



การศึกษาดินเหนียววัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตโองในจังหวัดราชบุรี Study of Raw Clay Material for Jar Industry in Ratchaburi

เอกพล แก้วนวม¹ และ จักรพงษ์ แก้วขาว²

¹ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางโครงสร้าง ของดินเหนียวทุ่งสมณะ ดินเหนียวทุ่งอรัญญิก และดินเหนียวทุ่งหลวง ในพื้นที่ในจังหวัดราชบุรี จากการศึกษาพบว่า สารประกอบที่มีปริมาณอยู่ในดินมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ SiO_2 Fe_2O_3 และ Al_2O_3 ตามลำดับ โดย SiO_2 เป็นส่วนประกอบหลักในเนื้อดินเหนียวที่อยู่ในรูปของ แร่ควอตซ์ เมื่อทำการอบดินที่อุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิ 600 – 1200 องศาเซลเซียส จะทำให้สัดส่วนปริมาณของ SiO_2 ในดินเหนียวทุ่งสมณะ และดินเหนียวทุ่งอรัญญิก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ดินเหนียวทุ่งหลวงจะมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่แน่นอน การอบดินทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส จะทำให้โมเลกุลของ SiO_2 มีการก่อตัวเป็นแร่ควอตซ์ได้มากที่สุด และเมื่ออบจนถึงอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดแร่คริสโตแบไลท์ขึ้น ในดินเหนียวทุ่งสมณะและดินเหนียวทุ่งหลวง ผลจากงานวิจัยนี้ ทำให้ทราบได้ว่า ดินเหนียวทุ่งสมณะ และดินเหนียวทุ่งอรัญญิก มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นดินวัตถุดิบสำหรับการผลิตโองโดยวิธีการเผาตามปกติมากกว่าดินเหนียวทุ่งหลวง แต่ดินเหนียวทุ่งหลวงมีศักยภาพสูงกว่าในการนำไปใช้ผลิตโองที่มีความแข็งแรงทนทาน

คำสำคัญ : โอง ดินเหนียว ราชบุรี โครงสร้าง

ABSTRACT

Clay from difference area in Ratchaburi such as Samata field, Arranyig field and Luang field is investigated in this work. The study focuses on the chemical composition and structures of the clay. The results shows that the most chemical composition found in all clays is SiO_2 Fe_2O_3 and Al_2O_3 , respectively. SiO_2 is the main composition in all clay and forms as alpha-quartz mineral with trigonal structure. Clay annealing in range of temperature 600 – 1200 °C makes the quantity ratio of SiO_2 in Samata field's clay and Arranyig field's caly tends to increase, but the quantity ratio of most chemical composition in Luang field's clay is change with fluctuation. Annealing at 1000 °C is the best condition that affects SiO_2 to grow alpha-quartz structure in (101) plan. From this research, it was found that Samata field's clay and Arranyig field's caly is more appropriate than Luang field's clay for using as raw clay material in Jar industry with normal flaming process. However, Luang field's clay performs more potentially for using in high strength jar production.

Keywords : Jar, Clay, Ratchaburi, Strucutre



บทนำ

เครื่องปั้นดินเผาเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ที่อยู่กับคนไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะปรากฏอยู่ในรูปของภาชนะต่างๆ ในครัวเรือน เช่น หม้อ ถ้วย ชาม โอ่ง แจกัน และกระถาง เป็นต้น จากคุณสมบัติของดินเหนียวในบางพื้นที่ของประเทศไทยซึ่งเหมาะต่อการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการสร้างเครื่องปั้นดินเผา ทำให้มีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาขึ้นมาเพื่อใช้สอยตามบ้านเรือน อีกทั้งยังมีการผลิตเพื่อทำการค้าขายกันอย่างกว้างขวาง จังหวัดราชบุรีเป็นจังหวัดที่มีเอกลักษณ์ทางการผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่มีชื่อเสียง โดยเฉพาะโอ่งมังกร ซึ่งมีการผลิตขึ้นมาที่จังหวัดราชบุรีเป็นแห่งแรกตั้งแต่สมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 อันเนื่องมาจากความยากลำบากในการนำเข้สินค้าในสภาวะสงครามในสมัยนั้น ประกอบกับพื้นที่ในจังหวัดราชบุรีมีแหล่งดินเหนียวที่เหมาะสมต่อการนำมาทำเครื่องปั้นดินเผา ชาวบ้านในจังหวัดราชบุรีจึงผลิตโอ่งขึ้นมาใช้ด้วยตนเอง และนำไปสู่การเกิดอุตสาหกรรมการผลิตโอ่งมังกรที่มีชื่อเสียงในที่สุด ซึ่งในปัจจุบันมีโรงงานผลิตโอ่งที่สังกัดอยู่ในสมาคมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรีเป็นจำนวนมากถึง 33 โรงงาน [1] โอ่งมังกร เป็นโอ่งที่สามารถใช้เก็บน้ำฝนได้ โดยไม่ทำให้น้ำเกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติไป น้ำในโอ่งจะถูกควบคุมให้มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำตามธรรมชาติ เพราะคุณสมบัติของวัสดุเนื้อผนังโอ่งที่เป็นฉนวนความร้อนที่ดี นอกจากนี้ โอ่งมังกรยังมีความทนทานต่อแดด-ฝน จึงทำให้อ่างมังกรเป็นที่นิยมทั่วไป [1-3] วัตถุดิบที่สำคัญในการปั้นโอ่งมังกร คือ ดินเหนียวเนื้อสีน้ำตาลแดง ซึ่งสามารถหาได้ในพื้นที่จังหวัดราชบุรี การที่จะผลิตโอ่งให้มีคุณภาพ มีความแข็งแรงทนทานนั้น การคัดเลือกดินเหนียวจากแหล่งต่างๆ มาใช้เป็นวัตถุดิบถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพราะดินเหนียวจากต่างพื้นที่ต่างบริเวณ อาจมีองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ในเนื้อดินที่แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลถึงคุณสมบัติและมูลค่าราคาของโอ่งที่ผลิตขึ้นมาได้ ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของธาตุ และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ดินเหนียวจากแหล่งต่างๆ ในจังหวัดราชบุรี เพื่อนำมาใช้ในการผลิตโอ่งจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก ปัจจุบันดินเหนียวส่วนใหญ่ที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตโอ่งมังกรตามโรงงาน ในจังหวัดราชบุรี ส่วนใหญ่ถูกนำมาจากแหล่งดินทุ่งสมณะ ในเขตอำเภอโพธาราม แต่อย่างไรก็ตามยังมีแหล่งดินเหนียวที่น่าสนใจในพื้นที่จังหวัดราชบุรีอีก 2 แหล่ง ได้แก่ แหล่งดินทุ่งอรัญญิก อำเภอเมือง และแหล่งดินทุ่งหลวง อำเภอปากท่อ ที่มีการถูกขุดดินเหนียวนำไปใช้ในบางโรงงานผลิตโอ่ง หรือ เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาด้วยวิธีการเฉพาะทาง ผู้วิจัยจึงทำการนำดินเหนียวทั้ง 3 แหล่งในจังหวัดราชบุรี มาวิเคราะห์เปรียบเทียบองค์ประกอบของทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ในเนื้อดิน นอกจากนี้ การวิเคราะห์อภิไพลของความร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ในดินเหนียว เพื่อศึกษาพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงในเนื้อดิน นับเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่น่าสนใจต่อการศึกษา เพราะสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมการผลิตโอ่ง และเครื่องปั้นดินเผาได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะทำการศึกษาคู่ประกอบทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ดินเหนียวจากแหล่งดิน 3 แหล่ง ในพื้นที่จังหวัดราชบุรี เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโอ่ง รวมทั้งมีการศึกษาอภิไพลของความร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ดินเหนียว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินเหนียวในพื้นที่จังหวัดราชบุรี ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตโอ่ง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ดินเหนียว
2. เพื่อศึกษาอภิไพลของพลังงานความร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ดินเหนียว



ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ดินเหนียวจากแหล่งดิน 3 แหล่ง ในพื้นที่จังหวัดราชบุรี ประกอบไปด้วย แหล่งดินทุ่งสมถะ อำเภอโพธาราม แหล่งดินทุ่งอรุญญิก อำเภอเมือง และแหล่งดินทุ่งหลวง อำเภอปากท่อ

1.2 ขอบเขตเนื้อหา

1. ค้นหาและคัดเลือกตัวอย่างดินเหนียวตามพื้นที่ต่างๆ ในจังหวัดราชบุรี ที่ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโอ่ง

2. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแร่ในดินเหนียว ด้วยเทคนิคการเกิดฟลูออเรสเซนส์ด้วยรังสีเอกซ์ (x-ray fluorescence)

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางโครงสร้างของแร่ดินเหนียว ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (x-ray diffractometer)

4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ดินเหนียว เนื่องจากการอบความร้อนที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตพื้นที่

จังหวัดราชบุรี

วิธีดำเนินการวิจัย

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค้อน
- เครื่องบดสาร
- เครื่องชั่งดิจิตอล
- เบ้าหลอมอะลูมินา
- เต้าอบไฟฟ้า
- เครื่องวัดการเกิดสเปกตรัมของฟลูออเรสเซนส์ด้วยรังสีเอกซ์ (x-ray fluorescence spectrometer; XRF) บริษัท Panalytical รุ่น MiniPal-4
- เครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (x-ray diffractometer; XRD) บริษัท Shimadzu รุ่น XRD-6100

1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. หาข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตโอ่งมังกรในจังหวัดราชบุรี และรายละเอียดของดินเหนียววัตถุดิบใช้ในการปั้นโอ่ง และเครื่องปั้นดินเผา โดยไปขอข้อมูลและปรึกษากับสมาคมเครื่องเคลือบดินเผาจังหวัดราชบุรี ภาควิชาภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา และเจ้าของโรงงานผลิตโอ่ง และเจ้าของโรงงานผลิตกระถาง ในจังหวัดราชบุรี

2. ค้นหาและคัดเลือกตัวอย่างดินเหนียวตามพื้นที่ต่างๆ ในจังหวัดราชบุรี ที่ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโอ่ง และเครื่องปั้นดินเผาชนิดอื่นๆ โดยดินตัวอย่างที่คัดเลือกมาประกอบไปด้วย ดินทุ่งสมถะ อำเภอโพธาราม ดินทุ่งอรุญญิก อำเภอเมือง ดินทุ่งหลวง อำเภอปากท่อ

3. นำดินเหนียวมาทุบด้วยค้อนเพื่อทำให้เม็ดดินมีขนาดที่เล็กลง

4. นำดินเหนียวไปบดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดสาร

5. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแร่ในดินเหนียว ด้วยเครื่อง XRF



6. ศึกษาลักษณะทางโครงสร้างของแร่ในดินเหนียว ด้วยเครื่อง XRD
7. นำดินเหนียวไปอบความร้อนในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 600 800 1000 และ 1200 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลารอบ 2 ชั่วโมง ซึ่งการอบที่อุณหภูมิประมาณ 1200 °C เป็นเวลา 2 ชม. เป็นสภาวะเงื่อนไขที่ใกล้เคียงที่ถูกใช้ในการอบโอ่งในโรงโอ่งบางแห่งในจังหวัดราชบุรี
8. ศึกษาองค์ประกอบของทางเคมีและลักษณะทางโครงสร้างของแร่ดินเหนียวหลังจากผ่านการอบความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ อีกครั้ง ด้วยเครื่อง XRF และ XRD ตามลำดับ

1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบ องค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ในดินเหนียวที่ชุดมาจากแหล่งดินทั้ง 3 แหล่ง
2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง องค์ประกอบของทางเคมี และลักษณะทางโครงสร้างของแร่ในดินเหนียว หลังจากการอบความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ

ผลการวิจัย

1.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในดินเหนียว

ตารางที่ 1 สัดส่วนร้อยละองค์ประกอบของธาตุในดินเหนียวทุ่สมณะ ก่อนและหลังผ่านการอบที่อุณหภูมิต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนปริมาณทางเคมีที่อุณหภูมิต่างๆ (%)				
	ก่อนอบ	600 °C	800 °C	1000 °C	1200 °C
Al ₂ O ₃ ↑↓	13.000	14.200	13.600	11.800	11.200
SiO ₂ ↑	62.900	66.300	67.400	68.200	71.200
K ₂ O ↓	2.830	2.390	2.410	2.410	2.240
CaO ↓	0.975	0.890	0.855	0.891	0.799
TiO ₂ ↓	2.490	1.890	1.970	2.000	1.830
V ₂ O ₅ ↓	0.110	0.089	0.087	0.098	0.084
Cr ₂ O ₃ ↓	0.034	0.026	0.029	0.030	0.027
MnO	0.120	0.100	0.093	0.100	0.098
Fe ₂ O ₃ ↓	17.000	13.800	13.200	14.100	12.000
CuO ↓	0.071	0.052	0.050	0.053	0.046
ZnO	0.032	0.0270	0.025	0.032	0.029
BaO	0.200	0.190	0.230	0.170	0.19
Au ↑	0.050	0.098	0.110	0.180	0.020



ตารางที่ 2 สัดส่วนร้อยละองค์ประกอบของธาตุในดินเหนียวทุ่งอรัญญิก ก่อนและหลังผ่านการอบที่อุณหภูมิต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนปริมาณทางเคมีที่อุณหภูมิต่างๆ (%)				
	ก่อนอบ	600 °C	800 °C	1000 °C	1200 °C
Al ₂ O ₃ ↑↓	11.245	14.293	13.119	11.148	10.695
SiO ₂ ↑	54.079	64.165	63.457	64.453	68.106
K ₂ O ↓	3.650	3.294	3.325	3.273	3.108
CaO ↓	2.126	1.054	1.353	1.409	1.029
TiO ₂ ↓	1.922	1.561	1.637	1.682	1.493
V ₂ O ₅ ↓	0.098	0.071	0.075	0.084	0.068
Cr ₂ O ₃	0.038	0.022	0.028	0.027	0.029
MnO	0.061	0.042	0.040	0.046	0.044
Fe ₂ O ₃ ↓	26.375	15.205	16.678	17.431	14.933
CuO ↓	0.089	0.051	0.053	0.053	0.043
ZnO	0.030	0.024	0.021	0.029	0.027
BaO ↓↑	0.194	0.132	0.102	0.172	0.242
Au ↑	0.092	0.086	0.112	0.193	0.182

ตารางที่ 3 สัดส่วนร้อยละองค์ประกอบของธาตุในดินเหนียวทุ่งหลวง ก่อนและหลังผ่านการอบความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนปริมาณทางเคมีที่อุณหภูมิต่างๆ (%)				
	ก่อนอบ	600 °C	800 °C	1000 °C	1200 °C
Al ₂ O ₃ ↓	13.700	12.000	11.000	11.000	9.500
SiO ₂ ↓↑	61.000	60.500	58.000	62.600	65.200
K ₂ O ↓	4.140	2.880	2.880	3.140	2.440
CaO ↓↑	0.490	0.420	0.390	0.390	0.430
TiO ₂ ↓	1.730	1.430	1.400	1.480	1.350
V ₂ O ₅	0.081	0.068	0.081	0.076	0.070
Cr ₂ O ₃ ↓	0.033	0.030	0.030	0.026	0.026
MnO	0.013	0.190	0.280	0.170	0.260
Fe ₂ O ₃ ↑↓	18.500	21.97	25.820	21.110	20.520
CuO ↑↓	0.058	0.060	0.064	0.057	0.051
BaO	0.100	0.100	0.1700	0.100	0.140

สัญลักษณ์ ↑ : สัดส่วนปริมาณมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการอบ

สัญลักษณ์ ↓ : สัดส่วนปริมาณมีแนวโน้มลดลงตามอุณหภูมิการอบ



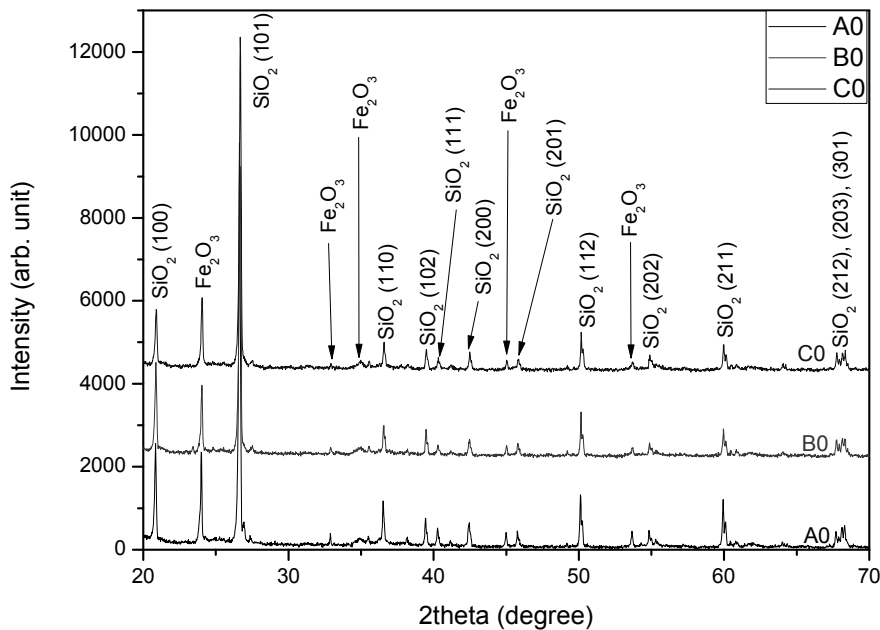
สัญลักษณ์ $\uparrow\downarrow$: สัดส่วนปริมาณมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงในช่วงท้ายตามอุณหภูมิการอบ

สัญลักษณ์ $\downarrow\uparrow$: สัดส่วนปริมาณมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายตามอุณหภูมิการอบ

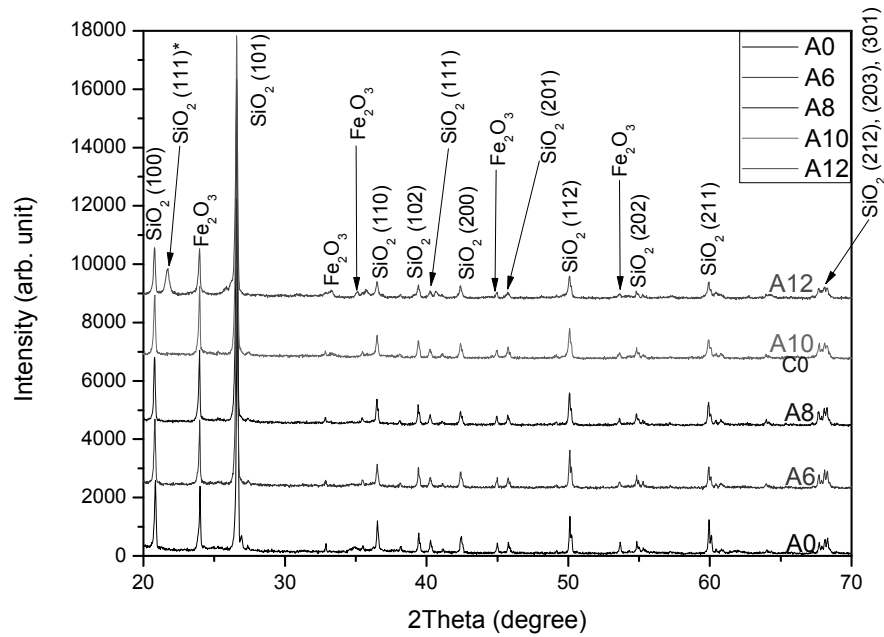
ผลการวิเคราะห์ด้วย XRF ในตารางที่ 1-3 ทำให้แสดงให้เห็นว่า ดินเหนียวจากแหล่งดินทั้ง 3 แหล่ง มีปริมาณสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีที่มากที่สุด 3 อันดับแรก ที่เหมือนกัน คือ SiO_2 Fe_2O_3 และ Al_2O_3 ตามลำดับ เมื่อนำดินไปอบโดยเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นในช่วง 600 – 1200 องศาเซลเซียส พบว่า ในดินเหนียวทุ่งสมถะ และดินเหนียวทุ่งอรัญญิกนั้น สัดส่วนปริมาณของ SiO_2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น Fe_2O_3 มีแนวโน้มลดลง Al_2O_3 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยตามอุณหภูมิการอบ ขณะที่สารประกอบชนิดอื่นส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง สำหรับดินเหนียวทุ่งหลวงนั้น มีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนทางเคมีที่แตกต่างออกไป กล่าวคือ SiO_2 มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายตามอุณหภูมิการอบ ตรงกันข้ามกับ Fe_2O_3 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและลดลงในช่วงท้าย Al_2O_3 มีแนวโน้มลดลง ขณะที่สารประกอบชนิดอื่นส่วนใหญ่ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณที่แปรปรวนไม่แน่นอน

1.2 ลักษณะทางโครงสร้างของสารประกอบในดินเหนียว

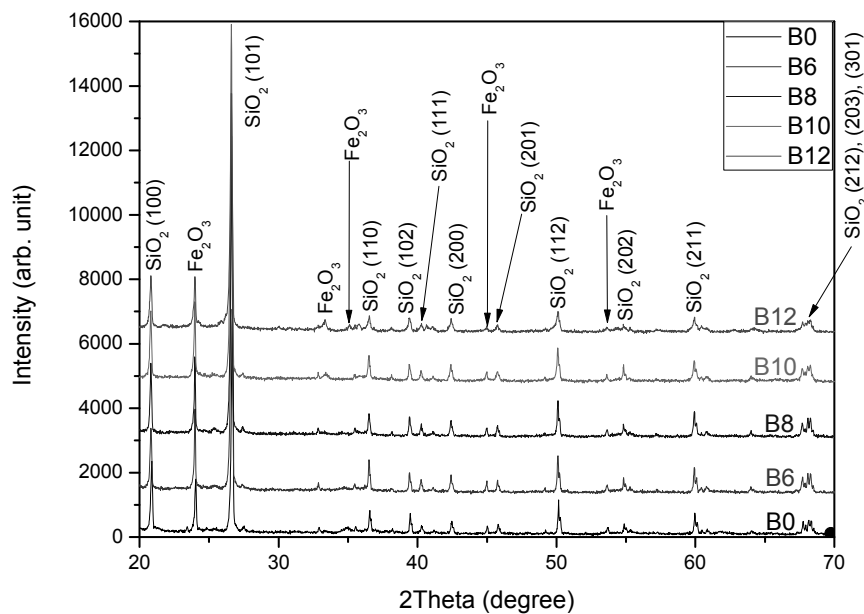
ดินเหนียวจากแหล่งดินทั้ง 3 แหล่ง ถูกนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางโครงสร้างด้วย XRD โดยผลการวิเคราะห์ ในภาพที่ 1 - 4 สามารถแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของสารประกอบที่อยู่ในดินได้ 2 ชนิด คือ SiO_2 และ Fe_2O_3 ตามลำดับ โครงสร้างของ SiO_2 ที่พบมี 2 ชนิด คือ โครงสร้างแบบเฮกซะโกนอล (hexagonal) (P3221) ตามฐานข้อมูล JCPDS 046-1045 โดยมีระนาบ (100) (101) (110) (102) (111) (200) (201) (112) (202) (211) (212) (203) (301) และโครงสร้างแบบลูกบาศก์ (cubic) (Fd-3m) ตามฐานข้อมูล JCPDS 027-605 ซึ่งมีระนาบ (111)* ขณะที่สารประกอบ Fe_2O_3 นั้น มีรูปแบบของ XRD ที่สอดคล้องกับฐานข้อมูล JCPDS 054-089 ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ยังไม่สามารถระบุลักษณะและระนาบที่แน่นอนได้



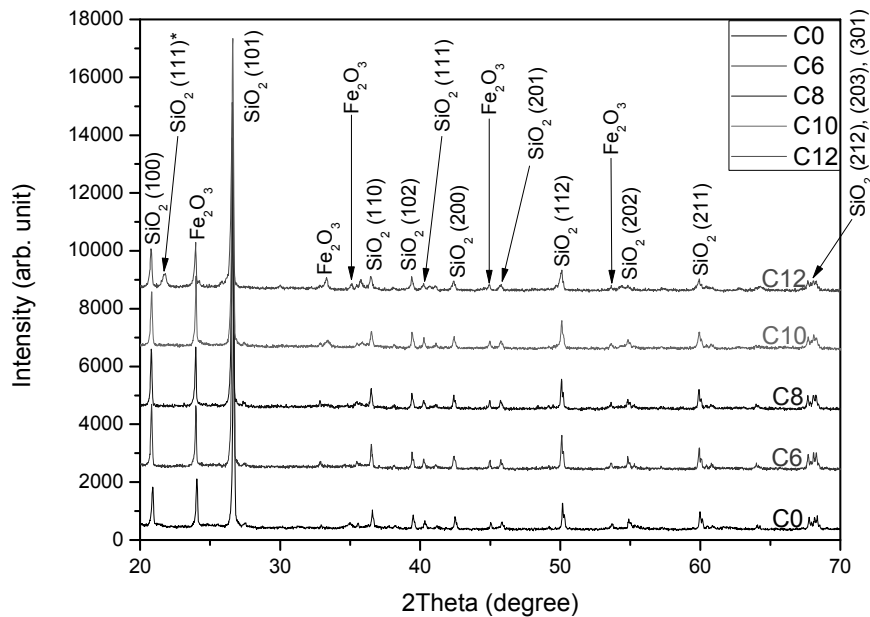
ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์ด้วย XRD ของดินเหนียวจากแหล่งต่างๆ ก่อนทำการอบ โดยที่ A0 คือ ดินเหนียวทุ่งสมถะ B0 คือ ดินเหนียวทุ่งอรัญญิก และ C0 คือ ดินเหนียวทุ่งหลวง



ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ด้วย XRD ของดินเหนียวทุ่งสมณะ โดย A0 คือ ดินเหนียวก่อนผ่านการอบ ขณะที่ A6 A8 A10 และ A12 คือ ดินเหนียวที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 600 800 1000 และ 1200 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วย XRD ของดินเหนียวทุ่งอรัญญิก โดย B0 คือ ดินเหนียวก่อนผ่านการอบ ขณะที่ B6 B8 B10 และ B12 คือ ดินเหนียวที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 600 800 1000 และ 1200 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ด้วย XRD ของดินเหนียวทุ่งหลวง โดย C0 คือ ดินเหนียวก่อนผ่านการอบ ขณะที่ C6 C8 C10 และ C12 คือ ดินเหนียวที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 600 800 1000 และ 1200 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการทดลองในตารางที่ 1 - 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ว่า ดินเหนียวทุ่งสมถะ ดินเหนียวทุ่งอรัญญิก และดินเหนียวทุ่งหลวง มีปริมาณสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีที่มากที่สุด 3 อันดับแรก ที่เหมือนกัน คือ SiO_2 Fe_2O_3 และ Al_2O_3 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีทั้งหมด พบว่า ดินเหนียวทุ่งสมถะ และดินเหนียวทุ่งอรัญญิก มีชนิดของสารประกอบทางเคมีเหมือนกัน ขณะที่ดินเหนียวทุ่งหลวง มีจำนวนชนิดของสารประกอบน้อยกว่าดินเหนียวที่นำมาจากทั้งสองแหล่งก่อนหน้า โดยสารประกอบที่ขาดไป คือ ZnO และ Au เมื่อนำดินทั้งสามแหล่ง ไปอบความร้อนที่อุณหภูมิในช่วง 600 – 1200 องศาเซลเซียส สารประกอบในดินบางชนิดจะโดนพลังงานความร้อนทำให้เกิดการระเหยไป ส่งผลให้ปริมาณสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีในดินเกิดการเปลี่ยนแปลง ดินเหนียวทุ่งสมถะ และดินเหนียวทุ่งอรัญญิก มีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบในเนื้อดินที่เหมือนกัน โดยเฉพาะสัดส่วนปริมาณของ SiO_2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่สารประกอบชนิดอื่นส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลง สำหรับดินเหนียวทุ่งหลวงนั้น มีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนทางเคมีที่แตกต่างออกไป กล่าวคือ SiO_2 มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายตามอุณหภูมิการอบ ขณะที่สารประกอบชนิดอื่นส่วนใหญ่ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณที่แปรปรวนไม่แน่นอน ดังนั้น ถ้านำดินเหนียวทั้งสามแห่งนี้ไปขึ้นรูปโถงมังกร และนำไปเผาตามปกติเพื่อให้เกิดการแข็งตัว นั้น เราจะสามารถควบคุมกระบวนการและอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาดินเหนียวทุ่งสมถะ และดินเหนียวทุ่งอรัญญิก ได้ง่ายกว่า ดินเหนียวทุ่งหลวง เมื่ออบดินจนถึงอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิใกล้เคียงที่นิยมใช้อบโถงมังกรตามโรงงาน พบว่า ดินที่มีสัดส่วนของปริมาณ SiO_2 ซึ่งเป็นสารประกอบหลักในเนื้อวัสดุเซรามิกส์อยู่มากที่สุด เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย คือ ดินเหนียวทุ่งสมถะ (ร้อยละ 71) ดินเหนียวทุ่งอรัญญิก (ร้อยละ 68) และ ดินเหนียวทุ่งหลวง (ร้อยละ 65) ดินเหนียวทุ่งสมถะ และ ดินเหนียวทุ่งอรัญญิก จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นดินวัตถุดิบสำหรับการผลิตโถงมังกรโดยวิธีการเผาตามปกติ



มากกว่า ดินทุ่งหลวง อย่างไรก็ตามพบว่า หลังจากการอบอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ดินเหนียวทุ่งหลวง มีสัดส่วนปริมาณของ Fe_2O_3 อยู่มากที่สุด (ร้อยละ 21) เมื่อเปรียบเทียบกับดินชนิดอื่น ดังนั้น หากมีการปรับปรุงกระบวนการขั้นตอนการเผา ให้สามารถนำดินเหนียวทุ่งหลวงไปใช้เป็นดินวัตถุดิบเพื่อเผาผลิตโถ่งได้ง่าย จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์โถ่งมังกรที่มีความแข็งแรงทนทานสูงกว่า โถ่งมังกรที่ทำจากดินเหนียวทุ่งสมถะและทุ่งอรัญญิก เนื่องจากในเนื้อวัสดุโถ่งมี Fe คอยเสริมความแข็งแรงอยู่เป็นจำนวนมาก

สำหรับผลการศึกษาโครงสร้างของสารประกอบในเนื้อดินเหนียว ในรูปที่ 1-4 นั้น พบ พีคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์เนื่องจากระนาบโครงสร้างของ SiO_2 เป็นจำนวนมาก โดยรูปแบบของพีคส่วนใหญ่สอดคล้องกับฐานข้อมูล JCPDS 046-1045 มากที่สุด ทำให้ทราบได้ว่า สารประกอบ SiO_2 ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในเนื้อดินเหนียวที่ขุดมาจากทั้ง 3 แหล่ง มีลักษณะทางโครงสร้างแบบเฮกซะกอนัล ($P3221$) ซึ่งก่อตัวในรูปของของแร่ควอตซ์ (quartz) ในเนื้อดิน [4] โดยแร่ดังกล่าวมีการก่อตัวเป็นโครงสร้างแบบเฮกซะกอนอลอยู่ในระนาบ (101) ($2\theta \sim 26.6$ องศา) มากที่สุด ขณะที่พีคการเลี้ยวเบนของ รังสีเอกซ์เนื่องจากระนาบโครงสร้างของ Fe_2O_3 มีความสอดคล้องกับ ฐานข้อมูล JCPDS 054-089 มากที่สุด ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ยังไม่สามารถระบุลักษณะและระนาบที่แน่นอนได้ แต่ฐานข้อมูลดังกล่าวได้ระบุว่า โครงสร้างของ Fe_2O_3 รูปแบบนี้ มีความสอดคล้องกับ $\gamma-Fe_2O_3$ ที่ถูกศึกษาค้นคว้าในงานวิจัยก่อนหน้า [5] ซึ่งเป็นสารประกอบที่ก่อตัวขึ้นเป็นแร่แมกเฮไมต์ (maghemite) [6] สำหรับลักษณะทางโครงสร้างของสารประกอบในดินชนิดอื่นนั้น ไม่ปรากฏรูปแบบพีคระนาบในผลการวิเคราะห์ XRD เนื่องจากมีสัดส่วนปริมาณน้อย เมื่อนำดินเหนียวจากทั้ง 3 แหล่งดิน ไปอบในช่วงอุณหภูมิ 600 – 1000 องศาเซลเซียสพบว่า พลังงานความร้อนทำให้โมเลกุลของ SiO_2 มีการก่อตัวเป็นแร่ควอตซ์ที่มีการวางตัวในระนาบ (101) ได้มากขึ้น แต่เมื่ออบดินเหนียวจนถึงอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส โครงสร้างของแร่ควอตซ์ดังกล่าวในเนื้อดินจะลดลง ทำให้กล่าวได้ว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการทำให้เกิดแร่ควอตซ์ระนาบ (101) ขึ้น ในเนื้อดินเหนียวจากทั้ง 3 แหล่ง มากที่สุด คือ 1000 องศาเซลเซียส แต่เมื่อพิจารณา ดินเหนียวทุ่งสมถะและดินเหนียวทุ่งหลวง พบว่า หลังจากผ่านการอบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส พบ พีคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ระนาบ (111)* เกิดขึ้นที่ $2\theta \sim 21.8$ องศา ซึ่งเป็นโครงสร้างแบบลูกบาศก์ (Fd-3m) ของ SiO_2 ที่ก่อตัวเป็นแร่คริสโตแบไลท์ (cristobalite) [7] ตามฐานข้อมูล JCPDS 027-605 โดยอาจกล่าวได้ว่า พลังงานความร้อนที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส สามารถเริ่มทำให้เกิดการเปลี่ยนทางโครงสร้างของ SiO_2 จากเฮกซะโกนอล (ควอตซ์) ไปเป็นโครงสร้างแบบลูกบาศก์ (คริสโตแบไลท์) ได้บางส่วน แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างหลักของ SiO_2 ในเนื้อดินยังคงเป็นการก่อตัวในรูปของแร่ควอตซ์จากการที่แร่ควอตซ์เป็นสารประกอบหลักในเนื้อดินวัตถุดิบสำหรับการผลิตโถ่งมังกร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอแนวคิด ว่า ควรมีการนำดินเหนียววัตถุดิบทั้ง 3 แหล่งนี้ ไปทดลองขึ้นรูป และหลอมเป็นโถ่งมังกรโดยใช้อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส และนำโถ่งดังกล่าว มาทดสอบสมบัติต่างๆ เช่น ความแข็ง ความหนาแน่น องค์ประกอบเคมี และลักษณะทางโครงสร้างต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ว่า ดินเหนียวทุ่งสมถะ และ ดินเหนียวทุ่งอรัญญิก มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นดินวัตถุดิบสำหรับการผลิตโถ่งมังกรโดยวิธีการเผาตามปกติ มากกว่า ดินทุ่งหลวง แต่อย่างไรก็ตาม หากมีการปรับปรุงกระบวนการขั้นตอนและควบคุมอุณหภูมิการเผาโถ่ง ให้เหมาะต่อการใช้ดินเหนียวทุ่งหลวงเป็นวัตถุดิบ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์โถ่งมังกรที่มีความแข็งแรงทนทานสูงกว่า โถ่งมังกรที่ทำจากดินเหนียวทุ่งสมถะและทุ่งอรัญญิก สำหรับ แร่ที่เป็นส่วนประกอบหลักในเนื้อดินเหนียวจากแหล่งดินทั้ง 3 แหล่งนั้น คือ แร่ควอตซ์ ที่มีโครงสร้างแบบเฮกซะกอนัล ขณะที่สารประกอบ Fe_2O_3 ซึ่งพบอยู่ในเนื้อดินเหนียว มีลักษณะทางโครงสร้างที่คล้ายกับแร่แมกเฮไมต์ การนำดินเหนียวไปอบที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส จะทำให้ SiO_2 เกิดการก่อตัวเป็น แร่ควอตซ์ ในระนาบ (101) มากที่สุด แต่เมื่ออบไปจนถึงอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส พบว่า เกิดแร่คริสโตแบไลท์ ที่มีโครงสร้างแบบลูกบาศก์ ระนาบ (111)* ขึ้นในดินเหนียวทุ่งสมถะและดินเหนียวทุ่งหลวง



ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยสามารถถูกนำไปใช้เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตโองม้งกรและเครื่องปั้นดินเผาชนิดอื่น ๆ ได้ โดยวิธีการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาลักษณะทางโครงสร้างและรูปแบบการก่อตัวของ Fe_2O_3 ในดินเหนียวโดยละเอียด เนื่องจากมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โองม้งกร และเครื่องปั้นดินเผาชนิดอื่นๆ
2. ค้นคว้าวิจัยปรับปรุงกระบวนการขั้นตอนและควบคุมอุณหภูมิการเผาโองม้งกร ให้เหมาะต่อการใช้ดินเหนียวทุ่งหลวงเป็นวัตถุดิบ
3. ทำการทดสอบหาสัดส่วนปริมาณของ SiO_2 , Fe_2O_3 และ Al_2O_3 ด้วยกระบวนการทางเคมี เพื่อความถูกต้องแม่นยำในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

เอกสารอ้างอิง

- วีระ แตระกุล, สุขชาติ ไชยะบติ, ประยุทธ์ ศรีละพุก, วินิจ ไชยะบติ, รัฐนันท์ อุดม สันติธรรม, มติ เตชะกุลวิโรจน์, ทศนัย ศิลป์ประเสริฐ และสมนึก ชินภานุวัฒน์, โองม้งกรราชบุรี ภูมิปัญญาสามแผ่นดิน, สมาคมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรี, ธรรมรักษ์การพิมพ์ จำกัด จังหวัดราชบุรี, 2554, 153-187.
- สายชล ศรีนวลจันทร์, เสี่ยงสะท้อน SME : โองม้งกร...ราชบุรี ความเสี่ยงที่จะเป็นเพียงตำนาน, 2556, เข้าถึงได้ที่ <http://www.komchadluek.net/detail/20130808/165222/โองม้งกร...เสี่ยงที่จะเป็นเพียงตำนาน.html>, เข้าถึงเมื่อ 24 มิถุนายน 2558.
- พิมพ์วัลค์ วัฒนภาส, โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา จังหวัดราชบุรี, วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2544, 49(155), 31-32.
- Kern, A., Eysel, W., Mineralogisch-Petrograph. Inst., Univ. Heidelberg, Germany. ICDD Grant-in-Aid, 1993.
- G. Yu. Yurkov, S. P. Gubin, D. A. Pankratov, Yu. A. Koksharov, A. V. Kozinkin, Yu. I. Spichkin, T. I. Nedoseikina, I. V. Pirog, and V. G. Vlasenko, Iron(III) Oxide Nanoparticles in a Polyethylene Matrix, Inorganic Materials, 2002, 38(2), pp. 137–145.
- C.J. Serna and M.P. Morales, Surface and Colloid Science, Ed. E. Matijevic and M. Borkovec, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 17(2) pp. 27-81.
- Leadbetter, A. et al. Nature (London), Phys. Sci., 1973, 244, 125.