

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กระเบื้องมุงหลังคาเป็นวัสดุสำคัญในการก่อสร้างอาคารพักอาศัย โดยปัจจุบันกระเบื้องมุงหลังคาของประเทศไทยมีหลายประเภทตามวัสดุที่ใช้ผลิตขึ้น ทำให้ผู้ใช้งาน รวมไปถึงสถาปนิกสามารถเลือกใช้ประเภทของกระเบื้องมุงหลังคาที่ตรงกับการใช้งานและราคาที่เหมาะสมได้ สำหรับอาคารพักอาศัยที่ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ เช่น บ้านและทาวน์เฮ้าส์สำหรับผู้ที่มีรายได้น้อย และรีสอร์ทท่องเที่ยวในปัจจุบัน จะเลือกใช้กระเบื้องซีเมนต์มุงหลังคาถึงร้อยละ 60 และในจำนวนนั้นยังคงเลือกใช้กระเบื้องซีเมนต์ใยหินมุงหลังคาถึงร้อยละ 75 (คณะกรรมการโครงการฉลากเขียว, 2551) เป็นเพราะราคาของกระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์ใยหิน 1 ตารางเมตร มีราคา 130-170 บาท (สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า, 2552) ซึ่งเป็นราคาที่เหมาะสมกับผู้ที่มีรายได้น้อยถึงระดับปานกลาง อีกทั้งคุณสมบัติในการกันความร้อนที่มีคุณภาพดี มีความคงทนต่อไฟ มีความแข็งแรง และมีความยืดหยุ่นในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่อย่างไรก็ตามกระเบื้องมุงหลังคาประเภทนี้ยังคงมีสารพิษเป็นส่วนผสม ที่เมื่อเข้าสู่ร่างกายทางระบบหายใจในระยะเวลานาน จะทำให้เกิดอาการป่วยได้ โดยโรคที่เกิดจากแร่ใยหิน ได้แก่ โรคแอสเบสโตซิส (Asbestosis) หรือโรคปอดเรื้อรัง โรคเนื้องอกหรือมะเร็งบริเวณเยื่อหุ้มปอด โรคมะเร็งปอด และโรคมะเร็งบริเวณอื่นๆของร่างกาย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2551) จึงมีการผลิตกระเบื้องมุงหลังคาประเภทอื่นออกมามากขึ้น ได้แก่ กระเบื้องคอนกรีต กระเบื้องเซรามิค และกระเบื้องซีเมนต์เส้นใย เป็นต้น ซึ่งมีระดับราคาและคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ดังตารางที่ 1.1 ซึ่งเป็นข้อมูลวัสดุของปี พ.ศ. 2546 และ ปี พ.ศ. 2552

ในงานวิจัยนี้กล่าวถึงกระเบื้องซีเมนต์เส้นใยซึ่งเป็นหนึ่งในวัสดุทางเลือกสำหรับอาคารพักอาศัยที่ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำในอนาคต เนื่องจากใช้ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต่ำกว่า และไม่ก่อให้เกิดสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ปัจจุบันในท้องตลาดมีการผลิตกระเบื้องซีเมนต์เส้นใยที่เกิดจากการผสมเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ โดยขนาดของแผ่นกระเบื้องเฉลี่ยความกว้างอยู่ที่ 50 เซนติเมตร ความยาว 120-150 เซนติเมตร และความหนาไม่เกิน 8 มิลลิเมตร ซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่ด้อยไปกว่ากระเบื้องมุงหลังคาประเภทอื่น ๆ คือ เนื้อเหนียวกว่า สามารถทนต่อ

แรงกระแทกได้ดีกว่ากระเบื้องซีเมนต์ใยหิน 2 เท่า และสามารถทนความร้อนได้ดีกว่าถึง 5 เท่า (บริษัท กระเบื้องกระดาศไทย จำกัด, 2550) ส่วนกระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยที่เกิดจากการผสมเส้นใยธรรมชาติเพียงอย่างเดียวนั้นยังไม่มีเป็นที่นิยมในการผลิต จึงคิดว่าหากเพิ่มปริมาณวัสดุธรรมชาติ หรือวัสดุเหลือใช้เข้าไป จะทำให้ราคาต้นทุนถูกลงและเป็นการทดแทนวัสดุที่จะต้องสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ ทำให้สิ้นเปลืองทั้งพลังงานและทรัพยากรในกระบวนการผลิต

### ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบราคาของกระเบื้องมุงหลังคา

| ประเภทกระเบื้องมุงหลังคา | ราคา (บาท/ตารางเมตร) |
|--------------------------|----------------------|
| กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน    | 130 -170             |
| กระเบื้องซีเมนต์เส้นใย   | 81                   |
| กระเบื้องคอนกรีต         | 280 - 350            |
| กระเบื้องเซรามิค         | 600 -700             |
| กระเบื้องดินเผา          | 272 - 340            |

ที่มา: สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า, 2552

แต่ในแง่มุมมองของการวิจัย มีการวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติเป็นจำนวนมาก ทั้งฉนวน ผนัง ฝ้า และกระเบื้องหลังคา เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีศักยภาพในการนำมาพัฒนาต่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ดี ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อม และมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนมากนัก ซึ่งผลิตภัณฑ์ซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติในแต่ละประเทศจะเลือกเส้นใยที่มีในภูมิภาคของตนที่มีลักษณะเฉพาะซึ่งเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศนั้น ๆ

โดยวัตถุประสงค์ในแต่ละงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งไปในแง่การพัฒนาคุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

- การเพิ่มประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักให้สูงขึ้น
- การเพิ่มประสิทธิภาพในแง่กำลังการดัดงอ
- การเพิ่มประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักในระยะยาว
- การเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านทานแรงกระแทก
- การเพิ่มความเหนียวให้กับวัสดุ

มีเพียงส่วนน้อยที่มุ่งพัฒนาคุณสมบัติความร้อนของผลิตภัณฑ์ จึงได้สนใจที่จะพัฒนาคุณสมบัติทางความร้อนของกระเบื้องซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติมุงหลังคา คือ การเพิ่มประสิทธิภาพในการกักความร้อนของวัสดุ ซึ่งจะเป็นผลให้สามารถลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารพักอาศัย และช่วยประหยัดพลังงานในการทำมาความเย็นของเครื่องปรับอากาศในอาคารพักอาศัย

เส้นใยธรรมชาติ โดยเฉพาะเส้นใยจากพืช จัดได้ว่าเป็นส่วนผสมประเภทน้ำหนักเบา (Light weight Aggregate) ที่สามารถผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำได้โดยไม่เกิดปฏิกิริยาข้างเคียง ด้วยคุณสมบัติของเส้นใยพืชที่เป็นลักษณะเฉพาะไม่เหมือนเส้นใยประเภทอื่น ๆ (Olesen & Plackett, 1999) คือ

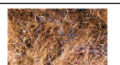
- มีความแข็งแรงในด้านกำลัง โดยเฉพาะกำลังรับแรงดึง (Tensile Strength) ทำให้เพิ่มความแข็งแรงในการรับแรงดึงให้กับคอนกรีตซึ่งมีคุณสมบัติในด้านนี้น้อย

- มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกักความร้อน เสียง และไฟฟ้า

ทำให้เส้นใยพืชถูกนำมาใช้ในงานคอนกรีตในแง่ของการเป็นฉนวน ซึ่งจะทำให้คอนกรีตเบาลง เนื่องจากเส้นใยเป็นตัวช่วยในการเพิ่มรูอากาศในเนื้อคอนกรีตให้มากขึ้น เป็นผลให้มีน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าส่วนผสม (Aggregate) ที่มีค่าการนำความร้อน (Thermal Conductance) สูงกว่าคอนกรีต จะส่งผลให้ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตเพิ่มขึ้นด้วย เช่น เส้นใยเหล็ก ขนาดยาว 50 มิลลิเมตร สามารถเพิ่มค่าการนำความร้อนของคอนกรีตที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จาก  $1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$  เป็น  $2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$  (X. Fu and D.D.L. Chung, 1997) ดังนั้นเส้นใยพืชซึ่งเป็นส่วนผสมที่มีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าย่อมไม่ส่งผลในการเพิ่มค่าการนำความร้อนของคอนกรีต และยังทำให้คอนกรีตมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนเพิ่มขึ้นด้วย

เส้นใยธรรมชาติที่เลือกมา ได้แก่ เส้นใยกาบมะพร้าว และกากเยื่อใยปาล์ม โดยคำนึงจากคุณสมบัติของเส้นใยที่จะส่งเสริมคุณสมบัติในการกักความร้อนของวัสดุกระเบื้องมุงหลังคาเป็นหลัก และปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ความเหมาะสมต่อสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย แหล่งที่มาที่สะดวกในการขนส่งวัตถุดิบ ราคาวัตถุดิบที่ไม่แพงจนเกินไป กระบวนการเตรียมเส้นใยที่ไม่ซับซ้อนมาก และต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 1.2 ซึ่งแสดงถึงประเภทเส้นใยธรรมชาติที่พบมากในประเทศไทย

**ตารางที่ 1.2**  
**เปรียบเทียบคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติที่พบในประเทศไทย**

| ประเภทเส้นใยธรรมชาติ                                                                |                                  | คุณสมบัติทางกายภาพ |                      |                        | คุณสมบัติทางเคมี  |                 | คุณสมบัติเชิงกล               | การเตรียมเส้นใย                             | ราคา(บาท/กิโลกรัม) | แหล่งที่มา                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                  | ความยาว(มม.)       | ขนาดเส้นผ่านศก.(มม.) | ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.) | ปริมาณเซลลูโลส(%) | ปริมาณลิกนิน(%) | ความสามารถในการรับแรงดึง(MPa) |                                             |                    |                                                  |
| เส้นใยที่ไม่ใช่เนื้อไม้                                                             |                                  |                    |                      |                        |                   |                 |                               |                                             |                    |                                                  |
|    | Sisal<br>ป่านศรนารายณ์           | 1200-1500          | 0.15-0.26            | 1400                   | 43-62             | 7-9             | 350                           | เพิ่มสารเคมี                                | 60 - 80            | จังหวัดประจวบคีรีขันธ์                           |
|    | Kenaf<br>ปอแก้ว                  | 0.6-6.0            | 0.014-0.04           | 1500                   | 64                | 11-21           | 275-345                       | การบด เพิ่มสารเคมี<br>และต้ม/อบด้วยความร้อน | 4.5-5.5            | ภาคตะวันออก<br>เชียงใหม่                         |
|    | Jute<br>ปอกระเจา                 | 2-5                | 0.01-0.025           | 1460                   | 45-63             | 21-26           | 22700                         | การบด เพิ่มสารเคมี<br>และต้ม/อบด้วยความร้อน | 4.5-5.5            | ภาคตะวันออก<br>เชียงใหม่                         |
|    | Hemp<br>กัญชง                    | 22.0-30.2          | 0.01-0.05            | 1480                   | 57-77             | 8-10            | 550-900                       | การบด เพิ่มสารเคมี<br>และต้ม/อบด้วยความร้อน | 300                | ภาคเหนือ                                         |
|    | Abaca<br>กล้วย                   | 5-3000             | 0.15-0.26            | 1500                   | 56-63             | 15              | 550                           | การบด เพิ่มสารเคมี<br>และต้ม/อบด้วยความร้อน | 15                 | ทุกภาค                                           |
|    | Water hyacinth<br>ผักตบชวา       | 217                | 0.8-1.2              | 1300                   | 19-26.6           | 24.1            | 100                           | การบด เพิ่มสารเคมี<br>และต้ม/อบด้วยความร้อน | -                  | ทุกภาค<br>บริเวณริมน้ำ                           |
|  | Bamboo<br>ไม้ไผ่                 | 1.5-4.4            | 0.088-0.125          | 610-870                | 35-47             | 22-30           | 440-1000                      | การบด และเพิ่มสารเคมี                       | 22                 | ทุกภาค                                           |
|  | Cotton<br>ฝ้าย                   | 10-65              | 0.012-0.038          | 1500                   | 85-96             | 0.7-1.6         | 303.4-751.5                   | เพิ่มสารเคมี<br>และต้ม/อบด้วยความร้อน       | 15                 | ภาคเหนือ กลาง และ<br>ตะวันออกเชียงใหม่           |
| กากใยจากวัสดุเหลือใช้ด้านอุตสาหกรรมเกษตร                                            |                                  |                    |                      |                        |                   |                 |                               |                                             |                    |                                                  |
|  | Rice straw<br>ฟางข้าว            | 0.4-3.4            | 0.005-0.03           | 28-48                  | 12-16             | 1500            | 74.6                          | การบด เพิ่มสารเคมี<br>และต้ม/อบด้วยความร้อน | 10.50              | ทุกภาค                                           |
|  | Coconut coir<br>ใยจากมะพร้าว     | 1-350              | 0.11-0.53            | 43.44                  | 45.84             | 1250            | 600                           | การล้างทำความสะอาด<br>และต้ม/อบด้วยความร้อน | 10                 | ทุกภาค<br>บริเวณริมทะเล                          |
|  | Sugar-cane bagasse<br>กากช่อข่อย | 0.8-10             | 0.01-0.4             | 26-39                  | 19-22             | 500-600         | 83.4                          | เพิ่มสารเคมี หรือ<br>ต้ม/อบด้วยความร้อน     | 0.50               | ภาคกลาง                                          |
|  | Oil Palm Sludge<br>กากเยื่อปาล์ม | 20-100             | 0.2-0.8              | 59.6                   | 28.5              | 1300-1450       | 71-320                        | การล้างทำความสะอาด                          | 0.05               | ภาคใต้ โดยเฉพาะกระบี่<br>สุราษฎร์ธานี ชุมพร ตรัง |

โดยที่ได้เน้นไปที่เส้นใยที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (Non-wood Fiber) ได้แก่ เส้นใยจากป่าน ธรณารายณ์ ปอแก้ว ปอกระเจา กัญชง กัญชง กัญชง กล้วย ผักตบชวา ไม้ไผ่ และฝ้าย และกากใยจากวัสดุเหลือใช้ด้านอุตสาหกรรมเกษตร (Agriculture Residue) ได้แก่ ฟางข้าว ใยจากมะพร้าว กากอ้อย และกากเยื่อไผ่ โดยพิจารณา รวมไปถึงคุณสมบัติทางกายภาพ คือ ความยาวของเส้นใยก่อนตัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัด และความหนาแน่นของเส้นใยที่จะต้องเบาเพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเบาด้วย คุณสมบัติทางเคมี คือ สารประกอบประเภทที่เซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งถ้ามีปริมาณมากจะเป็นผลเสียต่อผลิตภัณฑ์ เนื่องจากจะทำให้ซีเมนต์ไม่สามารถทำปฏิกิริยา ร่วมกับโครงสร้างของเส้นใยได้โดยตรง คุณสมบัติเชิงกล คือ กำลังรับแรงดึงที่เหมาะสม กระบวนการเตรียมเส้นใยก่อนที่จะนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ ราคาของวัตถุดิบตามท้องตลาด และจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร และคำนึงถึงแหล่งที่มาของวัตถุดิบภายในประเทศ

จากที่กล่าวข้างต้นว่ากลุ่มผู้ใช้งานและสถาปนิกในการออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้ ต้นทุนในการผลิตต่ำมีโอกาสในการเลือกใช้วัสดุกระเบื้องมุงหลังคาทางเลือกใหม่ทดแทนกระเบื้องซีเมนต์ และกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน และจากสถานการณ์ตลาดที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อยถึงระดับปานกลางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลช่วงปี 2553-2554 มีแนวโน้มเติบโตขึ้น โดยเฉพาะโครงการบ้านเดี่ยว และทาวน์เฮ้าส์ ที่มีมูลค่าประมาณ 1-3 ล้านบาท (โสภณ พรโชคชัย, 2552) อาคารพักอาศัยเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ใช้เครื่องปรับอากาศในการปรับสภาวะอากาศภายในอาคาร เพื่อให้มีระดับอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมในขอบเขตสภาวะน่าสบายในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย แต่ส่วนใหญ่ขาดการคำนึงถึงการออกแบบที่จะส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในอาคาร ผลที่ตามมาคือ พลังงานไฟฟ้าเพื่อทำความเย็นอันเนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร ที่จะต้องจ่ายเพิ่มเติมเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการคำนึงถึงการออกแบบสถาปัตยกรรมและการเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารที่เหมาะสม

ในหัวข้องานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของเส้นใยจากมะพร้าว และกากเยื่อไผ่ เพื่อนำมาเป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่มีคุณสมบัติเชิงกลและการกักความร้อนที่ดีขึ้น โดยจะเป็นการทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ที่เกิดจากการผสมเส้นใยจากมะพร้าว และซีเมนต์เพสต์ที่เกิดจากการผสมกากเยื่อไผ่ ทั้งคุณสมบัติเชิงกลและทางความร้อน และจะทำการเลือกสัดส่วนเส้นใยที่เหมาะสมไปพัฒนาต่อเพื่อผลิตกระเบื้องมุงหลังคาแผ่นเรียบที่มีคุณสมบัติในการกักความร้อนที่ดีขึ้น และนำผลที่ได้มาทำการจำลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่างอาคารพักอาศัยอ้างอิงแต่ละประเภทในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่ใช้วัสดุเปลือกอาคารประเภทกระเบื้องมุงหลังคาแตกต่างกัน เพื่อที่จะบ่งชี้ถึงรูปแบบ

สถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับการใช้งานกระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยแผ่นเรียบที่ผสมเส้นใยธรรมชาติที่ศึกษา และสามารถช่วยลดพลังงานในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎี ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะเชิงกลของเส้นใยธรรมชาติในประเทศไทยที่ส่งผลต่อคุณสมบัติการกักความร้อนของผลิตภัณฑ์ซีเมนต์เส้นใย เพื่อคัดเลือกประเภทเส้นใยที่เหมาะสม
2. ศึกษาความเหมาะสมในด้านคุณภาพและปริมาณของเส้นใยที่เลือก ได้แก่ เส้นใยกาบมะพร้าว และกากเยื่อใยปาล์ม ในการผสมกับปูนซีเมนต์ที่จะผลิตกระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยแผ่นเรียบ
3. ปรับปรุงคุณภาพของกระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใย และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนด โดยใช้มาตรฐาน ASTM C 20-00 (2005): Standard Test Method of Burned Refractory Brick and Shapes by boiling water มาตรฐาน ASTM C 1185-03: Standard Test Method for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet มาใช้ในการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล และมาตรฐาน JIS R 2618 ในการทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน
4. เพื่อจำลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่างอาคารพักอาศัย แต่ละประเภทที่มุงกระเบื้องหลังคาซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติที่ศึกษา กระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยสังเคราะห์ กระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์ใยหิน กระเบื้องดินเผา และกระเบื้องคอนกรีต ซึ่งเป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน
5. เสนอแนวทางการใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติที่เหมาะสม กับประเภทอาคารพักอาศัยเพื่อช่วยประหยัดพลังงานในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยได้นำเส้นใยกาบมะพร้าว และกากเยื่อใยปาล์มที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากผลผลิตโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร จังหวัดสุราษฎร์ธานี มาทำการปรับปรุงคุณภาพและใช้ในการผสมกับปูนซีเมนต์ โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ 0.3 (Cook, Pama & Weerasingle, 1978) สัดส่วน

เส้นใยที่ร้อยละ 0-15 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ (Bentchikou, 2004) และผลิตขึ้นรูปเป็นวัสดุตัวอย่างในรูปแบบกระเบื้องมุงหลังคาแผ่นเรียบ

ในส่วนการจำลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่างอาคารพักอาศัยแต่ละประเภทที่มุงกระเบื้องหลังคาแตกต่างกัน จะศึกษาเฉพาะอาคารพักอาศัยปรับอากาศในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย กรณีศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

#### 1.4 สมมติฐานของการวิจัย

เส้นใยธรรมชาติที่เหมาะสม และอัตราส่วนเส้นใยต่อปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมในการผลิตกระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยแผ่นเรียบ มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงกล การนำความร้อนของวัสดุ และส่งผลต่อคุณภาพที่เหมาะสมกับการใช้งาน

#### 1.5 ระเบียบวิธีการวิจัย

##### 1. ศึกษาทฤษฎี ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆ

- (1) ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน และวัสดุกระเบื้องมุงหลังคา
- (2) ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติในการกั้นความร้อนของผลิตภัณฑ์ซีเมนต์
- (3) ศึกษาคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติที่เหมาะสมในการนำมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ซีเมนต์
- (4) ศึกษาปริมาณผลผลิตและลักษณะทั่วไปของเส้นใยจากมะพร้าว และกากเยื่อไผ่ปาล์ม
- (5) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานในการทำความเย็นของอาคารพักอาศัยปรับอากาศ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

##### 2. ศึกษาเชิงปฏิบัติการ

- (1) คัดเลือกประเภทเส้นใยธรรมชาติที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทดลอง ได้แก่ เส้นใยจากมะพร้าว และกากเยื่อไผ่ปาล์ม
- (2) ทำการทดสอบเบื้องต้น ในด้านคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น

ของวัสดุ และทดสอบคุณสมบัติเชิงกล ในด้านกำลังต้านทานแรงอัดของซีเมนต์เพสต์ที่มีเส้นใยธรรมชาติที่ศึกษาในสัดส่วนร้อยละ 0-2 ตามมาตรฐาน ASTM C20-00 (2005)

(3) ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกลในด้านกำลังต้านทานแรงอัด และการนำความร้อนของซีเมนต์เพสต์ที่ผสมเส้นใยธรรมชาติที่ศึกษาในสัดส่วนร้อยละที่เพิ่มมากขึ้น คือ 0-15 เพื่อแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเส้นใยธรรมชาติให้ได้มากที่สุด ตามมาตรฐาน ASTM C20-00 (2005) ASTM C109 และ JIS R 2618 ตามลำดับ

(4) ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกลในด้านกำลังต้านทานต่อแรงดัด ตามมาตรฐาน ASTM C1185-03 ในลักษณะของแผ่นกระเบื้องมุงหลังคา

(5) คัดเลือกอัตราส่วนเส้นใยที่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นกระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยแผ่นเรียบ ตามเกณฑ์มาตรฐาน ASTM C1186-02

(6) ทำการจำลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่างอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว และทาวน์เฮาส์ ที่มุงกระเบื้องหลังคาซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติที่ศึกษาในอัตราส่วนที่เลือก และกระเบื้องมุงหลังคาประเภทอื่น โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (eQUEST 3.6)

### 3. สรุปและวิเคราะห์ผล

(1) วิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของวัสดุในสัดส่วนเส้นใยที่ศึกษาร้อยละ 0-2

(2) วิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล และการนำความร้อนของวัสดุในสัดส่วนเส้นใยที่ศึกษาร้อยละ 0-15

(3) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลจากการจำลองการใช้งานแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาที่ศึกษา และกระเบื้องมุงหลังคาประเภทอื่น เพื่อเสนอแนวทางการใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติที่เหมาะสม กับ ประเภทอาคารพักอาศัย และช่วยประหยัดพลังงานในการทำมาขายของระบบปรับอากาศ

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ค้นพบแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเกษตร ส่งเสริมการใช้วัสดุทางธรรมชาติ และการลดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องมุงหลังคาแผ่นเรียบ

2. สามารถพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระเบื้องซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติแผ่นเรียบเพื่อให้มีคุณสมบัติทางกายภาพ เชิงกล และการนำความร้อนตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

3. แนวทางการเลือกใช้วัสดุกระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติแผ่นเรียบ เพื่อลดความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวบ้าน และประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการใช้ระบบปรับอากาศ

### 1.7 นิยามศัพท์

1. กระเบื้องหลังคาซีเมนต์เส้นใย หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปูนซีเมนต์ น้ำ และเส้นใยอื่นๆ มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบสำหรับใช้มุงหลังคา ใช้ระบบการมุงหลังคาแบบแห้ง ทำให้ไม่ต้องใช้ปูนทราย จึงหมดปัญหาการรั่วซึม

2. กากเยื่อไผ่ปาล์ม (Oil Palm Sludge) เป็นกากที่ได้หลังจากกระบวนการสกัดปาล์มน้ำมันบริสุทธิ์จากผลปาล์ม ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้

3. เส้นใยจากมะพร้าว (Coconut Coir Fiber) เป็นเส้นใยที่ถูกละอองออกมาจากด้านในของเปลือกมะพร้าว จากลูกมะพร้าวสีน้ำตาลที่เติบโตเต็มที่ ซึ่งเป็นวัสดุที่ถูกทิ้งจากโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากมะพร้าว เช่น โรงงานน้ำมันมะพร้าว เป็นต้น

4. คุณสมบัติทางกายภาพ หมายถึง ความหนาแน่น ปริมาตรรูพรุนอากาศ ค่าความพรุน ค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำ ปริมาตรส่วนที่ไม่ละลายน้ำ ขนาด การเปลี่ยนรูปเนื่องจากความชื้น ค่าปริมาณความชื้น และการไม่รั่วซึมน้ำของวัสดุ

5. คุณสมบัติเชิงกล หมายถึง กำลังต้านทานแรงอัด และกำลังต้านทานแรงดัด

6. กำลังต้านทานแรงอัด หรือกำลังต้านทานแรงอัดประลัย (Compressive Strength) แสดงถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ ซึ่งเกิดจากการทดสอบซีเมนต์เพสต์ที่มีการบ่มขึ้นเป็นเวลา 28 วัน

กำลังต้านทานแรงอัดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว เนื่องจากกำลังต้านทานหรือรับแรงแบบอื่นของคอนกรีต เช่น กำลังต้านทานแรงดัด ความทนทาน และการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ล้วนเป็นสัดส่วนกับกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต (วินิต ช่อวิเชียร, 2544) จึงเลือกทดสอบคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นด้วยการหาลำกำลังต้านทานแรงอัดของวัสดุ

7. กำลังต้านทานแรงดัด (Flexural Strength) เป็นการทดสอบความแข็งแรงของแผ่นวัสดุ เนื่องจากปัจจัยที่ทำให้วัสดุแผ่นไม่แข็งแรง หรือเกิดการดัดงอขึ้น ได้แก่ น้ำหนักบรรทุก อุณหภูมิ ความชื้น และการขยายตัวของวัสดุ ซึ่งเป็นผลให้เกิดการขยายตัวและหดตัวด้านบนและด้านล่างของแผ่นวัสดุในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้แผ่นวัสดุโก่งงอ (วินิต ช่อวิเชียร, 2544)

8. คุณสมบัติทางความร้อน หมายถึง ค่าการนำความร้อน ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน และค่าความต้านทานทางความร้อน

### 1.8 กรอบระเบียบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสาร บทความ งานวิจัย และหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ซีเมนต์เส้นใย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์กระเบื้องมุงหลังคา และเส้นใยที่พบมากในประเทศไทยอันได้แก่ เส้นใย กาบมะพร้าว และกากเยื่อไผ่ปาล์ม เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาวัสดุประเภทซีเมนต์เพสต์ และหาสัดส่วนผสมเส้นใยที่เหมาะสมก่อนที่จะพัฒนาเป็นวัสดุกระเบื้องมุงหลังคาตัวอย่าง มีการศึกษา และทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล และคุณสมบัติทางความร้อนของซีเมนต์เพสต์ และแผ่นกระเบื้องซีเมนต์เส้นใยตัวอย่างตามมาตรฐานสากล และมีการจำลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าระหว่างรูปแบบอาคารพักอาศัยอ้างอิงที่มุงกระเบื้องหลังคาแตกต่างกัน เพื่อเสนอแนะแนวทางการใช้กระเบื้องหลังคาซีเมนต์เส้นใยธรรมชาติแผ่นเรียบที่เหมาะสมกับประเภทอาคารพักอาศัยในภูมิภาคร้อนชื้น

ภาพที่ 1.1  
กรอบระเบียบการวิจัย

