

รายงานการวิจัย

เรื่อง

เนื้อเด่นบันทึกรายสืบในร่าง สำหรับการสร้างผลิตภัณฑ์สุขภัณฑ์

ของ

นายนิวัตร พีระนະ

วิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากบประมาณ
ของสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

ปีการศึกษา 2539

คำนำ

การวิจัยเป็นภาระกิจที่สำคัญของอาจารย์สถาบันอุดมศึกษา ซึ่งจะแสดงถึงความรู้ ความสามารถในเชิงวิชาการของบุคลากร ในสถาบันได้เป็นอย่างดี และถ้าเป็นผลงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อท้องถิ่น จะนับว่าตรงต่อนโยบายหลัก ของสถาบันอุดมศึกษา อย่างสถาบันราชภัฏ ดังนั้น การวิจัยฉบับนี้จึงแสดงให้เห็นถึง จิตความสามารถทางวิชาการ สาขา เทคโนโลยีเซรามิกส์ ของสถาบันราชภัฏพิษลังค์ แหล่งแสดงถึงการส่งเสริมให้บุคลากรใน สถาบันได้ปฏิบัติภารกิจ ที่สำคัญและเป็นประโยชน์อย่างแท้จริง

นิวัตร พัฒนา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสาคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดินและเนื้อดินบ้าน.....	9
เนื้อดินบ้านวิทย์ไซนา.....	10
วัตถุติดฟันชั้นการทดลอง.....	10
การค้นคว้าเอกสาร เนื้อดินบ้านจากผลวิเคราะห์ทางเคมี.....	17
การเติมเนื้อดินบ้าน.....	22
การขึ้นรูปด้วยการหล่อพิมพ์.....	27
การเพาะสืตัวณฑ์.....	28
เวลาแก่.....	29
อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิ.....	29
การทดสอบผลิตภัณฑ์.....	31

สารบัญ(ต่อ)

หน้าที่	หน้า
3 วิธีค่าเนินการวิจัย.....	37
บรรยายกรสูมตัวอย่าง.....	37
เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการค่าเนินการวิจัย.....	39
สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	40
ขั้นตอนการทดลอง.....	40
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
4 ผลวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินบันก่อนเผา.....	47
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินบันหลังการเผา อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส.....	50
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินบันหลังการเผา อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส.....	52
5 สูบอภิปรายผลและสรุปเสนอแนะ.....	55
ปัจจัยที่มีผลต่อค่าเนินการวิจัย.....	55
กลุ่มตัวอย่าง.....	55
เครื่องมือเครื่องใช้ในการวิจัย.....	55
การค่าเนินการวิจัย.....	56
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	56

สารบัญ(ต่อ)

บทที่

หน้า

สรุปผลการทดลอง.....	57
อภิปรายผลการวิจัย.....	61
ข้อเสนอแนะ.....	64
บรรณานุกรม.....	66
ภาคผนวก.....	68
บทคัดย่อ.....	33
ประวัติผู้วิจัย.....	35

บัญชีตราสาร

ตารางที่	หน้า
1 แสดงลักษณะห่วงอลูมีนาต่อพิมพ์แก้วที่เบสี่ยแยปลงในสูตรพื้นฐาน.....	38
2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินเป็นก้อนเผา.....	47
3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินเป็นหลังการเผา อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส.....	50
4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินเป็นหลังการเผา อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส.....	52
5 แสดงค่าความhardtัวของเนื้อตินเป็นก้อนเผา.....	69
6 แสดงค่าความแข็งแรงของเนื้อตินเป็นก้อนเผา.....	71
7 แสดงค่าความhardtัวของเนื้อตินเป็นหลังเผาอุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส.....	73
8 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อตินเป็นหลังเผาอุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส.....	75
9 แสดงค่าความแข็งแรงของเนื้อตินเป็นหลังเผาอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส.....	77
10 แสดงค่าความแข็งแรงของเนื้อตินเป็นหลังเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส.....	79

បញ្ជីភាពព្រោះកន្លែង

ភាពព្រោះកន្លែង

កន្លែង

1	ແສດງភាពទាំងអស់ក្នុងការរៀបចំតាមរយៈការបង្ហាញ.....	24
2	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការរៀបចំតាមរយៈការបង្ហាញ.....	24
3	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការរៀបចំតាមរយៈការបង្ហាញ.....	25
4	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	25
5	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	26
6	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	27
7	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	28
8	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	29
9	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	30
10	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	31
11	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	32
12	ແສດងភាពទាំងអស់ក្នុងការបង្ហាញ.....	32

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เนื้อตับบัน (Bodies) ถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งต่อกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งการผลิตจะมีประสิทธิภาพต้องมีการพัฒนาเนื้อตับบันให้เหมาะสม เนื้อตับบันเตะลงชนิดจะใช้วัตถุติบที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะได้คุณสมบัติตามความต้องการ เช่น ต้องการให้ทนต่อความร้อน ทนต่อกรดและด่าง ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal shock) ให้มีความแข็งแรง และมีความพุดกตัว เป็นต้น (วิกฤต รักษาส. 2531 : 127)

เนื้อตับบันบดจุบันเมื่อลายช์นิต เครื่องสุขภัณฑ์จัดเป็นเนื้อตับเบรษเกท ไวเทรียส์ไซนา (Vitreous china) ไวเทรียส์ไซนา หมายความว่าเครื่องดินเผาเคลือบที่มีคุณภาพสูง และแข็งแกร่ง มีสีขาวหรือเหลือง เผาตัวแต่ Cone 5 ถึง Cone 12 เมื่อนึ่งดุสุกตัว ไม่มีการอุดซึมน้ำ (วิกฤต รักษาส. 2531 : 162) เครื่องสุขภัณฑ์ปกติจะมีมาตรฐานพอร์เชินส์ (MC2) ประมาณ 3,000 ปอนเดต์/ตารางนิ้ว กระบวนการผลิตสุขภัณฑ์ในปัจจุบันที่รู้ๆ กันดีคือ การหล่อพิมพ์ จาเป็นต้องหล่อให้ได้ความแนคงของผลิตภัณฑ์มากพอสมควร เพื่อที่จะได้ความแข็งแรงตามต้องการ

จากการที่มีตัวภัณฑ์มีความหนามากๆ ทำให้ตัวบุบกระแทกต่ออุ่นช้าๆ และช้าๆ ทำให้ตัวภัณฑ์มีความหนามาก ลักษณะ จึงต้องทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้ ที่สุขภัณฑ์มีความแข็งแรงมากยิ่ง ความหนาน ของตัวภัณฑ์มีความหนานมาก

ของการรีจัคต์ ซึ่งมีความหนานมาก ทำให้ตัวภัณฑ์มีความแข็งแรงและยืดหยุ่น สามารถใช้ได้เป็นอย่างดี ไวเทรียส์ไซนา เมื่อเปลี่ยนแปลงสีด้วย สารเรือง ออกซิเจน (Alumina) หรือไนโตรเจน (Quartz)

ในสูตรสารบะกอบ เนื่องจาก อุฐมินาจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเนื้อตินบันสุขภัณฑ์ ประมาณสองหรือสามเก้าตัว (บรีดา พิมพ์ขาวชา. 2535 : 414) เมื่อเปลี่ยนแปลงสัดส่วนในเบอร์เซ็นต์ที่ต่างกัน

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเนื้อตินบันวิเทรียลไชน่า ที่มีสัดส่วนของอุฐมินาต่อหินแกรนิต่างกันทั้งก้อนเพาและหลังเพา ที่อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส

ความสำคัญของการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับสถานประกอบการอุตสาหกรรมเชรามิกส์และนักศึกษาไปรังเรียนวิชาเทคโนโลยีเชรามิกส์รวมทั้งเป็นแนวทางแก้ผู้ที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับเนื้อตินบันวิเทรียลไชน่าต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรของการวิจัย

ประชากรของการวิจัย ศึกษาตัวส่วนของอุฐมินา : หินแกรนิตเปล่งไฟ สูตรเนื้อตินบันวิเทรียลไชน่า ตั้งแต่ร้อยละ 0 : 21.57 จนถึงร้อยละ 21.57 : 0

2. กลุ่มตัวอย่างการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างของ การวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ หินพันธ์ Feldspar ดินดาน (Ball clay) และดินขาว (Kaolin) ผสมเข้ากับ อลูมีนา และหินแกรนิต โดยกำหนดให้ สัดส่วนอลูมีนาต่อหินแกรนิต เป็น 22 ช่วง เริ่มตั้งแต่ 0 ถึง 21.57 จนถึง 21.57 : 0 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ตัวแปรที่จะศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 สัดส่วนอลูมีนาต่อหินแกรนิต ในเนื้อดินบั้นวิเทรียลไซนาทั้ง 22 สูตร

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั้น วิเทรียลไซนา ก่อนเผา

3.2.1.1 ความสามารถในการซึมน้ำด้วยวิธีหล่อ

3.2.1.2 ความหนืดตัว

3.2.1.3 ความแข็งแรง

3.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบั้นวิเทรียลไซนา หลังเผาทดลอง

อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส

3.2.2.1 การดูดซึมน้ำ

3.2.2.2 ความหนืดตัว

3.2.2.3 ความหนาไฟ

3.2.2.4 สีของเนื้อดิน

3.2.2.5 ความแข็งแรง

3.2.2.6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

4. ขอบเขตของการทดลอง

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการทดลองครั้งนี้ไว้ 2 ประการ คือ

4.1 การขึ้นรูปจะใช้วิธีการขันรูปด้วยวิธีหล่อพิมพ์

4.2 การเผาจะเผานอุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส

ตัวยับรรยาการแอบนออกซีเดชั่น

ข้อทดสอบเบื้องต้น

1. สูตรเนื้อตินปันวิเทรีสไซนา ลักษณะที่ใช้ทดลองครั้งนี้ ได้แก่

ตินตั้มแม่ ร้อยละ 19.43

ตินขาวะรง ร้อยละ 29

ตินคามเม่แสน ร้อยละ 30

ผลส่วนระหว่างอุณหภูมิ : ตินแม่ก้า ในสูตรเนื้อตินปันวิเทรีสไซนา ร้อยละ

0 : 21.57 เมื่อร้อยละ 21.57 : 0

2. วัสดุดีบกีวีชันการทดลอง ได้แก่

2.1 ตินขาวะจังหวัดระนอง (ผลวิเคราะห์ทางเคมี SiO_2 47.10, TiO_2

0.05, Al_2O_3 37.30, Fe_2O_3 0.88, CaO 0.04, MgO 0.05, K_2O 1.42,

Na_2O 0.08, LOI 13.06)

2.2 ตินแม่ก้าจังหวัดระยอง (ผลวิเคราะห์ทางเคมี SiO_2 98.50, TiO_2

0.07, Al_2O_3 0.80, Fe_2O_3 0.05, CaO 0.06, MgO 0.10, K_2O

0.04, Na_2O 0.10, LOI 0.16)

2.3 ตินตั้มแม่ (ผลวิเคราะห์ทางเคมี SiO_2 71.1, TiO_2 0.19,

Al_2O_3 16.7, Fe_2O_3 0.12, CaO 1.18, MgO 0.14, K_2O 0.70,

Na_2O 9.28, LOI 0.62)

2.4 ตินดาม่าแม่แส่น (ผลวิเคราะห์ทางเคมี SiO_2 62.30, TiO_2 0.62, Al_2O_3 24.00, Fe_2O_3 1.46, CaO 0.23, MgO 0.58, K_2O 2.07, Na_2O 0.24, LOI 8.45)

2.5 อลูมีนา จากแหล่งทั่วไป

3. ชั้งวัตถุติดตัวยเครื่องชั่ง DIAL-O-GRAM

4. บดผสมตัวยกร่องบด

5. ใช้เวลาบดเนื้อตินปันสูตรละ 20 นาที ถ.พ. 1.780

6. หล่อเนื้อตินปันทดลองความหนา 10 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชุด

7. ทดลองเผาเนื้อตินปันตัวยเตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง

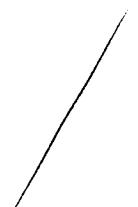
8. ใช้แก๊ส L.P.G

9. วัดอุณหภูมิตัวยเครื่องไฟฟ์โรมิเตอร์ (Pyrometer)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เนื้อตินปัน หมายถึง วิเทเรียมไซนาซึ่งมีคุณภาพสูงและแข็งแกร่งมีสีขาวหรือสีเข้ม
เพาติ้งแต่ Cone 5 ถึง Cone 12 เพาติ้งจุดสูกตัวไม่มีการดูดซึมน้ำ (อกมล รักช์วงศ์.
2531 : 162) เนื้อตินปันสูงภัยเพ้อเป็นเนื้อตินประเทกวิเทเรียมไซนา หมายถึง เนื้อตินที่
ใช้ผลิตโภคภัณฑ์ ว่างถ่ายน้ำปัสสาวะ ว่างล้างหน้า เป็นต้น

2. ผิวน้ำม้า หมายถึง ผลวิเคราะห์ทางเคมี SiO_2 71.1, TiO_2 0.19,
 Al_2O_3 16.7, Fe_2O_3 0.12, CaO 1.18, MgO 0.14, K_2O 0.70,
 Na_2O 9.28, LOI 0.62



3. ตินดา หมายถึง ตินดาแม่แส่น ผลวิเคราะห์ทางเคมี SiO_2 62.30, TiO_2 0.62, Al_2O_3 24.00, Fe_2O_3 1.46, CaO 0.23, MgO 0.58, K_2O 2.07, Na_2O 0.24, LOI 8.45

4. ตินขาว หมายถึง ตินขาวะรอง ผลวิเคราะห์ทางเคมี SiO_2 47.10, TiO_2 0.05, Al_2O_3 37.30, Fe_2O_3 0.88, CaO 0.04, MgO 0.05, K_2O 1.42, Na_2O 0.08, LOI 13.06

5. ทินเก้า หมายถึง ทินเก้าะรอง ผลวิเคราะห์ทางเคมี SiO_2 98.60, TiO_2 0.07, Al_2O_3 0.80, Fe_2O_3 0.05, CaO 0.06, MgO 0.10, K_2O 0.04, Na_2O 0.10, LOI 0.16

6. อลูมีนา หมายถึง อลูมีนาจากแหล่งทั่วไป

7. การดูดซึมน้ำ (Total Shrinkage) หมายถึง เบอร์เซ็นต์ความพุรนตัวของเนื้อตินแบบง่ายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส

8. ความดูดตัวของติน (Total Shrinkage) หมายถึง เบอร์เซ็นต์ความดูดตัวของผสติภัยที่เมื่อบาดอยทั้งไวไฟแล้ง และเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส

9. ความทนไฟ (Refractories) หมายถึง ความทนทานต่อความร้อน ของเนื้อผสติภัยโดยไม่หลอมละลาย ที่อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส

10. ความแข็งแรงของติน (Modulus of Rupture) หมายถึง ค่าของความทานทานเมษจักรร่างต่อแรงกดของเนื้อผสติภัยที่ผ่านการเผาแล้วโดยค่าที่วัดได้เป็นกิโลกรัมต่ำตาร่างเช่นเดียว

11. การทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock) หมายถึง การทนต่อตินที่เผาแล้วเจ้าร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส รักษาอุณหภูมิไว้ 20 นาที

บล้อยน้ำร้อนออกน้ำเย็นอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส รักษาอุณหภูมิไว้ 20 นาที บล้อยน้ำเย็นออก ท่า เช่นนี้ 3 ครั้ง สังเกตดูการແกร้าวของชิ้นทดลอง

12. ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อ คือ การนำเนื้อติน้ำมันหล่อเป็นแท่งทดลอง เมื่อได้ความหนาตามที่กำหนด แกะแท่งทดลองออกจากพิมพ์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตารางและงานวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์มีผลทางการวิจัยครั้งนี้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยแยกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความรู้ที่นำไปเกี่ยวกับดินและเนื้อดินบืน
2. เนื้อดินบืนวิเคราะห์เชิงเคมี
3. วัสดุดีบเพื่อชันการทดลอง
 - 3.1 ฟิล์มแก้ว
 - 3.2 ฟิล์มแม็ก้า
 - 3.3 ฟิล์มดา
 - 3.4 ฟิล์มขาว
 - 3.5 อะลูมิเนียม
4. การคานวณผู้ติดบืนจากผลวิเคราะห์ทางเคมี
5. การเตรียมเนื้อดินบืน
 - 5.1 การเตรียมผ้าติด (Slip)
6. การขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อพิมพ์ (Slip casting)
7. การเผาติ่มร้อน
 - 7.1 กระบวนการเผาติ่มร้อน
 - 7.2 อุบัติภัยและผลกระทบเมื่อร้อนติดอุณหภูมิ

8. การทดสอบผลิตภัณฑ์

8.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินปั้นก่อนเผา ได้แก่

8.1.1 ความสามารถในการซึ้งรูบด้วยวิธีการหล่อ

8.1.2 ความหนดตัว

8.1.3 ความแข็งแรง

8.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินปั้นหลังเผา ได้แก่

8.2.1 การทดสอบความหนดตัว

8.2.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

8.2.3 การทดสอบความทนไฟของติน

8.2.4 การทดสอบสีของเนื้อติน

8.2.5 การทดสอบความแข็งแรง

8.2.6 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตินปั้นและเนื้อตินปั้น

ตินเป็นวัตถุติบที่มีความหนืดมาก สามารถใช้ทำส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ เช่น มีลักษณะเป็นแผ่นๆ สามารถนำมาใช้ทำภาชนะใส่อาหาร (Table ware) เครื่องลุขภัณฑ์ (Sanitary ware) กระเบื้อง (Tiles) ปูน (Bricks) และอื่นๆ

ตินเป็นส่วนประกอบของอุลามิเนียม ชิลลิกेट "Aluminium Silicate" ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ที่มีเรตินเดรรมชาติ จะมีสารประกอบอื่นๆ ปะปนอยู่มากน้อย เช่น แอลูมิทิทิฟิค ไบท์ฟิล์ม สารเคมีที่มีสีเหลืองเช่น Quartz, Mica, Ironoxide, Hematite, Fluorite, Muscovite (เป็นต้น (อกมล รากช์วงศ์. 2531 : 3)

ความหมายของเนื้อติน เนื้อตินบัน (Body) หมายถึง เนื้อตินบันที่มีตินเป็นส่วนประกอบ อาจจะมีตินล้านๆ หรือตินร้อยเบอร์ ชิ้นต์ แต่ส่วนมากแล้วจะมีวัตถุดิบตัวอื่นผสมอยู่ด้วย อาจจะมีเนื้อวัตถุดิบชนิดเดียว หรือมีวัตถุดิบหลายชนิดผสมกันอยู่ (บริจาค พิมพ์ขาวชา. 2532 : 83) เนื้อตินบันจึงเป็นการน้ำตินชนิดต่างๆ มาผสมเข้าด้วยกันหรือ การผสมตินกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ในสมัยก่อน การทำเนื้อตินบันจะทำมาจากตินธรรมชาติ ที่มีความเหนียวพอมากขึ้นรูปได้ เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ตามความต้องการ เริ่มจากจากการทำเครื่องบันดินเพาชนิดไม้การเคลือบ นับเป็นเวลาพันๆ ปี จนกระทั่งสมัยศตวรรษที่ 10 จึงได้มีความก้าวหน้าในการทำเครื่องบันดินเพามาก สามารถทำเนื้อตินบันชนิดพิเศษขึ้นได้ เรียกว่า เนื้อตินบันปอร์سلิน (Porcelain) (ไกมล รักช่วงศ. 2531 : 126)

2. เนื้อตินบันวิเทเรียลไวนา (Vitreous china)

เนื้อผลิตภัณฑ์นี้มีลักษณะ หรืออาจจะมีลักษณะ จะเป็นอุณหภูมิตั้งแต่ Cone 3 ถึง Cone 12 เมื่อนึ่งจุดสุกตัว ไม่มีการหลุดซึมเข้า น้ำเคลือบที่ใช้เคลือบจะเป็นเคลือบอุณหภูมิสูงเช่นเดียวกับเนื้อตินบัน (ไกมล รักช่วงศ. 2531 : 162) เนื้อตินบันสุขภัณฑ์เป็นเนื้อตินที่ใช้ผลิตโดยส่วนใหญ่เป็น沙หินรับรองส่วน อ่างล้างหน้า เป็นต้น เนื้อผลิตภัณฑ์แน่นและแข็ง มีความทนตัวต่ำกว่า 0.5% และเคลือบด้วยเคลือบปอร์سلินที่แข็งแกร่ง สมัยก่อนเนื้อผลิตภัณฑ์มีอุตสุกตัว Cone 13 แต่ปัจจุบันมากเป็น Cone 9 น้ำดินที่ใช้จะมีความถ่วงจำเพาะ 1.8 (บริจาค พิมพ์ขาวชา. 2535 : 411)

3. วัสดุที่ใช้ในการทำล้อ

3.1 วิญญา (Quartz) เป็นสารที่เกิดจากการตกผลึกของซีลิกา ที่นิเวียวนาน

เป็นวัตถุดินที่ให้ชิลิกาสูงมากถึงร้อยละ 99 มีความถ่วงจำเพาะ 2.7 มีความแข็ง 7 โครงสร้างเป็นรูปผลึก 6 เหลี่ยม จุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 1,728 องศาเซลเซียส การนำหินเข้าเผาหมุนมาผ่านในเนื้อดินบ้าน จะทำให้เนื้อดินบ้านแข็งแรง ป้องกันการหล่อหลั่ง การปัตเปี้ยวของผลิตภัณฑ์ และยังเปลี่ยนสภาพเป็นแก้วได้ หากให้เนื้อดินบ้านร่างแสงดีขึ้น ถ้าผ่านในเครื่องเผาถึงอุณหภูมิ 573 องศาเซลเซียส จะเปลี่ยนรูปร่างมีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นการขยายตัวของชิลิกา หินเข้าเผาหมุนมาเผาการเปลี่ยนแปลงการเรียงอะตอม จากกรูบหนึ่งไปยังอีกรูบหนึ่งของสาร มี 2 ลักษณะ คือ รูปร่างแต่ละแบบจะสามารถถอดส่วนประกอบอื่นๆ ได้ในช่วงอุณหภูมินี้ การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เรียกว่า เกิด Inversion การเกิด Inversion มี 2 แบบ คือ แบบหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงจัดเรียงอะตอมใหม่มอย่างมากmany ลักษณะที่สองมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเร็ว เนื่องด้วยการกระแทกกระเทือนหินและเสียง เสียงเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงส่องน้ำสามารถทำให้กลับคืนสภาพเดิมได้ง่าย (ไกมล รักษาวงศ์. 2531 : 25) หินเข้าเผาหมุนที่บดและใช้น้ำอุตสาหกรรมมีร่องรอยกว่า potter's flint น้ำมันดินที่มีสีเหลือง 50% ล่ากว่า 30 ไมครอน การควบคุมขนาดหินมีความสำคัญเวんกัน เพราะว่าขนาดมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทั้งก้อนและหลังเผา (บริจา วิมพ์ขาวชา. 2535 : 75) แหล่งของหินเผาในประเทศไทย เป็นจังหวัดเชียงรายในประเทศไทยยังคงใช้หินเผาสูง เป็นรายของ สังฆภาน เป็นต้น (บริจา วิมพ์ขาวชา. 2532 : 64)

ตัวอย่างผลวิเคราะห์รายละเอียด

SiO_2	98.60%
TiO_2	0.07%
Al_2O_3	0.80%
Fe_2O_3	0.05%
CaO	0.06%

MgO	0.10%
K ₂ O	0.04%
Na ₂ O	0.10%
LOI	0.16%

3.2 หินฟลัมม้า (Feldspar) เป็นวัตถุคิบที่เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิ (Flux)

สามารถใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อตินบีน และน้ำเคลือบ เป็นตัวช่วยหลอมละลายวัตถุคิบตัวอื่นๆ ให้อุณหภูมิการเผาต่ำลง หินฟลัมม้า เป็นวัตถุคิบหนักซึ่งนิดหนึ่งที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ หินฟลัมม้า เป็นสารประกอบของอลูมิเนียม, ซิลิกา, และอัลคาไลน์ (Alkaline) หรืออัลคาไลท์ เอิร์ท (Alkaline Earth) สารประกอบบริสุทธิ์ของโซเดียม (Na), ไบแอกซ์เจียม (K), แคลเซียม (Ca) หากได้ยากในแร่หินฟลัมม้า ในหินฟลัมม้าจะมีโซเดียม ไบแอกซ์เจียม และแคลเซียม ซึ่งจะมีอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันไป เนื่องจากสารทั้งสามตัวนี้มีการหลอมละลายเข้ากันได้ ในสถานที่เป็นของแข็ง (ไกมล รักษ์วงศ์. 2531 : 35) หินฟลัมม้าใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ เพื่อเป็นตัวเริ่มก่อไฟเกิดปฏิกิริยาการเกิดเนื้อแก้วาเนฟลิตก้อนที่ห้ามได้ อุตสาหกรรมเซรามิกส์นำมาก่อน หินฟลัมม้ามีราคาถูกและเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ (ปรีดา พิมพ์ขาวชา. 2532 : 62) นอกจากนี้ ทวี พรมพุกษ์ (2533 : 63) ได้กล่าวว่า หินฟลัมม้าที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ มี 3 ชนิด คือ

3.2.1 ไบแอกซ์เฟลต์สบาร์ (Potash Feldspar) หรือ Orthoclase ซึ่งมีสูตรทางเคมี คือ $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ มีส่วนประกอบของไบแอกซ์เจียม อลูมิเนียมซิลิเกต และอาจมีสารราระเจียม และแคลเซียมมากน้อยบานอยู่ด้วย หินฟลัมม้าชนิดนี้จุดหลอมตัวประมาณ 1,200-1,500 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับผลิตเซรามิกส์และเนื้อตินบีน

แหล่งที่พบหินฟลัมม้า เช่น จังหวัดราชบุรี จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดสระบุรี

ตัวอย่างผลวิเคราะห์ ไปแต่ส Feldspar

SiO_2	72.38%
TiO_2	0.02%
Al_2O_3	15.50%
Fe_2O_3	0.08%
CaO	0.31%
MgO	0.04%
K_2O	9.06%
Na_2O	2.27%
LOI	0.34%

3.2.2 โซดาเฟลด์สบาร์ (Soda Feldspar) หรือ Albite สูตรทาง

เคมีคือ $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ มีสารประกอบของโซเดียมอุลวิเนียมชิลิเกต ทินพัฟมัชนีดีนี่ ใช้ผลไม่น้ำเคลือบและให้อุณหภูมิต่ำกว่าไปแต่ส Feldspar นิยมใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเคลือป้าร์คุ้ง

แหล่งที่พบที่นิพัฟมัชนีดีนี่โซเดียมเฟลด์สบาร์ ในประเทศไทย ได้แก่ กาญจนบุรี

ตัวอย่างผลวิเคราะห์โซดาเฟลด์สบาร์

SiO_2	71.1%
TiO_2	0.19%
Al_2O_3	16.7%
Fe_2O_3	0.12%
CaO	1.18%
MgO	0.14%

K_2O 0.70%

Na_2O 9.28%

LOI 0.62%

3.2.3 แคลเซียมเฟลเดสปาร์ (Calcium Feldspar) หรือ Anorthite

สูตรทางเคมีคือ $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ มีสารประกอบของแคลเซียม อัลูมิเนียมชิลิเกต

เช่นเดียวกับเป็นส่วนใหญ่

3.3 ดินดานา (Ball Clay) หรือดินเหนียว เป็นวัตถุดินที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรม เชรามิกส์ในธรรมชาติจะมีสีต่างๆ กัน เช่น สีเทา สีดำ เนื่องจากมีสารอินทรีย์เจือบนอยู่ เมื่อผ่านการเผาแล้วจะมีสีขาว ดินดานาจะอยู่บริเวณที่รากลุ่ม มีเม็ดละเอียด มีความเหนียว ติดมากกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ทำให้ความแข็งแรงต่อผลิตภัณฑ์ เมื่อยังไม่เผา (รามล รักช่วงศรี 2531 : 19)

แหล่งดินดานาที่พบในประเทศไทย เป็น จังหวัดสุราษฎร์ธานี ลักษณะ เชิงเขา และบริเวณบึง เป็นต้น

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ดินดานาแม่แสง

SiO_2 62.30%

TiO_2 0.62%

Al_2O_3 24.00%

Fe_2O_3 1.46%

CaO 0.23%

MgO 0.58%

K_2O 2.07%

Na_2O 0.24%

LOI 8.45%

การนาดินเหนียวมาใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อตินมีข้อดีดังนี้

1. เพิ่มความเหนียวให้กับเนื้อติน จึงสามารถหั่นรูปได้ง่าย
2. เนื้อผลิตภัณฑ์ในชั้นที่เป็นตินดิบ (Green Ware) จะมีความแข็งแรง

ลดอัตราการแตกหักให้น้อยลง

3. เมื่อเตรียมดินอยู่ในสภาพน้ำสลับจะช่วยให้น้ำตินมีอัตราการไหลตัวดีขึ้น
4. ตินเหนียวมีความสามารถที่จะเป็นตัวลดจุลสุกตัวได้ เพราะมีปริมาณของต่างอยู่ด้วย จึงทำให้เนื้อตินบันเพาได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

การนาดินเหนียวมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ มีข้อเสีย คือ

1. ในตินเหนียวมีสิ่งสกปรก เช่น Fe_2O_3 และ TiO_2 ซึ่งเป็นตัวทำให้ความขาวของเนื้อผลิตภัณฑ์เสียไป โดยเฉพาะถ้ามีปริมาณ TiO_2
2. ทำให้ความร้อนรุ่งแสงของผลิตภัณฑ์น้อยลง
3. ตินเหนียวมีส่วนประกอบไม่แน่นอน จะมีตัวทำให้เกิดความยุ่งยากในกระบวนการเผา เช่นสารต้านทานรับเทแบบ ตินเหนียวจังหัวดสุราษฎร์ธานี ตามธรรมชาติมีสีขาว เมื่อเผาแล้วจะเป็นสีขาว มีความเหนียวและหนวดตัวมาก บริษัทธาตุเทสก์ค่อนข้างสูง จึงใช้ตินอัตราส่วนที่น้อยในส่วนผสมของเนื้อตินบัน (ทวี พรมพฤกษ์. 2523 : 70)

3.4 ลินชَاว (Kaolin) ลินชَاวจะมีแหล่งกำเนิดตามบริเวณที่ราบสูง ตามภูเขาน้ำมีแหล่งแร่หินฟลัมม้า เกิดการผุพัง จากความชื้นที่จะกลایสภาพเป็นตินชَاว ปฏิกริยาการเปลี่ยนสภาพหินฟลัมม้า เป็นตินชَاว เรียกว่า ปฏิกริยา "Kaolinization" (ไกมล รักช่วงศร. 2531 : 9) ตินชَاวที่เกิดในที่ราบสูงเนื้อตินหยาบ มีความทนไฟสูงถึง 1,300 องศาเซลเซียส นำมาปั้นรูปโดยตรง ยากแก่การทรงตัวและมีความเหนียวตัวน้อย การนาไปใช้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นเนาแห้งต้องนำไปเผาบนกับวัสดุตัวอื่นๆ เป็นต้นที่มีการหดตัวน้อย พบในธรรมชาติเป็นตินสีขาวมัน ร่องประทัยชื่อองตินชَاว ใช้เป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมชนิดอื่นๆ ที่ใช้ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสีประจำทาง อาหารสัตว์ อุตสาหกรรมวัตถุทนไฟ (ทวี พรมพฤกษ์.

2523 : 66-67) ได้กล่าวไว้ว่า ดินขาวหาดส้มเป็น จังหวัดระนอง เป็นดินขาวชนิดดี เท่าที่พบแห่งแรกในประเทศไทย มีอุณหภูมิสูงและมีปริมาณของเหล็ก (Iron Oxide) น้อย เหมาะสมสำหรับสมุดฐานีดินบืนที่ต้องการความขาวมาก

แหล่งดินขาวระนอง (Ranong Kaolin deposit) แหล่งดินขาวระนองที่สำคัญมีความลักษณะกับแหล่งแร่ดินปืน (The Ranong Tin field) แหล่งผลิตที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของการตั้งต้นของดินขาวระนอง อยู่ที่ ต.หาดส้มเป็น อ.เมือง เป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่ที่สุดของระนอง

การกานิด (Occurrence) ดินขาวระนอง

การกานิดดินขาวระนอง (Kaolinization) เป็นแบบบฐ暮ภูมิ (Primary deposit) ชนิดหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal alteration) เกิดจากการตกลงกันของน้ำแข็งเรือร้อน ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานขอบเขตจำกัดอยู่กับหินแกรนิต (Granitic rock) การแตกสลาย (breakdown) ของแร่เพลค์สปาร์

แร่ดินขาว มีส่วนประกอบเคมีสักดิ์คือ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ลินบริเวน
หน้าเมืองมีส่วนประกอบความชื้น 80% ดินขาว 10% ถึง 20% เพลค์สปาร์ 10%

คุณสมบัติของดินขาวระนอง มีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้ ดินที่มีสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน หรือดินร่วน แหล่งดินขาวในประเทศไทย พบที่เชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง แม่สาย ลากะ ระนอง เป็นต้น (กรมทรัพยากรธี. 2526 : 213)

ลักษณะทางเคมีของดินขาวตามหาดส้มเป็น

SiO_2 46.71%

Al_2O_3 37.06%

Fe_2O_3 1.14%

CaO 0.02%

MgO 0.07%

Na_2O 0.01%

K ₂ O	1.23%
TiO ₂	0.07%
H ₂ O	0.03%
LOI	12.97%

3.5 อลูมีนา (Alumina) เป็นวัตถุดิบที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมทางเซรามิกส์ อลูมีนาบริสุทธิ์จะได้จาก Corundum นอกจากนี้ได้จาก Boxxite Diaspore และ Gibbsite ปกติทั่วไป อลูมีนาจะมีอยู่ 2 รูป คือ γ Form และ γ Form (จะอยู่ในรูปของ β Form ก็มี แต่จะไม่บริสุทธิ์ เพราะมีสารประกอบของ soda อยู่ด้วย เช่น Na₂O, 11Al₂O₃) ในอุณหภูมิต่ำกว่า 500 °C (930 °F) อลูมีนาจะอยู่ในรูปของ γ Form นำไปเผาให้อุณหภูมิสูงถึง 1,150 °C - 1,200 °C (2,100 °F - 2,190 °F) จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ α Form

อลูมีนาที่อยู่ในรูป α Form จะมีความถ่วงจำเพาะ 3.5-3.9

อลูมีนาที่อยู่ในรูป γ Form จะมีความถ่วงจำเพาะ 4.0

อลูมีนาเมื่อจุดหลอมตัวในอุณหภูมิ 2,050 °C (3,722 °F) เป็นสารทนความร้อน (Refractories) ใช้มากในอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟมีความแข็งระดับ 8 สามารถนำไปใช้ทำวัตถุขัดถู (Abrasive) โดยเฉพาะผลึกที่อยู่ในรูปของ Corundum

ในธรรมชาติ Corundum มีความแข็งมาก อาจอยู่ในรูปของพลอย (Gem Stone) และ Ruby มีออกไซต์ยื่นๆ ผสมอยู่เนื้อยามาก การน้ำมาน้ำใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องจักรนิรภัยจะบดเป็นผงสีขาวเมื่อจุดหลอมตัวสูงถึง 2,050 °C อลูมีนา มีความนิ่อย (Inert) ทนต่อปฏิกิริยาของกรด และต่าง (ไวโอล รักช์วังศ. 2531 : 30-32)

4. การคำนวณสูตรเนื้อตินปันจากผลวิเคราะห์ทางเคมี

สูตร เนื้อตินปันที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม

SiO_2	66.13%
Al_2O_3	20.96%
Fe_2O_3	0.77%
MgO	0.3
	Mica 9.31 Clay 32.15 Quartz 11.13
CaO	0.41%
Na_2O	1.9%
K_2O	0.16%
TiO_2	0.25%
LOI	9.15%

ผลวิเคราะห์ทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	LOI
หินพังผืด	68	18	0.5	1.6	0.7	0.5	8	0.2	2.40
ศิษชาระยะ	48	35.5	0.02	0.01	0.03	0.9	0.05	1.30	-
หินดานแม่แสตน	52	24	0.5	0.2	0.5	1.0	0.25	2.2	-
Pottery Stone	75	14	-	-	-	1.0	1.0	3.0	-
ทราย	95	-	-	-	-	0.5	-	-	-

ผลวิเคราะห์ทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	LOI	Mica	Clay	Qua
2	2	3	2		2	3	2	2			

หินดานแม่แสตน	62.3	24.0	0.62	0.23	0.58	1.46	0.24	2.07	8.45	4.5	13.5	9.0
ศิษชาระยะ	47.10	37.30	0.05	0.04	0.05	0.33	0.08	1.42	13.06	2.9	24.65	0.29
หินพังผืด	71.1	16.7	0.19	1.18	0.14	0.12	9.28	0.70	0.62			
ทราย	98.6	0.8	0.07	0.06	0.10	0.05	0.10	0.04	0.15			

วิธีคานวณ สูตร 1

	Body	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Mica	Clay	Quartz
	100	66.13	20.96	1.9	1.16	9.31	32.15	11.13
-ดินเผาแม่สัน(เดิม)	<u>28</u>	17.36	6.72	0.08	0.52	6.23	10.9	<u>9.45</u>
	72	48.77	14.24	1.82	0.54	3.08	21.25	1.68
+ดินเผาแม่สัน(ใหม่)	<u>30</u>	18.69	7.2	0.07	0.62	4.5	13.5	<u>9.0</u>
	102	67.46	21.44	1.89	1.16	7.58	34.75	10.68
-ดินขาว(เดิม)	<u>27</u>	12.96	9.58	0.01	0.35	3.08	21.25	<u>1.68</u>
	75	54.5	11.86	1.88	0.81	4.5	13.5	9
+ดินขาว(ใหม่)	<u>29</u>	13.66	10.82	0.02	0.41	2.9	24.65	<u>0.29</u>
	104	68.16	22.68	1.9	1.22	7.4	38.15	9.29
-หินพังผืด(เดิม)	<u>22</u>	14.96	3.96	1.76	0.04			
	82	53.2	18.72	0.14	1.18			
-Pottery Stone	<u>5</u>	3.75	0.7	0.05	0.15			
(เดิม)	77	49.45	18.02	0.09	1.03			
+หินพังผืด(ใหม่)	<u>19.43</u>	13.82	3.25		<u>1.94</u>			
	96.43	63.27	21.27		3.06			
-กราย(เดิม)	<u>18</u>	17.1						
	78.43	46.17						
+กราย(ใหม่)	<u>21.57</u>	21.27						

สูตรเนื้อตินปันที่ปรับใหม่ สูตรที่ 1

ตินดานแม่แส่น	ร้อยละ	30
ตินขาวะนอง	ร้อยละ	29
พินพัมม้า	ร้อยละ	19.43
ทรายยะงอง	ร้อยละ	21.57

ลักษณะขั้นตอนการค้านวัฒนธรรมสูตร

1. เชียนสูตรสารประกอบของเนื้อตินปัน

2. เริ่มปรับสูตรโดยนำตากดุตีบตัวเติมลงออกจากสูตรสารประกอบของ

เนื้อตินปัน เช่น นำตินดานแม่แส่นลงออกตามตัวอย่างข้างบน

3. นำกรวดกุตีบตัวใหม่เข้าไปแทน เช่น นำตินดานแม่แส่นตัวใหม่เข้าไป

แทนตามตัวอย่างข้างบน

4. ทำการปรับสูตรจะห้องยึด Mica เป็นหลัก โดยมีผ้า Mica ล่ากว่า 5

สูตรเนื้อตินปันซึ่งจะสามารถขันรูปสวยงามวิธีการหล่อได้

5. การค้านวัฒนตรที่ 2 ให้นำทรายยะงองในสูตรเนื้อตินปันที่ปรับใหม่สูตรที่ 1

ลงออกครึ่งละ 1.027 จึงวิธีการค้านวัฒนตรที่ 2

6. นำกลุ่มมีนาเข้าไปแทนบริษัทรายที่ลงออกดังวิธีการค้านวัฒนตรที่ 2

7. การค้านวัฒนตรที่ 3 วิธีการค้านวัฒนตรที่ 2

ใช้ค้านวัฒนตรที่ 2 เมื่อผลตินแก้วครึ่งละ 1.027 และเพิ่มกลุ่มมีนา ครึ่งละ 1.02

Body	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Mica	Clay	Quartz
------	------------------	--------------------------------	-------------------	------------------	------	------	--------

100	66.13	20.96	1.9	1.16	9.31	32.15	11.13
-----	-------	-------	-----	------	------	-------	-------

-ตินดานแม่แส่น(เดิม)	<u>23</u>	<u>17.36</u>	<u>6.72</u>	<u>0.08</u>	<u>0.62</u>	<u>5.23</u>	<u>10.2</u>	<u>9.45</u>
----------------------	-----------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

72	48.77	14.24	1.82	0.54	3.08	21.25	1.68
----	-------	-------	------	------	------	-------	------

+ตินดานแม่แส่น(งาน)	<u>30</u>	<u>18.69</u>	<u>7.2</u>	<u>0.07</u>	<u>0.62</u>	<u>4.5</u>	<u>13.5</u>	<u>9.0</u>
---------------------	-----------	--------------	------------	-------------	-------------	------------	-------------	------------

ห้องสมุดสถานบันราชภัฏพิบูลสงคราม
พิษณุโลก

21

	Body	SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	Mica	Clay	Quartz
-หินขาว(เดิม)	102	67.46	21.44	1.89	1.16	7.53	34.75	10.68
	<u>27</u>	<u>12.96</u>	<u>9.58</u>	<u>0.01</u>	<u>0.35</u>	<u>3.08</u>	<u>21.25</u>	<u>1.68</u>
	75	54.5	11.86	1.88	0.81	4.5	13.5	9
+หินขาว(ใหม่)	29	13.66	10.82	0.02	0.41	2.9	24.65	0.29
	104	68.16	22.68	1.9	1.22	7.4	38.15	9.29
-หินพื้นแม่น้ำ(เดิม)	22	14.96	3.96	1.76	0.04			
	82	53.2	18.72	0.14	1.18			
-Pottery Stone (เดิม)	5	3.75	0.7	0.05	0.15			
	77	49.45	18.02	0.09	1.03			
+หินพื้นแม่น้ำ(ใหม่)	<u>19.43</u>	<u>13.82</u>	<u>3.25</u>		<u>1.94</u>			
	96.43	63.27	21.27		3.06			
-กรวย(เดิม)	18	17.1						
	78.43	46.17						
+กรวย(ใหม่)	<u>21.57</u>	<u>21.27</u>						
	21.57	21.27						
-กรวย(ใหม่)	<u>1.027</u>	<u>1.013</u>						
เหลือกรวย	20.543	20.257						
+อลูมีนิอา	<u>1.027</u>		<u>1.027</u>					
	100							

120676

๖๖๕.๔
๒๓๙.๔

๙.๑

สูตรเนื้อตินบันที่ปรับใหม่ สูตรที่ 2

ตินดามม์แสตน ร้อยละ 30

ตินขาวะระนอง ร้อยละ 29

หินพัมม้า ร้อยละ 19.43

ทรายยะยอง ร้อยละ 20.543

อลูมินา ร้อยละ 1.027

5. การเตรียมเนื้อตินบัน

การเตรียมเนื้อตินบัน หมายถึง การผสมตินเข้าด้วยกัน โดยการผสมตินกับวัตถุติดบอย่างอื่น โดยมีเป้าหมายที่แน่นอนที่จะทำผลิตภัณฑ์ชนิดใด ทั้งนี้เพื่อจะให้ตินมีคุณสมบัติที่ถูกต้องและคุณภาพติดตามต้องการ (ทวี พรมพฤกษ์. 2523 : 77)

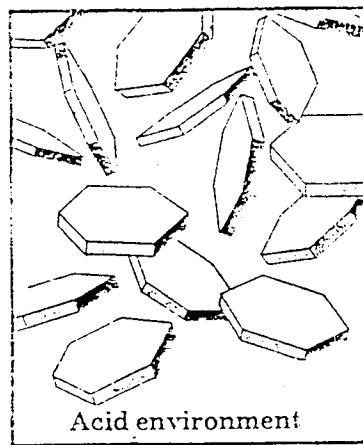
5.1 การเตรียมน้ำติน น้ำตินที่ใช้สำหรับการขึ้นรูปด้วยการหล่อพิมพ์ประกอบด้วยตินและวัสดุปั้นๆ เช่นกระจาดตัวอยู่ในน้ำ นำตินดินควรจะมีเบอร์เซ็นต์ต่ำเท่าที่จะเป็นได้ แต่ต้องมีการราดน้ำที่ดี การที่จะทำให้น้ำตินมีคุณสมบัติ เช่นนี้ต้องนาสารเคมีซึ่งมีคุณสมบัติвязทางที่หากกลุ่มติดเมื่อกำจัดจะหายไปช่วย น้ำตินที่ใช้ในการเทแบบชนิดที่มีการเทน้ำตินที่เหลือก้อนก้อนมีความถ่วงจากกระดาษ 1.65 ถึง 1.80 ส่วนน้ำตินที่ใช้ในการเทแบบชนิดที่น้ำตินแข็งอยู่โดยความถ่วงจากกระดาษ 1.75-1.95 (บริล จิมพ์ขาวชา. 2532 : 135) การผสมตินกับน้ำเสียของอย่างเดียว ไม่ถือว่าเป็นน้ำตินที่ดี น้ำตินที่ดีจะต้องมีปริมาณน้ำที่เหมาะสมกับการใช้ในตัวน้ำติน จะอยู่ระหว่าง ร้อยละ 35-50 โดยน้ำหนักของตัวน้ำตินจะเป็นเดียบเชิงเส้นเกตผสมลงในกระดาษร้อยละ 20 ถึง 50 ที่จะทำให้เกิดการหล่อขึ้นได้ (ทวี พรมพฤกษ์. 2523 : 85) (บริล จิมพ์ขาวชา. 2532: 136) ได้กล่าวว่า การเตรียมน้ำตินสำหรับการขึ้นรูปหัวรีส์การหล่อพิมพ์มี 2 วิธี

วิธีที่ 1 การผสมเนื้อตินบืนที่เตรียมมาเรียบร้อยแล้วกับสารละลายน้ำร่วงน้ำกับสารที่ช่วยให้เกิดการกระจายและลอยตัวในบริเวณที่เหมาะสม วิธีนี้จะช่วยลดปริมาณเกลือแร่ที่ละลายได้มากที่สุดมากับพากวัตถุดินที่ใช้ผสมท่านี้อีกบืน นอกจากนี้ยังทำให้การร่อนน้ำติดผ่านตะแกรงสะดวกขึ้น

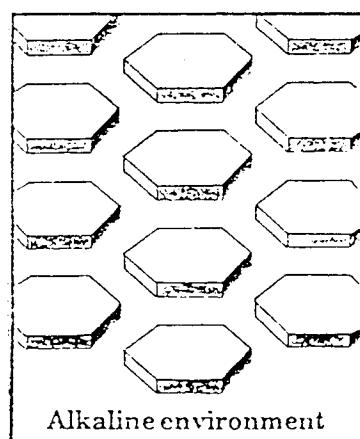
วิธีที่ 2 ผสมวัตถุดินที่จะใช้เป็นเนื้อตินบืนกับสารละลายน้ำร่วงน้ำกับสารที่ช่วยทำให้เกิดการกระจายตัว ในปริมาณที่เหมาะสม โดยทำให้น้ำติดมีความถ่วงจาก 1.80 แล้วร่อนน้ำติดผ่านตะแกรงและให้น้ำติดผ่านเครื่องแยกเหล็ก เพื่อแยกเอาสารประกอบของเหล็กออก วิธีนี้ประหยัด เพราะไม่ต้องเตรียมเนื้อตินบืนมาก่อน แต่ควบคุมน้ำตินค่อนข้างล้ำบาก

พฤติกรรมของตินในน้ำติน

เมื่ออนุภาคตินกระเจาอยู่ในน้ำ อนุภาคของตินจะมีพฤติกรรม 2 รูปแบบ ที่แตกต่างอย่างเด่นชัด ก้าวต่อ ประจุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตย์ที่ผิวน้ำของติน ทำให้ออนุภาคของตินมีฤทธิ์吸附ติดกัน หรือผลักกัน ก้าวโดยทั่วไปในน้ำตินที่มีคุณสมบัติเป็นกรด อนุภาคของตินจะมีพฤติกรรมดูดซึ่งกันและกัน หรือผลักกัน โดยทั่วไปในน้ำตินที่มีคุณสมบัติเป็นกรด อนุภาคของตินจะมีพฤติกรรมดูดซึ่งกันและกัน และทำให้เกิดการจับตัวกัน หรือเรียกว่า เกิดการ Flocculated และในทางกลับกัน ถ้าน้ำตินมีฤทธิ์เป็นต่าง อนุภาคตินจะผลักซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการกระเจา ลอยตัวในน้ำติน (deflocculated) (บริจิต พิมพ์ขาวชา. 2535 : 123)

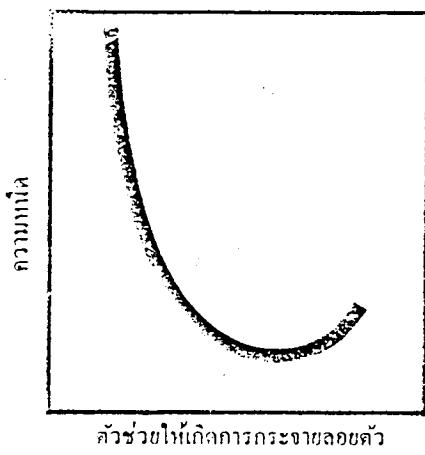


ภาพประกอบที่ 1 ในสภาวะที่เกิดการจับตัวกัน และจมตัวลง อุณหัคของศั่นจะมี การคุกร่องและกัน ระหว่างค้านร้างกับผิวน้ำของอุณหภูมิ ตั้งแต่ ค่าความหนืดจะสูง



ภาพประกอบที่ 2 ในสภาวะที่เกิดการกระจายลอยตัวในฝ้าดิน แรงดูดกันระหว่าง อุณหัคของศิษเนดาย นี้มีการคุกร่องและกัน ค่าความหนืดจะต่ำ

การกระจายถ้อยคำ



ภาคประภากลางที่ 3 เมื่อบริษัทตัวทากาให้เกิดการกระจายตัว (deflocculated) เนื่องจากการกระจายตัวจะมีมากขึ้น ความหนืดจะลดลง ที่ความหนืดต่ำสุด (full deflocculated) สำหรับตัวทากาให้เกิดการกระจายตัวลงในรูปของความหนืดจะมีค่าสูงขึ้น

สารช่วยทารกเด็กแรกเกิด (Deflcculated)

ຮູ້ເດືອນສີໄກຕ ແລະ ຮູ້ເດືອນຄາර່ອນເນດ ວິ່ງມື່ກລາຍຈິດ ເປົ້ອງເຫັນຕີບີ່ສຸກທີ່ຂອງ
ຮູ້ເດືອນຄາර່ອນເນດ ໂອກຈາກຈະຫຼວຍຄົດປານົມາຜູ້ເດືອນສີໄກຕແລ້ວ ຢັ້ງຫຼວຍເພີ່ມຄວາມເໜື່ອຢາວ
ໃໝ່ກັບຜົດກັບຜົດທີ່ເກແບບໄຊ້ ກາຣີຊ້ອາຈາໃຊ້ສີໄກຕອໍຍ່າງ ເຖິງວາ ກໍ່ຊ້ອາຈາໃຊ້ອັດໆຮາສຸວນທ່າກັນ
ຮະກວ່າງຮູ້ເດືອນສີໄກຕ ດ້ວຍຮູ້ເສີ່ມຄາຣ່ນອນເນດ

๔๙. ให้ความคุ้มครองและ มีส่วนช่วยท้าที่อิมพาร์ติสารานเด็นเพนเนี้ยฯ ซึ่งมีคุณลักษณะดังที่เขียน
ประกายชนเผ่าอยู่แล้ว จึงเกิดประกายชนเผ่ามากขึ้น พูดว่าในเมืองเด่นเป็นที่มีศรัทธาในจิตใจ
ใช้ชีวิตร่วมกับประเทศชาติ ๐.๐๖-๐.๑๐ % ร้อยละห้าสิบ ซึ่งจะก้าวผ่านมาด้วยการกระจาย
โดยด้วย แสงสีเสียงด้วยกรรมการ แบบแห่งสุด สร้างเชิงเดี่ยวนะจะไม่เกิดจะไม่เกิด เนื่องจากภาระที่เกิดก้าว
กระจายโดยตัวที่สมควรซึ่ง ฉะนั้น ให้ปรับสภาพไว้และอนุสติปัญญา สำหรับ

ปั๊วเมตและแทนเนต (Humates and Tannates) จะช่วยให้น้ำดีมี Rheology ดีขึ้น ถ้าเนื้อตินบันนี่มีอินทรีย์สาร ซึ่งเป็นผลมาจากการลิกไนท์ในตินหนี่วนมากพอ ไฟล์พอลส์เพต ไม่มีym ใช้กับน้ำดีนี้ที่ใช้ในการเทเบนเนื่องจากมันหากลายแบบกลาส เตอร์ แต่สามารถใช้ในบริษัทเล็กน้อย ในการจัดอนุญลแคลร์ยานน้ำดีน ซึ่งถ้ามีน้ำดีนจะทำให้มีคุณสมบัติด้าน Rheology ด้อยลง

ไฟล์อะคริเลก (Polyacrylate) ใช้เดิมหรือแอมโนเนียม ไฟล์อะคริเลกเป็นตัวช่วยที่ทำให้เกิดการกระจายลอยตัวที่เป็นประไชมามากอีกกลุ่มนึง ให้คุณสมบัติที่เร็วกร้า และคงทนกว่าชิลิเกต จะใช้สาหรับปรับคุณสมบัติของน้ำดีนก่อนทำการเทเบน (บริจิตา ภิมพ์ขาวชา. 2535 : 134)

สาเหตุต่างๆ ที่เป็นตัวที่ทำให้น้ำดีมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลง

1. การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบต่างๆ ในส่วนผสมของวัตถุติด ซึ่งรวมถึงน้ำที่ใช้ตัวยึด
2. การซึ้งน้ำหนักไม่ถูกต้อง และความชื้นเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะส่วนเนื้อตินบัน
3. ความละเมียดของหินแก้วและหินฟันแมว
4. เวลาที่กวนผสม ปริมาณตัวช่วยที่ทำให้เกิดการกระจายลอยตัวและความหนืดของน้ำดีน มีผลต่อการกระจายตัวของตินหนี่วน
5. ความถูกต้องของการเติมตัวช่วยที่ทำให้เกิดการกระจายลอยตัว
6. การเปลี่ยนแปลงของลักษณะ และคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำดีน และเศษตินที่น้ำกับลับมาใช้ใหม่
7. อั่งเชือบอันอื่นๆ ที่มีความกับเศษติน น้ำดีน และวัตถุติดต่างๆ
8. ผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักน้ำดีนในถังเก็บ (บริจิตา ภิมพ์ขาวชา.

2535 : 133)

6. การขึ้นรูบผลิตภัณฑ์โดยการเทน้ำดินเนื้อตินปั้นลงใบไม้แบบ ชิ่งเป็นรูปร่างของผลิตภัณฑ์ตามต้องการ ความหนาของผลิตภัณฑ์จะด้อยๆ ก่อตัวขึ้น เมื่อแบบที่ใช้เริ่มสูญหักห้ามได้แล้ว เนื้อแบบเริ่มตัวโดยมีความเหมือน เกาะกันและเริ่มแข็งขึ้นเรื่อยๆ หลังจากปล่อยให้แห้งแล้ว ถอดออกจากแบบให้แห้งสนิทแล้วจึงนำไปเผา เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ (ปรีดา พิมพ์ขาวชา. 2532 : 110)

กระบวนการเทแบบ แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1. การเทแบบโดยให้น้ำดินแข็งตัวอยู่ในแบบเลย หรือการหล่อสิบแบบตันเรียก (Solid Casting) ซึ่งหมายความว่าการเทแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาและมีรูปร่างแบบๆ เช่น จานหรือสุขภัณฑ์

2. การเทแบบโดยมีการเทน้ำดินที่เหลือทิ้งหรือ การหล่อสิบแบบกลวง (Drain Casting) ซึ่งหมายความว่าการเทแบบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผนังบาง และต้องการความหนาอย่างสม่ำเสมอ (ปรีดา พิมพ์ขาวชา. 2532 : 130)

ขั้นตอนการหล่อผลิตภัณฑ์

การหล่อผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน (ปรีดา พิมพ์ขาวชา. 2535 : 150-151)

1. การเทน้ำดินลงในแบบ สำหรับแบบขนาดเล็กใช้เหล็กหรือขันตักน้ำดินเทลงในแบบ ให้ออย่างรวดเร็ว สำหรับขนาดใหญ่ การเทน้ำดินลงในแบบใช้หัวสูบ ในการขันน้ำดินลงในแบบเร็วๆ อากาศจะแทรกเข้าไปในน้ำดินและแทรกตัวอยู่ในเนื้อตินปั้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดรูเส็กๆ บนผิวของผลิตภัณฑ์

ปัญหาอีกอันหนึ่งที่เกิดขึ้นในขณะที่เทน้ำดินลงในแบบก็คือ ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นเส้นวงกลมรอบรูปเกิดจากการเทน้ำดินแรงและเร็วเกินไป หากเทน้ำดินในแบบกระเพื่อม

2. การเห็นด้วยที่เหลือออกจากแบบ ในการมีแบบขนาดเล็ก គิ่อแบบลงอาจใช้ไม่ร่างรองรับเอาไว้ ช่วยเชื่อหารือ: ความแบบที่น่าสนใจหลอกมาให้เร็ว การที่เราจะเห็นด้วยกันออกเมื่อใด ก็ต้องความพากย์ใจที่เราต้องการ ปริมาณที่ในแบบและอายุ การใช้งานของแบบ ในการมีที่แบบใหญ่ เช่น แจกันขนาดใหญ่หรือเครื่องสุขภัณฑ์ การเห็นด้วยที่เหลือออกจากแบบจะทำโดยวิธีค่าว่าแบบไม่ได้ เพราะว่าจะเกิดสูญเสียการซึ้งระหว่างที่น้ำดินแหล่ง ซึ่งจะเกิดแรงดึงผลิตภัณฑ์ให้ลุดตามอุกมาด้วย หรือไม่ก็ด้วยน้ำหนักตัวของผลิตภัณฑ์เอง จะทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายร่างได้ จะนั้น การแบบขนาดใหญ่ต้องเห็นด้วยกัน เนื่องจากส่วนล่างของแบบ การเห็นด้วยที่เหลือออกจากแบบก็ให้หลอกทางส่วนล่างของแบบเช่นกัน

3. การตกแต่งผลิตภัณฑ์ การตกแต่งผลิตภัณฑ์จะกระทำได้ง่าย ถ้าแบบของเรารอออกแบบไว้ตี้ การตกแต่งควรกระทำในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในแบบเพื่อป้องกันการปิดเบี้ยว จนเสียหายไป และการตกแต่งจะต้องกระทำในเวลาที่เหมาะสม คือ ถ้าตกแต่งเร็วไป ผลิตภัณฑ์ยังอ่อนนิ่มไม่แข็งแรงพอจะทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายร่างได้ หรือถ้าตกแต่งช้าไปผลิตภัณฑ์จะแข็งไป ซึ่งจะเปรอะเปื้อนเหตุท่าให้แตกหักได้ง่าย

4. การตากผลิตภัณฑ์ให้แห้ง ผลิตภัณฑ์สักๆ ไม่ต้องมีบัญชา ผลิตภัณฑ์จะยังคงกระทำในห้องซึ่งมีการควบคุมความชื้น การตากแบบให้แห้งเป็นวัสดุที่จะต้องควบคุมอย่างดี จะได้มีคุณสมบัติสม่ำเสมอ

7. การเผาผลิตภัณฑ์ (Firing)

ในการเผาด้วย ฝี 2 บรรยายการเผา

1. บรรยายการเผาซึ่งชื่อ Oxidation เป็นบรรยายการเผาที่มีออกซิเจนมากเกินพอด้วยท่านได้ทำการเผาต่ออย่างเดียวเต็มที่

2. บรรยายการรีดกัชั่น (Reduction) เป็นบรรยายการที่มักใช้เพาแทน บรรยายการออกซิเดชัน เพาะจะช่วยให้เกิดการพอกสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ให้ขาวขึ้น (Bleaching-Effect) เนื่องจากเหล็กที่ผ่านการเผารีดนี้ จะอยู่ในสภาพเพอร์โซกไซต์ ซึ่งเกิดเป็นออกไซด์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบต่างๆ จะมีสีคลอน้ำเงิน เขียว สีเขียวท่าให้สามารถถลึงสภาพสีของผลิตภัณฑ์ที่ตามปกติจะออกทางเหลืองเหล็กน้อย หากให้มีความร้อนสูงกว่า ผลิตภัณฑ์ที่เผาแบบรีดกัชั่นจะมีความขาวดีขึ้น

7.1 เตาแก๊ส เป็นเตาที่กำลังนิยมในปัจจุบัน ซึ่งสามารถเผาน้ำยาในอุณหภูมิสูง มีความสะดวกต่อการใช้งาน ประหยัดเชื้อเพลิง สามารถเผาได้ทั้งบรรยายการแบบออกซิเดชัน และแบบรีดกัชั่น เตาแก๊สที่นิยมใช้ทั่วไปมี 2 แบบ (ทวี พรมพฤกษ์, 2525 : 33) ดังนี้

7.1.1 เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนขึ้น (Up Draft Kiln) เป็นเตาแก๊สที่มีฟืนส่องไฟ แต่จะมีช่องระบายน้ำร้อนท่าหน้าที่แนบส่องไฟ อยู่ที่ด้านบนของเตา ความร้อนผ่านแผ่นแผ่นร้อนซึ่งติดไฟในสูง โดยไม่ผ่านผลิตภัณฑ์โดยตรง แนะนำสำหรับงานทดลอง

7.1.2 เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนลง (Down Draft Kiln) เป็นเตาแก๊สที่ออกแบบโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ สามารถเผาผลิตภัณฑ์ได้จำนวนมากๆ เตาเผานี้จะห้องสร้างให้มีบล่องเตา ซึ่งจะช่วยให้มีการเผาใหม่หรือลับดาบได้สิ่งขึ้น

7.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เป็นเครื่องมือที่จำเป็นมากในการเผาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Pyrometer) ทุนหนไฟ (Pyrometric Cone) เครื่องมือวัดความร้อน โดยการเบรี่ยบเทียบสีไฟ (Optical Pyrometer) เป็นต้น

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Pyrometer) เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่อาศัยหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าจากความร้อน (Thermo Electric Pyrometer) วัดนำเอ่าและส่องชั้นมาเข้ามายังถ้วยติดกัน เช่นกัน Hot Junction แต่จะต้องร้อนจะต้องมีคุณสมบัติแตกต่างกันในเวลาที่ได้รับความร้อน (Thermocouple) ส่วนถ้วยที่ต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ (Indicator) แล้วเข้มจะชี้บอกอัตราความร้อนตามความมากน้อยของกระแสไฟฟ้า

จะมีตัวเลขเทียบอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสและ Fahraneit ปลายของโลหะที่ต่อไปยังหน้าปัดเรียกว่า Cold Junction Thermocouple ที่วัดอุณหภูมิสูงๆ จะมีเครื่องป้องกัน Protective ทำด้วยวัตถุทนไฟป้องกันอีกชั้นหนึ่ง โรงงานอุตสาหกรรมเชรามิกส์ที่กันลมยนิยมวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัด Thermo-couple เป็นเครื่องวัดที่อาศัยหลักของอีเล็กทรอนิกส์ ราคาแพงมาก การบำรุงรักษายาก (บริตา พิมพ์ชาวชาฯ. 2535 : 265)

ทุ่นทันไฟ (Pyrometer Cone) หรือเรียกสั้นๆ ว่า Cone มีลักษณะเป็นรูปピラมิดยอดแหลม ฐานสามเหลี่ยม ที่ใช้กันมีอยู่ 2 ชนิด คือ Seger Cone และ Orton Cone

Seger Cone เป็น Cone มีนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันเป็นผู้ผลิตขึ้นเป็นคณูรอก หลังจากนั้น ก็ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ เนื่องจากมีความแม่นยำและวิธีการใช้ง่าย

ส่วน Octon Cone เป็นของชนิดเดียวกับ Seger Cone แต่ใช้กันในอเมริกา
สำหรับสำเนยสมของโคน คือ ติน ดาวทช์ พากต่างและออกแบบใช้ตัวของโอล hakka จึงเป็นรูปโคน
คล้ายปริมาดฐานสามเหลี่ยมยาวต้านละ 17 ม.ม. สูง 60 ม.ม. และขีกขนาดคือ ขนาดเส้น
มีฐานสามเหลี่ยมยาวต้านละ 6 ม.ม. สูง 31 ม.ม. การใช้ Cone ที่ถูกต้องนั้น ใช้ครั้งละ
3 ตัว เวียงตามลำดับอุณหภูมิเบ่งติน ได้ท่ามุ่มเยียง 82 องศา การยานโดยจะยึดตัวกลาง
เป็นหลัก เป็นตัวอุณหภูมิที่ต้องการ การเผาที่ถูกต้องจะสัมความเริ่มนาฬิกา โดยตัวแรกจะล้มราบ
ตัวที่สองจะเขียงประมาณสองนาฬิกา ตัวที่สามจะเขียงหนึ่งนาฬิกา เป็นต้น การตั้งโคนควร
ตั้งตรงจุดที่อุณหภูมิสูงมากที่สุด และการตั้งควรให้มองเห็นได้ง่ายๆ ใน การปฏิบัติการ
วัดอุณหภูมิตัวอย Cone ต้องระวังเรื่อง อัตราการเพิ่มความร้อนยกภายนอก เบรยาการ
ในเตา ความร้อนของแก๊ส อุณหภูมิของผนังเตา เนล่าฟลัวโนฟลกระบทท่าให้เกิดความ
คลาดเคลื่อนต่อจุดอ่อนตัวของโคน การวัดอุณหภูมิตัวอยโคนในอุตสาหกรรมเชื้ารามิกส์ ประกอบ
จะประนีดแล้วซึ้งๆร้อนลอกที่เกี่ยวต่างต่อ เคลื่อนเปละ เนื้อตันขีกตัวอย (ปัจจุบัน วีมพ์ขาวชา. 2535

8. การทดสอบผลิตภัณฑ์

(จุมพล ศินตัก และคณะ. 2521 : 80-87) กล่าวว่า การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของตืนชึง เป็นวัตถุต้นที่มีความสำคัญมาก ทำให้สามารถจำแนกชนิดของตืนว่า เหมาะสมที่จะนำไปผลิตภัณฑ์เชรามิกส์ชนิดใด

8.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตืนบันก่อนเผา

8.1.1 ความสามารถในการซึมน้ำด้วยวิธีการหล่อ

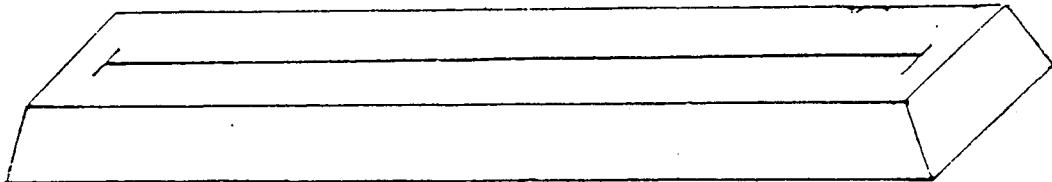
นำเนื้อตืนบันทึง 22 สูตร มาหล่อเป็นแท่งทดลอง เมื่อได้ความหนาตามที่กำหนดไว้ แกะแท่งทดลองออกจากพิมพ์สังเกตุเนื้อตืนบันว่าสามารถซึมน้ำได้หรือไม่

8.1.2 ความหดตัว (Total Shrinkage) เนื้อตืนบันที่มีการทดสอบมากย่อมเป็นสาเหตุอันหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตกร้าว การงอ (Warpage) และการปิดเปี้ยว (Distortion) การทดสอบจะเกิดขึ้นได้จากการผลิตภัณฑ์ที่มีความเที่ยงตรง มีความละเอียดยื่อมมีการทดสอบมากกว่าเดิมหลาย การทดสอบตัวของตืนเมื่อยู๊ 2 ระยะ ด้วยกันคือ หดตัวหลังจากการผึ้งให้แห้ง (Drying Shrinkage) และการหดตัวหลังจากการเผา (Firing Shrinkage) การทดสอบหาเบอร์เซ็นต์การหดตัวทั้งก่อนเผาและหลังเผาซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการขยายแบบ เพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดตามที่ต้องการด้วย (ทวี พรมพฤกษ์.

2523 : 33)

วิธีทดสอบความหดตัวของตืน

1. นำตืนที่เตรียมไว้มาหล่อเป็นแท่งทดลอง แล้วปิดทาก่อนหดตัวประมาณ 4 วัน



ภาษาประกอนที่ 4 แสดงภาระทางภาคลอง เนื้อตินบัน

2. นางแท่งดินไบฝั่งใต้แห่งแม่น้ำวัดความยิ่ง จดบันทึกไว้

3. นาชื่อมูลที่ได้รับไปค้านวัฒนาศูตรดังนี้

$$\text{เบอร์เว้นที่การทดสอบตัวของตีนเนื้ง} = \frac{\text{ความยิ่งของตีนเปี้ยก}-\text{ความยิ่งของตีนเนื้ง}}{\text{ความยิ่งของตีนเปี้ยก}} \times 100$$

3.1.3 การทดสอบคุณสมบัติความเยื้งแรงของ เนื้อตีนบันก่อนนำไปใช้

วิธีทดสอบความเยื้งแรงของ เนื้อตีนบัน

1. นำชิ้นทดลองที่แห้งสนิทหรือแห้งม้วงบนไฟแห่งร่องรับ

2. วัดระยะห่างของแท่งร่องรับแล้วจดบันทึก และจุดล้มผ้าทึบสองข้างห้องเทากัน

3. วัดความหนา ความกว้างของแผ่นทดลองแล้วจดบันทึกไว้

4. นำเครื่องมือวัดความกว้างและยาวที่ได้มาติดกับแผ่นทดลองโดยที่ไม่ต้องเคลื่อนย้าย

5. นำภาชนะที่จะใช้มาผูกติดกับเครื่องมือวัดที่ได้มา

6. นำชิ้นทดลองมาติดกับภาชนะที่ได้มาแล้วจดบันทึก จากนั้นนำภาชนะมาวางบนไฟแห้ง

แล้วจดบันทึกไว้

7. นำชิ้นทดลองมาติดกับภาชนะที่ได้มาแล้วจดบันทึก ใช้เวลาประมาณ 10 นาที

$$R = \frac{3WL}{2bh^2}$$

โดย $R = \frac{3WL}{2bh^2}$ ค่าความแข็งแรงของตัน (ก.ก./ซ.ม.²)

W = แรงกดที่ก้านเท่งทดลองหัก (ก.ก.)

L = ระยะห่างของเท่งรองรับเท่งทดลอง (ซ.ม.)

b = ความกว้างของเท่งทดลอง (ซ.ม.)

h = ความหนาของเท่งทดลอง (ซ.ม.)

8.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตันบันหลังเผา

8.2.1 การทดสอบความหนดตัว มีวิธีการทดสอบดังนี้

1. นำตันที่เตรียมไว้ หล่อเป็นแท่งทดลอง และทำเครื่องหมายความยาว จุดบันทึกไว้

2. นำแท่งตันที่เตรียมไว้ไปเผาอุณหภูมิที่กำหนด

3. วัดความยาวหลังการเผา และจุดบันทึกไว้

4. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรตั้งต่อไปนี้

เบอร์เซ็นต์การหนดตัวของตันหลังเผา = ความยาวของตันเปียก - ความยาวของตันหลังเผา x 100

ความยาวของตันเปียก

3.2.2 การทดสอบความดูดซึมน้ำ จะทำให้เราทราบความแตกต่างของตันที่มีการดูดซึมน้ำสูงจะมีจุดหลอมละลายสูง ทำให้สามารถเลือกตันที่เหมาะสมต่อการผลิตเครื่องบันทินเผา

วิธีทดสอบความดูดซึมน้ำ

1. นำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาแล้วมาชั่งน้ำหนักแล้วจุดบันทึกไว้

2. นำแท่งทดลองไปต้มจับเวลาตั้งแต่น้ำเดือด จนครบ 2 วันร้อน หยุดไว้ ความร้อนแก่หม้อต้ม

3. ตั้งแท่งทดลองไว้ในหม้อต้มอีก 24 ชั่วโมง

4. นำแท่งทดลองที่ปั๊วมาเชื่อมต่ออุ่นด้วยไฟฟ้า แล้วนำมารังสรรค์ให้เป็นรูปทรงกระบอก แล้วนำไปเผาบนเตาเผาที่ตั้งไว้ แล้วนำหัวที่เผาแล้วมาซ่อนไว้ในหม้อต้มอีก 24 ชั่วโมง

$$A = \frac{(W-D)}{D} \times 100$$

โดย A = เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ

W = น้ำหนักติดน้ำที่รีบดูดซึม

D = น้ำหนักติดน้ำที่แห้ง

8.2.3 การทดสอบความทนไฟของติน เนื้อตินบ้านไยเดลล์สูตรสามารถไฟถึง 1,300 องศาเซลเซียส ได้หรือไม่

วิธีทดสอบความทนไฟของติน

1. นำตินที่เตรียมไว้มาหล่อเป็นรูปทุ่นไฟ ให้มีขนาดเท่ากับทุ่นไฟขนาดมาตรฐาน ออกตัน (Orton) และตากให้แห้งสนิท

2. นำแท่งทดลองที่แห้งสนิทมาทาสีสูตรแล้วตอก

3. นำแท่งทดลองเข้าเตาเผา ทำการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส ทำการยืนไฟ 10 นาที แล้วจึงปิดเตา จดบันทึกแท่งทดลองสูตรไว้บนไฟ และสูตรไวนท์ไว้เมื่อต่อไป

8.2.4 การทดสอบสีของเนื้อติน สีของตินมีความสำคัญต่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอย่างยิ่ง เป็นอย่างมาก เมื่อตินเผาแล้วจะมีสีที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ เช่น แร่ต่างๆ ซากพัง

โดยปกติแล้วสีของตินจะถูกเปลี่ยนแปลงหลังจากการเผาแล้ว

วิธีทดสอบสีของเนื้อติน ทำโดยการนำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1,250

และ 1,300 องศาเซลเซียส มาล้างเกลือสีของเนื้อตินบันทึกไว้

**8.2.5 การทดสอบความแข็งแรงของตีน เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้
งานและชนิดของเนื้อผลิตภัณฑ์**

วิธีทดสอบความแข็งแรงของตีน

1. นำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาแล้วมาวางบนพยุงเท้ารองรับ
2. วัดระยะห่างของแท่งรองรับแล้วจดบันทึก และจุดสามัญสอง
ข้างต่างเท่ากัน
3. วัดความหนา ความกว้างของแผ่นทดลอง แล้วจดบันทึกไว้
4. นำเชือกม้าผูกกับแผ่นทดลองโดยให้อยู่กึ่งกลางของแผ่นทดลอง
5. นำภาชนะที่จะใช้ม้าผูกติดกับเชือกยึดซ้างหนึ่ง
6. นำน้ำมาใส่ภาชนะจนแผ่นทดลองหัก จากนั้นนำภาชนะมาซึ่งน้ำหนัก
แล้วจดบันทึกไว้
7. นำมาคานวณหาค่าความแข็งแรง ด้วยสูตรดังนี้

$$R = \frac{3WL}{2bh^2}$$

โดย R = ค่าความแข็งแรง (ก.ก./ซ.ม.²)

W = แรงกดที่ทำให้เกิดทดลองหัก (ก.ก.)

L = ระยะห่างของแท่งรองรับแท่งทดลอง (ซ.ม.)

b = ความกว้างของแท่งทดลอง (ซ.ม.)

h = ความหนาของแท่งทดลอง (ซ.ม.)

**8.2.6 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock) เป็นการ
ทดสอบความสามารถในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วของเนื้อตีนบัน**

វិធីទំនួបការបេតិយណ៍បែងចុះអ្នមិយានរាល់ទៅ

1. នាមពេញទំនួបការដោលសាន្តនៃរាល់អ្នមិយាន 90 ឯកសាធារណៈ រាល់អ្នមិយាន 20 នាក់
 2. បន្ទាយនៃរាល់អ្នមិយាន 3 ឯកសាធារណៈ រាល់អ្នមិយាន 20 នាក់
 3. ការទំនួបការដោលសាន្តនៃរាល់អ្នមិយាន 1 និង 2 ឯកសាធារណៈ 3 គ្រឿង
 4. សំណើនៅក្នុងទំនួបការដោលសាន្តនៃរាល់អ្នមិយាន ដោយរាល់អ្នមិយាន
- នៃជាតិ

หน้า 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยในครั้งนี้บรรลุผลตามความมุ่งหมาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรายละเอียด

1. ประชากรกลุ่มตัวอย่าง
 2. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
 3. สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง
 4. ขั้นตอนการทดลอง
 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประวัติการกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประชากรของ การวิจัยครั้งนี้ จะศึกษาเฉพาะสัดส่วนของอลูมีนา : ฟิล์มกาวที่เปลี่ยนแปลงในสูตรเนื้อติดมันตั้งแต่ร้อยละ 0 : 21.57 จนถึงร้อยละ 21.57 : 0 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างของ การวิจัยครั้งนี้ได้แก่ หินฟลินด์สปาร์ (Feldspar) ดินดาน้ำ (Ball Clay) และดินขาว (Kaolin) ผสมเข้ากับอลูมีนา และฟิล์มกาว โดยกำหนดให้สัดส่วนอลูมีนาต่อฟิล์มกาวแบ่งเป็น 22 ช่วง เริ่มตั้งแต่ร้อยละ 0 : 21.57 จนถึงร้อยละ 21.57 : 0 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

สูตรเนื้อต้มยำ ก้านธูรานที่ใช้วิธีการหดลอง ได้แก่

กินพื้นแม่ ร้อยละ 19.43

ມືນຫາວຽກ ວິຊາລະ 29

เดินทางแม่นยำ ช้อยละ 30

ตารางที่ 1 แสดงผลส่วนรวมของ อลูมีนา : หินยกร้า ที่เปลี่ยนแปลงในสูตรพื้นฐาน

สูตรที่	รัศมีดิบช้อยละ	
	อลูมีนา	หินยกร้า
1	0	21.57
2	1.027	20.54
3	2.054	19.51
4	3.081	18.49
5	4.108	17.46
6	5.135	16.43
7	6.162	15.41
8	7.189	14.38
9	8.216	13.352
10	9.243	12.33
11	10.27	11.30
12	11.297	10.27
13	12.324	9.243
14	13.351	8.216
15	14.378	7.188
16	15.405	6.161

ລູ້ຕະກິບ	ວັດຖຸຕີບຮ້ອຍລະ	
	ອລູມືນາ	ກີມແກ້ວ
17	16.432	5.133
18	17.459	4.106
19	18.486	3.08
20	19.513	2.05
21	20.54	1.02
22	21.57	0

2. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยด้วยวิธีทดลอง ซึ่งจะลองใช้เครื่องมือและอุปกรณ์
เป็นจำนวนหนึ่ง ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 หัว派อูบผู้ ดังนี้

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 ໄກສະໜັກ

2.1.2 เครื่องชั่ง DIAL-O-GRAM

2.1.3 เกณฑ์

2.1.4 ແກීສ L.P.G.

2.1.5 เครื่องวัดอัตราภัย

2.1.6 ພິມພໍ່ທີ່ສ່ວນແຜ່ນການລອງ

2.1.7 អំពីទំនាក់ទំនង

2.1.8 เครื่องมือวัดขนาดความยาว

2.1.9 เครื่องมือตกแต่ง

2.1.10 เครื่องมือวัดความแข็งแรง

2.2 ວັດຖະດີບ

2.2.1 หินพื้นแม่น้ำ

2.2.2 ຜິນສາວ

2.2.3 ຕິ່ນຄ້າ

2.2.4 ราย

2.2.5 ອລຸມິນາ

3. สถานที่และระยะเวลาโครงการฯ โครงการฯ จัดการข้อมูล

สถานที่ทำการทดลอง ดัง ร่องฝึกงานเชรามิคส์ ภาควิชาพัฒนาศึกษาและอุตสาหกรรมศิลป์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่สลงคม จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ระยะเวลาในการทดลอง
ลังแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ.2538 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2539 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 5 เดือน

4. រៀនអតិថជនក្នុងប្រជាពលរដ្ឋ

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบค่าสมบัติของ เนื้อตับหมูป่นคุณภาพ

ตอนที่ 2 ทดสอบคุณสมบัติของเนื้อตินบันหลังเพาอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

ตอนที่ 3 ทดสอบคุณสมบัติของเนื้อตินบันหลังเพาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส

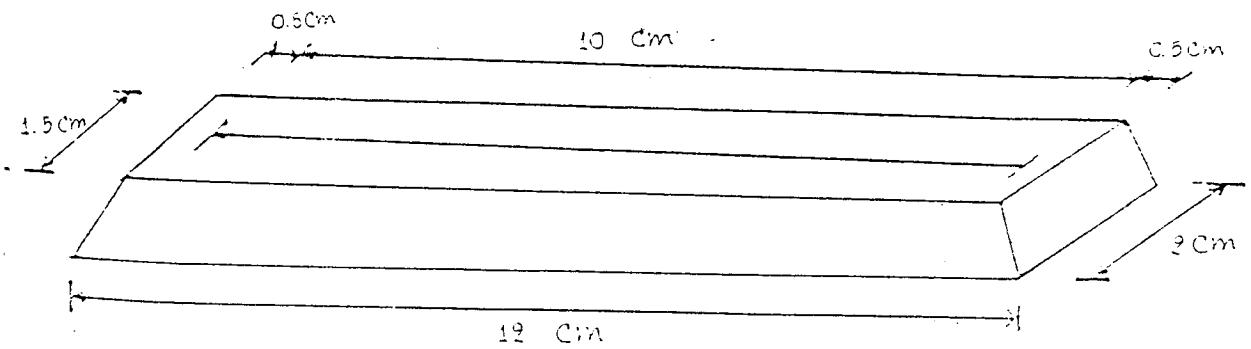
ตอนที่ 1 ทดสอบคุณสมบัติของเนื้อตินบันก่อนเพา ผู้รับผิดชอบขั้นตอนในการ

ทดลองไว้ดังนี้

1. ชั่งส่วนผสมของวัสดุติดตามสัดส่วนของเนื้อตินบันเพื่อละตัวด้วยเครื่องชั่ง
ชนิด DIAL-O-GRAM โดยชั่งผลมสูตรละ 150 กรัม

2. นำส่วนผสมของเนื้อตินบันเพื่อละสูตรมากจากภารบกนดผสมด้วยวิธีงบดติน
โดยทำการบดสูตรละ 20 นาที ถ.ก. 1.75

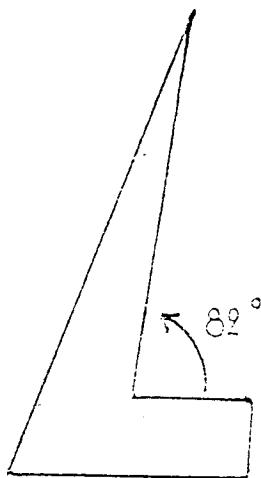
3. นำเนื้อตินบันมาซึ่นรูปตัวยีกีการหล่อ เป็นแท่งทดลองจำนวน 3 ชุด
โดยมีขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร และยาว 12 เซนติเมตร สังเกต
การซึ่นรูบทองเนื้อตินบันว่า สามารถซึ่นรูปตัวยีกีการหล่อพิมพ์ได้หรือไม่



ภาคประภากอนที่ 5 เมตรลักษณะร่องแกงทดลอง

4. น้าาเก่งทดลองที่ได้แล้วมาเขียนรหัสมายเลขของสูตร แต่ละเนื้อตินบัน
จากนั้นหากาเครื่องหมายความยิ่ง ไว้ร้านบนของทดลอง โดยให้ได้ความยิ่ง 10
เช่นต่อไป

5. นาาเนื้อตินบันแต่ละสูตรมาหากาเป็นทุนกันไฟชนิดใหญ่ สูตรละ 2 แห่ง
และเขียนรหัสมของแต่ละสูตรไว้แล้วล่อยให้แห้งสนิท



ภาคประกอบที่ ๖ แสดงลักษณะแห่งทดลองทุนกันไฟ

6. น้าาเก่งทดลองที่แห้งสนิทมีแล้วมากัดความยิ่ง จดบันไดกีร์ แม้วันน้ำก่า
ความหยดตัวก่อแผ่น

7. แม่แห่งทดลองที่แห้งสนิทนี้แล้วมากัดส้อมความเมื่งแรงก่ออนด ฯ

ตอนที่ 2 กดสอบคุณสมบัติของ เนื้อตินปืนภาษาไทยหลังการเผาทดลอง 1,250

องศาสตร์เชียล ชิ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำเทงทดลองที่ได้จากตอนที่ 1 นำไปเผาอุณหภูมิ 1,250 องศาสตร์เชียล บรรยายกาศออกซิเดชัน
2. นำเทงทดลองรูปทุนหน้าไฟที่ได้จากตอนที่ 1 นำไปเผาอุณหภูมิ 1,250 องศาสตร์เชียล บรรยายกาศออกซิเดชัน เพื่อทดลองความทนไฟของเนื้อตินปืน
3. นำเทงทดลองที่ผ่านการเผาแล้ว ผ่านการทดสอบ ความหนืดตัว, สี, การดูดซึมน้ำ และวัดมาทดสอบความแข็งแรง และการทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว
4. นำส่วนผสมของเนื้อตินปืนแต่ละชนิด ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด มาทำผลิตภัณฑ์สารเคมีรูป

ตอนที่ 3 กดสอบคุณสมบัติของ เนื้อตินปืนวิเครียลไซนาภาษาไทยหลังการเผาอุณหภูมิ 1,300

องศาสตร์เชียล ชิ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำเทงทดลองที่ได้จากตอนที่ 1 นำไปเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาสตร์เชียล บรรยายกาศออกซิเดชัน
2. นำเทงทดลองรูปทุนหน้าไฟที่ได้จากตอนที่ 1 นำไปเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาสตร์เชียล บรรยายกาศออกซิเดชัน เพื่อทดลองความทนไฟของเนื้อตินปืน
3. นำเทงทดลองที่ผ่านการเผาแล้ว ผ่านการทดสอบ ความหนืดตัว, สี, การดูดซึมน้ำ และวัดมาทดสอบความแข็งแรง และการทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว
4. นำส่วนผสมของเนื้อตินปืนแต่ละชนิด ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด มาทำผลิตภัณฑ์สารเคมีรูป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์จากการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบืนก่อนเผาและหลังเผา โดยวิเคราะห์คุณสมบัติดังต่อไปนี้

5.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบืนก่อนการเผา

5.1.1 ความสามารถในการซึมน้ำด้วยวิธีการหล่อพิมพ์ วิเคราะห์โดยน้ำสูตรเนื้อดินบืนทั้ง 22 สูตร มาซึมน้ำด้วยวิธีการหล่อพิมพ์ สังเกตว่าสามารถซึมน้ำได้หรือไม่

5.1.2 ความหนืดตัว วิเคราะห์โดยวัดขนาดความยาวของแท่งดินเปียกเบรเยลเทียบกับแท่งทดลองเมื่อแห้งสนิท แล้วคำนวณเบอร์ เซ็นต์การหนดตัวโดยใช้สูตร

$$\text{เบอร์ เซ็นต์การหนดตัวของดินแห้ง} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก - ความยาวของดินแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

5.1.3 ความแข็งแรง วิเคราะห์โดยการน้ำแท่งทดลองที่แห้งสนิทดีแล้วมารับน้ำหนักจนแตกหัก แล้วน้ำมาคำนวณหาค่าความแข็งแรงตามสูตร

$$R = \frac{3WL}{2bh^2}$$

โดย R = ค่าความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ (ก.ก./ซ.ม.²)

W = แรงกดที่ทำให้แท่งทดลองหัก (ก.ก.)

L = ระยะห่างของแท่งรองรับแผ่นทดลอง (ซ.ม.)

b = ความกว้างของแผ่นทดลอง (ซ.ม.)

h = ความหนาของแผ่นทดลอง (ซ.ม.)

5.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบืนสูญเสียหลังจากการเผา โดยวิเคราะห์ดังนี้

5.2.1 ความหนดตัว วิเคราะห์โดยวัดขนาดความยาวของแท่งตินเปียก
เบรี่บันทึกกับแท่งทดลองที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ และ $1,300^{\circ}\text{C}$ แล้วน้ำมา^{ค่า}
ค่าน้ำหนาเบอร์เชิงต่อความหนดตัว โดยใช้สูตร

$$\text{เบอร์เชิงต่อการหนดตัวของติน} = \frac{\text{ความยาวของตินเปียก} - \text{ความยาวของตินเผา}}{\text{ความยาวของตินเปียก}} \times 100$$

5.2.2 การดูดซึมน้ำ วิเคราะห์โดยการซั่งน้ำหนักของแท่งทดลองที่ผ่าน^{การเผาตัว}อุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ และ $1,300^{\circ}\text{C}$ นำน้ำหนักที่ซั่งได้ทิ้งก่อนต้มและหลังต้มจน^{อิ่มตัว}ไปค่าน้ำหนากการดูดซึมน้ำ โดยค่าน้ำหนักจากสูตร

$$A = \frac{W-D}{D} \times 100$$

โดย A = เบอร์เชิงต่อการดูดซึมน้ำ

W = น้ำหนักตินที่อิ่มตัว

D = น้ำหนักตินที่แห้ง

5.2.3 ความกวนไฟ วิเคราะห์โดยการสังเกตจากการล้มของแท่งทดลอง
รูปทุ่นไฟ แต่ละอันที่เผาตัวอุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ และ $1,300^{\circ}\text{C}$

5.2.4 สีของเนื้อติน วิเคราะห์โดยการน้ำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาใน
อุณหภูมิ $1,310^{\circ}\text{C}$ องศาเซลเซียสมาสังเกตสี

5.2.5 ความแข็งแรง วิเคราะห์โดยการน้ำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาแล้ว
น้ำรับน้ำหนักจยแท่งทดลองหักแล้วน้ำมาก้าค่าความแข็งแรงตามสูตร

$$R = \frac{3WL}{2bh^2}$$

- โดย $R = \text{ส่วนรวมของแรงของผลิตภัณฑ์} \quad (\text{ก.ก./ช.ม.}^2)$
- $W = \text{แรงกลที่ทำให้แห้งทดลองหัก} \quad (\text{ก.ก.})$
- $L = \text{ระยะห่างของแท่งร่องรับแผ่นทดลอง} \quad (\text{ช.ม.})$
- $b = \text{ความกว้างของแผ่นทดลอง} \quad (\text{ช.ม.})$
- $h = \text{ความหนาของแผ่นทดลอง} \quad (\text{ช.ม.})$

5.2.6 ความสามารถในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

วิเคราะห์โดยการนำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ $1,250^\circ\text{C}$ และ $1,300^\circ\text{C}$ ใส่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส รักษาอุณหภูมิไว้ 20 นาที บล้อยน้ำร้อนออก ใส่น้ำเย็นอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส รักษาอุณหภูมิไว้ 20 นาที บล้อยน้ำเย็นออกท่าเช่นนี้ 3 รอบ สังเกตคุณภาพแตกร้าวของชิ้นทดลอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามกระบวนการแล้ว ได้นำข้อมูลเป็นคุณสมบัติของเนื้อตินปันมาทากการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถแสดงผลวิเคราะห์ได้ 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินปันก่อนการเผาทดลอง

ตอนที่ 2 ผลวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินปันหลังการเผาอุณหภูมิ

1,250 องศาเซลเซียส บรรยายกาศออกซิเดชัน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินปันหลังการเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยายกาศออกซิเดชัน

ตอนที่ 1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินปันก่อนเผาbrook
ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินปันก่อนเผา

ลักษณะ	คุณสมบัติก่อนเผา		
	การขันรูปด้วยวิธีการหล่อพิมพ์	ความหนาตัว(ร้อยละ)	ความแข็งแรง(ก.ก./ซ.ม. ²)
1	หล่อໄต้	5	6.71
2	หล่อໄต้	4	6.03

ตารางที่ 2(ต่อ)

ลำดับที่	คุณสมบัติก่อนเพา		
	การเขียนรูปด้วยวิธีการหล่อพิมพ์	ความหนาตัว (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (ก.ก./ซ.ม. ²)
3	หล่อได้	5	5.57
4	หล่อได้	4.5	5.87
5	หล่อได้	4	4.79
6	หล่อได้	4	5.51
7	หล่อได้	5	5.10
8	หล่อได้	4	4.80
9	หล่อได้	4	5.81
10	หล่อได้	5	5.85
11	หล่อได้	5	5.77
12	หล่อได้	5	5.53
13	หล่อได้	4	5.87
14	หล่อได้	5	6.50
15	หล่อได้	5	6.19
16	หล่อได้	5	6.69
17	หล่อได้	5	5.21
18	หล่อได้	4	5.43
19	หล่อได้	5	6.66

ตารางที่ 2(ต่อ)

สูตรที่	คุณสมบัติก่อนเพา		
	การขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อพิมพ์	ความหนดตัว(ร้อยละ)	ความแข็งแรง(ก.ก./ซ.ม. ²)
20	หล่อได้	4	5.14
21	หล่อได้	4	5.24
22	หล่อได้	4	4.91

ตารางที่ 2 แสดงว่า สูตรส่วนผสมตั้งแต่สูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 22 สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อได้ สูตรส่วนผสมที่มีการหนดตัวน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 2, 5, 6, 8, 9, 13, 18, 20, 21 และ 22 สูตรส่วนผสมที่มีการหนดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 1, 3, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, และ 19 สูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 5 สูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 16

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ช้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตีนเป็น หลังการเพา อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินบี้หลังการเผา
อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

ลำดับ ที่	คุณสมบัติทางหลังการเผาทดลองอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส					
	ความหนา (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (ก.ก./ซ.ม. ²)	ความทนไฟ (องศา °C)	การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	สี
1	16.5	1.42	221.52	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
2	15	1.33	255.36	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
3	16	1.36	236.33	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
4	15.5	3.40	205.45	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
5	15	3.50	207.23	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
6	15	3.56	210.81	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
7	15.5	3.47	219.03	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
8	15	3.73	205.44	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
9	14.5	3.42	212.59	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
10	15	3.20	296.56	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
11	15	3.96	242.96	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
12	15	4.48	262.61	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
13	14.5	4.59	279.41	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
14	15	4.76	291.19	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
15	14	6.66	289.41	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม

ตารางที่ 3(ต่อ)

สูตรที่	คุณสมบัติภายหลังการเผาทดลองอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส					
	ความหนืดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (ก.ก./ซ.ม. ²)	ความทนไฟ (องศา °C)	การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	สี
16	14	6.64	255.47	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
17	14	6.42	265.05	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
18	13	8.28	215.97	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
19	13	8.25	214.38	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
20	13	8.62	241.17	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
21	13	8.47	207.23	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม
22	13	8.42	190.90	สูงกว่า 1250	ทนได้	ครีม

จากตารางที่ 3 สูตรส่วนผสมที่มีความหนืดตัวน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 18, 19, 20, 21 และ 22 สูตรส่วนผสมที่มีการหดตัวมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 1 สูตรส่วนผสมที่มีการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 2 สูตรส่วนผสมที่มีการดูดซึมน้ำมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 20 สูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 10 สูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 22 สูตรส่วนผสมทุกสูตรสามารถนำไปท่ออุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียสได้ค่อนข้างดี

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ช้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินบัน หลังการเผา
อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยายดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ช้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินบันหลังการเผา
อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส

ลุ่ตรที่	คุณสมบัติทางกายหลังการเผาทดลองอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส					
	ความหนดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (ก.ก./ซ.ม. ²)	ความทนไฟ (องศา °C)	การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	สี
1	16	0	267.64	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
2	16	0	248.48	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
3	16	0	200.09	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
4	16	0	308.82	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
5	16	0	225.88	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
6	16	0	391.02	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
7	16	0	268.73	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
8	16.5	0	248.48	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
9	16	0	271.44	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
10	16	0	312.91	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
11	16	0	266.89	สูงกว่า 1300	ทนได้	เทา
12	16	0	369.80	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สูตรที่	คุณสมบัติภายในหลังการเผาผลองอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส					
	ความหนาตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (ก.ก./ซ.ม. ²)	ความทนไฟ (องศา °C)	การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ	สี
13	16	0	274.25	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
14	16.5	0	364.44	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
15	16	0	265.74	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
16	15.5	0.13	280.92	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
17	15.5	0.13	300.02	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
18	15.5	0.13	293.67	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
19	15	0.17	266.03	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
20	15	0.16	279.03	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
21	15	1.87	254.00	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม
22	15	1.99	241.06	สูงกว่า 1300	ทนได้	ครีม

จากตารางที่ 4 แสดงว่า สูตรส่วนผสมที่มีการลดตัวน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 19, 20, 21, 22 สูตรส่วนผสมที่มีการลดตัวมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 3, 14 สูตรส่วนผสมที่มีการลดชีวน้ำน้อยที่สุดหรือไม่มีการดูดซึมน้ำเลย ได้แก่ สูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 สูตรส่วนผสมที่มีการลดชีวน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 22 สูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 6 สูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรงน้อย

ที่สูตรได้แก่ สูตรที่ 22 สูตรส่วนผสมทุกสูตรสามารถให้ก่ออุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียล สูตรส่วนผสมทุกสูตรงานต่อการเบสิยนเบลงอุณหภูมิ สูตรส่วนผสมที่มีสีเทา ได้แก่ สูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 สูตรส่วนผสมที่มีสีครีม ได้แก่ สูตรที่ 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, และ 22

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เลือกส่วนผสมของเนื้อคินบันน์ ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมที่สุด ดัง สูตรที่ 2 สามารถชั้นรูปตัวยีกการหล่อพิมพ์ได้ ความหนาตัวก้อนเพาเวอร์อยละ 4 ความแข็งแรงก้อนเพา 6.03 ก.ก./ซ.ม.² ความหนาตัวหลังเพาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียล ร้อยละ 15 ที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียล ร้อยละ 16 การดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียล ร้อยละ 1.33 ที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียล ร้อยละ 0 ความแข็งแรงที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียล 255.36 ก.ก./ซ.ม.² ที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียล 248.48 ก.ก./ซ.ม.² ความทานไฟสูงกว่า 1,300 องศาเซลเซียล การเบสิยนเบลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วสามารถให้ก่ออุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียล มีสีครีม ที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียล มีสีเทา ร่องวินสูตรส่วนผสม ประกอบด้วย กินพันม้าร้อยละ 19.43 ฟิลชาร์ร้อยละ 29 ฟิลคลาร์ร้อยละ 30 กิมัยก้าว ร้อยละ 20.54 อลูมีนาร้อยละ 1.027 เพื่อกำจัดสิ่งปฏิกูลสาเร็จรูป

ນາທີ 5

ສຽບ ອາກປ່າຍພລແລະຫ້ອເສນອແນ

ຈຸດມູນໝາຍຂອງກາຣວິຈີຍ

ເພື່ອສຶກໜາຄຸ້ມສົມບັດຂອງເນື້ອດິນບັນວິເທີຣີລາຊານາທີ່ມີສັດສົນອລຸມິນາ ຕ່ອ ທີ່ນແກ້ວສ່າງກັນ
ທີ່ກ່ອນເພາແລະໜັງເພາທີ່ອຸໝໍ່າວີ 1,250 ແລະ 1,300 ອົກສະເໜລເຊີຍລ

ກລຸ່ມຕົວອ່າງ

ກລຸ່ມຕົວອ່າງຂອງກາຣວິຈີຍ ມຽນນີ້ ໄດ້ແກ່ ພິນພັນໝ້າ ດິນດາ ແລະດິນຫາວ ພສມເຫຼົ້າ
ກັບອລຸມິນາແລະທີ່ນແກ້ວ ໂດຍກາທັນດາໃຫ້ສັດສົນອລຸມິນາຕ່ອທີ່ນແກ້ວ ແບ່ງເປັນ 22 ຊົ່ວງ ເຮັມຕັ້ງ
ແຕ່ຮ້ອຍລະ 0: 21.57 ຈະເຟັງຮ້ອຍລະ 21.57 : 0 ໂດຍກາຮ່າມຕົວອ່າງແບບເຈາະຈົງ

ເຄື່ອງມືອົກ໌ໃຫ້ນາກາຣວິຈີຍ

ກາຣວິຈີຍມຽນນີ້ເປັນກາຣວິຈີຍດ້ວຍວິທີກລອອງ ເພື່ອສຶກໜາຄຸ້ມສົມບັດຂອງເນື້ອດິນບັນ ທີ່
ກ່ອນເພາແລະໜັງເພາ ເຄື່ອງມືອົກ໌ໃຫ້ນາກາຣວິຈີຍມຽນນີ້ ໄດ້ແກ່ ວັດຖະລຸບຄົນ
ໃຫຍ່ໆ ສັນນີ້

1. ວັດຖະບິບທີ່ຈະເປັນສ່ານພລມ ເນື້ອດິນບັນ ໄດ້ແກ່ ພິນພັນໝ້າ ດິນຫາວ ດິນດາ ກຣາຍ ອລຸມິນາ
2. ເຄື່ອງມືແລະອຸປະກົດທີ່ໃຫ້ໃນກາຣກລອອງ ໄດ້ແກ່ ແກ່ຮ່າງບດ ເຄື່ອງຫັ່ງ ເຕາແກ່ລ
ເຄື່ອງວັດອຸໝໍ່າວີ ທີ່ມີພໍ່ທີ່ແຜ່ນກລອອງ ແມ້ວດມີນໍາ ເຄື່ອງມືວັດນາດຄວາມຍາວ ແລະ ເຄື່ອງມືຕົກແຕ່ງ

การค่าเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการทดลองเนื้อตินบันวิเครียลาก่อน โดยดำเนินการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินบัน ทั้งก่อนเผาและหลังเผา ชั่งมีชั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เตรียมวัตถุติดบะหมี่กุ้งเนื้อตินบัน
2. ชั่งวัตถุติดตามสูตรส่วนผสม
3. บดผสมด้วยโรกร่งบดคิน
4. นำน้ำตินที่ได้มาชั่นรูปด้วยวิธีการหล่อพิมพ์ ทำแท่งทดลอง 3 ชุด และทุ่น

หน้าไฟ 2 ชุด

5. วัดขนาดของแท่งทดลองและเชื่นรหัสหมายเลขากับทั้ง 3 ชุด
6. นำแท่งทดลองและทุ่นหน้าไฟ ชุดที่ 1 ไปเผาอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

บรรยายการศึกษาเดือน

7. นำแท่งทดลองและทุ่นหน้าไฟ ชุดที่ 2 ไปเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส

บรรยายการศึกษาเดือน

8. นำผลการทดลองไปวิเคราะห์ผล
9. คัดเลือกสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมเพื่อทำผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดลองของผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อตินบันทั้งก่อนเผาและหลังเผา อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยายการศึกษาเดือน วิ่งทางการทดสอบคุณสมบัติดังนี้

1. การทดสอบการเขียนรูปด้วยวิธีการหล่อพิมพ์
2. การทดสอบความหนืดตัวก่อนเผา
3. การทดสอบความแข็งแรงก่อนเผา
4. การทดสอบความหนืดตัว
5. การทดสอบการคุณค่ามีน้ำ
6. การทดสอบความทนไฟ
7. การทดสอบสีของเนื้อศินบั้นหลังเผา
8. การทดสอบความแข็งแรง
9. การทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

สรุปผลการทดสอบ

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อศินบั้น ทั้งก่อนเผา และหลังเผาปรากฏผลดังนี้ คือ

1. การเขียนรูปด้วยวิธีการหล่อพิมพ์
เนื้อศินบั้นสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 22 สามารถเขียนรูปได้
2. ความหนืดตัวของเนื้อศินก่อนเผา
เนื้อศินที่มีค่าความหนืดตัวน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 4 ได้แก่ สูตรที่ 2, 5, 6, 8, 9, 13, 18, 20, 21, และ 22 ซึ่งสูตรล่วงแมสมีค่าร้อยละ 19.43 ศินขาว ร้อยละ 29 ศินดา ร้อยละ 30 ไนเกอร์ ร้อยละ 20.54, 17.46, 16.43, 14.38, 13.35, 9.24, 4.11, 2.05, 1.02 และ 0 ตามลำดับ อลูมินา ร้อยละ 1.02, 4.10, 5.13, 7.18, 8.21, 12.32, 17.45, 19.51, 20.54, และ 21.57

ตามลำดับ เนื้อตินบันที่มีค่าความหนดตัวมากที่สุด คือ ร้อยละ 5 ได้แก่ สูตรที่ 1, 3, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17 และ 19 ในสูตรส่วนผสมมีพิเศษม้าร้อยละ 19.43 ตินขาว ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 หิยเก้า ร้อยละ 21.57, 19.52, 15.41, 12.33, 11.30, 10.27, 8.22, 7.18, 6.16, 5.13 และ 3.08 ตามลำดับ อลูมีนา ร้อยละ 0, 2.05, 6.16, 9.24, 10.27, 11.29, 13.35, 14.37, 15.40, 16.43 และ 18.48 ตามลำดับ

3. ความแข็งแรงก่อนเผา

เนื้อตินที่มีความแข็งแรงมากที่สุด คือ 6.69 ก.ก./ซ.ม.² ได้แก่ สูตรที่ 16 ในสูตรส่วนผสมมีพิเศษม้า ร้อยละ 19.43 ตินขาวร้อยละ 29 ตินดาร้อยละ 30 หิยเก้า ร้อยละ 6.16 อลูมีนาร้อยละ 15.40 เนื้อตินบันที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุด คือ 4.79 ก.ก./ซ.ม.² ได้แก่ สูตรที่ 5 ในสูตรส่วนผสมมีพิเศษม้า ร้อยละ 19.43 ตินขาวร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 หิยเก้าร้อยละ 17.46 อลูมีนา ร้อยละ 4.10

4. ความหนดตัวของเนื้อตินบันที่หลังเผา

ท่อแมลงวณิช 1,250 องศาเซลเซียส เนื้อตินที่มีค่าความหนดตัวน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 13 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 18, 19, 20, 21 และ 22 ซึ่งในสูตรส่วนผสมมีพิเศษม้าร้อยละ 19.43 ตินขาวร้อยละ 29 ตินดาร้อยละ 30 หิยเก้าระหว่าง ร้อยละ 4.10 ถึง 0 อลูมีนา ระหว่างร้อยละ 17.45 ถึง 21.57 สูตรส่วนผสมที่มีความหนดตัวมากที่สุด คือ ร้อยละ 16.5 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 มีพิเศษม้า ร้อยละ 19.43 ตินขาวร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 หิยเก้า ร้อยละ 21.57 อลูมีนา ร้อยละ 0

ท่อแมลงวณิช 1,300 องศาเซลเซียส เนื้อตินที่มีค่าความหนดตัวน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 15 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 19, 20, 21, และ 22 ซึ่งในสูตรส่วนผสมมีพิเศษม้า ร้อยละ 19.43 ตินขาวร้อยละ 29 ตินดาร้อยละ 30 หิยเก้าระหว่าง ร้อยละ 3.08 ถึง 0 อลูมีนา ระหว่างร้อยละ 18.48 ถึง 21.57 สูตรส่วนผสมที่มีความหนดตัวมากที่สุด คือ

ร้อยละ 16.5 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8 และ 14 มีพิษพิษม้า ร้อยละ 19.43 ติน查ว่า
ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 พิษแก้ว ร้อยละ 14.38 และ 8.22 อุฐมีนา ร้อยละ
7.18 และ 13.35

5. การคุณชีมนำของเนื้อดิน

ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส เนื้อดินที่มีค่าการคุณชีมน้ำน้อยที่สุด คือ
ร้อยละ 1.33 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 มีส่วนผสมพิษพิษม้า ร้อยละ 19.43 ติน查วาร้อยละ
29 ตินดา ร้อยละ 30 พิษแก้ว ร้อยละ 20.54 อุฐมีนา ร้อยละ 1.02 สูตรเนื้อดินบันที่มีค่า
การคุณชีมน้ำมากที่สุด คือ ร้อยละ 8.62 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20 มีส่วนผสมพิษพิษม้า
ร้อยละ 19.43 ติน查ว่า ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 พิษแก้ว ร้อยละ 2.05 อุฐมีนา
ร้อยละ 19.51

ที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส เนื้อดินที่มีค่าการคุณชีมน้ำน้อยที่สุด ได้แก่
สูตรส่วนผสมที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 และ 15 มี
ส่วนผสมพิษพิษม้าร้อยละ 19.43 ติน查ว่า ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 พิษแก้ว รະ
กว่างร้อยละ 21.57 ถึง 7.19 อุฐมีนา ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 14.37 เนื้อดินที่มีค่า
การคุณชีมน้ำมากที่สุด คือ ร้อยละ 1.99 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 มีส่วนผสมพิษพิษม้าร้อย
ละ 19.43 ติน查ว่า ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 พิษแก้ว ร้อยละ 0 อุฐมีนา ร้อยละ
21.57

6. ความทนไฟของเนื้อดิน

ที่อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส สูตรส่วนผสมตั้งแต่สูตรที่ 1
ถึง สูตรที่ 22 สามารถทนไฟได้สูงกว่า 1,300 องศาเซลเซียส

7. แข็งแรงเนื้อดินเม็ดเล็กๆ

ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส สูตรส่วนผสมทุกสูตรมีค่ารีม

ที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส สูตรส่วนผสมที่มีสีเทา ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, และ 11 สูตรส่วนผสมที่มีสีครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 และ 22

8. ความแข็งแรงหลัง Hera

ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส สูตรส่วนผสมที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุด คือ 296.56 ก.ก./ซ.ม.² ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 มีส่วนผสมของหินพัฟแม่้า ร้อยละ 19.43 ตินขาว ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 หิมภาร์ ร้อยละ 12.33 อลูมีนา ร้อยละ 9.24 สูตรส่วนผสมที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด คือ 190.7 ก.ก./ซ.ม.² ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 มีส่วนผสมหินพัฟแม่้า ร้อยละ 19.43 ตินขาว ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 หิมภาร์ ร้อยละ 0 อลูมีนา ร้อยละ 21.57

ที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส สูตรส่วนผสมที่ค่าความแข็งแรงมากที่สุด คือ 391.02 ก.ก./ซ.ม.² ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 6 มีส่วนผสมของหินพัฟแม่้า ร้อยละ 19.43 ตินขาว ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 หิมภาร์ ร้อยละ 16.43 อลูมีนา ร้อยละ 5.13 สูตรส่วนผสมที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด คือ 241.06 ก.ก./ซ.ม.² ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 มีส่วนผสมหินพัฟแม่้า ร้อยละ 19.43 ตินขาว ร้อยละ 29 ตินดา ร้อยละ 30 หิมภาร์ ร้อยละ 0 อลูมีนา ร้อยละ 21.57

9. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ที่อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส เนื้อหินเป็นทุกสูตร สามารถทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้

ฉบับรายผลการวิจัย

1. คุณสมบัติของเนื้อตินปันก่อนเผา

การขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อพิมพ์ เนื้อตินปันตั้งแต่สูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 22 สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อได้ ทั้งนี้มีคุณสมบัติหลายอย่างที่ทำให้เนื้อตินปันสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อได้ ดังนี้

ในเนื้อตินปันทั้ง 22 สูตร มีตินขาว ร้อยละ 29 การใช้ตินขาวที่มีเม็ดหยาบในน้ำติน จะช่วยทำให้แบบมีการดูดซึมน้ำได้ ทำให้การเทแบบเร็วขึ้น

ในเนื้อตินปันทั้ง 22 สูตร มีตินดา ร้อยละ 30 ในตินดา มีอินทรีย์สารและภูเบอร์เชิงต์ของ ไมกา ลูง ทำให้น้ำตินไหลตัวดี และช่วยในการขึ้นรูปด้วยการหล่อ

ในเนื้อตินปันทั้ง 22 สูตร มีวัตถุดิบหลายชนิด เช่น ตินขาว ตินดา หินพังผืด กระาย ขนาดและอนุภาคของวัตถุดิบที่ไม่มีความหนืด รวมทั้งการกระจายตัวของวัตถุดิบ มีส่วนช่วยให้การเรียงตัวกันแน่น ชึงมีผลต้านการเทแบบ (บริเด พิมพ์ขาวชา. 2532 : 134-135)

ความหนดตัวของเนื้อตินปัน เนื้อตินปันตั้งแต่สูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 22 มีความหนดตัว ไกส์เคียงกัน คือ ร้อยละ 4 และร้อยละ 5 แสดงว่า สัดส่วนของอลูมีนาต่อพินัยเก้าะมีผลต่อ การหนดตัวของเนื้อตินปันก่อนเผา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการอนุภาคของอลูมีนาและพินัยเก้าะ ไกส์เคียงกัน ทำให้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในน้ำติน ไกส์เคียงกัน เมื่อน้ำระเหยออกไประหด การหนดตัวจึงไกส์เคียงกัน

ความเยิ่งแรงของเนื้อตินปัน เมื่อพินัยเก้าะเพิ่มขึ้น อลูมีนาลดลง ความเยิ่งแรงมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่เมื่อพินัยเก้าะลดลง อลูมีนาเพิ่มขึ้น ความเยิ่งแรงมีแนวโน้มลดลง นี่เป็นผลมาจากการที่พินัยเก้าะมีส่วนช่วยให้เนื้อตินปันเยิ่งแรงได้ดีกว่าอลูมีนา พินัยเก้าะเปรียบเสมือน วัสดุกรงระบุและร้ายทำให้ผลิตภัณฑ์เยิ่งแรงไม่ต้องงอ (บริเด พิมพ์ขาวชา. 2532 : 64)

2. คุณสมบัติของเนื้อติดนั้นหลังการเผาทดลอง อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส

เนื้อติดนั้นทั้ง 22 สูตรที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ยังไม่เป็นวิเทรีสไซนา เพราะยังมีการดูดซึมน้ำเกินร้อยละ 0.5

ความหนดตัวของเนื้อติดนั้นและ การดูดซึมน้ำหลังเผาอุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส สัดส่วนของอลูมีนาต่อตินแกร้ว มีผลทำให้ความหนดตัวของเนื้อติดนั้น และการดูดซึมน้ำเปลี่ยนแปลงไป คือ เมื่ออลูมีนาเพิ่มขึ้น และพิษภัยลดลง ความหนดตัวจะน้อยลง และการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น เช่น ในสูตรที่ 1 หลังเผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส มีความหนดตัว ร้อยละ 16 ค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0 ในสูตรที่ 22 ที่อุณหภูมิเดียวกัน มีความหนดตัว ร้อยละ 15 ค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 1.99 ซึ่งในสูตรที่ 22 มีค่าความหนดตัวน้อยกว่าและดูดซึมน้ำมากกว่าสูตรที่ 1 เพราะสัดส่วนของอลูมีนาที่เพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้เนื้อติดนั้นหดตัวลดน้อยลงและทำให้การดูดซึมน้ำเพิ่มมากขึ้นด้วย ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส สูตรที่ 1 มีความหนดตัวร้อยละ 16.5 แต่ยังมีการดูดซึมน้ำอยู่ถึงร้อยละ 1.42 จันความเป็นจริงน่าจะมีการดูดซึมน้ำน้อยกว่า เพราะมีการหดตัวมากกว่า ที่เป็นเช่นนี้ สันนิษฐานว่าเกิดจาก แท่งทดลองเป็นไฟร่องด้านใน จึงทำให้วัดค่าการดูดซึมน้ำเปลี่ยนแปลงไป ในสูตรที่ 15 ถึง สูตรที่ 22 หลังเผาอุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส ความหนดตัวและการดูดซึมน้ำจะลดลงล่วงกัน คือ หดตัวน้อยและดูดซึมน้ำมาก

ความแข็งแรงของเนื้อติดนั้น ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างอลูมีนาต่อตินแกร้ว ปรากฏว่า ในสูตรที่ 1 ส่วนผสมมีพิษภัยมากกว่าอลูมีนา มีความแข็งแรง 221.52 ก.ก./ซ.ม.² ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่าสูตรที่ 22 ในส่วนผสมมีพิษภัยกว่าอลูมีนา มีความแข็งแรง 190.90 ก.ก./ซ.ม.² ที่เป็นเช่นนี้แสดงว่า ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส พิษภัยมีส่วนช่วยให้เกิดความแข็ง

แรงได้ศึกว่าอุฐมีนา ที่มีกำลังเบรียบเสมือนเครื่องกระดูกช่วยทากให้ผลิตภัณฑ์แข็งแรงน่าเด่นของ
(ปรีดา จิมพ์ขาวชา. 2532 : 64)

เมื่อเพาอุญห្មมี 1,300 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่า ในสูตรเนื้อตินปันสูตร
เตี้ยกวัน เป็น สูตรที่ 1 เมื่อมีการเพิ่มอุญห្មมีในการเพาให้สูงขึ้น จะทำให้ความแข็งแรง
เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมดังต่อไปนี้ ความแข็งแรงของเนื้อตินปันสูตรที่ 1 ที่อุญห្មมี 1,250
องศาเซลเซียสเท่ากับ 221.52 ก.ก./ซ.ม.2 ที่อุญห្មมี 1,300 องศาเซลเซียส
ความแข็งแรง 267.64 ก.ก./ซ.ม.2

เมื่ออุญห្មมีสูงขึ้น สัดส่วนของอุฐมีนาต่อหินแก้ว เปลี่ยนความแข็งแรง เช่น ที่
อุญห្មมี 1,300 องศาเซลเซียส สูตรที่ 5 ในสูตรส่วนผสมมีอุฐมีนา ร้อยละ 4.10 ต่อ
หินแก้ว ร้อยละ 17.46 มีความแข็งแรง 225.88 ก.ก./ซ.ม.2 ซึ่งน้อยกว่าสูตรที่ 14
ในสูตรส่วนผสมมีอุฐมีนา ร้อยละ 13.35 หินแก้ว ร้อยละ 8.21 มีความแข็งแรง
364.44 ก.ก./ซ.ม.2 จะเห็นได้ว่า สูตรที่มีอุฐมีนามากกว่าจะมีความแข็งแรงมากกว่า
เมื่อเพาถึงจุดสูงตัว การใช้อุฐมีนาแทนหินแก้วจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น
(ปรีดา จิมพ์ขาวชา. 2532 : 398)

ความทนไฟของเนื้อตินปันส์ เนื้อตินปันดึงแต่สูตรที่ 1 ถึง สูตรที่ 22
สามารถทนความร้อนได้ถึง 1,300 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะสูตรที่ 1, ถึงสูตรที่ 15 เป็น
สูตรที่สูงตัวนั้นยังสามารถคงร่างอยู่ได้ โดยไม่มีการยุบตัว แสดงว่าช่วงสูงตัว (Firing
Range) ยาวเท่ากับการชั่นรูบผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ เช่น สุขภัณฑ์ ทั้งนี้เนื่องมาจากการ
โครงสร้างที่แข็งแรง จากอุฐมีนาและหินแก้วในปริมาณมาก ส่วนสูตรที่ 16 ถึงสูตรที่ 22 ยัง
มีการอุดซึมน้ำออยเล็กน้อย แสดงว่า เนื้อตินปันส์ไม่ถึงจุดสูงตัว สามารถเผาในอุญห្មมีที่
เกิน 1,300 องศาเซลเซียสได้

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยจับพลัน ในสูตรเนื้อตินปั้นทั้ง 22 สูตร ที่ผ่าน

การเผาอุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส สามารถนำการเปลี่ยนแปลง
อุณหภูมิโดยจับพลันได้ เท่าไรในสูตรล่วงลงทุกสูตรมีอุณหภูมินาซึ่งเป็นสารพันความร้อนพออยู่
การใช้อุณหภูมินาแทนที่จะทำให้เวลาในการเผาเร็วขึ้น ความต้านทานของเนื้อผลิตภัณฑ์ต่อ
การแตกหักเนื่องมาจาก การเปลี่ยนแปลงความร้อนมีค่าสูง (บริค้า พิมพ์ชาวชา. 2535 :
414)

สีของเนื้อตินปั้นหลังเผา อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส สีของเนื้อตินปั้นทั้ง
22 สูตร มีสีใกล้เคียงกัน คือ มีสีครีม

ที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส สีของเนื้อตินปั้น สูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 11 มี
สีใกล้เคียงกันคือ สีเทา ส่วนสูตรที่ 12 ถึงสูตรที่ 22 มีสีใกล้เคียงกัน คือ สีครีม เนื้อตินปั้น
ที่มีสีเทาและสีครีมเกิดจากสีของ เฟอร์วิกออกไซด์ในเนื้อผลิตภัณฑ์ และนอกจากนี้มีอุณหภูมินา
มากกว่า เฟอร์วิกออกไซด์ถึง 3 เท่า และเพาท์อุณหภูมิสูงกว่า 1,100 องศาเซลเซียส หรือ
มีเคลือบเยี่ยมออกไซด์ และเมกนีเซียมออกไซด์ มากกว่า 1 เบอร์เรนต์ จะสามารถหักสี
ของ เฟอร์วิกออกไซด์ ให้จางลงได้ (บริค้า พิมพ์ชาวชา. 2532 : 219)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการน้ำผลการวิจัยนำเสนอ

1.1 การน้ำผลการวิจัยนำเสนอ ควรจะหากการทดลองก่อนเพื่อที่จะได้รับ
ประโยชน์สูงสุด

1.2 การน้ำผลติดตามใช้แน่นในสูตรควรรีบผลวิเคราะห์ทางเคมีของวัสดุติดป
แต่ละแห่งส่วนของการคำนวณ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรศึกษาการเพาเน็อตินบันน์ในอุณหภูมิที่ต่างกัน เพื่อความเปลี่ยนแปลง
- 2.2 ควรเพาน์บรรยายการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบสีของเนื้อติน
- 2.3 การทดลองครั้งต่อไปควรทำการทดลองสูตรส่วนผสมละหุายฯ ครั้งแล้วหาก่าเฉลี่ยของคุณสมบัติทุกๆ ต้าน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในผลการทดลอง

បច្ចនាស្ថានករម

บรรณานุกรม

ไก่ล รักช่วงค์. วัตถุศิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินบืน. นนทบุรี :

สำนักพิมพ์โรงเรียนมารดานุเคราะห์, 2531.

จุเมล ศีนตัก และคณะ. ติน. กรุงเทพฯ : กองเศรษฐกิจ รัฐวิทยา กรมทรัพยากรธี,
2521.

ทวี พรมพฤกษ์. เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ไอเดียสโตร์, 2523.

_____. เตาและการเผา. กรุงเทพฯ : หจก. จงเจริญการพิมพ์, 2525.

_____. เครื่องปั้นดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งเรืองรัตน์, 2533.

ทรัพยากรธี, กรม. ๔๕. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเมืองการพิมพ์, 2526.

ปรีดา ภิมพ์ขาวชา. เชรามิกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

_____. เชรามิกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

สมศักดิ์ วงศิริกุล. การทำลองเนื้อดินปั้นสีตัวแรร์ โดยใช้ดินกาแฟ เช่น. กรุงเทพฯ :

วิทยาลัยครุพัฒนา, 2534.

ການພັນກາ

ตารางที่ 5 แสดงถึงความหนาด้วยของเนื้อศิลป์ที่อ่อนนุ่ม

สูตรที่	ความยาวติดเปรียก (เซนติเมตร)	ความยาวติดแพ้ง (เซนติเมตร)	ความหนาด้วย (ร้อยละ)
1	10	9.5	5
2	10	9.6	4
3	10	9.5	5
4	10	9.5	4.5
5	10	9.6	4
6	10	9.6	4
7	10	9.5	5
8	10	9.6	4
9	10	9.6	4
10	10	9.5	5
11	10	9.5	5
12	10	9.5	5
13	10	9.6	4
14	10	9.5	5
15	10	9.5	5
16	10	9.5	5
17	10	9.5	5
18	10	9.6	4

ตารางที่ 5(ต่อ)

สูตรที่	ความยาวต้นเปียก (เซนติเมตร)	ความยาวต้นแห้ง (เซนติเมตร)	ความหนาตัว (ซ้อยลະ)
19	10	9.5	5
20	10	9.6	4
21	10	9.6	4
22	10	9.6	4

ตารางที่ 6 แสดงค่าความแข็งแรงของเนื้อตินปั้นก่อนเผา

ลำดับที่	ความหนาของ	ความกว้างของ	ระยะห่างของ	แรงกด	ค่าความ
	แท่งทดลอง	แท่งทดลอง	แท่งรองรับ	(ก.ก.)	แข็งแรง
	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)		(ก.ก./ซ.ม. ²)
1	1.1	1.7	8	1.150	6.71
2	1.1	1.9	8	1.050	6.03
3	1.2	1.9	8	1.270	5.57
4	1.1	1.8	8	1.065	5.87
5	1.1	1.8	8	0.870	4.79
6	1.1	1.9	8	1.055	5.51
7	1.1	1.8	8	0.925	5.10
8	1.2	1.9	8	1.095	4.80
9	1.0	1.9	8	0.920	5.81
10	1.1	1.9	8	1.120	5.85
11	1.1	1.8	8	1.105	5.77
12	1.1	1.8	8	1.060	5.53
13	1.0	1.9	8	0.930	5.87
14	1.0	1.9	8	1.030	6.50
15	1.0	1.9	8	0.980	6.19
16	1.0	1.9	8	1.060	6.69
17	1.0	1.9	8	0.825	5.21

งที่ 7 แสดงสำหรับความตัวของเนื้อหินปูนหลังเผาอย่างภูมิ 1,250 และ 1,300

องค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงใหม่

คุณภาพ 1,250 องศาเซลเซียส			คุณภาพ 1,300 องศาเซลเซียส		
ความยาวก่อนเผา (เซนติเมตร)	ความยาวหลังเผา (เซนติเมตร)	ความหนดัว (ร้อยละ)	ความยาวก่อนเผา (เซนติเมตร)	ความยาวหลังเผา (เซนติเมตร)	ส่วนความหนดัว (ร้อยละ)
10	8.35	16.5	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.4	16
10	8.4	16	10	8.4	16
10	8.45	15.5	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.4	16
10	8.45	15.5	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.35	16.5
10	8.55	14.5	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.4	16
10	8.55	14.5	10	8.4	16
10	8.5	15	10	8.35	16.5
10	8.6	14	10	8.4	16

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลูกศรที่	อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส			อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส		
	ความยาวก่อนเผา (เซนติเมตร)	ความยาวหลังเผา (เซนติเมตร)	ความหนาตัว (ร้อยละ)	ความยาวก่อนเผา (เซนติเมตร)	ความยาวหลังเผา (เซนติเมตร)	ผ่าความหนาตัว (ร้อยละ)
16	10	8.6	14	10	8.45	15.5
17	10	8.6	14	10	8.45	15.5
18	10	8.7	13	10	8.45	15.5
19	10	8.7	13	10	8.5	15
20	10	8.7	13	10	8.5	15
21	10	8.7	13	10	8.5	15
22	10	8.7	13	10	8.5	15

ตารางที่ 8 แสดงค่าการคูณเชิงเส้นของเม็ดน้ำหนังเพาอุตตูมี 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส

ลำดับที่	อุตตูมี 1,250 องศาเซลเซียส			อุตตูมี 1,300 องศาเซลเซียส		
	น้ำหนักก้อนตั้ม (กรัม)	น้ำหนักหลังตั้ม (กรัม)	ค่าการคูณเชิงเส้น (ร้อยละ)	น้ำหนักก้อนตั้ม (กรัม)	น้ำหนักหลังตั้ม (กรัม)	ค่าการคูณเชิงเส้น (ร้อยละ)
1	29.38	29.80	1.42	25.65	25.65	0
2	29.60	30.00	1.33	28.38	28.38	0
3	28.30	28.69	1.36	28.52	28.52	0
4	29.50	30.54	3.40	28.43	28.43	0
5	28.90	29.95	3.50	28.69	28.69	0
6	28.70	29.76	3.56	28.92	28.92	0
7	28.13	29.14	3.47	29.32	29.32	0
8	27.90	28.98	3.73	27.90	27.90	0
9	30.14	31.17	3.42	29.42	29.42	0
10	29.02	29.98	3.20	30.06	30.06	0
11	28.85	30.04	3.96	30.64	30.64	0
12	28.75	30.10	4.48	31.96	31.96	0
13	29.53	30.74	4.59	29.55	29.55	0
14	29.03	30.48	4.76	29.52	29.52	0
15	29.00	31.07	6.66	31.00	31.22	0
16	29.50	31.46	6.64	29.64	29.68	0.13

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สูตรที่	อัตราภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส			อัตราภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส		
	น้ำหนักก่ออณต้ม ^(กรัม)	น้ำหนักหลังต้ม ^(กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ ^(ร้อยละ)	น้ำหนักก่ออณต้ม ^(กรัม)	น้ำหนักหลังต้ม ^(กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ ^(ร้อยละ)
17	28.55	30.51	6.42	30.53	30.57	0.13
18	29.67	32.35	8.28	30.75	30.79	0.13
19	29.80	32.48	8.25	29.73	29.78	0.17
20	29.45	32.23	8.62	31.70	31.75	0.16
21	29.85	32.38	8.47	31.27	31.35	1.87
22	28.79	31.44	8.42	30.83	31.44	1.99

ตารางที่ 9 แสดงค่าความเส็จแรงของเนื้อผ้าบันหลังเพาอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

ลำดับ	ความหนาของ แท่งทดลอง (เซนติเมตร)	ความกว้างของ แท่งทดลอง (เซนติเมตร)	ระยะห่างของ แท่งรองรับ (เซนติเมตร)	แรงกด ^{ก.ก.}	ค่าความ เส็จแรง ^{ก.ก./ซ.ม.²}
1	0.9	1.7	8.2	24.80	221.52
2	0.85	1.6	8.2	24.00	255.36
3	0.85	1.7	8.2	23.60	236.33
4	0.9	1.7	8.2	23.00	205.45
5	0.9	1.7	8.2	23.20	207.23
6	0.9	1.7	8.2	23.60	210.81
7	0.9	1.65	8.2	23.80	219.03
8	0.9	1.7	8.2	23.00	205.44
9	0.9	1.7	8.2	23.80	212.59
10	0.9	1.7	8.2	33.20	296.56
11	0.9	1.7	8.2	27.20	242.96
12	0.9	1.75	8.2	29.40	262.61
13	0.9	1.75	8.2	32.20	279.41
14	0.9	1.75	8.2	32.60	291.19
15	0.9	1.7	8.2	32.40	289.41
16	0.9	1.7	8.2	38.50	255.47
17	0.9	1.65	8.2	28.30	265.05

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สูตรที่	ความหนาของ แท่งท่อลง	ความกว้างของ แท่งท่อลง	ระยะห่างของ แท่งรองรับ	แรงกด ^(ก.ก.)	ค่าความ แข็งแรง ^(ก.ก./ซ.ม.²)
18	0.9	1.8	8.2	25.60	215.97
19	0.9	1.7	8.2	24.10	214.38
20	0.9	1.7	8.2	27.00	241.17
21	0.9	1.7	8.2	23.20	207.23
22	0.9	1.75	8.2	22.00	190.90

ตารางที่ 10 แสดงค่าความเส็งแรงของเนื้อตินปันหลังเพาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส

ลูกศรที่	ความหนาของ แท่งทดลอง (เซนติเมตร)	ความกว้างของ แท่งทดลอง (เซนติเมตร)	ระยะห่างของ แท่งรองรับ (เซนติเมตร)	แรงกด ^(ก.ก.)	ค่าความ เส็งแรง (ก.ก./ซ.ม. ²)
1	0.9	1.60	8.2	28.20	267.64
2	0.9	1.65	8.2	27.00	248.48
3	0.9	1.70	8.2	22.40	200.09
4	0.85	1.60	8.5	28.00	308.82
5	0.9	1.60	8.2	23.80	225.88
6	0.9	1.60	8.2	41.20	391.02
7	0.9	1.65	8.2	29.20	268.73
8	0.9	1.65	3.2	27.00	248.48
9	0.9	1.60	8.2	28.60	271.44
10	0.9	1.65	8.2	34.00	312.91
11	0.9	1.65	8.2	29.00	266.89
12	0.9	1.70	8.2	41.40	369.80
13	0.9	1.65	8.2	29.80	274.25
14	0.9	1.70	3.2	40.30	364.44
15	0.9	1.60	3.2	23.00	265.74
16	0.9	1.60	8.2	29.60	280.92
17	0.9	1.65	8.2	32.60	300.02

ตารางที่ 10 (ต่อ)

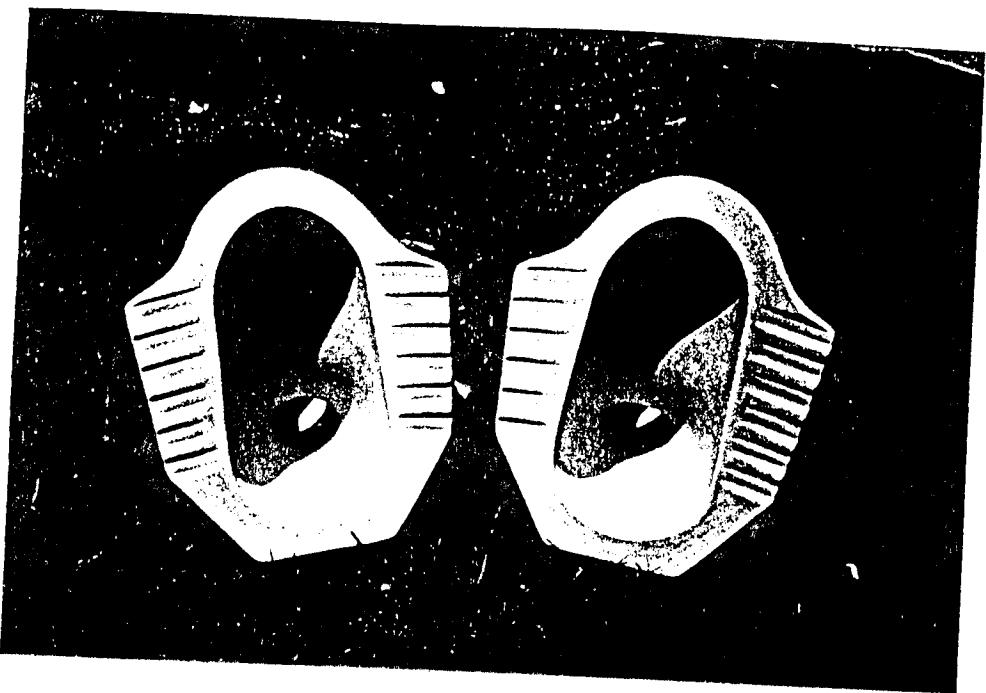
ลิตรที่	ความหนาของ แท่งทคลอง	ความกว้างของ แท่งทคลอง	ระยะห่างของ แท่งรองรับ	แรงกด ^(ก.ก.)	ค่าความ แข็งแรง (ก.ก./ซ.ม. ²)
	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)		
18	0.85	1.65	8.2	27.60	293.67
19	0.85	1.60	8.2	25.00	266.03
20	0.9	1.60	8.2	29.40	279.03
21	0.9	1.65	8.2	27.60	254.00
22	0.9	1.60	8.2	25.40	241.06



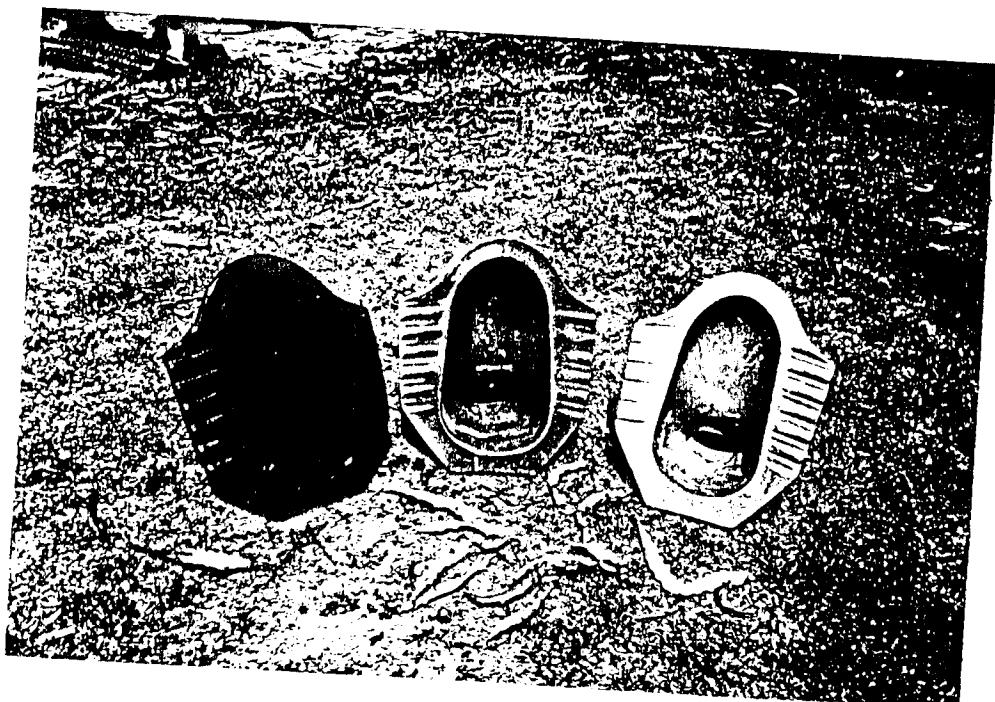
ภาพประจักษ์ที่ 7 แสดงการหล่อเมล็ดข้าว



ภาพประจักษ์ที่ 8 แสดงการเป็นแบบมolds



ภาพประกอบที่ 9 แสดงผลลัพธ์ดิน



ภาพประกอบที่ 10 แสดงผลลัพธ์ดินไว้รูป

บทต่อ

จากการศึกษาดุษฎีบัตรของเนื้อตินบันวิเทรีสไซนาที่มีสัดส่วนของอลูมินาต่อหินแกรนิตางกัน ทั้งก้อนเพาและหลังเพา ที่อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยายการออกซิเดชัน

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า เนื้อตินบันทั้ง 22 สูตรสามารถขันรูบด้วยวิธีการส่องประกายได้ ความหนดตัวก้อนเพาใกล้เคียงกัน ความหนดตัวหลังเพาเมื่ออลูมินาเพิ่มขึ้น ก้าวให้การหนดตัวลดลงและคุณสมบัติมากขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมินานาการเพาที่สูงขึ้นจะก้าวให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น สัดส่วนของอลูมินาที่เพิ่มขึ้นมีส่วนที่ให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ถ้าเพิ่มอุณหภูมิในการเพา เนื้อตินบันทั้ง 22 สูตรที่ผ่านการเพา อุณหภูมิ 1,250 และ 1,300 องศาเซลเซียส เนื้อตินบันทั้ง 22 สูตร สามารถทนการเบลี่ยนแบบอุณหภูมิอย่างรวดเร็วได้ สัดส่วนของเนื้อตินบันทั้ง 22 สูตรที่ผ่านการเพาอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส มีสีกากีสีเทาและบานสูตรมีสีครีม สูตรที่มีสีเทา เนื้อตินบันทั้ง 22 สูตรที่มีการคุณสมบัติ แต่สูตรที่มีสีครีม ยังมีการคุณสมบัติอยู่ในปริมาณน้อย