การศึกษาอุณหภูมิการเผาเปลือกหอยลาย เพื่อเพิ่มสมบัติของอิฐมอญผสมวัสดุรีไซเคิลจากเปลือกหอยลาย

Study of temperature for clams shell incineration increasing brick quality mixing recycle material from clams shell

ศุภชัย หิรัญศุภโชติ
จิระศักดิ์ ธาระจักร

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2561
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การศึกษาอุณหภูมิการเผาเปลือกหอยลาย เพื่อเพิ่มสมบัติของอิฐมอญผสมวัสดุรีไซเคิลจาก
เปลือกหอยลาย
ผู้วิจัย : ศุภชัย หิรัญศุภโชติ
จิระศักดิ์ ธาระจักร
พ.ศ. : 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ คือ เปลือกหอยลายเหลือทิ้ง จากอำเภอมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการทำโรงงานอุตสาหกรรมหอยลายกระป๋องนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิต เปลือกหอยลายมีองค์ประกอบของแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก เท่ากับร้อยละ 98.50 ของน้ำหนักเถ้า มีความชื้น 1.88 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และเถ้า 58.27 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง จากการศึกษาโดยการนำเถ้าเปลือกหอยลายที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 และ 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง มาใช้เป็นส่วนผสมทดแทนแกลบทั้งหมด โดยการทดลอง ได้ขึ้นรูปอิฐมอญตัวอย่างขนาด 5x5x5 เซนติเมตร ผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงในการเผาเปลือกหอยลายสูงขึ้น ความหนาแน่นและการรับแรงอัดของอิฐจะเพิ่มมากขึ้น โดยมีความชื้นและการดูดซึมน้ำลดลง เมื่อนำอิฐมาขึ้นรูปขนาด 6x15x3.5 เซนติเมตร พบว่า คุณสมบัติที่อิฐมอญที่เปลี่ยนไปมีผลดังชุดตัวอย่างขนาด 5x5x5 เซนติเมตร อิฐมอญชุดการทดสอบที่มีใส่เถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่น 2.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าความชื้นร้อยละ 2.86 ค่าเฉลี่ยของการดูดซึมน้ำคือที่ 1 และ 24 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 17.40 และ 20.16 ตามลำดับ และค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 0.52 เมกะปาสคาล ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านมาตรฐานตามวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตอิฐมอญโดยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อแกลบได้ 28,800 บาทต่อปี และสามารถลดของเสียในโรงงานหอยลายกระป๋องได้ร้อยละ 20.94 ของของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด

คำสำคัญ: อิฐมอญ, เปลือกหอยลาย, รีไซเคิล, คุณสมบัติทางวัสดุ, แคลเซียม

Title : **Study of temperature for clams shell incineration increasing brick quality mixing recycle material from clams shell**
Researcher : **Supachai Hirunsupachote**
Jirasak Tharajak
Year : **2016**

Abstract

This research is to study the recycling of residue clams shell from Mahachai, Samutsakorn, Thailand. This waste was collected from canned clams industry and it can be recycled as the composition of Mon brick instead of the rice husk. The study of clams shell composition found that Calcium was main composition as 98.50%VS. The moisture and ash content was 0.88% and 58.27%TS respectively. The works methodology is using ash from clams shell incinerated at temperature 900, 1000, 1100 and 1200°C in 5 hours respectively instead of rice husk in Mon brick processing. The fabrication of Mon brick was in size 5x5x5 cm adding ash from clams shell intead of rice husk. The result found that increasing the temperature to incinerate clams shell ash instead, density and compressive strength increased while moisture and water absorption deceased. When Mon brick was fabricated in standard size at 6x15x3.5 cm, the changed material characteristics was in the same trend as previous size. Mon brick in standard size adding 100% clams shell ash instead of rice husk had density 2.63 g/cm3, moisture content was 2.86%, water absorption at 1 and 24h was 17.40 and 20.16% respectively and compressive strength was 0.52 MPa. These characteristics was according to standard of Engineering Institute of Thailand. It can reduce the cost of rice husk in Mon brick factory 28,800 bath/year while the waste from canned clams factory could be reduced 20.94%.

Keywords: Mon brick, Shells, Recycle, Material properties, Calcium

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย จากงบประมาณรายได้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี พ.ศ. 2560

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ เพื่อน พี่ น้อง ป้า และลุงทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจ ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ครูไปป์และน้องฟิว ที่ช่วยเป็นกำลังใจให้งานวิจัยเดินต่อไปไม่สะดุดและคอยเป็นเพื่อนในยามเหงาและท้อแท้ ไม่มีใคร

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ค
กิตติกรรมประกาศ ง
สารบัญ จ
สารบัญรูป ช
สารบัญตาราง ซ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2
1.5 สมมติฐานงานวิจัย 3
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย 4
1.7 ความสำคัญของการวิจัย 4
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 หลักการการจัดการของเสีย 6
2.2 อุตสาหกรรมหอยลายในประเทศไทย 10
2.3 กระบวนการผลิตอิฐ 13
2.4 คุณสมบัติของอิฐ 14
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 19
3.1 รูปแบบการทำวิจัย 19
3.2 สมมติฐานงานวิจัย 19
3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 19
3.4 ขั้นตอนการศึกษา 20
3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย 20

หน้า

3.6 การกำหนดตัวแปร 25
3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ 26
3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล 30

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล
4.1 ผลการศึกษาการเกิดของเสียของโรงงานหอยลายกระป๋อง 31
4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบวัสดุที่ใช้ทำอิฐมอญ 31
4.3 ผลการศึกษาสมบัติของอิฐมอญเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายแทนแกลบ 32
4.4 ศึกษาสมบัติของอิฐมอญเมื่อเผาตามขนาดมาตรฐาน 36
4.5 ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs 37

บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
5.1 สรุปผลการทดลอง 39
5.2 ข้อเสนอแนะ 40

บรรณานุกรม 41
ประวัติผู้วิจัย 43

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง 25
ตารางที่ 4.1 สมบัติของวัสดุที่ใช้ทำอิฐมอญ 33
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดขนาดและความหนาแน่นของอิฐมอญ 34
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ 34
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญ 35
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการวัดขนาดและความหนาแน่นของอิฐมอญทดสอบ 36
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของอิฐมอญทดสอบ 36
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบค่าการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญทดสอบ 36
ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานของอิฐมอญ 37

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพที่ 1.1 วิธีการดำเนินการวิจัย 3
ภาพที่ 2.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย 8
ภาพที่ 2.2 (ก) *Paphia undulata* (ข) *P. alapapilionis* และ (ค) *P. crassisulca* 11
ภาพที่ 2.3 แหล่งประมงหอยลายบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน 12
ภาพที่ 3.1 ดินที่ใช้ทำอิฐมอญ 20
ภาพที่ 3.2 ดินผสมกับน้ำที่หมักที่ไว้ 1 คืน 21
ภาพที่ 3.3 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาด 21
ภาพที่ 3.4 เปลือกหอยที่เผาในอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 5 ชั่วโมง 22
ภาพที่ 3.5 เปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม 22
ภาพที่ 3.6 นำดินที่ผสมแล้วอัดลงในบล็อกแล้วปาดหน้าดินให้เรียบ 23
ภาพที่ 3.7 นำแท่งดินมาผึ่งแดด 23
ภาพที่ 3.8 นำแท่งดินที่เตรียมเผาไปไว้ในเตาเผา โดยวางแท่งดินสลับกัน 24
ภาพที่ 3.9 นำแกลบมาเทกลบแท่งดิน 24
ภาพที่ 3.10 อิฐที่ผ่านการเผา 25
ภาพที่ 3.11 ก้อนอิฐที่อยู่ในสภาพเรียบร้อย 3 ก้อน 26
ภาพที่ 3.12 เครื่องชั่ง (Balance) ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 gm 26
ภาพที่ 3.13 เตาอบลมร้อน (Hot Air Oven) 27
ภาพที่ 3.14 โถดูดความชื้น (desiccator) 27
ภาพที่ 3.15 ก้อนอิฐที่แช่น้ำ 28
ภาพที่ 3.16 Compression Machines 29
ภาพที่ 3.17 เครื่องทำการกดก้อนอิฐตัวอย่าง 29
ภาพที่ 3.18 สารตัวอย่างบรรจุลงในภาชนะของเครื่อง X-ray Fluorescence 30
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าการทดสอบความหนาแน่นอิฐจากการใช้เถ้าเปลือกหอยลาย 33
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงผลการทดสอบค่าความชื้นที่ใช้เถ้าปลือกหอยลาย 34
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงผลการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำที่ใช้เปลือกหอยลาย 34
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าการทดสอบแรงอัดของอิฐมอญที่ใช้เปลือกหอยลาย 35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเปนมาและความสำคัญของปญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ประสบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นด้านมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศและมลพิษทางขยะ ด้วยการเติบโตของประชากร ความเจริญทางเศรษฐกิจ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โครงสร้างทางสังคมและรูปแบบการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้มีการสรรหาทรัพยากรเพื่อให้ตรงตามความต้องการของตลาด เมื่ออุตสาหกรรมได้เข้ามามีบทบาทต่อประเทศและมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ การผลิตแบบจำนวนมาก (mass production) จากภาคอุตสาหกรรม ได้สร้างของเสียจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก

ก่อนหน้านั้นการจัดการขยะในประเทศไทยมีเพียงแค่การนำไปไว้ในที่ใดที่หนึ่ง ต่อมาจึงมีการฝังกลบอย่างปลอดภัย (Disposal) ซึ่งเมื่อพื้นที่ฝังกลบมีจำกัดแต่ของเสียกลับมีจำนวนมหาศาล การแก้ไขปัญหาจากภาครัฐที่เห็นเป็นรูปธรรมทั้งเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติในประเทศไทย เช่น การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Clean technology) หรือการใช้หลัก 3Rs ซึ่งนำมาปรับใช้ในทุกภาคส่วนทั้งบ้านเรือน ชุมชน และอุตสาหกรรม ซึ่งหลักการ 3Rs ประกอบด้วย 1) Reduce คือ การลดการใช้ การบริโภคทรัพทยากรที่ไม่จำเป็นลง 2) Reuse คือ การนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่ามากที่สุด และ 3) Recycle คือ การนำทรัพยากรกลับไปแปรรูปเพื่อนำวัตถุดิบนั้นกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง หลักการ 3Rs นี้ถือเป็นหนึ่งในวิธีการจัดการของเสียห้าขั้นตอน ซึ่งเมื่อของเสียไม่สามารถจัดการด้วยวิธี 3Rs ได้แล้วขั้นตอนแรกจะถูกนำไปกำจัด (Treatment) และของเหลือจากของเสียที่ถูกกำจัดแล้วจะถูกนำไปฝังกลบอย่างปลอดภัย

จากที่ตำบลมหาชัยที่ตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร ได้ชื่อว่าเป็นเมืองแห่งทะเลและน้ำเป็นแหล่งที่มีชื่อเสียงทางด้านการประมงและอาหารทะเล มีโรงงานเกี่ยวกับการจัดหาอาหารทะเลเพื่อจัดจำหน่ายแก่ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งในแต่ละครั้งที่มีการออกเรือเพื่อหาอาหารทะเลและจำพวกหอยต่างๆมาได้ต้องมีการคัดสรรทางด้านประเภท ขนาด ก่อนที่จะนำมาทำความสะอาดและแกะเปลือกเพื่อเอาเนื้อของหอยมาจำหน่าย โดยแต่ละครั้งจะมีการทิ้งเปลือกหอยจำนวนมากซึ่งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อะไรและทำให้เกิดผลเสียทางสภาวะแวดล้อมภายในชุมชน ซึ่งในแต่ละวันเปลือกหอยส่วนใหญ่จะถูกทำลายโดยวิธีการนำมาทิ้งในบริเวณแถบพื้นที่ของโรงงาน ทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษและส่งผลต่อสภาพภูมิทัศน์ที่ไม่สวยงามและมีกลิ่นเหม็นเน่าบ้างในบางครั้ง การจัดการเปลือกหอยลายที่มีจำนวนมหาศาลด้วยหลักการ 3Rs วิธีที่ดีที่สุดคือ การรีไซเคิล ซึ่งเป็นการนำเปลือกหอยไปแปรรูปเพื่อนำกลับไปใช้เป็นประโยชน์ไม่เป็นมลพิษทางขยะต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นการนำเปลือกหอยมาใช้ประโยชน์ เพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการทิ้งเปลือกหอย เป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้มาประยุกต์ใช้งานและสามารถจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้เป็นอาชีพเสริม เพิ่มมูลค่าของเปลือกหอยเหลือทิ้ง

เนื่องจากเปลือกหอยมีส่วนผสมของแคลเซียม มีความแข็งแรงและมีคุณสมบัติที่สามารถนำไปใช้ในการเผาและเป็นส่วนผสมของอิฐมอญเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุได้ ในตอนนี้ได้ทำการวิจัยการเพิ่มคุณสมบัติทางวัสดุของอิฐมอญโดยนำเปลือกหอยลายมาเป็นส่วนผสมของอิฐมอญ ในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยต่อเนื่องเพื่อมุ่งเน้นการเพิ่มคุณสมบัติจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตอิฐมอญ คือการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซึ่งตามสมมติฐานคาดว่าจะทำให้ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยเปลี่ยนแปลงไป

1.2 วัตถุประสงคของการวิจัย

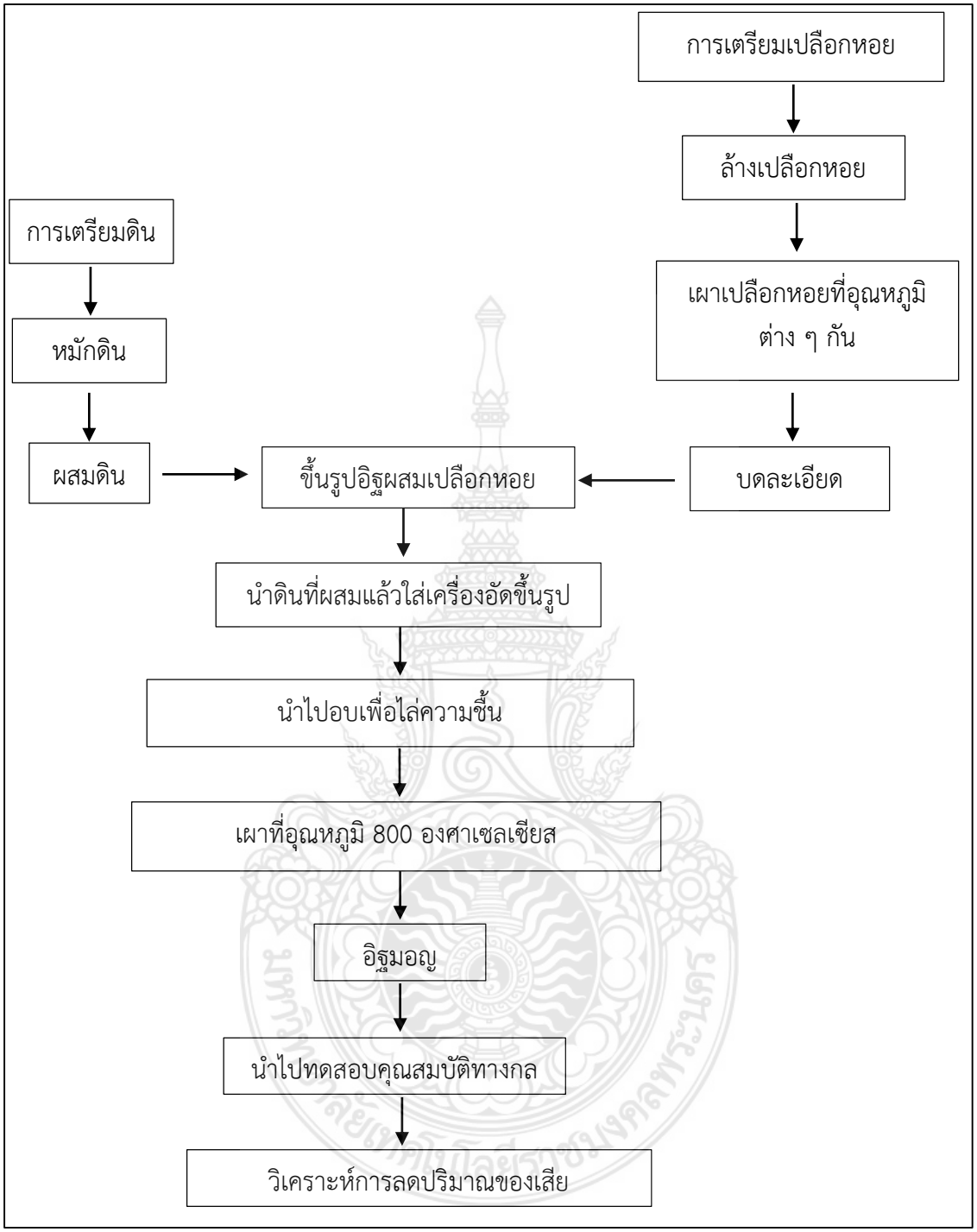
1. เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยและคุณสมบัติของอิฐมอญที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยลายรีไซเคิล
2. เพื่อเป็นการพัฒนาคุณสมบัติของอิฐมอญให้แข็งแรงกว่าเดิม
3. เพื่อเป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้มาประยุกต์ใช้งานและสามารถจำหน่ายเพิ่มรายได้เป็นอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มมูลค่าของเปลือกหอย
4. เพื่อเป็นการลดจำนวนของเปลือกหอยจากชาวประมงและโรงงานหอยลายที่ทำให้เกิดมลพิษของเสียเป็นจำนวนมาก
5. เพื่อถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีให้กับกลุ่มเป้าหมายคือ กลุ่มประมงหอยลาย กลุ่มโรงงานหอยลาย และกลุ่มโรงงานทำอิฐมอญ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. วัสดุส่วนผสมของอิฐมอญที่ทำการศึกษาคือ ดินเหนียว แกลบ ขี้เถ้า เปลือกหอยลาย
2. ศึกษาสมบัติของอิฐโดยวัดค่าพารามิเตอร์ คือ น้ำหนัก ความแข็ง ความหนาแน่น อนุภาคและความยืดหยุ่น
3. เปลือกหอยที่ใช้เป็นเปลือกหอยเหลือทิ้งจากสถานที่จริงในตำบลมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร
4. อิฐมอญที่ผลิตมีความกว้าง ยาว สูง เท่ากับ 3 x 6 x 14 นิ้ว
5. สถานที่เผาอิฐมอญ คือ หมู่บ้านหลุมดิน ตำบลหลุมดิน อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี
6. สถานที่ทำการวิจัย คือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชมงคลพระนคร

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินวิจัยแสดงไว้ในแผนผังดังภาพที่ 1.1 โดยสถานที่ทำการวิจัยและเก็บข้อมูลคือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ภาพที่ 1.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5 สมมุติฐานงานวิจัย

อุณหภูมิมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยซึ่งส่งผลให้คุณสมบัติของอิฐมอญเปลี่ยนแปลงไป

1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยนี้คือการกำหนดตัวแปรซึ่งก็คือ อุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายเพื่อวัดปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยลาย หลังจากนั้นนำเปลือกหอยลายที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ มาผสมกับส่วนผสมของอิฐมอญ โดยควบคุมส่วนผสมที่เหมาะสมซึ่งได้มาจากงานวิจัยที่เคยดำเนินการไปแล้วคือ

1.7 คำสำคัญของการวิจัย

1. ด้านการเรียนการสอน ผลการวิจัยสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอนทั้งในสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติและสาขาวัสดุศาสตร์
2. ด้านวิชาการ สามารถนำผลวิจัยไปเผยแพร่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการต่าง ๆ ได้
3. ด้านนโยบาย เป็นการบูรณาการความรู้ทั้งในด้านวิชาสิ่งแวดล้อมและวัสดุศาสตร์อีกทั้งยังเป็นการร่วมมือระหว่างนักวิจัยทั้งสองสาขา
4. ด้านอุตสาหกรรม

4.1 ลดขยะอุตสาหกรรม และของเสียต่าง ๆ จากกการผลิตเนื้อหอยลายหรือหอยลายกระป๋องในโรงงานอุตสาหกรรม

4.2 เพิ่มสายการผลิตอิฐมอญให้เป็นไปตามสมบติต่าง ๆ ตามที่ตลาดต้องการ

5. ด้านสังคมและชุมชน เป็นการสร้างรายได้ให้ชุมชนจากการรีไซเคิลเปลือกหอย

1.8 ประโยชนที่คาดวาจะไดรับ

1. ทราบอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยและคุณสมบัติของอิฐมอญที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยลายรีไซเคิล
2. ทราบวิธีการพัฒนาคุณสมบัติของอิฐมอญให้แข็งแรงกว่าเดิม
3. ทราบวิธีการนำวัสดุที่เหลือใช้มาประยุกต์ใช้งานและสามารถจำหน่ายเพิ่มรายได้เป็นอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มมูลค่าของเปลือกหอย
4. ทราบเปอร์เซ็นต์การลดจำนวนของเปลือกหอยจากชาวประมงและโรงงานหอยลายที่ทำให้เกิดมลพิษของเสียเป็นจำนวนมาก

1.9 นิยามศัพทเฉพาะ

1. การจัดการของเสีย หมายถึง การใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเกิดของเสียควรมีแนวทางการนำกลับไปใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ โดยพิจารณาตามการใช้ประโยชนของของเสียและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องนำมากำจัดหรือบำบัดน้อยที่สุด
2. รีไซเคิล หมายถึง การนำวัสดุเหลือใช้ประเภทต่างๆ มาผ่านกระบวนการแปรสภาพ เพื่อเป็นวัสดุใหม่และนำกลับมาใช้ได้ ซึ่งอาจเป็นผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ได้

3. วัสดุก่อสร้าง หมายถึง วัสดุที่ใช้สำหรับการก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นรวมไปถึงสถาปัตยกรรมที่ถูกสร้างขึ้น

4. อิฐมอญ หมายถึง เป็นวัสดุก่อสร้างที่ทำจาก ดินเหนียว น้ำ และวัสดุที่ไม่มีความเหนียว อาทิ ขี้เถ้าแกลบ ทราย ผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม นวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่แบบพิมพ์อัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตามขนาดที่ต้องการ ทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นจึงนำไปเผาจนสุก

5. แกลบ หมายถึง เปลือกแข็งของเมล็ดข้าวที่ได้จากการสีข้าว เป็นส่วนที่เหลือใช้จากการผลิตข้าวสาร ไม่ละลายในน้ำ มีความคงตัวทางเคมี ทนทานต่อแรงกระทำ

6. ขี้เถ้าแกลบ หมายถึง ขี้เถ้าจากแกลบที่มีลักษณะสีที่ได้มาจากการเผาแกลบอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูง ภายใต้สภาวะออกซิเจนที่มีเกินพอซึ่งเป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

7. วิธีการอัดเข้าแม่พิมพ์ด้วยแรงกดสูง หมายถึง กรรมวิธีการขึ้นรูปของผลิตภัณฑ์โดยเป็นการอัดเข้าแม่พิมพ์ด้วยแรงกดสูงเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการป้องกันความร้อน และทนความชื้นได้สูง

8. ความหนาแน่น หมายถึง มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร

9. การดูดซึมน้ำ หมายถึง การดูดซึมของเหลวหรือแก๊สไว้ในโครงสร้างของตัวดูดซึม แล้วกักของเหลวนั้นไว้ไม่ให้ไหลออกมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการการจัดการของเสีย

ของเสีย (Waste) คือ สิ่งที่เหลือทิ้งจากการ อุปโภค บริโภค การผลิต ในรูปแบบต่างๆ หรือวัสดุอุปกรณ์ที่เสื่อมคุณภาพแล้วไม่สามารถใช้ประโยชน์หรือใช้งานได้อีกโดยของเสียมีหลายสถานะ เช่น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยของเสียสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มูลฝอย หรือขยะมูลฝอย ของเสียมีหลากหลายรูปแบบมีทั้งของเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่มาก และของเสียที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่หากไม่ได้มีการจัดการหรือใช้วิธีจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำให้เกิดโรค หรือทำลายระบบนิเวศในสิ่งแวดล้อมได้

2.1.1 ประเภทของเสีย

ของเสียสามารถแบ่งประเภทได้โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ประเภทของเสียตามแหล่งกำเนิดสามารถแบ่งได้จากมีที่มาจากแหล่งกำเนิดของเสียที่สำคัญ ได้แก่

2.1.1.1 ของเสียจากชุมชนหรือบ้านเรือนที่พักอาศัย เช่น ของที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น ผงซักฟอก น้ำยาทำความสะอาด อาจมีสารเคมีที่เป็นพิษเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย แม้ว่าของนั้นจะหมดอายุการใช้งานไปแล้ว แต่สารเคมีก็ยังคงเหลือความเป็นอันตรายอยู่ หากจัดการของเสียเหล่านั้นไม่ถูกวิธีจะทำให้สารเคมีรั่วซึมออกมาได้ ทำให้สารเหล่านั้นเจือปนในแหล่งน้ำ หรือ ดินได้ เช่น ซากแบตเตอรี่รถยนต์เก่าอาจมีน้ำกรดอยู่ ซากถ่านไฟฉายจะมีสารโลหะหนักพวกแมงกานีส หรือแคดเมียมอยู่ภายใน เป็นต้น

2.1.1.2 ของเสียจากเกษตรกรรม เช่น สารเคมีทางการเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลง หรือ ยากำจัดวัชพืช ภาชนะที่บรรจุสารเคมีเหล่านี้อาจมีสารเคมีตกค้างอยู่ในตัวมันเอง บางชนิดคงทนไม่สลายตัวได้ง่าย มีฤทธิ์อยู่ได้นาน และมีพิษต่อศัตรูพืชแล้วยังมีพิษต่อมนุษย์ด้วย

2.1.1.3 ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารเคมีเหลือใช้ภาชนะบรรจุสารเคมีหรือกากสารเคมีที่ได้จากขบวนการผลิต ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพหรือไม่ได้มาตรฐานและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงาน ถือเป็นของเสียอันตรายที่ต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ของเสียเหล่านี้อาจมีทั้งประเภทที่มีลักษณะเป็นสารไวไฟ สารที่เป็นพิษ สารกัดกร่อน หรือมีหลายลักษณะรวมกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.1.4 ของเสียจากโรงพยาบาล เช่น ของเสียที่ถูกทิ้งออกมาจากสถานพยาบาลต่างๆ อาจจะมีเชื้อโรคติดต่อปะปนอยู่ด้วย เช่น เศษเนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนอวัยวะต่างๆ เหงื่อ น้ำเหลือง เลือด น้ำหนอง เสมหะน้ำลาย ปัสสาวะ อุจจาระ ไขข้อ น้ำใน กระดูก เครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วย เช่น สำลี ผ้าพันแผล มีดผ่าตัด กระดาษชำระ เข็มฉีดยา และเสื้อผ้าจากห้องต่างๆ เช่น ห้องฉุกเฉิน ห้องปัจจุบันพยาบาล หรือ หน่วยพยาธิวิทยา เป็นต้น หากไป

สัมผัสเข้าอาจเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคได้ และนอกจากของเสียที่ติดเชื้อโรคแล้ว ยังมีของเสียชนิดอื่นอีก เช่น ยาที่หมดอายุแล้ว และสารเคมีที่ใช้ในการแพทย์ ตลอดจนซากสัตว์หรืออุปกรณ์ที่ทิ้งจากห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง เป็น

2.1.2 ขยะยังสามารถแยกประเภทของเสียหรืออีกนัยหนึ่งอาจเรียกของเสียเหล่านี้ว่าขยะ เมื่อแยกประเภทตามลักษณะของขยะ อาจจะแยกได้เป็น ขยะแห้ง หรือขยะเปียก แต่เมื่อแยกประเภทตามการนำไปใช้ประโยชน์หรือนำไปกำจัด จะสามารถแยกได้เป็น 4 ประเภท ไม่ว่าของเสียนั้นจะมีที่มาจากแหล่งกำเนิดใดก็ตาม โดยกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้แยกขยะไว้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 ขยะทั่วไป (general waste) เป็นขยะจากสำนักงาน ขยะตามถนนหนทางและขยะจากการก่อสร้าง ได้แก่ กระดาษ เศษไม้ กิ่งไม้ ฟาง ข้าว แก้ว กระเบื้อง ยาง เศษอิฐ กรวด ทราย ถุงพลาสติก เศษปูนหิน ขยะประเภทนี้จะไม่ย่อยสลายและเน่าเหม็น ในการกำจัดขยะทั่วไป ควรคัดแยกขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาเป็นวัสดุในการทำสิ่งประดิษฐ์หรือแลกสินค้าในชุมชน ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.2 ขยะย่อยสลายได้ หรือขยะอินทรีย์ (organic waste) เป็นขยะจากครัวเรือน ภัตตาคาร โรงอาหาร ตลาดสด และการเกษตรกรรม ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เศษเนื้อ เศษผลไม้ ซากสัตว์ มูลสัตว์ขยะประเภทนี้จะย่อยสลายและเน่าเปื่อยได้ง่าย เพราะว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความชื้นสูงมีกลิ่นเหม็น การจัดการขยะประเภทนี้ควรพิจารณาความเป็นไปได้โดยขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะนำมาเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ ทำปุ๋ยในครัวเรือน น้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชากา

2.1.2.3 ขยะรีไซเคิล หรือขยะที่สามารถนำไปขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อโลหะ การจัดการขยะประเภทนี้ จะแยกขยะที่สามารถแปรรูปได้มาขายให้กับร้านรับซื้อหรือตลาดรีไซเคิล เป็นต้น ส่วนขยะที่ไม่สามารถแปรรูปได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.4 ขยะติดเชื้อและขยะอันตราย (hazardous waste) เป็นขยะจากสถานพยาบาล เช่น โรงพยาบาล คลินิก ห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล หรืออื่น ๆ ซึ่งจะมีกรรมวิธีในการทำลายเป็นพิเศษ ได้แก่ วัสดุที่ผ่านการใช้ในโรงพยาบาล เช่น แบตเตอรี่ กระป๋องสี พลาสติก ฟิล์มถ่ายรูป ถ่านไฟฉาย เป็นต้น การจัดการขยะประเภทนี้จะแยกขยะที่สามารถรีไซเคิลได้มาแลกสินค้ากับทางหน่วยงานหรือร้านค้าที่มีบริการการรับแลก ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยการกำจัดขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลจะทำลายโดยการเผาในเตาเผา ส่วนขยะอันตรายอื่น ๆ ต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง

2.1.3 หลักการการจัดการของเสีย

2.1.3.1 ลำดับความสำคัญของการกำจัดของเสียในโรงงาน

การจัดการของเสียในโรงงานตามลำดับความสำคัญ อันดับแรกคือ การลดปริมาณของเสียที่โรงงานจะต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด ก่อนที่จะนำไปบำบัดและกำจัด ซึ่งเรียงตามลำดับความสำคัญ (ดังภาพที่ 2-1 โดยการจัดการของเสียในแต่ละขั้นตอนจะต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดทางกฎหมายทั้งหมด)

ภาพที่ 2.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย
ที่มา : http://www.reo02.com/node/124

2.1.3.2 การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด

การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรกในการจัดการของเสีย ซึ่งมีแนวทางปฏิบัติดังนี้คือ

1) การออกแบบผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีการผลิต หากผลิตภัณฑ์ไม่มีองค์ประกอบของสารเคมีหรือสารอันตราย และมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนหรือใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการสูญเสียวัตถุดิบน้อย ก็จะส่งผลให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิตน้อยลงได้

2) การบริหารจัดการวัตถุดิบ และการขนส่งวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ หากใช้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมคุณภาพและของเสีย ดังนั้น จึงควรรักษาคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ รวมถึงขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงานหรือนำผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงาน เนื่องจากวัตถุดิบที่เสื่อมสภาพหรือวัตถุดิบที่มีการปนเปื้อนสูงเมื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตของโรงงานจะกลายเป็นของเสียที่โรงงานต้องบำบัดหรือกำจัด

3) การบริหารจัดการผลิต กระบวนการผลิตเป็นการนำวัตถุดิบมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และยังมีการใช้สารเคมี พลังงาน และทรัพยากรอื่นๆ ดังนั้น ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของโรงงาน ผู้ประกอบการจึงควรมุ่งเน้นแนวทางการใช้ทรัพยากรการผลิตเพื่อลดการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตหรือจากกิจกรรมสนับสนุนต่างๆ

2.1.3.3 หลักการ 3Rs

3Rs คือ การจัดการของเสียซึ่งจะเน้นในเรื่องของการลดการเกิดของเสีย โดยจะมุ่งเน้นทางด้านการใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเกิดของเสียผู้ประกอบการจะต้องหา

แนวทางการนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ โดยพิจารณาถึงศักยภาพการใช้ประโยชนและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องบำบัดและกำจัดในปริมาณน้อยที่สุด โดยเลือกใช้วิธีการกำจัดของเสียเป็นวิธีสุดท้าย ซึ่ง 3RS จะได้แก่ ลดการใช้ (Reduce) ใช้ซ้ำ (Reuse) และรีไซเคิล (Recycle) ซึ่งประเภทของของเสียโรงงานนั้นสามารถแบ่งได้เป็นของเสียจากกระบวนการผลิตหลัก ของเสียจากกระบวนการสนับสนุนการผลิต และของเสียจากสำนักงาน บ้านพักอาศัย และโรงอาหารในบริเวณสำนักงาน

ในส่วนของกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต การนำแนวคิด 3Rs ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการทำเทคโนโลยีสะอาด (CT) หรือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (EMS) ในภาคอุตสาหกรรม จะทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ เป็นการสร้างภาพลักษณ์และความรู้สึกที่ดีให้แก่ลูกค้า รวมถึงสร้างทัศนคติที่ดีและการยอมรับของชุมชนโดยรอบ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการจัดการของเสียที่ดีภายในโรงงานตามหลัก 3Rs จะต้องมีการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1) จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานทั้งในส่วนของการผลิตและกิจกรรมสนับสนุนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด

2) เมื่อเกิดของเสียขึ้น ควรใช้วิธีจัดการกับของเสียแต่ละประเภทตามศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเสีย เพื่อให้มีของเสียที่ต้องนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบในปริมาณน้อยที่สุด

3) การจัดการของเสียจะต้องให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ตั้งแต่การจัดเก็บของเสีย การนำไปใช้ประโยชน์ภายในโรงงาน และการนำออกไปบำบัดหรือกำจัดภายนอกโรงงาน

2.1.3.4 แนวทางการคัดเลือกวิธีการจัดการของเสียตามหลัก 3Rs

1) การคัดแยก (Sorting) ใช้เฉพาะกับของเสียที่ไม่เป็นอันตรายเพื่อจำหน่ายต่อ โดยจะจัดส่งของเสียให้กับโรงงานลำดับที่ 105 คัดแยกของเสียที่ไม่เป็นอันตราย หากโรงงานจะทำการขายหรือบริจาคของเสียให้กับบุคคลธรรมดา กลุ่มชาวบ้าน กลุ่มแม่บ้านหรือกลุ่มเกษตรกร ฯลฯ เพื่อที่จะนำไปจัดการด้วยวิธีการต่างๆ จะต้องยื่นขออนุญาตเป็นเอกสารต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

2.1) ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนโดยส่วนใหญ่เป็นการนำกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่ภายในโรงงาน

2.2) ส่งกลับผู้ขายเพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ซ้ำ จะใช้เฉพาะกับการส่งภาชนะบรรจุคืนโรงงานผู้ผลิต เพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้

3) การนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก (Recycle) เช่น การใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนโดยนำของเสียที่มีค่าความร้อนและมีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ การใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมโดยการนำของเสียมาผ่านกระบวนการปรับคุณภาพ หรือ ผสมกันเพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงผสม การเผาเพื่อเอาพลังงานโดยการนำของเสียที่มีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิง หรือ ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ จะใช้เฉพาะกับของเสียที่มีองค์ประกอบของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ ได้แก่ แคลเซียม อะลูมินา เหล็ก หรือซิลิกา

4) การนำกลับคืนมาใหม่ (Recovery)

4.1) การนำเข้ากระบวนการนำสารตัวทำละลายกลับมาใหม่ โดยนำของเสียประเภทสารตัวทำละลายส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อกลั่นและนำกลับมาใช้ใหม่

4.2) การนำเข้ากระบวนการนำโลหะกลับมาใหม่ โดยนำของเสียที่มีองค์ประกอบของโลหะส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อนำไปผ่านกระบวนการสกัดหรือนำโลหะกลับมาใหม่ และ

4.3) นำเข้ากระบวนการคืนสภาพกรดด่าง เป็นการนำของเสียประเภทกรดหรือด่างส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อนำไปผ่านกระบวนการปรับคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

4.5) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น นำไปถมที่ ทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน หรือทำอาหารสัตว์ เป็นต้น

2.1.3.5 วิธีการจัดการและกำจัดของเสีย วิธีการจัดการของเสียในโรงงานแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

<u>กรณีที่ 1</u> : กรณีที่ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องจัดการของเสียเองภายในโรงงาน สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้คือ

1) การนำไปฝังกลบ ซึ่งจะต้องให้มีระบบกันซึม ระบบการตรวจสอบการรั่วไหล ระบบระบายก๊าซ และระบบบำบัดน้ำเสียตามความเหมาะสมของชนิดหรือประเภทของเสีย

2) การนำไปเผา โดยของเสียที่ไม่เป็นอันตรายให้เผาโดยควบคุมค่ามาตรฐานของมลสารที่ระบายออกจากปล่อง และห้ามเผาของเสียที่เป็นอันตราย เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจาก กรอ.

3) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การหมักทำ ปุ๋ย การถมที่ การนำกลับไปใช้ประโยชน์อีก ฯลฯ จะต้องได้รับความเห็นชอบจาก กรอ.

<u>กรณีที่ 2</u> : กรณีที่ผู้ประกอบกิจการโรงงานต้องการขออนุญาตนำของเสียออกนอกบริเวณโรงงาน โดยต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับของเสีย ระบุวิธีการรวมถึงผู้รับดำเนินการที่ขออนุญาตจัดการกับของเสีย และต้องได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมก่อนถึงจะสามารถนำของเสียออกไปจัดการตามวิธีการที่ได้รับอนุญาต

2.2 อุตสาหกรรมหอยลายในประเทศไทย

2.2.1 ลักษณะหอยลายในประเทศไทย

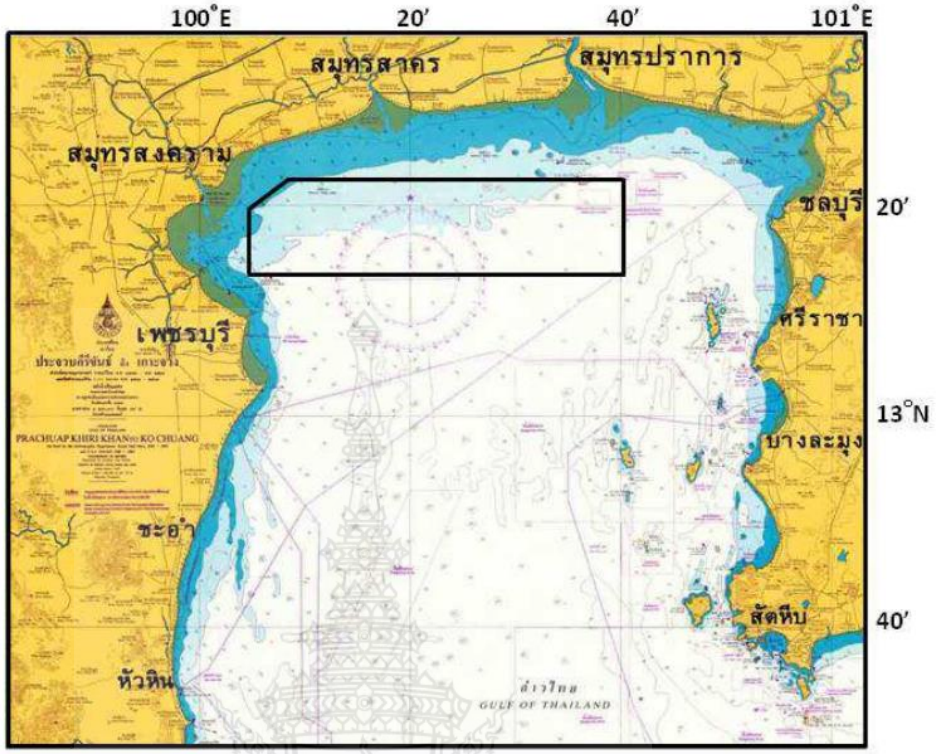
หอยลายเป็นทรัพยากรทางทะเลอย่างหนึ่งในประเทศไทย เป็นหอยฝาคู่ ซึ่งในประเทศไทยจะพบหอยลายอยู่ 3 ชนิด คือ (ก) *Paphia undulata* (ข)*P.alapapilionis* และ(ค) *P.crassisulca* (ดังแสดงในภาพที่ 2.2) แต่ชนิดที่นิยมนำมารับประทานคือ *Paphia undulata* ซึ่งจะพบเห็นได้ทั่วไปตามท้องตลาด ไม่ว่าจะเป็นหอยลายขายทั้งเปลือกหรือหอยลายแกะเปลือกแล้ว หรือ ตามร้านอาหารก็อาจจะเห็นเมนูหอยลายผัดพริกเผาได้อยู่บ่อย ๆ หอยลายประเภทนี้สามารถนำไปแปรรูปส่งออกต่างประเทศได้ ดังนั้นจึงทำให้โรงงานที่จำหน่ายหอยจำพวกนี้นี้มีความต้องการมากยิ่งขึ้น แต่ก่อนที่จะนำมาจำหน่าย จะต้องมีการทำความสะอาด แกะเปลือกและแพ็คใส่บรรจุภัณฑ์ โดยเปลือกของหอยจะถูกนำไปกองทิ้ง ไม่มีการจัดการที่ถูกต้องอีกทั้งก่อให้เกิดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2.2 (ก) *Paphia undulata* (ข) *P. alapapilionis* และ (ค) *P. crassisulca*
ที่มา : http://www.thai-nec.org/mollusca.html

หอยลายนับเป็นหอยเศรษฐกิจ ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอต่อการบริโภคและยังมีการแปรรูปหอยลายอีกด้วย เช่น หอยลายแกะเปลือก หอยลายแช่แข็ง หรือในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ก็มีการแปรรูปหอยลายเป็นหอยลายกระป๋อง เป็นต้น ในประเทศไทยหอยลายแพร่กระจายทั่วไปบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะปากแม่น้ำทางฝั่งอ่าวไทย เช่น ชลบุรี สมุทรปราการ และตราด เป็นต้น หรือบริเวณอ่าวไทยตอนใน ส่วนทางฝั่งทะเลอันดามัน พบมากบริเวณปากแม่น้ำในแถบจังหวัดพังงา ภูเก็ต ตรัง และระนอง

หอยลายในพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ที่ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งจากการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนใน พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัมต่อวัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง โดยพื้นที่ประมงหอยลายแสดงไว้ (ดังภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 แหล่งประมงหอยลายบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน
ที่มา : (ทวีป บุญวานิช, 2557)

2.2.2 คุณสมบัติของเปลือกหอย

เปลือกหอย หรือ ฝาหอย (Shell) คือ สสารที่เป็นของแข็งที่ห่อหุ้มลำตัวภายนอกของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมมอลลัสคา ประกอบด้วยสารจำพวกแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ สารประกอบชนิดนี้เป็นของแข็งสีขาว มีสมบัติไม่ละลายน้ำ ส่วนของแข็งสีขาวคือแคลเซียมคาร์บอเนตออกมาก่อตัวเป็นเปลือกห่อหุ้มภายนอก ส่วนที่เหลือเป็นสารอื่น ๆ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต, แมกนีเซียมคาร์บอเนต, แมกนีเซียมฟอสเฟต, แมกนีเซียมซิลิเกต, โปรตีนประเภทคอนไคโอลิน

เปลือกหอยประกอบไปด้วย 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุด ชั้นกลาง และชั้นในสุด ชั้นนอกสุดประกอบด้วยสารส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภทคอนไคโอลิน เป็นชั้นที่บางและหลุดง่าย ชั้นกลางเป็นสารประกอบแคลเซียมซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแคลไซต์ ส่วนชั้นในจะเป็นสารประกอบแคลเซียมที่อยู่ในรูปของอะราโกไนต์

เนื่องจากเปลือกหอยมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม จึงมีการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัตินี้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นกระดูกเทียมแทนโลหะโดย นำเปลือกหอยสดมาต้มล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ภายนอก นำไปผึ่งให้แห้ง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาบดหยาบและบดละเอียด จะได้เป็นผงแคลเซียมออกไซด์ นำไปผสมสารตัวเติมเข้าไปเพื่อทำการแปรรูปเชิงเคมีวิทยาให้กลายเป็นผงกระดูกที่มีสูตรโครงสร้างเป็นแคลเซียมฟอสเฟต ไฮดรอกไซด์ของกระดูกมนุษย์ แล้วไปขึ้นรูปตามตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

2.3 กระบวนการผลิตอิฐ

2.3.1 ประเภทของอิฐ

1) อิฐมอญ (Brick) เป็นวัสดุที่ทำมาจากการนำดินเหนียวมาเผา เพื่อให้ได้วัสดุที่มีความแข็งแรง อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยเป็นเวลานานมาหลายสิบปีแล้วยังสามารถผลิตได้เองจากแรงงานท้องถิ่น คุณสมบัติพิเศษของอิฐมอญคือยอมให้ความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกได้ง่าย และสามารถกักเก็บความร้อนไว้ในเนื้อวัสดุได้มากเนื่องจากมีความจุความร้อนสูง ถ้าเป็นอิฐที่มาจากจังหวัดราชบุรี อาจมีก้อนขนาดใหญ่ ถ้าเป็นอิฐจากจังหวัดปทุมธานีหรือจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก้อนจะเล็กและบางกว่าเล็กน้อย

2) อิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อก (Concrete Masonry Unit) คอนกรีตบล็อกจะถูกผลิตในลักษณะของอุตสาหกรรม เป็นที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากมีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย ไม่ค่อยมีปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้าง อีกทั้งยังสามารถทำงานได้สะดวก รวดเร็วกว่าอิฐมอญเพราะมีขนาดก้อนที่ใหญ่กว่า ลักษณะของคอนกรีตบล็อกจะมีรูกลวงตรงกลางเป็นช่องอากาศภายในนั้น จะเป็นฉนวนการกันความร้อนที่ดี แต่ข้อเสียคือจะเปราะและแตกง่าย น้ำจะซึมได้ดีกว่าอิฐมอญ โดยส่วนมากบล็อกที่ขายกันทั่วไปจะมีคุณภาพต่ำ

3) อิฐมวลเบาหรือคอนกรีตมวลเบา (Autoclaved Aerated Concrete-ACC) คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีการนำมาใช้และเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้มากกว่าวัสดุก่ออื่นๆ โดยตัววัสดุจะมีส่วนผสมที่มาจาก ทราย ซีเมนต์ ปูนขาว น้ำ ยิปซั่ม และผงอลูมิเนียมผสมรวมกัน ส่วนที่สำคัญที่สุดก็คือฟองอากาศเล็กๆเป็นรูพรุนที่อยู่ในเนื้อวัสดุประมาณ 75% จะทำให้วัสดุมีน้ำหนักเบาช่วยให้ประหยัดโครงสร้าง อีกทั้งฟองอากาศเหล่านั้นยังเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี

2.3.2 วัสดุและส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตอิฐ

1) ดินเหนียว เป็นดินที่ได้จากการหมักดิน โดยมีส่วนผสมคือ ดินและน้ำที่หมักทิ้งไว้ในบ่อหมักเป็นเวลา 1-2 วัน ดินเหนียวจะมีคุณสมบัติเด่นในการนำมาขึ้นรูปคือ มีความเหนียว เมื่อดินแห้งจะมีความแข็งแรงสูงและมักมีการหดตัว ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกร้าว ดังนั้นการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จึงไม่นิยมใช้เนื้อดินเหนียวล้วนๆ แต่ต้องมีการผสมวัสดุที่ไม่มีความเหนียวเพื่อลดการดึงตัวและหดตัว จะช่วยให้ปัญหาการแตกร้าวของดินน้อยลง ดินเหนียวหลายชนิดจะมีช่วงอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปเป็นเนื้อแก้วกว้าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ก็คือช่วยปรับปรุงเนื้อผลิตภัณฑ์หลังการเผาให้ดีขึ้น

แหล่งดินเหนียวในประเทศไทย จะพบได้ทั่วไปในบริเวณที่ราบของแม่น้ำสายต่างๆ ที่ราบน้ำท่วมถึง ที่ราบปากแม่น้ำ โดยในภาคเหนือจะพบในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง วัง ยม น่าน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบได้ในบริเวณแอ่งโคราช ภาคตะวันออกจะพบได้บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง ภาคตะวันตกจะพบบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำแม่กลอง และภาคใต้พบบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำตาปี ปากพนัง

2) แกลบ คือ เปลือกแข็งของเมล็ดข้าวที่ได้จากการสีข้าว แกลบประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเถ้ามีซิลิกาอยู่มาก แกลบจะไม่ละลายน้ำ มีความคงตัวทางเคมี ทนทานต่อแรงกระทำ แกลบจะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงต่างๆแล้วยังสามารถนำไปผสมกับวัสดุอื่นๆทำเป็นวัสดุก่อสร้าง เพราะแกลบมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนที่ดี และมีจุดหลอมเหลวสูงใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (portland) เพื่อลดต้นทุนในการผลิตอิฐก่อสร้างราคาถูกได้

3) น้ำ คือ ตัวประสานให้ดินและแกลบเข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี ในขั้นตอนนวดดินหรือปั่นดินสำหรับอัดลงพิมพ์ทำอิฐ น้ำที่ใช้ในส่วนผสม ปริมาตรจะไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับความเหนียวของดิน สำหรับผู้ผลิตที่ชำนาญจะรู้ได้ว่าจะต้องใช้น้ำมากหรือน้อยเพื่อให้เกิดความพอดี

4) ขี้เถ้าแกลบ ในการขึ้นรูปอิฐนั้นจะนำผงขี้เถ้าแกลบมาโรยบริเวณในบล็อกที่จะนำไปขึ้นรูป เพื่อไม่ให้อิฐที่กำลังจะขึ้นรูปนั้นติดบล็อก

2.3.3 กระบวนการผลิต กระบวนการผลิตอิฐมอญโดยภูมิปัญญาชาวบ้าน ส่วนใหญ่ในประเทศไทยพบที่จังหวัดราชบุรี เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งมีขั้นตอน คือ

2.3.3.1 การเตรียมดิน เพื่อใช้ในการเผาอิฐ และ 2. การเผาอิฐ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การเตรียมดิน การเตรียมดินในขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมดินเพื่อใช้ในการทำอิฐ มีขั้นตอนและรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) กะสัดส่วนของวัตถุดิบที่จะใช้ทำอิฐ ซึ่งการผลิตนั้นส่วนใหญ่จะทำกันโดยใช้สูตรเดิมที่ทำต่อ ๆ กันมา เช่น ผสมดิน 5 คันรถเข็นกับแกลบ 2 เข่ง เพื่อผลิตอิฐ 5,000 ก้อนเป็นต้น

2) ผสมส่วนผสมลงในบ่อหมักและคลุกเคล้าส่วนผสมโดยใช้น้ำช่วย ผสมจนดินกับแกลบเป็นเนื้อเดียวกัน

3) คลุกเคล้าดินจนแหลกละเอียด

4) นำไปอัดลงในพิมพ์ โดยมีข้อควรระวังคือไม่ควรปล่อยส่วนผสมไว้นานจนแห้ง

5) ตกแต่งดินให้ได้สัดส่วน อาจจะใช้ไม้ตบหรือไสมีดปาดเอาก็ได้

6) นำดินออกจากพิมพ์และตากจนได้ที่เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแรงของแดด จนดินเป็นสีเทานวล

2.3.3.2 การเผาอิฐเมื่อเตรียมอิฐที่จะนำไปเผาเสร็จแล้ว จึงเข้าสู่กระบวนการเผาอิฐต่อไปจนได้อิฐที่พร้อมใช้งาน ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ลำเลียงดินที่เตรียมเผาไปไว้ในเตาเผาโดยวางแท่นดินสลับกันให้สูงขึ้นพอประมาณ โดยเปิดช่องด้านล่างไว้สำหรับให้ความร้อนผ่านเข้าไปได้ทั่วถึง

2) ก่อเป็นกำแพงดินล้อมรอบอีกชั้นหนึ่งเพื่อควบคุมความร้อนไม่ให้กระจายออกไปภายนอกเตาเผา โดยกำแพงต้องมีความสูงกว่าแท่งดินที่เตรียมเผาด้านในเล็กน้อย

3) นำแกลบมากลบแท่งดินภายในให้ทั่วเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการเผา

4) จุดไฟเผาดิน โดยจุดจากด้านล่างจนไฟลามขึ้นไปต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จนทั่วทั้งเตาเผา

5) เกลี่ยและเติมแกลบอยู่เสมอ ๆ เพื่อให้ความร้อนแผ่กระจายอย่างทั่วถึง จนได้อิฐ ซึ่งขึ้นอยู่กับดินที่เผา ถ้าใช้ดินแดง จะได้อิฐเป็นสีแดงส้ม ถ้าใช้ดินดำ จะได้อิฐเป็นสีดำ

6) นำอิฐออกมาจากเตา

2.4 คุณสมบัติของอิฐ

2.4.1 ขนาด

มาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ขนาดของแผ่นอิฐมอญจะต้องมีขนาดความยาว 9 เซนติเมตร ความกว้าง 20 เซนติเมตร และความสูง 5 เซนติเมตร และขนาดของแผ่นอิฐย่อมมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินกำหนดดังต่อไปนี้

ด้านยาว ± 5 มิลลิเมตร

ด้านกว้าง ± 3 มิลลิเมตร

ด้านสูง ± 3 มิลลิเมตร

2.4.2 ความหนาแน่นอิฐสภาพธรรมชาติ

ความหนาแน่นของอิฐ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมวลของอิฐต่อหนึ่งปริมาตรของอิฐ โดยมวลของอิฐหาได้โดยการชั่งและน้ำหนักของอิฐขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาประกอบและที่ถูกเผาในเตาความหนาแน่นของอิฐสามารถบอกความแข็งแรงของอิฐได้ ถ้าความหนาแน่นของอิฐมีค่าออกมาน้อย ความทนทานต่อการรับแรงจะไม่ดีด้วย ความหนาแน่นมีค่าโดยประมาณ คือ ความหนาแน่นของอิฐธรรมดาที่เป็นอิฐมาตรฐานประมาณ 1,300 kg/m^3 และความหนาแน่นของอิฐสภาพธรรมชาติประมาณ 1,500 kg/m^3 ดังสูตรการคำนวณต่อไปนี้

$$\text{ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ (กิโลกรัมต่อกรัม)}}{\text{ปริมาตรชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

2.4.3 ปริมาณความชื้นของอิฐ

ปริมาณความชื้นของอิฐ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในอิฐในสภาพธรรมชาติต่อน้ำหนักของอิฐที่อบแห้ง คูณด้วย 100 ดังสูตรการคำนวณต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบก่อนอบ(กรัม)} - \text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ(กรัม)}}{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ(กรัม)}} \times 100$$

2.4.4 การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของอิฐสามารถบอกถึงความคงทนของอิฐได้ การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐก่อสร้าง โดยปกติแล้วจะใช้การแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง การดูดซึมมากน้อยเท่าใดเป็นเครื่องบอกคุณภาพของอิฐ อิฐที่ดีจะดูดน้ำได้ประมาณ 10-17 % ส่วนอิฐที่ผ่านการเผาไม่เพียงพอความต้องการจะดูดน้ำได้ประมาณ 20-25 % ของน้ำหนักอิฐ เพราะมีความพรุนของอิฐมาก การดูดซึมน้ำของอิฐ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในอิฐหลังจากนำอิฐไปแช่น้ำต่อน้ำหนักอิฐอบแห้ง โดยส่วนมากจะนิยมบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ดังสูตรการคำนวณต่อไปนี้

$$\text{การดูดซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ(กรัม)} - \text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}{\text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}$$

2.4.5 ทดสอบกำลังแรงอัด

การทดสอบกำลังแรงอัดเป็นการทดสอบคุณภาพของอิฐที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง รูปแบบของอิฐที่นิยมนำมาใช้ทดสอบในการก่อสร้างจะเป็นทรงลูกบาศก์ดังสูตรการคำนวณต่อไปนี้

$$\text{ค่าความต้านทานแรงอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)} = \frac{\text{แรงอัดสงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตก}}{\text{พื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบ}}$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพิ่มพล กาญจนามัย (2546) ตะกอนดินที่เกิดจากโรงผลิตน้ำประปาซึ่งเป็นของเสียที่การประปานครหลวงต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอนดิน จากผลการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า ดินตะกอนเป็นตะกอนทรายที่มีความเหนียวสูงที่สามารถปั้นขึ้นรูปได้ดี มีซิลิกาและอะลูมินา เป็นองค์ประกอบหลักทางเคมี เมื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอิฐมอญโดยผสมทรายช่วยลดการหดตัวในปริมาณ 20% โดยน้ำหนัก เผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส พบว่า อิฐมอญให้กำลังรับแรงอัดสูงกว่า 35 กิโลกรัมตรต่อตารางเซนติเมตร. และมีคุณสมบัติทั่วไปตรงตามมาตรฐาน มอก.77-2531 และใกล้เคียงกับอิฐมอญทั่วไป

เอนก สาวะอินทร์ และ ชุตินุช สุจริต (2555) ได้ศึกษาการรีไซเคิลเปลือกหอยตลับเพื่อผลิตปูนขาวสำหรับการบำบัดน้ำเสีย ได้นำปูนขาวจากเปลือกหอยตลับเทียบกับปูนขาวจากหินปูนพบว่าปูนขาวจากเปลือกหอยตลับมีคุณลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับปูนขาวจากหินปูน (Limestone) องค์ประกอบของปูนขาวเตรียมจากเปลือกหอยตลับมีแคลเซียม ออกไซด์ (CaO) ร้อยละ 60.1 และสารประกอบอื่นๆ ปริมาณน้อย ปูนขาวจากเปลือกหอยตลับสามารถใช้เป็นสารปรับค่าพีเอชและ สารสำหรับควบคุมค่าพีเอชของน้ำในการควบคุมกลไกการบำบัดน้ำ และน้ำเสียด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

ศศิพันธุ ณ สงขลา และคณะ (2549) ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษา การวิเคราะห์ปริมาณธาตุสตรอนเชียม และธาตุแคลเซียม ในเปลือกหอยน้ำจืดและเปลือกหอยทะเล โดยวิธีการวาวรังสี เอ็กซดวยเทคนิคการแกค่าการดูดกลืนรังสีในตัวเอง พบว่าเปลือกหอยทั้งสองชนิด มีปริมาณแคลเซียมใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณของสตรอนเชียมในเปลือกหอยทะเลสูงกว่าเปลือกหอยน้ำจืด ประมาณ 5 เทา สำหรับหอยชนิดต่างๆ จากบริเวณวัดเจดียหอย จังหวัดปทุมธานี จะมีอัตราสวนสตรอนเชียมต่อแคลเซียมสูง ซึ่งเป็นลักษณะ พิเศษของหอยทะเล

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ ชโลทร ศิริภัทรประวัติ (2553) ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาเปลือกหอยทะเลบด 4 ชนิด ได้แก่ หอยลาย หอยแมลงภู่ หอยนางรม และหอยแครง มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มอร์ต้าร์ปูนฉาบ ตัวแปรหลักที่ศึกษาได้แก่ สัดส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเปลือกหอยบดชนิดต่างๆ ผลการทดสอบ พบว่า เปลือกหอยลายบด เปลือกหอยแมลงภู่บด เปลือกหอยนางรมบดและเปลือกหอยแครงบด มีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ใกล้เคียงกัน เมื่อปริมาณการแทนที่เปลือกหอยบดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กำลังอัดของมอร์ต้าร์ปูนฉาบมีค่าลดลง อีกทั้งทำให้ส่วนผสมมีความต้องการน้ำลดลงและระยะเวลาการก่อตัวเพิ่มขึ้น และในด้านการหดตัวแบบแห้ง

การใช้เปลือกหอยลายบดและเปลือกหอยนางรมบดเป็นส่วนผสมมีผลให้การหดตัวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปูนฉาบควบคุม โดยสรุปมอร์ต้าร์ปูนฉาบที่ผสมเปลือกหอยบดทั้งสี่ชนิดในงานวิจัยนี้ สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.1776 ในทุกส่วนผสม

อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติและคณะ (2558) ได้ศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพของคอนกรีตมวลเบาผสมเปลือกหอย โดยใช้ไม้ไผ่เสริมเป็นโครงสร้างเพื่อนำมาผลิตหลักนำทาง พบว่าสามารถนำมาใช้งานแทนหลักนำทางคอนกรีตเสริมเหล็กได้ เนื่องจากการทดลองแท่งตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาผสมเปลือกหอย โดยใช้ไม้ไผ่เสริมเป็นโครงสร้างมีค่ากำลังอัดได้ดี การซึมผ่านน้ำใกล้เคียงกับหลักนำทางคอนกรีตทั่วไป และมีค่ากำลังแรงดัดน้อยกว่าหลักนำทางคอนกรีตเสริมเหล็กประมาณครึ่งหนึ่งช่วยลดต้นทุนในการผลิต นอกจากนั้น ยังมีน้ำหนักเบากว่าหลักนำทางคอนกรีตเสริม

นิชธิมา รุ่งปิ่น (2554) ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกของหอยเชอรี่และหอยนางรมมาประยุกต์ใช้เป็นสารเสริมแรงในพอลิไวนิลคลอไรด์ทดแทนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรม โดยการสังเคราะห์แคลเซียมคาร์บอเนตอนุภาคนาโนเมตรด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล เปรียบเทียบผลระหว่างคอมพอสิตพีวีซีที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนตเกรดอุตสาหกรรมกับคอมพอสิตพีวีซีที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยเชอรี่หรือเปลือกหอยนางรม สุดท้ายสมบัติเชิงกลของคอมพอสิตพีวีซีที่เติมแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยเชอรี่หรือเปลือกหอยนางรมหลังสังเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอลมีค่าใกล้เคียงกับแคลเซียมคาร์บอเนตจากเกรดทางการค้า

ปัตตะ ฮาแวและคณะ (2558) ได้ศึกษาการนำเศษขยะเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดผลกระทบด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสามารถลดปริมาณขยะ ลดการสูญเสียพลังงานในการกำจัดขยะ ลดผลกระทบจากสภาวะเรือนกระจกอันเนื่องมาจากการเน่าเสียของขยะ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษขยะเหลือทิ้งได้อีกทางหนึ่ง เช่น การเตรียมแคลเซียมคาร์บอเนตขนาดนาโนเมตรจากเปลือกหอยแครง โดยสามารถดึงแคลเซียมคาร์บอเนตที่เป็นองค์ประกอบหลักในเปลือกหอยแครงซึ่งมีมากถึง 90% หรือคิดเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณ 4% ของโลก ซึ่งแคลเซียมคาร์บอเนตขนาดนาโนเมตรสามารถใช้เป็นสารผสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าอย่างมากมายในอุตสาหกรรม ยา เครื่องสำอาง ยาสีฟัน พลาสติก สี กระดาษ เป็นต้น อีกทั้งยังมีการนำเทคโนโลยีระดับนาโนเมตรในงานด้านการเสริมแรง เช่น ใช้นาโนแคลเซียมคาร์บอเนตในอุตสาหกรรมยางเพื่อเพิ่มสมบัติเชิงกล ทำให้ความต้านทานต่อแรงดึง ค่าความต้านทานต่อแรงกระแทกของยางคอมปาวด์สูงขึ้น

สุริยา การะเกษ (2557) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้เปลือกหอยเชอรี่บดในการแทนที่ปูนซีเมนต์ในการผลิตบล็อกประสานที่ใช้ในงานโครงสร้างรับแรงแบกทาน และนำเสนออัตราส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเปลือกหอยเชอรี่บดที่เหมาะสมระหว่าง ดินลูกรังและเปลือกหอยเชอรี่ได้จากอำเภอโพนทราย จังหวัดร้อยเอ็ด การศึกษาครั้งนี้ใช้อัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินเท่ากับ 1:6 และ 1:8 อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อเปลือกหอยเชอรี่บดมีค่าเท่ากับ 100:0 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 ผลการบดอัดพบว่า กำลังอัดของตัวอย่างมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเปลือกหอยเชอรี่บด กำลังอัดที่เพิ่มขึ้นนี้เนื่องจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์อิสระจากปูนซีเมนต์ทำปฏิกิริยาปอซโซลานกับเปลือกหอยเชอรี่บด และช่วยเพิ่มกำลังอัดให้กับบล็อกประสาน อัตราส่วน

ระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับผลิตบล็อกประสานในงานโครงสร้างรับแรงแบกทานคือ 1:8 บล็อกประสานที่ผลิตจากปูนซีเมนต์ (ไม่ใส่เปลือกหอยเชอรี่)

สิทธิพร (2555) ได้ศึกษาองค์ประกอบหลักของเปลือกหอยคือแร่ธาตุ แคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อนำมาทำให้บริสุทธิ์ตามกระบวนการทางเชิงวิทยาศาสตร์สามารถนำมาใช้ดัดแปลงผลิตสร้างวัสดุทดแทนกระดูกมนุษย์ได้ โดยมีสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานของอเมริกาดังนั้นทีมวิจัยจึงเริ่มทำการศึกษาซึ่งเปลือกหอยทุกชนิดสามารถนำมาใช้ได้ แต่ที่ทีมวิจัยใช้เปลือกชนิดดังกล่าวเพราะในประเทศไทยจะมีหอยแครงจำนวนมากและมีเพียงส่วนน้อยที่จะนำไปทำเป็นปุ๋ยหรือเป็นอาหารสัตว์ จึงมีแนวคิดในการนำเปลือกหอยชนิดนี้ มาผลิตเป็นวัสดุทดแทน สำหรับขั้นตอนการวิจัยเริ่มจาก นำเปลือกหอยสดมาต้มล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ภายนอก นำไปผึ่งให้แห้งแล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาบดหยาบและบดละเอียด จะได้เป็นผงแคลเซียมออกไซด์ นำไปผสมสารตัวเติมเข้าไปเพื่อทำการแปรรูปเชิงเคมีวิทยาให้กลายเป็นผงกระดูกที่มีสูตรโครงสร้างเป็นแคลเซียมฟอสเฟต ไฮดรอกไซด์ของกระดูกมนุษย์ แล้วไปขึ้นรูปตามตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในร่างกายมนุษย์ อาทิ ตะปูเกลียวเพื่อยึดจับ

สุภกร บุญยืนและคณะ (2558) ได้ศึกษาการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอย โดยเตรียมตัวอย่างของเปลือกหอยแมลงภู่ หอยหวาน และหอยแครงในรูปแบบผง นำไปเผาในช่วงอุณหภูมิ 500, 700 และ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง บดและกรองผ่านตะแกรงคัดกรองขนาด 100 ไมโครเมตร พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตที่สะสมอยู่ในเปลือกหอยมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมออกไซด์ และวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-Emmelt-Teller (BET) ผลการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยทุกชนิดประกอบด้วยโครงสร้างอะราโกไนต์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนไปเป็นโครงสร้างแคลไซต์ที่อุณหภูมิ 500-700 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตเกิดเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์อย่างสมบูรณ์ ส่วนการเผาเปลือกหอยแมลงภู่จะเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์ได้ดีกว่าเปลือกหอยแครงและเปลือกหอยหวาน ตามลาดับ นอกจากนี้แคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอยแครงยังมีความไวต่อความชื้นซึ่งเปลี่ยนเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้ง่าย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการทำวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาในเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อจะศึกษาการพัฒนาสมบัติอิฐมอญโดยใช้ส่วนผสมจากเปลือกหอยลายเหลือทิ้งที่เผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันโดยรวบรวมข้อมูลในหัวข้อที่เกี่ยวกับ อิฐมอญ แกลบ เปลือกหอยลาย ขั้นตอนการวิเคราะห์สมบัติอิฐมอญ และงานวิจัยที่เกี่ยงข้องนำมาศึกษาผนวกกับการตรวจวิเคราะห์ขนาด ความหนาแน่นอิฐสภาพธรรมชาติ ความชื้นในอิฐ การดูดซึมน้ำ และค่าการรับแรงอัด อันเป็นนัยสำคัญของการศึกษา

3.2 สมมุติฐานงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีสมมติฐานว่า 1. “เปลือกหอยลายมีปริมาณแคลเซียม เมื่อนำมาเป็นส่วนผสมทดแทนแกลบในกระบวนการขึ้นรูปอิฐมอญจะทำให้อิฐมอญมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน” และ

2. แคลเซียมจากเปลือกหอยลายที่อุณภูมิสูงจะเปลี่ยนรูปเป็นแคลเซียมออกไซด์ทำให้เมื่อนำมาผสมกับอิฐมอญจะทำให้อิฐมอญมีสมบัติที่แข็งแรงกว่าเดิม

3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปอิฐ

3.3.1.1 ดินเหนียว

3.3.1.2 เครื่องปั้นอิฐ

3.3.1.3 เปลือกหอยลายเหลือทิ้ง

3.3.1.4 แกลบ

3.3.1.5 เตาเผาอิฐ

3.3.2 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ทางวัสดุ

3.3.2.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

3.3.2.2 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

3.3.2.3 เตาอบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุน UFE600

3.3.2.4 ภาชนะใส่น้ำ

3.3.2.5 ค้อน

3.3.2.6 เหล็กสกัด

3.3.2.7 ไม้บรรทัด

3.3.2.8 Bending Tester

3.3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยลาย

3.3.3.1 สารตัวอย่าง

3.3.3.2 เครื่องวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X – ray fluorescence (XRF)

3.3.3.3 ชุดอุปกรณ์ประกอบภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง (Sample Holder)

3.3.3.4 แผ่นไมลาร์ (mylar)

3.3.3.5 ช้อนตักสาร

3.3.3.6 สารละลาย Alcohol

3.3.3.7 กระดาษทิชชู

3.4 ขั้นตอนการศึกษา

3.4.1 ศึกษาการเกิดของเสียในโรงงานผลิตหอยลายกระป๋อง

3.4.2 ศึกษาการนำเปลือกหอยไปใช้ประโยชน์โดยใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐมอญ

3.4.3 ศึกษาสมบัติของอิฐมอญเมื่อใช้เปลือกหอยแทนแกลบในอัตราส่วนต่างๆ

3.4.4 ศึกษาความคลาดเคลื่อนของสมบัติทางวัสดุ

3.4.5 ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs

3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย

3.5.1 ขั้นการเตรียมดิน

3.5.1.1 ชนิดของดินเหนียวที่ใช้ทำอิฐมอญจะเป็นเนื้อดินล้วนที่ไม่มีสิ่งปะปน (ดังแสดงในภาพที่ 3.1)

ภาพที่ 3.1 ดินที่ใช้ทำอิฐมอญ

ภาพที่ 3.2 ดินผสมกับน้ำที่หมักที่ไว้ 1 คืน

3.5.1.2 การนำดินผสมกับน้ำหมักทิ้งไว้ 1 คืน (ดังแสดงในภาพที่ 3.2)

3.5.1.3 ส่วนผสมของดิน จะผสมแกลบลงไปด้วยเพราะหากใช้ดินเหนียวล้วน เมื่อนำไปตากแดดอาจทำให้ดินเกิดแตกหักได้

3.5.2 ขั้นตอนการเตรียมเปลือกหอยลาย

3.5.2.1 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง (ดังแสดงในภาพที่ 3.3)

ภาพที่ 3.3 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาด

3.5.2.2 เผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป (ดังแสดงในภาพที่ 3.4)

ภาพที่ 3.4 เปลือกหอยที่เผาในอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.5.2.3 นำมาบดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม (ดังแสดงในภาพที่ 3.5)

ภาพที่ 3.5 เปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม

3.5.3 ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นอิฐ

3.5.3.1 เตรียมบล็อกอัดอิฐโดยการโรยขี้เถ้าแกลบบริเวณบล็อก เพื่อไม่ให้ดินที่อัดติดบล็อกในขณะที่ถอดแท่งดินออกมา

3.5.3.2 นำดินที่ผสมแล้วอัดลงในบล็อกแล้วปาดหน้าดินให้เรียบก่อนกดแท่งดินออกจากบล็อก (ดังแสดงในภาพที่ 3.6)

ภาพที่ 3.6 นำดินที่ผสมแล้วอัดลงในบล็อกแล้วปาดหน้าดินให้เรียบ

3.5.3.3 เมื่อกดแท่งดินออกจากบล็อกแล้วนำไปผึ่งแดด เป็นเวลา 6 – 8 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นจนดินเป็นสีเทานวล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแรงของแดด (ดังแสดงในภาพที่ 3.7)

ภาพที่ 3.7 นำแท่งดินมาผึ่งแดด

3.5.4 ขั้นตอนการเผาอิฐ

3.5.4.1 นำแท่งดินที่เตรียมเผาไปไว้ในเตาเผา โดยวางแท่งดินสลับกันให้สูงขึ้นพอประมาณ โดยเปิดช่องด้านล่างไว้สำหรับให้ความร้อนผ่านเข้าไปได้ทั่วถึงเตาเผา (ดังแสดงในภาพที่ 3.8)

ภาพที่ 3.8 นำแท่งดินที่เตรียมเผาไปไว้ในเตาเผา โดยวางแท่งดินสลับกัน

3.5.4.2 ก่อกำแพงดินล้อมรอบอีกชั้นหนึ่งเพื่อควบคุมความร้อนไม่ให้กระจายออกไปภายนอกเตาเผา โดยกำแพงต้องมีความสูงกว่าแท่งดินที่เตรียมเผาด้านในเล็กน้อย

3.5.4.3 นำแกลบมาเทกลบแท่งดินภายในให้ทั่วเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการเผา (ดังแสดงในภาพที่ 3.9)

ภาพที่ 3.9 นำแกลบมาเทกลบแท่งดิน

3.5.4.4 จุดไฟเผาแท่งดิน โดยจุดจากด้านล่างจนไฟลามขึ้นข้างบนต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จนทั่วทั้งเตาเผา

3.5.4.5 เกลี่ยและเติมแกลบอยู่เสมอ ๆ เพื่อให้ความร้อนแผ่กระจายอย่างทั่วถึงจนได้อิฐ ซึ่งขึ้นอยู่กับดินที่เผา ถ้าใช้ดินแดงจะได้อิฐเป็นสีแดงส้ม ถ้าใช้ดินดำจะได้อิฐเป็นสีดำ

3.5.4.6 นำอิฐออกมาจากเตาเผา (ดังแสดงในภาพที่ 3.10)

ภาพที่ 3.10 อิฐที่ผ่านการเผา

3.6 การกำหนดตัวแปร

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์
ตัวแปรต้น	อุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลาย
ตัวแปรตาม	ขนาด ความหนาแน่นอิฐสภาพธรรมชาติ ความชื้นในอิฐ การดูดซึมน้ำ การรับแรงอัด
ตัวแปรควบคุม	อุณหภูมิ ขนาดอิฐ ระยะเวลาเผา ระยะเวลาตากแดด ส่วนผสมในการทำอิฐ

3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์

3.7.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ขนาด

3.7.1.1 เลือกก้อนอิฐที่อยู่ในสภาพเรียบร้อย

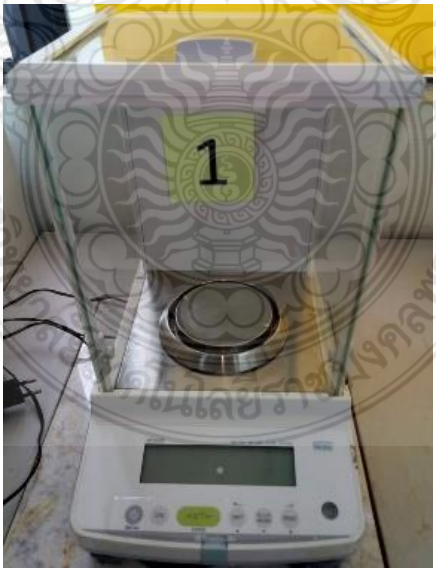
3.7.1.2 นำมาวัดขนาด ความกว้าง ความยาว และความสูงของชิ้นทดสอบ แล้วนำค่ามาคำนวณเป็นปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ปริมาตร = กว้าง × ยาว × สูง)

3.7.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความหนาแน่นอิฐ

3.7.2.1 เลือกก้อนอิฐที่อยู่ในสภาพเรียบร้อย 3 ก้อน (ดังแสดงในภาพที่ 3.11)

ภาพที่ 3.11 ก้อนอิฐที่อยู่ในสภาพเรียบร้อย 3 ก้อน

3.7.2.2 นำมาชั่งน้ำหนัก (ดังแสดงในภาพที่ 3.12)



ภาพที่ 3.12 เครื่องชั่ง (Balance) ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 gm

3.7.2.3 ทำการวัดหาปริมาตรของอิฐ ด้านความกว้าง ความยาว และความสูง

3.7.2.4 นำค่าที่ได้จากการชั่งน้ำหนักและปริมาตรของอิฐมาหาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ (กิโลกรัมต่อกรัม)}}{\text{ปริมาตรชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

3.7.2.5 บันทึกลงในตารางทดสอบความหนาแน่น

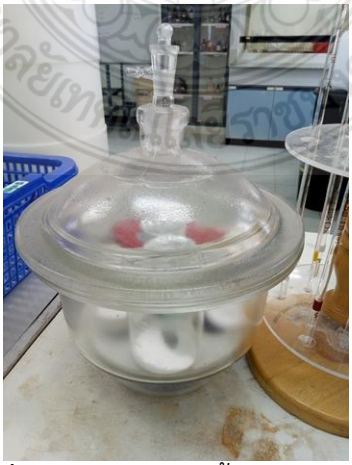
3.7.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาค่าความชื้นในอิฐ

3.7.3.1 ชั่งน้ำหนักก้อนอิฐตัวอย่างโดยบันทึกน้ำหนักเป็นมวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ

3.6.3.2 นำก้อนอิฐเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่งโมง (ดังแสดงในภาพที่ 3.13)

ภาพที่ 3.13 เตาอบลมร้อน (Hot Air Oven)

3.7.3.3 นำก้อนอิฐออกจากเตาอบมาใส่ในเดซิเคเตอร์เพื่อให้ชิ้นงานที่ทดสอบเย็นตัวลง และไม่ดูดความชื้น (ดังแสดงในภาพที่ 3.14)



ภาพที่ 3.14 โถดูดความชื้น (desiccator)

3.7.3.4 นำก้อนอิฐออกจากเดซิเคเตอร์มาชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าที่ได้เป็นน้ำหนักหลังอบ

3.7.3.5 นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาปริมาณความชื้นด้วยสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบก่อนอบ(กรัม)} - \text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ(กรัม)}}{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ(กรัม)}} \times 100$$

3.7.3.6 บันทึกลงในตารางทดสอบความความชื้น

3.7.4 วิธีทดสอบการดูดซึมน้ำ

3.7.4 1 ชั่งน้ำหนักก้อนอิฐตัวอย่างโดยบันทึกเป็นน้ำหนักก่อนแช่น้ำ

3.7.4 2 แช่ก้อนอิฐในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วรีบนำก้อนอิฐมาซับน้ำที่ผิวออก และชั่งน้ำหนักทันที บันทึกเป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 1 ชั่งโมง

3.7.4 3 จากนั้นนำก้อนอิฐไปแช่น้ำอีก 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้งตามวิธีเดิม โดยบันทึกเป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง (ดังแสดงในภาพที่ 3.15)

ภาพที่ 3.15 ก้อนอิฐที่แช่น้ำ

3.7.4 4 นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำที่ 1 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง

$$\text{การดูดซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ(กรัม)} - \text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}{\text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}$$

3.7.5 วิธีทดสอบการรับแรงอัด

3.7.5.1 นำก้อนอิฐตัวอย่างที่จะทดสอบวางไว้ระหว่างแท่นเครื่อง (plate) บนและล่าง (ดังแสดงในภาพที่ 3.16)

ภาพที่ 3.16 Compression Machines

3.7.5.2 จากนั้นเริ่มเดินเครื่องเพื่อให้กดก้อนอิฐตัวอย่างในแนวตั้งฉากกับด้านยาวของก้อนอิฐตัวอย่าง ซึ่งจะได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตก (ดังแสดงในภาพที่ 3.17)

ภาพที่ 3.17 เครื่องทำการกดก้อนอิฐตัวอย่าง

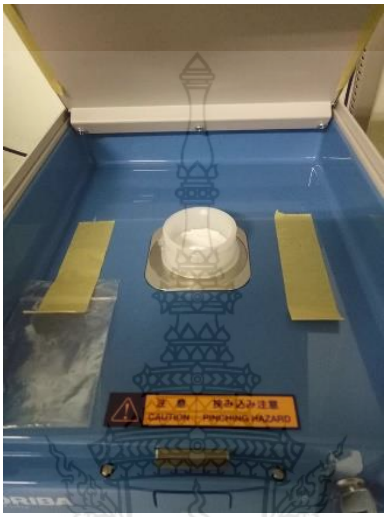
3.7.5.3 นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าความต้านแรงอัด

$$\text{ค่าความต้านทานแรงอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)} = \frac{\text{แรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตก}}{\text{พื้นที่หน้าตัดชิ้นทดสอบ}}$$

3.7.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยลายบดละเอียดโดยการวาวรังสีเอกซ์

3.7.6.1 ประกอบวงแหวนพลาสติก Sample Holder และแผ่นไมลาร์ (mylar) เข้าด้วยกันเพื่อใช้เป็นภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง

3.7.6.2 ตักสารตัวอย่างด้วยช้อนตักสารที่บดละเอียดบรรจุลงในภาชนะดังกล่าว ให้ปริมาณของสารตัวอย่างมีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพที่ 3.18)



ภาพที่ 3.18 สารตัวอย่างบรรจุลงในภาชนะของเครื่อง X-ray Fluorescence

3.7.6.3 เช็ดทำความสะอาดบริเวณขอบภาชนะด้วยการนำกระดาษทิชชูชุบสารละลายแอลกอฮอลล์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนภายในเครื่องวัด

3.7.6.4 นำกระดาษกาวปิดภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของสารตัวอย่างในขณะทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสุญญากาศ

3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล

3.8.1 นำอิฐมอญที่ขึ้นรูปมาทดสอบสมบัติ คือ ขนาด ความหนาแน่นอิฐสภาพธรรมชาติ ความชื้นในอิฐ การดูดซึมน้ำ การรับแรงดัดและแรงอัด

3.8.2 วิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมจากเปลือกหอยลายเผาบดละเอียด

3.8.3 เปรียบเทียบสมบัติ คือ ขนาด ความหนาแน่นอิฐสภาพธรรมชาติ ความชื้นในอิฐ การดูดซึมน้ำและการรับแรงอัด ตามค่ามาตรฐานของวิศวกรรมสถาน (วศท.)

3.8.4 สรุปผลและให้ข้อเสนอแนะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาการเกิดของเสียของโรงงานหอยลายกระป๋อง

หอยลายในพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ที่ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งจากการศึกษาอัตราการจับหอยลาย พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน และในแต่ละเดือนจะมีการออกเรือจับหอยลายเฉลี่ย 15 ครั้งต่อเดือน ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง ในกระบวนการผลิตของโรงงานหอยลายกระป๋องจะเหลือเปลือกหอยซึ่งเป็นของเสียคิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์จากวัตถุดิบ โดยมีมากถึง 302.14 ตันต่อเดือน สามารถนำมาผลิตเป็นเถ้าเปลือกหอยเพื่อนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐมอญได้ 114.60 ตันต่อปี และใน 1 ปี โรงงานสามารถลดของเสียได้ถึง 20.94 เปอร์เซ็นต์

4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบของวัสดุที่ใช้ทำอิฐมอญ

จากการศึกษาสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐมอญซึ่งได้นำเปลือกหอยลาย ดินเผา และแกลบ มาทำการศึกษาทางด้านความชื้น เถ้า แคลเซียม และธาตุต่างๆ พบว่าในเปลือกหอยลายมีความชื้นคิดเป็น 1.88 เปอร์เซ็นต์ เถ้าคิดเป็น 58.27 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมคิดเป็น 98.50 เปอร์เซ็นต์และธาตุอื่นๆอีก 1.50 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าในเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นธาตุที่มีความแข็งแรง สามารถนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตวัสดุต่างๆได้

ตารางที่ 4.1 สมบัติของวัสดุที่ใช้ทำอิฐมอญ

ชื่อวัสดุ	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	แคลเซียม (Ca) (%)	ซิลิคอน (Si) (%)	ธาตุอื่น ๆ (%)
เปลือกหอยลาย	1.88	58.27	98.50 %	-	1.50 %
ดินเผา	1.15	12.03	5.26 %	83.71 %	11.03 %
แกลบ	10.75	21.18	4.61 %	81.07 %	14.32 %

จากการศึกษพบว่าเปลือกหอยลายและแกลบมีสมบัติทางวัสดุที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งเถ้าเปลือกหอยลายจะมีความชื้นที่ต่ำกว่า นอกจากนั้นเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งพบเป็นประมาณ 98.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแกลบจะมีซิลิคอนเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งพบว่ามีถึง 81.07 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมมีสมบัติ

ทางด้านความแข็งแรงและทนทานต่อแรงอัด ส่วนซิลิคอนจะมีความแข็งแรงแต่มีความเปราะ เมื่อเติมแคลเซียมแทนซิลิคอนจะทำให้ได้อิฐมอญที่มีความคงทนมากยิ่งขึ้น

4.3 ผลการศึกษาสมบัติของอิฐมอญเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายแทนแกลบ

จากการดำเนินการทดสอบตัวอย่างอิฐมอญที่ใช้เปลือกหอยลายทดแทนแกลบ เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตอิฐมอญ โดยการทดสอบคุณสมบัติดังนี้ คือ การทดสอบขนาด ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ การดูดความชื้น และการทดสอบแรงอัด มีผลการทดสอบดังนี้

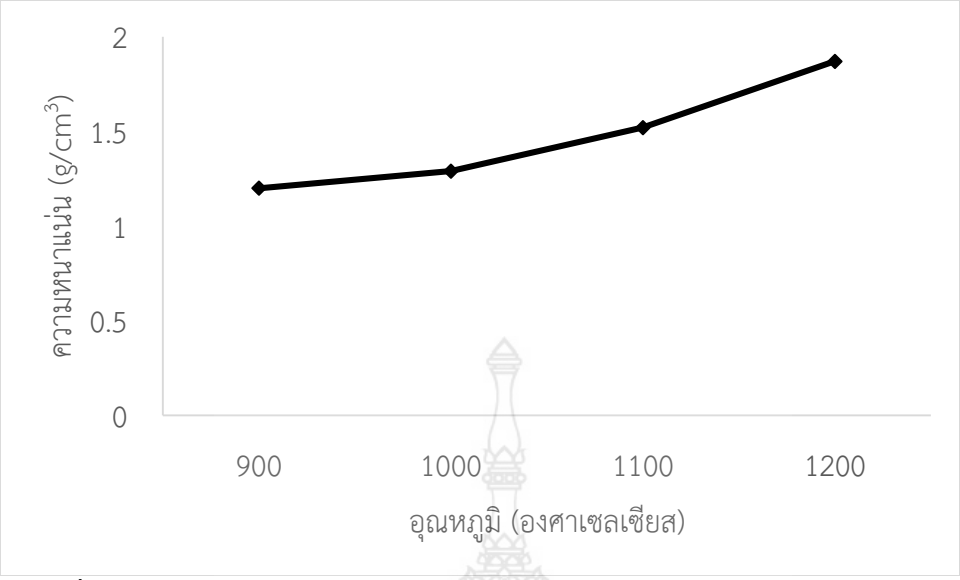
4.3.1 การทดสอบขนาดและความหนาแน่นของอิฐมอญ

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายแทนแกลบโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผาขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดขนาดและความหนาแน่นของอิฐมอญ

อุณหภูมิที่ใช้เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	ปริมาตร (cm^3)	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลบ.ซม.)
900	4.63	4.63	4.63	99.41	1.20
1000	4.63	4.57	4.70	99.41	1.29
1100	4.63	4.57	4.73	100.14	1.52
1200	4.53	4.60	4.60	95.85	1.87

จากการทดสอบค่าความหนาแน่นของอิฐมอญ พบว่าอิฐมอญที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ 1.87 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (แสดงดังภาพที่ 4.1) จากภาพที่ 4.1 พบว่าเมื่อใช้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงมีความชื้นต่ำ ส่งผลให้อิฐมีมวลเพิ่มขึ้นในปริมาตรเท่าเดิม ทำให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่าการทดสอบความหนาแน่นอิฐจากการใช้เถ้าเปลือกหอยลาย

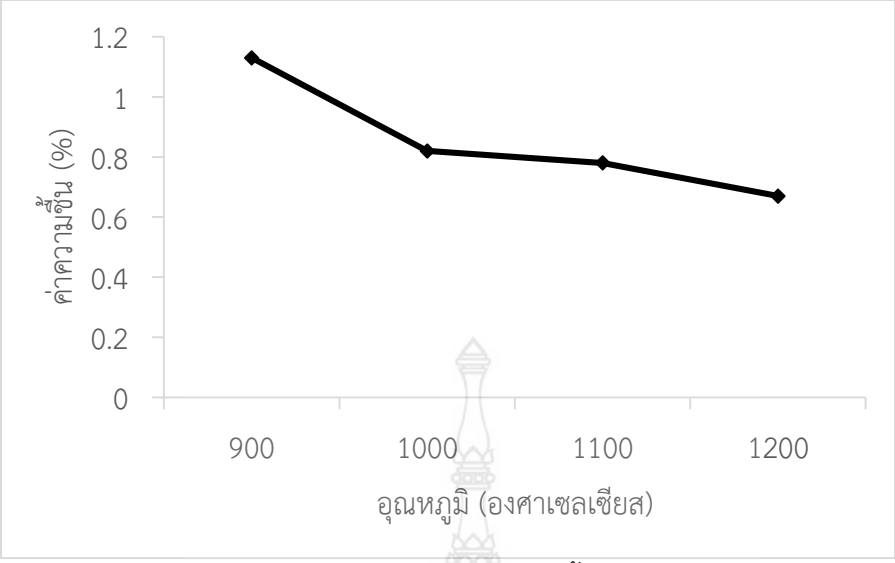
4.3.2 การทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายแทนแกลบโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผาขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำของอิฐมอญที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.2 และ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ

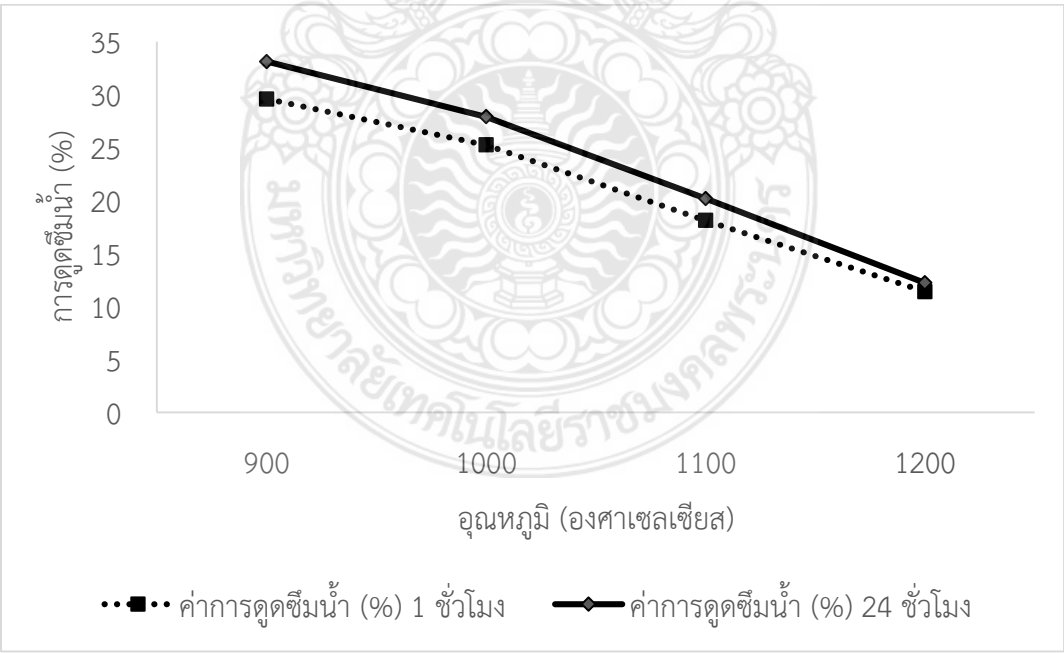
อุณหภูมิที่เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	ค่าความชื้น (%)	ค่าการดูดซึมน้ำ (%)	
		1 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
900	1.13	29.56	33.09
1000	0.82	25.23	27.88
1100	0.78	18.11	20.18
1200	0.67	11.39	12.22

จากภาพที่ 4.2 พบว่าเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของอิฐลดเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจาก เปลือกหอยลายมีการถูกเผาเป็นเถ้าเปลือกหอยลายโดยความชื้นถูกไล่ออกจากของแข็งเกือบทั้งหมด เถ้าเปลือกหอยลายมีความชื้นที่ต่ำกว่าแกลบ และปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็ดูดความชื้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของอิฐมอญจึงลดลงจากการทดสอบความชื้นของอิฐมอญ พบว่าอิฐมอญที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นที่ต่ำที่สุดคือ 0.67 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงผลการทดสอบค่าความชื้นที่ใช้เถ้าปลือกหอยลาย

และเมื่อพิจารณาสมบัติการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ ใน 1 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง พบว่าการดูดซึมน้ำของอิฐมอญมีค่าลดลงเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอิฐมอญมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นส่งผลให้การดูดซึมน้ำมีค่าลดลง อิฐมอญที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าการดูดซึมน้ำที่ดีที่สุดคือ 36.21 และ 38.04 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงผลการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำที่ใช้เปลือกหอยลาย

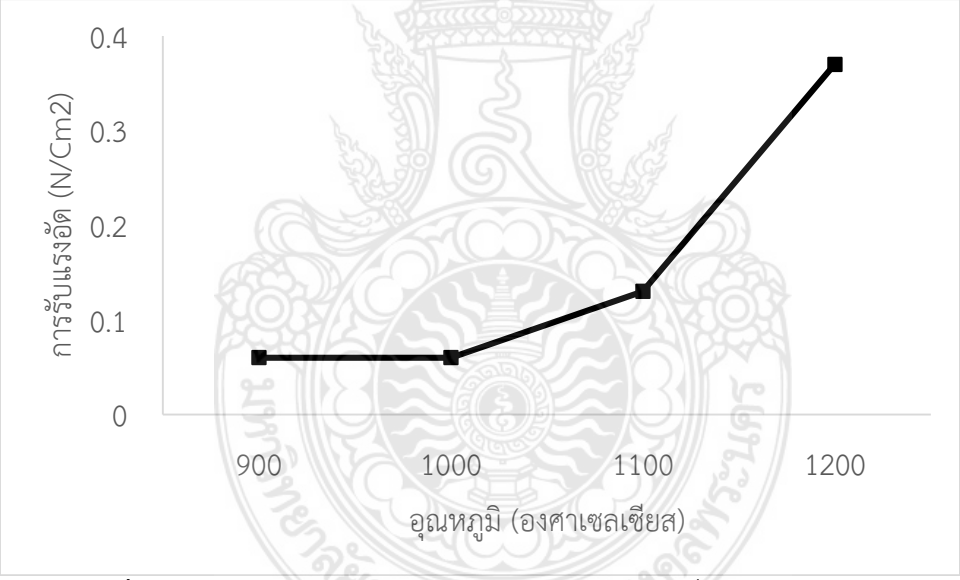
4.3.3 การทดสอบแรงอัดของอิฐมอญ

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายแทนแกลบโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผาขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญและการดูดซึมน้ำของอิฐมอญที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญ

อุณหภูมิที่เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	การรับแรงอัด (N/cm^2)
900	0.06
1000	0.06
1100	0.13
1200	0.37

จากการทดสอบแรงอัดของอิฐมอญ พบว่าอิฐมอญที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสมีค่าแรงอัดที่ดี คือ 0.37 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร (แสดงดังภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าการทดสอบแรงอัดของอิฐมอญที่ใช้เปลือกหอยลาย

จากภาพที่ 4.4 พบว่าเมื่อใช้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายแล้วใช้แทนแกลบในการผลิตอิฐมอญการรับแรงอัดของอิฐเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่มีอุณหภูมิสูงมีแคลเซียมออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลักซึ่งมีความแข็งและไม่มีความเปราะดังเช่นหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งจะพบว่าอิฐมอญที่ผสมเถ้าเปลือกหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีสามารถรับแรงอัดได้มากที่สุดคือ 0.37 นิวตันต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

4.4 ศึกษาสมบัติของอิฐมอญเมื่อเผาตามขนาดมาตรฐาน

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการวัดขนาดและความหนาแน่นของอิฐมอญทดสอบ

อุณหภูมิที่เผาเปลือกหอยลาย (องศาเซลเซียส)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	ปริมาตร (cm^3)	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลบ.ซม.)
900	6.30	15.50	3.42	265.48	1.72
1000	6.40	15.47	3.43	267.89	1.89
1100	6.50	15.30	3.67	268.51	2.36
1200	6.53	15.37	3.60	274.56	2.63

จากผลการวัดขนาดและความหนาแน่น พบว่าอิฐมอญที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศา มีค่าความหนาแน่นดีที่สุด คือ 2.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของอิฐมอญทดสอบ

อุณหภูมิที่เผาเปลือกหอยลาย (องศาเซลเซียส)	ค่าความชื้น (%)	ค่าการดูดซึมน้ำ (%)	
		1 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
900	8.12	39.48	49.92
1000	7.46	38.34	47.07
1100	4.11	30.00	31.64
1200	2.86	17.40	20.16

จากผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำ พบว่าอิฐมอญที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศา มีค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำดีที่สุด คือ 17.40 และ 20.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบค่าการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญทดสอบ

อุณหภูมิที่เผาเปลือกหอยลาย (องศาเซลเซียส)	การทดสอบแรงอัด (N/cm^2)
900	0.29
1000	0.32
1100	0.41
1200	0.52

จากผลการทดสอบค่าการทดสอบการรับแรงอัด พบว่าอิฐมอญที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศา มีค่าการรับแรงอัดดีที่สุด คือ 0.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อขยายขนาดการขึ้นรูปอิฐมอญ ค่าสมบัติทางวัสดุยังคงเปลี่ยนแปลงไปตามการทดลองเดิม กล่าวคือ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลายเพิ่มมากขึ้น อิฐมอญจะมีความหนาแน่นและ

การทดสอบแรงอัดเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความชื้นและการดูดซึมน้ำต่ำลง จากผลการวัดขนาดและความหนาแน่น พบว่าอิฐทดสอบที่มีใส่ส่วนผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นดีที่สุด คือ 2.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำ พบว่าอิฐทดสอบที่มีใส่ส่วนผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำที่ต่ำที่สุด คือ 17.40 และ 20.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ จากผลการทดสอบค่าการรับแรงอัด พบว่าอิฐทดสอบที่มีใส่ส่วนผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าการรับแรงอัดดีที่สุด คือ 0.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

4.4.1 การเปรียบเทียบมาตรฐานของอิฐมอญ

การเปรียบเทียบมาตรฐานของอิฐมอญระหว่างอิฐมอญมาตรฐาน อิฐมอญทั่วไป และอิฐมอญทดสอบ (ดังแสดงในตารางที่ 4.9) จากผลการทดลองพบว่าใส่ส่วนผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส จะทำให้อิฐมอญมีความหนาแน่นและรับแรงอัดได้มากที่สุด แต่จะมีการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด ซึ่งจะใช้ต้นทุนต่ำที่สุดเนื่องจากสามารถลดต้นทุนจากการซื้อแกลบได้ ดังนั้นจึงเลือกอิฐมอญทดสอบใส่ส่วนผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นรูปตามขนาดมาตรฐานมาเปรียบเทียบกับอิฐมอญทั่วไป และอิฐมอญตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถาน (วศท.) ผลการเปรียบเทียบเป็นไปตามตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานของอิฐมอญ

	อิฐมอญมาตรฐาน	**อิฐมอญทั่วไป**	**อิฐมอญทดสอบ**
ความหนาแน่น	1.5 (g/cm^3)	1.59 (g/cm^3)	2.63 (g/cm^3)
การดูดซึมน้ำ	ไม่เกิน 25 %	12.52 %	20.16 %
แรงอัด	ต่ำสุด 3.5 mPa	5.6 mPa	5.2 mPa

จากตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบมาตรฐานของอิฐมอญ พบว่าอิฐมอญทดสอบที่ทำการวิจัยมีค่าดังนี้ คือ ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การดูดซึมน้ำมีค่าเท่ากับ 20.16 เปอร์เซ็นต์ และการรับแรงอัดมีค่าเท่ากับ 5.2 เมกกะปาสคัล ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอิฐทดสอบมีค่าใกล้เคียงค่ามาตรฐานของวิศวกรรมสถาน (วศท.) รายงานว่าวัสดุประเภทอิฐก่อสร้างมีความหนาแน่นเท่ากับ 1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การดูดซึมน้ำมีค่าไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ และการรับแรงอัดต่ำสุด 3.5 เมกกะปาสคัล

4.5 ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs

จากผลการทดสอบ พบว่าอัตราส่วนที่ใช้เปลือกหอยลายทดแทนแกลบในอัตราส่วน 100 : 0 มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐาน ถ้าปรับปรุงกระบวนการการผลิตในอนาคต

4.5.1 ประโยชน์ที่โรงอิฐมอญจะได้รับ

จากการศึกษาพบว่าใน 1 เดือนโรงอิฐมอญจะมีการผลิตอิฐมอญเป็นจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งเท่ากับ 24 ครั้งต่อปี และในการผลิตอิฐมอญ 1 ครั้ง โรงอิฐมอญจะต้องใช้แกลบเป็นจำนวน 1 ตัน การผลิตอิฐมอญใน 1 ปีโรงอิฐมอญจะต้องใช้แกลบมากถึง 24 ตัน โดยราคาแกลบตันละ 1,200 บาท ใน 1 ปี คิดค่าแกลบเป็นจำนวนเงินเท่ากับ 28,800 บาท หากมีการนำเถ้าเปลือกหอยลายมาใช้ทดแทนแกลบโรงงานผลิตอิฐมอญจะประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อแกลบได้ถึง 28,800 บาทต่อปี

4.5.2 ประโยชน์ที่โรงงานอุตสาหกรรมหอยลายจะได้รับ

จากการศึกษาพบว่าใน 1 ปี โรงงานอุตสาหกรรมหอยลายจะมีของเสียที่เกิดขึ้นเป็นจำนวน 302.14 ตันต่อปี ของเสียนี้สามารถนำมาผลิตเป็นเถ้าเปลือกหอยลายได้ 114.60 ตันต่อปี และใน 1 ปี โรงงานผลิตอิฐมอญจะต้องการนำเถ้าเปลือกหอยลายนี้ไปเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐมอญเป็นจำนวน 24 ตัน ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมหอยลายสามารถลดของเสียหรือเปลือกหอยลายได้มากถึง 24 ตันต่อปี

บทที่ 5

การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจการทำประมงหอยลายในพื้นที่ ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม โดยหอยลายที่ส่งเข้าโรงงานมีปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 402.85 ตันต่อปี จากกระบวนการผลิตหอยลายกระป๋อง เปลือกหอยลายซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตมีน้ำหนักประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ หรือคิดเป็น 302.14 ตันต่อปี

เมื่อได้นำเปลือกหอยลายมาใช้ประโยชน์ โดยการเผาให้เป็นเถ้าเปลือกหอยลายแล้วนำไปใช้ทดแทนแกลบในการผลิตอิฐมอญซึ่งมีส่วนผสมหลักคือดินเผา และแกลบ จากการศึกษาสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐมอญซึ่งได้นำเปลือกหอยลาย ดินเผา และแกลบ มาทำการศึกษาทางด้านความชื้น เถ้า แคลเซียม และธาตุต่างๆ พบว่าในเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักคิดเป็น 98.50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความชื้น 1.88 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 58.27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

เมื่อมีการใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 องศาเซลเซียสตามลำดับพบว่าอิฐมอญมีความหนาแน่นและการรับแรงอัดเพิ่มขึ้นในขณะที่มีความชื้นและการดูดซึมน้ำต่ำลงตามลำดับ และเมื่อนำอิฐมอญมาขึ้นรูปตามขนาดมาตรฐานและทำการทดลองซ้ำอีกครั้งพบว่า ค่าการเปลี่ยนแปลงของสมบัติของอิฐมอญเมื่อนำเปลือกเถ้าเปลือกหอยลายแทนแกลบยังคงเป็นไปตามการทดลองเดิม ดังนั้นการใช้เถ้าเปลือกหอยลายแทนแกลบในการผลิตอิฐมอญทั้งหมดจึงเป็นการลดต้นทุนของแกลบทั้งหมด จากการทดสอบพบว่าอิฐมอญขนาดมาตรฐานที่ใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นเท่ากับ 2.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นร้อยละ 2.86 ค่าเฉลี่ยของการดูดซึมน้ำคือที่ 1 และ 24 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 17.40 และ 20.16 และค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดเท่ากับ 0.52 เมกกะปาสคาล เมื่อเทียบกับมาตรฐานอิฐมอญของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วศท.) พบว่าอิฐมอญมีค่ากำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำที่ดีกว่ามาตรฐาน แต่ความหนาแน่นอิฐจะมีค่าห่างจากมาตรฐานอยู่มาก เมื่อเทียบกับอิฐมอญทั่วไปแล้วยังมีกำลังรับแรงอัดที่ต่ำกว่าแต่จะมีความหนาแน่นมากกว่า

การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs เมื่อนำเปลือกเถ้าหอยลายมาเป็นวัสดุทดแทนแกลบในการผลิตอิฐทั้งหมด พบว่าโรงงานผลิตอิฐมอญจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อแกลบได้ถึง 28,800 บาทต่อปี และโรงงานหอยลายกระป๋องจะสามารถลดจำนวนเปลือกหอยลายได้ร้อยละ 20.94

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการทดลองพบว่าระยะเวลาในการเผาอิฐมีผลต่อค่าความหนาแน่นของอิฐมอญ หากมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยควบคุมระยะเวลาในการเผาอิฐที่ดี จะส่งผลให้อิฐมอญมีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากยิ่งขึ้น

5.2.2 สำหรับผู้ที่จะศึกษาในครั้งต่อไป หากมีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าเปลือกหอยชนิดอื่น ๆ จะทำให้ทราบถึงความแตกต่างของคุณสมบัติเถ้าเปลือกหอยชนิดอื่น ๆ ด้วย

5.2.3 สามารถนำเถ้าเปลือกหอยลายนี้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ เช่น นำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นกระเบื้อง ยิปซั่ม เป็นต้น

5.2.4 สำหรับผู้ที่จะศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยลายในครั้งต่อไป สามารถศึกษาสมบัติทางวัสดุเพิ่มเติม เช่น แรงดัด ความแข็งแรง เป็นต้น

5.2.5 การทดลองงานวิจัยในครั้งต่อไป สามารถศึกษาคุณสมบัติของหอยชนิดอื่น เช่น หอยแมลงภู่ หอยแครง เป็นต้น

บรรณานุกรม

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2555. **คู่มือการจัดการของเสียภายในโรงงาน**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2554. **คู่มือ3Rs.** กรมโรงงานอุตสาหกรรม**,** กรุงเทพฯ

กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). **ความรู้ด้าน3Rs.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ

กรมประมง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. 2557. **สภาวะการทำประมงหอยลายและ เศรษฐกิจ-สังคม ในพื้นที่อ่าวไทยตอนบน.** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, ม.ป.ท.

ขี้เถ้าแกลบ วิธีทำแกลบดำ และประโยชน์แกลบดำ. (ม.ป.ป.). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://puechkaset.com/%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%9A/, 2 มีนาคม 2560.

นิชธิมา รุ่งปิ่น. 2555. **“นาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยเชอรี่และหอยนางรมเป็นสารเสริมแรงสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์). คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปัตตะ ฮาแว และ พนิตา สุมานะตระกูล. (2556). “การศึกษาความเป็นไปได้ของการเตรียมนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจากวัสดุอินทรีย์.” **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 8, 2 (พฤษภาคม) : 81-88.

เพิ่มพล กาญจนามัย. 2546. **“การใช้ตะกอนจากโรงผลิน้ำประปาบางเขนในอุตสาหกรรม ก่อสร้าง.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). วิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ ชโลทร ศิริภัทรประวัติ. 2553. **“คุณสมบัติด้านกำลังอัดและการหดตัว แบบแห้งของปูนฉาบที่ผสมเปลือกหอยบด.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และผังเมือง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต.

มหาวิทยาลัยพะเยา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. 2559. **การหาขนาด ความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำของอิฐ.** คณะวิศวกรรมศาสตร์, พะเยา

ศศิพันธุ ณ สงขลา และคณะ. 2549. **“การวิเคราะห์ธาตุในเปลือกหอยโดยวิธีนิวเคลียร์.”** กองฟิสิกส์. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

สิริน จงศิรินวบุตร. 2554 **วิธีการทำอิฐมอญ.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://sirin51382518.wordpress.com/author/sirin51382518/, 8 กุมภาพันธ์ 2560.

สุริยา การะเกษ. 2557. **“กำลังอัดของบล็อกประสานที่ผลิตจากปูนซีเมนต์และเปลือกหอยเชอรี่ บด.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (ภาควิชาวิศวกรรมโยธา). คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สิทธิพร บุณยนิตย์. 2555. **พัฒนางานวิจัยจากเปลือกหอยเหลือทิ้งเป็นวัสดุทดแทนกระดูกมนุษย์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.prcmu.cmu.ac.th/perin_detail.php?perin_id=378, 25 มีนาคม 2560.

สุภกร บุญยืนและคณะ. (2558). “การสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย.” **วารสารมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต**. 4, 2 (พฤษภาคม) : 116-122.

อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ และ ณิชาภา มินาบูลย์. 2558. **“การศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพ ของคอนกรีตมวลเบาผสมเปลือกหอยแมลงภู่เสริมไม้ไผ่เพื่อนำมาผลิตหลักนำทาง.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม). คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

เอนก สาวะอินทร์ และ ชุตินุช สุจริต. 2557. **“การรีไซเคิลเปลือกหอยตลับเพื่อผลิตปูนขาวสำหรับ การบำบัดน้ำและน้ำเสีย.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (ภาควิชาสิ่งแวดล้อม). วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ผู้วิจัยที่ 1

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายศุภชัย หิรัญศุภโชติ
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Supachai Hirunsupachote

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 4-1020-00030-25-6

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 60 ชั่วโมง : 1 สัปดาห์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

โทรศัพท์ 0-2913-2424 ต่อ 158 โทรสาร 0-2913-2424 ต่อ 195

E-mail: supachai.h@rmutp.ac.th, yimyamyoryim@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ.	วุฒิการศึกษา	สถานศึกษา	จังหวัด
2561	วศด.วิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	กรุงเทพมหานคร
2552	M.Sc. (Waste Management and contaminated Site Treatment)	Technische Universität Dresden	Dresden (Germany)
2545	วศบ.วิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	กรุงเทพมหานคร

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
   กระบวนการหมักแบบไร้อากาศ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -
   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -
   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : -
   7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : -

ผู้วิจัยที่ 2

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายจิระศักดิ์ ธาระจักร์
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Jirasak Tharajak

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-1412-00485-62-2

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 60 ชั่วโมง : 1 สัปดาห์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาวัสดุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

โทรศัพท์ 0-2913-2424 ต่อ 158 โทรสาร 0-2913-2424 ต่อ 195

E-mail: jirasak.t@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ.	วุฒิการศึกษา	สถานศึกษา	จังหวัด
2558	ปร.ด. เทคโนโลยีวัสดุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	กรุงเทพมหานคร
2549	วศ.ม เทคโนโลยีวัสดุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	กรุงเทพมหานคร
2544	วทบ.ฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยนเรศวร	พิษณุโลก

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
   การเคลือบผิวและไทรโบโลยี

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

   1. โครงการวิจัย เรื่องการลดการกัดกร่อนในท่อส่งน้ำมันและก๊าซที่เกิดจากจุลชีพโดยการเคลือบผิวด้วยอีพ๊อกซี่ผสมอนุภาคนาโนเงินกับถ่านไม้ไผ่

   2. โครงการวิจัย เรื่องพฤติกรรมการสึกหรอของรอยเชื่อมประสานของพอลิพรอพิลีน

   3. โครงการวิจัย เรื่องการศึกษาลักษณะเฉพาะเชิงเคมีกายภาพของเมล็ดข้าวพื้นเมืองที่สัมพันธ์กับสมบัติเชิงกล

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

   1. โครงการวิจัย เรื่องพฤติกรรมการสึกหรอของรอยเชื่อมประสานของพอลิพรอพิลีน

      ปี 2559

   7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ;

   1. หัวหน้าโครงการวิจัย

      ชื่อข้อเสนอการวิจัย; การลดการกัดกร่อนในท่อส่งน้ำมันและก๊าซที่เกิดจากจุลชีพโดยการเคลือบผิวด้วยอีพ๊อกซี่ผสมอนุภาคนาโนเงินกับถ่านไม้ไผ่

      แหล่งทุน; สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

      สถานภาพในการทำวิจัย; ได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 95

2. หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อข้อเสนอการวิจัย; การศึกษาลักษณะเฉพาะเชิงเคมีกายภาพของเมล็ดข้าวพื้นเมืองที่สัมพันธ์กับสมบัติเชิงกล

แหล่งทุน; สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

สถานภาพในการทำวิจัย; ได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละ 95

8. งานวิจัยที่เผยแพร่

1. Tharajak, J., Palathai, T., Sombatsompop, N., 2017, "The effects of magnetic field-enhanced thermal spraying on the friction and wear characteristics of poly(ether-ether-ketone) coatings", **Wear**, Vol. 372-373, pp. 68-75.
2. Nicomrat, D., Tharajak, J., 2017, "A potential application of the mechanical tensile strength test for indicating paper biodegradation" **Key Engineering Materials**, 723 KEM, pp. 183-190.
3. Tharajak, J., Palathai, T., Sombatsompop, N., 2015, "Morphological and physical properties and friction/wear behavior of h-BN filled PEEK composite coatings", **Surface and Coatings Technology**, 273 (1), pp. 20-29.
4. Sanpo, N., Tharajak, J., Li, Y., Berndt, C.C., Wen, C., Wang, J., 2014, "Biocompatibility of transition metal-substituted cobalt ferrite nanoparticles", **Journal of Nanoparticle Research**, 16 (7), no. 2510, pp. 1-13.
5. Tharajak, J., Palathai, T., Sombatsompop, N., 2013, "Scratch resistance and adhesion properties of PEEK coating filled with h-BN nanoparticles", **Advanced Materials Research**, 747, pp. 303-306.
6. Tharajak, J., Palathai, T., Sombatsompop, N., 2012, "Tribological properties of flame sprayed hexagonal boron nitride/polyetheretherketone coatings", **Advanced Materials Research**, 410, pp. 333-336.
7. Palathai, T., Tharajak, J., Sombatsompop, N., 2008, "Hardness, adhesion index and microstructure of PEEK coating on Al or Fe substrate by LVOF flame spray", **Materials Science and Engineering A**, 485 (1-2), pp. 66-73.