บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองขั้นที่ 1 (หัวข้อ 3.1) เพื่อหาสูตรเนื้อดินปั้นพอร์ซเลนที่เหมาะสมนั้นพอจะสรุปได้ว่าเนื้อดินปั้นที่มีคุณสมบัติเด่นที่สุดคือ สูตรที่ 7 ซึ่งมีส่วนผสมดังต่อไปนี้

7% K_2O 28% Al_2O_3 65% SiO_2

วัตถุดิบ	% โดยน้ำหนัก			สัดส่วนโดยน้ำหนัก
	K_2O	Al_2O_3	SiO_2	
K-feldspar	7	12.7	37.60	57.90
Kaolin		7.66	8.50	19.74
Ball clay		7.67	16.50	27.50
Flint			2.40	2.40

เนื่องจากมี % water absorption ต่ำ และมีค่าความต้านทานแรงตามแนวขวางสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เซรามิคส์ในระดับอุตสาหกรรมก็ยังจัดว่าสูตรที่ 7 ไม่ได้เป็นสูตร ที่ เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เนื่องจาก % water absorption (10.60% base on firing) ยังคงมีค่าสูงมากเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม ดังนั้นยังต้องมีการพัฒนาสูตรนี้ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้เนื้อผลิตภัณฑ์มี % water absorption ลดลง ในขณะเดียวกันก็สามารถเพิ่มค่า ความต้านทานตามแนวขวางให้มีค่าสูงขึ้นได้ด้วยซึ่งสามารถทำได้โดยการปรับอัตราส่วน ของวัตถุดิบที่ใช้บางตัวให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

นอกจากนี้เนื้อดินปั้นสูตรที่ 7 มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้โดยไม่เคลือบผิวเท่านั้น แต่ไม่เหมาะที่จะนำไปทำการเคลือบที่อุณหภูมิสูงเพราะเนื้อดินปั้นสูตรที่7 มีปริมาณโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์สูงเกินไป (57.90%) ซึ่ง จะก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องการหลอมตัวขณะเคลือบ ในการเตรียมสูตรเนื้อดินปั้นของการวิจัยในขั้นตอนการเคลือบพบว่า ในบรรดาสูตรเนื้อดินปั้นของการวิจัยในหัวข้อ 3.1 เนื้อดินปั้นสูตรที่ 5 มีปริมาณโป

แตสเซียมเฟลด์สปาร์ต่ำเหมาะสำหรับการนำไปเคลือบผิว จึงกำหนด สูตรเนื้อดินปั้นพอร์ซเลนสำหรับการเคลือบพอร์ซเลนเพื่อให้ได้เนื้อดินปั้นที่มีความเหมาะสมกับเคลือบพอร์ซเลนโดยยึด สูตรเคลือบที่ 5 เป็นหลัก

ในขั้นตอนการศึกษาการเคลือบ (ข้อ 3.2)ได้เลือกใช้วัตถุดิบสำหรับเนื้อดินปั้นพอร์ซเลนจากแหล่งเดียวกับที่ใช้ในการเคลือบ ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อดินปั้นซ้ำ เพื่อเป็นการยืนยันคุณสมบัติที่เหมาะสมของเนื้อดินปั้น และเพื่อให้มีความสม่ำเสมอของเนื้อผลิตภัณฑ์ การขึ้นรูปจึงใช้วิธีการขึ้นรูปแบบอัดแห้ง โดยมีการศึกษาความเหมาะสมของปริมาณน้ำที่จะต้องใส่เติมในวัตถุดิบก่อนการอัดแห้งด้วย

จากการวิจัยหาเคลือบที่เหมาะสมสำหรับเนื้อดินปั้นชนิดพอร์ซเลน
โดยใช้เนื้อดินปั้นชนิดพอร์ซเลน ที่มีส่วนประกอบและคุณสมบัติ ดังนี้

ส่วนประกอบของเนื้อดินปั้น ร้อยละโดยน้ำหนัก				คุณสมบัติของเนื้อดินปั้น	
โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์	14.53	K_2O	1.90	ร้อยละการหดตัว	11.94+0.05
ดินขาว	46.68	Al_2O_3	28.43	ร้อยละการสูญเสีย-น้ำหนัก	10.68+0.05
ดินดำเหนียว		SiO2	69.67		
ทรายแก้ว	27.80			ร้อยละการดูดซึม-น้ำ	5.16+0.05
	10.99			ความต้านทาน-แรงดัด MPa	130+0.5

เคลือบที่เหมาะสมสำหรับเนื้อดินปั้นชนิดนี้ประกอบด้วย

โซเดียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ(โดยน้ำหนัก)	70
ดินขาวร้อยละ	14
ดินดำเหนียวร้อยละ	6
ทรายแก้วร้อยละ	10

หรือประกอบด้วย

Na_2O ร้อยละ	6.35
Al_2O_3 ร้อยละ	18.09
SiO_2 ร้อยละ	75.56

(จากแผนภาพวัฏภาคของโซเดียมออกไซด์ อะลูมินาและซิลิกา) เคลือบที่ได้มีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิ 1,500°ซ. แต่ในการวิจัยเคลือบเกิดการหลอมตัวที่อุณหภูมิ 1,250°ซ. ซึ่งต่ำกว่าจุดหลอมตัว ทั้งนี้เนื่องจากผลของสาร เจือปนในวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ เช่น เหล็กออกไซด์ ทิทาเนียมออกไซด์ ที่ทำให้จุดหลอมตัวของ เคลือบต่ำลง ลักษณะทั่วไปเป็นเคลือบใส ผิวมัน มีสีครีม แต่เคลือบที่ได้มีปัญหา เรื่องการเกิดรูเข็มและการรานตัว จึงทำการแก้ไขดังนี้

1. ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเติมลงในเคลือบ

ปัญหาการเกิดรูเข็มเกิดขึ้นเนื่องจากความหนืดของเคลือบ ทำให้เกิดฟองอากาศในชั้นเคลือบได้ พบว่าเมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตมากกว่าร้อยละ 1.96 เติมลงในเคลือบ สามารถแก้ปัญหาการเกิดรูเข็มได้เนื่องจาก แคลเซียมคาร์บอเนตมีคุณสมบัติช่วย ลดความหนืดและอุณหภูมิของเคลือบในขณะหลอมตัว ซึ่งจะช่วยให้เคลือบหลอมตัวได้สมบรูณ์ขึ้น ทำให้ฟองอากาศสามารถหลุดออกจากชั้นเคลือบได้ แต่การใช้แคลเซียมคาร์บอเนตไม่สามารถแก้ปัญหาการรานตัวได้เนื่องจาก แคลเซียมคาร์บอเนตทำให้ความหนืดของเคลือบขณะเย็นตัวลงเพิ่มขึ้น เคลือบเกิดแรงตึงผิวสูง ทำให้เคลือบเกิดการรานตัวมากขึ้นและถ้าใช้มากเกินไป จะทำให้แรงตึงผิวยิ่งสูงมากจะเกิดการรานตัวที่กว้างและลึก

2. ใช้ซิงค์ออกไซด์และโดโลไมต์เติมลงในเคลือบ

การทดลองใช้ซิงค์ออกไซด์ระหว่างร้อยละ 16.39-18.4 และโดโลไมต์ร้อยละ 1.64 เติมลงในเคลือบ สามารถแก้ปัญหา การเกิดรูเข็มได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาการรานตัวได้ (เคลือบที่ได้ไม่มีความคงทนเกิดการรานตัวเมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน) และเคลือบที่ใช้ซิงค์ออกไซด์มากกว่าร้อยละ 16.39 จะเกิดผลึกเล็กๆขึ้น ดังนั้น สูตรเคลือบที่เหมาะสมคือสูตรที่ 54 ที่ใช้ซิงค์ออกไซด์ร้อยละ 16.39 โดโลไมต์ ร้อยละ 1.64

3. การใช้แบเรียมคาร์บอเนตเติมลงในเคลือบสูตรที่ 54

การแก้ปัญหาการรานตัวโดยใช้แบเรียมคาร์บอเนตเติมลงในเคลือบสูตรที่ 54 พบว่านอกจากจะไม่ช่วยทำให้เคลือบคงทนขึ้นแต่กลับเพิ่มปัญหาการรานตัวมากขึ้นเนื่องจากแบเรียมคาร์บอเนตทำให้เคลือบมีการหดตัวน้อยลง และยังมีปัญหาการเกิดรูเข็ม

4. การใช้โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์แทนโซเดียมเฟลด์สปาร์บางส่วนในสูตรที่ 54

การใช้โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์แทนโซเดียมเฟลด์สปาร์บางส่วนใน เคลือบสูตรที่ 54 ไม่ช่วยทำให้เคลือบคงทนขึ้น แต่กลับเพิ่มปัญหาการรานตัว มากขึ้น เนื่องจากโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์มีการหดตัวน้อยกว่าโซเดียมเฟลด์สปาร์ทำให้เคลือบหดตัวไม่เท่ากันซึ่งเป็นสาเหตุทำให้มีการรานตัว

5. การลดขนาดอนุภาคของเคลือบในสูตรที่ 54 จากเล็กกว่า 195 ไมครอน ให้ เหลือเล็กกว่า 74 ไมครอน

การลดขนาดอนุภาคขององค์ประกอบช่วยให้จุดหลอมตัวลดต่ำลง ซึ่งสามารถลดการเกิดฟองอากาศที่เป็นสาเหตุของการเกิดรูเข็มได้ การลดขนาดอนุภาคของเคลือบในสูตรที่ 54 จากเล็กกว่า 195 ไมครอนให้เหลือเล็กกว่า 74 ไมครอน จึงทำให้เกิดการหลอมตัวที่สมบูรณ์ขึ้นทำให้รูเข็มหมดไป แต่ไม่ช่วยในเรื่องการรานตัวของเคลือบ โดยจะพบว่ามีการรานตัวเกิดขึ้นภายหลัง

6. การเพิ่มอุณหภูมิการเผาเคลือบ สูตรที่ 54

การเพิ่มอุณหภูมิการเผาเคลือบสูตรที่ 54 จากอุณหภูมิ 1,250°ซ.เป็น 1,330°ซ. ซึ่งยังไม่เกินช่วงการหลอมตัวของเคลือบ ทำให้เคลือบมีการหลอมตัวที่สมบูรณ์มากขึ้น เคลือบที่ได้มีความคงทนมากขึ้นและมีคุณสมบัติผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สรุปได้ว่าเคลือบพอร์ซเลนที่เหมาะสม ที่ได้จากผลการวิจัยนี้ ซึ่งมีลักษณะทั่วไปเป็นเคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่น มีคุณสมบัติผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีส่วนประกอบของวัตถุดิบ และองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

ร้อยละโดยน้ำหนัก			Na_2O	K_2O	MgO	CaO	Al_2O_3	SiO_2	TiO_2	ZnO
โซเดียมเฟลดสปาร์	57.37	ประกอบด้วย	4.79	0.21	0.26	0.71	8.78	40.33	0.16	16.39
ดินขาว	11.48	ประกอบด้วย	-	0.03	-	-	3.52	6.08	0.21	-
ดินดำเหนียว	4.92	ประกอบด้วย	-	0.01	-	-	1.35	2.51	-	-
ทรายแก้ว	8.20	ประกอบด้วย	-	-	-	-	0.02	8.19	-	-
ซิงค์ออกไซด์	16.39	ประกอบด้วย	-	-	-	-	-	-	-	16.39
โดโลไมต์	1.64	ประกอบด้วย	-	-	0.35	0.49	-	-	0.01	-
รวม			4.79	0.25	0.61	1.20	13.67	57.11	0.38	16.39

หรือ ประกอบด้วย

Na_2O	ร้อยละ	5.08						
K_2O	ร้อยละ	0.27						
MgO	ร้อยละ	0.64	Al_2O_3	ร้อยละ	14.48	SiO_2	ร้อยละ	60.50
CaO	ร้อยละ	1.27				TiO_2	ร้อยละ	0.38
ZnO	ร้อยละ	17.36						

โดยขนาดอนุภาคของส่วนผสมของเคลือบต้องน้อยกว่า 74 ไมครอน และทำการเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,330°ซ.