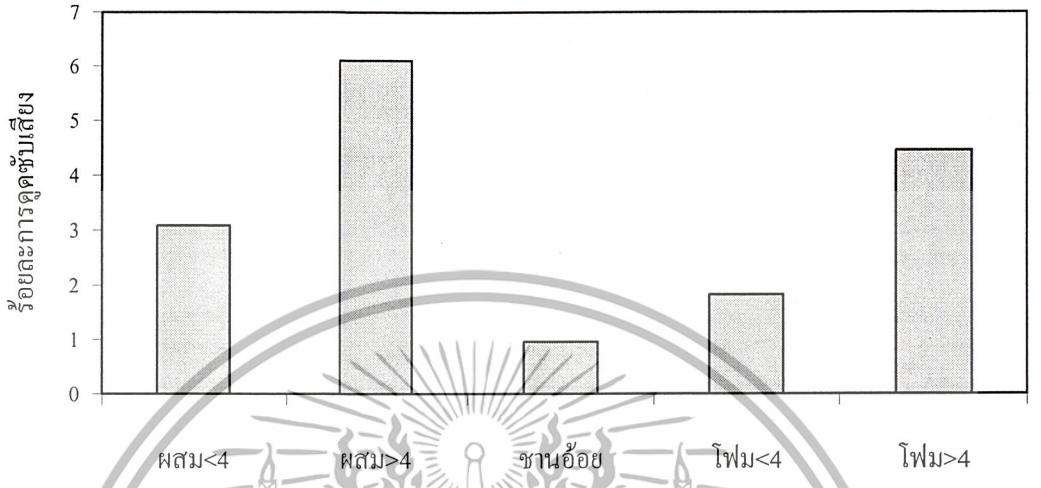
รูปที่ 4.16 ค่ามอดุลัสแตกร้าว(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัด ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.16 เมื่อพิจารณาค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อย มีค่ามอดุลัสแตกร้าวสูงที่สุด เมื่อพิจารณาขนาดพอลิสไตรีนโฟมพบว่าขนาดของพอลิสไตรีนโฟม 2-4 มิลลิเมตรจะมีค่ามอดุลัสแตกร้าวสูงกว่าขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร เนื่องจากมีขนาดอนุภาคที่เล็กสามารถถ่ายเทแรงได้ดี สามารถรับแรงได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

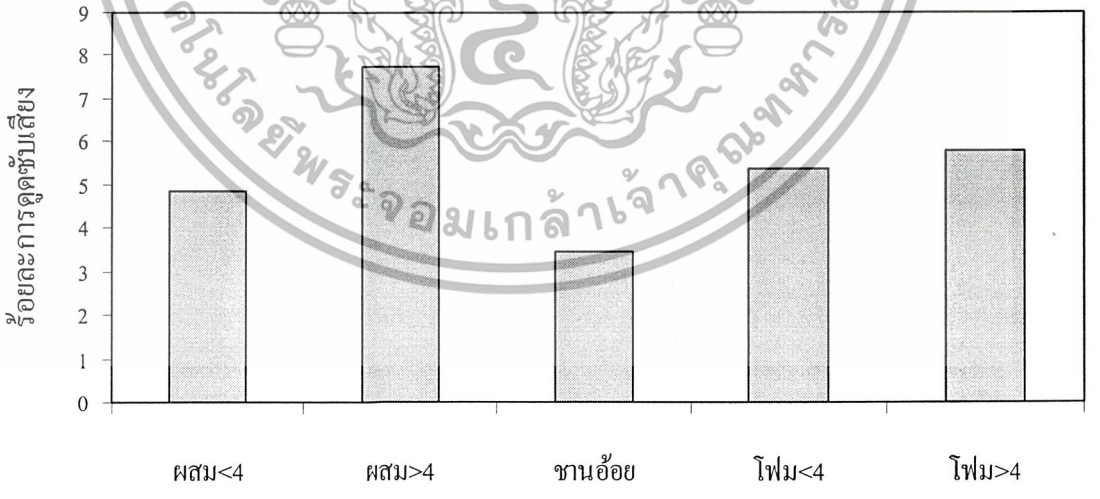
4.2.3 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3

4.2.3.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต



รูปที่ 4.17 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^{3}ที่ความถี่ 250 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

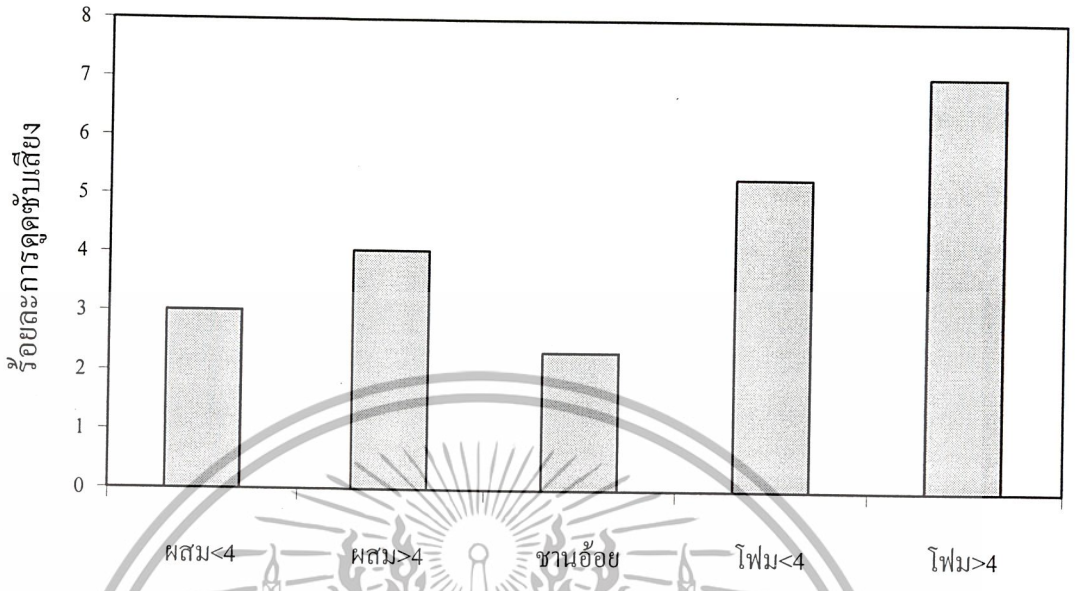
4.2.3.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.18 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

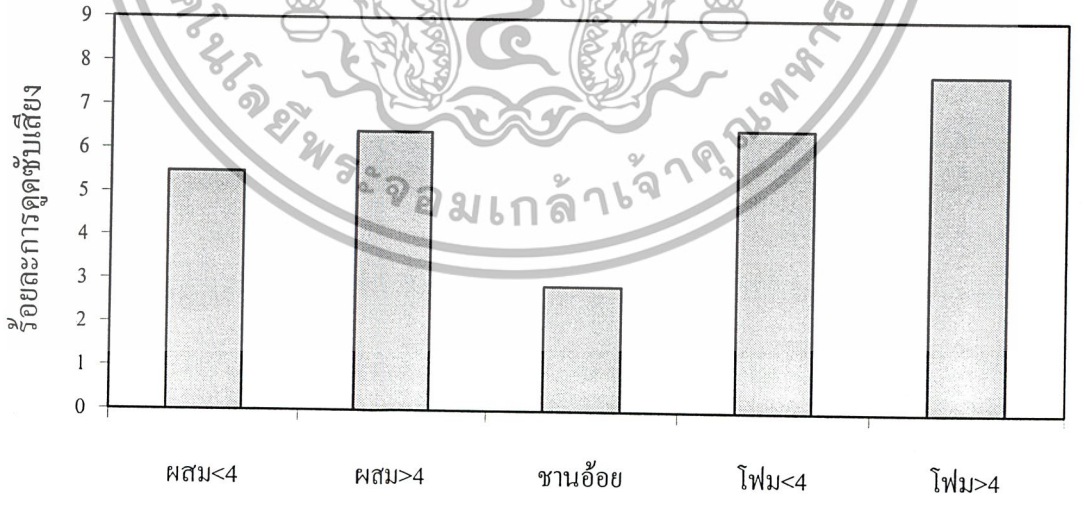
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.19 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

4.2.3.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.20 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

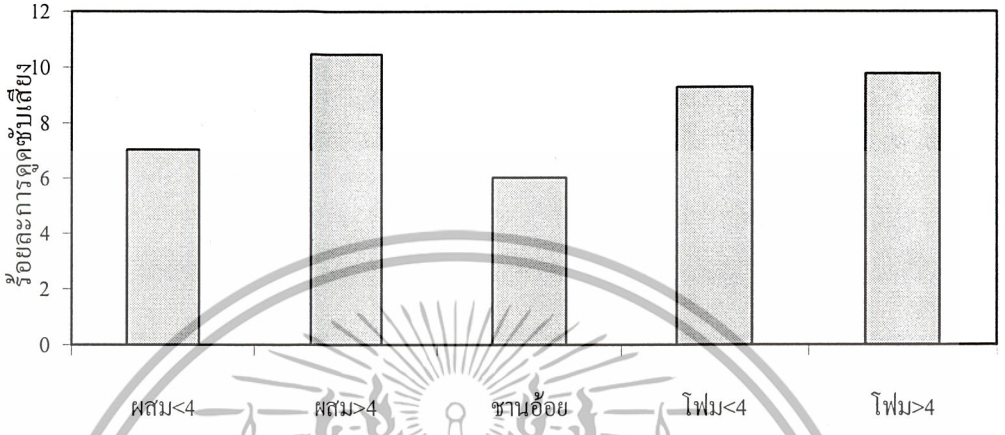
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.17-4.20 พบว่าความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีนโฟมจะค่าสูงสุด และมีค่าการดูดซับสียงแตกต่างกับแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากโฟมพอลิสไตรีนที่ไม่ผสมชานอ้อยเพียงเล็กน้อย สำหรับขนาดของพอลิสไตรีนโฟม ขนาด 4-6.48 มิลลิเมตรสามารถดูดซับเสียงได้มากกว่า ขนาด 2-4 มิลลิเมตร เนื่องจากพอลิสไตรีนโฟมมีขนาดใหญ่กว่า ทำให้แผ่นกระดานอัดมีช่องว่างภายในมากกว่าจึงดูดซับเสียงได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

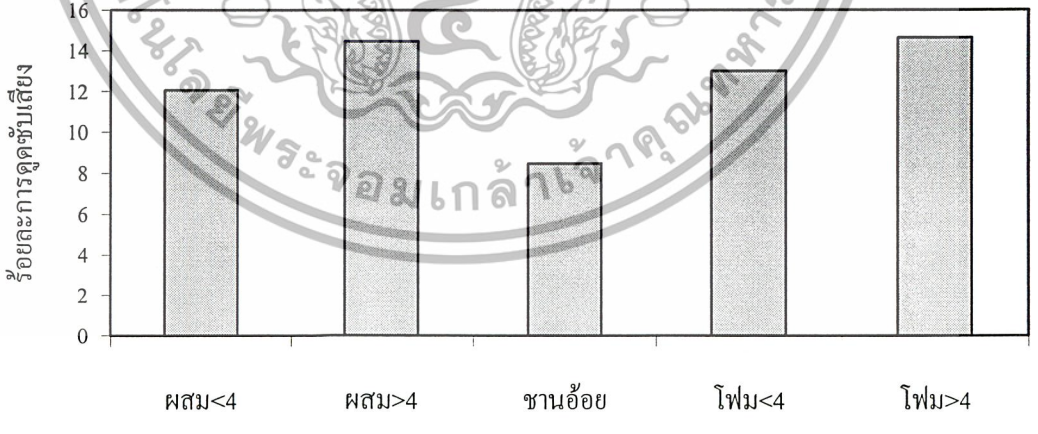
4.2.4 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3

4.2.4.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต



รูปที่ 4.21 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

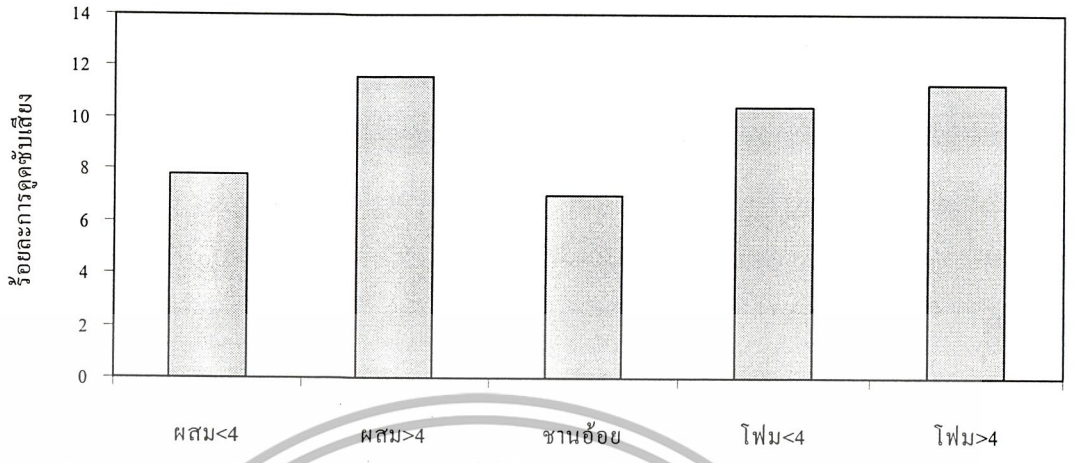
4.2.4.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.22 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

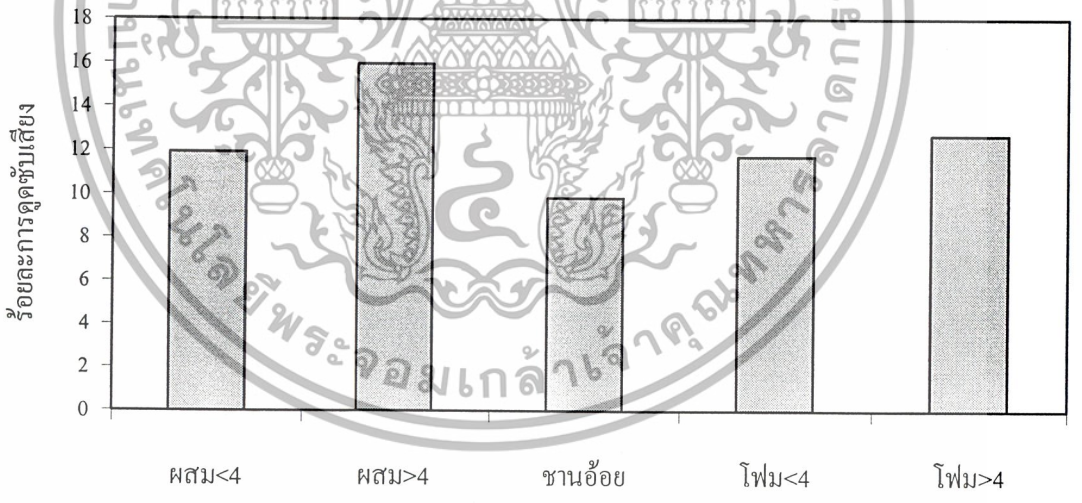
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.23 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

4.2.4.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.24 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.21-4.24 พบว่าความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีน โฟมจะมีค่าสูงสุด ซึ่งจะแตกต่างกับแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากโฟมพอลิสไตรีนที่ไม่ผสมชานอ้อยเพียงเล็กน้อย สำหรับขนาดของพอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร สามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่า ขนาด 2-4 มิลลิเมตร เนื่องจากพอลิสไตรีนโฟมมีขนาดใหญ่กว่าทำให้แผ่นกระดานอัดมีช่องว่างภายในมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 กาวเดกซ์ตริน

ขนาดชานอ้อยที่ใช้คือ	: 0.25-0.8 มิลลิเมตร
สารยึดติด	: กาวเดกซ์ตริน
ขนาดของโฟมที่ใช้คือ	: 2-4 มิลลิเมตร และ 4-6.48 มิลลิเมตร
ความหมายของสูตรต่างๆในแกน X	: สูตรของแผ่นกระดานอัด
ผสม <4 คือ	:โฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร(กรัม) :ชานอ้อย (กรัม):สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 8 : 30 : 40
ผสม >4 คือ	:โฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร(กรัม):ชานอ้อย (กรัม):สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 8 : 30 : 40
ชานอ้อย คือ	:ชานอ้อย (กรัม) : สารยึดติด (กรัม) ในอัตราส่วน40 : 40
ความหมายของแกน Y	: สมบัติที่ต้องการจะศึกษา เช่น ค่าความชื้น (%) เป็นต้น

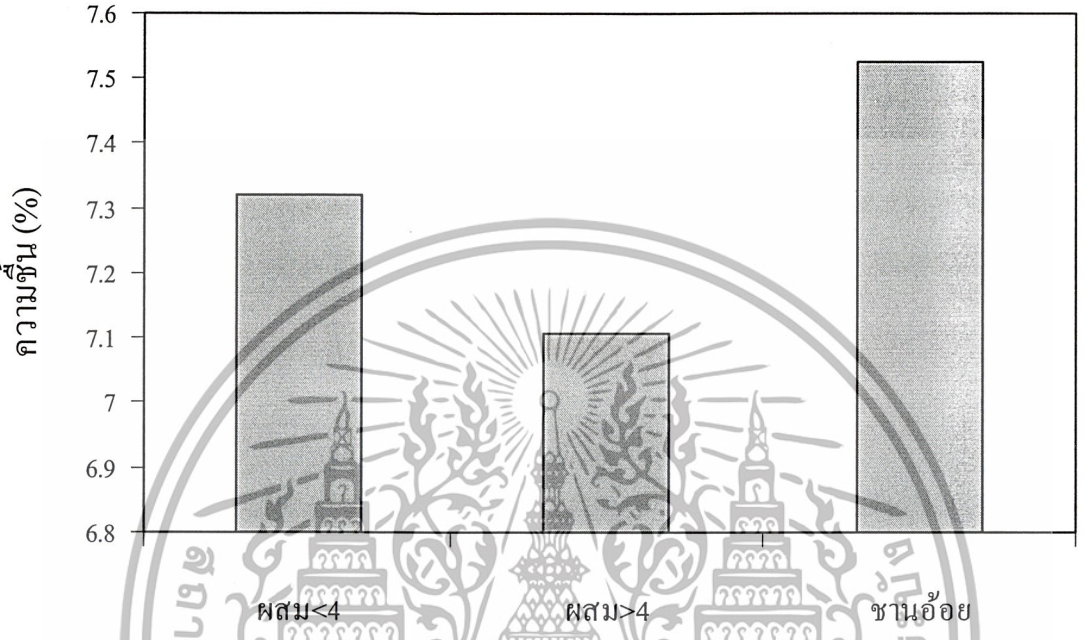
สำหรับกาวเดกซ์ตรินจะไม่มี
โฟม <4 คือ:โฟมขนาด2-4มิลลิเมตร(กรัม):สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 12 :40
และโฟม>4 คือ:โฟมขนาด 4 - 6.48มิลลิเมตร(กรัม) : สารยึดติด(กรัม)ในอัตราส่วน 12 :40
เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

4.3.1.1 ความชื้น

ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.25



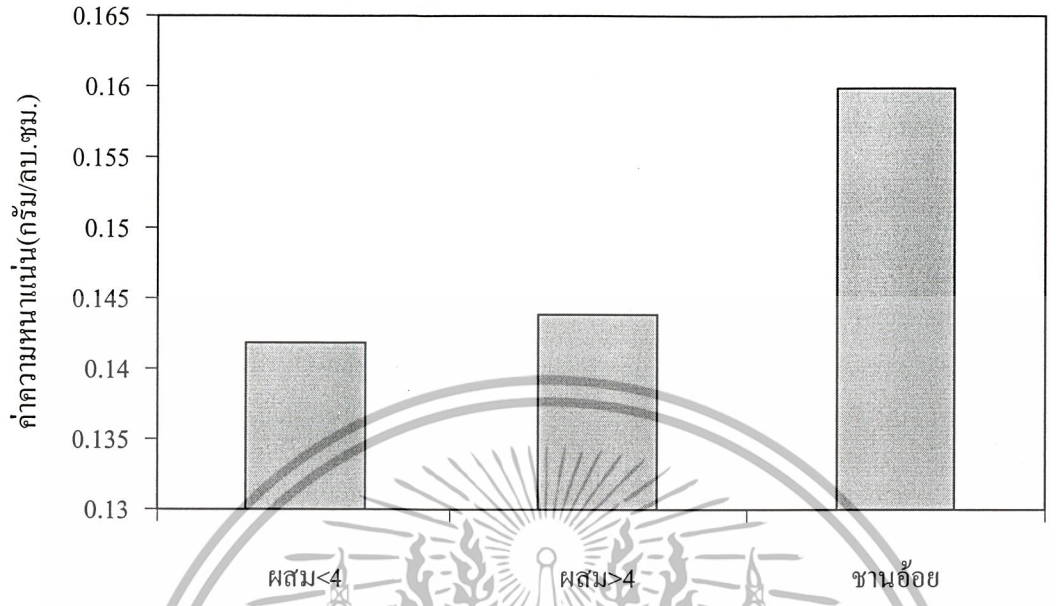
รูปที่ 4.25 ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.25 เมื่อพิจารณาความชื้น (%) ของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆพบว่ามีค่าความชื้นไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องมาจากกาวเดกซ์ตริน มีน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบชนิดของกระดานอัดพบว่าแผ่นกระดานอัดที่มีเฉพาะชานอ้อยจะมีความชื้นสูงเป็นผลมาจากชานอ้อยสามารถดูดความชื้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 ความหนาแน่น

ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นกระดานอัด แสดงดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

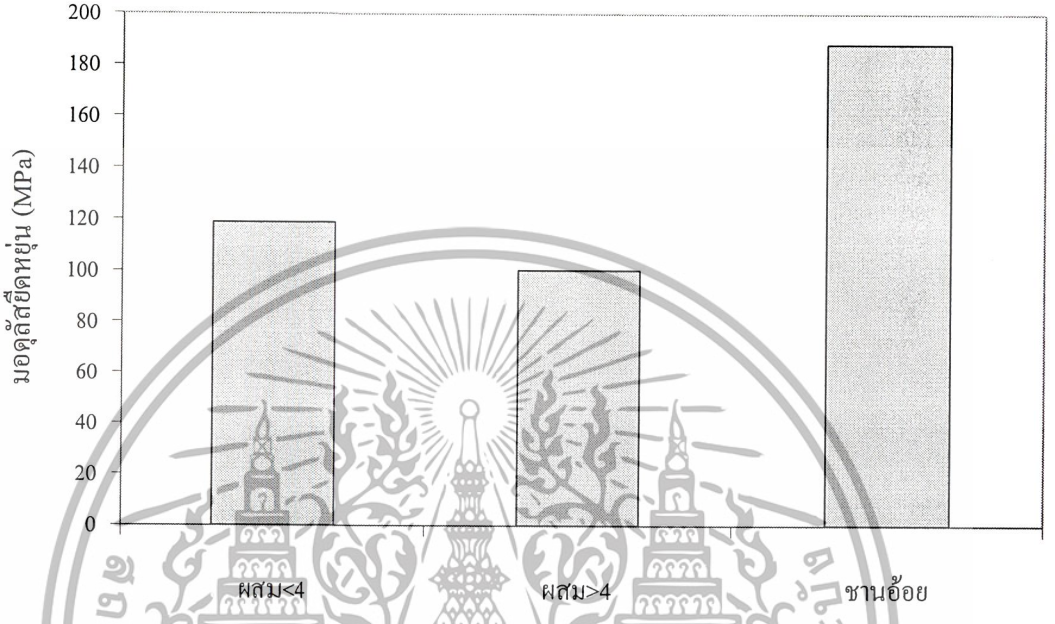
จากรูปที่ 4.26 เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแผ่นกระดานอัด พบว่ากระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อยจะมีค่าความหนาแน่นมากที่สุด เพราะชานอ้อยมีน้ำหนักมาก ส่วนแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีนโฟมที่มีขนาดโฟมต่างกันมีค่าความหนาแน่นแตกต่างเพียงเล็กน้อย เนื่องจากขนาดของโฟมไม่มีผลต่อความหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล

4.3.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.27



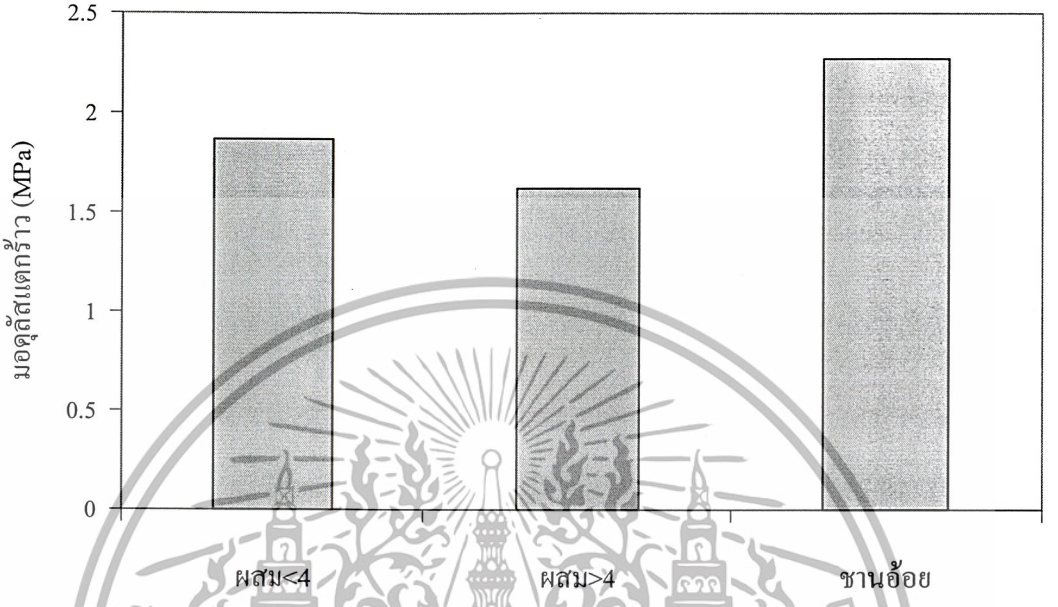
รูปที่4.27 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.27 เมื่อพิจารณาค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อยจะมีค่ามอดุลัสสูงสุด สำหรับขนาดพอลิสไตรีนโฟม พบว่าขนาดของพอลิสไตรีน โฟม 2-4 มิลลิเมตรจะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร เนื่องจากมีขนาดอนุภาคที่เล็กสามารถถ่ายเทแรงได้ดี รับแรงได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 มอดุลัสแตกร้าว

ค่ามอดุลัสแตกร้าว(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัด ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.28



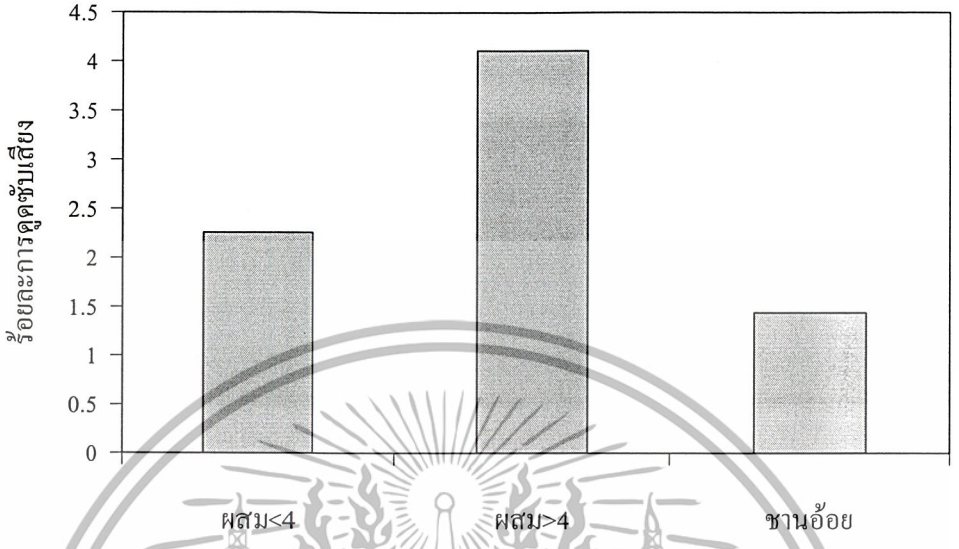
รูปที่ 4.28 ค่ามอดุลัสแตกร้าว(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัด ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.28 เมื่อพิจารณาค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆพบว่า แผ่นกระดานอัดที่เตรียมจากชานอ้อย จะมีค่ามอดุลัสสูงสุด สำหรับขนาดพอลิสไตรีนโฟม พบว่า ขนาดของพอลิสไตรีนโฟม 2-4 มิลลิเมตรจะมีค่ามอดุลัสแตกร้าวสูงกว่าขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร เนื่องจากมีขนาดอนุภาคที่เล็กสามารถถ่ายเทแรงได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

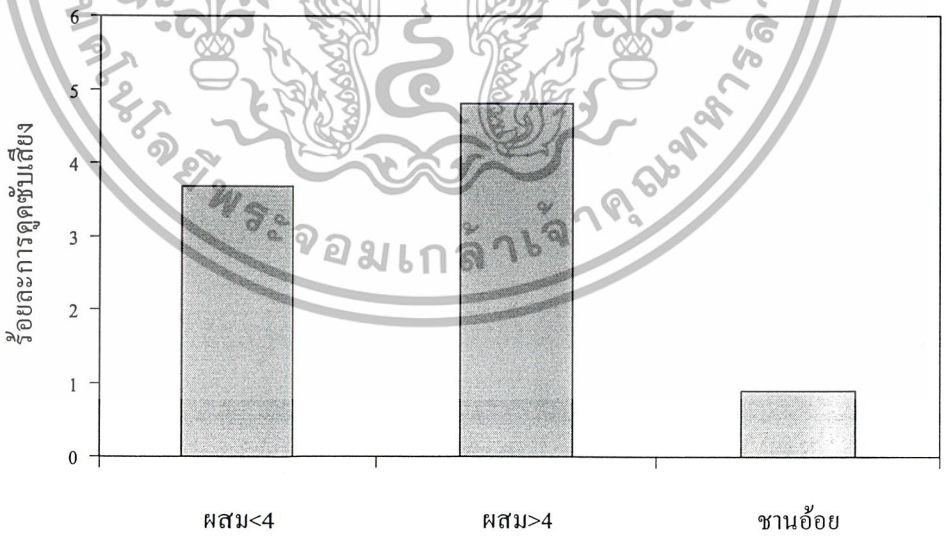
4.3.3 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3

4.3.3.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต



รูปที่ 4.29 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

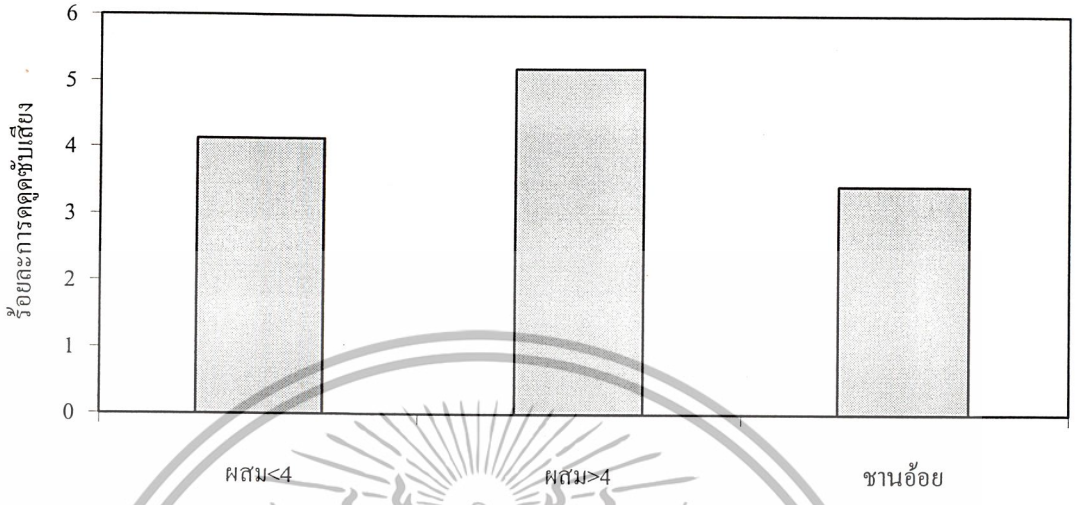
4.3.3.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.30 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

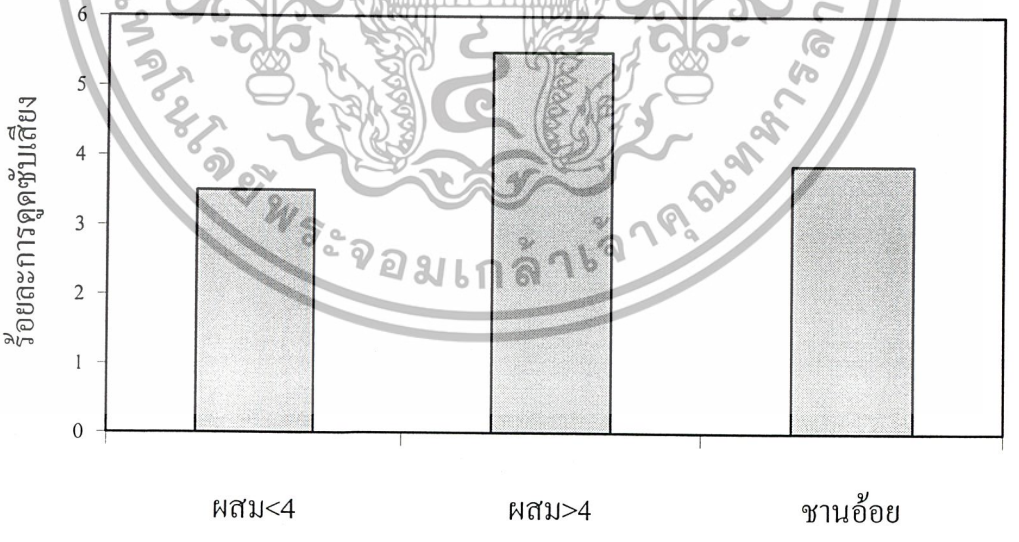
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.31 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

4.3.3.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.32 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

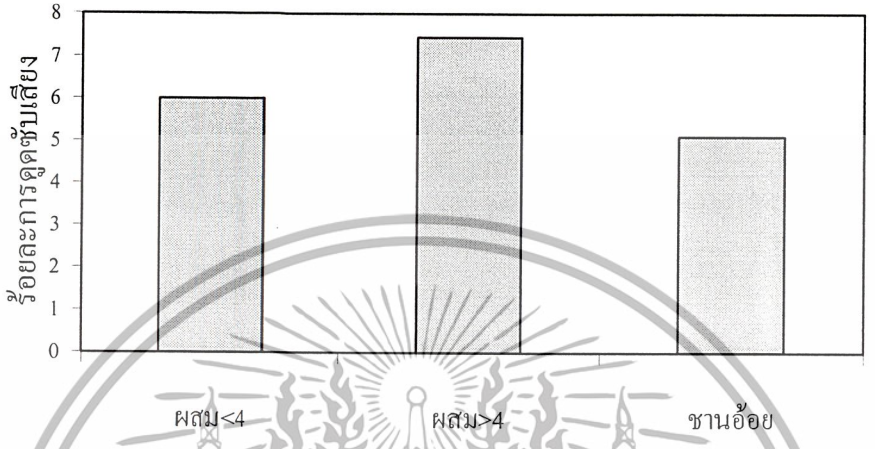
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.29-4.32 พบว่าความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีนโฟมจะค่าสูงสุด จะแตกต่างกับแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากโฟม พอลิสไตรีนที่ไม่ผสมชานอ้อยเพียงเล็กน้อย สำหรับขนาดของพอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร สามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่า ขนาด 2-4 มิลลิเมตร เนื่องจากพอลิสไตรีนโฟมมีขนาดใหญ่กว่าทำให้แผ่นกระดานอัดมีช่องว่างภายในมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

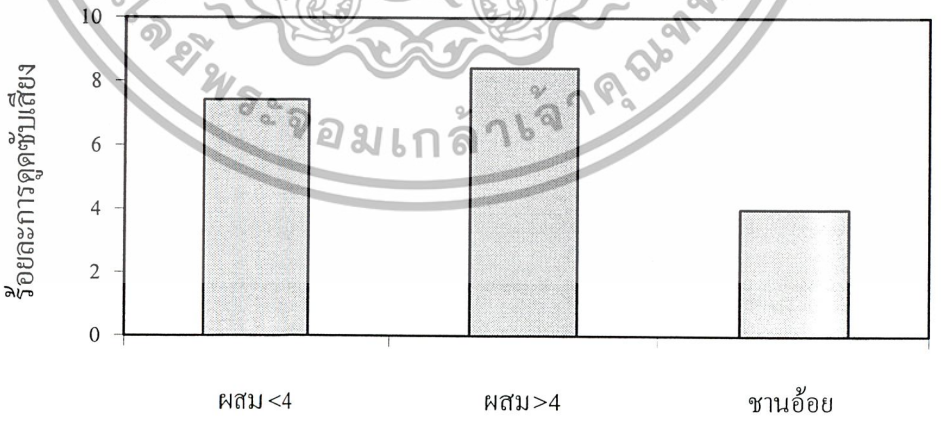
4.3.4 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3

4.3.4.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต



รูปที่ 4.33 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

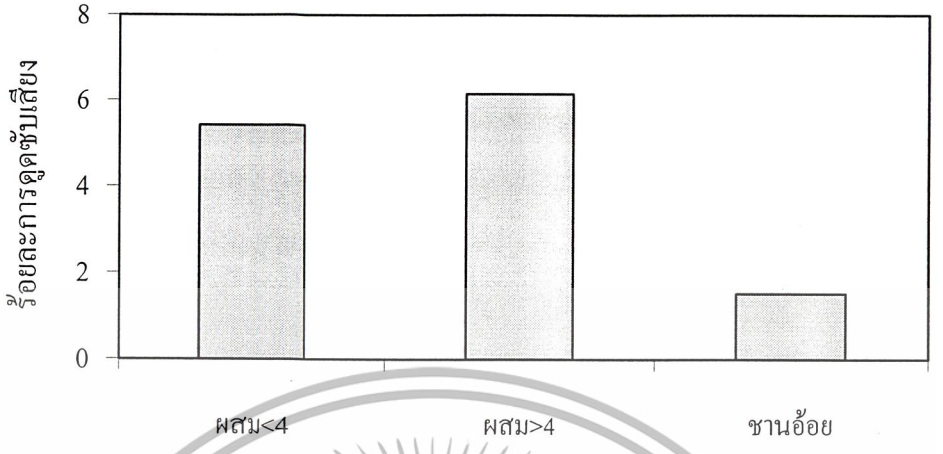
4.3.4.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.34 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

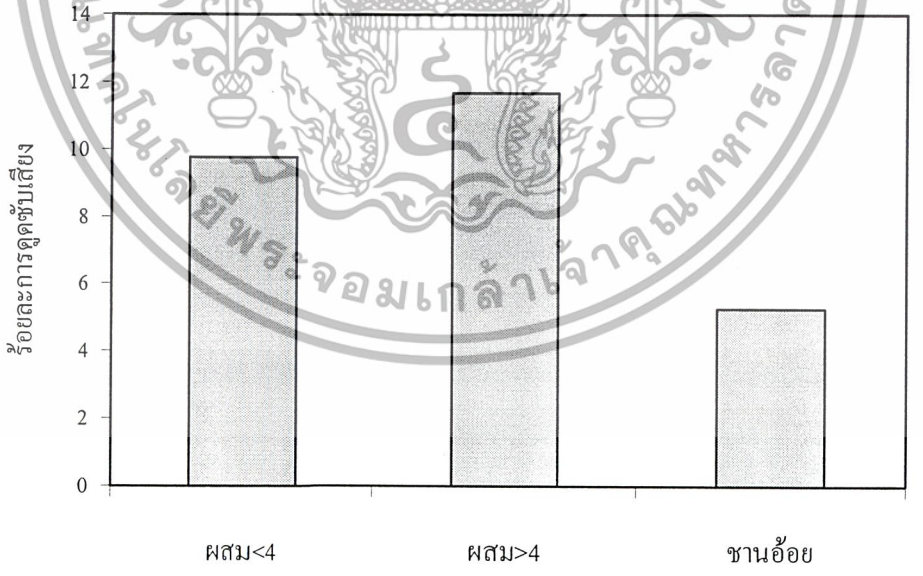
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.35 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

4.3.4.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.36 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.33-4.36 พบว่าความสามารถในการดูดซับเสียงของแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมกับพอลิสไตรีนโฟมจะมีค่าสูงสุด จะแตกต่างกับแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากโฟมพอลิสไตรีนที่ไม่ผสมชานอ้อยเพียงเล็กน้อย สำหรับขนาดของพอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตรสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่า ขนาด 2-4 มิลลิเมตร เนื่องจากพอลิสไตรีนโฟมมีขนาดใหญ่กว่าทำให้แผ่นกระดานอัดมีช่องว่างภายในมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 เปรียบเทียบระหว่าง ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน พอลิไวนิลอะซีเตต และกาวเดกซ์ตริน

ขนาดชานอ้อยที่ใช้คือ : 0.25-0.8 มิลลิเมตร

สารยึดติด : ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน พอลิไวนิลอะซีเตต และกาวเดกซ์ตริน

ขนาดของโฟมที่ใช้คือ : 2-4 มิลลิเมตร และ 4-6.48 มิลลิเมตร

ความหมายของสูตรต่างๆในแกนแกน X : สูตรของแผ่นกระดานอัด

ผสม <4 คือ :โฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร(กรัม) :ชานอ้อย (กรัม):สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 8 : 30 : 40

ผสม >4 คือ :โฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร(กรัม):ชานอ้อย (กรัม):สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 8 : 30 : 40

ชานอ้อย คือ :ชานอ้อย (กรัม) : สารยึดติด (กรัม) ในอัตราส่วน40 : 40

โฟม <4 คือ :โฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร(กรัม) : สารยึดติด (กรัม)ในอัตราส่วน 12 :40

โฟม >4 คือ :โฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร(กรัม) : สารยึดติด (กรัม)ในอัตราส่วน 12 :40

ความหมายของแกน Y : สมบัติที่ต้องการจะศึกษา เช่น ค่าความชื้น (%) เป็นต้น

สำหรับกาวเดกซ์ตรินจะไม่มี

โฟม <4 คือ:โฟมขนาด2-4มิลลิเมตร(กรัม):สารยึดติด(กรัม) ในอัตราส่วน 12 :40

และโฟม>4 คือ:โฟมขนาด 4 - 6.48มิลลิเมตร(กรัม) : สารยึดติด(กรัม)ในอัตราส่วน 12 :40

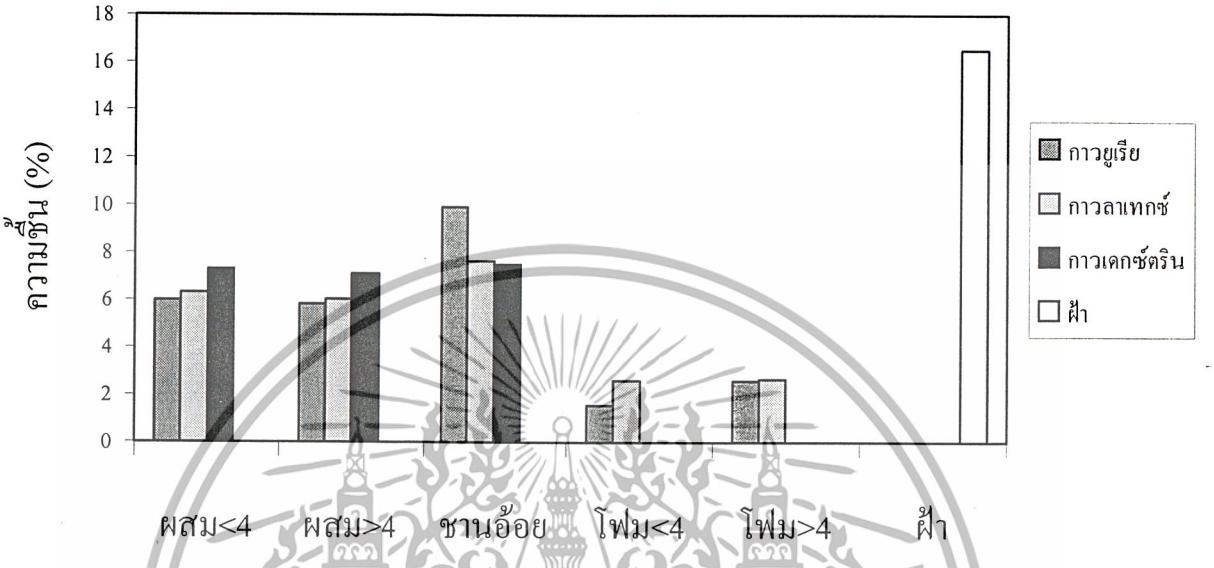
เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

4.4.1.1 ความชื้น

ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.37



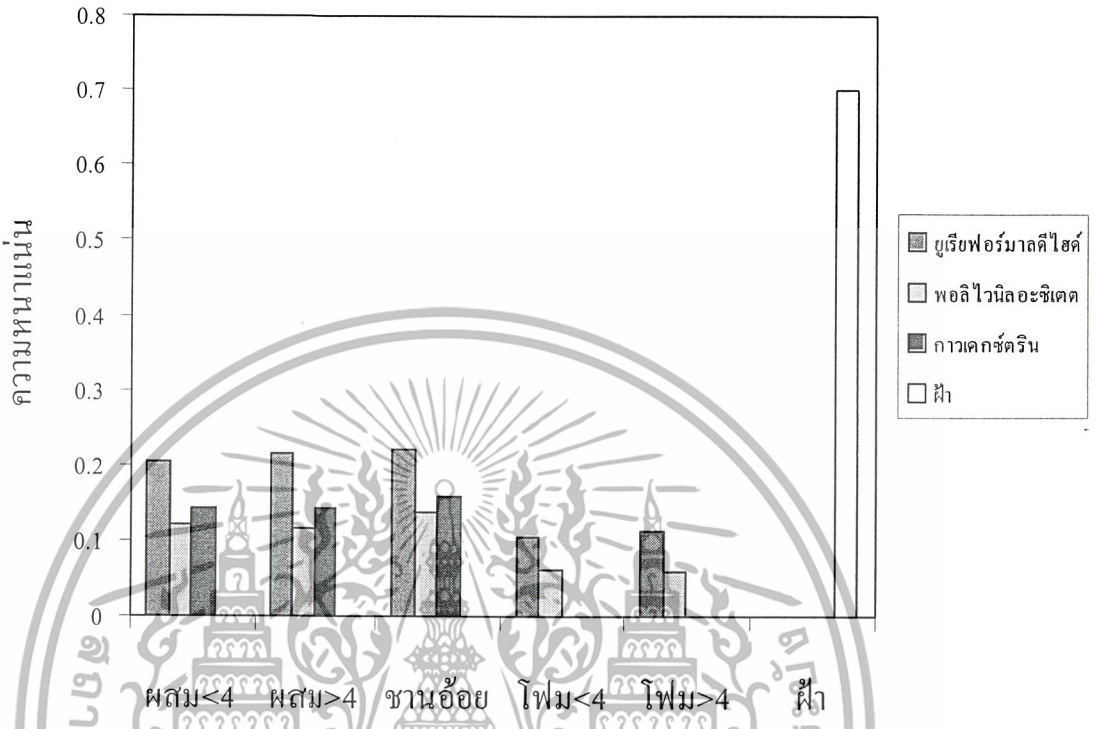
รูปที่ 4.37 ค่าความชื้น (%) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.37 พบว่าแผ่นกระดานอัดที่ทำเป็นฝ้าโดยทั่วไปและกาวเดกซ์ตรินที่ใช้เป็นสารยึดมีความชื้นสูงเพราะในการขึ้นรูปฝ้าจะนำปูนพาสเตอร์มาผสมกับน้ำทำให้ฝ้าที่ได้ยังมีองค์ประกอบของน้ำอยู่จึงทำให้ความชื้นสูง และกาวเดกซ์ตรินที่ใช้เป็นสารยึดซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำมากทำให้แผ่นกระดานอัดที่ได้มีความชื้นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.2 ความหนาแน่น

ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นกระดานอัด แสดงดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

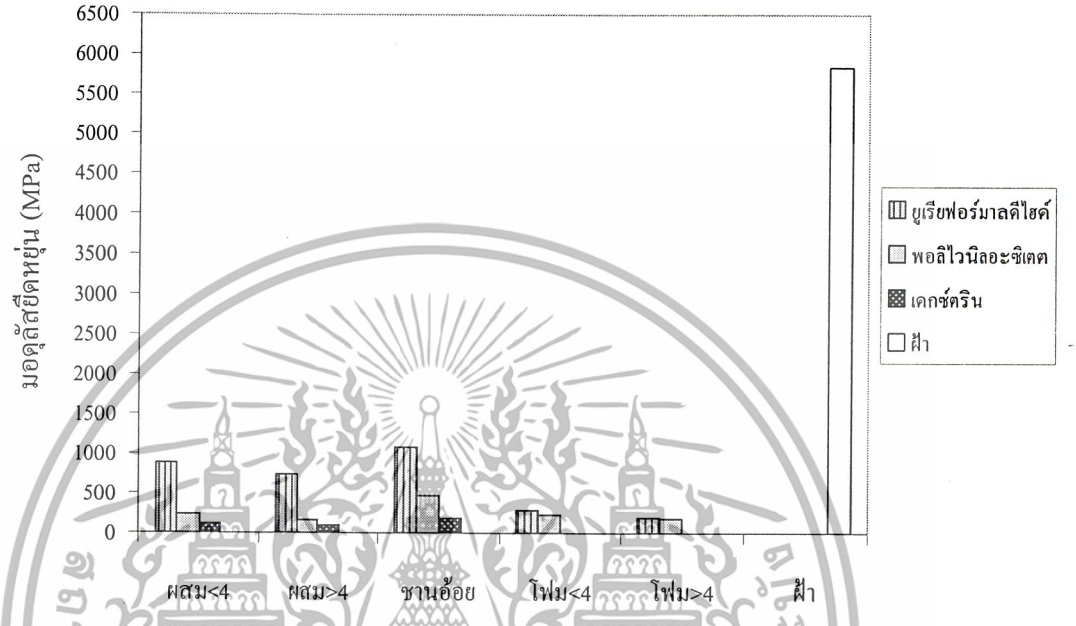
จากรูปที่ 4.38 แผ่นกระดานอัดที่ใช้สารยึดติดเป็นกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์จะมีความหนาแน่นสูงกว่าสารยึดติดชนิดอื่นๆ เนื่องจากกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เมื่อทำการกดอัดด้วยความร้อนจะเกิดปฏิกิริยาและมีโครงสร้างเป็นร่างแห ซึ่งทำให้ชานอ้อยและส่วนผสมอื่นๆยึดติดกันได้ดี จึงทำให้แผ่นกระดานอัดที่ได้มีความหนาแน่นสูง ส่วนแผ่นกระดานฝ้าซึ่งทำจากปูนพาสเตอร์จะมีความหนาแน่นสูงสุด เนื่องจากปูนพาสเตอร์มีอนุภาคขนาดเล็กจึงสามารถยึดติดกันได้ดีจึงทำให้มีความหนาแน่นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล

4.4.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.39



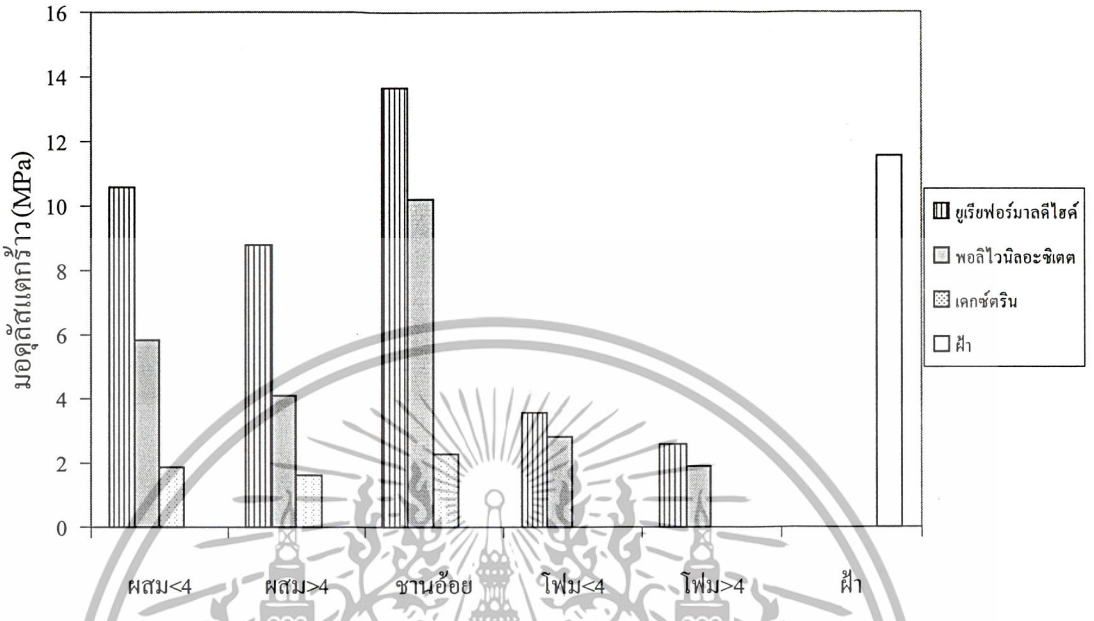
รูปที่ 4.39 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.39 แผ่นกระดานอัดที่ใช้สารยึดติดเป็นยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินจะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าสารยึดติดชนิดอื่นๆ เนื่องจากยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินเมื่อเกิดปฏิกิริยาจะมีโครงสร้างเป็นร่างแห ซึ่งจะทำให้แผ่นกระดานอัดที่ได้สามารถรับแรงได้ดี แผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากสารยึดติดชนิดนี้ มีความแข็งแรงไม่หลุดร่อนง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับสารยึดชนิดอื่น ส่วนแผ่นกระดานฝ้ามีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงสุดเพราะมีการเติมเส้นใยแก้ว ซึ่งเส้นใยแก้วสามารถรับแรงได้ดีกว่า จึงทำให้ฝ้ามีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2.2 มอดุลัสแตกร้าว

ค่ามอดุลัสแตกร้าว(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัด ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.40



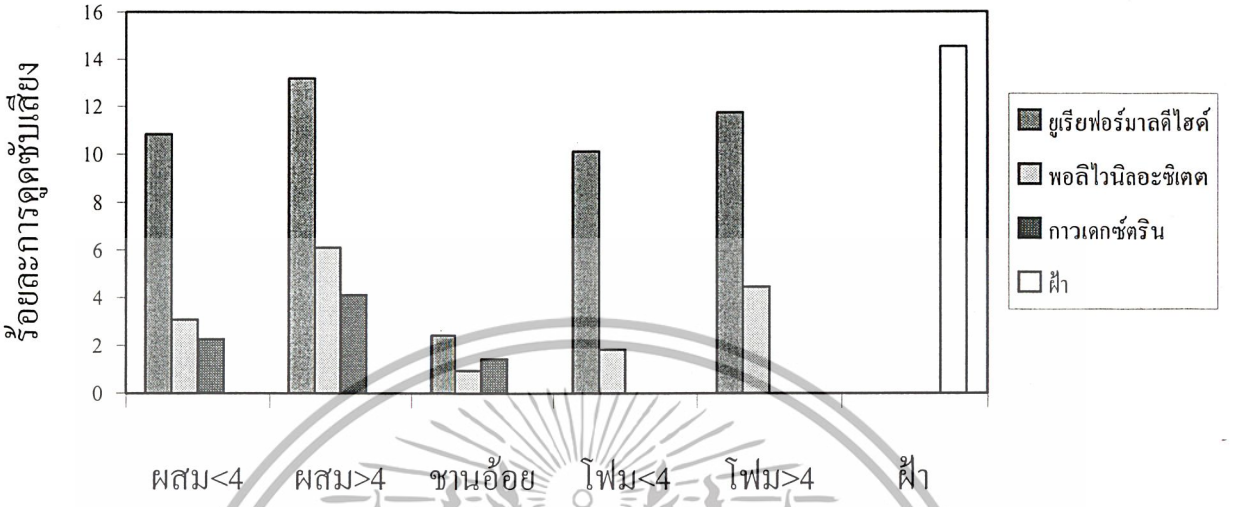
รูปที่ 4.40 ค่ามอดุลัสแตกร้าว(เมกะพาสคัล)กับชนิดของแผ่นกระดานอัด ในอัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.40 เมื่อพิจารณาพบว่าแผ่นกระดานอัดที่ใช้สารยึดติดกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์มีค่ามอดุลัสแตกร้าวสูงกว่าสารยึดติดชนิดอื่นๆ เนื่องจากกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะมีโครงสร้างเป็นร่างแห ซึ่งจะทำให้ชานอ้อยและส่วนผสมอื่นๆยึดติดกันได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับสารยึดติดชนิดอื่น จึงทำให้แผ่นกระดานอัดที่ได้มีความแข็งแรงและสามารถรับแรงได้ดี และเมื่อเปรียบเทียบแผ่นกระดานอัดที่ใช้สารยึดติดยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์กับแผ่นกระดานฝ้าพบว่าแผ่นกระดานอัดที่ได้และฝ้ามีค่ามอดุลัสแตกร้าวใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

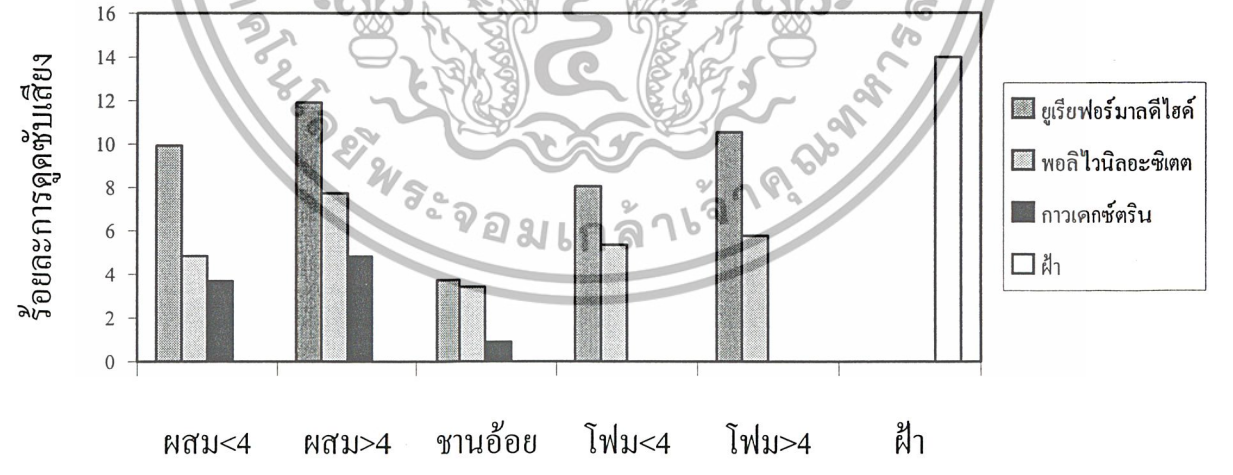
4.4.3 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3

4.4.3.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต



รูปที่ 4.41 ค่าร้อยละการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

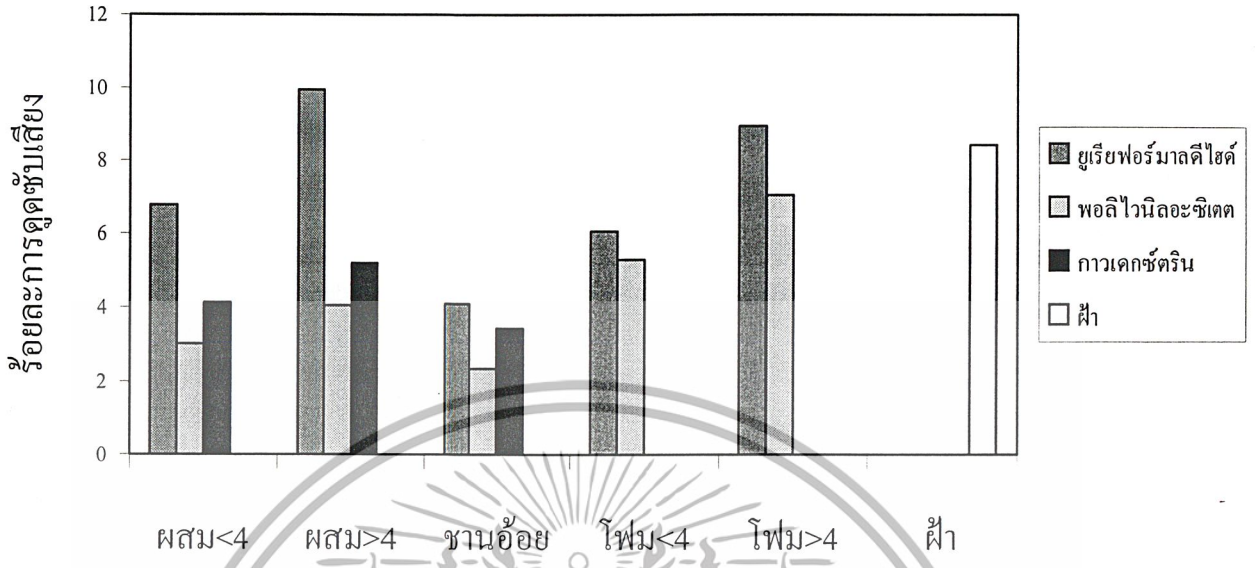
4.4.3.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.42 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

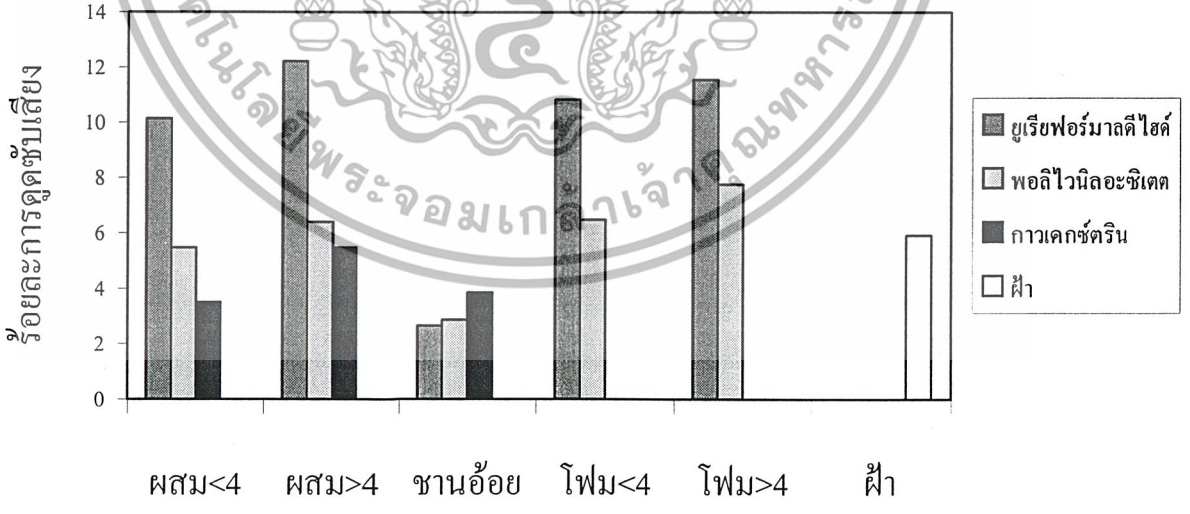
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.43 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

4.4.3.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.44 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

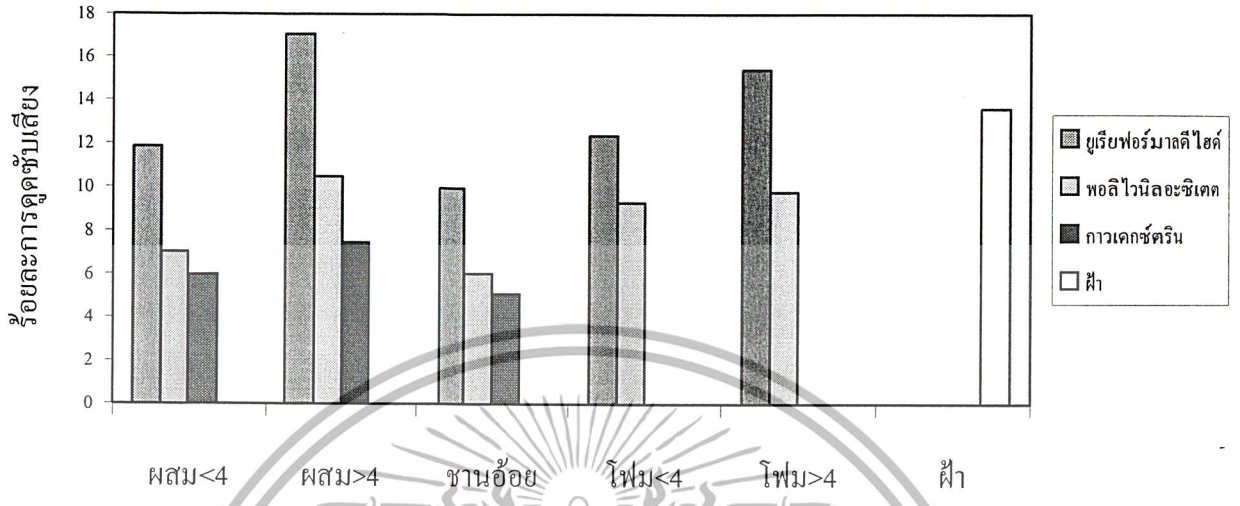
จากรูปที่ 4.41-4.44 เมื่อเปรียบเทียบชนิดของสารยึดติดทั้ง 3 ชนิดได้แก่ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน พอลิไวนิลอะซิเตต และกาวเดกซ์ตริน พบว่าแผ่นกระดานอัดที่ใช้สารยึดติดกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินมีค่าร้อยละการดูดซับเสียงดีกว่าสารยึดติดชนิดอื่นๆรองลงมาคือ พอลิไวนิลอะซีเตต และกาวเดกซ์ตริน ตามลำดับ เนื่องจากยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินมีความหนืดต่ำกว่าสารยึดติดชนิดอื่นๆ จึงสามารถผสมเข้ากันได้ดีกว่าพอลิไวนิลอะซีเตตและเดกซ์ตรินซึ่งมีความหนืดสูง ซึ่งเมื่อผสมจะทำให้สารยึดติดรวมตัวเป็นก้อนอุดช่องว่างภายในกระดานอัด ทำให้ดูดซับเสียงได้น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบแผ่นกระดานอัดที่ใช้สารยึดติดยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินกับฝ้าพบว่ามีค่าการดูดซับเสียงที่ใกล้เคียงกันที่ความถี่ต่ำ แต่เมื่อความถี่สูงขึ้นพบว่าฝ้าดูดซับเสียงได้น้อยลง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

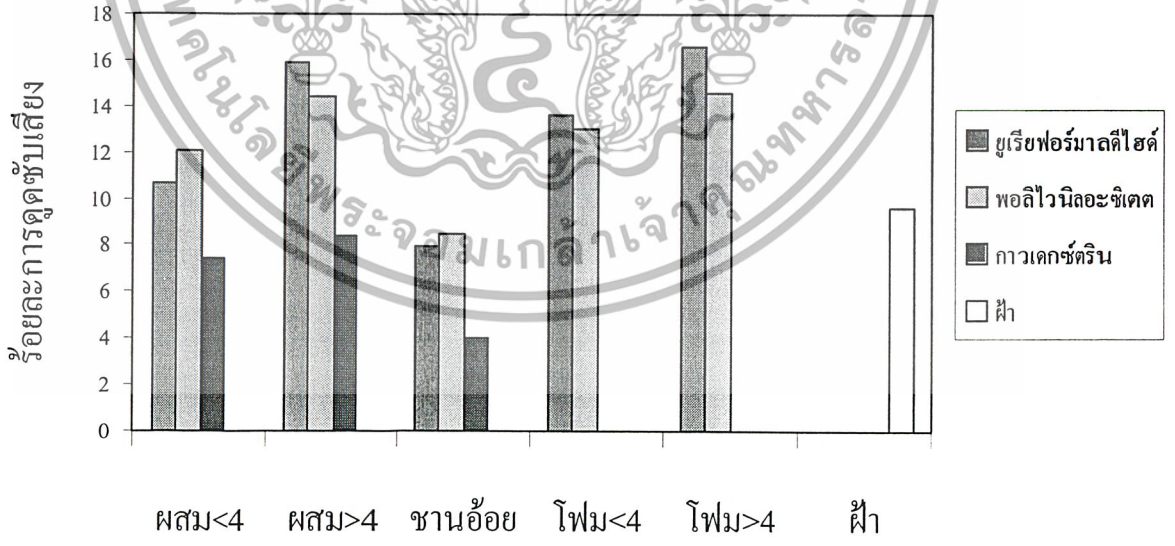
4.4.4 การศึกษาสมบัติการดูดซับเสียง โดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3

4.4.4.1 ระดับความดันเสียงที่ 250 เฮิร์ต



รูปที่ 4.45 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 250 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

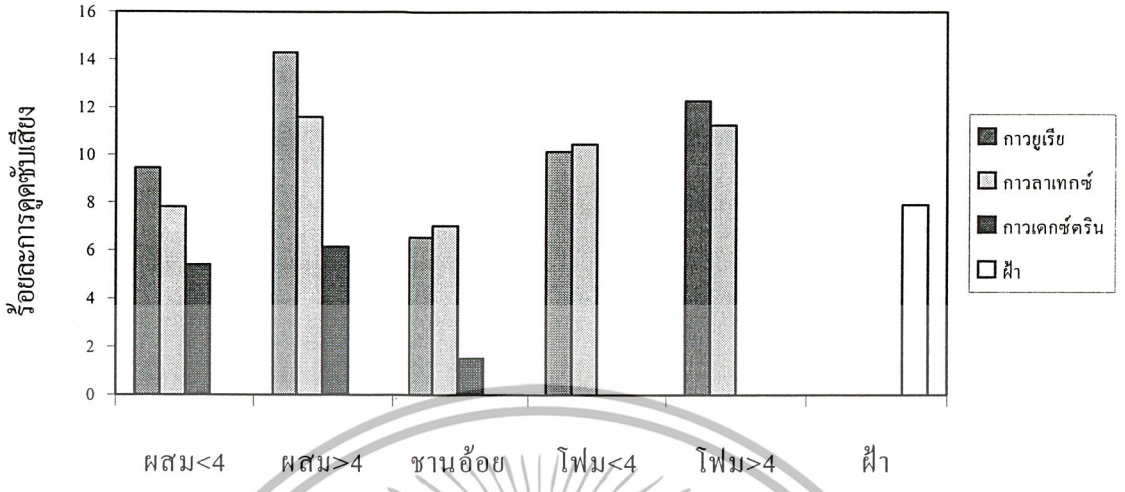
4.4.4.2 ระดับความดันเสียงที่ 500 เฮิร์ต



รูปที่ 4.46 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 500 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

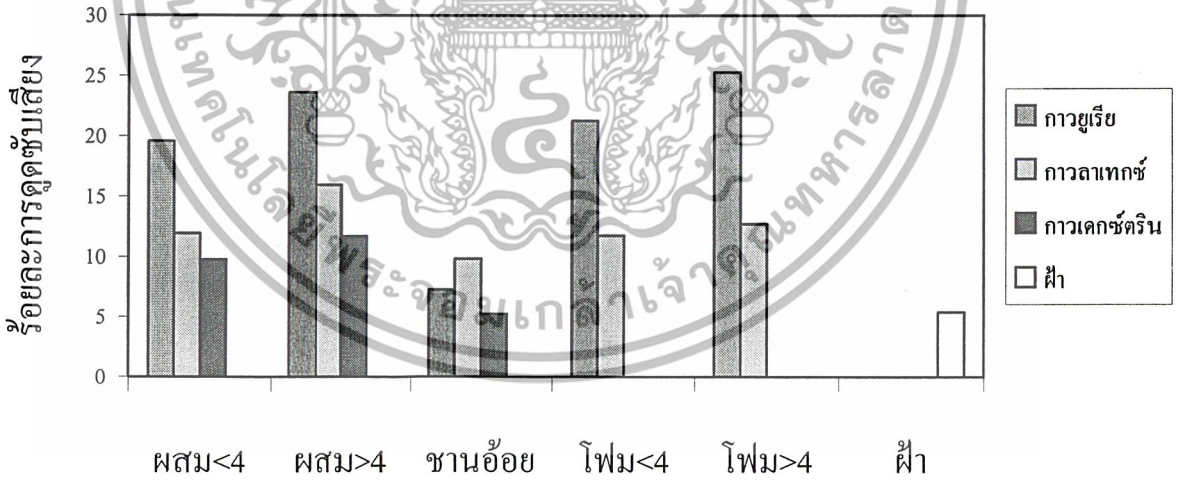
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4.3 ระดับความดันเสียงที่ 1000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.47 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 1000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

4.4.4.4 ระดับความดันเสียงที่ 2000 เฮิร์ต



รูปที่ 4.48 ค่าร้อยละการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 ที่ความถี่ 2000 เฮิร์ตกับชนิดของแผ่นกระดานอัดในอัตราส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.45-4.48 เมื่อพิจารณาพบว่าค่าการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 จะมีแนวโน้มที่คล้ายกับการดูดซับเสียงของกล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 เมื่อเปรียบเทียบสารยึดติดที่ใช้ทั้ง 3 ชนิดได้แก่ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน พอลิไวนิลอะซีเตตและกาวเดกซ์ตริน พบว่าแผ่นกระดานอัดที่ใช้สารยึดติดกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน มีค่าร้อยละการดูดซับเสียงสูงกว่าสารยึดติดชนิดอื่นๆรองลงมาคือพอลิไวนิลอะซีเตต และกาวเดกซ์ตริน ตามลำดับ เนื่องจากยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินมีความหนืดต่ำกว่าสารยึดติดชนิดอื่นๆ จึงสามารถผสมเข้ากันได้ดีกว่าพอลิไวนิลอะซีเตตและเดกซ์ตรินซึ่งมีความหนืดสูง ซึ่งเมื่อผสมจะทำให้สารยึดติดรวมตัวเป็นก้อนอุดช่องว่างภายในกระดานอัด ทำให้ดูดซับเสียงได้น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบแผ่นกระดานอัดที่ใช้สารยึดติดกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซินกับฝ้า พบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้มีค่าการดูดซับเสียงสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานพิเศษนี้เป็นการศึกษาการเตรียมแผ่นกระดานอัดดูดซับเสียง โดยใช้ชานอ้อยซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากการเกษตรกรรมมาบดแล้วคัดขนาดให้ได้ขนาด 0.25-0.8 มิลลิเมตร นำมาผสมกับพอลิสไตรีนโฟมซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ ซึ่งนำมาบดแล้วคัดแยกขนาด 2-4 มิลลิเมตร และขนาด 4-6.48 มิลิเมตร โดยใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์, พอลิไวนิลอะซิเตต และกาวเดกซ์ตริน เป็นสารยึดติด สำหรับการใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ อัตราส่วนการผสมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องกดอัดร้อนและตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติดูดซับเสียง

จากการทดสอบสมบัติต่างๆ สามารถสรุปได้ว่าพอลิสไตรีนโฟมขนาด 4-6.48 มิลลิเมตร มีผลทำให้สมบัติการดูดซับเสียงดีขึ้น และพอลิสไตรีนโฟมขนาด 2-4 มิลลิเมตร จะทำให้สมบัติเชิงกลดีขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบสารยึดติดที่ใช้ได้แก่ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์, พอลิไวนิลอะซิเตต และกาวเดกซ์ตริน พบว่ายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์มีสมบัติเชิงกลสูงที่สุด รองลงพอลิไวนิลอะซิเตต และกาวเดกซ์ตรินตามลำดับ เนื่องจากยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์มีการเชื่อมโยงสายโซ่เป็นโครงสร้างแบบร่างแหจึงมีความแข็งแรงสูงกว่าพอลิไวนิลอะซิเตตและกาวเดกซ์ตริน ที่อาศัยความเป็นขั้วในการยึดติด สำหรับสมบัติทางกายภาพพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

เปรียบเทียบแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้กับฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว ในกรณีการทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 พบว่าที่ความถี่ต่ำ (250 และ 500 เฮิร์ต) ฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว จะมีสมบัติดูดซับเสียงใกล้เคียงกับแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้ โดยใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารยึดติด สำหรับที่ความถี่สูง (1000 และ 2000 เฮิร์ต) พบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้จากชานอ้อยผสมพอลิสไตรีนโฟมโดยใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ และพอลิไวนิลอะซิเตต เป็นสารยึดติดจะมีสมบัติดูดซับเสียงดีกว่า และในกรณีการทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องกระดาษขนาด0.2*0.2*0.2 เมตร^3 พบว่าแผ่นกระดานอัดที่เตรียมได้โดยใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ และพอลิไวนิลอะซิเตตเป็นสารยึดติดมีสมบัติการดูดซับเสียงดีกว่าฝ้าเสริมเส้นใยแก้ว สำหรับสมบัติเชิงกลพบว่า ฝ้าเสริมเส้นใยแก้วจะมีค่าสูงกว่า

จากการทดสอบการดูดซับเสียงโดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 เปรียบเทียบกับกล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 พบว่าร้อยละการดูดซับเสียงของกล่องกระดาษขนาด 0.2*0.2*0.2 เมตร^3 มีค่าสูงกว่า เนื่องจากเป็นการนำแผ่นชิ้นงานมาบุที่ผนังทุกด้านทำให้แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดานอัดสามารถดูดซับเสียงได้ทุกทิศทาง สำหรับกล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3 จะมีการวางชิ้นงานเพียงด้านเดียวทำให้ไม่สามารถวัดเสียงที่เกิดจากการเลี้ยวเบนหรือสะท้อนกลับของเสียงได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในกระบวนการผสมก่อนการกดอัดขึ้นรูปควรให้องค์ประกอบต่างๆ มีการกระจายตัวสม่ำเสมอ
2. ควรเติมสารป้องกันเชื้อรา
3. ควรเติมสารเคลือบเส้นใยชานอ้อยเพื่อลดปริมาณความชื้นในแผ่นกระดาน
4. ควรขึ้นรูปแผ่นกระดานอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานจริง
5. ควรมีการนำแผ่นกระดานอัดไปทดสอบในสภาวะการใช้งานจริง
6. ควรใช้สารยึดติดที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรม

5.3 การนำไปใช้ประโยชน์

1. นำไปใช้ตกแต่งฝาผนังห้อง หรือเพดานเพื่อลดระดับความดันเสียงที่จะทะลุผ่านออกไปสู่ภายนอกได้
2. สามารถใช้เป็นวัสดุกึ่งกันกระแทก หรือวัสดุกึ่งฉนวนความร้อนเนื่องจากแผ่นกระดานอัดมีส่วนประกอบของพอลิสไตรีนโฟมซึ่งเป็นวัสดุกันกระแทกและมีความทนทานที่ดีระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Brent E, Chow P, Bajwa DS. Processing into Compositees. In: Rowell RM, Young RA, Rowell JK, editors. Paper and Compositees from Argo-Based Resources. 1st ed. New York: Lewies Publishers: 1994.p.279-82.
2. Youngquist JA, Krzysik AM, Chow P, Meimban R. Properties of Composite Panels. In: Rowell RM, Young RA, Rowell JK, editors. Paper and Compositees from Argo-Based Resources. 1st ed. New York: Lewies Publishers: 1994.p.302-33.
3. ปุรนันท์ อังคสุวรรณ และอุดมศักดิ์ พฤติสุนากร. "โครงงานพิเศษแผ่นกระดานอัดดูดซึมเสียงจากพอลิสไตรีนโฟม/ชานอ้อย" ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
4. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.966-2533. 14 มิ.ย. 2533.
5. Charoenvai S, Khedari J, Hirunlabh J., 2001, New insulating particleboards from durian peel and coconut coir. *Narasuan University*, Vol.9(2), pp. 49-56.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ค่าน้ำหนักก่อนอบ น้ำหนักหลังอบ ความชื้นของแผ่นกระดานอัดที่สูตรต่างๆ โดยใช้ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารยึดติด

ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ความชื้น %	เฉลี่ย
ผสม<4				
1	62.7	59.3	5.734	
2	58.8	55.5	5.946	5.993
3	58	54.7	6.033	
4	61.1	57.5	6.261	
ผสม>4				
1	60.9	57.8	5.363	
2	54.9	51.8	5.985	5.801
3	61.6	58.4	5.479	
4	58.4	54.9	6.375	
ชานอ้อย				
1	60	54.8	9.489	
2	57.8	52.5	10.095	9.922
3	59.6	54	10.370	
4	57.5	52.4	9.733	
โฟม<4				
1	27.3	26.9	1.487	
2	30.7	30.2	1.656	1.521
3	28.5	28.1	1.423	
4	33.4	32.9	1.520	
โฟม>4				
1	31	30.1	2.990	
2	38.1	37.2	2.419	2.624
3	29.7	28.9	2.768	
4	30.9	30.2	2.318	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าน้ำหนักก่อนอบ น้ำหนักหลังอบ ความชื้นของแผ่นกระดานอัดที่สูตรต่างๆ โดยใช้พอลิไวนิลอะซิเตต (กาวลาเทกซ์) เป็นสารยึดติด

กาวลาเทกซ์	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ความชื้น %	เฉลี่ย
ผสม<4				
1	40.7	38.4	5.990	
2	40.8	38.4	6.250	6.324
3	40.2	37.7	6.631	
4	41.4	38.9	6.427	
ผสม>4				
1	45.5	43.1	5.568	
2	41.5	38.9	6.684	6.08
3	41.1	38.7	6.202	
4	39.7	37.5	5.867	
ชานอ้อย				
1	49.7	46.1	7.809	
2	51.5	47.9	7.516	7.68
3	51.1	47.8	6.904	
4	51.1	47.1	8.493	
โฟม<4				
1	17.7	17.3	2.312	
2	15.2	14.8	2.703	2.623
3	16.4	16	2.500	
4	17.3	16.8	2.976	
โฟม>4				
1	17.9	17.4	2.874	
2	19.4	18.9	2.646	2.57
3	19.5	19.1	2.094	
4	19.3	18.8	2.660	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าน้ำหนักก่อนอบ น้ำหนักหลังอบ ความชื้นของแผ่นกระดานอัดที่สูตรต่างๆ โดยใช้กาวเดกซ์ตรินเป็นสารยึดติด

กาวเดกซ์ตริน	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ความชื้น %	เฉลี่ย
ผสม<4				
1	56.4	52.6	7.224	
2	59.1	55.1	7.260	7.349
3	57.1	53.1	7.533	
4	58.2	54.2	7.380	
ผสม>4				
1	58.1	54.1	7.394	
2	54.9	51.4	6.809	7.104
3	55.2	51.6	6.977	
4	56.3	52.5	7.238	
ชานอ้อย				
1	58.3	54.3	7.366	
2	54.5	50.4	8.135	7.540
3	57.2	53.7	6.518	
4	55.8	51.6	8.140	
ฝ้า				
1	268	229.3	16.877	
2	277.3	236.1	17.450	16.740
3	196.8	169.4	16.175	
4	269.6	231.5	16.458	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงตารางค่าความหนาแน่น ความหนาและปริมาตรของแผ่นกระดานอัดที่สูตรต่างๆ

ยูเรีย	กว้าง (cm)		ยาว (cm)		หนา (cm)				ปริมาตร (cm^3)	น้ำหนัก (กรัม)	ความหนาแน่น g/cm^3
ผสม<4											
1	17.1	17	15.8	16.1	1.07	1.12	1.12	1.08	299.14	62.7	0.2096
2	15.5	15.3	15.8	16.2	1.13	1.13	1.12	1.17	281	58.8	0.2093
3	16.5	16.7	15.8	15.5	1.11	1.13	1.12	1.17	293.56	58	0.1976
4	16.7	16.7	16.3	16.4	1.12	1.11	1.14	1.12	305.18	61.1	0.2002
ผสม>4											
1	16.5	16.6	15.9	15.3	1.07	1.12	1.09	1.11	284	60.9	0.2144
2	14.6	14.9	15.7	15.7	1.11	1.11	1.18	1.09	259.36	54.9	0.2116
3	15.5	15.5	16	15.4	1.11	1.12.	1.11	1.12	272.55	61.6	0.226
4	16.3	16.7	15.5	15.6	1.09	1.11	1.08	1.07	279.67	58.4	0.2088
ชานอ้อย											
1	16	16.2	14.8	15	1.09	1.09	1.14	1.08	263.88	60	0.2274
2	16	16	15	14.9	1.11	1.08	1.07	1.09	260.73	57.8	0.2217
3	15.9	15.8	15	15	1.12	1.16	1.12	1.11	268.66	59.6	0.2181
4	14.4	14.5	16.3	16	1.18	1.08	1.13	1.12	263.71	57.5	0.218
โฟม<4											
1	14.9	14.8	17.8	17.8	1.01	1.108	1	0.81	259.04	27.3	0.1054
2	15.5	15.5	17.1	17	1.1	1.09	1.118	1.118	293.35	30.7	0.1047
3	15.9	15.5	15.9	16	1.108	1.1	1.17	1.13	287.98	28.5	0.099
4	15.4	15.2	18.4	18.5	1.09	1.08	1.06	1.07	304.87	33.4	0.1096
โฟม>4											
1	16.6	16.7	14.6	14.4	1.02	1.03	1.04	1.08	251.08	31	0.1235
2	16.3	16.5	17.8	17.7	1.07	1.08	1.08	1.06	311.48	38.1	0.1223
3	15.8	15.7	17.1	17.2	1.108	1.37	1.21	1.21	329.54	29.7	0.0901
4	15	15.1	16	16.2	1.02	1.12	1.04	1.02	254.42	30.9	0.1214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาวลาเทกซ์	กว้าง (cm)		ยาว (cm)		หนา (cm)				ปริมาตร (cm^3)	น้ำหนัก (กรัม)	ความหนาแน่น g/cm^3
ผสม<4											
1	15.5	15.7	15.9	15.9	1.322	1.37	1.3	1.4	334.85	40.7	0.1215
2	15.1	15.2	16.6	16.2	1.296	1.236	1.314	1.41	323.33	40.8	0.1262
3	15.6	15.4	17	16.6	1.276	1.28	1.242	1.28	328.1	40.2	0.1225
4	15	15.3	17	17	1.4	1.48	1.462	1.46	373.45	41.4	0.1109
ผสม>4											
1	15.3	15.4	17.1	17.3	1.47	1.52	1.42	1.52	390.75	45.5	0.1164
2	15.2	14.9	16.5	16.8	1.46	1.43	1.35	1.41	353.32	41.5	0.1175
3	15.5	15.8	16.2	16.6	1.38	1.41	1.38	1.35	354.19	41.1	0.116
4	15.7	15.7	16.2	16	1.31	1.34	1.34	1.31	336.18	39.7	0.1181
ชานอ้อย											
1	16.7	16.7	16.7	16.5	1.236	1.3	1.41	1.33	365.93	49.7	0.1353
2	15.5	15.7	16.3	16.4	1.58	1.37	1.52	1.44	377.49	51.5	0.1364
3	15.7	15.4	16.1	16.2	1.43	1.45	1.41	1.44	361.43	51.1	0.1414
4	15.3	15.2	16	15.8	1.58	1.6	1.42	1.43	366.14	51.1	0.1396
โฟม<4											
1	16.8	17	17.5	17.4	0.93	0.98	0.97	0.91	280.16	17.7	0.0632
2	16	16.1	18.1	17.8	0.902	0.804	0.79	0.91	244.88	15.2	0.0621
3	16	16	16.4	16.4	0.91	0.96	0.96	0.91	244.03	16.4	0.0672
4	17.8	17.5	17.2	17.1	0.902	1.03	0.98	0.96	293.62	17.3	0.0589
โฟม>4											
1	15.6	15.7	18.8	18.8	0.942	0.982	1.1	0.992	294.22	17.9	0.0608
2	16	15.7	15.7	15.6	1.56	1.62	1.6	1.58	394.4	19.4	0.0492
3	17.1	16.4	15	15.1	1.22	1	0.996	1.28	282.34	19.5	0.0691
4	16.3	16.1	15.8	15.7	1.6	1	0.972	1.76	339.35	19.3	0.0569

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาวเดกซ์ตริน	กว้าง (cm)		ยาว (cm)		หนา (cm)				ปริมาตร cm^3	น้ำหนัก (กรัม)	ความหนาแน่น g/cm^3
ผสม<4											
1	16.8	16.5	18	17.9	1.462	1.45	1.39	1.36	424.39	56.4	0.1329
2	16.9	16.2	16.8	17	1.509	1.48	1.472	1.46	413.95	59.1	0.1428
3	17.5	17.7	16.4	16.2	1.29	1.36	1.45	1.49	410.24	57.1	0.1392
4	16.5	16.4	18.3	18.5	1.36	1.26	1.25	1.18	381.38	58.2	0.1526
ผสม>4											
1	16.5	16.7	17.5	17.7	1.36	1.35	1.34	1.34	394.42	58.1	0.1473
2	16.5	16.6	17.3	17.1	1.37	1.38	1.31	1.29	387.14	54.9	0.1418
3	16.4	16.3	17.5	17.3	1.37	1.39	1.39	1.29	389.75	55.2	0.1416
4	17	16.7	17.7	17.8	1.41	1.22	1.35	1.22	1.21	56.3	0.1448
ชานอ้อย											
1	16.3	16.2	15.5	15.7	1.32	1.47	1.38	1.38	352.37	58.3	0.1654
2	15.1	15.3	16.6	16.5	1.45	1.4	1.46	1.44	362.25	54.5	0.1504
3	17	17.2	15.4	15.3	1.35	1.45	1.36	1.37	362.23	57.2	0.1579
4	15.8	15.6	15.4	15.2	1.43	1.47	1.34	1.35	336.29	55.8	0.1659
ฝ้า											
1	20	19.8	20	19.9	0.962	0.99	1.2	0.8	392.24	268	0.6832
2	19.8	19.8	19.9	19.8	0.942	0.922	1.4	0.944	412.68	277.3	0.6719
3	19.9	19.9	20	19.7	0.648	0.864	0.912	0.518	292.31	196.8	0.6732
4	19.8	19.7	19.9	19.9	0.972	0.864	0.87	0.844	394.79	269.6	0.7707

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นกระดานอัดที่สูตรต่างๆ

ยูเรีย	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ค่ามอดุลัสแตกร้าว (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
ผสม<4					
1	524.5	25.25	10.87	10.54815	
2	582.1	27.94	10.83	10.65775	10.59177
3	566.4	27.31	10.87	10.53158	
4	531.8	25.17	10.98	10.51506	
5	613.4	28.67	10.95	10.70629	
ผสม>4					
1	456.1	25.96	10.69	9.224678	
2	445.4	25.77	10.84	8.82528	8.801799
3	463.2	25.37	10.97	9.103032	
4	431.8	27.15	10.79	8.196363	
5	461.6	26.87	10.91	8.659641	
ชานอ้อย					
1	793.1	25.97	11.55	13.73546	
2	692.9	25.57	10.95	13.5601	13.67245
3	731.8	26.95	11.05	13.34321	
4	783.4	26.67	11.63	13.03024	
5	853.1	26.25	11.52	14.69322	
โฟม<4					
1	159.43	24.45	10.57	3.501809	
2	188.06	24.97	10.99	3.741397	3.577339
3	167.51	24.43	10.83	3.507612	
4	170.42	24.85	10.44	3.775239	
5	153.7	24.89	10.5	3.360637	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟม>4	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ค่ามอดุลัสแตกร้าว (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
1	119.3	25.59	10.25	2.662402	
2	141.9	26.06	11.07	2.666024	2.59522
3	119.1	24.7	10.75	2.503509	
4	137.6	25.74	10.92	2.689774	
5	114.2	25.13	10.54	2.45439	

กาวลาเทกซ์	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ค่ามอดุลัสแตกร้าว (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
ผสม<4					
1	467.6	25.31	13.44	6.136703	
2	454.2	25.76	13.07	6.193004	5.837836
3	456.1	24.79	14.27	5.421093	
4	513.9	27.25	14.25	5.572289	
5	486.1	24.28	14.31	5.866093	
ผสม>4					
1	394.7	26.753	14.77	4.057746	
2	375.3	25.82	14.23	4.30689	4.106974
3	335.4	26.35	13.73	4.051283	
4	341.7	25.36	13.95	4.154307	
5	326.1	25.36	13.95	3.964646	
ชานอ้อย					
1	896.9	27.03	14.63	9.301662	
2	835.1	24.52	13.54	11.14633	10.22237
3	841.3	25.82	13.31	11.03544	
4	846.8	25.6	14.46	9.491952	
5	868.9	26.89	13.83	10.13645	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟม<4	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ค่ามอดุลัสแตกร้าว (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
1	115	24.88	9.99	2.778867	
2	120	27.47	9.69	2.791427	2.829442
3	126.9	26.13	9.87	2.991157	
4	117.29	26.11	9.68	2.876436	
5	118.99	25.73	10.12	2.709324	
โฟม>4					
1	91.31	27.92	10.29	1.853205	
2	91.88	26.71	10.28	1.953044	1.902102
3	89.76	27.49	10.41	1.807831	
4	93.34	26.69	10.62	1.860465	
5	98.1	27.41	10.27	2.035965	

กาวเดกซ์ตริน	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ค่ามอดุลัสแตกร้าว (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
ผสม<4					
1	181.9	25.83	14.53	2.001374	
2	144.3	25.83	13.56	1.822946	1.867683
3	172.2	26.31	14.45	1.880736	
4	178.8	25.59	14.84	1.903622	
5	125.79	25.08	13.19	1.729738	
ผสม>4					
1	139.2	26.33	13.93	1.634697	
2	127.1	25.63	14.21	1.473534	1.624292
3	134.7	25.83	13.85	1.631154	
4	142.6	26.25	13.61	1.759646	
5	119.5	25.91	13.06	1.622428	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชานอ้อย	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ค่ามอดุลัสแตกร้าว (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
1	209.3	28.79	13.33	2.454814	
2	188.76	28.55	13.69	2.116646	2.274952
3	193.27	28.97	12.83	2.431722	
4	173.8	28.45	13.09	2.139141	
5	219.6	31.91	13.6	2.232436	
ฝ้า					
1	380.8	26.41	8.87	10.99594	
2	391.2	25.54	8.83	11.78712	11.55829
3	390.9	26.22	9.08	10.84957	
4	420	25.2	9.07	12.15585	
5	421.3	25.6	9.07	12.00295	

ตารางที่ 6 แสดงค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นกระดานอัดที่สูตรต่างๆ

ยูเรีย	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ระยะแอ่นตัว (mm)	ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
ผสม<4						
1	524.5	25.25	10.87	3.038	925.8854	
2	582.1	27.94	10.83	3.094	918.5736	883.435
3	566.4	27.31	10.87	3.279	856.4875	
4	531.8	25.17	10.98	3.367	832.7935	
5	613.4	28.67	10.95	3.075	928.4589	
ผสม>4						
1	456.1	25.96	10.69	3.464	710.1369	
2	445.4	25.77	10.84	3.056	770.0942	735.32
3	463.2	25.37	10.97	3.212	755.7519	
4	431.8	27.15	10.79	3.011	725.9039	
5	461.6	26.87	10.91	3.231	714.713	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชานอ้อย	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ระยะแอ่นตัว (mm)	ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
1	793.1	25.97	11.55	3.245	1128.749	
2	692.9	25.57	10.95	3.405	1061.975	1084.255
3	731.8	26.95	11.05	3.318	1072.39	
4	783.4	26.67	11.63	3.441	1009.802	
5	853.1	26.25	11.52	3.412	1148.356	
โฟม<4						
1	159.43	24.45	10.57	3.295	283.4039	
2	188.06	24.97	10.99	3.42	291.7268	290.6361
3	167.51	24.43	10.83	3.075	304.1832	
4	170.42	24.85	10.44	3.445	292.2294	
5	153.7	24.89	10.5	3.182	281.6373	
โฟม>4						
1	119.3	25.59	10.25	3.451	205.7299	
2	141.9	26.06	11.07	3.518	202.0863	197.768
3	119.1	24.7	10.75	3.361	198.6321	
4	137.6	25.74	10.92	3.625	197.8685	
5	114.2	25.13	10.54	3.547	184.5233	

กาวลาเทกซ์	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ระยะแอ่นตัว (mm)	ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
ผสม<4						
1	467.6	25.31	13.44	6.346	257.8717	
2	454.2	25.76	13.07	6.125	269.6274	240.7163
3	456.1	24.79	14.27	6.142	235.3671	
4	513.9	27.25	14.25	6.815	218.0402	
5	486.1	24.28	14.31	7.025	222.6749	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสม>4	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ระยะแอ่นตัว (mm)	ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
1	394.7	26.753	14.77	7.21	150.0785	
2	375.3	25.82	14.23	6.564	174.9701	166.3796
3	335.4	26.35	13.73	6.438	167.8071	
4	341.7	25.36	13.95	6.521	169.8842	
5	326.1	25.36	13.95	6.25	169.1582	
ชานอ้อย						
1	896.9	27.03	14.63	6.014	412.4448	
2	835.1	24.52	13.54	6.29	472.5525	472.5525
3	841.3	25.82	13.31	6.056	485.9288	
4	846.8	25.6	14.46	5.64	448.7921	
5	868.9	26.89	13.83	6.305	428.7158	
โฟม<4						
1	115	24.88	9.99	3.156	234.8007	
2	120	27.47	9.69	3.133	237.5935	234.8123
3	126.9	26.13	9.87	3.394	235.0153	
4	117.29	26.11	9.68	3.211	238.8818	
5	118.99	25.73	10.12	3.172	227.77	
โฟม>4						
1	91.31	27.92	10.29	2.757	179.2484	
2	91.88	26.71	10.28	2.822	184.5542	182.003
3	89.76	27.49	10.41	2.606	184.9917	
4	93.34	26.69	10.62	2.737	181.2656	
5	98.1	27.41	10.27	3.017	179.9549	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาวเดกซ์ตริน	แรงกดสูงสุด (N)	ความกว้าง (mm.)	ความยาว (mm.)	ระยะแอ่นตัว (mm)	ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)	ค่าเฉลี่ย (MPa)
ผสม<4						
1	181.9	25.83	14.53	4.075	130.9693	
2	144.3	25.83	13.56	4.342	111.9574	118.835
3	172.2	26.31	14.45	3.614	138.7741	
4	178.8	25.59	14.84	4.853	104.6018	
5	125.79	25.08	13.19	4.276	107.8726	
ผสม>4						
1	139.2	26.33	13.93	4.407	98.91521	
2	127.1	25.63	14.21	4.181	93.98285	100.1742
3	134.7	25.83	13.85	4.56	95.38911	
4	142.6	26.25	13.61	4.401	106.621	
5	119.5	25.91	13.06	4.083	105.9631	
ชานอ้อย						
1	209.3	28.79	13.33	3.48	188.1083	
2	188.76	28.55	13.69	3.023	186.7148	188.0845
3	193.27	28.97	12.83	3.364	192.7643	
4	173.8	28.45	13.09	3.113	183.2437	
5	219.6	31.91	13.6	3.14	189.5911	
ฝ้า						
1	380.8	26.41	8.87	0.4896	5989.077	
2	391.2	25.54	8.83	0.5632	5581.024	5835.948
3	390.9	26.22	9.08	0.4517	6405.178	
4	420	25.2	9.07	0.5418	5982.947	
5	421.3	25.6	9.07	0.613	5221.514	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงระดับร้อยละการดูดซับเสียงที่ความถี่ 250 500 1000 และ 2000 เฮิร์ต ของแผ่นกระดานอัดสูตรต่างๆ โดยใช้กล่องเก็บเสียงขนาด 1*1*2 เมตร^3

ความถี่ 250 Hz										
กาวยูเรีย										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	63.5	57.6	10.2431	63.4	56.8	11.62	63.5	57.4	10.62718	10.82998
ผสม>4	63.2	55.8	13.2616	63.2	55.8	13.262	63.3	56	13.03571	13.18634
ชานอ้อย	63.2	62	1.93548	63.2	61.7	2.4311	63.3	61.5	2.926829	2.431144
โฟม<4	63.2	57.4	10.1045	63	57.3	9.9476	63.1	57.2	10.31469	10.12229
โฟม>4	63.3	57.1	13.2616	63	56.8	10.915	63.3	57	11.05263	11.74326
กาวลาเทกซ์										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	63.5	61.5	3.25203	63.4	61.6	2.9221	63.3	61.4	3.094463	3.089524
ผสม>4	63.6	59.9	6.17696	64	60	6.6667	63.5	60.2	5.481728	6.108452
ชานอ้อย	63.2	62.7	0.79745	63.4	62.5	1.44	63.2	62.8	0.636943	0.95813
โฟม<4	62.9	61.8	1.77994	63.2	62.1	1.7713	63.2	62	1.935484	1.828919
โฟม>4	62.9	60.4	4.13907	63.4	60.5	4.7934	63.2	60.5	4.46281	4.46509
กาวเดกซ์ตริน										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	63.1	61.8	2.10356	63.2	61.7	2.4311	63.4	62	2.258065	2.264248
ผสม>4	63.1	60.8	3.78289	63.2	60.5	4.4628	63.3	60.8	4.111842	4.119182
ชานอ้อย	63.2	62.5	1.12	63.1	62	1.7742	63.2	62.3	1.444623	1.446272
ฝ้า										
	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
	64	55.8	14.7	63.2	55.2	13.4	63.4	55.4	14.44	14.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 500 Hz										
กาวยูเรีย										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	64.5	58.6	10.0683	64.3	58.4	10.103	64	58.4	9.589041	9.920013
ผสม>4	64.6	57.8	11.7647	64.5	57.6	11.979	64.6	57.7	11.95841	11.90076
ชานอ้อย	64	61.8	3.55987	63.8	61.6	3.5714	63.7	61.2	4.084967	3.738755
โฟม<4	64.2	59.4	8.08081	64	59.1	8.291	64	59.4	7.744108	8.038649
โฟม>4	64.3	57.9	11.0535	63.8	57.8	10.381	64	58.1	10.15491	10.52969
กาวลาเทกซ์										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	63.7	60.8	4.76974	63.5	60.4	5.1325	63.7	60.9	4.597701	4.833296
ผสม>4	63.8	59.4	7.40741	63.7	58.9	8.1494	63.6	59.1	7.614213	7.723675
ชานอ้อย	63.5	61.5	3.25203	63.1	61.2	3.1046	63.4	61	3.934426	3.430345
โฟม<4	63.7	60.7	4.94234	63.5	60.1	5.6572	63.6	60.3	5.472637	5.357405
โฟม>4	63.5	60	5.83333	63.4	59.9	5.8431	63.6	60.2	5.647841	5.774749
กาวเดกซ์ตริน										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	63.8	61.5	3.73984	63.7	61.6	3.4091	63.8	61.4	3.908795	3.685908
ผสม>4	64	60.8	5.26316	63.8	60.9	4.7619	63.7	61	4.42623	4.817097
ชานอ้อย	63.7	63	1.11111	63.3	62.8	0.7962	63.5	63	0.793651	0.900313
ฝ้า										
	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
	63.8	55.9	14.13	64	56.1	14.08	63.7	56	13.75	13.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 1000 Hz										
กาวยูเรีย										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	61.5	57.6	6.77083	61.3	57.3	6.9808	61.5	57.7	6.585789	6.779142
ผสม>4	61.8	56.3	9.76909	61.8	56.2	9.9644	62	56.3	10.12433	9.952614
ชานอ้อย	61.2	58.7	4.25894	61.2	58.6	4.4369	61	58.9	3.565365	4.087056
โฟม<4	61	57.5	6.08696	61.3	57.7	6.2392	61.2	57.8	5.882353	6.069493
โฟม>4	61.7	56.8	8.62676	61.7	56.7	8.8183	61.5	56.2	9.430605	8.958569
กาวลาเทกซ์										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	61.6	59.5	3.52941	61.4	59.8	2.6756	61.4	59.7	2.847571	3.017523
ผสม>4	61.7	59.3	4.04722	61.8	59.4	4.0404	61.7	59.3	4.047218	4.044946
ชานอ้อย	61	60	1.66667	61.3	59.8	2.5084	61.4	59.7	2.847571	2.340866
โฟม<4	61.7	58.7	5.11073	61.4	58.4	5.137	61.7	58.4	5.650685	5.299468
โฟม>4	61.8	57.7	7.10572	61.4	57.6	6.5972	61.7	57.4	7.491289	7.064744
กาวเดกซ์ตริน										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	61.2	58.6	4.43686	61.5	59.1	4.0609	61.6	59.3	3.878583	4.125452
ผสม>4	61.2	58.4	4.79452	61.5	58.7	4.77	61.5	58	6.034483	5.199673
ชานอ้อย	61.3	59.5	3.02521	61.6	59.1	4.2301	61.4	59.6	3.020134	3.425154
ฝ้า										
	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
	61.6	56.8	8.45	61.8	56.9	8.61	61.7	57	8.25	8.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 2000 Hz										
กาวยูเรีย										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	76.2	69.5	9.64029	76.4	69.2	10.405	76.5	69.3	10.38961	10.14484
ผสม>4	76.4	68.3	11.8594	77	68.4	12.573	77.2	68.8	12.2093	12.21395
ชานอ้อย	77.4	75.3	2.78884	77.2	75.1	2.7963	77	75.2	2.393617	2.659578
โฟม<4	76.8	69.3	10.8225	77.6	69.8	11.175	76.8	69.5	10.5036	10.83363
โฟม>4	77	69.1	11.4327	77.1	69	11.739	76.8	68.9	11.46589	11.54591
กาวลาเทกซ์										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	76.4	72.3	5.67082	76.2	72.4	5.2486	76.6	72.6	5.509642	5.476359
ผสม>4	75.9	71.5	6.15385	75.9	71.4	6.3025	76	71.2	6.741573	6.399313
ชานอ้อย	76.5	74.4	2.82258	76.6	74.2	3.2345	76.4	74.5	2.550336	2.869139
โฟม<4	77.2	72.5	6.48276	77.4	72.4	6.9061	77	72.6	6.060606	6.483147
โฟม>4	77	71.3	7.99439	76.8	71.4	7.563	76.9	71.4	7.703081	7.753499
กาวเดกซ์ตริน										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	76	73.5	3.40136	75.9	73.2	3.6885	75.9	73.4	3.405995	3.498627
ผสม>4	76.2	72.6	4.95868	76.4	72	6.1111	76.4	72.5	5.37931	5.483033
ชานอ้อย	77	74.1	3.91363	77.4	74.6	3.7534	77.2	74.3	3.903096	3.856692
ฝ้า										
	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
	75.7	71.5	5.87	75.9	71.9	5.86	75.9	71.4	6.03	5.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงระดับร้อยละการดูดซับเสียงที่ความถี่ 250 500 1000 และ 2000 เฮิร์ต ของแผ่นกระดานอัดสูตรต่างๆ โดยใช้กล่องกระดาษ 0.2*0.2*0.2 เมตร^3

ความถี่ 250 Hz										
กาวยูเรีย										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	70.8	64	10.625	70.7	63	12.22	71	63	12.7	11.85
ผสม>4	71.1	60.7	17.13	71.2	60.8	17.11	71	60.7	19.97	17.07
ชานอ้อย	69.9	63.8	9.56	70.1	63.5	10.39	70	63.7	9.89	9.95
โฟม<4	70.3	62.5	12.48	70.2	62.5	13.32	70.4	62.7	12.28	12.36
โฟม>4	71.1	61.4	15.8	70.7	61.3	15.33	70.8	61.5	15.12	15.42
กาวลาเทกซ์										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	70.9	66.3	6.94	71.2	66.4	7.08	71	66.3	7.09	7.04
ผสม>4	71.1	64.2	10.75	70.9	64.5	9.92	71.2	64.3	10.73	10.47
ชานอ้อย	70.9	67.2	5.51	71	66.8	6.29	71.1	66.9	6.28	6.03
โฟม<4	71.1	65.1	9.22	70.8	64.8	9.26	70.9	64.8	9.41	9.3
โฟม>4	71	64.8	9.57	71.1	64.7	9.89	71.2	64.8	9.88	9.78
กาวเดกซ์ตริน										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	70.8	66.9	5.83	70.9	66.8	6.14	70.8	66.8	5.99	5.99
ผสม>4	70.7	65.8	7.45	70.6	65.7	7.46	70.8	65.9	7.44	7.45
ชานอ้อย	70.7	67.2	5.21	70.9	67.5	5.04	70.8	67.4	5.04	5.1
ฝ้า										
	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
	70.8	62.4	13.46	70.8	62.3	13.64	70.5	62	13.71	13.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 500 Hz										
กาวยูเรีย										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	63.4	57.6	10.07	63.6	57.1	11.38	63.4	57.4	10.45	10.63
ผสม>4	64.2	55.2	16.3	63.9	55.2	15.76	64	55.4	15.52	15.86
ชานอ้อย	63.5	59.1	7.45	63.4	58.3	8.75	63.3	58.8	7.65	7.95
โฟม<4	63.8	56	13.93	63.5	55.8	13.8	63.7	56.3	13.14	13.62
โฟม>4	63.5	54.8	15.88	63.9	54.6	17.03	63.4	54.3	16.76	16.56
กาวลาเทกซ์										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	63.4	56.3	12.61	63.5	56.8	11.8	63.6	56.9	11.78	12.06
ผสม>4	63.9	55.6	14.93	63.8	56	13.93	63.9	55.8	14.52	14.46
ชานอ้อย	63.5	58.9	7.81	63.9	58.7	8.86	63.4	58.3	8.75	8.47
โฟม<4	63.9	56.2	13.7	63.6	56.9	11.78	63.8	56.2	13.52	13
โฟม>4	63.8	55.9	14.13	64.2	55.6	15.47	63.9	55.9	14.31	14.63
กาวเดกซ์ตริน										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	60.7	56.5	7.43	60.9	56.6	7.6	60.8	56.7	7.23	7.42
ผสม>4	60.7	56.3	7.82	61	56.2	8.54	61.2	56.2	8.9	8.42
ชานอ้อย	60.5	58.2	3.95	60.8	58.3	4.29	60.7	58.5	3.76	4
ฝ้า										
	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
	60.5	54.9	8.63	60.7	55.2	9.96	60.7	55.1	10.16	9.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 1000 Hz										
กาวยูเรีย										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	69.1	63.1	9.51	69.3	63	10	69	63.4	8.83	9.45
ผสม>4	69.8	61.1	14.24	69.6	61.2	13.37	69.9	60.8	14.96	14.31
ชานอ้อย	68.9	64.6	6.66	69	65.3	5.67	69.1	64.4	7.3	6.54
โฟม<4	68.9	62.4	10.42	69.3	62.7	10.53	69.4	63.4	9.46	10.14
โฟม>4	69.2	61.6	12.34	69	61.8	11.65	69.3	61.4	12.87	12.29
กาวลาเทกซ์										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	68.8	63.8	7.84	69	64	7.81	69.2	64.2	7.79	7.81
ผสม>4	69.1	62	11.45	69.3	62.1	11.59	69.3	62	11.77	11.6
ชานอ้อย	68.9	64.3	7.15	69	64.5	6.98	69.1	64.6	6.97	7.03
โฟม<4	69.4	62.7	10.68	69.3	62.6	10.7	69.5	63.2	9.97	10.45
โฟม>4	69.4	62.5	11.04	69.5	62.3	11.56	69.4	62.4	11.21	11.27
กาวเดกซ์ตริน										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	63.7	60.2	5.81	63.5	60.6	4.79	63.8	60.4	5.63	5.41
ผสม>4	63.9	60	6.5	63.8	60.3	5.8	63.8	60.1	6.16	6.15
ชานอ้อย	64.1	63.2	1.42	64.3	63.1	1.9	64	63.2	1.27	1.53
ฝ้า										
	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
	62.9	58.3	7.89	62.5	57.9	7.94	62.6	58	7.9	7.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ 2000 Hz										
กาวยูเรีย										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	74.7	62.5	19.52	74.9	62.3	20.22	74.6	62.7	18.98	19.57
ผสม>4	74.9	60.6	23.59	75.1	60.7	23.72	75.1	60.8	23.52	23.61
ชานอ้อย	74.8	69.6	7.47	74.6	69.1	7.96	74.5	70	6.43	7.28
โฟม<4	74.8	61.4	21.82	74.6	61.6	21.1	74.6	61.7	20.9	21.27
โฟม>4	74.6	59.4	25.58	74.7	59.8	24.92	74.6	59.5	23.38	25.29
กาวลาเทกซ์										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	68.9	61.9	12.92	68.6	61.6	11.36	68.6	61.7	11.5	11.93
ผสม>4	74.9	64.3	16.49	74.7	64.8	15.28	75.1	64.7	16.07	15.95
ชานอ้อย	74.4	67.6	10.05	74.2	67.6	9.76	74.5	67.9	9.72	9.84
โฟม<4	74.5	66.3	12.36	74.6	66.8	11.68	74.5	67	11.19	11.74
โฟม>4	74.9	66.4	12.8	74.7	66.7	11.99	74.9	66.1	13.31	12.7
กาวเดกซ์ตริน										
สูตร	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
ผสม<4	68.9	62.8	9.54	68.8	62.7	9.73	69	62.7	10.05	9.77
ผสม>4	68.7	61.6	11.53	69	61.5	12.2	68.9	61.9	11.31	11.68
ชานอ้อย	68.8	65.7	4.72	68.7	65.8	4.41	69.1	64.8	6.64	5.26
ฝ้า										
	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ก่อน	หลัง	ร้อยละ	ร้อยละเฉลี่ย
	68.9	65.1	5.83	68.7	65.3	5.21	68.8	65.4	5.2	5.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้