# บทที่ 4

## วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพดินหางดง เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยมีแนวทางการปรับปรุงคือ นำผลการทดลองจากการศึกษาและตรวจสอบ สมบัติทางเซรามิกของดินหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองที่ได้สามารถนำมาสรุปเป็นสองแนวทาง คือ แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพดินหางดง และแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้งนี้ โดยการยึดการขึ้นรูปด้วยวิธีแบบหล่อแทนที่จะเป็น วิธีปั้นด้วยมืออิสระหรือแป้นหมุนตามที่ชาวบ้าน แหล่งหมู่บ้านเหมืองกุง อ.หางดง จ.เชียงใหม่ ที่กระทำกันอยู่ในปัจจุบัน ทั้งสองแนวทางที่กล่าวมามีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันโดยคำนึงถึง การปรับปรุงคุณภาพของดินหางดงเป็นหลัก ตั้งแต่ดินหางดงอย่างเดียว ซึ่งเป็นการปรับปรุงดินเดี่ยว ไปจนถึงการใช้ดินหางดงผสมกับวัตถุดิบอย่างอื่นที่หาง่ายในท้องถิ่น เพื่อการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยเน้นการขึ้นรูปโดยวิธีหล่อแบบ (Forming by casting) ดังรูป 4.1 เป็นสำคัญ ซึ่งผลการทดลองสามารถวิจารณ์และสรุปตามขั้นตอนต่าง ๆ เป็นลำดับดังนี้

รูป 4.1 รูปผลิตภัณฑ์เนื้อดินผสมหางดง (Body mixture) ขึ้นรูปโดยวิธีหล่อแบบ (Forming by casting)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1 ผลการศึกษา และตรวจสอบสมบัติทางเซรามิกของดินดิบหางดง และดินที่ผ่านการคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนมาตรฐาน (Sieving) -100 เมช และ -325 เมช

**สมบัติทางเคมี และสมบัติทางกายภาพมีผลปรากฏดังต่อไปนี้**

**ทางเคมี**

การศึกษาสมบัติทางเคมีในที่นี้ได้เน้นความสำคัญประการแรก คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการตรวจสอบสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน การวิเคราะห์ทางเคมีสำหรับดินดิบหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบองค์ประกอบดังนี้ คือ

ดินดิบหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์ มีปริมาณซิลิกา ($SiO_2$) 69.94% (ตาราง 3.1) แสดงถึงสภาพดินนั้นถือว่ามีทรายปริมาณปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งดินโดยทั่วไปซึ่งมักจะพบปริมาณทรายตั้งแต่ 60% ขึ้นไป เมื่อพิจารณาถึงอลูมินาจะพบอลูมินาในดินหางดงดิบ 15.39% ซึ่งมีปานกลาง โดยประมาณเมื่อเปรียบเทียบกับดินธรรมชาติแหล่งอื่น เช่นดินท้องถิ่นหน้านาเหล่านี้เป็นต้น ส่วนปริมาณของเหล็กมี 3.38% นั้นเห็นได้ชัดว่ามีปริมาณของเหล็กสูง และเป็นตัวทำให้ดินมีสีเหลือง ซึ่งเมื่อเผาจะทำให้เกิดสีส้มถึงสีน้ำตาลแดงและสีดำ เมื่อเผาในอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นลำดับ ปริมาณของเหล็กที่สูงถึงขนาดนี้ ถือว่าเป็นวัตถุดิบที่ทำผลิตภัณฑ์มีสีดังเช่นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น Terracotta ฯลฯ เป็นผลิตภัณฑ์ประเภท Earthen ware ส่วนการศึกษาวิเคราะห์ทางเคมีสำหรับออกไซด์ของธาตุอื่น ๆ ได้แก่ $TiO_2$, CaO, MgO, $Na_2O$ นั้นถือว่ามีปริมาณค่อนข้างต่ำ คืออยู่ระหว่าง 0.09-0.5% ซึ่งถือว่าชนิดของออกไซด์ และปริมาณดังกล่าวจะไม่มีผลต่อการทำให้ดินมีสมบัติเป็นพิเศษ อันเนื่องด้วยออกไซด์ของธาตุที่กล่าวมา ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณของโปรตัสเซียม ($K_2O$) มี 1.77% ถือว่ามีปริมาณจำนวนหนึ่งของธาตุอัลคาไลน์ที่เอื้ออำนวยให้เกิดการหลอมตัวได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากธาตุ โปรตัสเซียม จัดเป็นตัวช่วยหลอม (Fluxing material) ชนิดหนึ่งดังนั้นการเกิดสารประกอบโปรตัสเซียมซิลิเกตก็ดี หรือสารประกอบของโปรตัสเซียมอื่นก็ดี มักจะมีสภาพคล้ายแก้ว (Glassy material) ที่ช่วยเร่งให้เกิดการหลอมตัวของดินดิบหางดงได้เร็วกว่าปกติอีกเช่นกัน ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณสารระเหยหลังเผา (L.O.I) หรือ Lose on ignition มีปริมาณ 6.60% ถือว่าเป็นไปตามลักษณะปกติของดินพื้นผิว ซึ่งสารระเหยเหล่านั้นส่วนใหญ่คือโมเลกุลของน้ำที่อยู่ในผลึก (Crystal water) นอกจากนี้อาจมีสารระเหยของไฮโดรคาร์บอน จำนวนหนึ่งที่คาดว่ามีอยู่ในดินดิบหางดง ทั้งนี้เพราะไฮโดรคาร์บอนเป็นตัวทำให้เกิดความเหนียวขึ้น นอกจากนี้สำหรับความเหนียวที่มีอยู่ในดินดิบหางดงนั้น คาดว่าน่าจะมีปริมาณ Bentonite จำนวนเล็กน้อย ซึ่งเป็นดินจากแหล่งภูเขาไฟโดยกำเนิด ที่อาจเคลื่อนตัวเข้ามาปะปนกับดินพื้นผิวโลกปรากฏอยู่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาถึงความเป็นกรด-ด่าง ของดินดิบหางดง พบว่ามีค่า pH 4.5-5.0 แสดงว่าดินหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดอ่อน ๆ อยู่ ซึ่งเป็นผลให้เมื่อนำดินหางดงมาละลายน้ำ น้ำดินจะไม่ลอยตัว เมื่อนำมาทำเป็นน้ำดิน (Slip clay) เพื่อขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อ (Forming by casting) อาจมีผลเสีย คือได้ผลิตภัณฑ์หนาไม่สม่ำเสมอ

**ดินหางดง -100 เมช**

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินดิบหางดง -100 เมช (ตาราง 3.14) เพื่อพิจารณาเลือกมาปรับปรุงคุณภาพของดิน เปรียบเทียบกับดินหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์ เป็นดังต่อไปนี้

ปริมาณของ $Si_2O$ มี 63.41% ซึ่งลดน้อยลงทั้งนี้เนื่องจากได้ผ่านการคัดขนาดอนุภาคขนาดโตออกไป ส่วนปริมาณของออกไซด์ต่าง ๆ ได้แก่ $Fe_2O_3$, $TiO_2$ ลดลงซึ่งเป็นผลดีทางด้านสีที่ปรากฏหลังเผา และ $K_2O$ ลดน้อยลงมีผลดี ทางด้านของความทนไฟซึ่งจะเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากธาตุอัลคาไลน์ของโปรตัสเซียม เป็นออกไซด์ที่ทำให้ดินเกิดการหลอมตัวเร็วกว่าปกติ นั่นคือธาตุโปรตัสเซียมจัดเป็นตัวช่วยหลอม (Fluxing materials) ชนิดหนึ่ง ส่วนปริมาณร้อยละของ $Al_2O_3$ เพิ่มมากขึ้นจาก 15.39 เป็น 21.71% เป็นผลดีทางด้านของความทนไฟเช่นเดียวกัน ทางด้านออกไซด์ของ CaO, MgO, $Na_2O$ เพิ่มขึ้น แต่ยังอยู่ระหว่าง 0.1-1.5% ซึ่งถือว่าไม่มีผลต่อการทำให้ดินมีสมบัติพิเศษแต่อย่างใด

ส่วนความเป็นกรด-ด่าง ของดินหางดง -100 เมช นั้นมีค่า pH ไม่แตกต่างจากดินดิบหางดง ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นคือดินลอยตัวไม่สม่ำเสมอ ได้ศึกษาสมบัติก่อนเผาและหลังเผาของดินดิบหางดง ดินหางดงที่ผ่านการคัดขนาดต่าง ๆ ดินหางดง -100 เมช -325 เมช ดังต่อไปนี้

**สมบัติก่อนเผา**

(1) ความเหนียว (Plastities) เมื่อเปรียบเทียบความเหนียวระหว่างดินหางดง -100 เมช จะเหนียวมากกว่าดินหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์ ส่วนดินหางดง -325 เมช เหนียวมากไม่เหมาะที่จะใช้กับงานปั้นดอกไม้ เช่นดอกกุหลาบ ส่วนดินหางดง -100 เมช เหมาะที่จะใช้กับงานปั้นดอกไม้ เช่นดอกกุหลาบได้ และดินดิบหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์อยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากมีความเหนียวน้อย เมื่อนำมาปั้นดอกไม้ เช่นดอกกุหลาบ กลีบดอกจะแตก หักง่ายจึงไม่สามารถปั้นดอกไม้ได้

(2) การหดตัวเมื่อแห้ง (Drying shrinkage) ดินหางดง ที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ตั้งแต่ดินดิบหางดงที่ชาวบ้านใช้ ซึ่งมีขนาดอนุภาคโตกว่า 16 เมช จนถึง +115 เมช มีการหดตัวเมื่อแห้ง 4% ซึ่งถือว่ามีการหดตัวน้อยเป็นผลดีทางด้านผลิตภัณฑ์ดิบก่อนเผา ไม่แตกหักบิดเบี้ยวง่าย ส่วนดินหางดงอนุภาคขนาดเล็กตั้งแต่ -115 เมช จนถึง -325 เมช การหดตัวเมื่อแห้งจะสูงขึ้นเป็น 6% ดังตาราง 3.6 เนื่องจากขนาดของเม็ดดินเล็ก เมื่อน้ำระเหยออกอนุภาคของเม็ดดินจึงอยู่ใกล้ชิดกันกว่าขนาดของอนุภาคเม็ดดินที่มีขนาดโต

(3) ความแข็งเมื่อแห้ง (Green strength) ดินหางดง ที่มีอนุภาคโตจะมีค่าความแข็งเมื่อแห้งน้อยกว่าดินหางดง ที่มีขนาดอนุภาคเล็ก ดังตารางที่ 3.7 ซึ่งจากค่าความแข็งเมื่อแห้งนี้ผลิตภัณฑ์ดินหางดง ที่ชาวบ้านเหมืองกุงผลิตอยู่ซึ่งมีขนาดอนุภาคโตกว่า 16 เมช จะมีค่า Green strength น้อยทำให้ผลิตภัณฑ์แตกง่าย เกิดปัญหาเมื่อทำการขนย้าย การแตกเปราะของผลิตภัณฑ์ส่วนดินหางดง -100 เมช จนถึงดินหางดง -325 เมช จะมี Green strength ดี ดังนั้นจึงสามารถแก้ปัญหาการแตกเปราะเสียหายของผลิตภัณฑ์ก่อนเผาได้เป็นอย่างดี

(4) ขนาดของเม็ดดินหางดง เมื่อทำการคัดขนาดของเม็ดดินหางดงโดยผ่านตะแกรงมาตราฐาน (Sieving) โดยวิธี Dry sieving พบว่ามีอนุภาคขนาดโตกว่า 32 เมช มากที่สุดคือ 45.43% ซึ่งจากการคัดขนาดของอนุภาคนี้จึงทำให้ผลิตภัณฑ์จากแหล่งหมู่บ้านเหมือนกุงมีผิวเนื้อที่หยาบซึ่งวิธีแก้ที่ทำกันอยู่คือ ใช้ลูกหินขัดผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้ผิวที่ละเอียดขึ้นแต่จากการคัดขนาดโดยวิธีแบบ Wet sieving พบว่ามีอนุภาคขนาด -325 เมช มากถึง 75% ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อนำดินหางดงมาละลายน้ำ เปอร์เซนต์ของอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งแทรกอยู่ตามอนุภาคขนาดใหญ่สามารถหลุดออกมาได้หมดแสดงถึงธรรมชาติของดินหางดงซึ่งเมื่อละลายน้ำแล้วจะได้เนื้อดินที่ละเอียด ดังนั้นการที่ผู้ผลิตจะนำดินหางดงไปใช้เป็นวัตถุดิบจึงควรคัดดินอนุภาคขนาดใหญ่ (ตั้งแต่ +80 จนถึงโตกว่า +32 เมช) ซึ่งปกติจะเป็นเม็ดทราย, กรวดปนอยู่ในปริมาณมากออกก่อนหลังจากนั้นจะได้อนุภาคขนาดเล็ก (ตั้งแต่ -80 เมช จนถึง -325 เมช) ไปใช้งานทางด้านเซรามิกซึ่งเมื่อนำอนุภาคขนาดเล็กเหล่านี้ไปละลายน้ำดังเช่นนำดินหางดง -100 เมช ไปเตรียมเป็นน้ำดิน (Slip clay) แล้วนำไปขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ (Forming by casting) ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวเนื้อละเอียดได้แทนที่จะใช้วิธีการเตรียมดินแบบที่ชาวบ้านเตรียมแล้วขึ้นรูปโดยใช้แป้นหมุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**สมบัติหลังเผา**

(5) การหดตัวหลังเผา (Firing shrinkage) ดินหางดงที่ขนาดอนุภาคเม็ดดินโตคือตั้งแต่ +32 ถึง +115 เมช ค่าการหดตัวจะเท่ากันเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 850-1050 $^{o}$C คือหดตัวหลังเผา 3% ส่วนเม็ดดินที่มีขนาดอนุภาคเล็กตั้งแต่ -115 ถึง -325 เมช ค่าการหดตัวจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อเผาที่อุณหภูมิเดียวกันและค่าการหดตัวจะมากขึ้นเมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้นดังตาราง 3.11 ทั้งนี้เนื่องจากผลจากการ X-ray diffraction[2] ดินหางดงก่อนนำไปเผาพบว่าขนาดอนุภาคดินที่ผ่าน -80 เมช จะมีปริมาณของหินฟันม้าสูงและเนื่องจากหินฟันม้าซึ่งมีธาตุอัลคะไลเป็นองค์ประกอบอยู่จึงทำให้ตัวมันมีจุดหลอมตัวต่ำ มีผลทำให้มันทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอม (Fluxing reagent) เมื่อผสมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ทำให้สารผสมเหล่านั้นมีจุดหลอมตัวต่ำลงไปด้วย

(6) ความพรุนตัว (Porosity) ที่อุณหภูมิ 1050 $^{o}$C ความพรุนตัวของดินหางดงจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากการเผาที่อุณหภูมิสูง ๆ จะทำให้น้ำที่มีอยู่ในเนื้อดินระเหยและหลุดออกไปทำให้เกิดช่องว่างซึ่งเป็นรูพรุนเปิด[2] ความพรุนตัวจะเป็นลักษณะเฉพาะของดินที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นความพรุนตัวจะเพิ่มขึ้นด้วยจนถึงจุดหนึ่งความพรุนตัวจะลดลงเพราะอนุภาคของเม็ดดินเริ่มจะมีการหลอมนอกจากนี้สารประกอบบางตัวในดินก็เริ่มมีการหลอมเช่นกัน ทำให้เกิดการปิดรูอากาศหรือช่องว่างระหว่างอนุภาคของเม็ดดินทำให้เปอร์เซนต์ความพรุนตัวลดลงเรื่อย ๆ และถ้าถึงจุดหลอมเหลวความพรุนตัวของดินจะมีค่าเท่ากับศูนย์ดังนั้นที่อุณหภูมิ 1100 $^{o}$C ค่าความพรุนตัวของดินหางดงจะเหลือ 3% ดังตาราง 3.12, 3.15 และ 3.17 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับความพรุนตัวของผลิตภัณฑ์ที่ชาวบ้านเผาที่อุณหภูมิ 825 $^{o}$C มีค่าประมาณ 12% จากอุณหภูมิเผานี้ดินหางดงยังไม่ถึงจุดที่อนุภาคของเม็ดดินหลอมตัวทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิ 900 $^{o}$C ดินหางดงจะมีความพรุนตัวสูงสุด[2] ดังนั้นความพรุนตัวของผลิตภัณฑ์ดินหางดงจึงสูงซึ่งเป็นข้อเสียเมื่อนำผลิตภัณฑ์มาใส่น้ำจะทำให้ซึมน้ำและเมื่อตั้งทิ้งไว้เกิน 1 วัน ผลิตภัณฑ์จะขึ้นเกิดตะไคร่น้ำเกาะในเวลาต่อมาดังนั้นผู้ผลิตจึงควรเพิ่มอุณหภูมิเผาให้สูงขึ้นถึงจุด 1050 - 1100 $^{o}$C ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อแน่น (Dense) ตามที่กล่าวมาแล้ว จุดนี้เป็นจุดที่ผู้ผลิตในระดับอุตสาหกรรมควรจะพิจารณาเป็นอย่างยิ่ง

และจากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินหางดงด้านคุณภาพโดย X-ray diffractometer สรุปได้ว่าเนื้อดินหางดงมีส่วนประกอบของเฟลด์สปาร์ ดินเกาลิน ควอทซ์และอิลไลท์ (Illite)[2] นอกจากนี้จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินหางดงโดยใช้เทคนิค X-ray fluorescence พบว่ามีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบปริมาณมากสูงถึง 3.80-4.35% จึงพอจะเป็นเครื่องยืนยันได้ว่าผลการทดลองหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซนต์ความพรุนตัวและการหดตัวของดินหางดงดังตาราง 3.11, 3.12 และ 3.17 นั้นให้ผลสอดคล้องกัน

(7) ความแข็งหลังเผา (Bending strength) จากค่าเปอร์เซนต์การหดตัว ความพรุนตัว และอุณหภูมิเผาจะเป็นตัวกำหนดความแข็งหลังเผากล่าวคือ ถ้าเนื้อดินมีเนื้อแน่น (dense) เข้าใกล้จุดสุกตัว (Sintering point) มากเท่าไรความแข็งหลังเผาจะมากที่สุดดังตาราง 3.4, 3.13 และ 3.15 ตามลำดับ

(8) สีหลังเผา ดินหางดงเมื่อเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 850-1250 $^{o}$C ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 850-1050 $^{o}$C จะเป็นสีอิฐเช่นเดียวกับที่ชาวบ้านเผาจากเตาในหมู่บ้านอุณหภูมิประมาณ 825 $^{o}$C หลังจากนั้นที่อุณหภูมิเผาตั้งแต่ 1100-1250 $^{o}$C สีของเนื้อดินจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงและสีดำ ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ผู้ผลิตในท้องถิ่น สามารถที่จะใช้เตาเผาได้ อยู่ในช่วง 1050-1100 $^{o}$C ซึ่งจะได้สีอิฐถึงน้ำตาลแดง ขึ้นอยู่กับความต้องการสีของเนื้อดิน การเผาที่อุณหภูมิดังกล่าวนอกจากได้สีอิฐ และสีน้ำตาลแดงซึ่งเป็นเฉดสีที่ให้ความงามอีกอย่างหนึ่งแล้วยังทำให้ได้สมบัติเซรามิกอย่างอื่นที่ดีอีกด้วย

จากการศึกษาสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของดินดิบหางดง ดินหางดงที่ผ่านการคัดขนาด (Sieving) ต่าง ๆ และดินหางดงที่ผ่านการคัดขนาด -100 เมช กับ -325 เมช พอจะสรุปได้ว่า

1. ความเหนียวของเนื้อดินดิบหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์ เหนียวน้อยเกินไป และความเหนียวของเนื้อดินหางดง ขนาดละเอียดตั้งแต่ -100 เมช จะเหนียวมาก
2. อุณหภูมิในการเผาดินหางดงที่เหมาะสมควรจะเป็น 1050-1100 $^{o}$C จะทำให้เกิดสมบัติทางเซรามิกที่ดีได้
3. สีของดินหางดงจะเปลี่ยนแปลงจากสีอิฐ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของดินหางดงเป็นสีน้ำตาลแดงที่อุณหภูมิ 1100 $^{o}$C
4. ผิวที่ปรากฏ (Texture appearance) ของดินดิบหางดงหยาบกว่าผิวที่ปรากฏของดินหางดง -100 เมช และ -325 เมช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. เนื้อดินที่เหมาะสมกับวิธีการขึ้นรูปแบบหล่อ (Forming by casting) คือเนื้อดินหางดง -100 เมชเป็นต้นไป
6. การหดตัวของเนื้อดิน ยังไม่เหมาะสมกับการนำใช้กับเคลือบ

จากข้อสรุปดังกล่าวจึงได้มีการปรับปรุงดินหางดงเพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

4.2 การศึกษาดินปั้น

จากการศึกษาสมบัติของวัตถุดิบประเภทที่มีความเหนียว และความไม่เหนียวได้พิจารณาเลือกวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทดลอง เพื่อปรับปรุงดินหางดงให้มีสมบัติเป็นเนื้อดินปั้นเอิทเธนแวร์ ประกอบไปด้วยวัตถุดิบซึ่งพยายามหาวัตถุดิบที่ผู้ผลิตสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นดังต่อไปนี้

1. ดินขาวลำปาง เป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายภายในประเทศ เป็นดินที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาโดยทั่วไป มีคุณภาพดี และมีคุณสมบัติที่จะช่วยปรับปรุงหรือพัฒนาดินหางดง ให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ คือ มีความเหนียวน้อย ซึ่งจะช่วยลดความเหนียว และการหดตัวของดินหางดง ที่มีขนาดละเอียดเมื่อละลายน้ำได้ ดินขาวมีความทนไฟสูงจะช่วยเพิ่มความทนไฟให้แก่ดินหางดง และยังช่วยให้ดินหางดงมีความแข็งแกร่งเพิ่มขึ้นอีกด้วย

2. ดินเบา (Diatomite) เป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่นบริเวณ อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง มีความเหนียวน้อย หดตัวน้อย มีสมบัติดูดความชื้น จึงมีความพรุนตัวสูงเพื่อเตรียมดินปั้นสำหรับให้เหมาะกับเคลือบ

3. ดินผสมโดโลไมต์ เป็นดินที่มีขายสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกทั่วไป มีความเหนียวพอเหมาะ และสามารถนำเคลือบโดโลไมต์มาใช้ได้ ผู้ผลิตสามารถจัดหาได้ง่าย

4. หินโดโลไมต์ (Dolomite) เป็นวัตถุดิบที่หาได้จาก จังหวัดลำปาง และที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี เป็นสารประกอบของแมกนีเซียม และคัลเซียมคาร์บอเนต ไม่มีความเหนียวมีความละเอียดช่วยทางด้านของเนื้อดินที่จะนำมาใช้เคลือบได้เนื่องจากมีความพรุนตัวสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. หินปูน คือแคลเซียมคาร์บอเนต ช่วยเพิ่มความแข็งแกร่งของเนื้อดิน ถ้าผสมในอัตราส่วนที่พอเหมาะแต่ ถ้าผสมมากเกินไปจะทำให้เกิดผลเสีย คือเนื้อดินยุบ

6. ดินแดงดอยสะเก็ด เป็นดินท้องถิ่น เป็นตัวให้สีอิฐเอกลักษณ์ของดินหางดงที่ชาวบ้านใช้ทำผลิตภัณฑ์ ก่อนเผา การเติมดินแดงดอยสะเก็ดลงไปเนื่องจากการใช้วัตถุดิบลดความเหนียวของดินลง เช่น ดินขาวลำปางอาจทำให้สีของดินผสมอ่อนลงจึงต้องใช้ดินแดงดอยสะเก็ดเติมลงไปเพื่อให้เกิดสีคงเดิม

7. $Fe_2O_3$ เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อรักษาสีอิฐซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของดินหางดงไว้เนื่องจากดินผสมบางสูตรทำให้สีของดินอ่อนลง

8. เถ้ากระดูก (Bone Ash) เป็นส่วนประกอบของคัลเซียมฟอสเฟต คัลเซียมคาร์บอเนต และแมกนีเซียมฟอสเฟต ใช้ผสมในเนื้อดินปั้น เป็นตัวเชื่อมประสานและทำหน้าที่เป็นจุดหลอมทำให้ผลิตภัณฑ์นวลตา โปร่งแสง

9. Frit No. 633 tranparent frit เป็นฟริตที่เติมลงไปเพื่อช่วยให้การหลอมตัวของเนื้อดิน และช่วยให้เนื้อดินมีสีสันที่นวลตา เนื่องจาก Frit No. 633 มีสมบัติหลอมตัวที่อุณหภูมิต่ำ

10. Feldspar เป็นวัตถุดิบที่หาง่ายภายในประเทศ และมีซิลิกาสูงถึงร้อยละ 99 เป็นที่นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรม เครื่องปั้นดินเผา Feldspar ช่วยให้ดินหางดง มีความแข็งแรงมากขึ้นเป็นโครงสร้างป้องกันการหดตัว และการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ ทำให้เนื้อดินมีความแข็งแกร่งและทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี

11. แทลคัม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นในทางการค้าโดยทั่วไป ใช้ในปริมาณเล็กน้อยจะช่วยให้ดินหางดงมีความหนาแน่นมากขึ้น ทำให้ความพรุนตัวน้อยลง และช่วยให้เนื้อดินมีการหดตัวต่ำทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี

อัตราส่วนในการผสมผลิตภัณฑ์อย่างอื่นลงในเนื้อดินปั้นเพื่อให้ได้ดินปั้นผสม (Body mixture) นั้นใช้จากการยึดดินหางดงเป็นหลัก และเติมผลิตภัณฑ์อื่นลงไปให้ครบ 100 เปอร์เซนต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือบางสูตรจะใช้เป็นตัวเติม (additive) และใช้แผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า ในกรณีดินผสมที่เป็น Three component

**สรุปผลการทดลอง**

คุณสมบัติของเนื้อดินปั้นที่ทดลองแล้วได้ผลดี เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1060 และ 1100 $^{o}C$ มีดังนี้

1. Single body ดินหางดงที่ผ่านการคัดขนาด -100 เมช และดินหางดงที่ผ่านการคัดขนาด -325 เมช เนื้อดินปั้นสามารถนำมาขึ้นรูปโดยวิธีหล่อแบบ (Forming by casting) ได้ แต่เสียเวลาในการรอถอดแบบออกจากผลิตภัณฑ์ช้า เนื่องจากเนื้อดินมีความเหนียวเกินไป เมื่อถอดออกจากแบบผลิตภัณฑ์สามารถทรงตัวได้ดีไม่แตก สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นงานขณะแห้งได้สะดวก เมื่อนำไปเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น (Oxidation) ที่อุณหภูมิ 1060 $^{o}C$ มีสีอิฐและเพิ่มความงามให้กับผิวเนื้อของผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏ (Texture appearance) เนียนเรียบขึ้น

เนื้อดินปั้นมีการหดตัวร้อยละ 6 สำหรับดินหางดง -100 เมช และร้อยละ 9 สำหรับดินหางดง -325 เมช ค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 7.65 สำหรับดินปั้นดินหางดง -100 เมช และร้อยละ 6.13 สำหรับดินหางดง -325 เมช ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นดินหางดง -100 เมช เป็น 181 $kg/cm^2$ และ ดินปั้นหางดง -325 เมช เป็น 197 $kg/cm^2$ และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปเผาที่บรรยากาศแบบออกซิเดชั่น (Oxidation) ที่อุณหภูมิ 1100 $^{o}C$ เพื่อเปรียบเทียบสีและคุณสมบัติด้านเซรามิกที่สำคัญอย่างอื่นผลปรากฏว่าสีที่ปรากฏมีสีน้ำตาลแดง เนื้อดินเริ่มหลอมตัวถึงจุดสุกตัว (Sintering point) ค่าการดูดซึมน้ำเหลือร้อยละ 3 การหดตัวหลังเผายังคงเท่ากับเมื่อเผา 1060 $^{o}C$ ค่าความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นเพิ่มขึ้นเป็น 206 และ 215 $kg/cm^2$ สำหรับดินหางดง -100 เมช และ -325 เมชตามลำดับดังรูป 3.15-3.18

2. Two Component body

(1) เนื้อดินปั้นมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดง กับขี้เถ้ากระดูกดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 50 |
| ขี้เถ้ากระดูก | ร้อยละ 50 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อผ่านการเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น (Oxidation) ที่อุณหภูมิ 1060 $^{o}$C เนื้อดินปั้นมีสีอิฐเนียนตา สวยงาม เนื้อดินปั้นมีการหดตัวร้อยละ 4 การดูดซึมน้ำร้อยละ 7.71 เนื้อดินปั้นผสมนี้สามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อได้ดี และยังสามารถปั้นดอกไม้ เช่นดอกกุหลาบได้ผลดีมาก กลีบดอกไม่แตก เนื่องจากเนื้อดินมีความละเอียดมีความเหนียมพอเหมาะสามารถถอดผลิตภัณฑ์ออกจากแบบได้ง่าย และไม่ทรุดตัว ผลิตภัณฑ์แห้งง่ายสามารถเคลื่อนย้ายชิ้นงานขณะแห้งได้สะดวก เนื่องจากเนื้อดินปั้นน้ำหนักเบา เนื้อดินปั้นชนิดนี้สามารถทนความร้อนได้อุณหภูมิ 1060 $^{o}$C ถ้าอุณหภูมิ 1100 $^{o}$C เนื้อดินปั้นจะถึงจุดสุกตัว (Sintering point) มีค่าความพรุนตัวเป็นศูนย์ เนื้อดินจะโปร่งพองออกเป็นหย่อม ๆ และสีของผลิตภัณฑ์จะเป็นสีขาวครีมมีจุด ดัง Test piece รูป 3.6 และรูป 3.19 ผลิตภัณฑ์เนื้อดินปั้นดินหางดง กับขี้เถ้ากระดูกอัตราส่วน 50 : 50

(2) เนื้อดินปั้นมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดง กับดินปั้นโดโลไมต์ดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -10 เมช | ร้อยละ 80 |
| ดินปั้นโดโลไมต์ | ร้อยละ 20 |

เนื้อดินปั้นที่ผ่านการเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น (Oxidation) มีสีอิฐคล้ำเล็กน้อย เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1060 $^{o}$C เนื้อดินปั้นมีการหดตัวร้อยละ 7 ความพรุนตัวร้อยละ 8.78 ความแข็งหลังเผาเป็น 182 kg/cm$^{2}$ เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อ ได้ผลดี และสามารถนำมาปั้นดอกไม้ เช่นดอกกุหลาบได้ผลดี เนื้อดินมีความเนียนละเอียดพอเหมาะสามารถถอดแบบจากแบบหล่อได้ง่าย เคลื่อนย้ายได้สะดวกขณะที่แห้งเนื่องจากน้ำหนักเบาผลิตภัณฑ์ไม่แตกง่าย เนื้อดินปั้นนี้สามารถทนความร้อนได้ถึง 1100 $^{o}$C และไม่ควรเผาที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ เนื่องจากค่าความพรุนตัวจะสูง ดังตาราง 3.19 - 3.12 และรูป 3.20

(3) เนื้อดินปั้นมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดงกับดินเบา ดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 70 |
| ดินเบา (Diatomite) -100 เมช | ร้อยละ 30 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื้อดินปั้นผ่านการเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation) มีสีอิฐใสเมื่อเผาที่อุณหภูมิที่ 1060 และ 1100 $^{o}$C เนื้อดินปั้นมีการหดตัวร้อยละ 12 ความพรุนตัวเข้าใกล้ศูนย์ ดังตาราง 3.39 - 3.40 สูตรที่ 4 และรูปที่ 3.22 เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อได้ผลดี สามารถถอดออกจากแบบหล่อได้ง่าย ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เนื้อดินปั้นนี้สามารถทนความร้อนได้ ถึงที่อุณหภูมิ 1100 $^{o}$C โดยที่สียังไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงดัง เช่นสีของ test piece รูป 3.11

(4) เนื้อดินปั้นมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดงกับดินขาวลำปาง ดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 50 |
| ดินขาวลำปาง -100 เมช | ร้อยละ 50 |

เนื้อดินปั้นสามารถเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation) ให้สีอิฐจาง เมื่อเผาที่อุณหภูมิที่ 1060 และ 1100 $^{o}$C เนื้อดินปั้นมีการหดตัว 4% มีค่าความพรุนตัว 10% เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1060 $^{o}$C และที่ 1100 $^{o}$C ดัง test piece รูป 3.8, 3.9, 3.21, 3.22 เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีแบบหล่อได้ผลดี สามารถถอดออกจากแบบหล่อได้ง่าย เนื่องจากเนื้อดินมีความเหนียวน้อยลง เนื้อดินสามารถทนความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 1150 $^{o}$C จึงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง ดัง test piece รูป 3.10

3. Three compoment body

(1) เนื้อดินปั้นมีอัตราส่วนของดินหางดง กับดินขาวลำปาง กับ $Fe_2O_3$ เป็นตัว additive ดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 50 |
| ดินขาวลำปาง -100 เมช | ร้อยละ 50 |
| $Fe_2O_3$ เป็น additive | ร้อยละ 10 |

เนื้อดินปั้นสูตรนี้ใส่ $Fe_2O_3$ เป็นตัวเติมลงไปโดยมีวัตถุประสงค์ทางด้านการปรับปรุงสีดิน เพื่อให้ได้สีดินเดิม คือสีอิฐของดินหางดง เนื่องจาก จากสูตร (2) Two component สีของผลิตภัณฑ์ เป็นอิฐจาง เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิที่ 1060 $^{o}$C บรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื้อดินปั้นมีสีเลือดหมู ไม่ได้สีอิฐตามต้องการ แต่เป็นความงามอีกเฉดสีหนึ่ง เนื้อดินปั้นมีการหดตัวร้อยละ 6 การดูดซึมน้ำร้อยละ 7 ดัง test piece รูป 3.14 และผลิตภัณฑ์ รูป 3.25 เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อได้ ผลิตภัณฑ์เมื่อแห้งไม่แตกง่าย

(2) เนื้อดินปั้นมีอัตราส่วนผสมระหว่าง ดินหางดงกับดินขาวลำปาง กับหินปูน ดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 50 |
| ดินขาวลำปาง -100 เมช | ร้อยละ 10 |
| หินปูน | ร้อยละ 40 |

เนื้อดินปั้นผ่านการเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation) ที่อุณหภูมิ 1100 $^{o}$C มีสีขาวนวล เนื้อดินปั้นมีการหดตัวร้อยละ 3 การดูดซึมน้ำร้อยละ 10 เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีแบบหล่อได้ดี สามารถถอดออกจากแบบหล่อได้ง่าย น้ำหนักเบา เนื้อดินปั้นนี้ที่อุณหภูมิ 1100 $^{o}$C จะได้สีขาวนวล ดังรูป 3.26

(3) เนื้อดินปั้นมีอัตราส่วนผสมระหว่าง ดินหางดงกับดินขาวลำปาง กับหินปูน ดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 80 |
| ดินขาวลำปาง -100 เมช | ร้อยละ 10 |
| หินปูน | ร้อยละ 10 |

เนื้อดินปั้นสูตรนี้เป็นการเปรียบเทียบกับ สูตร (2) นั้นคือต้องลด จำนวนหินปูนลง จึงจะได้เนื้อดินปั้น ที่เมื่อเผาที่บรรยากาศ และอุณหภูมิ แบบเดียวกับ (2) จะได้สีอิฐ ดังรูป 3.27 เหมือนเนื้อดินหางดง มีค่าการหดตัวร้อยละ 4 การดูดซึมน้ำร้อยละ 9 ดัง test piece รูป 3.9 เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อได้ดี ถอดออกจากแบบได้ง่าย ความเหนียวของเนื้อดินดี เนื้อดินปั้นนี้ถ้าเผาที่อุณหภูมิ 1150 $^{o}$C สีของเนื้อดินจะเป็นสีน้ำตาลแดง ดัง test piece รูป 3.10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(4) อัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดงกับดินลำปาง กับ Feldspar มีดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 50 |
| ดินขาวลำปาง -100 เมช | ร้อยละ 40 |
| Feldspar | ร้อยละ 10 |

เนื้อดินปั้นนี้เป็นสูตรเปรียบเทียบกับสูตร two compoment (4) โดยลดอัตราส่วนดินหางดงกับดินลำปางจาก 50 : 50 เป็น 50 : 40 และเพิ่ม Feldspar ไป 10% เผาที่อุณหภูมิ 1100 $^{o}$C บรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation) จะได้สีอิฐสดขึ้นกว่าเดิม เนื้อดินมีการหดตัวร้อยละ 4 ความพรุนร้อยละ 8.07 ซึ่งลดลงจากสูตร (4) Two component เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปแบบโดยวิธีแบบหล่อได้ดี ดังรูป 3.28

(5) อัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดงกับดินเบากับหินโดโลไมต์มีดังต่อไปนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 70 |
| ดินเบา -100 เมช | ร้อยละ 20 |
| โดโลไมต์ | ร้อยละ 10 |

เนื้อดินปั้นนี้เมื่อเผาที่บรรยากาศออกซิเดชัน อุณหภูมิ 1060 และ 1100 $^{o}$C มีสีอิฐ เนื้อดินปั้นมีการหดตัว 12% สูตรนี้สามารถนำไปใช้กับเคลือบได้เนื่องจากปกติเคลือบและเนื้อดินปั้นต้องหดตัวใกล้เคียงกันคือ 10-13% การดูดซึมน้ำร้อยละ 2.38 และ 0.3 เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1060 และ 1100 $^{o}$C ตามลำดับเนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อได้ดี น้ำหนักเบาดังรูป 3.29 และ 3.30

(6) อัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดงกับดินเบากับหินโดโลไมต์มีดังต่อไปนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 70 |
| ดินเบา -100 เมช | ร้อยละ 10 |
| ดินโดโลไมต์ | ร้อยละ 20 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูตรนี้เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนอัตราส่วนของดินเบากับหินโดโลไมต์กับข้อ (5) ผลเมื่อเผาที่บรรยากาศแบบออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 1060 และ 1100 $^{o}$C สีเนื้อดินเป็นสีอิฐจางลง การหดตัวหลังเผาลดน้อยลงกว่า (5) คือ 5 และ 10% เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1060 และ 1100 $^{o}$C ตามลำดับ การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น เป็น 10.64 และ 8.1% ตามลำดับ สามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อได้ดีเช่นกัน ดังรูป 3.31, 3.32

(7) อัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดงกับดินเบากับหินโดโลไมต์ มีดังต่อไปนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 60 |
| ดินเบา -100 เมช | ร้อยละ 10 |
| หินโดโลไมต์ | ร้อยละ 30 |

สูตรนี้เปรียบเทียบกับสูตร (5) และ (6) จะได้สีอิฐจางลง เมื่อเผาที่บรรยากาศออกซิเจน สีเนื้อดิน เป็นสีอิฐจางลงกว่า (6) ดังรูป 3.33, 3.34 การหดตัวน้อยลงเหลือร้อยละ 4 การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 18% ดังนั้นจะเห็นว่าหินโดโลไมต์จะเป็นวัตถุที่เมื่อผสมในเนื้อดินปั้นแล้วทำให้การหดตัวลดน้อยลงในขณะที่ความพรุนตัวจะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงขึ้นอยู่กับผู้ผลิตที่จะเลือกนำไปใช้งานและต้องการผลิตภัณฑ์ออกมาอย่างไรเคลือบหรือไม่เคลือบ

4. Multi component body

(1) เนื้อดินปั้นมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินหางดงกับขี้เถ้ากระดูกกับดินเบากับ Calcine kaoline+frit No. 633 ดังต่อไปนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -325 เมช | ร้อยละ 65 |
| ขี้เถ้า | ร้อยละ 17 |
| ดินเบา {Diatomite} -100 เมช | ร้อยละ 10 |
| Calcine kaoline | ร้อยละ 3 |
| Frit No. 633 | ร้อยละ 5 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูตรเนื้อดินปั้นนี้เป็นการสรุปจากการศึกษาสมบัติของวัตถุดิบที่นำมาเติมตั้งแต่ Two component, Three component ดังนั้นเนื้อดินปั้นสูตรนี้เมื่อนำมาเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 1060 $^{o}$C และใส่แชกกา สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นสีอิฐเข้ม ผิวเนื้อด้านนอก {Texture appearance} เนียนละเอียดมาก เนื้อดินปั้นมีการหดตัวร้อยละ 12 การดูดซึมน้ำ 1% ดังนั้นจึงมีความแข็งแรงมากที่สุดกล่าวคือถึงจุดสุกตัวของเนื้อดิน {Sintering point} แต่สีดินยังเป็นสีอิฐสวยงามเนื่องจากใส่แชกกาคลอบผลิตภัณฑ์ไว้ดังรูป 3.35 เนื้อดินสามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อได้ดีมาก และสามารถถอดแบบออกจากผลิตภัณฑ์ได้ง่าย เนื่องจากความเหนียวของเนื้อดินพอเหมาะสูตรดินปั้นนี้และเมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1100 $^{o}$C สีของเนื้อดินจะเป็นสีเลือดหมูดังรูป 3.36 เนื้อดินมีการหดตัวร้อยละ 14 การดูดซึมน้ำร้อยละ 0.00 หมายถึงเนื้อดินไม่ดูดซึมน้ำ มีการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ปรากฏให้เห็น ดังนั้นสูตรเนื้อดินปั้นนี้จึงมีความทนไฟได้ที่อุณหภูมิ 1060 $^{o}$C

(2) อัตราส่วนผสมระหว่าง ดินหางดง กับดินลำปาง กับหินฟันม้า กับควอทซ์กับทัลคัม+ดินแดงดอยสะเก็ด เป็น Additive ดังต่อไปนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -100 เมช | ร้อยละ 45 |
| ดินลำปาง -100 เมช | ร้อยละ 35 |
| หินฟันม้า | ร้อยละ 8 |
| ควอทซ์ | ร้อยละ 7 |
| ทัลคัม | ร้อยละ 5 |
| ดินแดงดอยสะเก็ด | ร้อยละ 10 |

สูตรเนื้อดินผสมนี้เป็นการรวมผลจากการศึกษาวัตถุดิบที่ผสมลงในสูตรเนื้อดินตั้งแต่ Two component, Three component โดยในการเติมดินแดงดอยสะเก็ด 10% นั้นทดลองใช้แทน $Fe_2O_3$ 10% เมื่อนำสูตรเนื้อดินปั้นไปเผาที่อุณหภูมิ 1060 $^{o}$C เนื้อดินปั้นเป็นสีอิฐ การหดตัว 6% การดูดซึมน้ำ 5% สามารถขึ้นรูปโดยวิธีแบบหล่อได้แต่ถอดแบบออกจากผลิตภัณฑ์ ได้ช้า เนื่องจากความเหนียวของเนื้อดินปั้นมากแต่น้อยละดินหางดง -100 เมช เติมดังรูป 3.37

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การศึกษา ดินปั้นกับเคลือบ

(1) เคลือบโดโลไมต์

เคลือบที่นำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ดินหางดงที่ได้ปรับปรุงแล้วเป็นเคลือบใส โดโลไมต์ซึ่งเป็นเคลือบที่ผู้ผลิตสามารถจะนำมาใช้ได้โดยง่ายไม่ยุ่งยากในการเตรียมและจัดหามาใช้ สามารถหาซื้อได้ทั่วไปตามแหล่งจำหน่ายเคลือบเซรามิก เป็นเคลือบชนิดไฟต่ำเผาที่อุณหภูมิ 1060 $^{o}$C ซึ่งจากการนำมาใช้กับเนื้อดินปั้น เริ่มตั้งแต่ดินเดี่ยวหางดง -325 เมช สามารถใช้ได้ดี ส่วนดินหางดง -100 เมช มีรานตัวเล็กน้อย และสูตรอื่น ๆ ที่มีค่าการหดตัวระหว่างเคลือบกับเนื้อดินปั้นตั้งแต่ 10-13% สามารถใช้ได้กับเคลือบโดโลไมต์นี้ดังรูป 3.38

(2) เคลือบชนิด Engobe

เคลือบชนิดนี้มีลักษณะเหมือนน้ำดิน (Slip clay) แต่ใสเหมือนเคลือบ สูตรเคลือบชนิด Engobe มีดังนี้

| | |
|---|---|
| ดินหางดง -250 เมช | ร้อยละ 65 |
| ขี้เถ้ากระดูก | ร้อยละ 10 |
| ดินเบา | ร้อยละ 12 |
| Frit No. 633 | ร้อยละ 13 |

นำสูตรเคลือบชนิด Engobe มาบดนาน 10 ชั่วโมง สามารถใช้ได้กับสูตรดินปั้นทุกสูตรดังรูป 3.39

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved