

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน การขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทยดีขึ้นเป็นลำดับ ส่งผลให้ภาพรวมของธุรกิจภายในประเทศมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องจากตัวเลขทางเศรษฐกิจ พ.ศ. 2544 พบว่า ในภาคการก่อสร้างสถาปัตยกรรมที่อยู่อาศัยของประเทศได้มีการใช้พลังงานเป็นอันดับ 3 รองจากภาคการขนส่งและภาคอุตสาหกรรม โดยมีแนวโน้มการใช้พลังงานมากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 1.7 ต่อปี (ระหว่างปี 2533-2543)<sup>1</sup> ทั้งนี้ ก็ด้วยปัจจัยของภาวะความต้องการของคนในสังคมที่เพิ่มขึ้น และจากความเจริญเติบโตของประเทศผนวกกับสภาพเศรษฐกิจที่ดีขึ้น

จากสภาพการณ์ดังกล่าว ทำให้เกิดภาวะที่เป็นปัญหาสืบเนื่องสองประการ ประการแรก คือ ความต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มมากขึ้น ทรัพยากรป่าไม้ถูกทำลาย เพื่อใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง อีกทั้งวัสดุต่าง ๆ ที่ผลิตได้เองภายในประเทศ เช่น ไม้อัดซีเมนต์ เซลโลกรีต<sup>2</sup> ฯลฯ หรือจากการนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น เหล็ก พลาสติก โยแกว ฯลฯ ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีราคาแพง มูลค่าการนำเข้าแต่ละปีเป็นตัวเลขที่สูงมากและบางชนิดยังคงใช้ไม้เป็นวัสดุในการผลิตอยู่ ประการต่อมาคือ การใช้พลังงานอย่างมหาศาลทั้งในส่วนของระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบการผลิต ซึ่งรัฐบาลมีนโยบายลดการใช้พลังงาน เนื่องด้วย ภาวะน้ำมันมีราคาแพงและกำลังจะหมดไป จึงมีการรณรงค์ส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในทุกระดับอย่างจริงจัง โดยมีการกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานในอาคารต่าง ๆ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ การใช้เทคโนโลยี การเลือกใช้วัสดุ เช่น ติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน เช่น ฉนวนโยแกว ติดตั้งง่าย หาซื้อง่าย มีรูปแบบให้เลือกใช้มากมาย ซึ่งมีคุณสมบัติความเป็นฉนวนที่ดี ดังตารางที่ 1.1

การใช้ฉนวนเบา เช่น ไม้ฝาไฟเบอร์ซีเมนต์ ซึ่งมีความเหมาะสมกับภูมิอากาศ น้ำหนักเบา ไม่สะสมความร้อน จะเห็นได้จากเรือนไทยที่ก่อสร้างผนังระบบโครงเคร่าไม้ น้ำหนักเบา เป็นต้น ซึ่งหากนำไฟเบอร์ซีเมนต์มาเปรียบเทียบกับวัสดุประกอบโครงสร้างอื่น เช่น อิฐมวลเบา คอนกรีตบล็อก

<sup>1</sup> กระทรวงพลังงาน, 2547.

<sup>2</sup> แผ่นเซลโลกรีตเป็นฉนวนความร้อนมีรูปทรงแท่งที่ทำมาจากไม้ชิ้นเล็ก ๆ ผสมกับซีเมนต์

คอนกรีตมวลเบา ไม้อัดซีเมนต์ จะเห็นได้ว่า ไฟเบอร์ซีเมนต์มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างถูกกว่าวัสดุอื่น เพราะมีขนาดใหญ่ก่อสร้างได้รวดเร็ว ค่าการนำความร้อนอยู่ในระดับกลาง ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของวัสดุประเภทต่าง ๆ

ชนิดวัสดุ	ความหนา (มม.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำ ความร้อน (k) (วัตต์/เมตรเควิน)
แผ่นไม้อัด	8.00	528	0.138
แผ่นยิปซัม	12.00	800	0.140-0.190
ใยเซลลูโลส	75.00	45-80	0.029-0.045
โพลียูรีเทน	25.00	24	0.024
ใยแก้ว	25.00	16	0.035
ไฟเบอร์ซีเมนต์	12.00	1,100-1,300	0.125

ที่มา : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2538.

กระทรวงพลังงาน, 2547.

การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ได้รับการวิจัยและพัฒนาแทนที่วัสดุก่อสร้างข้างต้น เป็นอีกแนวทางหนึ่งซึ่งช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรป่าไม้ ลดปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคารและมีความยั่งยืน ตรงตามแนวนโยบายทางการวิจัยของชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2545-2549) ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ว่าด้วยเรื่องพลังงานทดแทนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่ต้องการลดการนำเข้าพลังงาน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดและสร้างความมั่นคงในการมีพลังงานใช้ในประเทศอย่างเพียงพอ อีกทั้งยังสนองต่อแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 เรื่องยุทธศาสตร์การพัฒนาความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการประยุกต์ใช้ พัฒนาต่อยอดและใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ เพื่อสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมและดัดแปลงให้สอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าและบริการ โดยปริมาณวัสดุเหลือใช้ของภาคการเกษตรที่ยังไม่มีการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์มีอยู่เป็นจำนวนมาก

## ตารางที่ 1.2

การเปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุประกอบอาคารประเภทต่าง ๆ

ชนิดวัสดุ	อิฐมอญ ครึ่งแผ่น	อิฐมอญ เต็มแผ่น	คอนกรีต บล็อก	คอนกรีต มวลเบา	ไม้อัด ซีเมนต์	ไฟเบอร์ ซีเมนต์
1. ขนาด (ม.)	0.07 x 0.16 x 0.035	0.14 x 0.16 x 0.035	0.07 x 0.19 x 0.39	0.075 x 0.20 x 0.60	0.012 x 1.20 x 2.40	0.011 x 1.22 x 2.44
2. ราคาต่อ หน่วย (บาท)	0.60	0.60	4.50	25.21- 37.80	432.28	440.00
3. ค่าวัสดุ + ค่าแรง/ ตร.ม. (บาท)	425.00- 440.00	635.00	390.00	450.00- 648.00	-	-
4. ความหนาแน่น (กก./ ลบ.ม.)	1,615.00- 1,650.00	1,650.00	765.00	550.00- 640.00	1,100.00- 1,300.00	1,050.00
5. น้ำหนัก (กก./ ตร.ม.)	130.00	-	90.00	46.50	20.00	8.40- 31.50
6. ค่าการนำ ความร้อน (k) (วัตต์/ ตร.ม.)	0.47	0.47	0.52	0.09-0.13	0.13	0.21-0.40
7. ปริมาณการ ผลิตเทียบกับ ความ ต้องการ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	ไม่ เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ
8. ขั้นตอนการ ก่อสร้าง	ง่าย	ใช้เวลามาก	ง่าย	ต้องการ ช่างเฉพาะ	ง่าย สะดวก	ง่าย สะดวก

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, 2547.

จากการประเมินศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2543 พบว่า มีปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประมาณ 63 ล้านตัน ส่วนหนึ่งนำไปใช้ผลิตเชื้อเพลิงและเพื่อวัตถุประสงค์อื่นประมาณ 16 ล้านตัน ส่วนที่ยังไม่มีการนำไปใช้มีประมาณ 42 ล้านตัน ดังตารางที่ 1.3

## ตารางที่ 1.3

การประเมินศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2543

หน่วย : 10<sup>6</sup> กิโลกรัม

ชนิด	ผลผลิต ต่อปี	วัสดุเหลือใช้	วัสดุเหลือใช้ ที่เกิดขึ้น	ปริมาณวัสดุ เหลือใช้ที่ใช่ เป็นพลังงาน	ปริมาณวัสดุ เหลือใช้ที่ยังไม่ มีการนำไปใช้
1. ชานอ้อย	53,494	ชานอ้อย	15,567	12,344	3,222
		ส่วนยอดและใบ	16,155	0	15,929
2. ข้าว	24,172	แกลบ	5,560	2,819	2,741
		ฟางส่วนบน	10,805	0	7,391
3. ปาล์ม น้ำมัน	3,256	ทะลายปาล์ม	1,394	42	814
		เปล้า	479	411	64
		เส้นใยปาล์ม	160	94	6
		กะลาปาล์ม	8,479	0	8,479
		ทะลายตัวผู้	759	0	759
4. มะพร้าว	1,400	เปลือก	507	146	302
		กะลามะพร้าว	224	93	85
		ทะลายมะพร้าว	69	10	58
		ทางมะพร้าว	315	50	255
5. มันสำปะหลัง	19,064	ลำต้น	1,678	0	683
6. ข้าวโพด	4,286	ซังข้าวโพด	1,170	226	784
7. ถั่วลิสง	138	เปลือก	45	0	45
8. ฝ้าย	36	ลำต้น	116	0	116
9. ถั่วเหลือง	319	ลำต้น ใบ เปลือก	849	6	646
10. ข้าวฟ่าง	142	ใบ ต้น	178	21	115

ที่มา : วรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ, 2545.

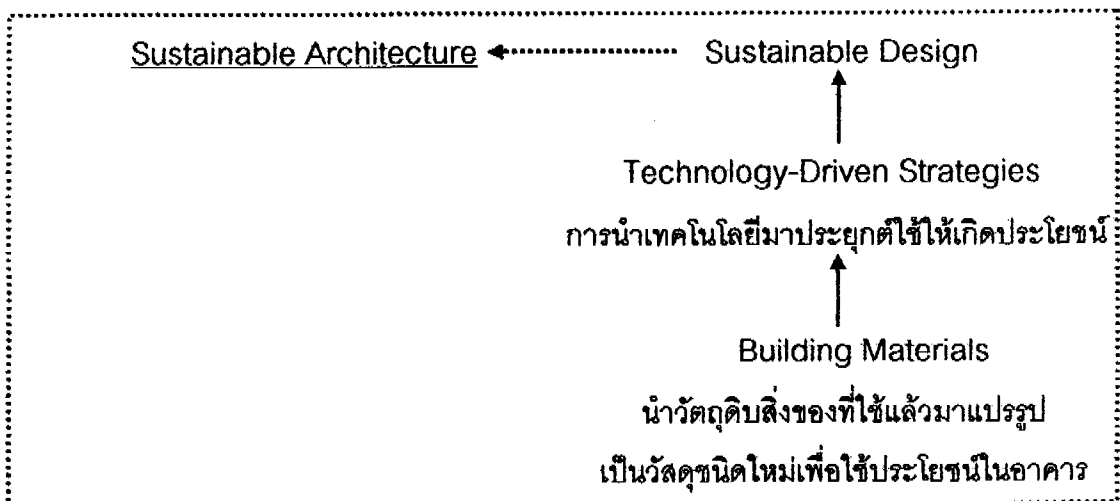
จากตารางที่ 1.3 จะเห็นได้ว่า ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่ก่อให้เกิดพลังงานนั้น มีจำนวนมหาศาล โดยเฉพาะสองอันดับแรก ได้แก่ พวงเส้นใยจากยอด ใบและก้าน อีกพวกหนึ่งเป็น

ลำตัน ซึ่งมีการเพาะปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะต้นมันสำปะหลังและซังข้าวโพด ซึ่งอยู่ในกลุ่มใช้ประโยชน์จากลำตันที่ให้โครงสร้างจากการบดย่อยเป็นก้อน มีปริมาณมวลรวมอยู่ที่ 1,467 ล้าน กิโลกรัม และรัฐบาลมีนโยบายการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เพื่อลดปริมาณการนำเข้า หากพิจารณาถึงปริมาณวัสดุเหลือใช้ดังที่กล่าวมาข้างต้น อาจจะสรุปได้ว่า ซังอ้อย ฟางข้าว และ ปาล์มน้ำมัน เหมาะที่จะนำมาพัฒนาเป็นฉนวนต่อไป แต่เนื่องจาก วัสดุกลุ่มนี้มีผู้วิจัยได้ ทำการศึกษามาก่อนแล้ว จึงพิจารณากลุ่มวัสดุต้นมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นฉนวนความร้อนได้ นอกจากนี้ กลุ่มวัสดุเหล่านี้มีกระบวนการแปรรูปที่ใช้ตัวประสานที่หาได้ในประเทศ ซึ่งต่างจากวัสดุจำพวกเส้นใยที่ต้องนำเข้ากาวยโพลีเอไมด์ (PMDI) จากต่างประเทศ ดังนั้น ต้นมันสำปะหลังและซังข้าวโพด จึงมีความเหมาะสมหากได้รับการพัฒนาทดแทนวัสดุก่อสร้างที่มีในปัจจุบัน

นอกจากนั้น การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นส่วนหนึ่งของอาคาร เช่น ฉนวนฉนวนที่อยู่ระหว่างผนังเบา และไม้อัด ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ก่อสร้างอาคารในท้องถิ่น โดยเฉพาะพื้นที่ชนบทที่เป็นแหล่งวัตถุดิบโดยตรง อีกทั้งยังช่วยลดการนำเข้าวัสดุจากต่างประเทศและเพิ่มคุณค่าวัสดุเหลือใช้ในการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกทางหนึ่งด้วย

ภาพที่ 1.1

แนวความคิดในการใช้เทคโนโลยีประยุกต์วัสดุเหลือใช้ช่วยอนุรักษ์พลังงาน



ที่มา : ธนิต จินดาวงนิค, 2540.

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติความเป็นฉนวนระหว่างฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นก้อนเกาะยึดกัน และความหนาแน่นในระดับต่าง ๆ
2. ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนและต้นทุนวัสดุของฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นก้อนเกาะยึดกัน กับฉนวนใยแก้ว กรณีที่ใช้ร่วมกับผนังไฟเบอร์ซีเมนต์และไม้อัด
3. ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนและต้นทุนวัสดุระหว่างผนังภายในจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นก้อนเกาะยึดกัน กับผนังภายในไม้อัด กรณีที่ผนังภายนอกเป็นไฟเบอร์ซีเมนต์

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีความหนาแน่นน้อย มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนที่ดีกว่าฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีความหนาแน่นมาก
  - 1) ตัวแปรต้น แบ่งเป็นความหนาแน่นของวัสดุ<sup>3</sup> (200 400 800 กก./ ลบ.ม.) และชนิดของวัสดุได้ดังนี้
    - (1) ฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง
    - (2) ฉนวนจากขี้ข้าวโพด
  - 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณสมบัติความเป็นฉนวน (ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ค่าความต้านทานความร้อน (R) และค่าความนำความร้อน (C))
  - 3) ตัวแปรควบคุม มีขนาดของวัสดุ สีของวัสดุ พื้นผิวของวัสดุ ความชื้นของวัสดุ
2. ฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้ว ความหนาแน่น 16 กก./ ลบ.ม. หนา 2.50 ซม. เมื่อใช้เป็นส่วนประกอบอาคาร
  - 1) ตัวแปรต้น แบ่งชนิดของผนังได้ดังนี้
    - (1) ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง ความหนาแน่น 200 กก./ ลบ.ม. + ไม้อัด

<sup>3</sup> ค่าความหนาแน่นระดับต่ำและปานกลางของไฟเบอร์บอร์ด ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศญี่ปุ่น

(2) ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง ความหนาแน่น 400 กก./ลบ.ม. + ไม้ฉัด

(3) ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ฉนวนจากขี้ข้าวโพด ความหนาแน่น 400 กก./ลบ.ม. + ไม้ฉัด

(4) ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ฉนวนใยแก้ว ความหนาแน่น 16 กก./ลบ.ม. + ไม้ฉัด

(5) ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ไม้ฉัด

2) ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน (อุณหภูมิผิวภายนอกอุณหภูมิผิวภายใน อุณหภูมิอากาศภายใน)

3) ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ขนาดของผนัง ความหนาของผนัง ขนาดของกล่องทดลอง สีของผนัง พื้นผิวของผนัง

3. ผนังภายในที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนที่ดีกว่าผนังไม้ฉัด ความหนาแน่น 571.04 กก./ลบ.ม. ทน 0.80 ชม. เมื่อใช้เป็นส่วประกอบอาคาร

1) ตัวแปรต้น แบ่งชนิดของผนังได้ดังนี้

(1) ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ผนังไม้จากต้นมันสำปะหลัง 800 กก./ลบ.ม.

(2) ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ผนังไม้จากขี้ข้าวโพด 800 กก./ลบ.ม.

(3) ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ผนังไม้ฉัด 571.04 กก./ลบ.ม.

2) ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน (อุณหภูมิผิวภายนอก อุณหภูมิผิวภายใน อุณหภูมิอากาศภายใน)

3) ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ขนาดของผนัง ความหนาของผนัง ขนาดของกล่องทดลอง สีของผนัง และพื้นผิวของผนัง

#### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยนี้มุ่งทำการศึกษาวัสดุฉนวนประเภทมวลสารที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นก้อนเกาะยึดกันเพียงอย่างเดียว

2. ศึกษามุ่งเน้นไปที่ขี้ข้าวโพด ต้นมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผลิตและหาได้ง่ายในภาคกลางของประเทศไทย

3. มุ่งศึกษาการป้องกันความร้อนของฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อนำไปใช้กับอาคารไม่ปรับอากาศ เป็นการให้วัสดุท้องถิ่นให้เกิดคุณค่าแก่ท้องถิ่นนั้น ๆ

## 1.5 ระเบียบวิธีการวิจัย

### 1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) แผ่นฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง 3 แผ่น ความหนาแน่นที่ 200 400 800 กก./ลบ.ม.  
แผ่นฉนวนจากขี้ข้าวโพด จำนวน 3 แผ่น ความหนาแน่นที่ 200 400 800 กก./ลบ.ม.

2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบค่าความหนาแน่น ปริมาณความชื้น ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ค่าความต้านทานมอดูลัสแตกร้าว ค่าความต้านทานมอดูลัสยืดหยุ่น ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากผิว

3) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติความเป็นฉนวน ได้แก่ เครื่องวัดการนำความร้อน B480

4) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ได้แก่ เครื่อง Data Logger สายวัดอุณหภูมิ Thermocouple Type K

5) ทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ

### 2. การผลิตฉนวนต้นมันสำปะหลังและขี้ข้าวโพด

1) นำต้นมันสำปะหลังและขี้ข้าวโพดมาตากแห้ง

2) บดและคัดขนาด ก่อนนำไปอบแห้ง

3) ผสมกาวยูเรีย ฟอรัมาลดีไฮด์กับเศษวัสดุที่ได้

4) นำวัสดุที่ได้ไปอัดร้อน

### 3. การทดสอบคุณสมบัติความเป็นฉนวน

1) ใช้เครื่องวัดการนำความร้อน B480 ทดสอบคุณสมบัติความเป็นฉนวนที่ดีที่สุดของแผ่นฉนวนจากต้นมันสำปะหลัง ขนาด 30 x 30 ซม. หนา 1 ซม. ความหนาแน่นที่ 200 กก./ลบ.ม. จำนวน 3 แผ่น ความหนาแน่นที่ 400 กก./ลบ.ม. จำนวน 3 แผ่น ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม. จำนวน 3 แผ่น

2) ใช้เครื่องวัดการนำความร้อน B480 ทดสอบคุณสมบัติความเป็นฉนวนที่ดีที่สุดของแผ่นฉนวนจากขี้ข้าวโพด ขนาด 30 x 30 ซม. หนา 1 ซม. ความหนาแน่นที่ 200 กก./ลบ.ม. จำนวน 3 แผ่น ความหนาแน่นที่ 400 กก./ลบ.ม. 3 แผ่น ความหนาแน่นที่ 800 กก./ลบ.ม. จำนวน 3 แผ่น

3) เก็บข้อมูลและนำมาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ค่าความต้านทานความร้อน และค่าความนำความร้อน

### 4. การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน

1) ใช้เครื่อง Data Logger ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของฉนวนที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนที่ดีที่สุด 2 ลำดับแรกของ



แต่ละชนิด + ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ไม้อัด เปรียบเทียบกับจนวนใยแก้ว ความหนาแน่น 16 กก./ ลบ.ม. หนา 2.5 ซม. + ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ไม้อัด และผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ + ไม้อัด ไม่ติดจนวน ขนาด 52 x 52 x 9 ซม. รวม 6 ผนังทดสอบ

2) วัดอุณหภูมิ 19 จุด ทั้ง 6 ผนังทดสอบ โดยใช้สายวัด Thermocouple Type K ที่หุ้มปลายด้วยโฟม ในตำแหน่งผิวผนังภายนอก ผิวผนังภายใน อากาศภายใน ณ จุดกึ่งกลางกล่อง ทดลอง และอากาศภายนอกกล่องทดลอง

3) ใช้เครื่อง Data Logger ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของ ผนังภายในจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 2 ชนิดคือ ผนังจากต้นมันสำปะหลัง ผนังจากขี้ข้าวโพด กับผนังภายในไม้อัด โดยที่ผนังภายนอกเป็นไฟเบอร์ซีเมนต์ รวม 3 ผนังทดสอบ

4) วัดอุณหภูมิ 10 จุด ทั้ง 3 ผนังทดสอบ โดยใช้สายวัด Thermocouple Type K ที่หุ้มปลายด้วยโฟม ในตำแหน่งผิวผนังภายนอก ผิวผนังภายใน อากาศภายใน ณ จุดกึ่งกลางกล่อง ทดลอง และอากาศภายนอกกล่องทดลอง

5) กล่องทดลองที่ใช้ทดสอบ ประกอบขึ้นจากโฟมเอกสแพนดีโพลีสไตรีน (expanded polystyrene)<sup>4</sup> มีขนาด 60 x 60 x 60 ซม. หนา 7.5 ซม. ซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนเท่ากับ 3.26 ตร.เมตรควีน/ วัตต์ โดยเว้นผนังด้านทิศใต้ไว้เป็นผนังทดสอบ

6) เก็บข้อมูลและนำมาเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผิวภายนอก อุณหภูมิผิวภายใน อุณหภูมิอากาศภายใน และอุณหภูมิอากาศภายนอก

## 1.6 นิยามศัพท์

คุณสมบัติความเป็นจนวน หมายถึง ความสามารถในการต้านทานความร้อนและความสามารถในการนำความร้อน ซึ่งอธิบายได้จากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ค่าความต้านทานความร้อน และค่าความนำความร้อน

การป้องกันความร้อน หมายถึง การใช้วัสดุและอุปกรณ์ เพื่อป้องกันการนำและการพาความร้อน ซึ่งประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุ ตำแหน่งการติดตั้ง

ต้นทุนวัสดุ หมายถึง ราคาต่อหน่วย ของวัสดุชนิดนั้นในท้องตลาด ซึ่งผู้บริโภครู้ชื่อ เพื่อวัตถุประสงค์ใด ๆ

<sup>4</sup> โฟมเอกสแพนดีโพลีสไตรีน เป็นวัสดุเซลล์ธรรมชาติ ติดไฟได้และเสื่อมสภาพเมื่อโดนแดดโดยตรง อุณหภูมิใช้งานสูงสุดประมาณ 80 องศาเซลเซียส มีสภาพการนำความร้อนต่ำ

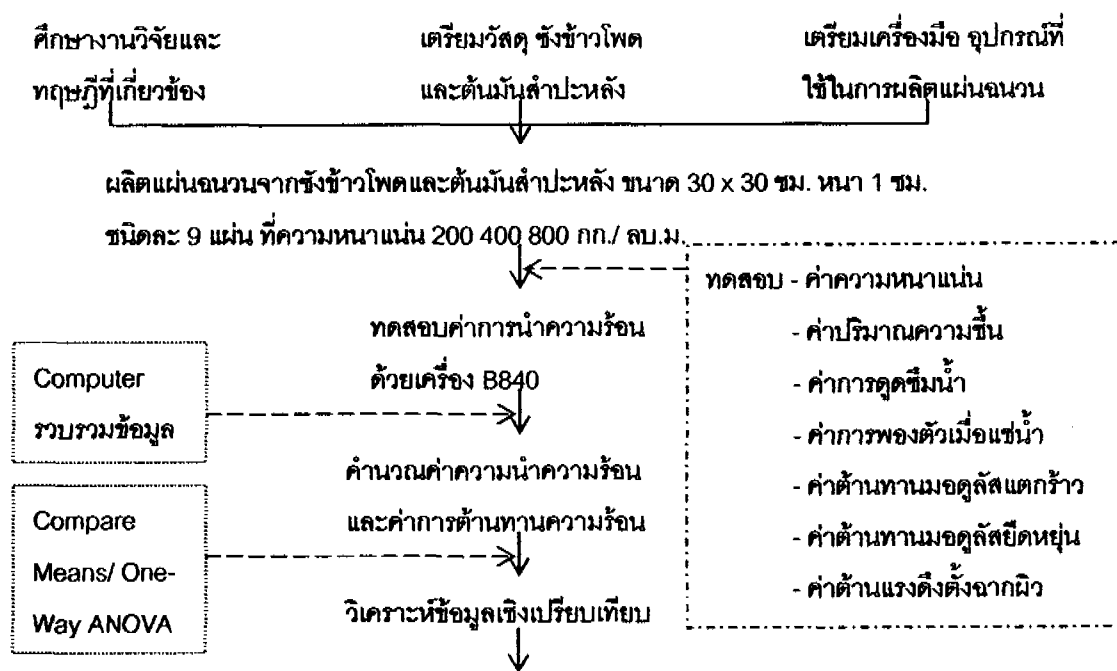
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลคุณสมบัติความเป็นฉนวนพื้นฐานของฉนวนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการก่อสร้างเป็นส่วนประกอบของอาคาร
2. ได้ข้อมูลเปรียบเทียบ คุณสมบัติของฉนวนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกับฉนวนที่มีในท้องตลาด เพื่อนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการก่อสร้างเป็นส่วนประกอบของอาคาร
3. สามารถสร้างค่านิยมและมาตรฐานในการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า
4. ค้นพบแนวทางในการพัฒนาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้มีประสิทธิภาพในเชิงพาณิชย์ต่อไป

ภาพที่ 1.2

กรอบการทำงานวิจัยจำแนกเป็นลำดับรวมถึงการใช้หลักสถิติ

เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากผลที่ได้ในแต่ละตอน



ภาพที่ 1.2 (ต่อ)

