

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131



ศึกษาสมบัติของดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี
เพื่อการออกแบบ และพัฒนาเป็นเครื่องเคลือบดินเผา
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน

เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินงบประมาณ

๑๕/๕๒๘๕
14 พ.ค. 2555

3 0 2 5 9 0

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2552

เริ่มบริการ

16 ก.ค. 2555



**A STUDY OF RED BRICK CLAY PROPERTIES OF PHANTONG
CHON BURI PROVINCE FOR DESIGN AND DEVELOPMENT
TO BE COMMUNITY CERAMIC HANDICRAFT PRODUCT**

KRIANGSAK KHIAOMANG

THE RESEARCH IS SPONSORED BY MINISTRY OF EDUCATION

FACULTY OF FINE AND APPLIED ARTS

BURAPHA UNIVERSITY

YEAR 2009

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีจากหน่วยงานและบุคคลหลายท่าน

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่ได้ให้งบประมาณทุนอุดหนุนวิจัยให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสทำงานวิจัยจนแล้วเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณฝ่ายส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้ให้ข้อมูลทุนอุดหนุนวิจัยอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาเซรามิกส์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ผู้วิจัยใช้สถานที่ในระหว่างขั้นตอนและกระบวนการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์

ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณบดี คณะศิลปกรรมศาสตร์ ที่ช่วยเหลือประสานงานการเบิกจ่ายทุน

ขอขอบพระคุณ กลุ่มผู้ประกอบการ โรงงานอิฐ อำเภอพานทอง ที่เป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยมีความคิดเพื่อการพัฒนาเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ Mi-young Seo ผู้ช่วยวิจัย ที่มีส่วนร่วมในทุกกระบวนการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติที่พี่น้องทุกท่าน รวมถึงผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา



(ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง)

ผู้วิจัย

ชื่อโครงการวิจัย :	“ศึกษาสมบัติของดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี เพื่อการออกแบบ และพัฒนาเป็นเครื่องเคลือบดินเผา ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน”
ผู้ดำเนินการวิจัย :	เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง
หน่วยงาน :	สาขาวิชาเซรามิกส์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีงบประมาณ :	2552

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายหลัก 2 ประการ คือ 1. เพื่อเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ “ดินเหนียว อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี” โดยใช้กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตทางด้านเครื่องเคลือบดินเผา 2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำดินท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชนเพิ่ม โอกาสทางการจัดจำหน่ายและสร้างเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์ชุมชน

ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยและทดลองสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี พบว่าการเผา ควรเผา 2 ครั้ง คือเผาดิบและเผาเคลือบ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาดิบ อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส สมบัติทางกายภาพที่ได้หลังการเผา คือ เนื้อดินมีความพรุนตัว มีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ เท่ากับ 21.3 เนื้อดินมีเปอร์เซ็นต์การหดตัว เท่ากับ 7 และเนื้อดินมีสีหลังเผา คือสีน้ำตาลส้มอ่อน และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผาเคลือบ อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 1,000 – 1,050 องศาเซลเซียส บรรยากาศที่ใช้ในการเผา คือ การเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Oxidation Firing) ด้านการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จากผลการทดลอง พบว่า ดินเหนียว อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ประมาณ 10 x 10 x 15 เซนติเมตร ได้หลายวิธี ซึ่งผู้วิจัยทดลอง 3 วิธี คือ 1.การขึ้นรูปด้วยวิธีปั้นบับ 2. การขึ้นรูปด้วยวิธีกด และ 3.การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้า ทั้ง 3 วิธี มีความเหมาะสมกับเนื้อดิน ขึ้นอยู่กับทักษะและประสบการณ์ของผู้ผลิต สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกกรรมวิธีขึ้นรูปแบบปั้นบับ มาใช้ทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่ามีความเป็นไปได้ในการผลิตในระยะเริ่มต้น คือ ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทกระถางต้นไม้ขนาดเล็ก ผลิตภัณฑ์ที่วางเทียนสำหรับตกแต่งและใช้งานในสปาหรือบ้านพักอาศัย และผลิตภัณฑ์แจกันประดับตกแต่ง กลุ่มประเภทของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะมีโอกาสในเชิงพาณิชย์สูง เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ง่าย

การวิเคราะห์

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถรายงานได้ดังต่อไปนี้
ดินเหนียว อำเภอนาทอง เป็นดินท้องถิ่นที่มีความเหนียวอยู่ในระดับปานกลาง ก่อนนำมาใช้งาน ควรหมักดินใช้ระยะเวลาประมาณ 5-6 เดือน ก่อนนำมาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ด้านการเผา การเผาดิบ ใช้อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ก็สามารถนำผลิตภัณฑ์ไปชุบเคลือบหรือตกแต่งในขั้นต่อไปได้ การเผาในอุณหภูมินี้จะสามารถควบคุมและลดค่าใช้จ่ายต้นทุน ด้านเชื้อเพลิงได้

การเผาเคลือบ ช่วงอุณหภูมิประมาณ 1,000 – 1,050 องศาเซลเซียส บรรยากาศ การเผาไหม้แบบสมบูรณ์ การเผาด้วยอุณหภูมินี้ เคลือบสุกตัว (เคลือบไฟดำ) ดินสุกตัว โครงสร้างของดินไม่เสียหาย ผลิตภัณฑ์สามารถคงรูปทรงได้เป็นอย่างดี

บรรยากาศที่ใช้ในการเผา การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้บรรยากาศในการเผาคือแบบ การเผาไหม้แบบสมบูรณ์ (Oxidation Firing) การเผาด้วยบรรยากาศนี้จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ (Reduction Firing) ซึ่งจะส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตต่ำ ขั้นตอนการเผาไม่ซับซ้อน มีความสัมพันธ์กับประเภทของเคลือบที่ใช้ในการวิจัย

ข้อเสนอแนะการวิจัยมีดังนี้

1. ดินอำเภอนาทอง จังหวัดชลบุรี มีความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนาดกลาง แต่ควรคำนึงถึงต้นทุน ทักษะการขึ้นรูป และอุปกรณ์การผลิต
2. ควรฝั่งผลิตภัณฑ์ให้แห้งสนิท ก่อนเผาดิบ
3. ควรควบคุมความหนาของผลิตภัณฑ์ให้สม่ำเสมอ ประมาณ 1.5 เซ็นติเมตร
4. พัฒนารูปทรงและลวดลายของผลิตภัณฑ์จนเกิดเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน

Research Title : A Study of Red Brick Clay Properties of Phantong, Chonburi Province for Design and Development to be Community Ceramic Handicraft Product.

Researcher : Kriangsak Khiaomang D.A.A.

Department : Department of Ceramics, Faculty of Fine and Applied Arts, Burapha University.

Year : 2009

Abstract

This reaserch study has two main aims which are: 1. to increase the value of raw materials “clay in Phantong, Chonburi province”. And as well use the design process, product development and manufacturing process of the ceramics. 2. To study the possible opportunity of bringing the local clay and develop it into an industry handicraft product, add more chances to distribute the result and create a unique community product.

Research results :

Based on the research and the experiment of physical properties of clay that used in bricks production in Phantong Chonburi Province, found that the firing should has 2 times which are a biscuit firing and a glazed firing . Temperature combustion used in the biscuit firing is 700 degrees Celsius. Physical properties after the firing are clay body with porosity, percentage of water absorption is 21.3 percent, the clay body shrinkage is 7 percent, and color after the firing is orange brown. The temperature glazed is in the temperature range of 1,000-1,050 ° degrees Celsius. The firing atmosphere is a Oxidation firing. In the product molding process, the results showed that clay from Phantong, Chonburi can be formed a small product, around 10 x 10 x 15 centimeters in many ways which there have been experiment in 3 different ways. 1. formed by compression molding. 2 formed by curling up 3. forming a power dial. The three methods are appropriate for the clay and depending

on skills and experience of the manufacturer. For this research, researcher have selected a mold forming process by compressing to create the experimental prototype. The product design preliminary study found that it is possible to have the early stage production which is to produce small tree pots and candel holders to use as decorate for spa or home and as well as some decorative vase products. The type of product will be an opportunity in terms of commercial which is easy to reach to the target audience.

Analysis :

Based on the research result, researchers analyzed the relevant information which can report as following. Phantong clay has a medium level of toughness. Before using them, there should be a fermentation period about 5-6 months, then mold them with a biscuit firing technique with the temperature of 700 degrees Celsius. The products can be coated or decorated in the next step. In this combustion temperature , we will be able to control and reduce cost of the fuel. The coat firing at this rang of the combustion temperature between 1,000 and 1,050 degrees Celsius creates a Oxidation firing atmosphere . With this combustion, the glaze is done well (low temperature glaze), the clay is done, the clay structure won't be ruined and the products can be in a very good shape. In this research on the firing atmosphere, the researcher used the atmosphere of a Oxidation firing. This atmosphere of firing technique tends to create less fuel consumption when compared with the Reduction firing. We can get the result in lower production costs. The Oxidation firing process is simple and correlated with the type of glaze used in this research study.

Recommendations of the study are as follows :

1. Clay from Phantong in Chonburi province has a medium possibility of molding. But we should keep in mind for the cost, molding skills and production equipments.
2. Should completely dry the product before the biscuit firing.
3. Should control the thickness of the product evenly about 1.5 centimeters.
4. Develop the shape and the design of the product to create the uniqueness of the community.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 คำสำคัญ (Keyword) ของการวิจัย	1
1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	4
1.7 แผนการถ่ายถอดเทคโนโลยีหรือผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	4
1.8 วิธีการดำเนินการวิจัย	4
1.9 สถานที่เก็บข้อมูล	5
1.10 ระยะเวลาการทำวิจัย	5
1.11 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การกำเนิดของดิน (Formation of Clay)	6
2.2 ดินตามธรรมชาติสามารถแบ่งตามลักษณะการเกิด	6

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 ดินชนิดต่างๆ ในธรรมชาติ (Clays)	7
2.4 การสำรวจหาแหล่งดิน (Clay Prospecting)	8
2.5 วัสดุประเภทที่มีความเหนียว (Plastic Raw Materials)	9
2.6 ดิน (Clay)	10
2.7 ดินแดงทั่วไป (Terra – cotta Clay)	13
2.8 องค์ประกอบของดินแดง	14
2.9 สมบัติของดิน (Properties of Clay)	15
2.10 ความเหนียวของดิน (Plasticity of Clay)	17
2.11 ความพรุนตัวของดิน (Porosity of Clay)	19
2.12 ขนาดของเม็ดดิน (Particle Size of Clay)	20
2.13 สีของดิน (Color of Clay)	20
2.14 ความแข็งแรงของดิน (Strength of Clay)	21
2.15 สมบัติทางเคมีของดิน (Chemical Properties of Clay)	22
2.16 สารประกอบหลักในเนื้อดิน (Main Compounds in Clay)	22
2.17 การเตรียมดิน โดยวิธีผสมแห้ง (Dry method)	24
2.18 การเตรียมดิน โดยวิธีผสมเปียก (Wet method)	25
2.19 อุตสาหกรรมการทำอิฐ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี	26
2.20 การบริหารจัดการอุตสาหกรรมการทำอิฐ	30
3 การศึกษาสมบัติของดินเหนียว	
3.1 การศึกษาสมบัติของดินเหนียว อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี	36
3.2 การทดสอบทางกายภาพ	36
3.3 วัตถุประสงค์ของการทดสอบดิน	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 การออกแบบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์	
4.1 ศึกษาสำรวจ สิ่งแวดล้อม ธรรมชาติ	45
4.2 ศึกษาสำรวจ วัฒนธรรม วิถีชีวิต ภูมิปัญญา	46
4.3 ศึกษาสำรวจ กระบวนการผลิตอิฐแดง อำเภอพานทอง	47
4.4 ศึกษาสำรวจ ผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ	48
4.5 วิเคราะห์ศึกษาหาแนวทางการออกแบบเพื่อการพัฒนา	49
4.6 ออกแบบผลิตภัณฑ์และทดลองผลิต	52
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	62
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	
ก ภาพปัญหาที่พบระหว่างผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์	66
ประวัติผู้วิจัย	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การทดสอบองค์ประกอบของวัตถุที่ให้สีในดินแดง	15
2.2 มาตรฐานการพรวนตัวของเนื้อดิน ทั้ง 3 ชนิด	19
2.3 แสดงสารประกอบ สูตรทางเคมีและลักษณะสีของดิน	21
3.1 ผลการทดสอบทางกายภาพ หลังการเผาบรรยากาศ Oxidation Firing	42

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี	27
2.2 โรงงานผลิตอิฐ ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่อำเภอพานทอง	28
2.3 ตัวอย่าง อิฐที่ผลิตจาก โรงงานอิฐ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี	30
3.1 ดินเหนียวสำหรับทำอิฐ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี	37
3.2 ดินเหนียว อำเภอพานทอง ที่ผ่านการนวดด้วยเครื่องนวดไฟฟ้า ผู้วิจัยหมักไว้ รอใช้งาน	37
3.3 การทดสอบความเหนียวเบื้องต้น ด้วยวิธีกลึงดินเป็นเส้นและทดสอบขาดและงอดิน	38
3.4 การทดสอบการขึ้นรูปด้วยวิธีการกด เพื่อทดสอบ โครงสร้างของดิน ผลิตภัณฑ์ทรงสูง	38
3.5 การทดสอบขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยรูปทรงอิสระ ด้วยการปั้นบีบดิน	39
3.6 อิฐอำเภอพานทอง ขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีการรีด (Extruding) ผึ่งแห้งด้วยวิธีธรรมชาติ	39
3.7 อิฐ อำเภอพานทอง รอการนำไปใช้ในการก่อสร้าง	40
3.8 การนำอิฐอำเภอพานทอง ไปใช้งานทางด้านงานก่อสร้างผนังอาคาร	40
3.9 การทดสอบทางกายภาพ โครงสร้างดินเหนียว อำเภอพานทอง ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้า	40
3.10 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้า ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต	41
3.11 แท่งทดลอง ดินเหนียว อำเภอพานทอง เเผาที่อุณหภูมิต่างกัน บรรยากาศ Oxidation	43
4.1 ฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงเทียน (วัสดุ แก้ว โลหะ ไม้ หิน ฯลฯ)	48
4.2 ฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงเทียน (เครื่องเคลือบดินเผา)	49
4.3 ฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษดิน ไม้ขนาดเล็ก	50
4.4 ฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์แจกัน	51
4.5 กำหนดกลุ่มเป้าหมาย นักท่องเที่ยว เพื่อสร้างฐานข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการออกแบบ	52
4.6 การจัดเก็บดินพานทองในถังพลาสติก ขณะรอใช้งานควรปิดฝาให้มิดชิด	56
4.7 อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้สำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์	57
4.8 การขึ้นรูปโดยไม่ต้องอาศัยแบบพิมพ์ (ขึ้นรูปทรงโครงสร้างหลักก่อน)	57
4.9 ใช้อุปกรณ์ปั้น ลวดขูดดิน ขูดดินด้านในออกให้มีความหนาสม่ำเสมอทั้งทั้งรูปทรง	58
4.10 ผึ่งผลิตภัณฑ์ให้แห้งในที่ร่ม (ไม่ควรเร่งทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งโดยเร็วผลิตภัณฑ์แตกร้าว)	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.11 ผลิตภัณฑ์ผ่านการเผาครั้งแรก อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส (Biscuit)	59
4.12 ผลิตภัณฑ์หลังการเผาเคลือบ อุณหภูมิ 10,50 องศาเซลเซียส	59
4.13 กระจ่างต้นไม้ขนาดเล็ก	60
4.14 ผลิตภัณฑ์สำหรับวางเทียน	60
4.15 แจกันดอกไม้	61
ก 1 ปัญหาแตกหักส่วนกลาง เนื้อดินมีความเหนียวน้อย จึงไม่เหมาะกับรูปทรงที่ซับซ้อน	67
ก 2 ปัญหาแตกร้าวบริเวณขอบเข้ามาถึงตัวผลิตภัณฑ์	68
ก 3 ปัญหาแตกอย่างรุนแรง ขณะเผาดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส	68

บทที่ 1

บทนำ

โครงการวิจัยเรื่อง “ศึกษาสมบัติของดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี เพื่อการออกแบบและพัฒนาเป็นเครื่องเคลือบดินเผา ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน”

(A Study of Red Brick Clay Properties of Phantong, Chon buri Province for Design and Development to be Community Ceramic Handicraft Product) เป็นโครงการวิจัยใหม่ ที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2552 ลักษณะโครงการวิจัยเป็นโครงการวิจัยเดี่ยว ใช้ระยะเวลาดำเนินการวิจัย 1 ปี สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) (ผนวก 2) คือ ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและยั่งยืน ให้มีความสำคัญกับการปรับโครงสร้างการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตภาพ และคุณค่าของสินค้าและบริการบนฐานความรู้และความเป็นไทย

หน่วยงานที่รับผิดชอบ สาขาวิชาเซรามิกส์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

สังกัด กระทรวงศึกษาธิการ หัวหน้าโครงการ 100 เปอร์เซ็นต์ ประเภทการวิจัย การพัฒนาทดลอง (Experimental development) สาขาวิชาปรัชญา กลุ่มวิชาศิลปกรรมและการออกแบบผลิตภัณฑ์

1.1 คำสำคัญ (Keyword) ของการวิจัย

สมบัติของดินเหนียว อิฐมอญแดง ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อำเภอพานทองแบ่งตามพระราชบัญญัติลักษณะปกครองท้องที่ พ.ศ. 2457 มี 11 ตำบล 76 หมู่บ้าน 2 เทศบาล ประชากรภายในอำเภอมียังรวมทั้งสิ้น 36,709 คน ชาย 17,717 คน หญิง 18,992 คน (ข้อมูลจาก จปฐ ปี 2549) อาชีพส่วนใหญ่ทำการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และค้าขาย อำเภอพานทองมีคำขวัญประจำอำเภอคือ เมืองอิฐแกร่ง แหล่งเกษตร เขตอุตสาหกรรม คุณธรรมหมอพระ ศิลปะช่างทอง อำเภอพานทองมีแหล่งดินที่มีสมบัติของดินที่สามารถนำไปผลิตเป็นอิฐแดง สำหรับงานก่อสร้างได้เป็นอย่างดีตั้งคำขึ้นต้นของคำขวัญประจำอำเภอ

ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อนึกถึงอำเภอพานทองต้องนึกถึงอิฐแดงที่มีความแข็งแกร่ง แข็งแรง เหมาะแก่การนำไปใช้ก่อสร้างบ้านเรือนหรือสิ่งปลูกสร้างงานสถาปัตยกรรม

อิฐ เป็นวัสดุก่อสร้างพื้นฐานสำหรับการก่อสร้างอาคารทั่วไป อิฐแบบธรรมดาผลิตจากส่วนผสมของดินเหนียว ทราย แกลบ และน้ำ สำหรับอิฐพิเศษอื่นๆ จะผสมสารหรือวัสดุพิเศษเพิ่มเพื่อการใช้งานเฉพาะด้าน การผลิตอิฐโดยทั่วไป จะผสมดินเหนียว แกลบ ทราย และน้ำ นวดให้เข้ากัน เป็นเนื้อเดียว กดใส่ลงในแบบพิมพ์ แล้วนำเข้าเตาเผา

อิฐพานทองมีการผลิตมาประมาณ 50 ปี ซึ่งในช่วงแรกชาวบ้านยังไม่ได้มีการรวมกลุ่มกัน มีการทำเฉพาะในครัวเรือน จนเมื่อปี 2542 จึงมีการรวมกลุ่มผู้ค้าอิฐอำเภอพานทองเป็นชมรมผู้ค้าอิฐฯ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออนุรักษ์และส่งเสริมอาชีพดั้งเดิม เป็นสินค้าที่มีคุณภาพมีชื่อเสียงของอำเภอพานทอง ปัจจุบันกลุ่มผู้ค้าอิฐกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับทางด้านราคา และด้านแรงงาน เนื่องจากผู้รับเหมาบางรายไม่ยอมซื้ออิฐพานทอง เพราะคิดว่าราคาแพง จึงไปซื้ออิฐที่อยู่รอบๆ ประกอบกับแรงงานในชุมชนไม่ค่อยมาทำงานในโรงงานอิฐ จึงทำให้เกิดผลกระทบกับประชาชนที่ยึดอาชีพการผลิตอิฐมอญแดง

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาที่กลุ่มชาวบ้านกำลังประสบ จึงสนใจที่จะศึกษาทดลองและพัฒนาดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดงในปัจจุบัน ให้สามารถพัฒนาไปสู่ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน ด้วยกระบวนการทางด้านเครื่องเคลือบดินเผาและกระบวนการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ อาศัยหลัก วิธีการพัฒนาแบบ กู่ขนาน กล่าวคือ อนุรักษ์รูปแบบเดิมไปพร้อมกับทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาในรูปแบบใหม่ การดำเนินการวิจัยจะไม่เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมที่ผลิตอิฐอยู่ในปัจจุบัน ผู้วิจัย มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นที่หาได้ง่ายและใช้เป็นประจำอยู่แล้ว คือ ดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดง กระบวนการผลิตอิฐที่ผลิตอยู่ในปัจจุบัน และใช้เครื่องจักร อุปกรณ์การผลิตตามความจำเป็นและความเหมาะสมเท่านั้น ตามกรอบแนวคิดบนพื้นฐานของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาชุมชน เป็นการเพิ่มมูลค่าต่อทรัพยากรดินในท้องถิ่น โดยให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องและมุ่งให้บรรลุเป้าหมายตามยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.3.1 เพื่อศึกษาพัฒนาใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- 1.3.2 เพื่อเป็นองค์ความรู้และฐานข้อมูล ในการทำวิจัยต่อไป
- 1.3.3 เพื่อเพิ่มมูลค่าให้ทรัพยากร ดินเหนียวผลิตอิฐแดงในท้องถิ่น
- 1.3.4 เพื่อการออกแบบสร้างเอกลักษณ์ให้ผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยใช้พื้นฐานของวัฒนธรรมท้องถิ่น
- 1.3.5 เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและเศรษฐกิจฐานราก
- 1.3.6 เพื่อต้องการร่วมมือกับภาคเอกชน กลุ่มผู้ค้าอิฐ ในพื้นที่ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี
- 1.3.7 เพื่อทำให้ประชาชนที่ประกอบอาชีพการผลิตอิฐแดง มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น
- 1.3.8 เพื่อต้องการถ่ายทอดทักษะทางด้านการผลิตเครื่องเคลือบดินเผาต่อชุมชน

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ใช้หลักการและแนวคิดของการจัดทำนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2553) ซึ่งมีกรอบแนวคิดบนพื้นฐานของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยสามารถจำแนกขอบเขตของโครงการวิจัยดังนี้

- 1.4.1 มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นประเภทดินเหนียวสำหรับผลิตอิฐมอญแดง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี นำมาศึกษาสมบัติเบื้องต้น โดยการทดลอง พัฒนา ทดสอบวิเคราะห์และสรุปผล บันทึกจัดเก็บสร้างฐานข้อมูล
- 1.4.2 ศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน โดยใช้ดินเหนียวที่ผ่านกระบวนการพัฒนา มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน
- 1.4.3 เครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยต้องสอดคล้องกับกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม รวมถึงอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาผลิตภัณฑ์
- 1.4.4 สร้างกระบวนการผลิตแบบไม่ซับซ้อนเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสู่ชุมชน
- 1.4.5 การดำเนินงานวิจัยเป็นแบบคู่ขนาน คือ อนุรักษ์รูปแบบดั้งเดิม ขณะเดียวกันพัฒนารูปแบบใหม่เพื่อเป็นทางเลือก

1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดบนพื้นฐานของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พัฒนาศักยภาพเกษตรกรท้องถิ่นเดิมที่ใช้เป็นประจำอยู่และหาได้ง่าย ทำให้มีมูลค่าเพิ่ม โดยใช้กระบวนการพัฒนาแบบ ชูชนาน คือ อนุรักษ์แบบดั้งเดิม ชูชนานกับการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนรูปแบบใหม่ เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกหรืออาชีพเสริม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1.6.1 เผยแพร่ในวารสารที่เกี่ยวข้อง เช่นวารสาร ศิลปกรรมบูรพา วารสารเชรามิกส์
- 1.6.2 ทำการจดสิทธิบัตร ผลิตภัณฑ์ชุมชน
- 1.6.3 กลุ่มชุมชนผู้ค้าอิฐ อ.พานทอง จ.ชลบุรี
- 1.6.4 โรงเรียน สถานศึกษา

1.7 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

- 1.7.1 กลุ่มเป้าหมายที่หนึ่ง กลุ่มชาวบ้านยึดอาชีพผู้ผลิตอิฐมอญแดง อ.พานทอง จ.ชลบุรี
- 1.7.2 กลุ่มเป้าหมายที่สอง สถานประกอบการผลิตอิฐมอญแดง
- 1.7.3 กลุ่มเป้าหมายที่สาม โรงเรียน สถาบันการศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเครื่องปั้นดินเผา
- 1.7.4 วิธีการถ่ายทอด ประชาสัมพันธ์ ทางสื่อ Website วารสารวิชาการมีความสัมพันธ์กับงานวิจัยและถ่ายทอดโดยตรงกับกลุ่มชาวบ้านผู้สนใจ

1.8 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.8.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพของดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดง และกระบวนการผลิตอิฐ ของ อำเภอ พานทอง จังหวัด ชลบุรี
- 1.8.2 บันทึกข้อมูลพื้นฐานทางการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน บริเวณเขตพื้นที่การวิจัย
- 1.8.3 พัฒนาวัตถุดิบ และออกแบบ และออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ของ อำเภอ พานทอง จังหวัด ชลบุรี

- 1.8.4 วิเคราะห์การออกแบบ ทดลองใช้วัตถุดิบท้องถิ่น ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ต้นแบบ
- 1.8.5 วิเคราะห์และประเมินผล
- 1.8.6 ปรับปรุงและพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน
- 1.8.7 จัดทำรายงานการวิจัย

1.9 สถานที่เก็บข้อมูล

อำเภอ พานทอง จังหวัดชลบุรี

1.10 ระยะเวลาการทำวิจัย

การดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนี้ใช้ระยะเวลา 1 ปี โดยเริ่มจาก เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึง
เดือนกันยายน พ.ศ. 2552

1.11 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.11.1 ได้ฐานข้อมูลทางทรัพยากรวัตถุดิบท้องถิ่นประเภท ดินเหนียว สำหรับที่มีความ
เหมาะสมในงานเครื่องเคลือบดินเผา
- 1.11.2 เกิดองค์ความรู้ใหม่ทางด้านวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน
- 1.11.3 ได้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน ประเภทเครื่องเคลือบดินเผา ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ
- 1.11.4 เกิดเครือข่ายความร่วมมือกับภาคเอกชน กลุ่มผู้ค้าอิฐ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี
- 1.11.5 สามารถทำให้ประชาชนท้องถิ่นมีรายได้เสริมจากอาชีพหลัก
- 1.11.6 สามารถถ่ายทอด กระบวนการผลิตที่เหมาะสมกับบริบทของท้องถิ่น

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การกำเนิดของดิน (Formation of Clay)

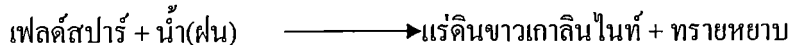
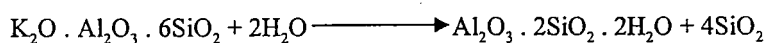
ดินเกิดจากการผุ่ร่อนทำลายของหิน โดยหินแกรนิตถูกก๊าซโบรอนและก๊าซฟลูออไรด์กัดกร่อนทำลายในการสลายตัวครั้งที่หนึ่ง หินแกรนิตสลายตัวเป็นหินพื้นน้ำ การสลายตัวครั้งที่สองหินพื้นน้ำ ถูกกัดกร่อนทำลายโดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ การสลายตัวของหินรวมกับก๊าซต่างๆ ทำให้เกิดการผุ่ร่อนจากปฏิกิริยาเคมี หินจึงผุ่ร่อนกลายเป็นดินในรูปของแร่เซอร์ริไซต์ (Sericite) และกลายเป็นแร่ดินขาวเกาหลีในขั้นในที่สุด ดังนั้นหินเมื่อถึงเวลาที่จะเกิดการตัดกร่อนสลายตัวกลายเป็นดินได้

ดินขาวมีต้นกำเนิดมากจากแร่หินพื้นน้ำหรือเฟลด์สปาร์ ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) ที่ผุพังทับถมกับอินทรีย์สารและแร่ธาตุเมื่อ 40 – 50 ล้านปีมาแล้ว แร่เฟลด์สปาร์โดนฝนและน้ำชะล้างเอาต่างพวกโพแทสเซียมและโซเดียม (K_2O , Na_2O) ไหลไปตามน้ำ คงเหลือแต่ผลึกของอะลูมินา ซิลิกาและน้ำรวมตัวกันอยู่ในที่เดิม เปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีใหม่เป็น โครงสร้างของผลึกดินขาวบริสุทธิ์แทน ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) แร่เฟลด์สปาร์ในบางแหล่งที่ไม่โดนน้ำกัดเซาะทำลายก็ยังคงสภาพเป็นหินอยู่ในแหล่งเดิม ส่วนแร่เฟลด์สปาร์ที่โดนน้ำกัดเซาะไปบ้างแล้วบางส่วน แต่กระบวนการทางเคมียังเปลี่ยนแปลงเป็นดินไม่สมบูรณ์ คงมีต่างหลงเหลืออยู่บ้าง เราเรียกหินที่เปลี่ยนเป็นดินยังไม่สมบูรณ์นี้ว่าหินไชน่าสโตน (China stone) ลักษณะคล้ายหินแต่มีความแข็งน้อยกว่าหิน

2.2 ดินตามธรรมชาติสามารถแบ่งตามลักษณะการเกิดได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.2.1 ดินที่เกิดในแหล่งภูเขาหรือดินปฐมภูมิ (Primary or Residual Clay)

เกิดจากหินพื้นน้ำเฟลด์สปาร์ที่ผุ่ร่อนทับถมกันอยู่โดยไม่ได้เคลื่อนย้ายไปจากแหล่งเดิม คือ ดินเกาหลี (Kaolin or China Clay)



เป็นดินขาวที่มีความบริสุทธิ์สูง เมื่อดินมีขนาดใหญ่ เนื้อดินมีความเหนียวน้อย ได้แก่ดินกลุ่มเกาหลีไนท์ (Kaolinite) ที่เกิดในแหล่งภูเขาตามธรรมชาติสามารถล้างเอาสิ่งที่มีมลทินเจือปนอยู่ใน

ผลึกดินแยกออกมาได้ง่าย เนื่องจากสิ่งเจือปนในผลึกดินขาวมักมีขนาดใหญ่และเป็นก้อนแข็งกว่าเนื้อดิน เช่นเม็ดทรายหยาบและหินแข็ง สามารถใช้วิธีฉีดน้ำล้างเอาเนื้อดินบริสุทธิ์ออกมาใช้ได้โดยง่าย ในการทำเหมืองแบบฉีด น้ำดินจะถูกแยกให้ไหลลงในบ่อเก็บ เม็ดทรายจะตกตะกอนไปตามทางที่กักเก็บไว้ ส่วนดินที่เกิดจากหินชนิดอื่นที่มีความบริสุทธิ์น้อยกว่าหินฟันม้า ก็จะกลายเป็นดินกลุ่มสมัคไทท์หรือมอนท์มอริลโลไนท์ซึ่งจะได้บรรยายโดยละเอียดต่อไป

2.2.2 ดินที่เกิดในที่ราบลุ่มหรือดินตะกอน (Sedimentary Clay)

เกิดจากอนุภาคของดินในแหล่งต้นกำเนิดถูกพัดพาออกไปจากแหล่งเดิม โดยกระแสธารน้ำแข็งไปตกตะกอนร่วมกับอินทรีย์สาร และแร่ธาตุอื่นในการไหลผ่าน เราเรียกดินนี้ว่าดินย้ายถิ่นเนื้อดินจะมีความละเอียดมากกว่าดินที่เกิดในแหล่งภูเขา เนื่องจากโดนน้ำพัดพาไปไกลจากแหล่งเดิมในระหว่างที่ดินจากภูเขาไหลตัวไปตามน้ำ ได้ถูกกดให้ละเอียดลงด้วยกรวดในลำธาร เป็นการบดโดยกระบวนการทางธรรมชาติ ผลึกที่ละเอียดของดินจะไหลไปกับน้ำ ส่วนที่เป็นทรายหยาบและหินจะตกตะกอนไปในระหว่างทาง ดินละเอียดที่โดนน้ำพัดพาไปตกตะกอนจะพาเอาแร่ธาตุและอินทรีย์สารเม็ดละเอียดที่ผ่านเข้ามา ไปรวมตัวกันในการตกตะกอนด้วย เม็ดดินละเอียดเมื่อไปทับถมอยู่กับอินทรีย์สารและแร่ธาตุที่ตกตะกอนรวมตัวกันอยู่ ทำให้ดินมีสีเข้มมากขึ้นและมีความเหนียวเพิ่มขึ้นด้วย ดินที่เกิดในที่ราบลุ่มส่วนใหญ่จึงมีความละเอียด และมีความเหนียวดี แต่ไม่ค่อยบริสุทธิ์เนื่องจากมีแร่ธาตุอื่นๆ ปนอยู่ในดิน ได้แก่ดินสีต่างๆ เช่น ดินดำ ดินแดง ดินเหลือง ดินเทา เป็นต้น ดินที่เกิดในที่ราบมีมลทินของแร่ธาตุอื่นๆ เจือปนอยู่มากไม่ค่อยบริสุทธิ์ จึงทนไฟสู้ดินขาวไม่ได้ การล้างดินเนื้อละเอียดให้หมดมลทินจากแร่ธาตุและอินทรีย์สารเจือปนเป็นไปได้ยากและไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

2.3 ดินชนิดต่างๆ ในธรรมชาติ (Clays)

ดินเหนียวตามพจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ อังกฤษ – ไทย พ.ศ. 2520 หมายถึง “วัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่มีลักษณะเนื้อละเอียด ปกติจะมีความเหนียวเมื่อเปียกน้ำ เมื่อแห้งจะมีความแข็งแกร่ง” ส่วนอเมริกันเซรามิกโซไซตี้ (American Ceramic Society) ให้ความหมายของดินเหนียวว่า “ดินเหนียว คือหินขนาดเล็กมากเมื่อบดละเอียด จะมีความเหนียวเมื่อเปียกน้ำ จะแข็งเมื่อแห้ง และเมื่อผ่านการเผาจะมีเนื้อคล้ายหินอย่างถาวร” โดยปกติดินเหนียวจะประกอบด้วยแร่ดิน (Clay Minerals) ที่มีขนาดเม็ดเล็กมาก คือมีขนาดต่ำกว่า 2 ไมครอนลงมา (1 ตารางมิลลิเมตรมี 1,000 ไมครอน)

ดินสามารถแบ่งตามลักษณะของหินต้นกำเนิดได้เป็น 2 ประเภทคือ

- 1) ดินบริสุทธิ์ (Pure Kaolinite)
- 2) ดินไม่บริสุทธิ์ (Disordered Kaolinite)

ดินบริสุทธิ์

คือดินที่มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นแร่กาลีนไนท์ที่สมบูรณ์ (Pure Kaolinite) ได้แก่ ดินขาว หรือดินดำที่มีแร่อะลูมินาในผลวิเคราะห์ทางเคมีอยู่ถึง 35 – 39 เปอร์เซ็นต์ ดินเกิดจากการสลายตัวของหินต้นกำเนิดที่มีความบริสุทธิ์สูง เช่นหินฟันม้าหรือหินแกรนิต (Granite) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของหินอัคนีที่เย็นตัวภายใต้เปลือกโลก (Intrusive rocks)

ดินไม่บริสุทธิ์

คือดินที่มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นแร่กาลีนไนท์ชนิดไม่สมบูรณ์ (Disordered Kaolinite) ได้แก่ดินขาว ดินดำ ดินเหนียว และดินสีชนิดอื่นๆ ที่มีส่วนประกอบของแร่อะลูมินาซึ่งเป็นผลวิเคราะห์ทางเคมีอยู่ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ดินที่ไม่บริสุทธิ์เกิดจากการแตกสลายของหินต้นกำเนิดที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ มีแร่ธาตุเจือปนอยู่สูง ได้แก่หินบะซอลท์ (Basalt) หินไรโอไรท์ (Rhyolite) ซึ่งมีผลลักษณะเยือกมีสีเข้มมีโครงสร้างซับซ้อน เป็นหินที่เย็นตัวบนผิวโลกอย่างรวดเร็ว (Extrusive rocks) ส่วนดินที่มีความบริสุทธิ์ปานกลางคือดินที่มีอะลูมินาประมาณ 25 – 30 เปอร์เซ็นต์

ดินที่พบตามธรรมชาติมีอยู่หลายชนิด แตกต่างกันไปตามลักษณะท้องถิ่นที่เกิด หรือสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่เป็นมลทินอยู่ในดิน ซึ่งมีแร่ธาตุและอินทรีย์สาร ทำให้ดินมีสีต่างๆ กันไป เช่น ดำ แดง เหลือง หรือน้ำตาลเป็นต้น ดินดำก็คือดินขาวที่มีซากพืชและซากสัตว์ทับถมกันมานานนับล้านปี ส่วนดินสีเหลืองหรือดินสีแดง ก็คือดินขาวที่มีธาตุเหล็กเจือปนอยู่ในปริมาณมากและน้อยไม่เท่ากัน

2.4 การสำรวจหาแหล่งดิน (Clay Prospecting)

วิธีสำรวจแหล่งดิน (Clay Prospecting)

ก่อนการออกสำรวจหาแหล่งดินควรติดต่อสอบถามข้อมูลจากกรมทรัพยากรธรณี ถึง ธรณีวิทยาทั่วไป และข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งแร่ในบริเวณที่จะไป เคยมีการสำรวจมาก่อนหรือไม่ ประมาณค่าใช้จ่ายในการเจาะสำรวจ เตรียมแผนที่และข้อมูลต่างๆ ให้พร้อม เมื่อไปถึงบริเวณที่ต้องการสำรวจควรถามข้อมูลจากชาวบ้าน ช่างขุดเจาะบาดาล คนงานสร้างถนนหรือคนงานทำเหมืองว่า บริเวณใกล้เคียงนั้นขุดพบแหล่งดินบ้างหรือไม่ ดินที่ขุดพบมีสีอะไร

ในการไปสำรวจหาแหล่งดิน ผู้สำรวจจะต้องรู้ลักษณะการเกิดของแหล่งดินชนิดต่างๆ ตามธรรมชาติด้วย เช่น แหล่งดินเหนียวที่เกิดขึ้นใหม่มักจะอยู่ตามแหล่งที่ราบลุ่ม หุบเขา หรือใกล้กับแอ่งน้ำ แหล่งดินที่อยู่ตามที่ราบเหล่านี้จะพบชั้นของดินเหนียวอยู่ไม่ลึกจากหน้าดินมากนัก แต่แหล่งดิน

เหนียวอีกประเภทหนึ่งเป็นดินที่เกิดมานานแล้ว มักอยู่ในแหล่งที่เป็นเนินเขาซึ่งเกิดจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก ดินนั้นตกตะกอนทับถมกันอยู่ใต้ผิวโลกนับล้านๆ ปี ถูกการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกดันม้วนตัวขึ้นมาเป็นเนินเขา แหล่งดินเหนียวที่เกิดในแหล่งภูเขาจะต้องขุดเจาะลึกลงไปจากผิวดินพอสมควรจึงจะพบแหล่งดินความลึกโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 5 เมตร ดังนั้นจะต้องมีเครื่องมือขุดเจาะที่มีประสิทธิภาพสูง ในการสำรวจแหล่งดินหรือดินบอลเคลย์ (Ball Clay) บนเนินเขาซึ่งโดยปกติจะเกิดรวมอยู่กับชั้นของถ่านหิน ส่วนการสำรวจแหล่งดินขาวจะต้องสำรวจในบริเวณที่มีภูเขาสูงเท่านั้น เนื่องจากดินขาวเกิดจากการผุพังของหินฟันม้าซึ่งกองทับถมอยู่ในแหล่งดินเดิมโดยยังไม่ถูกทับถมอยู่ในแหล่งเดิมโดยยังไม่ถูกน้ำพัดพาไปสู่ที่ราบ

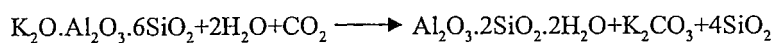
2.5 วัตถุดิบประเภทที่มีความเหนียว (Plastic Raw Materials)

การวิจัยครั้งนี้ ต้องทำการศึกษาทฤษฎี และวิธีการทดสอบดินเบื้องต้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่จะส่งผลให้ขั้นตอนการวิจัยในลำดับต่อไปสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่วางไว้

วัตถุดิบประเภทที่มีความเหนียว ได้แก่ ดินชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติจัดเป็นสารประกอบของ Hydrous Aluminum Silicate มีสูตรโครงสร้างทางเคมีว่า $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ซึ่งเป็นโครงสร้างของผลึกของผลึกที่แน่นอน เมื่อผสมกับน้ำจะมีความเหนียวเกิดขึ้นและสามารถขึ้นรูปให้เป็นรูปทรงต่างๆ ได้โดยเมื่อแห้งจะยังคงรักษารูปทรงเดิมได้โดยไม่เปลี่ยนแปลงและถ้านำไปเผาในอุณหภูมิสูงจะไม่ละลายน้ำและเกิดความแข็งแรงขึ้น

ดินเกิดจากการแปรสภาพของหินชนิดต่างๆ เช่น หินแกรนิต หินฟันม้า และเปกมาไทต์ (Pegmatite) ที่ผุพังสึกกร่อน โดยสภาวะแวดล้อมที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ น้ำ กระแสลม ปฏิกริยาทางเคมี เป็นต้น

ปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิดการผุพังสึกกร่อน ดังสมการ



Feldspar

Kaolin

หินที่ผุพังแล้วกลายเป็นดินนี้ จะทับถมกันอยู่ที่แหล่งหินเดิม นั้น เรียกดินแรกเกิดนี้ว่า Primary Clay หรือ Residual Clay ดินชั้นนี้จะปรากฏหินเดิมปะปนอยู่ด้วยและมีเนื้อหยาบ เมื่อนำมาล้างจะพบว่าเม็ดทรายที่ค้างตะแกรงร้อนมีลักษณะเม็ดโต และเป็นเหลี่ยมแหลมคมไม่กลมมนเหมือนทรายทั่วไป และปรากฏเม็ดหินเล็กๆ ปะปนอยู่ทั่วไปในทรายนั่นด้วย

ดินแรกเกิดในชั้น Primary นี้จะถูกกระแสน้ำ ลม สัตว์ นำพาจากแหล่งเดิม พร้อมทั้งช่วยแยกหินทรายออกไปจากเนื้อดิน ดินเหล่านี้จะไปตกตะกอนสะสมในบริเวณน้ำนิ่ง หรือที่ราบลุ่มเกิดเป็นดินแหล่งใหม่เรียกว่า Secondary Clay or Sedimentary Clay มีเนื้อละเอียดและเหนียวกว่าดินแหล่งเดิม ถ้าแหล่งดินที่สะสมใหม่นั้นมีสารจำพวกเหล็กออกไซด์ (Iron Oxide) เจือปนอยู่มาก จะมีลักษณะเป็นสีแดงหรือสีน้ำตาล แต่ถ้ามีซากพืชซากสัตว์ทับถมเจือปนอยู่มาก จะมีลักษณะเป็นสีดำหรือสีเทา

2.6 ดิน (Clay)

ดินเป็นวัสดุคืบที่มีความเหนียว เมื่อโดยน้ำจะจับตัวเป็นก้อน สามารถนำมาปั้นเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ง่าย ความเหนียวและสีของดินมีลักษณะแตกต่างกันไปในแต่ละแหล่ง ทั้งในด้านโครงสร้างผลึกของดิน และสมบัติภายหลังการเผา เช่น สี การหดตัว ความแข็งแรง และความทนไฟ เป็นต้น

2.6.1 แร่ดินที่ใช้เตรียมเนื้อดินในอุตสาหกรรม

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1) ดินขาว | (Kaolin, China clay) |
| 2) ดินเหนียว | (Plastic Clay) |
| 3) ดินดำหรือดินเหนียวขาว | (Ball Clay) |
| 4) ดินเบนโตไนท์ | (Bentonite) |

ดินขาว (Kaolin, China clay)

คำว่ากาอลินมาจากภาษาจีนแปลว่าภูเขาสูง ซึ่งเป็นแหล่งเกิดของดินขาวในประเทศจีน ดินขาวมีอยู่หลายชนิดแตกต่างกันไปตามแหล่งที่อยู่บนผิวโลก

ดินขาวส่วนใหญ่เป็นดินที่เกิดอยู่ในแหล่งผุพังของหินเดิม (Residual clay) เป็นดินที่มีขนาดเม็ดหยาบจึงมีความเหนียวน้อย ประกอบด้วยแร่กาอลินไนท์ (Kaolinite) มากกว่าดินชนิดอื่นๆ

ดินขาวที่ขุดขึ้นมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มีอยู่ 3 ชนิด คือ

- 1) ดินขาวที่มีความบริสุทธิ์และมีความทนไฟสูง สามารถนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาได้
- 2) ดินขาวอีกชนิดหนึ่งเป็นเกรดของฟิลเลอร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ ทำสี ยาง ข่าแมลง ไม้ และอื่นๆ โดยใช้ดินขาวที่มีเนื้อสีขาวบริสุทธิ์ตามผลวิเคราะห์ทางเคมี แต่ไม่ได้นำไปเผาผ่านความร้อนในกระบวนการผลิต

3) ดินขาวที่เป็นดินสอพองซึ่งไม่ใช่ดินขาว แต่เป็นปูนขาวชอล์ก (Chalk) หรือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เกิดจากผลึกของหินปูนตามธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นผลึกละเอียดสีขาว บางครั้งเป็นส้อมชมพูถ้าตาลอ่อน ซึ่งใช้เป็นเนื้อดินปั้นขึ้นรูปไม่ได้ ใช้ผสมทำปูนซีเมนต์

ดินขาวที่มีความบริสุทธิ์สูง เผาแล้วได้สีขาวบริสุทธิ์ นิยมนำมาทำผลิตภัณฑ์ปอร์ซเลน โบนไชน่า และผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่มีเนื้อสีขาวทุกชนิด ดังนั้นสีดินภายหลังการเผาเป็นสิ่งสำคัญมาก ขณะที่โรงงานผลิตกระเบื้องปูพื้นสนใจดินที่มีราคาถูกหุดตัวน้อย และมีปริมาณคาร์บอนต่ำ สามารถอัดเป็นแผ่นได้ง่ายโดยไม่บิ่นหรือแตกร้าว สีดินจะเป็นสีเหลืองนวลหรือออกแดงเล็กน้อยไม่เป็นปัญหา ส่วนโรงงานสุขภัณฑ์ใหญ่ๆ ให้ถอดพิมพ์ได้ง่าย มีออกไซด์ของเหล็กและไทเทเนียมอยู่ในปริมาณน้อย

ดินเหนียว (Plastic clay)

ดินเหนียว คือดินเนื้อละเอียด ที่มีแร่ธาตุเจือปนอยู่ตามธรรมชาติค่อนข้างสูง ไม่บริสุทธิ์เหมือนดินขาว เมื่อขีดพบมีสีต่างๆ สีเหลือง สีเทา สีดำ หรือสีส้มแดง หลังการเผาดินก็จะมีสีต่างๆกันไป เช่น สีเทา สีน้ำตาล สีแดง หรือสีเหลืองอมเทา ดังนั้นดินเหนียวก็คือดินที่มีความเหนียวเนื้อละเอียดที่เป็นสีต่างๆ ภายหลังการเผา ดินดำ (Ball clay) จัดว่าเป็นดินเหนียวประเภทหนึ่งด้วย แต่ดินดำแตกต่างจากดินเหนียวคือ ดินดำมีแร่ธาตุเจือปนอยู่ในปริมาณต่ำ ค่อนข้างบริสุทธิ์ แต่มีอินทรีย์สารเจือปนอยู่สูง ดินดำบางชนิดมีความเหนียวน้อย บางชนิดเหนียวมาก

ในปัจจุบันนิยมใช้ดินเหนียวและดินดำประกอบกันในเนื้อดินปั้น ที่ไม่ต้องการความขาวมาก เช่น ผลิตภัณฑ์กระเบื้อง หรือเครื่องสุขภัณฑ์ เพื่อช่วยในการขึ้นรูปได้ดี และเพื่อใช้ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่ให้ความเหนียว โดยมีแหล่งสำรองเพิ่มเติมจากดินดำซึ่งมีราคาแพงกว่าดินเหนียว

ดินดำ (Ball clay)

ดินดำหรือดินเหนียวขาวเกิดจากดินขาว ซึ่งย้ายถิ่น (Sedimentary clay) ไปตกตะกอนสะสมในแหล่งใหม่ ดินดำเป็นดินที่มีขนาดผลึกเม็ดละเอียดมาก อนุภาคของดินยึดเกาะกันได้ดี มีอินทรีย์สารที่มีโครงสร้างคล้ายกับที่พบในถ่านหินลึกในที่เจือปนอยู่ จึงช่วยให้ดินชนิดนี้มีความเหนียวและทำให้มีสีเปลี่ยนไปจากสีขาวกลายเป็นสีเทาจนถึงสีดำ แต่เมื่อนำไปเผาในอุณหภูมิสูงเนื้อดินจะมีสีขาวหรือสีครีม อินทรีย์สารต่างๆ จะถูกเผาไหม้หมดไปจากเนื้อดิน

ดินดำที่มีเนื้อละเอียดหลังการเผาเป็นสีขาว และมีความทนไฟ $1,300^{\circ}\text{C}$ โดยไม่บิดเบี้ยวมาก เป็นดินที่มีคุณภาพดี นิยมนำมาใช้ผสมในผลิตภัณฑ์สีขาว เช่น ปอร์ซเลน โบนไชน่า และไวท์เอิร์ท เทินแวร์ ส่วนดินดำทั่วไปที่คุณภาพปานกลางมีทรายเจือปนอยู่ค่อนข้างมาก ใช้ทำเนื้อดินขึ้นรูปด้วย เป็นหมุน ทำท่อน้ำดินเผา หรือผสมในเนื้อดินทำกระเบื้องปูพื้น

ชื่อเรียกดินดำว่า (Ball clay) ได้มาจากวิธีขุดดินจากเหมืองในประเทศอังกฤษ เพื่อสะดวกในการลำเลียงและการขนส่ง ดินดำถูกตัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ มีน้ำหนักโดยประมาณก้อนละ 13 – 15 กก. เมื่อลำเลียงขึ้นรถคนงานจะใช้วิธีโยนรับส่งทีละก้อนแบบโยนลูกบอล เพื่อส่งต่อกัน ซึ่งการขนถ่ายลงจากรถก็ใช้วิธีเดียวกัน ดินเหนียวจึงถูกขนานนามว่าบอลเคลย์ (Ball clay) แต่ถ้าจะแปลตามศัพท์แล้ว ควรจะเรียกดินเหนียวว่าพลาสติกเคลย์ (Plastic clay) ซึ่งแปลว่าดินที่มีความเหนียว

ดินเบนโตไนท์ (Bentonite)

ดินเบนโตไนท์ ไม่ได้เป็นวัตถุดิบหลักในการเตรียมเนื้อดินแต่นำมาผสมเพื่อเพิ่มความเหนียว ในเนื้อดินเพียงปริมาณเล็กน้อย ดินเบนโตไนท์อยู่ในกลุ่มแร่สมิคไทท์ (Smectite) หรือมอนท์มอริลโลไนท์ (Montmorillonite) ดินเบนโตไนท์ไม่ได้ประกอบด้วยแร่กาเลสินไนท์ แต่เป็นผลึกดินที่เล็ก ละเอียดสามารถดูดน้ำไว้ได้มาก ซึ่งเป็นผลให้ดินมีลักษณะขยายตัวขึ้น 5 เท่า หรือเกิดการพองบวมเมื่อ คุ้มน้ำไว้มากๆ คล้ายกาว โดยลักษณะโครงสร้างของเบนโตไนท์แล้วไม่ใช่แร่ดิน แต่ถูกเรียกว่า ดินเบนโตไนท์เพราะการนำมาใช้ผสมกับดินชนิดอื่นๆ เพื่อเพิ่มความเหนียว

ดินเบนโตไนท์มีสูตร $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ปกติใช้ดินเบนโตไนท์ผสมในสูตรเคลือบ ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เคลือบลอยตัว ในสูตรดินหล่อของเนื้อดินที่ไม่มีความเหนียวจะใส่ 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยในการไหลตัวของน้ำดิน และเนื้อดินปอร์ซเลนสำหรับปั้นด้วยเป็นหมุนจะใช้ดินเบนโตไนท์ 4 – 6 เปอร์เซ็นต์ ในสูตร เพื่อเพิ่มความเหนียวของเนื้อดิน เนื้อดินหล่อโบนไชน่าไม่มีความเหนียวจะเติมเบนโตไนท์ 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มความเหนียวและการไหลตัวของดินหล่อ ดินเบตโตไนท์ 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มความเหนียวและการไหลตัวของดินหล่อ ดินเบนโตไนท์มีความเหนียวมาก ไม่สามารถนำมาใช้โดยลำพังเพียงชนิดเดียวล้วน

ดินเบนโตไนท์แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

- 1) ดินชนิดที่เป็นผงละเอียดเมื่อผสมกับน้ำแล้วจะบวมตัวขึ้นมา 4 – 5 เท่า เนื่องจากดูดน้ำได้ดีและมีความเหนียวมากเป็นพิเศษ มีคุณสมบัติคล้ายกาว
- 2) ดินชนิดที่ไม่บวมตัว มีความเหนียวเหมือนดินเหนียวธรรมดา

โดยปกตินิยมใช้ดินเบนโตไนท์ชนิดแรก ในปริมาณเล็กน้อย เพื่อเพิ่มความเหนียวให้วัตถุดิบ และเนื้อดินชนิดต่างๆ ง่ายต่อการขึ้นรูป ในเนื้อดินอุตสาหกรรมทั่วไปจะใช้ในปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มความเหนียว ซึ่งสามารถช่วยได้ดีกว่าการเติมดินเหนียว 10 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรดิน

ดินเบนโตไนท์ส่วนใหญ่มีแร่เหล็กเจือปนอยู่ด้วย 3 – 4 เปอร์เซ็นต์ จึงมีปัญหาถ้าใส่ในเนื้อดิน ปริมาณมากจะทำให้สีดินที่ผสมหมองคล้ำลง จากมลทินของแร่เหล็กหลังการเผา ดังนั้นถึงแม้ว่าดิน เบนโตไนท์จะเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียวสูง แต่จะถูกจำกัดการใช้แต่เพียงปริมาณน้อยไม่เกิน 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ เพราะดินเบนโตไนท์มีปัญหาเรื่องแร่เหล็ก และมีปัญหาเรื่องการหดตัวสูงมากเมื่อแห้ง ฉะนั้นเพื่อไม่ให้ผลิตภัณฑ์เสี่ยงต่อการแตกร้าวเสียหายจึงต้องระวังปริมาณการใช้ดินเบนโตไนท์

ปัจจุบันได้มีการค้นพบแหล่งดินเบนโตไนท์สีขาว (White Bentonite) ซึ่งมีแร่เหล็กเจือปนใน ปริมาณน้อยมากและเป็นที่ยอมรับใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อดินปอร์ซเลนและเนื้อดิน โบนไชนามีสีขาว

2.7 ดินแดงทั่วไป (Terra – cotta Clay)

ดินแดงในแหล่งธรรมชาติทั่วไปบนผิวโลกมีผลวิเคราะห์ทางเคมีแตกต่างกันไป บางชนิดมี ทรายปนในเนื้อดินมาก บางชนิดมีความเหนียวและเนื้อละเอียด ปริมาณของแร่ธาตุในดินแต่ละแหล่ง แตกต่างกันไปด้วย ซึ่งทำให้สีภายหลังการเผาแตกต่างกันไป เช่น สีเหลือง สีส้มนวล สีแดง สีแดงเข้ม และสีน้ำตาล เป็นต้น ถ้าในเนื้อดินมีแร่เหล็กประเภทออกไซด์หรือออกซิไดซ์ (oxidized) และไฮเดรท (Hydrated) เนื้อดินภายหลังการเผาจะได้สีส้มแดงสวยงาม แต่ถ้าในเนื้อดินมีแร่เหล็กประเภทซัลไฟด์ (Sulfide) เนื้อดินจะเกิดจุดดำๆ ของแร่เหล็กภายหลังการเผา จุดดำๆ ของแร่เหล็กในเนื้อผลิตภัณฑ์ หรือเนื้ออิฐที่เผาแล้ว เมื่อเหล็กซัลไฟด์ถูกออกซิเจนในอากาศจะเกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์ กลายเป็น กรดซัลฟูริกหรือกรดกำมะถัน ซึ่งจะทำให้เนื้อดินมีสีดำเป็นจ้ำๆ (Scum) ขึ้นมาภายหลัง ในกรณี เดียวกันถ้าเนื้อดินแดงมีปริมาณของแร่ปิซัมปนอยู่ ซึ่งเป็นเกลือซัลเฟตของแคลเซียม เนื้อดินก็จะเกิด สีคล้ำเป็นจ้ำๆ ภายหลังการเผาเช่นกัน

ถ้าในเนื้อดินแดงมีปริมาณของหินปูนมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาเผาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 800° C ดินจะยุบตัวหลังการเผา เนื่องจากแคลเซียมเกิดการสลายตัวในรูปผลึกที่อุณหภูมิดังกล่าว ดังนั้นเพื่อป้องกันปฏิกิริยาการยุบตัวของผลิตภัณฑ์ ควรเผาในอุณหภูมิ 900 – 1,050° C จึงปลอดภัย สำหรับเนื้อดินเทอราคอตตา เพราะเกลือซัลเฟตจากแคลเซียม จะเกาะรวมตัวกับซิลิกาและอะลูมินาใน อุณหภูมิที่สูงกว่า 900° C แต่ถ้าเผาเกินอุณหภูมิ 1,100° C หินปูนในเนื้อดินจะทำหน้าที่เป็นตัวหลอม ละลาย ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์หรืออิฐที่ทำจากดินแดง เกิดการหดตัวอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก ลงมากไม่ได้ขนาดมาตรฐานเดิม การเผาเนื้อดินเทอราคอตตาคูมได้ยาก ถึงแม้บางครั้งจะเผาในเตา

เดียวกัน แต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์มีสีและผิวความมันวาวไม่สม่ำเสมอ โดยปกติในดินแดง โดยทั่วไปมีปริมาณของหินปูน 10 – 20 เปอร์เซ็นต์

แร่ยิปซัมในดินแดงจะเปลี่ยนรูปผลึกเป็นแคลเซียมซัลเฟตที่อุณหภูมิประมาณ 200° C และตามทฤษฎี แคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) เกิดการสลายตัวที่อุณหภูมิ 1,200° C แต่เนื่องจากในดินแดง มีสารที่มีมลทินสูง จึงทำให้เนื้อดินเกิดการหลอมตัวที่อุณหภูมิประมาณ 1,000° C ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิของแร่ยิปซัม แต่ไม่ค่อยพบสารแมกนีเซียมซัลเฟตในดินแดงมากนัก ในบางครั้งจะพบสารประกอบของโพแทสเซียมซัลเฟตและโซเดียมซัลเฟตในดินแดงด้วยแต่ไม่มากนัก

ในการเผาเนื้อดินแดงจะต้องระวังในการใช้เชื้อเพลิงที่มีความบริสุทธิ์ และเผาในบรรยากาศสันดาปสมบูรณ์ ถ้าใช้เชื้อเพลิงถ่านหินที่มีก๊าซซัลเฟอร์ในการเผาไหม้เจือปน สามารถทำปฏิกิริยากับผิวผลิตภัณฑ์กลายเป็นเกลือซัลเฟต ผิวดินจะหลอมตัวเป็นมันวาวได้ ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์อยู่เพียง 1.5 เปอร์เซ็นต์ ก็สามารถทำปฏิกิริยากับเนื้อผลิตภัณฑ์ได้ การเกิดเกลือซัลเฟตหลอมตัวเป็นมันวาวบนผิวผลิตภัณฑ์จะเริ่มก่อตัวที่อุณหภูมิระหว่าง 600 – 800° C ถ้ามีก๊าซซัลเฟอร์ในเตาเผาเกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป

2.8 องค์ประกอบของดินแดง

ดินแดงที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ดินเผาพื้นบ้านและทำอิฐจัดเป็นดินที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งรวมทั้งดินดานหรือดินตะกอนด้วย ดินแดงและดินดานต่างมีองค์ประกอบทางเคมีสลับซับซ้อน และมีแร่ธาตุเจือปนอยู่มากกว่าดินขาว

โดยปกติองค์ประกอบทางเคมีของดินแดงนอกจากจะมีแร่แคลิไนท์แล้ว ยังประกอบด้วยแร่ไมกา ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ซัลเฟต เหล็กออกไซด์ เหล็กไฮดรอกไซด์ แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ โซเดียมออกไซด์ และโพแทสเซียมออกไซด์ ซึ่งมีในปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน ในดินแต่ละแห่งทำให้เนื้อดินแต่ละชนิดเผาสุกตัว ในอุณหภูมิต่างกัน

สีของดินแดง

สีของดินแดงที่ผู้ผลิตอิฐนิยมนำมาแล้วจะต้องได้สีแดงสด แต่สีแดงในอิฐเกิดจากองค์ประกอบของวัตถุดิบหลายตัว เช่นเหล็กออกไซด์ อะลูมินา หินปูน และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเผาด้วยการนำวัตถุดิบที่เป็นแร่ธาตุที่ให้สีในดินแดงมาเผาทดสอบที่อุณหภูมิ 1,000° C จะได้สีแดงแตกต่างกันไป ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การทดสอบองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ให้สีในดินแดง

(ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 2541 : 60)

ใช้เวลาในการเผาทดสอบ 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 1,000° C บรรยากาศ Oxidation	
วัตถุดิบให้สีในดินแดง	สีหลังการเผา
Fe ₂ O ₃	สีน้ำตาลเข้มอมม่วง
CaO – Fe ₂ O ₃	สีม่วงอมเทา
CaO – Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	สีแดงเข้ม
7CaO – Fe ₂ O ₃	สีเทาอ่อน
4CaO – Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	สีเหลืองอมเทา
Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	สีแดงอมน้ำตาล
7CaO – Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	สีเหลืองอมเทา
2 Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	สีแดงเข้ม
4CaO – Fe ₂ O ₃	สีเทา
CaO – 2Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	สีแดง
4CaO – 2Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	สีเหลืองอมเทา
7CaO – 2Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	สีเหลืองสด

2.9 สมบัติของดิน (Properties of Clay)

สมบัติของดินสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ สมบัติทางกายภาพ (Physical Property) และสมบัติทางเคมี (Chemical Property) ซึ่งสมบัติทั้ง 2 นี้ เป็นส่วนสำคัญของดินที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอย่างยิ่ง

สมบัติทางกายภาพของดิน (Physical Properties of Clay)

สมบัติทางกายภาพของดินที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเครื่องปั้นดินเผา ที่ควรศึกษา ได้แก่

- การหดตัวของดิน (Shrinkage of Clay)
- ความเหนียวของดิน (Plasticity of Clay)
- ความพรุนตัวของดิน (Porosity of Clay)
- ขนาดของเม็ดดิน (Particle Size of Clay)
- สีของดิน (Color of Clay)
- ความแข็งแรงของดิน (Strength of Clay)

การหดตัวของดิน (Shrinkage of Clay)

การหดตัวของดินมีความสำคัญต่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอย่างยิ่ง เพราะถ้าดินหดตัวมากจะทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวได้ง่าย หรือทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีขนาดไม่ตรงตามความต้องการ สาเหตุที่สำคัญของการหดตัว เนื่องจากน้ำที่ผสมในเนื้อดินระเหยออกไป เนื้อดินจึงหดตัวแทนที่ ถ้าการระเหยของน้ำเร็ว การหดตัวของดินย่อมมากด้วย การหดตัวของดินที่จัดอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ได้คือ

- ดินที่ตากแห้งแล้วจะหดตัวอยู่ระหว่าง 4 – 15 เปอร์เซ็นต์
- ดินที่เผาแล้วจะหดตัวอยู่ระหว่าง 12 – 15 เปอร์เซ็นต์
- ดินที่เผาเคลือบแล้วจะหดตัวอยู่ระหว่าง 15 – 25 เปอร์เซ็นต์

การหดตัวของดินจะเกิดขึ้น 2 ระยะ คือ ระยะการหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage) และ ระยะการหดตัวเมื่อเผา (Firing Shrinkage)

การหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage)

ดินเมื่อแห้งจะหดตัวเนื่องจากน้ำในเนื้อดิน (Mechanical Water) ระเหยออกไป เนื้อดินจึงหดตัวเข้าแทนที่ ผลของการหดตัวทำให้เกิดผล 2 ประการ คือ

- 1) ทำให้ขนาดของผลิตภัณฑ์ผิดพลาดไปจากความต้องการ
- 2) ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวเมื่อแห้ง

วิธีแก้การหดตัวของดิน โดยนำดินนั้นมาผสมกับดินอื่นที่หดตัวน้อย หรือผสมกับดินเชื้อ (Grog) ทรายละเอียดที่มีขนาดตั้งแต่เล็กกว่า 80 Mesh สำหรับเนื้อดินที่ใช้ (Bodies) กับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและขนาดตั้งแต่ 40 – 20 Mesh สำหรับเนื้อดินที่ใช้กับการขึ้นรูปแบบอิสระ (Free Hand)

แบบขด (Coil) แบบแผ่น (Slab) แบบรูปปั้น (Sculpture) ทัวไปนิยมใช้ดินเชื้อหรือทรายละเอียดผสม
ในเนื้อดินปั้น (Clay Bodies) ประมาณ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์

การหดตัวเมื่อเผา (Firing Shrinkage)

ดินจะหดตัวเมื่อเผาต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของเม็ดดินและสิ่งเจือปนที่อยู่ในเนื้อดิน
นั้น ดินบางแหล่งอาจหดตัวเมื่อแห้ง 6 - 7 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเผาถึงจุดสุกตัวอาจหดตัวได้ถึง 20
เปอร์เซ็นต์ แต่ดินบางแหล่งอาจหดตัวเมื่อเผาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

วิธีทดสอบเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของดินที่นิยมปฏิบัติคือการคำนวณตามขั้นตอนดังนี้

- 1) นวดดินให้เป็นเนื้อดินเดียวกัน แล้วปั้นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมตันรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดยาว 14 ซม.
กว้าง 4 ซม. หนา 1 ซม.
- 2) ทำเครื่องหมายตามด้านยาว โดยวัดจากริมนอกของแท่งทดลองเข้ามาด้านละ 2 ซม. แล้ว
ทำเครื่องหมายสำหรับสังเกตไว้
- 3) นำแท่งดินไปผึ่งให้แห้ง แล้ววัดความยาวบันทึกไว้
- 4) นำแท่งดินไปเผาที่อุณหภูมิต่างๆ ตั้งแต่ 700° - 1250° เซลเซียส
- 5) วัดความยาวที่ได้หลังจากเผาดิบแล้ว จดบันทึกไว้
- 6) นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตร ต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวของดินเมื่อแห้ง} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินเมื่อแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวของดินเมื่อเผาแล้ว} = \frac{\text{ความยาวของดินเมื่อแห้ง} - \text{ความยาวของดินที่เผาแล้ว}}{\text{ความยาวของดินเมื่อแห้ง}} \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวของดิน} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินเมื่อเผาแล้ว}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

2.10 ความเหนียวของดิน (Plasticity of Clay)

ความเหนียวของดิน มีผลต่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ถ้าดินที่มีความเหนียวน้อยการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จะกระทำได้ยากไม่เป็นไปตามต้องการ และถ้าดินมีความเหนียวมากผลิตภัณฑ์จะแข็งตัวช้าและหดตัวมาก นอกจากนี้ การขึ้นรูปต่างๆ ย่อมสัมพันธ์กับความเหนียวด้วย เช่น การขึ้นรูปแบบขดแบบแผ่น แบบอิสระ หรือแบบเป็นหมุนต้องใช้ดินที่มีความเหนียวมาก แต่ถ้าขึ้นรูปแบบหล่อหรือด้วยใบมีดต้องใช้ดินที่มีความเหนียวปานกลาง เพื่อให้คายน้ำออกได้ง่าย

2.10.1 วิธีทดสอบความเหนียวของดิน นิยมปฏิบัติกัน 3 วิธี คือ

- 1) วิธีชาวบ้าน เมื่อพบดินที่คาดว่ามีความเหนียวพอขึ้นรูปได้ ควรนำมาบีบกับหัวแม่มือถ้าดินที่นำมาทดสอบนี้มีความมันวาวที่เรียกว่า “มันปู” แสดงว่าดินแห่งนั้นมี ความเหนียวพอที่จะขึ้นรูปได้ หรือนำมาคลึงด้วยมือให้เป็นก้อนกลม ถ้าปรากฏมันปู แสดงว่าดินแห่งนั้นมี ความเหนียวมากพอที่จะนำมาขึ้นรูปได้
- 2) วิธีชดงอ โดยนำดินนั้นมาคลึงเป็นเส้นกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.8 ซม. แล้วงอให้เป็นวงกลมเล็กๆ ถ้าไม่ปรากฏรอยแตกร้าวที่ส่วนโค้งของดิน แสดงว่าดินแห่งนั้นมี ความเหนียวมากพอที่จะนำมาขึ้นรูปเป็นทรงต่างๆ ได้ แต่ถ้าปรากฏรอยแตกร้าวขึ้นตรงส่วนโค้งของดิน แสดงว่าดินแห่งนั้นมีทรายเจือปนมาก ถ้าจำเป็นต้องใช้ต้องนำมาผสมกับดินที่เหนียวกว่า หรือผสมกับน้ำสั้ม แล้วหมักไว้วันๆ จะช่วยให้ดินมีความเหนียวเพิ่มขึ้น
- 3) วิธีคำนวณ เป็นการคำนวณเพื่อหาปริมาณของน้ำที่จะช่วยให้เกิดความเหนียว และสามารถคงรูปอยู่ได้ โดยมีขั้นตอนในการคำนวณ ดังนี้
 - a. นำดินไปตากให้แห้งแล้วบดให้ละเอียด โดยผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 30
 - b. นำดินที่ร่อนแล้ว จำนวน 500 กรัม มาวางไว้บนกระดาษ
 - c. ตวงน้ำ 500 ซีซี ผสมลงในเนื้อดิน คนให้ทั่ว ถ้าน้ำไม่พอต้องเติมลงไปอีก โดยบันทึกจำนวนน้ำที่เพิ่มด้วยทุกครั้ง
 - d. นวดดินนั้นจนเกิดความเหนียว สามารถขึ้นรูปได้ แล้วคำนวณตามสูตร ต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว} = \frac{\text{จำนวนน้ำหนักของน้ำที่ใช้ผสม}}{\text{จำนวนน้ำหนักของดินแห้ง}} \times 100$$

(อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543 : 22)

ความเหนียวของดินมีความสัมพันธ์กับความพรุนตัว (Porosity) และการหดตัวของดิน (Shrinkage) ด้วย กล่าวคือ ถ้าดินที่มีความเหนียวมาก เมื่อดินจะเล็ก ความพรุนตัวต่ำ (Low Porosity) และมีการหดตัวมาก (Considerable Shrinkage) แต่ถ้าดินที่มีความเหนียวน้อย หรือไม่มีความเหนียวเลย เมื่อดินจะใหญ่ ความพรุนตัวสูง (High Porosity) และมีการหดตัวน้อยมาก หรือไม่มีการหดตัวเลย (Less Shrinkage)

2.11 ความพรุนตัวของดิน (Porosity of Clay)

ความพรุนตัวของดิน เป็นสมบัติทางกายภาพที่เกิดจากสิ่งเจือปนในเนื้อดินที่มีขนาดใหญ่ เช่น เม็ดทราย หรือหินที่ผุกร่อน ดินที่มีความพรุนตัวสูง (High Porosity) ถ้านำมาใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นดูดซึมน้ำได้มาก จึงไม่นิยมนำมาเป็นวัตถุดิบขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยตรง แต่จะใช้ผสมกับเนื้อดินอื่นที่มีความเหนียวมาก ๆ เพื่อช่วยลดความเหนียว และลดการหดตัวของดินนั้นด้วย

ดินที่มีความพรุนตัวสูง จะมีความทนไฟที่ต่ำ ไม่เหมาะแก่การผลิตเครื่องปั้นดินเผาชนิดปอร์ซเลน (Porcelain) หรือ โบนไชน่า (Bone China) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เผาในอุณหภูมิสูง (High Temperature)

เนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา (Clay Bodies) จะมีมาตรฐานกำหนดเปอร์เซ็นต์ของความพรุนตัวไว้ดังนี้ (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 52)

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานความพรุนตัวของเนื้อดิน ทั้ง 3 ชนิด

ชนิดของผลิตภัณฑ์	เปอร์เซ็นต์ความพรุนตัว
Earthenware	4 – 10
Stone Ware	1 – 6
Porcelain	0 - 3

วิธีทดสอบหาความพรุนตัวของดิน ที่นิยมปฏิบัติกัน คือการคำนวณตามขั้นตอนดังนี้

- 1) นำดินที่เผาดิบแล้วมาชั่งน้ำหนักแล้วจذبน้ำไว้เป็นน้ำหนักที่แห้ง
- 2) นำไปแช่น้ำไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้อิ่มตัว แล้วเซ็ดให้แห้ง นำไปชั่ง เป็นน้ำหนักที่อิ่มตัว
- 3) นำไปชั่งน้ำหนักในน้ำโดยผูกแขวนกับเครื่องชั่ง ให้ลอยตัวในน้ำ เป็นน้ำหนักที่แขวนในน้ำ
- 4) คำนวณตามสูตรต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความพรุนตัวของดิน} = \frac{\text{น้ำหนักที่อิ่มตัว} - \text{น้ำหนักที่แห้ง}}{\text{น้ำหนักที่อิ่มตัว} - \text{น้ำหนักที่แขวนในน้ำ}} \times 100$$

2.12 ขนาดของเม็ดดิน (Particle Size of Clay)

โดยทั่วไปขนาดของเม็ดดิน จะมีขนาดตั้งแต่ 0.05 - 10 ไมครอน ค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยประมาณ 0.5 ไมครอน (1 ไมครอน เท่ากับ 10^{-4} ซม.) เม็ดดินมีความสำคัญต่อความเหนียวและการหดตัวของดินเมื่อแห้ง กล่าวคือ ดินที่มีขนาดเม็ดเล็กจะมีความเหนียวมากและเปอร์เซ็นต์การหดตัวเมื่อแห้งก็จะสูงมากด้วย

วิธีทดสอบขนาดของเม็ดดิน ทดสอบได้โดยใช้ตะแกรงร่อนเบอร์ 80 Mesh มาร่อนดินที่ละเอียดแล้ว ถ้าปรากฏว่ามีเนื้อดินตกค้างที่ตะแกรงร่อนมาก แสดงว่าดินนั้นมีขนาดเม็ดดินที่โตหรือหยาบมากเกินไป หรืออาจใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงส่องดูเพื่อแยกขนาด ก็จะพบขนาดของเม็ดดินที่หยาบหรือละเอียดได้ง่าย หรืออาจใช้วิธีง่ายๆ โดยใช้มือบีบดินแห้งด้วยมือจะรู้สึกถึงความหยาบ ละเอียดให้ทราบได้จากการสัมผัส ถ้าดินที่มีขนาดเม็ดโตจะร่วนหยาบมือ แต่ถ้าดินที่มีขนาดเม็ดละเอียดมากๆ ดินนั้นจะร่วนเป็นผงไม่รู้สึกระคายมือ

2.13 สีของดิน (Color of Clay)

สีของดิน มีความสำคัญต่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอย่างยิ่ง เนื่องจากดินแต่ละแห่งจะมีสิ่งเจือปนต่างๆ อยู่มาก เช่น แร่ต่างๆ ซากพืช ซากสัตว์ เป็นต้น โดยปกติแล้วสีของดินจะถูกเปลี่ยนแปลงหลังจากเผาแล้ว จะเปลี่ยนสีเป็นสีขาว หรือดินเหนียวเมื่อเผาแล้ว จะเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม แต่ดินทนไฟเมื่อเผาแล้วมักจะมีสีแดงดั้งเดิม เป็นต้น

วิธีทดสอบสีของดิน โดยนำดินมาคลึงเป็นเส้นหรือรีดเป็นแผ่นกว้างประมาณ 2 ซม. ยาวประมาณ 5 ซม. แล้วปล่อยให้แห้งประมาณ 3 วัน จึงนำไปเผาในช่วงอุณหภูมิต่างๆ ระหว่าง 700° – 1250° เซลเซียส อุณหภูมิแต่ละช่วงจะปรากฏสีดินที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถเลือกใช้หรือนำไปผสมกับดินอื่น เพื่อพัฒนาสีผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม

สีของดินเมื่อยังไม่ได้เผา จะมีสีต่างกันตามแร่ธาตุ สารประกอบที่ทำให้ดินปรากฏสีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงสารประกอบ สูตรทางเคมีและลักษณะสีของดิน

สารประกอบที่เจือปน	สีของดินที่ปรากฏ
Limonite ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)	สีครีม สีเหลือง สีนํ้าตาล
Pyrite (FeS)	สีทองในบางส่วน
Hematite (Fe_2O_3)	สีแดง
Iron Silicate	สีเขียว สีเขียวเข้ม
Manganese and Titanium	สีนํ้าตาล
Carbonaceous Matter	สีนํ้าเงิน สีเทา สีดำ สีนํ้าตาล

2.14 ความแข็งแรงของดิน (Strength of Clay)

ความแข็งแรงของดิน เป็นสมบัติที่แสดงถึงความทนทานต่อแรงกระทบ หรือแรงกดที่กระทำต่อดินที่ขึ้นรูปแล้ว ดินที่มีความแข็งแรงเมื่อแห้ง จะไม่เปราะง่าย สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก โดยทั่วไปดินที่มีความเหนียวมากจะมีความแข็งแรงมากเมื่อขึ้นรูปและตากแห้งแล้ว โดยสากลถือว่าดินจะต้องมีค่าความแข็งแรงตั้งแต่ 20 – 1500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 1.4 – 105 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

วิธีทดสอบหาค่าความแข็งแรงของดินที่จะนำมาผสมกับวัตถุดิบ เพื่อเป็นดินปั้นมีขั้นตอนในการคำนวณ ดังนี้

- 1) นำดินที่นวดผสมแล้วมาปั้นเป็นแท่งยาว 7 ซม. กว้าง และหนา 1 ซม.
- 2) นำแท่งดินทดลองไปฝังให้แห้ง แล้วนำมาอบให้สนิทที่อุณหภูมิ 110° เซลเซียส
- 3) นำแท่งทดลองไปกดให้หัก โดยเริ่มใช้นํ้าหนักกด ด้วยแรงกด 1.4 กก./ซม.^2
- 4) จดแรงกดที่ทำให้แท่งทดลองหัก เพื่อนำไปคำนวณค่าความแข็งแรง

สูตรคำนวณค่าความแข็งแรง

$$R = \frac{3 wl}{2 bh^2}$$

R = ค่าความแข็งแรงของดิน (กก./ซม.²)

W = แรงกดที่ทำให้แท่งทดลองหัก (กก.)

l = ระยะห่างของแท่นรองรับแท่งทดลอง (ซม.)

b = ความกว้างของแท่งทดลอง (ซม.)

h = ความหนาของแท่งทดลอง (ซม.)

2.15 สมบัติทางเคมีของดิน (Chemical Properties of Clay)

สมบัติทางเคมีของดินในที่นี้ เปอร์เซ็นต์ของสารประกอบที่เจือปนอยู่ในเนื้อดินแต่ละแหล่ง ซึ่งแตกต่างกัน ดินที่มีความทนไฟสูง จะมีเปอร์เซ็นต์ของ Al_2O_3 มาก หรือดินที่มีเปอร์เซ็นต์ของ Fe_2O_3 มากจะมีสีแดงเข้มหลังเผา แต่ดินที่มีเปอร์เซ็นต์ของ SiO_2 สูงจะเป็นดินที่ร่วน มีความเหนียวน้อย เป็นต้น

2.16 สารประกอบหลักในเนื้อดิน (Main Compounds in Clay)

จากสูตรโครงสร้างของดิน ซึ่งมีสูตรว่า $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2H_2O$ นั้นจะประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์ของสารประกอบต่างๆ ดังนี้

Al_2O_3 = 39.5 เปอร์เซ็นต์

$2 SiO_2$ = 46.5 เปอร์เซ็นต์

$2H_2O$ = 14.0 เปอร์เซ็นต์

นอกเหนือจากสารประกอบตามข้างต้นนี้ เนื้อดินยังมีเปอร์เซ็นต์ของสารประกอบอื่นๆ เจือปนอยู่ด้วย เช่น Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O เป็นต้น

สมบัติของสารประกอบที่เจือปนอยู่ในเนื้อดิน

จากผลการวิเคราะห์สารประกอบในเนื้อดิน จะพบว่ามีสารประกอบหลักที่สามารถวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ได้อยู่จำนวนหนึ่ง สมบัติของสารประกอบหลักแต่ละสูตรโครงสร้างสามารถสรุปได้ดังนี้

ซิลิกา (Silica)

ซิลิกา มีสูตร โครงสร้างคือ SiO_2 เป็นสารประกอบที่สำคัญของดิน เปลี่ยนแปลงสภาพมาจากการผุพังของหินควอตซ์ (Quartz) กลายเป็นทรายเม็ดเล็กๆ จนถึงละเอียดมากแทรกอยู่ในเนื้อดิน ซิลิกาที่เจือปนอยู่ในเนื้อดิน ได้แก่

Quartz	}	(SiO ₂)
Flint		
Sand		

ซิลิกา มีผลต่อการหดตัวของเนื้อดิน กล่าวคือ ดินที่มีซิลิกาที่หยาบจะหดตัวน้อยแต่ถ้าดินที่มีซิลิกาที่ละเอียดๆ ดินนั้นจะหดตัวมากด้วย นอกจากนี้ยังช่วยให้ดินมีความทนไฟได้ด้วย

อะลูมินา (Alumina)

อะลูมินา มีสูตร โครงสร้างคือ Al_2O_3 เป็นสารประกอบที่เกิดปะปนอยู่ในเนื้อดินที่เปลี่ยนแปลงมาจากการผุพังของหินชนิดต่างๆ แล้วแทรกเป็นเนื้อเดียวกันกับดิน อะลูมินาที่เจือปนอยู่ในเนื้อดิน ได้แก่

Gibbsite	(Al ₂ O ₃ . 3H ₂ O)
Bauxite	(Al ₂ O ₃ . 2H ₂ O)
Diaspore	(Al ₂ O ₃ . H ₂ O)

อะลูมินา มีผลต่อความทนไฟของเนื้อดิน กล่าวคือ ดินที่เปอร์เซ็นต์ของอะลูมินาสูงจะมีความไฟสูงด้วย

เหล็ก (Iron)

เหล็ก มีสูตร โครงสร้างในเนื้อดินคือ Fe_2O_3 เป็นสารประกอบที่พบในดินทั่วไป เพราะเป็นสารประกอบที่รวมตัวกับธาตุอื่นได้ง่าย เหล็กในเนื้อดินจะอยู่ในรูปของสารประกอบต่อไปนี้

Hematite	(Fe ₂ O ₃)
Limonite	(2Fe ₂ O ₃ . H ₂ O)
Pyrite	(FeS ₂)

เหล็กมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีดิน กล่าวคือ ดินที่มีเปอร์เซ็นต์ของเหล็กมาก เมื่อเผาจะปรากฏเนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีสีแดงเข้ม หรือปรากฏให้เห็นในรูปของเหล็กที่หลอมละลายบนผิวผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์บ้านด่านเกวียน จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น

แคลเซียม (Calcium)

แคลเซียม มีสูตรโครงสร้างในเนื้อดินคือ CaO เป็นสารประกอบที่เปลี่ยนแปลงมาจากหินปูนที่เกิดแทรกอยู่ในหินพื้นน้ำ หรือหินแกรนิต แคลเซียมในเนื้อดินถ้าเกิดในรูปของแร่แคลไซต์ (CaCO_3) หรือโดโลไมต์ ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) มีผลต่อเนื้อดิน คือช่วยเพิ่มความต้านทานต่อแรงดึงให้แก่เนื้อดิน แต่ถ้าเกิดในรูปของแรยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) จะมีผลต่อเนื้อดิน คือทำให้เกิดคราบสีขาวของเกลือซัลเฟตที่ผิวผลิตภัณฑ์เมื่อแห้ง และยังมีผลทำให้ดินนั้นมีความต้านทานต่อแรงดึงน้อยลง

แมกนีเซียม (Magnesium)

แมกนีเซียม มีสูตรโครงสร้างคือ MgO เป็นสารประกอบที่เกิดปะปนในเนื้อดินน้อยมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของหินปูน ซึ่งแมกนีเซียมเป็นสารประกอบหนึ่งที่มีมักเกิดร่วมกับหินปูนเมื่อมีการวิเคราะห์แยกสารประกอบในเนื้อดิน จึงมักปรากฏสารประกอบของแมกนีเซียมอยู่ด้วยเสมอ และจะพบว่าปริมาณของแมกนีเซียมจะมีไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมจะมีผลต่อเนื้อดินเช่นเดียวกับแคลเซียม เพราะเป็นสารประกอบในกลุ่มแอลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline Earth) เช่นเดียวกัน

โพแทสเซียมและโซเดียม (Potassium and Sodium)

โพแทสเซียมและโซเดียม มีสูตรโครงสร้างในเนื้อดินคือ K_2O และ Na_2O ตามลำดับเป็นสารประกอบกลุ่มค่างที่ทำให้ดินมีความทนไฟต่ำ โพแทสเซียมและโซเดียมสามารถใช้ทดแทนกันได้ในการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของสารประกอบในเนื้อดิน พบว่าบางครั้งไม่สามารถวิเคราะห์แยกออกจากกันได้ ผลการวิเคราะห์จึงต้องใช้สูตรรวมว่า KNaO โพแทสเซียมและโซเดียมจะเกิดเจือปนอยู่ในเนื้อดินตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของหินพื้นน้ำ (Feldspar) ที่ผุพัง และมีผลกระทบต่อเนื้อดิน เช่นเดียวกับ Calcium และ Magnesium (อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543 : 32)

2.17 การเตรียมดินโดยวิธีผสมแห้ง (Dry method)

ดินที่ขุดมาได้ต้องผึ่งแดดให้แห้งก่อน แล้วทุบเป็นก้อนเล็กกลง นาดินที่แห้งแล้วเข้าเครื่องบดย่อยแบบฉ้อน (Hammer mill) ดินที่ออกมาจากเครื่องบดจะเป็นผงละเอียด เมื่อได้ดินฝุ่นที่ออกจากเครื่องย่อยแล้ว นำมาชั่งตวงโดยน้ำหนักตามสูตรส่วนผสมของดิน เช่นดินดำ 50 กก. ดินเหลือง 20 กก. ทราขละเอียด 10 กก. เฟลด์สปาร์ 10 กก. และดินเชื้อ 10 กก. เป็นต้น อัตราส่วนผสมของดินตามสูตรเมื่อชั่งเรียบร้อยแล้ว ควรนำมาร่อนผ่านตะแกรง 1 ครั้ง เพื่อให้วัตถุบดทั้งหมดคลุกเคล้าเข้ากันดี แต่ถ้าเป็นโรงงานขนาดใหญ่การเตรียมดินในปริมาณมากๆ จะให้ตะแกรงสั่นสะเทือนที่ร้อนได้รวดเร็วโดยสามารถเปลี่ยนความถี่ของรูตะแกรงได้เมื่อวัตถุบดเข้ากันดีแล้ว นำวัตถุบดมาคลุกเคล้าผสมกับน้ำให้เปียกโดยเกลี่ยวัตถุบด หนาประมาณ 5 ซม. ให้ทั่วบริเวณพื้นแล้วใช้น้ำพรมให้ทั่ว รอยดิน

ชั้นที่สองให้หนา 5 ซม. แล้วใช้น้ำพรมใหม่ ชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 ก็ทำแบบเดียวกันจนได้ดินกองใหญ่พอขนาดได้ จะใช้วิธีนวดด้วยมือและย่ำด้วยเท้า หรือนวดด้วยเครื่องนวดระบบสูญญากาศเมื่อได้ดินเหนียวที่ผสมตามสูตรอัตราส่วนตามต้องการ ควรนำดินเหนียวนี้ไปหมักไว้ก่อนใช้งาน 5-7 วัน เพื่อเพิ่มความเหนียวโดยใช้ถุงพลาสติกหนา ห่อไว้เป็นท่อนๆ ขนาดคนแบกได้สะดวก 10 กก. การหมักดินจะต้องเก็บไว้ในห้องมื่อๆ ที่มีอากาศชื้นและเย็น การนำดินมาใช้งานควรนวดใหม่ทุกครั้งเพื่อตรวจดูความชื้นของดินว่ามีความชื้นพอเหมาะในการขึ้นรูปหรือไม่ การเตรียมดินโดยวิธีผสมแห้งนี้สามารถทำได้ง่าย ไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการเตรียมดินหลายชนิด เหมาะสำหรับเนื้อดินที่ค่อนข้างหยาบ เช่นดินทำอิฐ ดินปั้นกระถาง ดินสำหรับช่างปั้นพื้นบ้าน ในต่างประเทศ ช่างปั้นทำงานส่วนตัวมักใช้วิธีผสมดินในอ่างอาบน้ำเก่าที่เป็นสังกะสีเคลือบโดยชั่งดินตามสูตรส่วนผสมแล้วลงไปย่ำด้วยเท้าจนเข้ากันได้ดีแล้วนำไปหมักไว้ ก่อนใช้จะต้องนำมานวดใหม่

2.18 การเตรียมดินโดยวิธีผสมเปียก (Wet method)

การเตรียมดินโดยวิธีผสมเปียก เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาที่ต้องการใช้ดินเนื้อละเอียด ดินที่นำมาใช้สามารถใช้ได้ทั้งดินล้าที่อัดเป็นแผ่น (Filter cake) ที่ยังมีความชื้นอยู่หรือดินล้าเป็นแผ่นแต่ตากแห้งแล้ว ดินที่ยังไม่ได้ผ่านการล้าไม่ควรนำไปผสมเตรียมน้ำดินหล่อ จะทำให้เนื้อดินมีคุณภาพต่ำลง นำดินและวัตถุดิบอื่นๆ ชั่งตามอัตราส่วนผสมตามขนาดความจุของหม้อบด (Ball mill) เช่นดินขาว 75 กก. ดินดำ 15 กก. ควอทซ์ 10 กก. น้ำหนักรวมลิดจากร้อยเสมอ ตรวจสอบภายในหม้อบดให้มีปริมาณ ของอย่างต่ำ 50 เปอร์เซ็นต์ หรือครึ่งหนึ่งของหม้อบด เติมวัตถุดิบลงไปประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่องว่าง และเติมน้ำลงไปอีก 20 เปอร์เซ็นต์ ของช่องว่างที่เหลือ ให้มีช่องอากาศ 10 เปอร์เซ็นต์ บดตามระยะเวลาที่กำหนดจะได้น้ำดินชั้นๆ ในการเตรียมดินของโรงงานอุตสาหกรรมใหญ่ๆ แต่ละแห่งมีเทคนิคและวิธีการไม่เหมือนกัน บางแห่งนิยมบดวัตถุดิบแต่ละชนิดจนละเอียดก่อน เช่นเฟลด์สปาร์ ควอทซ์ เมื่อวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวถูกจนละเอียดกรองผ่านตะแกรง 150 เมช หรือ 200 เมช ตามต้องการได้แล้ว นำมาผสมดีหรือกวนดินในถังกวน (Blunger) โดยใช้ดินเหนียวที่ล้าแล้วอัดเป็นแผ่น ลงตีในถังกวนดินร่วมกับน้ำยาตามอัตราส่วน หรือเตรียมโดยการบดวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวให้ละเอียดก่อนแล้วเติมน้ำขาว ดินดำลงภายหลัง

เมื่อน้ำดินบดละเอียดได้ขนาดตามต้องการ ทดสอบโดยตักดิน 100 cc. กรองผ่านตะแกรง 150 เมช หรือ 200 เมช ซึ่งเป็นมาตรฐานในการทดสอบดินทุกครั้ง ถ้ายังเหลือเศษค้างตะแกรงมาก จะต้องบดต่อไปจนกว่าดินจะละเอียดได้มาตรฐานเท่าเดิมตามที่ต้องการ เมื่อดินขดละเอียดดีแล้วจะถูกสูบเข้าเครื่องดูดแร่เหล็กออกจากน้ำดิน ดินที่ออกจากเครื่องแยกเหล็กจะไหลไปยังบ่อเก็บดิน ถ้าต้องการทำ

น้ำดินให้เป็นดินเหนียวก่อน จะต้องนำดินไปกรองให้แห้ง หรือสูบน้ำดินเข้าเครื่องบีบน้ำออกจากดินอีกครั้ง ดินแผ่นที่ออกจากเครื่องอัดดินจะมีความชื้นอยู่ในดินประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ นำดินแผ่นมาเข้าเครื่องนวดสูญญากาศจะได้ดินก้อนที่มีความชื้นสม่ำเสมอทั้งก้อน ดินที่นวดเสร็จแล้วควรนำไปหมักไว้ 5 - 7 วันก่อนใช้

วิธีผสมเปียกแบบง่ายๆ สามารถทำได้ โดยลดขั้นตอนต่างๆ ลงไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการเตรียมดินหลายชนิด เตรียมดินโดยนำดินไปผึ่งแดดให้แห้งก่อน แล้วนำมาแช่น้ำให้ดินแตกตัวละลายในน้ำให้ทั่ว 1 ชั่วโมง ใช้ไม้กวนดินให้ทั่วกันแล้วกรองผ่านตะแกรง 60 เมช 1 ครั้ง ครั้งที่ 2 กรองผ่านตะแกรง 100 เมช ทราบที่ก้นถึง تهทิ้งไป วิธีนี้เป็นการล้างดินปริมาณน้อยด้วยแรงคนไม่ใช้เครื่องจักรช่วย เมื่อได้น้ำดินละเอียดตามต้องการแล้ว ชั่งวัตถุดิบอื่นๆ ตามอัตราส่วนที่เป็นมาตรฐานของโรงงานเช่น น้ำดิน 2 ถึง ต่อเฟดส์สปาร์ หรือควอทซ์ 1 กก. กวนวัตถุดิบแห้งให้เข้ากับน้ำดินขึ้น อาจจะกรองผ่านตะแกรงอีกครั้งเพื่อให้ส่วนผสมต่างๆ ของเนื้อดินเข้ากันดีขึ้นหมักดินให้ตกตะกอนในบ่อเก็บ 2 - 3 วัน สูบน้ำใสๆ ตอนบนทิ้งหรือปล่อยน้ำทิ้งไปจนเหลือแต่เนื้อดินชั้นๆ แล้วกวนน้ำดินให้เข้ากันอีกครั้ง วัตถุดิบพวกทรายละเอียดและควอทซ์จะตกตะกอนอยู่กันถึงกวนดินจนเข้ากันดีแล้วเทน้ำดินกรองบนลานตากดิน ที่ทำด้วยวิธีก่ออิฐฉาบปูนแบบง่ายๆ หรือเป็นบ่อซีเมนต์สี่เหลี่ยมพื้นผ้าสูงประมาณ 50 ซม.

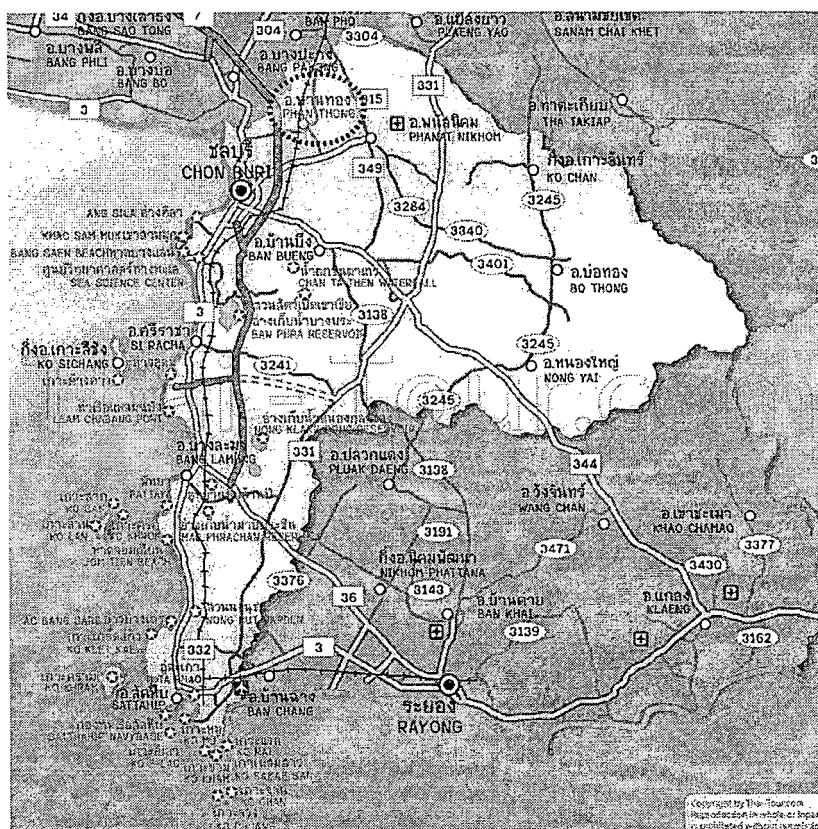
ในสมัยก่อนไม่มีเครื่องบีบน้ำออกจากดินต้องใช้วิธีกรองดินโดยการผึ่งแดดให้น้ำแห้ง ซึ่งบางครั้งในฤดูฝนการทำงานจะต้องหยุดชะงักลง การกรองดินแบบเก่าใช้ภาชนะเผาดิบบ้าง ใช้กะบะปูนพลาสติกบ้าง หรือถ้าเป็นโรงงานใหญ่จะสร้างบ่อกรองดินหลายบ่อ ถ้าเป็นประเทศที่อากาศหนาวเย็นก็จะมีช่องใส่พื้นอยู่ข้างใต้ลานกรองดินด้วย น้ำดินเหลวจะถูกเทลงในบ่อกรองดินจนสูง 15 - 20 ซม. น้ำดินจะต้องไม่โดนแดดโดยตรง ต้องมีฝาปิดเป็นแผ่นลอนสังกะสีสำหรับมุงหลังคาไว้กันแดดกันฝนได้ น้ำดินเมื่อโดนแดดโดยตรงจะแห้งเป็นแผ่นขึ้นมาที่ผิว ปกติต้องใช้เวลาในการกรองดินอยู่ประมาณ 5 - 7 วัน ดินจึงจะแห้งใช้การได้ ดังนั้นต้องมีลานกรองดินหรือบ่อซีเมนต์กรองดินหลายๆ บ่อ เรียงกันไปเพื่อจะได้เตรียมดินได้ทันการใช้งานอย่างต่อเนื่อง

2.19 อุตสาหกรรมการทำอิฐ อำเภอบางบาล จังหวัดชลบุรี

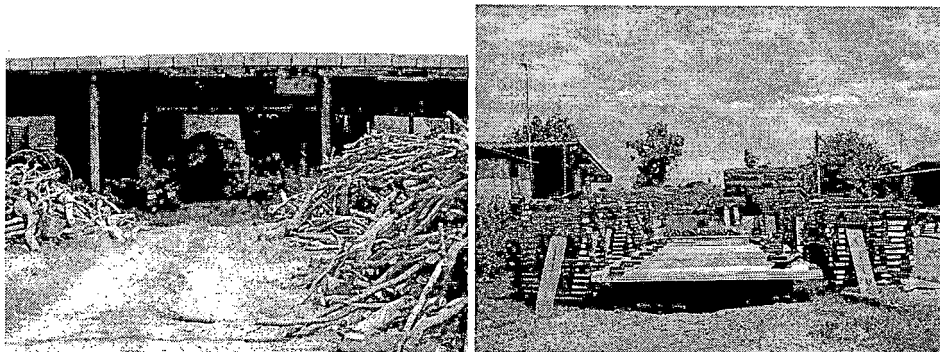
ธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐอำเภอบางบาล จังหวัดชลบุรีนั้น มิได้มีกำรบันทึกเรื่องราว หรือมีหลักฐานที่แน่นอน แต่จากการสัมภาษณ์ทำให้ทราบได้ว่า ธุรกิจอุตสาหกรรมอิฐในพื้นที่ชลบุรี เกิดจากกลุ่มชาวมอญจังหวัดปทุมธานี ได้อพยพเข้ามาอยู่ในบริเวณริมคลองใหม่ ตำบลบางบาล จังหวัดชลบุรี โดยกลุ่มชาวมอญได้นำวิธีการทำอิฐเข้ามาเผยแพร่ในพื้นที่ แต่ข้อมูลบางส่วนกล่าวว่า ได้มีการ

ว่าจ้างกลุ่มชาวมอญปทุมธานีให้มาทำอิฐ โดยใช้ดินจากแหล่งคลองใหม่ และผู้ว่าจ้างเป็นผู้นำอิฐไปขาย อย่างไรก็ตามอาจจะกล่าวได้ว่า ชาวมอญนั้นมีวิถีชีวิตที่สัมพันธ์กับเครื่องปั้นดินเผามาแต่อดีต โดยกลุ่มชาวมอญได้อพยพเข้ามาอาศัยอยู่ในประเทศไทย ตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาเป็นระยะๆ ผู้ที่ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับมอญในประเทศไทย สันนิษฐานว่าชาวมอญเกาะเกร็ดและชาวมอญที่ปทุมธานี นั้น เป็นชาวมอญที่อพยพมาจากเมืองเมาะตะมะ เมืองเมาะลำเลิง และหมู่บ้านอาม่าน ทางตอนใต้ของเมืองหงสาวดี โดยเข้ามาตั้งถิ่นฐานที่ในไทย ครั้งใหญ่ๆ คือ ในปีพ.ศ. 2317 สมัยพระเจ้าตากสินมหาราช ที่ได้รับพระบรมราชานุญาตให้ตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนอยู่ที่แขวงเมืองนนท์ และได้แยกกันตั้งถิ่นฐานกระจัดกระจายทั่วไป แต่ส่วนใหญ่ตั้งบ้านเรือนอยู่ในแถบที่เป็นอำเภอปากเกร็ดในปัจจุบัน

ต่อมาในปีพ.ศ. 2358 ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย ชาวมอญได้อพยพเข้ามาอีก โดยพระองค์ทรงให้ชาวมอญตั้งบ้านเรือนที่ปากเกร็ด และตามเส้นทางที่เข้าสู่จะยกทัพเข้าสู่เมืองหลวง และตามลำน้ำต่างๆ เช่น ที่สามโคก ปากเกร็ด นนทบุรี กาญจนบุรี บ้านโป่ง โขธาราม เมืองราชบุรี และเมืองสมุทรสงคราม เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 2.2 โรงงานผลิตอิฐ ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่อำเภอพานทอง

ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่ชาวมอญได้ถูกขัง และได้อพยพโยกย้ายไปยังพื้นที่ต่างๆ และส่วนหนึ่งได้อพยพเข้ามาอยู่ในพื้นที่อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี โดยนำวิธีการทำอิฐอันเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องปั้นดินเผามายึดเป็นอาชีพ ก่อนที่จะแพร่กระจายและมีผู้คนในท้องถิ่นทำสืบต่อกันมา

การทำอิฐของชาวมอญที่พานทองนั้น จะใช้วิธีการถมดินเลนจากในคลองขึ้นมากองไว้ตามริมตลิ่ง เป็นกองๆ ตามแนวรยทางแล้วนำมาผสมกับแกลบหมักไว้ในกะบะทิ้งไว้ 1 คืน เช้าวันรุ่งขึ้นจึงนำดินนั้นมาอย่าให้เข้ากัน ซึ่งเป็นการนวดดิน จากนั้นนำดินใส่พิมพ์ไม้ขนาดประมาณ 3.5 x 7 นิ้วหนา 1.5 นิ้ว ตบดินเบาๆ และเอามือปาดให้เสมอ โดยใช้ซี่เก้าเป็นตัวช่วยให้ดินหลุดออกจากพิมพ์ไม้และไม่ให้ก้อนดินติดกัน ดังนั้น แกลบจึงเป็นส่วนผสมในการทำอิฐและซี่เก้าเป็นตัวกันติด

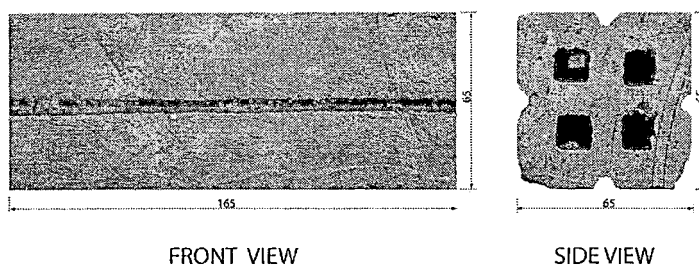
อิฐเหล่านี้เป็นอิฐก้อนตันไม่มีรู ทำได้วันละ 300 - 400 ก้อน ต่อคนต่อวัน ซึ่งการทำอิฐลักษณะนี้ เป็นการทำในช่วงแรกประมาณ 3 - 4 ปี โดยทำการเผาด้วยวิธีการสุ่มเผาด้วยแกลบ ซึ่งเตาแกลบนี้จะมีความร้อนประมาณ 200 - 300 องศาเซลเซียส

จากนั้นจึงได้มีการพัฒนาในหลายๆ ส่วน โดยมีการใช้ดินจากท้องนา ในเขตอำเภอพานทอง มาทำอิฐทดแทนดินเลนที่ขุดจากย่านคลองใหม่ แต่ยังคงใช้วิธีการอัดดินลงในพิมพ์ไม้ด้วยมือที่ละก้อน และใช้ซี่เก้าเป็นตัวกันติด โดยใช้วิธีการเผาด้วยการสุ่มแกลบ

ในขณะที่เดียวกันก็ได้มีการพัฒนาโดยพี่น้องเครือญาติสกุล แซ่เตียว โดยนายไถง แซ่เตียว ที่เคยเป็นผู้ว่าจ้างชาวมอญให้มาทำอิฐในพื้นที่พานทองแล้ว ยังได้ให้นายแปะน้ำ แซ่เตียว ผู้ซึ่งเคยเห็นเตาเผาอิฐจากเมืองจีน เป็นผู้ก่อเตาเผาอิฐรูปทรงกระโจมแบบในปัจจุบันเป็นคนแรก โดยนายไถง ได้เรียนรู้วิธีการก่อเตาจากนายแปะน้ำ และเลิกกิจการ โรงอิฐแต่รับเป็นผู้รับจ้างก่อเตาเผาอิฐ นับแต่ พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา

นอกจากนี้ นายเป่งเซี่ย แซ่เตียว เครือญาติกับนายไถง แซ่เตียว และนายแปะน้ำ แซ่เตียว ซึ่งได้ดำเนินกิจการ โรงอิฐเช่นกัน และเป็นผู้มีความรู้ทางด้านช่าง หรืออาจจะเคยเห็นเครื่องจักรกลใน การทำงานบางชนิด จึงได้ดัดแปลงเครื่องจักรกล เพื่อใช้ในการ โม่ผสมดินแทนการใช้เท้าเหยียบย่ำ และรีดออกมาเป็นก้อนอิฐแบบในปัจจุบัน ซึ่งการพัฒนาเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอยู่ในช่วงเวลา พ.ศ. 2508 – 2513 ซึ่งถือเป็นการดำเนินการของโรงงานอิฐในระยะแรก ต่อมาจึงมี โรงอิฐประเสริฐชัย ที่เกิดขึ้นในระยะเวลาใกล้เคียงกัน อันถือเป็น โรงอิฐรุ่นแรกๆ และได้มีการดำเนินกิจการสืบต่อเนื่องมา จนปัจจุบัน ในขณะที่เดียวกันก็ได้มีการก่อตั้ง โรงงานทำอิฐในช่วงหลัง โดยได้มีการขยายกิจการทั้งใน ส่วนของการก่อตั้งใหม่ การขยายกำลังการผลิต โดยเฉพาะในช่วงปี พ.ศ. 2526 เป็นต้นมา ซึ่งโรงงาน ที่สำคัญและมีกำลังการผลิตสูง ได้แก่ โรงงานฟาร์มประเสริฐพันธ์

ธุรกิจอุตสาหกรรมอิฐมักจะสัมพันธ์กับธุรกิจการก่อสร้าง ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ และภาวะ เศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้น นับแต่ในปีพ.ศ. 2526 เป็นต้นมา จนถึงปีพ.ศ. 2538 ธุรกิจอุตสาหกรรม อิฐได้มีการขยายกำลังการผลิต แต่อาจมีอยู่บ้างที่บางโรงงาน โดยเฉพาะ โรงงานขนาดเล็กได้เลิกกิจการ ทั้งนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผลมาจากไม่มีผู้สืบทอดกิจการ และยังต้องใช้เงินลงทุนสูงในการซื้อที่ดิน เพื่อนำดินมาใช้ในการผลิต เพราะฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า ธุรกิจอุตสาหกรรมอิฐที่สามารถอยู่ได้และ ขยายกิจการได้นั้น จะมีแต่เฉพาะผู้ที่มีเงินทุนสูง และมีความพร้อมเท่านั้น เพราะนับแต่ปีพ.ศ. 2540 เป็นต้นมา ธุรกิจการทำอิฐ ธุรกิจและการก่อสร้างได้ซบเซาลงมาตามภาวะวิกฤตทางเศรษฐกิจของ ประเทศและมาเริ่มฟื้นตัวอีกครั้งในช่วงปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2545)



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่าง อีฐที่ผลิตจากโรงงานอีฐ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี

2.20 การบริหารจัดการอุตสาหกรรมการทำอีฐ

จากความเป็นมาของอุตสาหกรรมการทำอีฐ อำเภอพานทอง ที่ได้ดำเนินการมากกว่า 30 ปี บางส่วนอาจได้รับเทคโนโลยีแบบพื้นบ้านจากแหล่งต่างๆ โดยเฉพาะกลุ่มชาวมอญและชาวไทยในพื้นที่ปทุมธานี ที่มีการอพยพโยกย้ายเข้ามาทำอีฐ ในพื้นที่อำเภอพานทอง รวมทั้งการพัฒนาเทคนิควิธีการต่างๆ ในการทำอีฐ ตลอดในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิต เครื่องจักร เครื่องกล เตเผา รวมทั้งการบริหารจัดการและการวางแผนต่างๆ ทำให้อุตสาหกรรมการทำอีฐพานทองมีการพัฒนาขึ้น จนถูกจัดเข้าเป็นหนึ่งในโครงการ หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ของจังหวัดชลบุรี

อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมการทำอีฐพานทอง นับเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่กล่าวได้ว่ามีทั้งการอนุรักษ์และการพัฒนา และเป็นเรื่องราวที่น่าสนใจเรียนรู้เป็นอย่างมาก ทั้งนี้ส่วนสำคัญของอุตสาหกรรมการทำอีฐพานทอง ก็นอกจากจะกล่าวได้ว่าเป็นการพัฒนามาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่มีการทำด้วยคนในครอบครัว 7 – 8 คน ไม่มีเครื่องจักรกล และใช้พื้นที่ไม่มาก ใช้เงินลงทุนเพียงเล็กน้อย และมีกำลังการผลิตต่ำ มาสู่อุตสาหกรรมขนาดย่อม แต่การทำอีฐในลักษณะอุตสาหกรรมในครอบครัวก็ต้องปิดตัวลงไปโดยปริยาย โดยเหลือเพียงแหล่งโรงงานที่สามารถต่อสู้กับสภาวะการณ์ต่างๆ โดยเฉพาะภาวะเศรษฐกิจถดถอย การชงกันของธุรกิจการก่อสร้าง ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา และแม้ว่าสถานการณ์ทางเศรษฐกิจจะดีขึ้น และธุรกิจการทำอีฐกระเตื้องขึ้น แต่ก็ยังไม่อยู่ในสภาพที่ดีเหมือน 20 ปีที่ผ่านมา

ดังนั้น ข้อมูลการบริหารจัดการเกี่ยวกับธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐในปัจจุบัน จึงเป็นข้อมูลสำคัญที่จะช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับธุรกิจการทำอิฐได้ดี และเป็นแนวทางในการบริหารจัดการธุรกิจอุตสาหกรรมที่มีความใกล้เคียงกันได้ ทั้งนี้ การบริหารจัดการธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐพานทองนี้มีประเด็นหลักๆ ดังนี้

- 2.2.0.1 สถานที่ / ที่ดิน / เตาเผา ในธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐนั้น พื้นที่นับมาเป็นสิ่งจำเป็นมาก ดังจะเห็นได้ว่าแต่ละโรงงานได้มีพื้นที่ค่อนข้างกว้างขวาง โดยพื้นที่ของโรงงานอิฐจะมีขนาดตั้งแต่ 5 – 10 ไร่ โดยสามารถจัดแบ่งพื้นที่แต่ละกิจกรรมได้ ดังนี้
- พื้นที่ตั้งเตาเผาประมาณ 200 x 300 ตารางเมตร
 - พื้นที่หมัก – เก็บดิน 100 x 150 ตารางเมตร
 - พื้นที่ตากอิฐ (กลางแจ้ง) 1 เจ้า* = 200 ตารางเมตร (ตากอิฐได้ 30,000 – 40,000 ก้อน)
 - พื้นที่เก็บเรียงพื้น 50 ตารางเมตร
 - พื้นที่หน้าเตาเผา 70 ตารางเมตร
 - พื้นที่ไม้ดิน 100 x 120 ตารางเมตร
 - เตาเผาส่วนใหญ่แต่ละโรงงานจะมีเตาเผา 4 – 7 เตา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 – 12 ศอก

* เจ้า = เป็นคำเรียกที่หมายถึงกลุ่มคนที่มารับจ้างเหมาทำการผลิตอิฐ

2.2.0.2 เทคโนโลยี / เครื่องจักรกล ดังได้กล่าวแล้วว่า แต่เดิม การทำอิฐนับเป็นการทำงานหรืออาชีพในครัวเรือน แต่ปัจจุบันธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐจะอยู่ได้ก็ด้วยการทำในเชิงธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดย่อม และที่สำคัญคือจะต้องมีการใช้เทคโนโลยี เครื่องจักรกลต่างๆ มาช่วยเท่าที่จำเป็น เนื่องจากปัญหาค่าจ้าง ค่าแรง และปัญหาการดูแลต่างๆ และที่สำคัญ คือ การทำอิฐได้พัฒนาเปลี่ยนแปลงจากการทำอิฐด้วยการนำดินใส่พิมพ์ไม้ที่ละก้อน เมื่อราว 30 ปีก่อน มาเป็นการขึ้นรูปด้วยการโมรีดิน ดังนั้น ในธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐในปัจจุบัน จึงมีการใช้เครื่องจักรกลต่างๆ ดังนี้

- รถแบคโคร ใช้ในการขุด โยกดิน ดันดิน
- รถเกรด ใช้ในการเกรดดิน เกรดอิฐ หรืออื่นๆ
- รถยก ใช้ในการยกกะบะพื้น และยกกะบะอิฐดิบจากพื้นที่ต่างๆ มาไว้ในบริเวณเตาเผา
- เครื่องโม / ริดดิน ใช้ในการ โมบดิน และรีดออกมาเป็นก้อนอิฐ
- สายพานลำเลียง ใช้ในการลำเลียงอิฐดิบเข้าเตาเผา และลำเลียงอิฐสุกออกจากเตาเผา

2.20.3 วัสดุอุปกรณ์ วัสดุอุปกรณ์ในที่นี้หมายถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนของการผลิต บ้างมีจำนวนมากและบ้างจำนวนพอสมควร ซึ่งบางส่วนเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็น แต่บางส่วนก็เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว แต่ทั้งนี้บางโรงงานก็อาจมีการเลือกใช้ อุปกรณ์ที่แตกต่างกันไปหรือไม่มีการใช้ก็ได้ ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่

- กะบะตาค เป็นไม้แผ่นยาวคู่ต่อขา ใช้ในการเรียงอิฐจากที่รีดแล้ว เพื่อนำออกตาก (ซึ่งบางโรงงานมีเป็นหมื่นๆ ชิ้น)
- แผงสังกะสีแบบลอน ใช้ในการปิดคลุมอิฐที่ตากป้องกันฝน ป้องกันน้ำค้างในบางช่วงเวลา
- กะบะพื้น (Pallet) เป็นกะบะเหล็ก โปร่ง เพื่อใช้ในการใส่พื้นเรียงจนเต็ม และรถยกสามารถยกมาไว้ใกล้เตาเผาได้ โดยแต่ละกะบะบรรจุอิฐได้ 4,000 ก้อน
- ตู้ใส่อิฐดิบ เป็นตู้ทึบ 3 ด้าน ดัดล้อ ใช้ในการใส่อิฐดิบที่แห้งแล้ว เรียงใส่จนเต็ม และเข็นมาไว้ในบริเวณเตาเผาเพื่อลำเลียงเข้าเตาต่อไป

2.20.4 วัสดุดิบ วัสดุดิบที่ใช้ในการผลิตอิฐสามารถจัดแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งคือ ดินที่ใช้ในการทำอิฐ ซึ่งได้แก่ดินจากแหล่งพานทอง โดยเป็นดินเหนียวจากท้องถิ่น ที่อยู่ในเขตอำเภอพานทอง และบางส่วนของอำเภอนันทนิคมที่ติดต่อกับตำบลหนองกะขะ อำเภอพานทอง

ดินเหนียวพานทองจะอยู่ลึกจากระดับผิวดินประมาณ 50 – 150 เซนติเมตร มีความเหนียวและมีความทนไฟสูง และต้องเผาในอุณหภูมิค่อนข้างสูง จึงจะมีความแข็งแรง

นอกจากดินแล้ว วัสดุดิบที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ ฟืน เชื้อเพลิง ที่ใช้ในการเผาอิฐ ซึ่งฟืนที่โรงอิฐต่างๆ ใช้ในการเผาอิฐจะมี 2 ประเภท คือ

- 1) ฟืนไม้เบญจพรรณ เป็นฟืนจากไม้เบญจพรรณหลากหลายชนิดด้วยกัน เช่น ไม้กระถ่อน ไม้มะม่วง ไม้ทุเรียน ซึ่งจะซื้อจากแหล่งสวนแถบจังหวัดระยอง
- 2) ฟืนไม้ยาง เป็นฟืนที่ซื้อจากโรงงานเลื่อยไม้ยาง ซึ่งหาได้ง่ายกว่า และมีความสะดวกในการเลื่อยลำเลียง เนื่องจากมีขนาดไม้แตกต่างกัน และที่สำคัญฟืนไม้ยาง แม้จะเปียก แต่ก็ให้ไฟที่แรงเนื่องจากมียางไม้ ทั้งนี้แต่ละโรงงานก็มีการเลือกใช้ฟืนที่แตกต่างกัน ฟืนที่ใช้ในการเผา แต่ละครั้งประมาณ 26 กะบะ หรือ 2 -3 เทียบของรถบรรทุก 10 ล้อ

2.20.5 การจัดการผลิต ในด้านการจัดการผลิตนั้นเป็นเรื่องซับซ้อน แต่เจ้าของธุรกิจได้ดำเนินการ เพื่อให้สะดวกรวดเร็วลดปัญหาของการจัดการผลิต แต่เดิมได้มาก ดังนั้น จาก

การสัมภาษณ์ของเจ้าของธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐ จึงสามารถสรุปประเด็นการจัดการหลักๆ ได้ดังนี้

1) การจ้างเหมาโมดิน ปัจจุบัน โรงงานอิฐได้ดำเนินการจ้างเหมาให้มีการรับช่วงในการโมและรีดดิน โดยที่ผู้มารับงานจะมีกลุ่มหรือว่าจ้างคนมาทำเอง ซึ่งแต่ละเครื่องจะประกอบด้วยคนทำงาน 7 คน ทั้งนี้เป็นการรับเหมาทำการผลิตอย่างเดียว วัสดุอุปกรณ์และวัตถุดิบเป็นของโรงงาน โดยการจ้างเหมาโมดินจะเริ่มตั้งแต่ขุดนำดินใส่เครื่องบดโม รีด นำออกผึ่งแดด และเรียงเข้าตู้ลำเลียง เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการจ้างเหมา ซึ่งผู้รับเหมาจะต้องรีดอิฐให้ได้ 20,000 ก้อน ก็จะได้เงิน 1,600 บาท ซึ่งราวครึ่งเดือนจะจ่ายค่าจ้างโมดิน แต่ผู้รับเหมาอาจจะนำไปจ่ายกลุ่มรับเหมาเป็นรายวันที่ได้ ทั้งนี้ผู้ทำงานก็จะได้ค่าจ้างหรือค่าแรงเฉลี่ยวันละประมาณ 200 บาทต่อคน หรือบางโรงงานจะติดค่าจ้างเหมาผลิตก้อนละ 15 สตางค์ จะหาใครมาทำก็ได้ โดยมีกระบวนการเช่นเดียวกัน

2) การจ้างเหมานำอิฐดิบเข้าเผา นอกจากการจ้างเหมาในการโมดินผลิตอิฐแล้ว ยังมี การจ้างเหมาในการนำอิฐดิบเข้าเตาเผา ซึ่งจะเป็นคนงานอีก 1 ชุด และเป็นการจ้างแยกต่างหาก โดยผู้เรียงอิฐเข้าเตาเผาต้องเป็นผู้มีความชำนาญสูง สามารถจัดเรียงอิฐได้มากเพียงพอกับขนาดของเตา และต้องจัดเรียงเพื่อให้อิฐสุกอย่างทั่วถึง ซึ่งการเรียงอิฐดิบจำนวน 200,000 ก้อน ต้องใช้คนจำนวน 6-7 คน และใช้เวลาในการเรียงประมาณ 2 วัน แต่บางโรงงานก็เป็นคนงานประจำ ที่ทำหน้าที่ขนเรียงอิฐเข้าเตาเผา โดยจ่ายค่าแรงเป็นรายวัน สำหรับการนำอิฐออกจากเตาเผานั้น จะเป็นการจ้างเช่นเดียวกัน ซึ่งบางส่วนมาจากพ่อค้าคนกลางที่มาขอรับซื้ออิฐไปขาย และบางส่วนอาจเป็นคนงานประจำของโรงงานอิฐเอง ซึ่งจะมีคนที่น่าอิฐสุกออกจากเตาโดยใช้สายพานช่วยในการลำเลียง และมีคนงานลำเลียงขึ้นรถรวมทั้งสิ้นประมาณ 4-6 คน เช่นกัน

3) การจ้างเผา การเผาได้มีการดำเนินการในลักษณะการจ้างเหมาเช่นเดียวกัน โดยจะเป็น การจ้าง 2 ลักษณะ อย่างหนึ่งคือการจ้างเผาเหมาเป็นเตา เตาละ 4,600 บาท โดยใช้คนเผา 2 คนสลับกัน โดยคนเผาจะมีหน้าที่ควบคุมการใส่ฟืน จากเที่ยงวันถึงเที่ยงคืน 1 คนและจากเที่ยงคืนถึงเที่ยงวันอีก 1 คน โดยจะใช้เวลาในการเผาประมาณ 7 วัน 7 คืน แต่บางโรงงานอาจจ่ายค่าเผาเป็นรายวัน จากเช้าถึงเย็นในราคาค่าจ้าง 300 บาท ซึ่งการจ้างเหมา เป็นเตากับการจ้างรายวันจะมีราคาค่าจ้างที่ใกล้เคียงกัน

การดำเนินงานด้วยการตัดส่วนจ้างเหมาแบบในปัจจุบันนี้ นับว่าได้ผลดีมาก เพราะในอดีตนั้นการดำเนินงานโดยการจ้างคนงานประจำ ทำให้ต้องมีคนงานแต่ละส่วนมากและก่อให้เกิดเป็นปัญหาในการบริหารจัดการ และคนงานอาจทำงานได้ไม่เต็มพิกัด

4) การคำนวณราคา / การลงทุน อุตสาหกรรมการทำอิฐได้มีขึ้นในเขตอำเภอพานทองและดำรงอยู่ได้มาจนถึงปัจจุบันในราว 30 กว่าปี ส่วนหนึ่งอาจเป็นโรงงานรุ่นแรก และอีกส่วนหนึ่งเป็นโรงงานที่เกิดขึ้นในช่วงกลางๆ และมีโรงงานอิฐอีกจำนวนไม่น้อยที่จำเป็นต้องล้มเลิกกิจการไป ซึ่งสิ่งสำคัญประการหนึ่งนั่นคือ งบประมาณการลงทุน ที่ทำให้ธุรกิจอุตสาหกรรมแบบในครัวเรือนไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ ทั้งนี้ก็ด้วยการใช้จ่ายเป็นค่าวัสดุอุปกรณ์ การที่ต้องพัฒนาปรับปรุงและต้องมีเงินทุนจำนวนมากพอ ซึ่งในที่นี้จะได้นำเสนอข้อมูล เพื่อให้ทราบเกี่ยวกับเงินลงทุนในการดำเนินการอันเป็นค่าวัสดุ อุปกรณ์ และนำไปสู่การคิดคำนวณราคา ที่สำคัญคือ การผลิตอิฐจะต้องทำให้ได้จำนวนมาก ต้องเผาถึง 5 – 6 เตา กิจการจึงจะอยู่ได้ เนื่องจากการทำอิฐนั้นได้กำไรน้อยมาก (เป็นสตางค์) ซึ่งการลงทุนและการดำเนินการที่เป็นค่าใช้จ่าย ค่าวัสดุและค่าจ้าง มีรายละเอียด ดังนี้

- ค่าก่อเตา (ค่าแรง)	30,000 บาท / เตา
(เตาใช้งานได้นับ 10 ปี)	
- ค่าอิฐก่อเตา ประมาณ 250,000 ก้อน	125,000 บาท
- กะบะไม้ชั้นละ	30 – 40 บาท
- สังกะสีคลุม	70 บาท
- ค่าแรงขันท้า	220 บาท
(เดือนละประมาณ 6,000 / คน / เดือน)	
- ค่าเผาวัลละ	300 บาท
ต้นทุนการผลิต / การคิดต้นทุนต่อก้อน	
- ค่าผลิต	15 สตางค์
- ค่าเผา	2 สตางค์
- ค่าเรียงอิฐเข้า – ออก	5 สตางค์
- ค่าฟืน	10 สตางค์
- ค่าไฟ	1 สตางค์
- อื่นๆ	10 สตางค์

สรุปต้นทุนอิฐโดยเฉลี่ย ก้อนละ 48 – 50 สตางค์ และขายได้ในราคาก้อนละ 55 – 80 สตางค์ แต่ถ้าขายส่งที่มีจำนวนมาก จะได้กำไรก้อนละ 6 – 7 สตางค์เท่านั้น หรือไม่เกิน 10 สตางค์ ดังนั้น จากการที่ต้นทุนสูง ค่าใช้จ่ายสูง กำไรน้อย ทำให้โรงอิฐที่เผาเดือนละ 2 เตา หรือมีกำไรเพียงเดือนละ 1 หมื่นบาท ไม่สามารถดำเนินกิจการต่อไปได้ ซึ่งในทางการค้า การลงทุนนั้น ถ้ามีกำไรเพียง 10% ก็สามารรถดำเนินการต่อไปได้ แต่ธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐนี้กำไรไม่ถึง 10% ด้วยเหตุนี้ การทำอิฐจะต้องมีความพร้อมสูง คือ เครื่องมือ ลูกค้า วัสดุ อุปกรณ์ เงินลงทุน รัฐบาลและมีประสบการณ์อย่างเพียงพอ ผู้ที่ทำมาอย่างยาวนานจึงจะสามารถดำเนินกิจการต่อไปได้ และกล่าวว่าแม้จะลงทุนด้วยเงิน 5 ล้านในอุตสาหกรรมการทำอิฐในปัจจุบัน ก็ไม่สามารถทำได้ เพราะจะไม่คุ้มกับการลงทุน

- 5) การจัดจำหน่าย การจัดจำหน่ายของโรงงานอิฐพานทองจะมีการดำเนินการหลายลักษณะ แต่โดยส่วนมากแล้ว พ่อค้าคนกลางจะมารับซื้ออิฐด้วยตนเองที่โรงงาน ซึ่งพ่อค้าคนกลางได้แก่ ร้านวัสดุก่อสร้าง หรือ โรงอิฐที่เคยดำเนินการแล้ว แต่เลิกกิจการไป แต่ยังคงมีรถบรรทุกอยู่ก็มักจะหันมาซื้ออิฐไปส่งยังร้านจำหน่ายทดแทน

บทที่ 3

การศึกษาสมบัติของดินเหนียว

3.1 การศึกษาสมบัติของดินเหนียว อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง ศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี เพื่อฐานข้อมูลสมบัติเบื้องต้นของดินเหนียว โดยเลือกวิธีการทดลอง ทดสอบ ด้วยการแบ่งการเผาออกเป็น 3 อุณหภูมิ คือ 700°C, 800°C, และ 900°C จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้จากการเผาไปทดสอบ หาสมบัติเบื้องต้น คือ การดูดซึมน้ำ การหดตัว และสีที่ได้หลังการเผา ในส่วนลักษณะทางกายภาพด้านความเหนียว ดินเหนียว อำเภอพานทอง มีความเหนียวดีสามารถ ขึ้นรูปอิฐ ได้ดั่งนั้นสมมุติฐานเบื้องต้นของผู้วิจัย คือ สมบัติของดินเหนียว ของอำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี สามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อย่างหลากหลาย

3.2 การทดสอบทางกายภาพ

หมายถึงการพิจารณาลักษณะของวัสดุดิบ โดยใช้สมบัติที่สามารถจับต้องได้ด้วยการสัมผัส หรือตรวจสอบด้วยสายตา และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเป็นบรรทัดฐานในการทดสอบ เช่น การตรวจสอบ คูสีของวัสดุดิบ ความชื้น ความเหนียว ความหดตัว ความแกร่ง การดูดซึมน้ำ เป็นต้น โดยปกติการทดสอบสมบัติทางการภาพของวัสดุดิบของเซรามิกส์ จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1. ตรวจสอบสมบัติก่อนการเผา

ขั้นตอนที่ 2. ตรวจสอบคุณสมบัติหลังการเผา

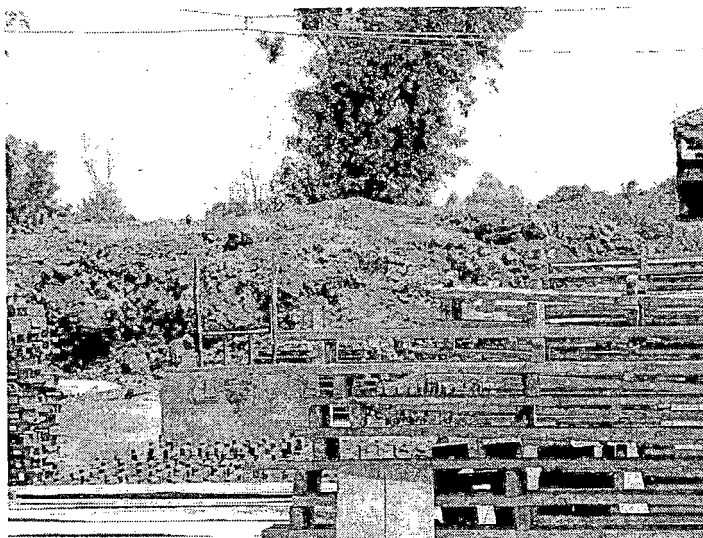
3.3 วัตถุประสงค์ของการทดสอบดิน

3.3.1 ศึกษาสมบัติของดินเหนียว อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี

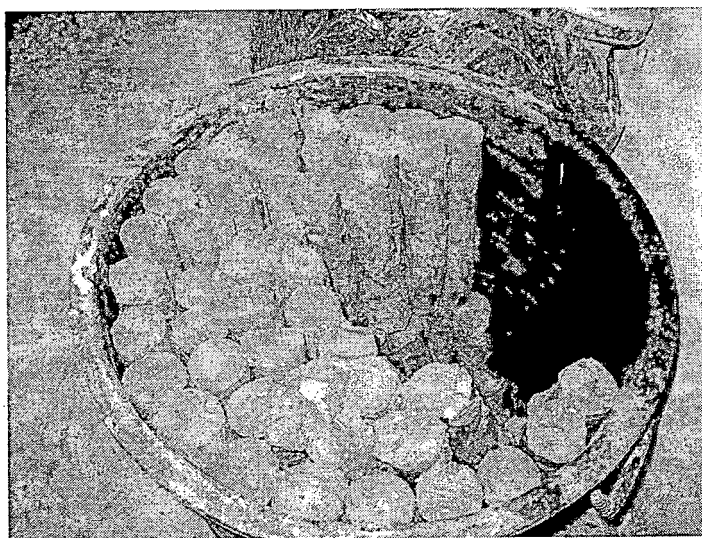
3.3.2 ตรวจสอบคุณภาพของวัสดุดิบ ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาไปสู่กระบวนการ ขึ้นรูป และทราบถึงข้อจำกัดในการออกแบบผลิตภัณฑ์

3.3.3 ควบคุมการเตรียมเนื้อดินให้มีคุณภาพสม่ำเสมอเพื่อใช้ในการผลิต

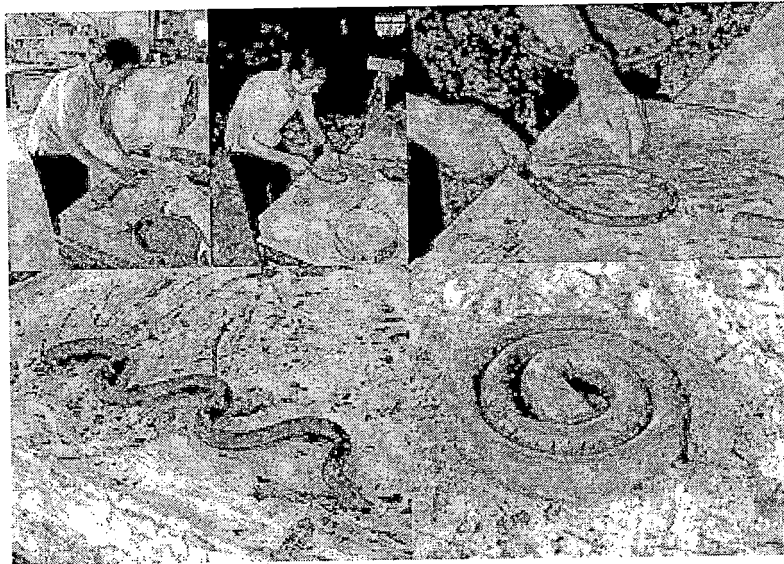
การทดสอบวัตถุดิบเป็นหัวใจของกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เนื่องจากวัตถุดิบตามธรรมชาติมีสมบัติแปรปรวนไม่คงที่ หากไม่มีการทดสอบวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิต อาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีปัญหาและแก้ไขได้ยาก ซึ่งหมายถึงการที่จะต้องสูญเสียเงินในการลงทุนตามมา



ภาพที่ 3.1 ดินเหนียวสำหรับทำอิฐ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี

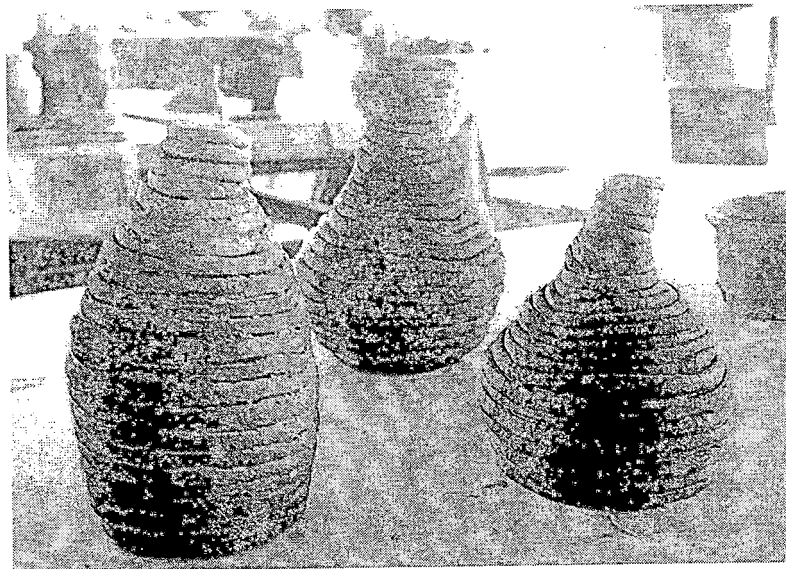


ภาพที่ 3.2 ดินเหนียว อำเภอพานทอง ที่ผ่านการนวดด้วยเครื่องนวดไฟฟ้า ผู้วิจัยหมักไว้รอใช้งาน

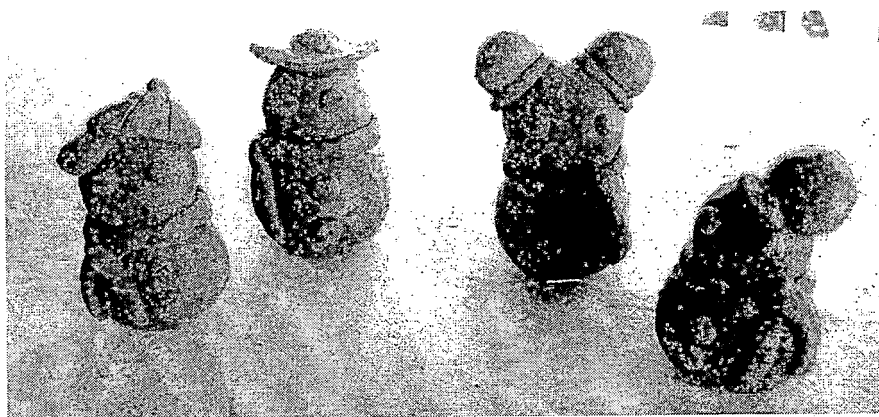


ภาพที่ 3.3 การทดสอบความเหนียวเบื้องต้น ด้วยวิธีกลึงดินเป็นเส้นและทดสอบชดและงอดิน

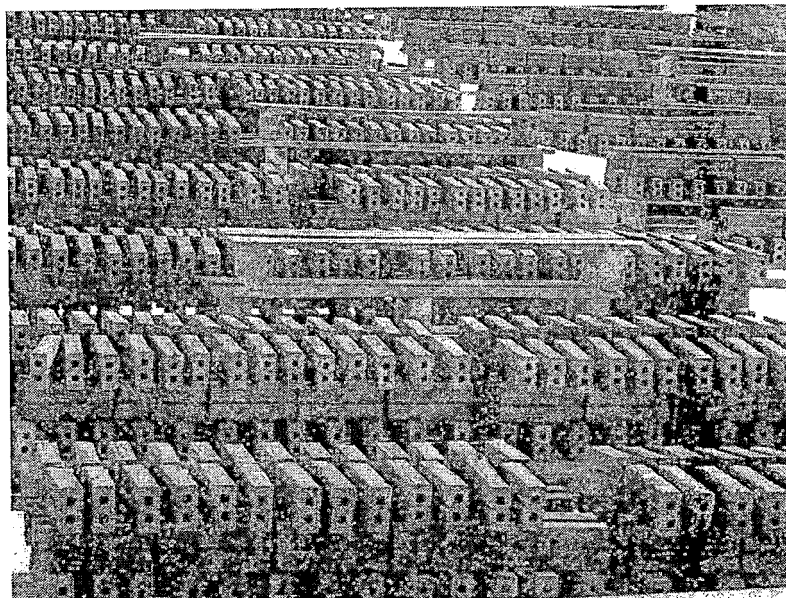
จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านความเหนียว ดังภาพที่ 3.3 พบว่าดินเหนียว อำเภอปานทอง มีความเหนียวดี สามารถกลึงเป็นเส้นได้ง่าย และสามารถนำมาโค้ง ชด และงอได้ เพื่อเป็นการทดสอบความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิคการขึ้นรูปด้วยมือ ด้วยวิธีชด ขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทรงสูง และขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้าสำหรับทดสอบ โครงสร้างของดินเหนียว ดังภาพต่อไปนี้



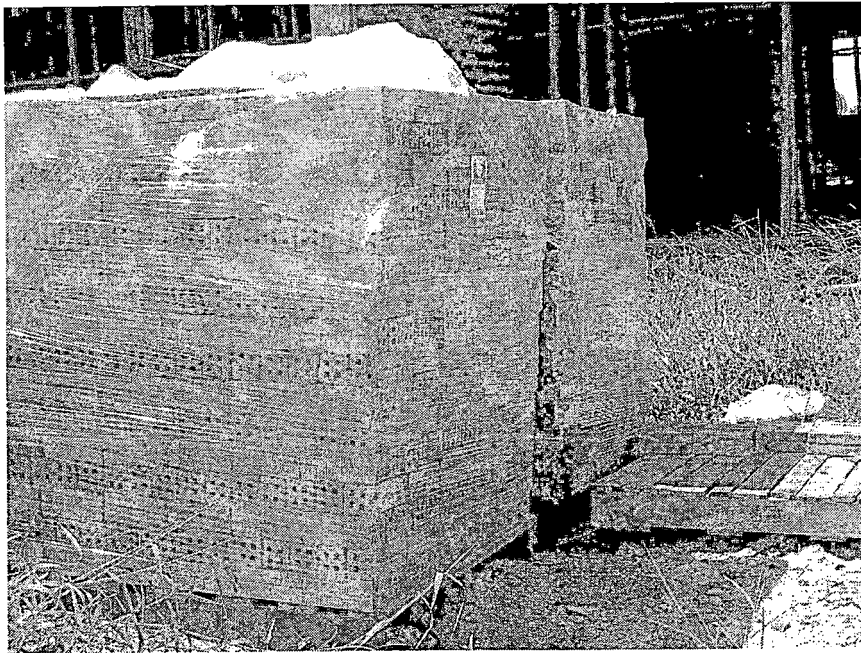
ภาพที่ 3.4 การทดสอบการขึ้นรูปด้วยวิธีการชด เพื่อทดสอบโครงสร้างของดิน ผลิตภัณฑ์ทรงสูง



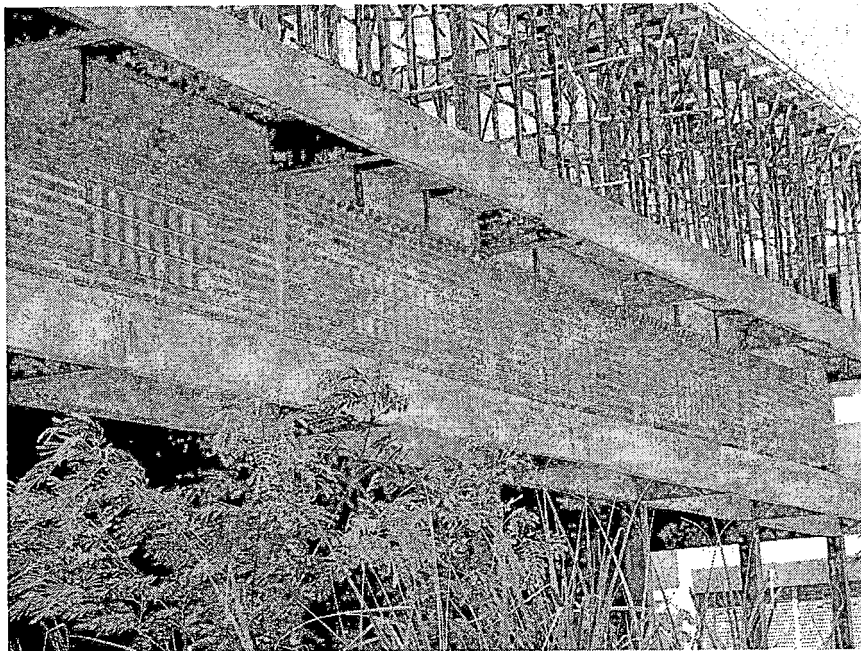
ภาพที่ 3.5 การทดสอบขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยรูปทรงอิสระ ด้วยการปั้นบีบดิน



ภาพที่ 3.6 อิฐอำเภอพานทอง ขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีการรีด (Extruding) ผึ่งแห้งด้วยวิธีธรรมชาติ



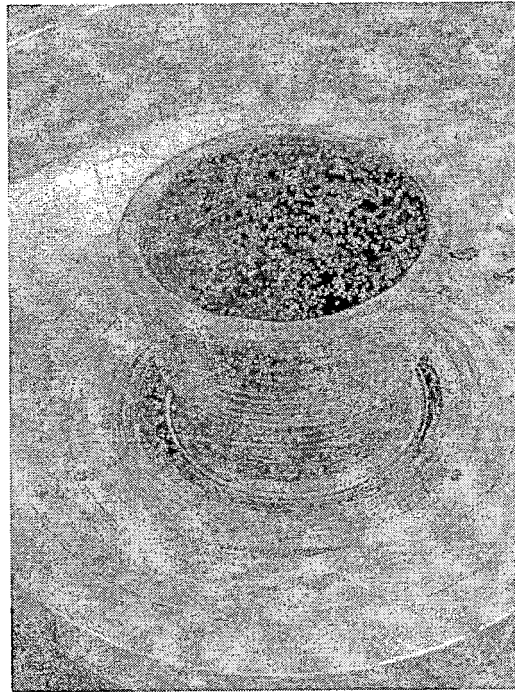
ภาพที่ 3.7 อีฐ อำเภopanทอง รอการนำไปใช้ในการก่อสร้าง



ภาพที่ 3.8 การนำอีฐอำเภopanทองไปใช้งานทางด้านงานก่อสร้างผนังอาคาร



ภาพที่ 3.9 การทดสอบทางกายภาพ โครงสร้างดินเหนียว อำเภอพานทอง จันทบุรีด้วยแป้นหมุนไฟฟ้า

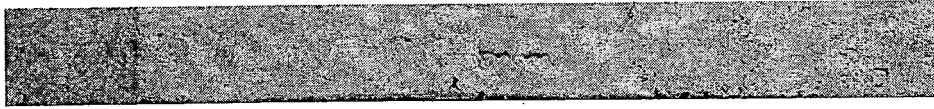


ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนไฟฟ้า ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบทางกายภาพหลังการเผา บรรยากาศ Oxidation Firing

อุณหภูมิ	การดูดซึมน้ำ (%)	การหดตัว (%)	สีหลังการเผา
700°C	21.3	7	สีน้ำตาลส้มอ่อน
800°C	20.3	7	สีน้ำตาลส้ม
900°C	20.1	7	สีน้ำตาลส้ม

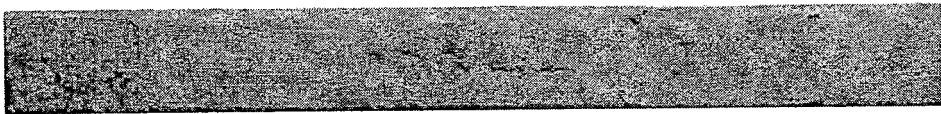
หมายเหตุ : เผาด้วยเตาแก๊ส



เผาอุณหภูมิ 700°C



เผาอุณหภูมิ 800°C



เผาอุณหภูมิ 900°C

ภาพที่ 3.11 แท่งทดลอง ดินเหนียว อ่างापานทอง เผาที่อุณหภูมิต่างกัน บรรยาย Oxidation

จากผลการทดสอบเบื้องต้น ผู้วิจัยพบว่า ลักษณะทางกายภาพของดินเหนียวสำหรับผลิตอิฐ อ่างापานทอง จังหวัดชลบุรี สามารถนำไปพัฒนาและออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน ได้อย่างเหมาะสม โดยใช้กระบวนการขึ้นรูป อาศัยวัสดุ อุปกรณ์อย่างง่าย ๆ กลุ่มชาวบ้านที่สนใจ สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพิ่มเติม ซึ่งข้อมูลผลจากการศึกษาสมบัติของดินเหนียว อ่างापานทอง จังหวัดชลบุรีนี้ ผู้วิจัยจะใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบในกระบวนการต่อไป

บทที่ 4

การออกแบบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

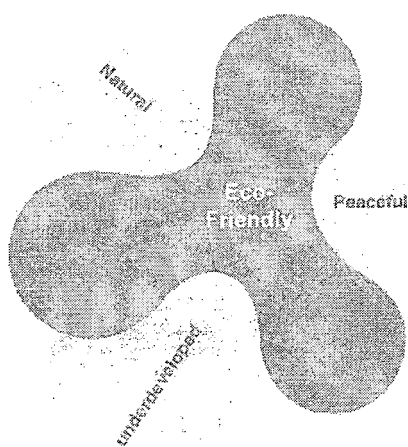
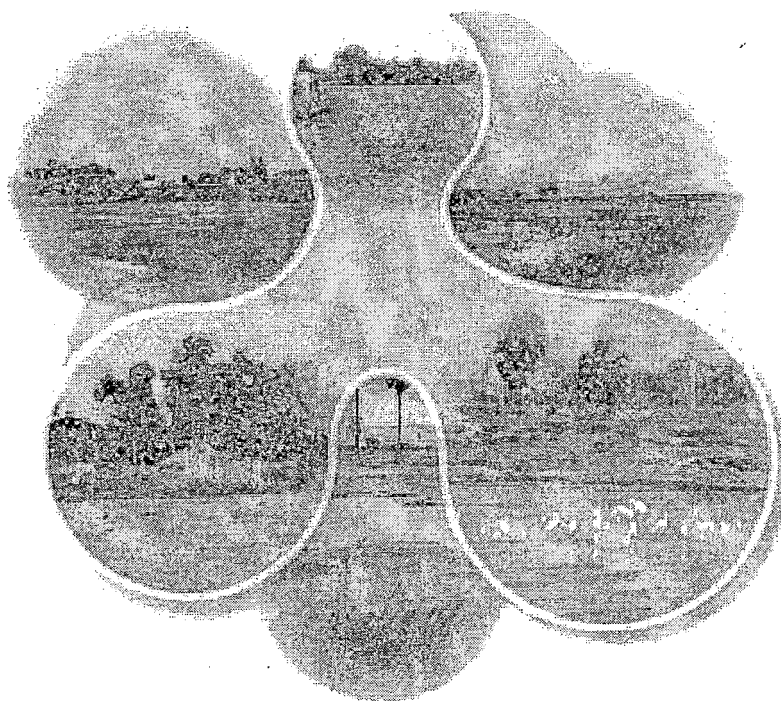
จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของของดินเหนียวสำหรับผลิตอิฐแดง ของอำเภอบ้านทอง จังหวัดชลบุรีที่อธิบายในบทที่ 3 นั้นผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการศึกษาทดลองมาใช้เพื่อการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้ทรัพยากรดินเหนียวผลิตอิฐแดงในท้องถิ่นและต้องการสร้างเอกลักษณ์ให้ผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยใช้พื้นฐานของวัฒนธรรมท้องถิ่นมาผสมผสานในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

- 4.1 ศึกษาสำรวจ สิ่งแวดล้อม ธรรมชาติ
- 4.2 ศึกษาสำรวจ วัฒนธรรม วิถีชีวิต ภูมิปัญญา
- 4.3 ศึกษาสำรวจ กระบวนการผลิตอิฐแดง อำเภอบ้านทอง
- 4.4 ศึกษาสำรวจ ผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ที่มีอยู่ในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ
สำหรับเป็นฐานข้อมูล ซึ่งการออกแบบเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือก
สำรวจ ผลิตภัณฑ์เชิงเทียน กระดาษดิน ไม้ขนาดเล็ก และแจกัน
- 4.5 วิเคราะห์ศึกษาหาแนวทางการออกแบบเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 4.6 ออกแบบผลิตภัณฑ์และทดลองผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน

4.1 ศึกษาสำรวจ สิ่งแวดล้อม ธรรมชาติ

ENVIRONMENT – GEOGRAPHY

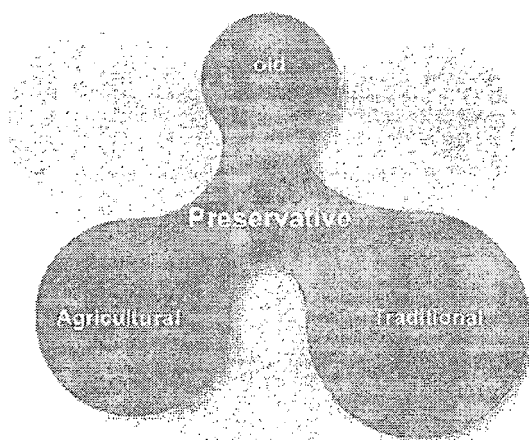
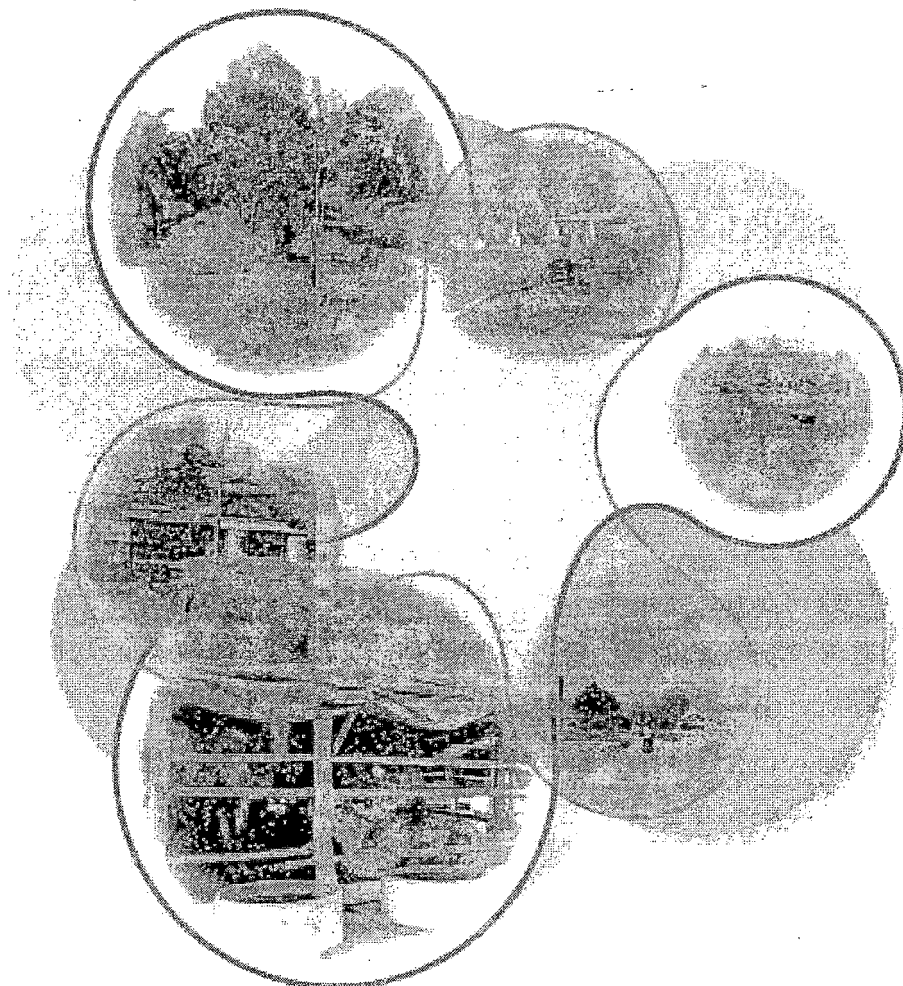
สำรวจภาคสนามเพื่อศึกษาถึงสภาพแวดล้อมในหลายด้านที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับกระบวนการวิจัย



4.2 ศึกษาสำรวจ วัฒนธรรม วิถีชีวิต ภูมิปัญญา

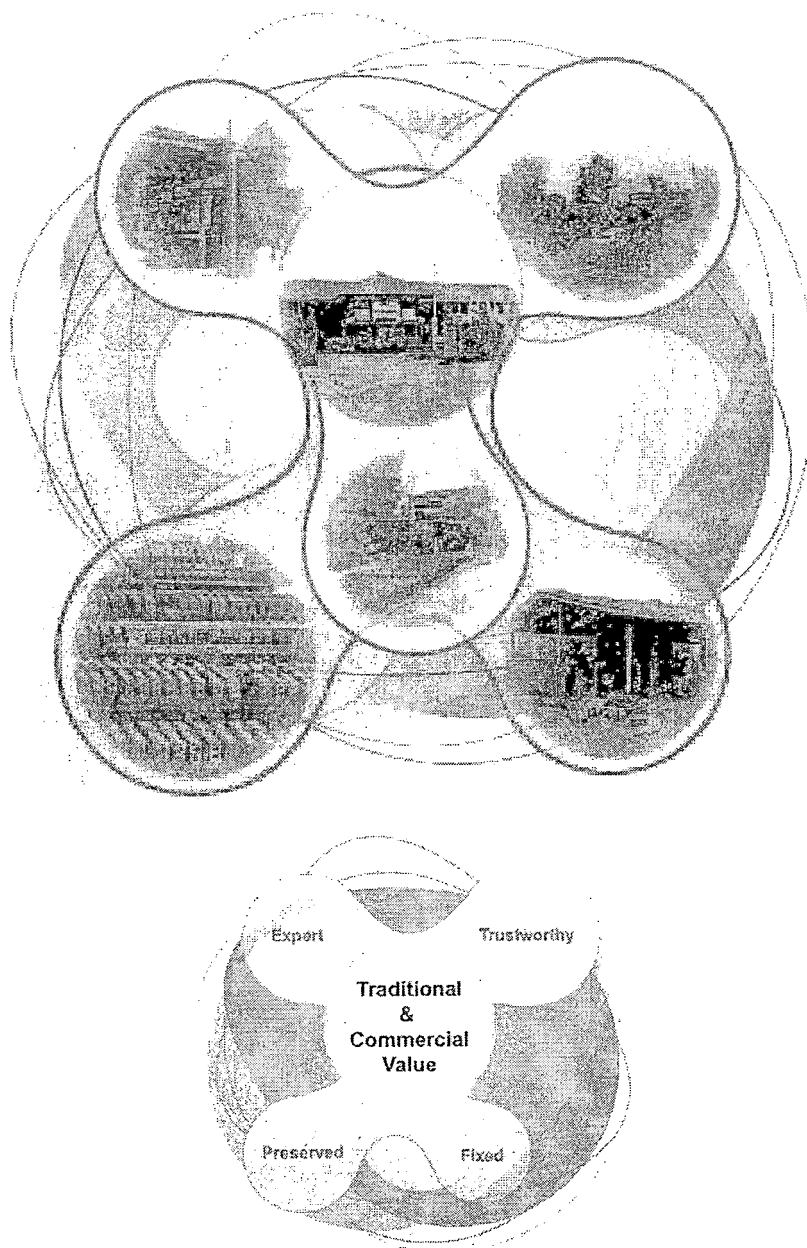
ENVIRONMENT – LIFESTYLE

สภาพความเป็นอยู่ วิถีชีวิต ยังมีความเรียบง่าย เป็นธรรมชาติ



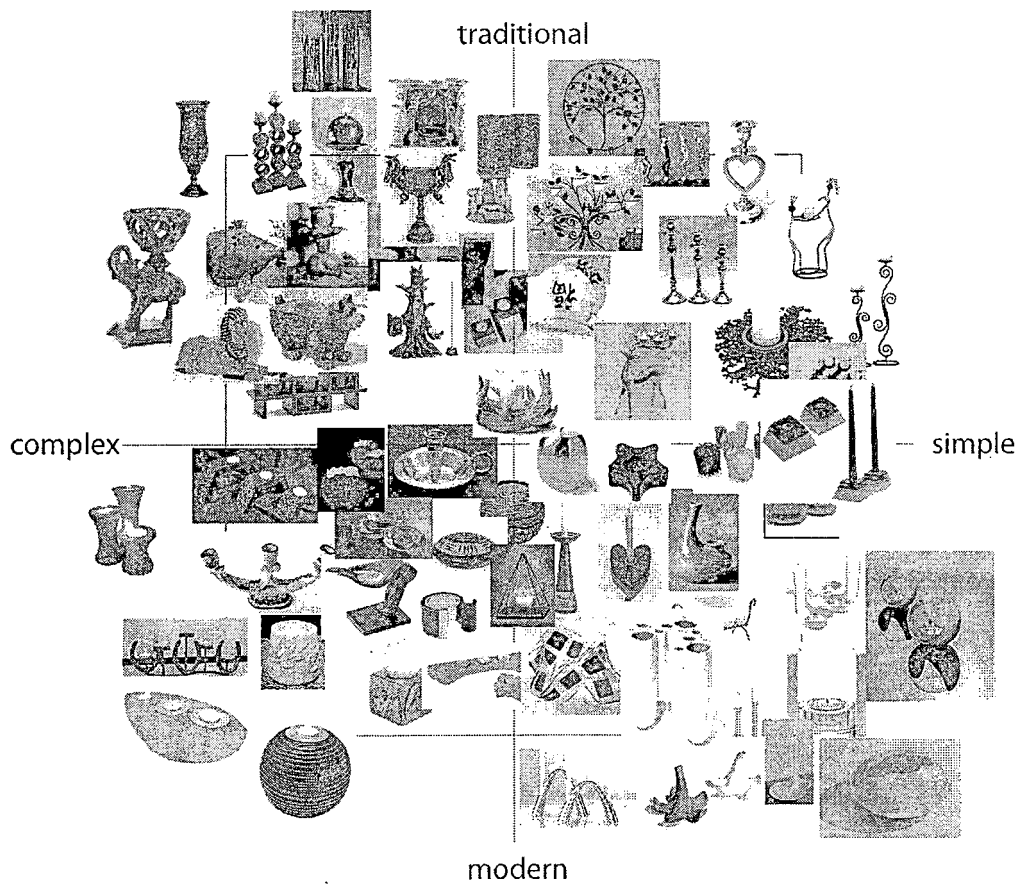
4.3 ศึกษาสำรวจ กระบวนการผลิตอิฐแดง อำเภอพานทอง

ENVIRONMENT – HERITAGE OF PANTONG BRICK

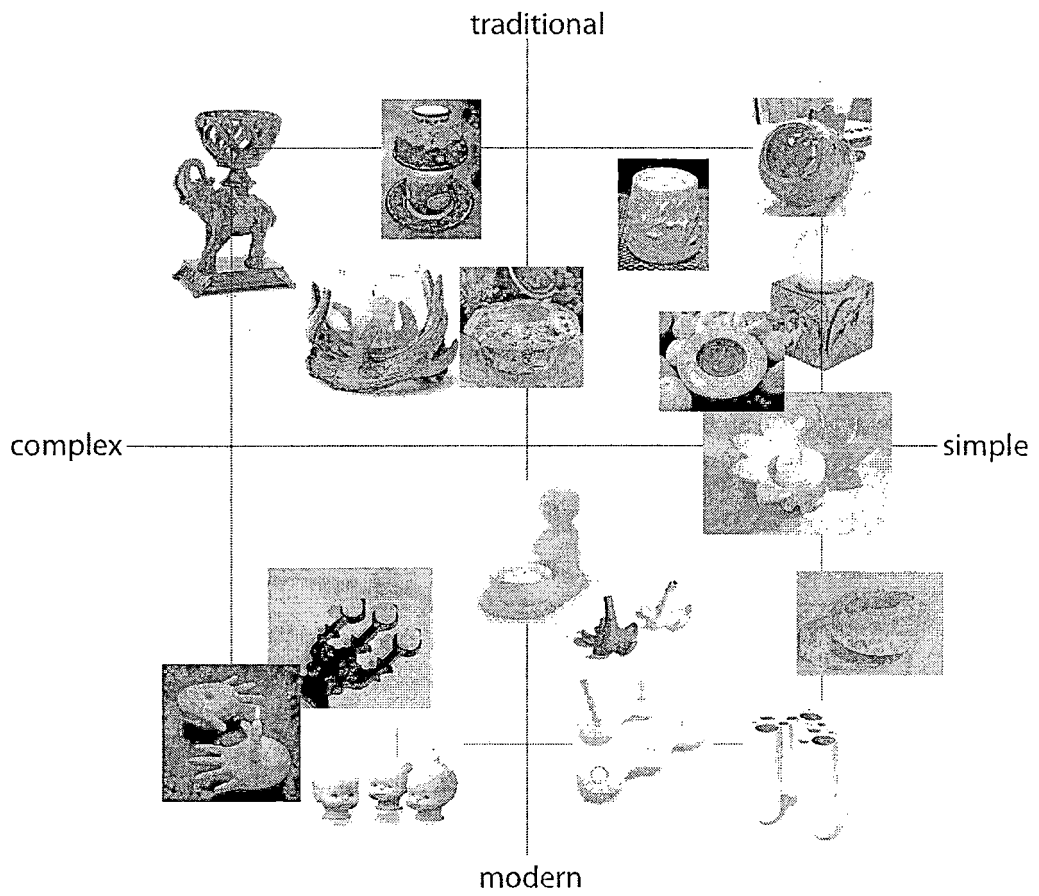


จากการสำรวจแหล่งผลิตอิฐแดง อำเภอพานทอง พบว่ายังมีอัตราการผลิตอย่างต่อเนื่อง ผู้ประกอบการธุรกิจ มียอดการสั่งผลิตสูง มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางสูง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นอีกหนี่งทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากร (ดินเหนียว อำเภอพานทอง) และการใช้ประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชน ดังนั้นตอนการผลิตที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3

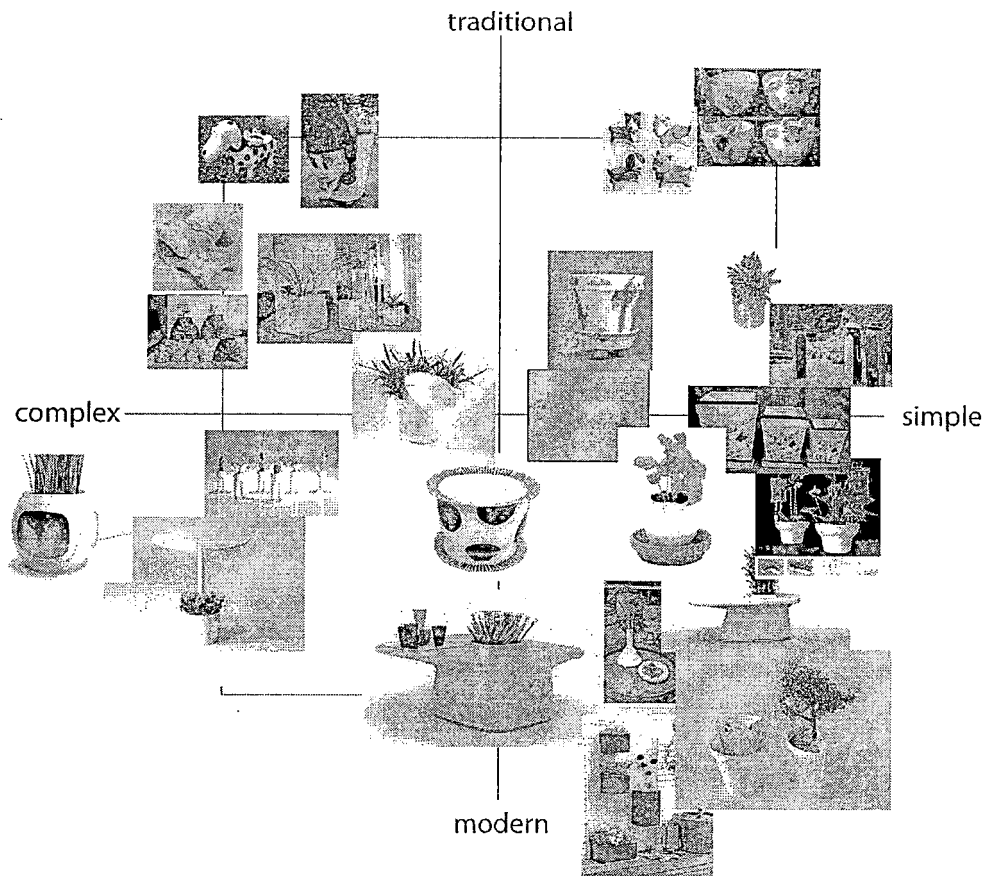
4.4 ศึกษาสำรวจ ผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ที่มีอยู่ในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ
 สำหรับเป็นฐานข้อมูล ซึ่งการออกแบบเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือก
 สำรวจ ผลิตภัณฑ์เชิงเทียน กระจ่างต้นไม้นขนาดเล็ก และแจกัน



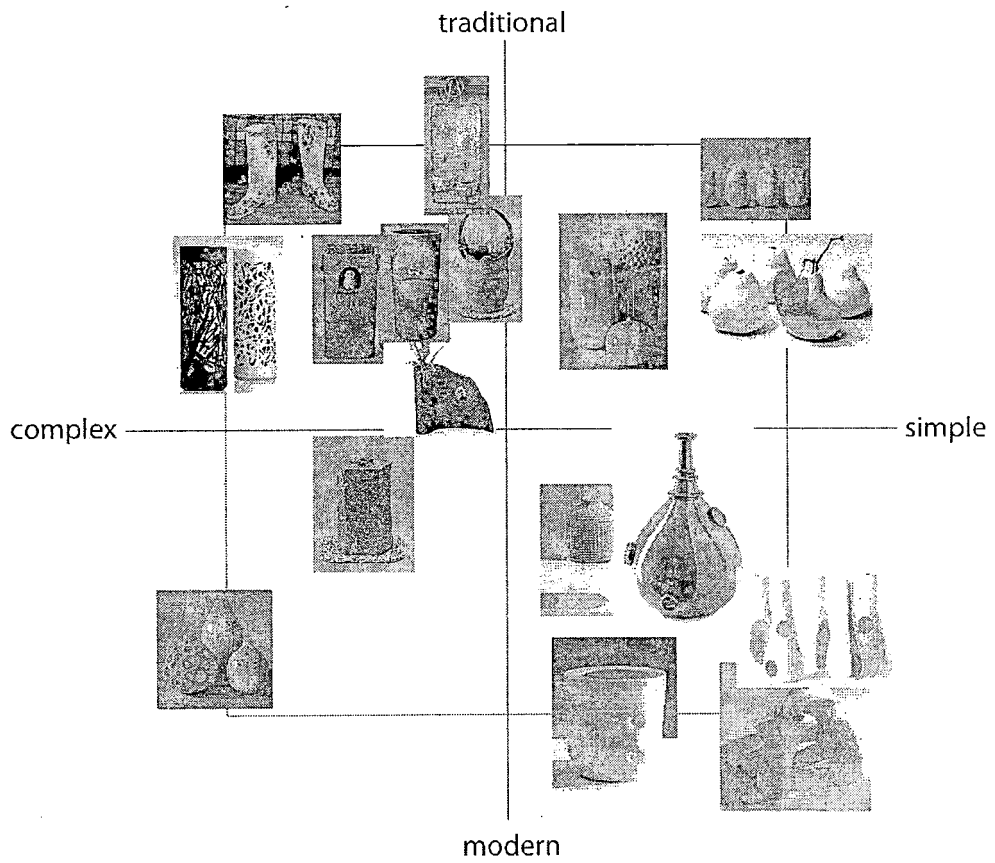
ภาพที่ 4.1 ฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงเทียน (วัสดุ แก้ว โลหะ ไม้ หิน ฯลฯ)



ภาพที่ 4.2 ฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงเทียน (เครื่องเคลือบดินเผา)



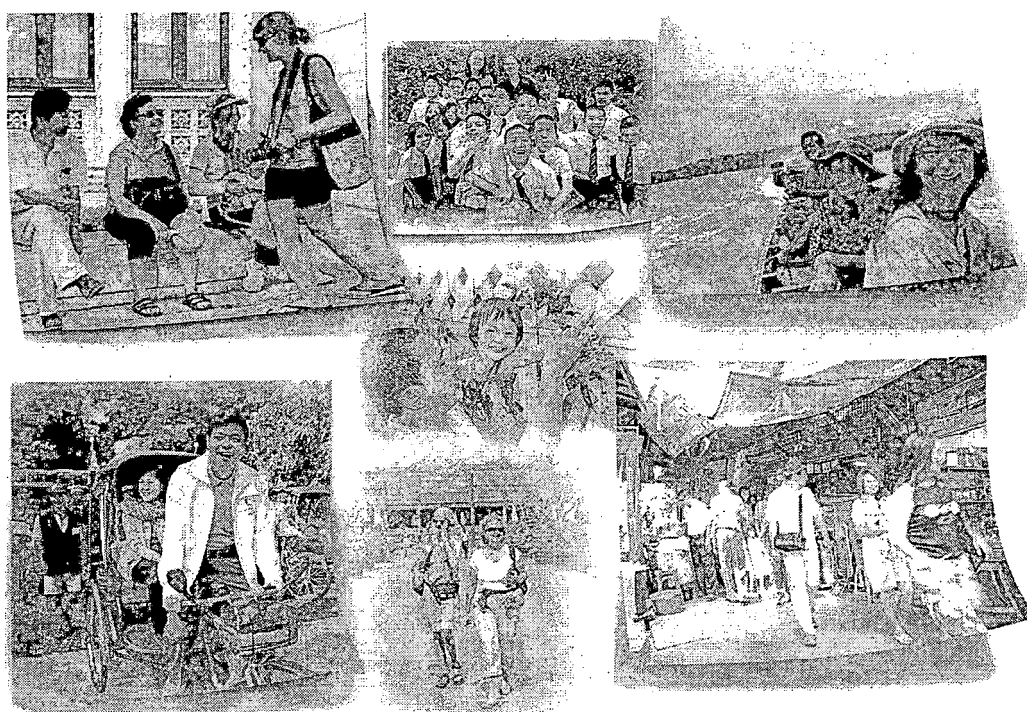
ภาพที่ 4.3 ฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางต้นไม้ขนาดเล็ก



ภาพที่ 4.4 ฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์แจกัน

4.5 วิเคราะห์ศึกษาหาแนวทางการออกแบบเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์

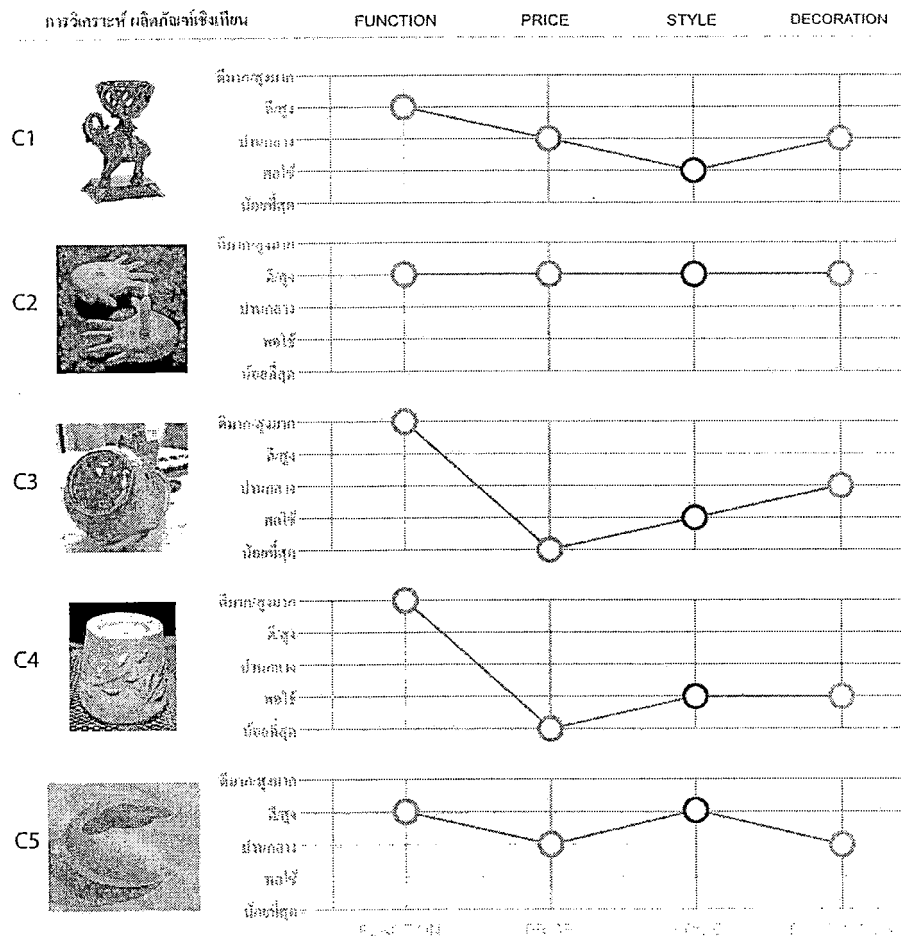
การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา ผลิตภัณฑ์หัตถอุตสาหกรรมชุมชนในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย เลือกผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ชนิด คือ เซิงเทียน กระจ่างดิน ไม้ขนาดเล็ก และแจกัน เพื่อพัฒนาเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ สำหรับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี โดยใช้ทฤษฎีการออกแบบมาใช้ในกระบวนการออกแบบเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งแสดงกระบวนการสร้างฐานข้อมูลสำหรับออกแบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้



ภาพที่ 4.5 กำหนดกลุ่มเป้าหมาย นักท่องเที่ยว เพื่อสร้างฐานข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการออกแบบ

การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย ในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นเป็นการวางแผนการออกแบบ ซึ่งในการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถอุตสาหกรรมชุมชนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนด กลุ่มเป้าหมายหลักคือ กลุ่มนักท่องเที่ยว ชาวต่างประเทศ 60 % ชาวไทย 30 % และ 10 % สำหรับประชาชนที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดใกล้เคียง

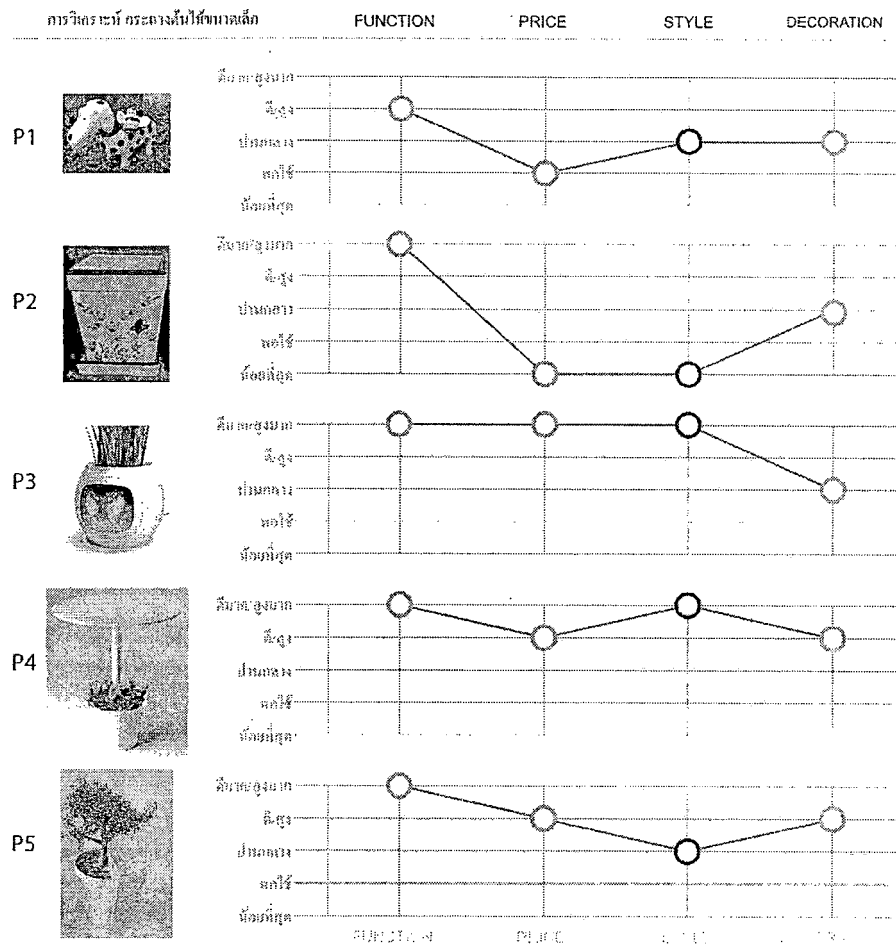
การวิเคราะห์ ผลิตภัณฑ์เชิงเทียน



ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลประกอบข้างต้น พบว่าผลิตภัณฑ์เชิงเทียน แบบ C2 แสดงผลในเกณฑ์ดีทุกด้าน คือ ด้านประโยชน์การใช้งาน ด้านความเหมาะสมของราคา ด้านรูปแบบ สไตส์ และทางด้านความสวยงามเพื่อใช้ในการประดับตกแต่ง

จุดเด่น ผลิตภัณฑ์เชิงเทียนแบบ C2 ออกแบบด้วยรูปแบบหรือสไตส์ทันสมัย ดังภาพที่ 4.2 โดยอาศัยการคลี่คลายจากรูปร่างของมือมนุษย์ในลักษณะหงายและกางมือออก เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเชิงเทียน จึงส่งผลให้เกิดความปลอดภัยเมื่อใช้งาน ด้วยลักษณะฐานผลิตภัณฑ์ที่มีความมั่นคง บริเวณตรงกลางผลิตภัณฑ์เชิงเทียนมีหลุมลึกสำหรับวางเทียนแท่งขนาดเล็ก สูง และจากรูปร่างของมือกางออก ซึ่งมีฐานกว้างจึงทำให้สามารถรองรับน้ำหนักเทียนขณะใช้งานได้เป็นอย่างดี มีการเคลือบด้วยเคลือบมัน สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ผลิตภัณฑ์เป็นสีขาว มีความเหมาะสมดี เพราะขณะใช้งานจะมีแสงไฟจากเทียนตกกระทบผลิตภัณฑ์ เกิดเป็นเงาสะท้อนสวยงามตามจินตนาการของผู้ใช้

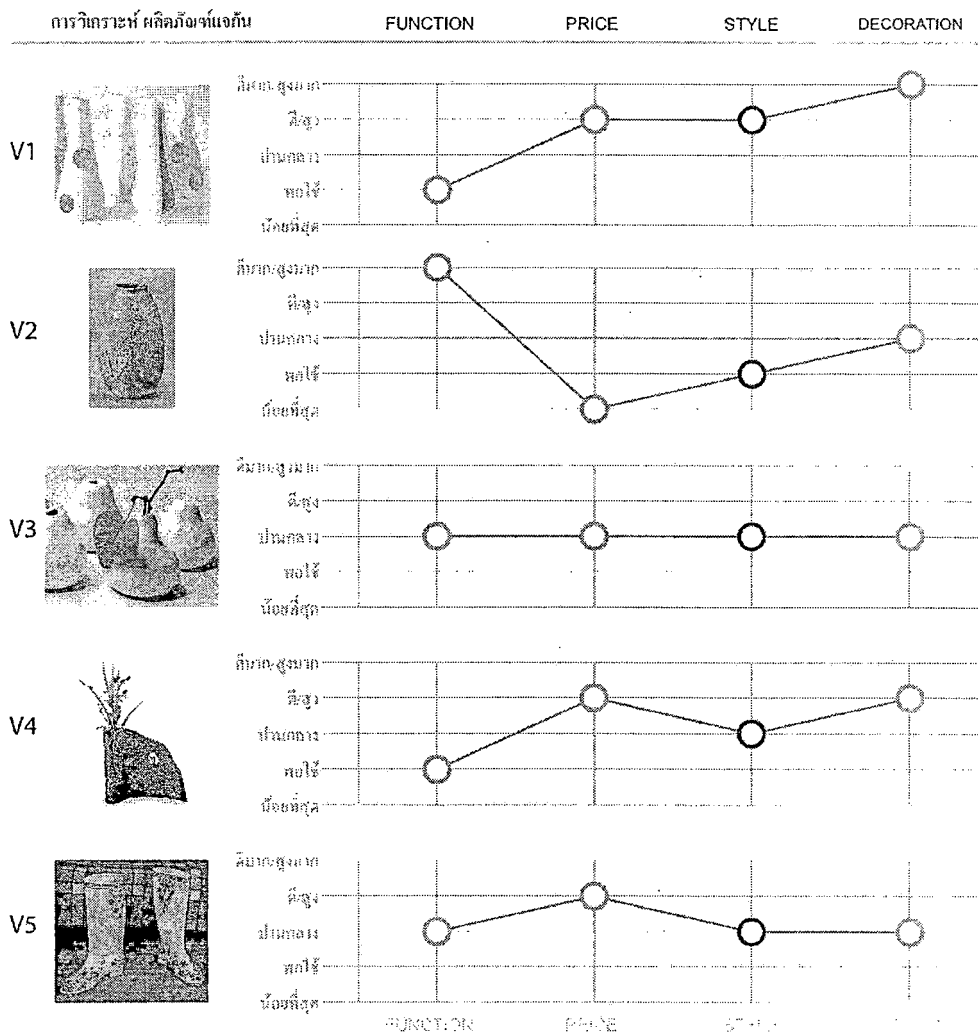
การวิเคราะห์ กระจ่างต้นไม้ขนาดเล็ก



ผลการวิเคราะห์ พบว่าผลิตภัณฑ์กระจ่างต้นไม้ แบบ P3 และ P4 แสดงผลโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดี ถึงดีมาก สูงกว่ารูปแบบอื่นที่แสดงเปรียบเทียบ ในกรณีนี้ ผู้วิจัยเลือกวิเคราะห์แบบ P4 เนื่องจากไม่ใช้เทคโนโลยีหรือระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถอุตสาหกรรมชุมชน

จุดเด่น ผลิตภัณฑ์กระจ่างต้นไม้ แบบ P4 มีผ่านการออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยหลักและประโยชน์รอง คือ ใช้เป็นโต๊ะสนามหรือใช้งานที่ระเบียงที่พักอาศัยขนาดเล็ก และฐานด้านล่างที่เป็นกระจ่างต้นไม้ นอกเหนือจะได้รับความสวยงามแล้วยังสามารถเพิ่มความมั่นคงแข็งแรงให้โต๊ะได้เป็นอย่างดี รูปแบบที่ใช้เรียบง่าย จากรูปทรงเรขาคณิต วงกลม และทรงกระบอก ดังภาพที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์สีขาวสามารถตกแต่งร่วมกับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้ดี แต่ต้องระวังเรื่องความสะอาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัสดุและสีที่ใช้

การวิเคราะห์ ผลิตภัณฑ์แฟชั่น



ผลการวิเคราะห์ ผลิตภัณฑ์แฟชั่น พบว่าผลิตภัณฑ์แฟชั่น แบบ V1 มีระดับคะแนนสูงสุด คือ ด้านการใช้งานอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ด้านราคาอยู่ในเกณฑ์ดี/สูง (ในเชิงการตลาด ราคาสูงถือว่ามีความคุ้มค่า) ด้านรูปแบบ สไตส์ อยู่ในเกณฑ์ดี และทางด้านความงามเพื่อการประดับตกแต่ง อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

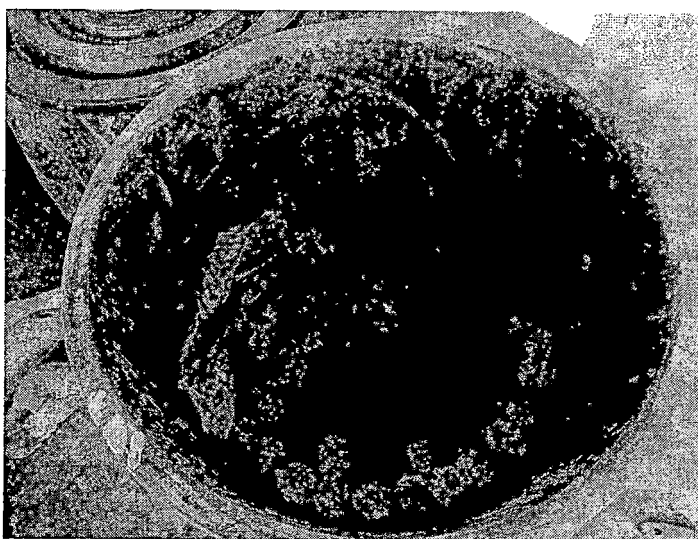
จุดเด่น ผลิตภัณฑ์แฟชั่น แบบ V1 มีข้อสังเกต คือ มีเกณฑ์ด้านประโยชน์ใช้สอย ระดับ พอใช้ แต่ผู้วิจัยเลือกใช้เป็นฐานข้อมูลเนื่องจาก ปัจจุบันวิถีชีวิต ในรูปแบบของเมืองหลวงเปลี่ยนแปลง กลุ่มผู้ใช้ส่วนใหญ่ ตัดสินใจเลือกและซื้อผลิตภัณฑ์แฟชั่น เนื่องจากสวยงาม เมื่อนำกลับไปประดับตกแต่ง ในการออกแบบผลิตภัณฑ์แฟชั่น จึงสามารถสรุปได้ว่า ออกแบบให้สวยงามเป็นหลัก และการใช้งานเป็นรอง ซึ่งผลิตภัณฑ์แฟชั่น แบบ V1 ใช้รูปทรงสูง ใช้เส้นโค้งไม่มาก มีการเพิ่มความน่าสนใจ โดยวิธีการเจาะ และจัดองค์ประกอบของรูที่เจาะ ให้มีจังหวะสม่ำเสมอตลอดตัวแฟชั่น

4.6 ออกแบบผลิตภัณฑ์และทดลองผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน

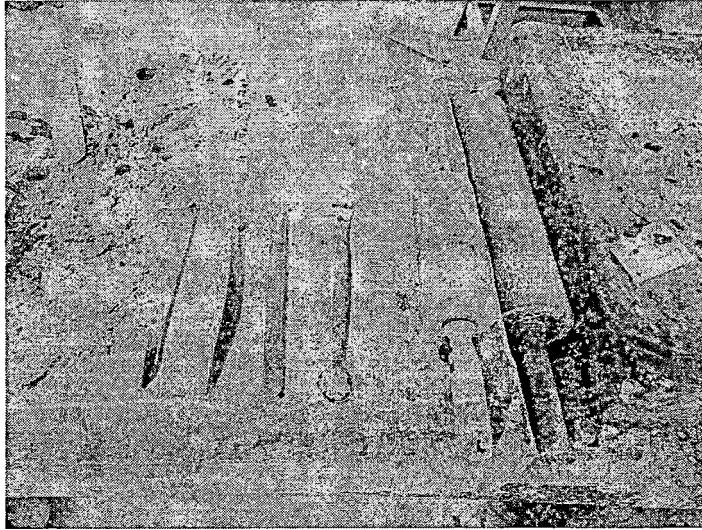
การออกแบบสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับหลักการออกแบบมาใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของชุมชน อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี ดังที่ได้สำรวจภาคสนามในเขตพื้นที่ อำเภอพานทอง ตามผลการศึกษาในข้อที่ 4.1 -4.4 และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 4.5 วิเคราะห์ศึกษาหาแนวทางการออกแบบเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ทดลองออกแบบต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อเป็นการวางแผนทางสำหรับเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในอนาคต หรือสามารถปรับเปลี่ยนเป็นอาชีพเสริมสำหรับผู้สนใจโดยทั่วไป ดังต่อไปนี้

4.6.1 วัสดุ และอุปกรณ์ ที่ใช้สำหรับช่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

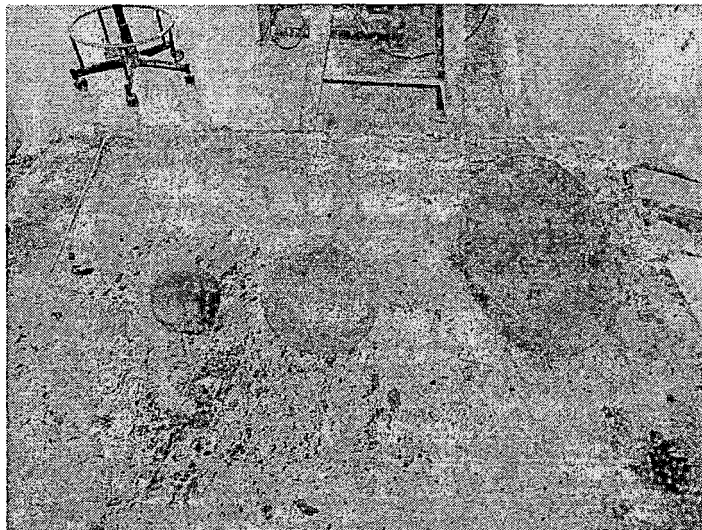
จากภาพ เป็นอุปกรณ์สำหรับงานปั้นต่างๆ ไป ซึ่งหาได้ง่ายตามร้านขายเครื่องเขียน หรืออุปกรณ์ทางการศึกษา หรือกลุ่มชาวบ้านสามารถทำเองด้วยไม้ไผ่ หรือวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น



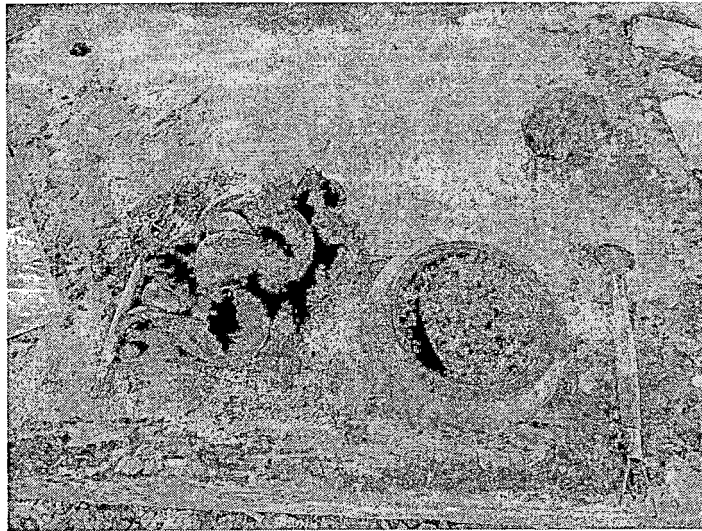
ภาพที่ 4.6 การจัดเก็บดินพานทองในถังพลาสติก ขณะรอใช้งานควรปิดฝาให้มิดชิด



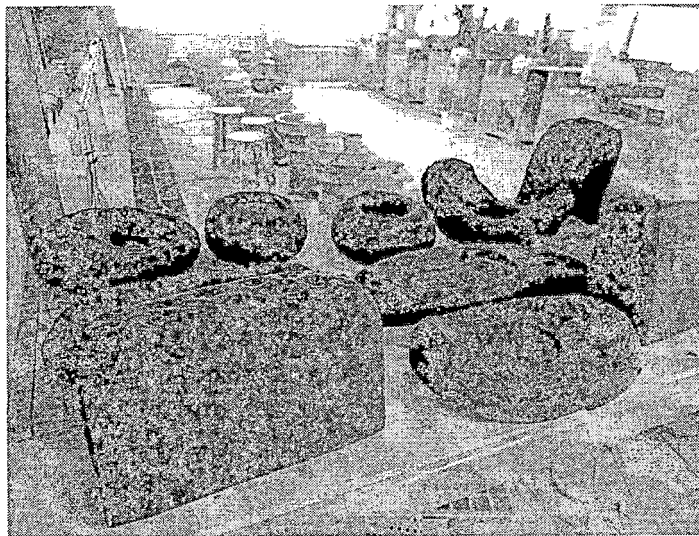
ภาพที่ 4.7 อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้สำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4.8 การขึ้นรูปโดยไม่ต้องอาศัยแบบพิมพ์ (ขึ้นรูปทรงโครงสร้างหลักก่อน)



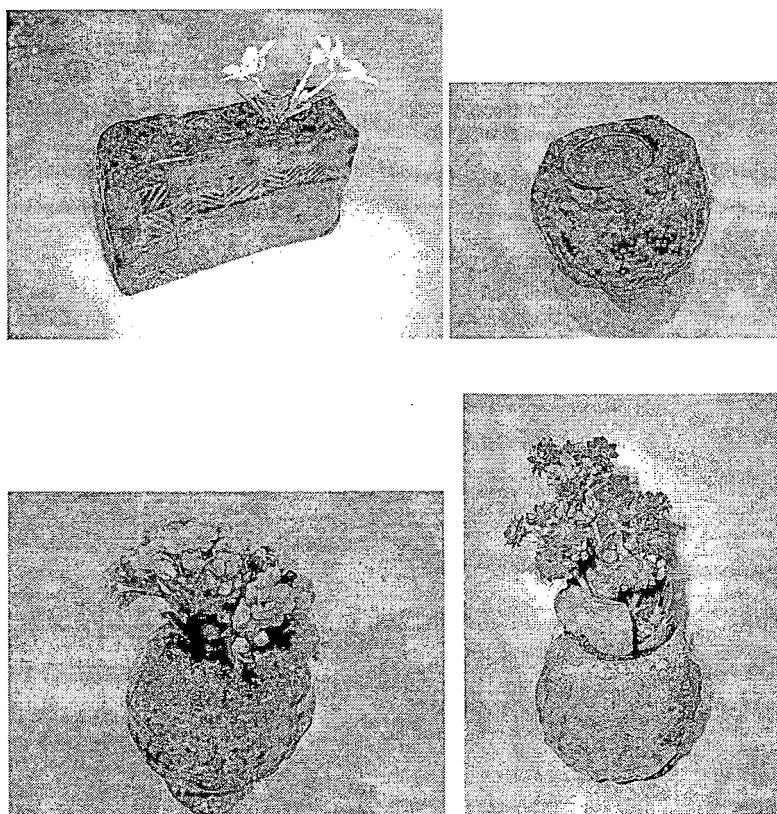
ภาพที่ 4.9 ใช้อุปกรณ์ปั้น ลวดขูดดิน ขูดดินด้านในออกให้มีความหนาสม่ำเสมอทั่วทั้งรูปทรง



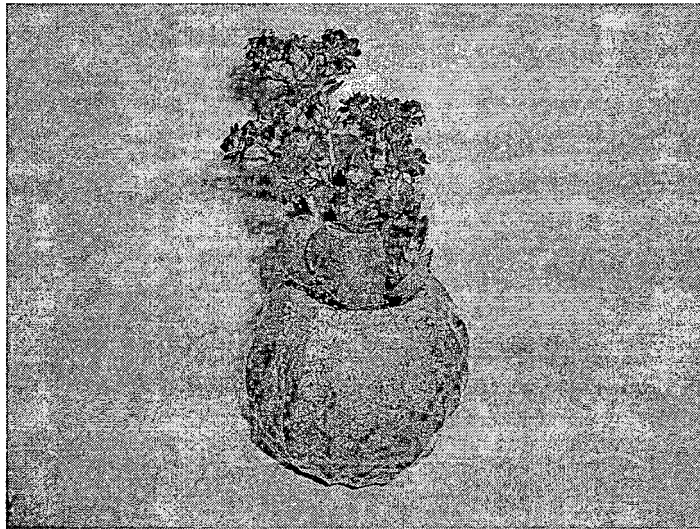
ภาพที่ 4.10 ชิ้นผลิตภัณฑ์ให้แห้งในที่ร่ม (ไม่ควรเร่งทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งโดยเร็วผลิตภัณฑ์แตกร้าว)



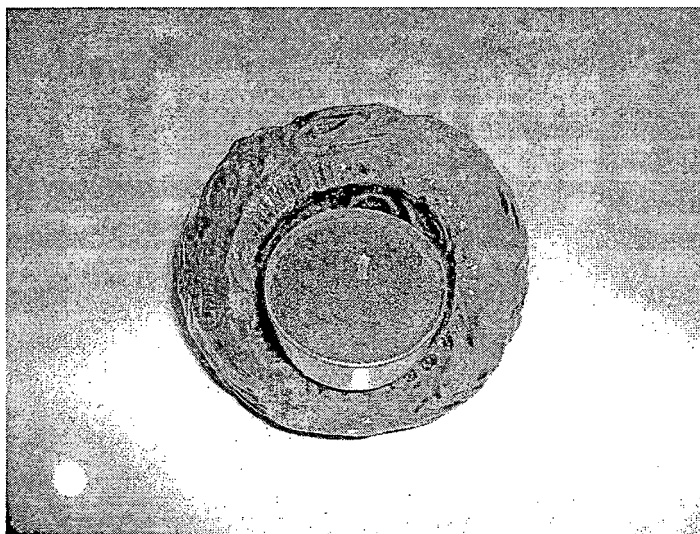
ภาพที่ 4.11 ผลิตภัณฑ์ผ่านการเผาครั้งแรก อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส (Biscuit)



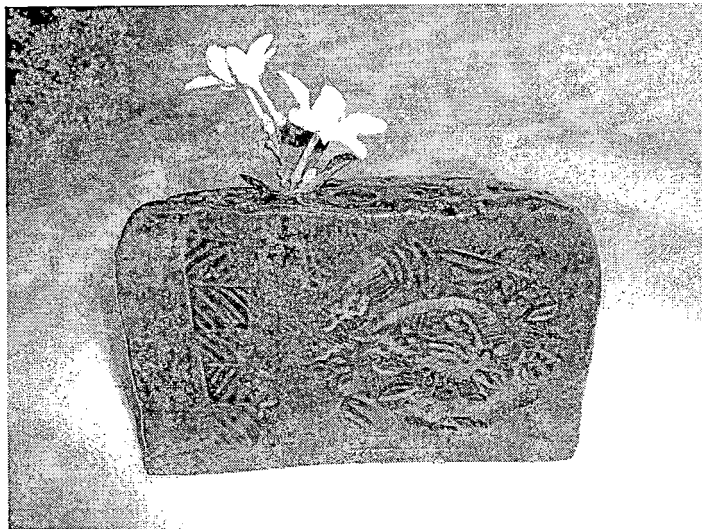
ภาพที่ 4.12 ผลิตภัณฑ์หลังการเผาเคลือบ อุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.13 กระถางต้นไม้ขนาดเล็ก



ภาพที่ 4.14 ผลิตภัณฑ์สำหรับวางเทียน



ภาพที่ 4.15 แจกันดอกไม้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องศึกษาสมบัติของดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี เพื่อการออกแบบ และพัฒนาเป็นเครื่องเคลือบดินเผา ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชน ในครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยและนำเสนอข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจจะนำผลการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์หรือนำไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดประโยชน์แบบบูรณาการกับศาสตร์อื่นๆ ดังนั้นการออกแบบผลิตภัณฑ์ดินแบบครั้งนี้จึงแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. ผลิตภัณฑ์เชิงเทียน
2. ผลิตภัณฑ์กระถางต้นไม้
3. ผลิตภัณฑ์แจกัน

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาสมบัติของดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดง ในบริเวณพื้นที่ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี จากการทดลองพบว่า ดินเหนียวที่ใช้ผลิตอิฐมอญแดง นั้นสามารถนำมาพัฒนาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการออกแบบผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ เพื่อเพิ่มมูลค่าแก่วัตถุดิบ และเป็นทางเลือกใหม่สำหรับชุมชนในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงที่มีแหล่งดินที่มีความเหนียว หรือมีสมบัติใกล้เคียงกัน

เนื้อดินพานทองจะมีความเหนียวที่ดีขึ้นหากมีการหมักดินทิ้งไว้ประมาณ 5-6 เดือน ก่อนนำมาใช้งาน เพื่อช่วยการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ด้านการออกแบบต้นแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้นำหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์มาปรับใช้ให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ โดยอาศัยการสำรวจ ศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลตามที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 4 แต่เพื่อให้ผลงานวิจัยสามารถนำไปใช้งานได้จริง กับกลุ่มเป้าหมาย การคำนึงถึงกระบวนการผลิต เป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญและนักรออกแบบต้องคำนึงถึง กล่าวคือ ขั้นตอน หรือกระบวนการผลิต ควรใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น หรือชุมชนสามารถประดิษฐ์ขึ้นมาใช้งานได้ เป็นกระบวนการผลิตที่ชาวบ้านหรือผู้ที่สนใจ เมื่อได้รับการถ่ายทอดแล้วสามารถทำเองได้ เพิ่มเติมในส่วนของการรายละเอียดส่วนของการออกแบบเพื่อเพิ่มเป็นลักษณะเฉพาะของชุมชน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทดลอง ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะที่จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจนำผลการทดลองนี้ไปพัฒนาใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ 1. ด้านดินเหนียวพานทอง 2. ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3. ด้านปัญหาและวิธีแก้ไข ดังข้อเสนอแนะ ต่อไปนี้

5.2.1 ด้านดินเหนียวพานทอง

- 1) ควรหมักดินเพื่อให้ดินมีความเหนียวดีขึ้น ใช้เวลาประมาณ 5-6 เดือน
- 2) การขึ้นรูปใช้วิธีขึ้นรูปแบบเนื้อดินตัน และพอเนื้อดินมีลักษณะหมาด ใช้อุปกรณ์ ลวดชุดดิน ชุดดินด้านในออกอย่างระมัดระวัง จนผลิตภัณฑ์มีความหนาสม่ำเสมอ หนาประมาณ 1 เซนติเมตร หรือ 1.5 เซนติเมตร (ถ้าผลิตภัณฑ์มีความหนาเกินกว่า 2 เซนติเมตร จะมีความเสี่ยงต่อการแตก ร้าวผลิตภัณฑ์เสียหาย)
- 3) ผึ่งผลิตภัณฑ์ในที่ร่ม ไม่ควรเร่งให้ผลิตภัณฑ์แห้งเร็ว เนื่องจากเนื้อดินความพรุนตัวสูง เมื่อสัมผัสอากาศร้อน จะทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวเสียหายได้
- 4) เพื่อสะดวกต่อการชุบน้ำเคลือบ ควรนำผลิตภัณฑ์ที่แห้งสนิท ไปเผาอบที่อุณหภูมิ ประมาณ 700 องศาเซลเซียส (ใช้เวลาในการเผาขึ้นต่ำ ประมาณ ๑๒ ชั่วโมง)
- 5) ควรเลือกใช้เคลือบ อุณหภูมิ 1,000 – 1,050 องศาเซลเซียส เนื่องจากประหยัดเชื้อเพลิง และโครงสร้างของดินไม่เสียหาย

5.2.2 ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

- 1) ไม่ควรออกแบบให้มีรูปทรง มีความสลับซับซ้อน
- 2) นักรออกแบบผลิตภัณฑ์ ควรมีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน และควรมีความเข้าใจในด้านผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาดีพอสมควร
- 3) สามารถตกแต่งพื้นผิวผลิตภัณฑ์ได้ในขณะดินยังหมาด ได้หลายวิธีเช่น ขูดขีด กัดลวดลาย เพื่อให้พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความงามเพิ่มขึ้น
- 4) ในระยะเริ่มต้น ในกรณีผลิตจริงเชิงพาณิชย์ ขนาดของผลิตภัณฑ์ไม่ควรใหญ่เกินกว่า 1 ฟุต ในกรณีชุมชนผลิตเอง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่จะต้องมีกระบวนการที่ซับซ้อน ยากต่อการควบคุมในทุกขั้นตอน

5.2.3 ด้านปัญหาและวิธีแก้ไข

- 1) ผลิตภัณฑ์แตกร้าวขณะผึ่งแห้ง เนื่องมาจาก ผิวผลิตภัณฑ์ขณะเปียกสัมผัสอากาศหรือได้รับลม ทำให้ความชื้นในเนื้อดิน วิธีแก้ไข คือ ควรทิ้งช่วงระยะเวลาการแห้งของผลิตภัณฑ์ให้เป็น ไปอย่างช้าๆ หาแผ่นพลาสติกปกคลุมผลิตภัณฑ์ ควบคุมให้ผลิตภัณฑ์แห้ง ประมาณอย่างน้อย 2 อาทิตย์

2) การขึ้นรูปค่อนข้างลำบาก เนื่องจากในเนื้อดินพานทองมีวัสดุคิบที่ไม่มี
ความเหนียวปนอยู่ในปริมาณสูง เช่นหินเล็ก ทราย วิธีแก้ไข คือ ก่อนนำดินพานทองไปใช้งาน ควร
มีการหมักดินประมาณ 5-6 เดือน หรือออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีรูปทรงที่ขึ้นรูปได้ง่ายแต่ สวยงาม

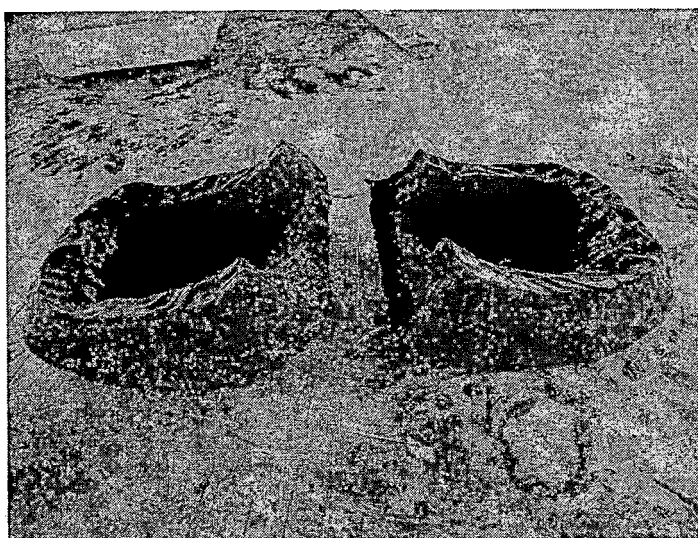
บรรณานุกรม

- ทวี พรหมพฤกษ์. 2523. เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2547. เซรามิกส์. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 5 สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2541. เนื้อดินเซรามิก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์.
- รัฐไท พรเจริญ. 2546. เส้นและแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ 2. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).
- ศักดิ์ชาย สิกขา. 2551. ต่อยอดภูมิปัญญา หัตถกรรมพื้นบ้าน. อุบลราชธานี : พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2550. การศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2550. เทคโนโลยีที่มีต่อการออกแบบ. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- เสกสรรค์ ดันยาภิรมย์ ภรดี พันธฤาภกร. 2545. การศึกษาเทคโนโลยีการทำอิฐและการก่อสร้างเตาเผาอิฐแบบพื้นบ้านของชลบุรี. ชลบุรี : เอกสารอัดสำเนา ม.ป.ท.
- อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543. วัสดุคืบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

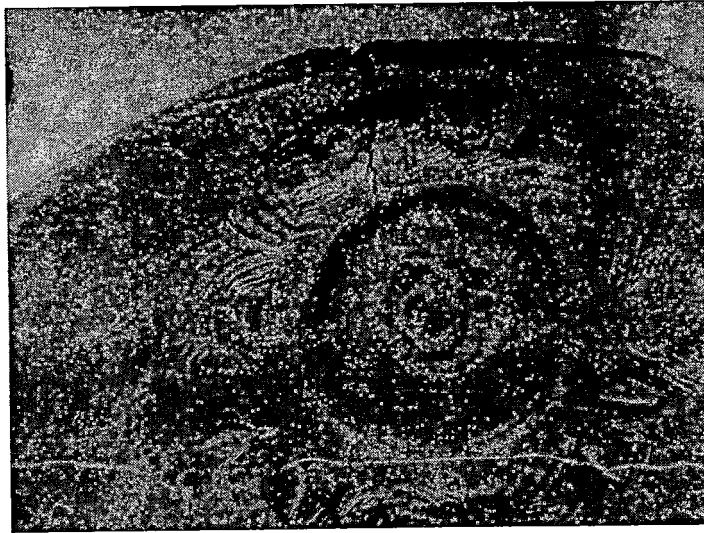
ภาคผนวก ก

ภาพปัญหาที่พบระหว่างการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์

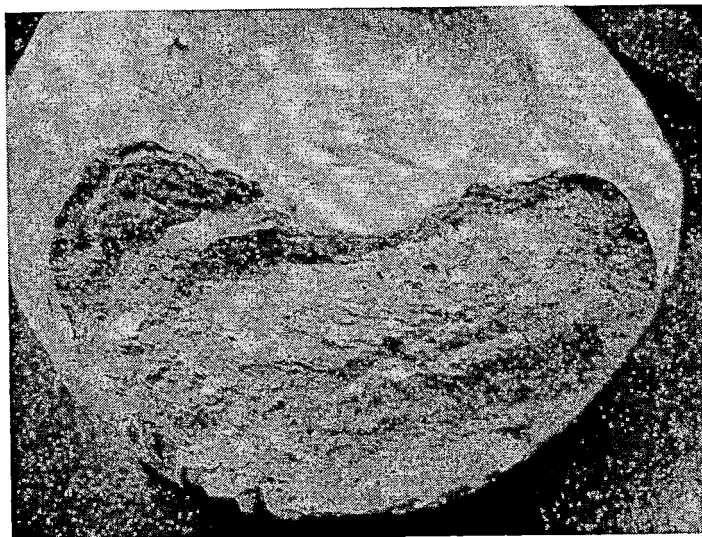
การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 5 และเพื่อให้ผู้ที่สนใจที่ศึกษา พัฒนาต่อยอดงานวิจัย นำผลการวิจัยไปใช้อย่างได้ผล ผู้วิจัยจึงนำภาพปัญหาที่พบในระหว่างการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบอุตสาหกรรมชุมชน อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี มาแสดงดังต่อไปนี้



ภาพที่ ก 1 ปัญหาแตกหักส่วนกลาง เนื้อดินมีความเหนียวน้อย จึงไม่เหมาะกับรูปทรงที่ซับซ้อน



ภาพที่ ก 2 ปัญหาแตกร้าวบริเวณขอบเข้ามาถึงตัวผลิตภัณฑ์



ภาพที่ ก 3 ปัญหาแตกอย่างรุนแรง ขณะเผาอบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส