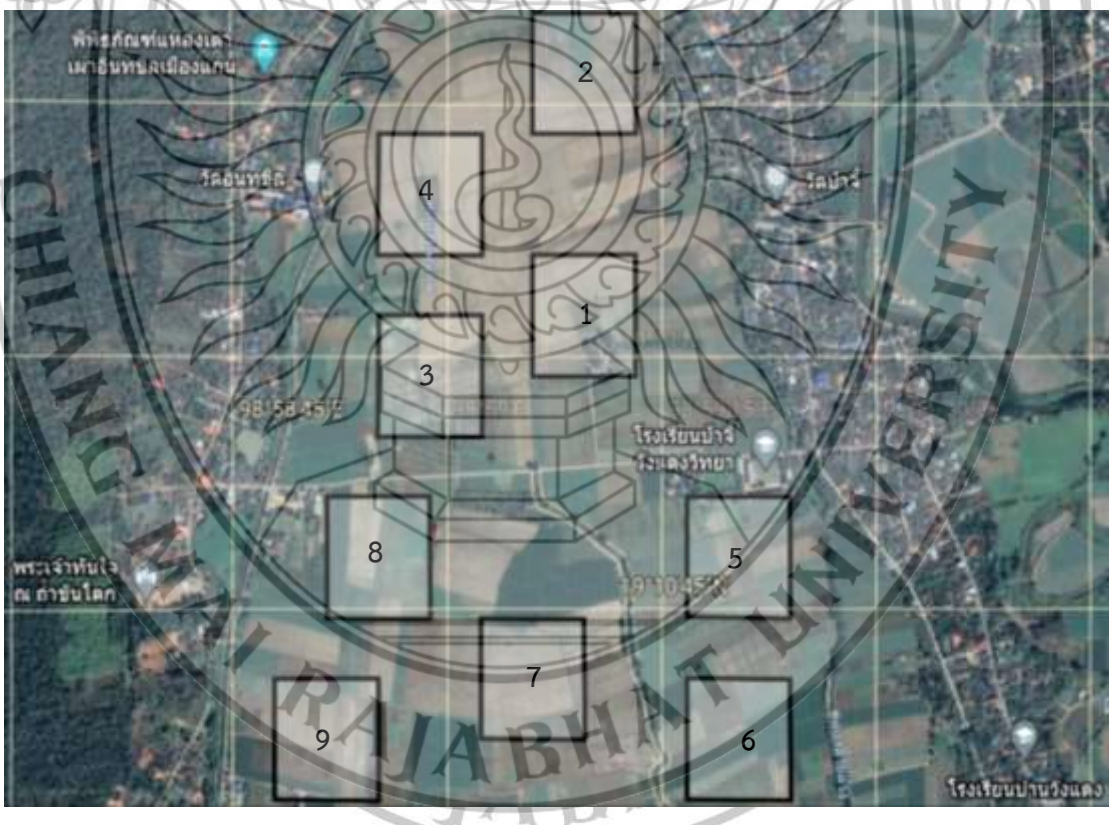
บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาเพื่อการสำรวจและพัฒนาแหล่งดินเพื่อใช้ผลิตเซรามิกในชุมชนอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีองค์ประกอบของการดำเนินงาน ได้แก่ การสำรวจ วิเคราะห์ลักษณะเฉพาะและสมบัติ การปรับสภาพ การพัฒนาเนื้อดินหรือเนื้อเซรามิก สำหรับขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิก ภายใต้วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน ดังนี้

1. เพื่อสำรวจแหล่งดินเพื่อใช้ในการผลิตเซรามิกในพื้นที่ ตำบลอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อพัฒนาเนื้อดินสำหรับใช้ในการผลิตเซรามิก

การสำรวจและเก็บตัวอย่างดิน

1. กำหนดจุดสำรวจ จำนวน 9 โซน (Intakhil 1-9) จำนวนโซนละ 5 จุด พื้นที่ราบลุ่ม



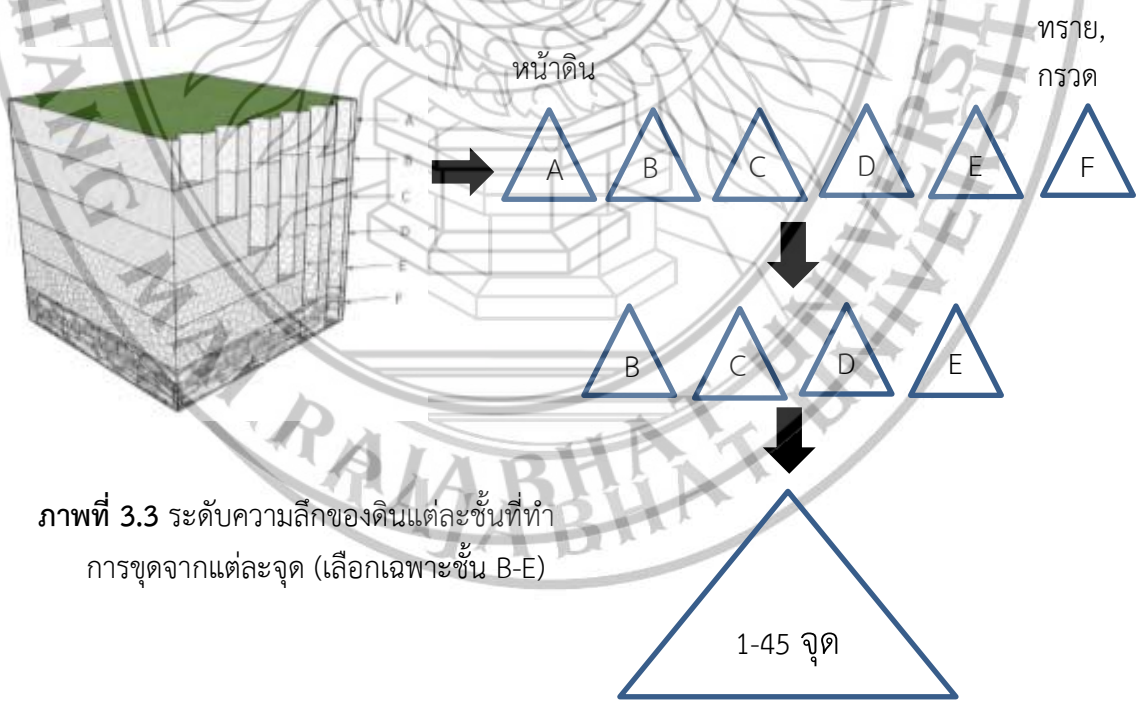
ภาพที่ 3.1 ภาพถ่ายจากโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธ (Google Earth) เพื่อแสดงพิกัดจุด ของแหล่งดินที่ทำการสุ่มสำรวจ จำนวน 9 โซน

2. เจาะสำรวจดินที่ความลึกประมาณ 3 เมตรต่อหลุม กว้างประมาณ 15 ซม.

ภาพที่ 3.2 เครื่องมือสำหรับเจาะสำรวจดิน และการเจาะสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างดิน

3. เก็บตัวอย่างดินทุก ๆ ช่วง 50 ซม. (1-50 ซม., 51-100 ซม., 101-150 ซม., 151-200 ซม. , 201-250 ซม., 250-300 ซม.)

4. เก็บตัวอย่างดินใส่ถุงดำ และซ้อนด้วยถุงปุ๋ย เขียนป้ายติด โดยใช้ตัวเลขหลุม และระดับความลึกแทนด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ (1-50 ซม.= A, 51-100 ซม.= B , 101-150 ซม. = C, 151-200 ซม.= D, 201-250 ซม. = E, 250-300 ซม. = F) เช่น 1A หมายถึง หลุมที่ 1 ความลึก 1-50 ซม. เป็นต้น ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ระดับความลึกของดินแต่ละชั้นที่ทำการขุดจากแต่ละจุด (เลือกเฉพาะชั้น B-E)

การศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติของดินแต่ละจุด

1. กากค้างตะแกรง

1.1. สำหรับการทดสอบกากค้างตะแกรง ได้ใช้ตะแกรงขนาดความละเอียด 150 ไมครอน (μm) (ตะแกรงเบอร์ 100 เมช (mesh)) ขนาดความละเอียด 75 ไมครอน (ตะแกรงเบอร์ 200 เมช) และขนาดความละเอียด 45 ไมครอน (ตะแกรงเบอร์ 325 เมช) โดยชั่งน้ำหนักตะแกรงเปล่าแต่ละขนาดไว้

1.2. เตรียมตัวอย่างดิน ประมาณ 250 กรัม ผสมกับน้ำปริมาตร 1000 ซม.^{3}

1.3. กวนให้ดินแตกตัวในน้ำ ทิ้งไว้ 5 นาที

1.4. เทส่วนผสมดินกับน้ำลงไปบนตะแกรงขนาด 100, 200 และ 325 เมช

1.5. นำกากที่ค้างตะแกรงแต่ละขนาดไปอบที่อุณหภูมิ 110°C

1.6. นำกากพร้อมตะแกรงไปชั่ง และบันทึกผล

1.7. นำผลที่ได้ไปคำนวณเพื่อหาร้อยละของกากค้างตะแกรงแต่ละขนาด เทียบกับน้ำหนักดิน 250 กรัม

2. การหดตัวหลังแห้ง

2.1 ทำการผสมดินกับน้ำในอัตราร้อยละ 25-30

2.2 หมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดความเหนียว

2.3 นำไปขึ้นรูปให้เป็นแท่ง ขนาด 2.5 cm x 2.5 cm x 15 cm

2.4 ขีดเส้นตามแนวยาว ขนาด 10 cm ตรงกลางของชิ้นทดสอบ

2.5 ผึ่งไว้ในที่ร่ม เป็นเวลา 3 วัน

2.6 นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.7 นำชิ้นทดสอบไปวัดความยาว ณ ตำแหน่งเส้นที่ขีดไว้

2.8 ทำซ้ำ จำนวน 3 ครั้ง และหาค่าร้อยละการหดตัวเฉลี่ย ตามสมการ 2.9

3. ความแข็งแรง

3.1. การทดสอบความแข็งแรง เป็นการทดสอบภายใต้ค่ามอดูลัสการแตกร้าว (Modulus of Rupture; MOR)

3.2. ทำการผสมดินกับน้ำในอัตราร้อยละ 25-30 เพื่อให้เกิดความเหนียว

3.3. หมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดความเหนียว

3.4. นำไปขึ้นรูปให้เป็นแท่ง ขนาด 2.5 cm x 2.5 cm x 15 cm

3.5. ผึ่งไว้ในที่ร่ม เป็นเวลา 3 วัน

3.6. นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.7. นำชิ้นทดสอบไปวัดความแข็งแรงด้วยเครื่องทดสอบ MOR

3.8. ทำซ้ำ จำนวน 3 ครั้ง และคำนวณหาค่า MOR เฉลี่ย

การเตรียมเนื้อดินสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์

1. นำดินแต่ละหลุม ที่ความลึกต่าง ๆ กัน มาอบแห้ง
2. ทำการบดดิน โดยใช้เครื่องบดปากฉลาม (Jaw crusher)
3. นำดินของแต่ละหลุม มาผสมกันในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก
4. นำดินที่ผสมไปทำการบดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช
5. แยกดินแต่ละหลุมภายใต้โซนที่กำหนด ทั้งหมด 9 โซน ได้แก่ Intakhil 1, Intakhil 2, Intakhil 3, Intakhil 4, Intakhil 5, Intakhil 6, Intakhil 7, Intakhil 8 และ Intakhil 9
6. ผสมดินแต่ละหลุมตามโซนที่กำหนดในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของเนื้อดินแต่ละโซน ณ จุดต่าง ๆ ที่ทำการขุดทั้ง 45 จุด

โซน	Intakhil 1	Intakhil 2	Intakhil 3	Intakhil 4	Intakhil 5	Intakhil 6	Intakhil 7	Intakhil 8	Intakhil 9
จุดที่	1-5	6-10	11-15	16-20	21-15	26-30	31-35	36-40	41-45

การศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติของเนื้อดิน

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและทางแร่ของเนื้อดิน

ในงานวิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางแร่ ด้วยเครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซน (X-ray fluorescence) รุ่น Horiba Mesa-500 W โดยใช้หลักการวิเคราะห์ค่าพลังงานที่แผ่กระจายออกมา (energy dispersive) และใช้ตัวตรวจวัดชนิด XEROPHY high-purity silicon และเครื่องเอกเรย์ดิฟแฟรคชัน (X-ray diffraction) รุ่น Rigaku Miniflex II โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีเป็น CuKα ใช้ตัวกรองเป็น Kb-filter (λ=1.540 Å) กระแสและกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 15 mA และ 30 kW โดยวิเคราะห์ที่มุม $10^{\circ} \leq 2\theta \leq 50^{\circ}$ อัตรา 12° ต่อนาที ช่วงกว้าง 0.015°

2. กากค้างตะแกรง โดยทำตาม ข้อ 3.2.1
3. ความถ่วงจำเพาะ
   3.1. เตรียมขวดพิคโนมิเตอร์
   3.2. ชั่งเพื่อหาน้ำหนักขวดพิคโนมิเตอร์เปล่า
   3.3. ชั่งเพื่อหาน้ำหนักขวดพิคโนมิเตอร์กับผงดิน
   3.4. ชั่งเพื่อหาน้ำหนักขวดพิคโนมิเตอร์กับผงดินและน้ำกลั่น
   3.5. ชั่งเพื่อหาน้ำหนักขวดพิคโนมิเตอร์กับน้ำกลั่น
   3.6. นำน้ำหนักทั้งหมดที่หาได้ไปคำนวณตามสมการ 2.8

4. ความเหนียว

สำหรับการหาค่าความเหนียวจะอาศัยหลักการของ Atterberg's limits โดยดูค่าขีดจำกัดเหลว (Liquid limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic limit) ของดิน การหาค่าขีดจำกัดเหลวนั้นทำได้โดยนำดินที่ต้องการทดสอบมาผสมน้ำจนเข้ากันแล้วนำมาปาดลงในถ้วยเคาะ ใช้เครื่องมือมาตรฐานในการบากร่องของดินเหลว หลังจากนั้นจึงทำการหมุนเครื่องเคาะเพื่อให้เกิดแรงเฉือนขึ้นกับเนื้อดินจนครบ 25 ครั้ง ถ้าดินยังไม่เคลื่อนตัวมาแตะกันที่รอยบากก็ให้เติมน้ำเพิ่มแล้วทำการเคาะใหม่จนกระทั่งดินตรงรอยบากมาแตะกันแล้วนำดินไปหาค่าปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน สำหรับดินที่มีค่าขีดจำกัดเหลวสูงแสดงว่าเป็นดินที่มีความเหนียวสูง ตามภาพที่ 2.21

5. การหดตัวรวมหลังเผา

5.1 นำแท่งทดสอบ ขนาด 2.5 cm x 2.5 cm x 15 cm ที่ผ่านการอบแห้งไปเผาที่อุณหภูมิ 800, 1,000 และ 1,250°C อุณหภูมิละ 3 แท่ง ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน

5.2 นำชิ้นทดสอบไปวัดความยาว ณ ตำแหน่งเส้นที่ขีดไว้ โดยเปรียบการหดตัวเทียบการความยาวเริ่มต้น 10 cm

5.3 หาค่าร้อยละการหดตัวเฉลี่ยหลังเผา ตามสมการ 2.10

6. การดูดซึมน้ำและความหนาแน่นหลังเผา

6.1 นำชิ้นทดสอบที่ผ่านการเผา ไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

6.2 ทิ้งไว้ให้เย็น

6.3 นำชิ้นทดสอบไปชั่งน้ำหนักในน้ำ และน้ำหนักเปียกที่ชั่งในอากาศ

6.4 นำชิ้นทดสอบไปอบที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6.5 ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบที่ผ่านการอบแห้งแล้ว

6.6 นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำและความหนาแน่นหลังเผา ตามสมการ 2.11 และ 2.12 ตามลำดับ

7. ความแข็งแรง

7.1 นำแท่งทดสอบ ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800, 1,000 และ 1,250°C อุณหภูมิละ 3 แท่งไปวัดความกว้างและความหนา

7.2 นำชิ้นทดสอบไปทดสอบเพื่อหาค่าน้ำหนักกดจนหัก โดยใช้เครื่อง MOR

7.3 คำนวณหาค่าความแข็งแรง ตามสมการ 2.10

8. สีหลังเผา

8.1 เตรียมเครื่องทดสอบค่าสี L, a, b สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทดลองใช้โปรแกรมประยุกต์จากโทรศัพท์มือถือในการวัดค่า คือ โปรแกรม Color meter โดยควบคุมความสว่างของสิ่งแวดล้อมให้คงที่ภายในกล่องวัดค่าสี เพื่อนำไปประยุกต์เป็นสื่อสำหรับทำกิจกรรมเกี่ยวกับการเตรียมเนื้อดินต่อไป

8.2 นำชิ้นทดสอบที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,250°C ไปวัดค่าสีในกล่องวัดค่าสี

8.3 บันทึกค่า L, a, b

การปรับสภาพเนื้อดินด้วยดินดำ

1. เตรียมเนื้อดิน

ในการวิจัยนี้ได้ทดลองนำดินดำมาผสมกับดินที่เตรียมขึ้น โดยมีส่วนผสมตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนผสมของดินพื้นบ้านกับดินดำ

สูตร	การดำเนินงาน		
	ดินพื้นบ้าน : ดินคอมพาวด์		
Intakhil-1C	90:10	80:20	70:30
Intakhil-2C	10	20	30
Intakhil-3C	10	20	30
Intakhil-4C	10	20	30
Intakhil-5C	10	20	30
Intakhil-6C	10	20	30
Intakhil-7C	10	20	30
Intakhil-8C	10	20	30
Intakhil-9C	10	20	30

2. ศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติของเนื้อดินที่ปรับสภาพ

เนื้อดินที่ผ่านการปรับสภาพได้มีการศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติ ได้แก่ ความเหนียว การหดตัว ความแข็งแรง สีเนื้อดินหลังเผา เป็นต้น

การขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคต่าง ๆ

1. การปั้นอิสระ
2. การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน
3. การขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์