



# การผลิต แผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจาก หล้าแฝก

## บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้สามารถพัฒนาการผลิตแผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก สำหรับเป็นฝ้าเพดานขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตร โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ ร้อยละ 85 ผสมกับหญ้าแฝกบด ร้อยละ 15 และ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์เป็นสารยึดติดในปริมาณ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักของผสม โดยแผ่นยิปซัสดังกล่าวมีน้ำหนักเบากว่าแผ่นยิปซัมที่ผลิตจากปูนปลาสเตอร์ล้วน ร้อยละ 36 มีค่าแรงกดประลัยและมอดูลัสแตกร้าวนั้นไป ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม (มอก. 219-2524)

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา

เนื่องจากประเทศไทยมีแหล่งแร่ยิปซัมเกือบทุกภาคของประเทศ แต่ที่มีปริมาณมากคือภาคเหนือที่ จังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดพิจิตร ภาคใต้ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดเลย ประเทศไทยมีการผลิตแร่ยิปซัมใช้ในประเทศและส่งออกมานานแล้ว โดยในปี 2550 สามารถผลิตแร่ได้ 8,569,401 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,930.9 ล้านบาท ส่งออกในรูปของแร่ดิบที่มีมูลค่าต่ำ 6,227,779 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,819.9 ล้านบาท หรือประมาณร้อยละ 73 ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 27 ใช้ในประเทศ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ แผ่นยิปซัม ผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์ ทำแม่พิมพ์ และอื่นๆ

การผลิตแผ่นยิปซัมนั้นใช้แร่ยิปซัมเป็นวัตถุดิบมากเป็นอันดับที่ 2 รองจากการผลิตปูนซีเมนต์ จากการพิจารณาแผ่นยิปซัมขนาดมาตรฐานกว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตรและหนา 9 มิลลิเมตรน้ำหนักเฉลี่ย

20 กิโลกรัมต่อแผ่น จะมีส่วนประกอบที่เป็นปูนปลาสเตอร์ ร้อยละ 91.3 หรือ 18.26 กิโลกรัม ซึ่งปูนปลาสเตอร์จำนวนนี้ได้จากแร่ยิปซัมดิบ 21.90 กิโลกรัม ถ้าผลิตแผ่นยิปซัมน้ำหนัก 1 เมตริกตันต้องใช้แร่ยิปซัมดิบเป็นวัตถุดิบหนัก 1.095 เมตริกตัน แผ่นยิปซัมเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้เป็นผนังกันห้องและฝ้าเพดานเพราะมีสมบัติติดตั้งง่ายและทนไฟ นอกจากนี้ ยังมีราคาไม่แพง แต่ในกระบวนการผลิตแผ่นยิปซัมเพื่อให้มีความแข็งแรงต้องใช้กระดาษชนิดพิเศษปิดหน้า-หลังเนื้อปูนปลาสเตอร์ด้วย ดังนั้นแผ่นยิปซัมที่ใช้เป็นผนังห้องจึงมักเป็นแผ่นเรียบไม่มีลวดลายความสวยงาม จึงมีการผลิตแผ่นยิปซัมอีกชนิดหนึ่งเรียกว่าแผ่นยิปซัมเสริมไฟเบอร์กลาสส์ (fibre glass) สำหรับใช้เป็นฝ้าเพดาน การผลิตทำได้โดยเทส่วนผสมของปูนปลาสเตอร์ น้ำและไฟเบอร์กลาสส์ปริมาณเล็กน้อยลงในแม่พิมพ์ขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 625 มิลลิเมตร x 625 มิลลิเมตร x 10 มิลลิเมตรที่มีผิวเป็นลวดลาย เมื่อแผ่นยิปซัมแข็งตัวก็แกะออกจากแม่พิมพ์ แผ่นยิปซัมชนิดนี้ไม่ต้องใช้กระดาษปิดหน้า-หลังเนื่องจากไฟเบอร์กลาสส์จะยึดปูนปลาสเตอร์ให้คงรูปเป็นแผ่นอยู่ได้หลังจากนั้นอาจจะนำไปพ่นสีหรือไม่ก็ได้ แต่ไฟเบอร์กลาสส์เป็นวัสดุอันตรายเมื่อหายใจเอาละอองของไฟเบอร์กลาสส์เข้าไปจะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยสำนักเทคโนโลยีชุมชน เห็นความสำคัญในการนำแร่ยิปซัมมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงได้จัดทำโครงการศึกษาวิจัยการผลิตแผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝกเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ในงานก่อสร้างภายใน ที่มีความปลอดภัยรวมทั้งมีความแข็งแรงจากการเสริมเส้นใยหญ้าแฝกและมีความทนไฟของยิปซัม ส่งผลให้เกิดการใช้แร่ยิปซัมและหญ้าแฝกซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าของประเทศไทยให้มากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตแผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก

### 1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

- หาอัตราส่วนระหว่างปูนปลาสเตอร์กับหญ้าแฝกในการผลิตแผ่นยิปซัม
- แผ่นยิปซัมที่ผลิตได้เมื่อทดสอบค่าแรงกดประลัย (flexural strength) และมอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture) ได้ค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม (มอก. 219-2524)

## 2. วิธีการทดลอง

### 2.1 การเตรียมตัวอย่างหญ้าแฝก

นำใบหญ้าแฝกมาพันธุ์หญ้าแฝกดอน (Vetiveria nemoralis) ซึ่งตากแดดจนแห้งสนิทมาบดให้ละเอียดขนาด 1 มิลลิเมตรด้วยเครื่องบดไฟฟ้า

### 2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแฝก

นำหญ้าแฝกมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแฝกตาม Tappi standard ดังนี้

- ปริมาณเถ้า (ash content) ตาม Tappi T 211
- การละลายในน้ำร้อน (hot-water solubility) ตาม Tappi T 207
- การละลายในแอลกอฮอล์-เบนซิน (alcohol- benzene solubility) ตาม Tappi T 204
- ปริมาณลิกนิน (lignin) ตาม Tappi T 222
- ปริมาณเพนโตซาน (pentosan) ตาม Tappi T 223
- ปริมาณโฮโลเซลลูโลส (holocellulose) ตาม Tappi section, January 10, 1946
- ปริมาณแอลฟาเซลลูโลส (alphacellulose) ตาม Tappi T 203
- ปริมาณบีต้าเซลลูโลส (betacellulose) ตาม Tappi T 203
- ปริมาณแกมมาเซลลูโลส (gammacellulose) ตาม Tappi T 203

### 2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปูนปลาสเตอร์ตามมาตรฐานปูนยิปซัมสำหรับการก่อสร้าง (มอก. 188-2547) ดังนี้

- ปริมาณแคลเซียมออกไซด์ (calcium oxide, CaO)
- ปริมาณแมกนีเซียมออกไซด์ (magnesium oxide, MgO)
- ปริมาณซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (sulfur trioxide, SO<sub>3</sub>)
- ปริมาณคลอไรด์ (chloride, Cl)
- การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา (loss on ignition)

### 2.4 การทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมตามมอก. 219-2524

### 2.5 การศึกษาทดลองผลิตแผ่นยิปซัมเสริมใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก

#### 2.5.1 การศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนปลาสเตอร์ต่อหญ้าแฝกในการผลิตแผ่นยิปซัมเสริมใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก

ในการศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนปลาสเตอร์ต่อหญ้าแฝกนั้น จะใช้น้ำหนักของผสมของปูนปลาสเตอร์และหญ้าแฝกรวม 1,500 กรัม โดยนำปูนปลาสเตอร์มาผสมกับหญ้าแฝกในอัตราส่วนต่างๆ กันคือ 100 : 0, 90 : 10, 97 : 3 และ 95 : 5 โดยทุกอัตราส่วนเติมน้ำปริมาตร 1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพราะเป็นปริมาตรที่ทำให้ของผสมระหว่างปูนปลาสเตอร์หญ้าแฝกและน้ำมีความชื้นเหลวที่เหมาะสมในการขึ้นรูป จากนั้นนำของผสมขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้งสนิท จึงนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าว

#### 2.5.2 การศึกษาทดลองผสมสารยึดติด (adhesive) ในการผลิตแผ่นยิปซัมเสริมใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก

- การศึกษาทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol, POVAL) ในการผลิตแผ่นยิปซัมฯ

นำปูนปลาสเตอร์ 1,425 กรัมผสมกับหญ้าแฝก 75 กรัม (95 : 5) ในเครื่องผสมวัตตูดิบเติมสารละลาย พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ปริมาตร 1,200

ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ในน้ำที่ปริมาณต่างๆกัน คือร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของน้ำหนักของผสม นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมฯ ขนาด 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้งสนิท แล้วนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัย และมอดุลัสแตกร้าว

**- การศึกษาทดลองผสมสารยึดติดชนิดกาวแป้งมันสำปะหลังในการผลิตแผ่นยิปซัมฯ**

นำปูนปลาสเตอร์ 1,425 กรัมผสมกับหญ้าแฝก 75 กรัม (95 : 5) ในเครื่องผสมวัตตูดิบเติมสารละลายกาวแป้งมันสำปะหลังปริมาตร 1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีแป้งมันสำปะหลังละลายอยู่ในน้ำที่ปริมาณต่างๆกัน คือ ร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของน้ำหนักของผสม นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมฯ ขนาด 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้งสนิท แล้วนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าว

**- การศึกษาทดลองผสมสารยึดติดชนิดกาวลาเท็กซ์ในการผลิตแผ่นยิปซัมฯ**

นำปูนปลาสเตอร์ 1,425 กรัมผสมกับหญ้าแฝก 75 กรัม (95 : 5) ในเครื่องผสมวัตตูดิบเติมสารละลายกาวลาเท็กซ์ปริมาตร 1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีกาวลาเท็กซ์ละลายอยู่ในน้ำที่ปริมาณต่างๆกัน คือ ร้อยละ 6, 7, 8, 9 และ 10 ของน้ำหนักของผสม นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมฯขนาด 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้งสนิท แล้วนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าว

**2.5.3 การศึกษาทดลองหาปริมาณที่เหมาะสมของหญ้าแฝกในการผลิตเป็นแผ่นยิปซัมเสริมใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก**

นำของผสมของปูนปลาสเตอร์และหญ้าแฝก อัตราส่วน 90 : 10, 85 : 15 และ 80 : 20 ตามลำดับ มาเติมสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่มีปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ร้อยละ 5 ของน้ำหนักของผสม (1,500 กรัม) นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมฯขนาด 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้งสนิท แล้วนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าว

**2.5.4 การศึกษาทดลองผลิตแผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝกขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตรและ 600 x 1,200 x 12 มิลลิเมตร**

การศึกษาวิจัยนี้ผลิตแผ่นยิปซัมเสริมใยธรรมชาติจากหญ้าแฝกขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตรและ 600 x 1,200 x 12 มิลลิเมตร เนื่องจากเป็นขนาดตามมาตรฐานมอก. 219-2524 และเป็นขนาดที่วางขายในท้องตลาดเพื่อใช้สำหรับเป็นฝ้าเพดาน

ในการผลิตแผ่นยิปซัมฯ ทั้ง 2 ขนาดใช้สูตรอัตราส่วนปูนปลาสเตอร์ต่อหญ้าแฝก เท่ากับ 85 :15 และใช้สารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ร้อยละ 5 ของน้ำหนักของผสมระหว่างปูนปลาสเตอร์กับหญ้าแฝก (1,500 กรัม) ดังนี้

- ขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตร  
ใช้น้ำหนักของของผสม 4,500 กรัมที่มีปูนปลาสเตอร์ 3,825 กรัมและหญ้าแฝก 675 กรัม ใช้ปริมาตรของสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- ขนาด 600 x 1,200 x 12 มิลลิเมตร  
ใช้น้ำหนักของของผสม 12 กิโลกรัมที่มีปูนปลาสเตอร์ 10.2 กิโลกรัมและหญ้าแฝก 1,800 กรัม ใช้ปริมาตรของสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 8,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

**3. ผลการทดลอง**

**3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแฝก**  
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแฝก แสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าแฝก**

| รายการ  | ร้อยละ |
|---|--------|
| ปริมาณเถ้า (ash content)                                | 7.4    |
| การละลายในน้ำร้อน (hot-water solubility)                | 14.1   |
| การละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีน (alcohol-benzene solubility) | 6.7    |
| ลิกนิน (lignin)   | 15.3   |
| เพนโตซาน (pentosan)                                     | 24.2   |
| โฮโลเซลลูโลส (holocellulose)                            | 69.5   |
| แอลฟาเซลลูโลส (alphacellulose)                          | 42.9   |
| บีต้าเซลลูโลส (betacellulose)                           | 8.4    |
| แกมมาเซลลูโลส (gammacellulose)                          | 18.2   |

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 1 พบว่าหญ้าแฝก มีปริมาณแอลฟาเซลลูโลส ร้อยละ 42.9 และปริมาณ เพนโตซาน ร้อยละ 24.2 ซึ่งเป็นเส้นใยที่ช่วยยึดเหนี่ยว ให้แผ่นยิปซัมมีความแข็งแรง

### 3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปูนปลาสเตอร์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปูนปลาสเตอร์ตามมอก.188 - 2527 : ปูนยิปซัมสำหรับการก่อสร้าง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปูนปลาสเตอร์

| รายการ  | มอก. 188-2547                       | น้ำหนัก,ร้อยละ |
|---|-------------------------------------|----------------|
| แคลเซียมออกไซด์ (CaO), ร้อยละ                 | ไม่น้อยกว่า 2/3 ของ SO <sub>3</sub> | 32.70          |
| แมกเนเซียมออกไซด์ (MgO), ร้อยละ               | ไม่เกิน 0.3                         | 0.15           |
| ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO <sub>3</sub> ), ร้อยละ | ไม่น้อยกว่า 35                      | 48.65          |
| คลอไรด์คิดเป็นโซเดียมคลอไรด์, ร้อยละ          | ไม่เกิน 0.2                         | 0.18           |
| การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา, ร้อยละ      | ไม่น้อยกว่า 4 และไม่มากกว่า 9       | 5.33           |

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 2 พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของปูนปลาสเตอร์ที่นำมาผลิตแผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก ได้ค่าเป็นไปตามเกณฑ์มอก.188-2547

### 3.3 การศึกษาทดลองผลิตแผ่นยิปซัมเสริมใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก

#### 3.3.1 การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปูนปลาสเตอร์ต่อหญ้าแฝกในการผลิตแผ่นยิปซัมเสริมใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก

ผลการวิเคราะห์ค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าว ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมเสริมหญ้าแฝกในอัตราส่วนต่างๆ

| อัตราส่วน<br>ปูนปลาสเตอร์ : หญ้าแฝก | แรงกดประลัย<br>(นิวตัน) | มอดุลัสแตกร้าว<br>(เมกะปาสคาล) | น้ำหนัก<br>(กรัม) |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 100 : 0                             | 215.7                   | 3.88                           | 1,568.39          |
| 99 : 1                              | 211.4                   | 3.81                           | 1,477.26          |
| 97 : 3                              | 140.2                   | 2.52                           | 1,380.15          |
| 95 : 5                              | 115.1                   | 2.07                           | 1,272.44          |

ผลการทดสอบในตารางที่ 3 พบว่า ค่าแรงกดประลัย มอดุลัสแตกร้าวและน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่ผลิตได้มีค่าลดลง เมื่อมีการผสมหญ้าแฝกในปริมาณที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ แผ่นยิปซัมที่มีปูนปลาสเตอร์ล้วนโดยยังไม่มีการผสมหญ้าแฝก (100:0) และแผ่นยิปซัม (99:1) มีค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวเป็นไปตามเกณฑ์มอก. 219-2524 (แรงกดประลัยไม่น้อยกว่า 132 นิวตัน และมอดุลัสแตกร้าวไม่น้อยกว่า 3.0 เมกะปาสคาล)

ส่วนแผ่นยิปซัม (97:3) มีค่าแรงกดประลัยเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน แต่ค่ามอดุลัสแตกร้าว ต่ำกว่ามาตรฐาน และแผ่นยิปซัม (95:5) นั้นทั้งค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งจากการทดลองพบว่าการใช้หญ้าแฝกในปริมาณที่น้อยมาก

แต่การศึกษาวิจัยนี้ต้องการที่จะให้หญ้าแฝกเป็นส่วนผสมในปริมาณที่มากกว่านี้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้สารยึดติดมาใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นยิปซัมฯ

**3.3.2 การศึกษาทดลองผสมสารยึดติดในการผลิตแผ่นยิปซัมเสริมใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก**  
 - การศึกษาทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ในการผลิตแผ่นยิปซัมฯ

ผลการทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์เป็นสารยึดติด ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์เป็นสารยึดติดในปริมาณต่างๆ

| ปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (ร้อยละ) | แรงกดประลัย (นิวตัน) | มอดุลัสแตกร้าว (เมกะปาสคาล) | น้ำหนัก (กรัม) |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------|
| 1                                 | 116.23               | 2.09                        | 1,275.21       |
| 2                                 | 119.25               | 2.15                        | 1,279.60       |
| 3                                 | 135.75               | 2.44                        | 1,300.77       |
| 4                                 | 163.55               | 2.94                        | 1,306.50       |
| 5                                 | 194.70               | 3.50                        | 1,320.51       |

จากผลการทดลองในตารางที่ 4 พบว่าการผลิตแผ่นยิปซัมโดยเติมสารละลายของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ลงในของผสมแทนการเติมน้ำธรรมดา ทำให้แผ่นยิปซัมมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากค่าแรงกดประลัย มอดุลัสแตกร้าว และน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักของผสมระหว่างปูนปลาสเตอร์

และหญ้าแฝก เนื่องจากค่าแรงกดประลัยและค่ามอดุลัสแตกร้าวเป็นไปตามมอก. 219 - 2524

- การศึกษาทดลองผสมสารยึดติดชนิดกาวแป้งมันสำปะหลังในการผลิตแผ่นยิปซัมฯ  
 ผลการทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมฯ ที่มีกาวแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติดด้วย ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่มีกาวแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติดในปริมาณต่างๆ

| ปริมาณกาวแป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ) | แรงกดประลัย (นิวตัน) | มอดุลัสแตกร้าว (เมกะปาสคาล) | น้ำหนัก (กรัม) |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------|
| 1                                 | 55.21                | 1.21                        | 1,281.11       |
| 2                                 | 57.45                | 1.26                        | 1,289.29       |
| 3                                 | 60.52                | 1.33                        | 1,295.32       |
| 4                                 | 63.66                | 1.40                        | 1,299.47       |
| 5                                 | 71.4                 | 1.51                        | 1,309.45       |

ผลการทดลองในตารางที่ 5 พบว่าการใช้กาวแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงกดประลัยมอดุลัสแตกร้าว และน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ต่ำกว่าเกณฑ์มอก. 219 - 2524 ซึ่งกาวแป้งมันสำปะหลังปริมาณร้อยละ 5 ของของผสม มีสภาพที่ชื้นมาก ทำให้ของผสมไม่ค่อยเป็นเนื้อเดียวกัน

- การศึกษาทดลองผสมสารยึดติดชนิดกาวลาเท็กซ์ในการผลิตแผ่นยิปซัมฯ  
 ผลการทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมฯ ที่มีกาวลาเท็กซ์เป็นสารยึดติด ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่มีกาวลาเท็กซ์เป็นสารยึดติดในปริมาณต่างๆ

| ปริมาณกาวลาเท็กซ์<br>(ร้อยละ) | แรงกดประลัย<br>(นิวตัน) | มอดุลัสแตกร้าว<br>(เมกะปาสคาล) | น้ำหนัก<br>(กรัม) |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 6                             | 95.37                   | 2.10                           | 1,274.23          |
| 7                             | 103.48                  | 2.28                           | 1,281.40          |
| 8                             | 115.89                  | 2.55                           | 1,298.33          |
| 9                             | 120.63                  | 2.65                           | 1,308.54          |
| 10                            | 129.52                  | 2.84                           | 1,323.36          |

จากผลการทดลองในตารางที่ 6 พบว่าการใช้กาวลาเท็กซ์เป็นสารยึดติดไม่เหมาะสมในการนำมาผลิตแผ่นยิปซัม เพราะค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวต่ำกว่าเกณฑ์มอก. 219-2524 ถึงแม้จะใช้ปริมาณกาวลาเท็กซ์ ร้อยละ 10 ของของผสมระหว่างปูนปลาสเตอร์และหญ้าแฝก

ตารางที่ 7 ค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมเพื่อหาปริมาณหญ้าแฝกที่เหมาะสม

| อัตราส่วน<br>ปูนปลาสเตอร์ : หญ้าแฝก | แรงกดประลัย<br>(นิวตัน) | มอดุลัสแตกร้าว<br>(เมกะปาสคาล) | น้ำหนัก<br>(กรัม) |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 90 : 10                             | 186.7                   | 3.36                           | 1,205.21          |
| 85 : 15                             | 168.8                   | 3.04                           | 1,110.86          |
| 80 : 20                             | 135.2                   | 2.43                           | 1,011.47          |

จากผลการทดลองในตารางที่ 7 พบว่าแผ่นยิปซัมที่มีอัตราส่วนระหว่างปูนปลาสเตอร์และหญ้าแฝก 90 : 10 และ 85 : 15 มีค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวเป็นไปตามเกณฑ์มอก. 219 - 2524 อีกทั้งน้ำหนักมีค่าลดลงเมื่อปริมาณหญ้าแฝกเพิ่มขึ้น แต่ในการศึกษาทดลองนี้พิจารณาแล้วเห็นว่าอัตราส่วนระหว่างปูนปลาสเตอร์และหญ้าแฝกที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัม เท่ากับ 85 : 15 เพราะมีการใช้หญ้าแฝกในปริมาณที่มากพอสมควรและแผ่นยิปซมน้ำหนักที่เบาขึ้นด้วย

ตารางที่ 8 ค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัม ขนาดต่างๆ กัน

| ขนาดแผ่นยิปซัม   | แรงกดประลัย<br>(นิวตัน) | มอดุลัสแตกร้าว<br>(เมกะปาสคาล) | น้ำหนัก<br>(กรัม) |
|------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 600 x 600 x 9    | 171.5                   | 3.09                           | 3,058.48          |
| 600 x 1,200 x 12 | 181.2                   | 2.26                           | 6,411.69          |

### 3.3.3 การศึกษาทดลองหาปริมาณที่เหมาะสมของหญ้าแฝกในการผลิตแผ่นยิปซัม

ผลการทดสอบค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่มีปูนปลาสเตอร์และหญ้าแฝกในอัตราส่วนต่างๆกัน ดังแสดงในตารางที่ 7

### 3.3.4 ทดลองผลิตแผ่นยิปซัม ขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตรและ 600 x 1,200 x 12 มิลลิเมตร

ผลการทดลองพบว่าแผ่นยิปซัมขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตรมีค่าแรงกดประลัยและมอดุลัสแตกร้าวเป็นไปตามเกณฑ์มอก.219-2524 ส่วนขนาด 600 x 1,200 x 12 มิลลิเมตร มีค่าแรงกดประลัยเท่ากันที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน แต่มอดุลัสแตกร้าวมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 8

### 3.3.5 เปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้เสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝกกับแผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝกดังนี้

- น้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้เสริมหญ้าแฝกขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตร คือ 4,690.10 กรัม
- น้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่อัตราส่วนระหว่างปูนปลาสเตอร์กับหญ้าแฝกเท่ากับ 85 : 15 และเติมสารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักของผสมระหว่างปูนปลาสเตอร์กับหญ้าแฝกขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตร คือ 3,007.76 กรัม
- แผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝกมีน้ำหนักที่เบาว่า ประมาณร้อยละ 36 ของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้เสริมเส้นใยธรรมชาติ

### 4. สรุปผลการทดลอง

การผลิตแผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก ขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตร สามารถทำได้

โดยใช้อัตราส่วนระหว่างปูนปลาสเตอร์และหญ้าแฝกเท่ากับ 85 : 15 และใช้สารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักของผสมระหว่างปูนปลาสเตอร์กับหญ้าแฝก พบว่าแผ่นยิปซัม มีค่าแรงกดประดัย 171.5 นิวตันและมอดุลัสแตกร้า 3.09 เมกาปาสคาล เป็นไปตามเกณฑ์มอก. 219 - 2524 และมีน้ำหนักเบาว่าประมาณร้อยละ 36 ของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้เสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก ส่วนแผ่นยิปซัมขนาด 600 x 1,200 x 12 มิลลิเมตรนั้นสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ แต่มีคามอดุลัสแตกร้าต่ำกว่ามาตรฐาน



แผ่นยิปซัมเสริมเส้นใยธรรมชาติจากหญ้าแฝก ขนาด 600 x 600 x 9 มิลลิเมตร

## เอกสารอ้างอิง

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. ข้อมูลการผลิตแร่ของประเทศ. 2549. [ออนไลน์] [เข้าถึงวันที่] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.dpim.go.th/st/pd.php>

\_\_\_\_\_. ข้อมูลการใช้แร่ของประเทศ. 2549. [ออนไลน์] [เข้าถึงวันที่] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.dpim.go.th/dpimdoc/stat/consumption.php>

\_\_\_\_\_. ข้อมูลการส่งออกแร่ของประเทศ. 2549. [ออนไลน์] [เข้าถึงวันที่] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.dpim.go.th/dpimdoc/stat/export.php>

\_\_\_\_\_. ข้อมูลการนำเข้าแร่ของประเทศ. 2549. [ออนไลน์] [เข้าถึงวันที่] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.dpim.go.th/dpimdoc/stat/import.php>

ทฤษฎีการป้องกันการเสื่อมโทรมและพังทลายของดินโดยหญ้าแฝก. 2549. [Online] [cited] Available from Internet : [http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/m6/sri10/the\\_king\\_and\\_technology/ka-set\\_3.htm](http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/m6/sri10/the_king_and_technology/ka-set_3.htm)

ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพ ทอทัพบก. การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝก. 2546. [Online] [cited 1 June 2008] Available from Internet : [http://www.rta.mi.th/data/vetivevia/vz\\_5.htm](http://www.rta.mi.th/data/vetivevia/vz_5.htm)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนยิปซัม สำหรับการก่อสร้าง. มอก. 188 - 2547. หน้า 8 - 12.

\_\_\_\_\_. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม. มอก. 219 - 2524. หน้า 2 - 3.

สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คุณค่าทางอาหารสัตว์ของหญ้าแฝก. 2541. [Online] [cited] Available from Internet : <http://www.doae.go.th/Library/html/detail/vertiver/index.html>

สุพะไชย์ จินดาภูมิกุล และสรรเสริญ วิราพร. การใช้ยิปซัมในอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, พฤษภาคม, 2549, ปีที่ 54, ฉบับที่ 171, หน้า 15 - 18.