การพัฒนาเนื้อดินปั้นเซรามิกจากเขากวางแข็ง

The Development of Ceramic Clay from Antlers

เอกสิทธิ์ ชาตินทุ[1] มณี อัชวรานนท์[2] พรชัย วงศ์วาสนา[3] และยิ่งยง เมฆลอย[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการพัฒนาเนื้อดินปั้นเซรามิกจากเขากวางแข็ง เพื่อผลิตเซรามิก ผลการทดลองแสดงให้ทราบว่า สารตั้งต้นที่เหมาะสมมากที่สุด ควรมีความบริสุทธิ์ปราศจากสิ่งเจือปนและให้สีของเนื้อผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อดินสีขาวโดยผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส สารตั้งต้นมีปริมาณขององค์ประกอบทางเคมี คือ แคลเซียมออกไซด์ (calcium oxide) CaO ร้อยละของน้ำหนัก 58.68 และการทดสอบส่วนผสมของสารตั้งต้นผลวิจัยสรุปได้ว่า สารตั้งต้นที่เหมาะสมที่จะนำไปเป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิก คิดเป็นร้อยละคือ เนื้อดิน 70 สารตั้งต้น 30 อย่างไรก็ตามอัตราส่วนในเบื้องต้นสามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกได้เป็นอย่างดีและสามารถลดการใช้เนื้อดินลงได้อย่างคุ้มค่า

คำสำคัญ: ตอเขากวางแข็ง เถ้ากระดูก เนื้อดินปั้น ผลิตภัณฑ์เซรามิก

ABSTRACT

In this research investigation, the researchers develop ceramic clay from antlers for the production of ceramics. The experiment showed that the most suitable reactant should be pure without any adulterants. The color of the product texture was white through the heat process at 1,200 degrees Celcius. The reactant had a chemical composition of calcium oxide (CaO) at 58.68 of the weight percentage. The test of the reactant ingredients found that the appropriate reactant to be used as an ingredient to form ceramic products was in a percentage composed of 70 percent clay and 30 percent of the reactant. The initial ratio could be used well in the production of ceramic products and could reduce the use of clay in a worthy manner.

Keywords: antler stumps, bone ash, ceramic products, molded clay

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษาต่อเนื่องและอาชีวศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2] รองศาสตราจารย์ ดร. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และรองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[4] อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บทนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จากอดีตจนถึงปัจจุบัน มีความสำคัญมากเป็นตัวบอกทิศทางในการพัฒนาประเทศและมุ่งเน้นแผนยุทธศาสตร์ระยะยาวสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ทั้งที่อยู่ในกระทรวงศึกษาธิการและนอกกระทรวงศึกษาธิการได้นำไปเป็นกรอบและแนวทางการพัฒนาการศึกษาและการเรียนรู้สำหรับพลเมืองทุกช่วงวัย ตั้งแต่เกิดจนตลอดชีวิต ให้บรรลุผลตามเป้าหมายของแผนฯ โดยจุดมุ่งหมายที่สำคัญของแผนคือ การมุ่งเน้นการประกันโอกาสและความเสมอภาคทางการศึกษา การพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา และการศึกษาเพื่อการมีงานทำและสร้างงานได้ภายใต้บริบทเศรษฐกิจและสังคมของประเทศและของโลกที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งมีความเป็นพลวัต ภายใต้สังคมแห่งปัญญา (Wisdom-Based Society) สังคมแห่งการเรียนรู้ (Lifelong Learning Society) และการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ (Supportive Learning Environment) เพื่อให้พลเมืองสามารถแสวงหาความรู้และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต เพื่อให้ประเทศไทยสามารถก้าวข้ามกับดักประเทศที่มีรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศที่พัฒนาซึ่งสอดคล้องกับ โครงการนำร่องการเพาะและขยายพันธุ์กวางในกรงเลี้ยง ในปี พ.ศ. 2544 ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง จนกระทั่งปี พ.ศ. 2545 มหาวิทยาลัยรามคำแหง อนุมัติให้ดำเนินการ “โครงการจัดทำฟาร์มกวาง” ขึ้นจนถึงปัจจุบันมีการส่งเสริมและพัฒนางานวิจัยให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจชนิดใหม่ที่ทรงคุณค่า สร้างรายได้ให้แก่ประเทศชาติกระตุ้นให้เกิดวงจรธุรกิจใหม่และเกิดการขยายตัวของอาชีพที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าวิจัย พร้อมทั้งยังเป็นศูนย์กลางของการถ่ายถอดองค์ความรู้สู่สังคมและชุมชนอย่างต่อเนื่องเสมอมา ปัจจุบันฟาร์มกวางโดยทั่วไปในประเทศไทยเป็นฟาร์มกวางมุ่งเน้นการผลิตเนื้อ และเขากวางอ่อนจำหน่าย โครงการจัดทำฟาร์มกวาง ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง จึงเริ่มดำเนินการวิจัยศึกษาค้นคว้าเพื่อผลิตลูกกวางและดำเนินการตัดเขากวางอ่อน เพื่อผลิตแคปซูลเขากวางอ่อน รวมถึงดำเนินการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านโภชนาการของเขากวางอ่อนอีกด้วย (รังสรรค์ และคณะ, 2555) การตัดเขากวางอ่อนนั้นจะสามารถตัดได้เมื่อเขากวางอ่อนเริ่มงอกนับตั้งแต่วันที่ 1 ไปจนครบ 60 วันจึงดำเนินการตัดเขากวางอ่อนจากตัวกวางโดยตัดเหนือโคนขึ้นมาประมาณ 1 นิ้ว และทำการห้ามเลือดที่โคนเขา (มณี, 2554) เมื่อกวางโดนตัดเขากวางอ่อน โคนของเขากวางจะเริ่มแข็งตัวและหลุดออกเพื่อที่จะงอกเขากวางอ่อนออกมาใหม่ โคนเขากวางแข็งที่หลุดออกนับตั้งแต่ เริ่มดำเนินการตัดเขากวางอ่อน โคนเขากวางแข็งที่หลุดออกมามีจำนวนมากและยากต่อการนำไปใช้ประโยชน์เนื่องจากเขากวางที่เหลือมีลักษณะสั้นและมีความแข็งยากต่อการแปรรูปจึงไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์มากเท่าไรนัก

ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดนำเขากวางแข็งนำกลับมาใช้ในการพัฒนาให้เกิดประโยชน์ในด้านเครื่องปั้นดินเผาหรือเซรามิกที่เป็นภูมิปัญญาของคนไทยและมีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของคนไทยมาเป็นเวลาช้านาน การนำเขากวางแข็งมาพัฒนาเนื้อดินปั้นเซรามิกโดยเขากวางแข็งมาแคลไซต์ (Calcine) เพื่อหาสารตั้งต้น ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับเนื้อดินปั้นเซรามิก สอดคล้องกับ คชินท์ สายอินทวงศ์ http://www.thaiceramicsociety.com/rm_paint_bone_ash.php (เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2558) ได้กล่าวถึง Bone ash เป็นวัตถุดิบ สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทโบนไชน่า (Bone China) เริ่มต้นจากการนำกระดูกของสัตว์ เช่น วัว ควาย นำไปแคลไซต์ (Calcine) ที่อุณหภูมิประมาณ 900 - 1,000 องศาเซลเซียส มาเป็นเป็นวัตถุดิบ สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทโบนไชน่าโดยทำหน้าที่เป็นตัวช่วยลดจุดหลอมตัว นอกจากนี้ยังทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความขาวมากขึ้น และมีความโปร่งใส (Translucent) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์โบนไชน่าดูสวยงามน่าใช้งานและมีราคาสูงกว่าผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ (เอ็ททสึโซะ, 2553) ได้กล่าวถึงสูตรเคลือบเซรามิก ที่ทำมาจากขี้เถ้าจากไม้ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากในประเทศญี่ปุ่น

วิธีการดำเนินการวิจัย

ภาพที่ 1 ตอเขากวางแข็ง

1. การเตรียมวัตถุดิบเป็นสารตั้งต้น

1.1 นำตอเขากวางแข็งมาทำความสะอาดโดยการต้มและล้างเศษเนื้อเพื่อให้สิ่งสกปรก เช่น เมือก ไขกระดูก เศษดิน ออกให้หมดหรือ ทำความสะอาดด้วยวิธีการแช่ในโซดาไฟ(NaOH) วิธีผสม ผงโซดาไฟต่อน้ำ 1/1 เมื่อผสมแล้วนำโซดาไฟที่ผสมน้ำแล้ว 50 ลิตร ต่อเขากวางแข็ง 10 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการแช่ 1 ชั่วโมง ทำให้เศษเนื้อยุ่ยและง่ายต่อการแกะ จากนั้นนำไปต้มน้ำเดือด อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการต้ม 6 ชม. จึงนำออกมาทำความสะอาดอีกครั้งทุบเอาไขกระดูกออก ขจัดโปรตีนออกให้ได้มากที่สุด

ภาพที่ 2 ตอเขากวางที่จะนำไปทำความสะอาด

1.2 นำไปเผาในบรรยากาศเผาไหม้แบบสมบูรณ์ โดยเผาอย่างช้า ๆ เพื่อให้สารประกอบคาร์บอน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ถูกเผาหมดไป หากเผาเร็วเกินไปเถ้ากระดูกจะมีสีดำการสลายโปรตีนก็จะไม่หมดตามไปด้วย เพราะเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ทดลองใช้อุณหภูมิเพื่อเผาที่ 800, 900 และ 1,000 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 3 ตอเขากวางแข็งเมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อน

1.3 บดเถ้ากระดูกเขากวางด้วยหม้อบด (BallMill) แล้วกรองด้วยตะแกรงขนาด 100 เมช

ภาพที่ 4 ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่ 1,000 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียดจึงนำมากรองด้วยตะแกรงร่อน

1.4 ล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อให้สิ่งสกปรก และความเป็นด่างหมดไป เพราะความเป็นด่างจะทำให้ช่วงการเผาสั้น

1.5 เข้าเตาอบเพื่อให้สารตั้งต้นแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชม. แล้วนำไปบดอีกครั้ง

2. ขั้นตอนการศึกษา

2.1 นำเถ้ากระดูกมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อให้ทราบถึงส่วนประกอบขององค์ประกอบทางเคมีหลังผ่านกระบวนการทางความร้อน ตรวจสอบด้วยเครื่อง X-Ray Fluorescence spectrometer (XRF) จะทำให้ทราบถึงองค์ทางเคมีว่ามีส่วนประกอบชนิดใดบ้างและมีปริมาณน้ำหนักขององค์ประกอบทางเคมีมากน้อยขนาดไหน

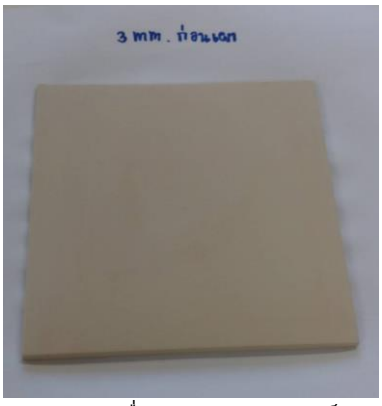
2.2 ทำพิมพ์ต้นแบบจากปูนปลาสเตอร์ กว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร หนา 0.2 เซนติเมตร

ภาพที่ 5 แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์

2.3 นำสารตั้งต้นมาผสมกับดินตามอัตราส่วนตามสูตร คิดเป็นร้อยละ

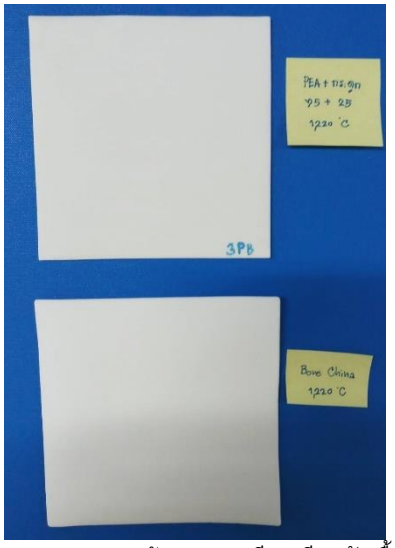
2.4 นำดินที่ผสมแล้วตามอัตราส่วนมาขึ้นรูปตามแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ที่เตรียมไว้

2.5 นำแผ่นทดสอบออกจากแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์แล้วนำไปอบที่เตาอบ เพื่อให้แผ่นทดสอบไม่มีความชื้นจึงนำไปผ่านกระบวนการทางความร้อน



ภาพที่ 6 แผ่นทดสอบเมื่อนำออกจากแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์

2.6 นำแผ่นทดสอบเข้าเตาเผาทดลองเผาแบบบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบ โดยสังเกตุและทดสอบการดูดซึมน้ำ เปรียบเทียบความขาวของเนื้อดิน การแตกราวขั้นตอนเผาดิบและเผาเคลือบการหดตัวของเนื้อดินก่อนและหลังการเผาดิบและเผาเคลือบ



ภาพที่ 7 เมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อนนำมาเปรียบเทียบกับเนื้อดินที่ทำจากโบนไชน่า

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากการทดสอบเผาเถ้ากระดูกจากเขากวางแข็งเพื่อทำสารตั้งต้นจากเดิมเผาที่ 800, 900 และ 1,000 องศาเซลเซียส มีสองระดับอุณหภูมิคือ 800 และ 900 ที่มีสิ่งเจือปนสีดำอยู่มากและมีความแข็งยากต่อการบดละเอียดจึงทำการขยายผลการทดลองในการเผาจาก 800 ,900 และ 1,000 เป็น 1,000 1,100 และ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้สารตั้งต้นที่ง่ายต่อการบดละเอียดและมีสิ่งเจือปนโดยได้ผลการวิจัยดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมี สารตั้งต้นมีองค์ประกอบหลักทางเคมีวิทยา ดังนี้ Calcium Phosphate Oxide – $Ca_{10}(PO_4)_6O$ Sodium Calcium Phosphate – $NaCaPO_4$

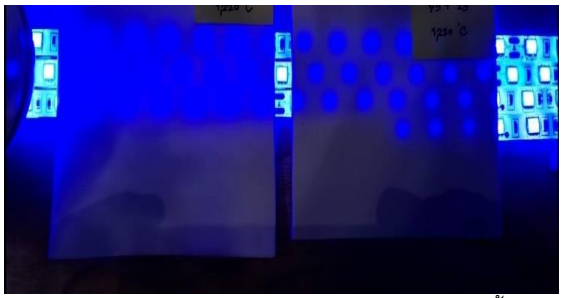
องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ,ร้อยละโดยน้ำหนัก		
	1,000 °C	1,100 °C	1,200 °C
CaO	61.93	61.35	58.68
P_2O_5	35.18	36.14	8.22
Na_2O	1.02	0.81	1.09
MgO	1.02	1.04	1.29
Al_2O_3	0.02	0.02	0.02
SiO_2	0.35	0.15	0.08
SO_3	0.08	0.15	0.18
K_2O	0.24	0.23	0.07
Fe_2O_3	0.07	0.08	0.02
SrO	0.03	0.08	0.02

ตารางที่ 2 ผลการทดลองโดยเปรียบเทียบแบบย่อที่เกิดตำหนิในช่วงของปริมาณที่แตกต่างกันของสารตั้งต้นได้ดังนี้

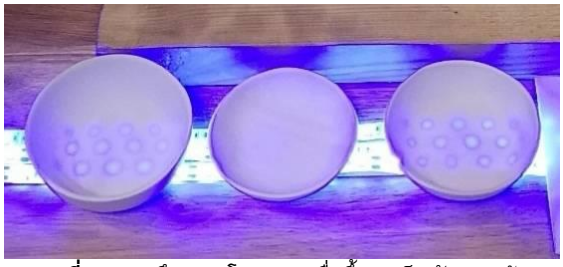
เนื้อดิน	สารตั้งต้น	ลักษณะของสี	ความโปร่งแสง	ตำหนิ
10	90	ขาว	ทึบแสง	แตกร้าว
20	80	ขาว	ทึบแสง	แตกร้าว
30	70	ขาว	ทึบแสง	แตกร้าว
40	60	ขาว	ทึบแสง	เกิดรอยร้าว
50	50	ขาว	ทึบแสง	เสียรูปทรง
60	40	ขาว	ทึบแสง	-
70	30	ขาว	โปร่งแสง	-
80	20	ขาว	โปร่งแสง	-
90	10	ขาว	ทึบแสง	-

ตารางที่ 3 ผลการทดลองเมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อน

เผาแบบบรรยากาศออกซิเดชัน ฉ Oxidation Firing)	การดูดซึมน้ำ (Porosity)	วัดค่าความขาว (Whiteness)	เมื่อผ่านขั้นตอนการเผาดิบ800 องศาเซลเซียส (Biscuit firing)	เมื่อผ่านขั้นตอนการเผาเคลือบ (Glost firing)	การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จริงที่มีขนาดใหญ่ขนาด 15 นิ้ว เทียบจากขนาดเดิมของดินดิบ
อุณหภูมิที่ 1,000 องศาเซลเซียส	ดูดซึมน้ำน้อย	สีครีมเข้มมาก	ไม่แตกราว	เคลือบด้าน	มีขนาดเล็กลง10 เปอร์เซ็นต์
อุณหภูมิที่ 1,100 องศาเซลเซียส	ไม่ดูดซึมน้ำ	สีครีมเข้ม	ไม่แตกราว	เคลือบมัน	มีขนาดเล็กลง20 เปอร์เซ็นต์
อุณหภูมิที่ 1,200 องศาเซลเซียส	ไม่ดูดซึมน้ำ	สีครีมอ่อน	ไม่แตกราว	เคลือบมันวาว	มีขนาดเล็กลง 25 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบความโปร่งแสงซ้ายมือโบนไชน่าต้นแบบและขวามือสารตั้งต้น 30 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดิน 70



ภาพที่ 9 แสดงถึงความโปร่งแสงเมื่อขึ้นรูปเป็นลักษณะถ้วย

ภาพที่ 10 เมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เนื้อดินจะเป็นสีขาวมากที่สุด

ภาพที่ 11 แสดงชิ้นงานเมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 800 องศาเซียสยังมีการดูดซึมน้ำได้อยู่

ภาพที่ 12 แสดงชิ้นงานเมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซียส ไม่ดูดซึมน้ำและผลิตภัณฑ์มีความแข็งแกร่งมากที่สุดในสามระดับอุณหภูมิ

ภาพที่ 13 ภาพรวมผลิตภัณฑ์เซรามิกจากตอเขากวางแข็ง

ผลการทดลอง เมื่อนำเขากวางแข็งมาผ่านกระบวนการทางความร้อนโดยการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส ขึ้นไปสามารถทำให้เขากวางแข็งมีความสามารถทำให้สารตั้งต้นมีความบริสุทธิ์และสามารถนำมาบดละเอียดได้ง่าย เมื่อทำการบดละเอียดแล้วนำมาผ่านตะแกรงร่อน 100 เมช ผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่นบดผสมกับน้ำเพื่อทำน้ำสลิปใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วยวิธีการหล่อกลวง โดยใช้ค่าความถ่วงจำเพาะ (Pycnometer) ของน้ำสลิปอยู่ที่ 2.0 ทำการหล่อชิ้นทดสอบหลังจากทดสอบเนื้อดินปั้นเซรามิกจากสารตั้งต้นผ่านกระบวนการทางความร้อนที่เหมาะสมมากที่สุดและมีความสุกตัวของเนื้อดินเมื่อทำการเผาเคลือบอุณหภูมิที่ 1,200 องศาเซลเซียส โดยผลการทดลองพบว่าสารตั้งต้นที่ใช้มีปริมาณขององค์ประกอบทางเคมี คือ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) เป็นองค์ประกอบหลักของสารตั้งต้นและ สูตรที่มีเนื้อดินร้อยละ 60 - 80 และสารตั้งต้นร้อยละ 40-20 ไม่เกิดตำหนิทั้งก่อนเผาและหลังการเผาเหมือนกันทั้งสามระดับอุณหภูมินั้นถ้าทำการขึ้นรูปชิ้นทดสอบที่มีความหนาน้อยกว่า 2.5 มิล เมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อนจะมีความโปร่งแสงเกิดขึ้น

สรุปและวิจารณ์ผล

ปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีในสารตั้งต้นพบว่ามี CaO เฉลี่ยร้อยละ 50 เป็นองค์ประกอบหลักของสารตั้งต้น ทั้งสามระดับอุณหภูมิมีความคล้ายกันกับ ยิน ชาน (Zhang.et al. 2016) ได้กล่าวถึงการแคลไซต์เถ้ากระดูกวัวในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผงกระดูกสังเคราะห์ มาทดแทนเถ้ากระดูกจากธรรมชาติและได้เสนอถึงอัตราส่วนผสมของเถ้ากระดูกวัวในเชิงพาณิชย์ของจีน คือ ดิน ร้อยละ 25 น้ำร้อยละ 25 และเถ้ากระดูกที่ผ่านการแคลไซต์แล้วตั้ง 1,000 องศาเซลเซียสขึ้นไปใช้เถ้ากระดูกวัวคิดร้อยละ 50 ซึ่งจากการวิจัยพบว่าสูตรที่เหมาะสมในการทำเนื้อดินปั้นเซรามิกที่ดีที่สุดคือ สูตรที่ใช้เนื้อดินร้อยละ 70 และสารตั้งต้นร้อยละ 30 มีความเหมาะสมทางกายภาพมากที่สุด สามารถขึ้นรูปได้ดีไม่เกิดการแตกร้าว หรือยุบตัวก่อนเผาและหลังเผา เนื้อดินมีความโปร่งแสง เนื้อดินมีลักษณะผิวสีขาวเป็นส่วนมาก

นอกจากนี้ผลวิจัยยังพบว่าอุณหภูมิในแต่ละระดับ 1,000 1,100 และ 1,200 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างในเรื่องของการหดตัวของเนื้อดินปั้น ยิ่งใช้อุณหภูมิสูงเนื้อดินปั้นก็จะยิ่งหดตัวมากขึ้นทำให้ในแต่ละช่วงของอุณหภูมิมีความหดตัวมากน้อยแตกต่างกันตามลับ ซึ่งช่วงอุณหภูมิของผลวิจัยที่พบมีความหดตัวของผลิตภัณฑ์เซรามิกอยู่ที่ 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นการหดตัวที่สูงที่สุดของช่วงการเผาทั้งสามระดับอุณหภูมิคือ 1,200 องศาเซลเซียส เมื่อทำการเผาผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ต้องควบคุมอุณหภูมิขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ลงตามได้ตามคำกล่าวของอายุวัฒน์ สว่างผล (2543 : 19) กล่าวถึงการหดตัวของเนื้อดินที่หดตัวมากย่อมทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวได้ง่ายหรือทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ตรงตามความต้องการ สาเหตุ สำคัญของการหดตัวเนื่องจากน้ำที่ผสมในเนื้อดินระเหยออกไป เนื้อดินจะหดตัวแทนที่เมื่อการระเหยของน้ำเร็วการหดตัวของดินย่อมมากตามไปด้วย หดตัวมากอาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์แตกราวหรือเกิดการบิดเบี้ยวได้ง่าย จากการวิจัยเมื่อเนื้อดินหดยังทำให้ผิวของเคลือบเกิดการรานตัวได้ง่าย ใช้วิธีการแก้ไข โดยการยืนไฟ 30 นาที สอดคล้องกับ (ไพจิตร, 2552 : 150) วิธีแก้ การรานของผิวเคลือบแก้ด้วยการเผายืนไฟสักระยะหนึ่งประมาณ 30-60 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ (Soaking) เพื่อทำให้ผิวเคลือบละลายได้ทั่วผลิตภัณฑ์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน โดยส่งแบบเสนอโครงการผ่านสำนักงานคณะกรรมการ วิจัยแห่งชาติ (วช.) ประสานงานและนำสนอโครงการโดยสถาบันวิจัยสัตว์ในภูมิภาคเขตร้อน (สวสร.) มหาวิทยาลัยรามคำแหง

เอกสารอ้างอิง

อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543. วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. กำแพงเพชร สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร.

คชินท์ สายอินทวงศ์. ม.ป.ป.. วัตถุดิบสำหรับเนื้อดินและสีเคลือบจากเถ้ากระดูก:Rawmaterials.ได้จาก http://www.thaiceramicsociety.com/rm_paint_bone_ash.php. 10 ตุลาคม 2560

ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2552. ตำหนิเซรามิกและแนวทางแก้ไข. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

รังสรรค์ แสงสุข มณี อัชวรานนท์ ธิดารัตน์ เอกสิทธิกุล พรชัย วงศ์วาสนา และสัญญา กุดั่น.2555. คุณค่าทางโภชนาการของเขากวางอ่อน. วารสารวิจัยรามคำแหง (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 15(1): 96-108.

เอ็ททสึโซะ คาโต แปลโดย สมบูรณ์ อรัณยภาค.2553. หลักการทำเคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพมหานคร :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Zhang, Y. ,Zhou, N. , Li, W. , Li, J. , Nian, S. ,Li, X. ,Sui , J. , et al. 2016. Fabrication and characterization of bone chaina using synthetic bone powder as raw materials *Ceramics International, 42, 14910-14917*