

เซรามิกส์ ปัก 15 ฉบับ 35

◆ เรื่องเล่า...จากเตาฟืน

◆ Petalite & Cryolite

มกราคม - เมษายน 2554

มกราคม-เมษายน 2554 January-April 2011

# เซรามิกส์



CERAMICS JOURNAL

## Mocha Ware



- การเลือกใช้สีที่ปลอดภัยสำหรับภาชนะเซรามิกใส่อาหาร
- เคลือบผลึกวิลลิไมท์ Willemite Crystal Glaze

[www.thaiceramicsociety.or.th](http://www.thaiceramicsociety.or.th)



สวัสดีปีใหม่ครับพี่น้องชาวเซรามิก สมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย และผู้สนใจผู้อ่านวารสารเซรามิกส์ไทยทุกท่าน ผ่านพ้นเทศกาลปีใหม่มานานพอสมควรเราก็มาเริ่มลงงานสร้างผลผลิตเพื่อพัฒนาองค์กรและอุตสาหกรรมเซรามิกไทยในเจริญก้าวหน้า สอดคล้องกับเศรษฐกิจโลกที่มีแนวโน้มสดใสขึ้นเรื่อยๆ ทั้งด้วยฝีมือของผู้บริหาร พนักงานทุกๆ คน แต่ก็ถือว่าได้ประมาท มุ่งมั่นที่จะพัฒนาองค์กรกันไป เพื่อกับบริษัทจะได้ขยายดิบหายดี มีผลประกอบการเป็นที่น่าพอใจมากยิ่งขึ้น และเป็นส่วนช่วยผลักดันเศรษฐกิจไทยให้พุ่งทะยานไปไกลด้วยนะครับ

สำหรับเนื้อหาในวารสารฉบับที่ 35 นี้ ก็จะยังคงประกอบด้วยส่วนของความรู้วิชาการที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับวงการเซรามิกเช่นเคย โดยเฉพาะเรื่องร้อนๆ อย่างความปลอดภัยของสีสำหรับภาชนะเซรามิกที่ใช้อาหาร มีการอธิบายเทคนิคแบบเจาะลึกกระบวนการบดย้อมวัตถุดิบเซรามิก งานทดลองเรื่องเคลือบผิวเคลือบจากพะລาโย และเทคนิคในการวาดลายบนเคลือบ การลอกลายภาพบนชิ้นงานเซรามิก และเทคนิคการตกแต่งอย่าง Mocha ware มีบทความแนะนำศูนย์ฝึกอบรมและฝึกอบรม ที่เกี่ยวข้องกับงานเซรามิก ภาพบรรยากาศด้านผลงานจากงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติด้านเซรามิกที่เมืองโอซาก้าประเทศญี่ปุ่น และนำเสนอขึ้นต้นกับบทความเกี่ยวกับงานแสดงผลภัณฑ์ งานประกวดเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ งานล่ำปางเซรามิกแฟร์ สำหรับผู้ที่พลาดการเข้าชมงาน นวลว่าผู้อ่านทุกท่านคงจะชื่นชอบเนื้อหาต่างๆ ของวารสารฉบับนี้ และติดตามผลงานของเราในฉบับต่อไป หากมีข้อสงสัยประการใด ก็ติดต่อ มาในได้เสมอเช่นเดิมครับ

#### บรรณาธิการ

ธนากร วาสนาภิรักษ์พงศ์

Thanakorn.w@chula.ac.th

Facebook : สมาคมเซรามิกส์ไทย กรุงเทพ

#### เซรามิกส์

##### คำขอ

สมาคมเซรามิกส์ไทย

##### บรรณาธิการผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

ดร.สมนึก ศิริสุนทร

##### ที่ปรึกษาเทคนิค

ดร.ดำริ สุโขธินัง

ศ.เกียรติคุณ เสริมศักดิ์ นาคบัว

คิด ใจนพเพญกุล

รศ.ทวี พรหมพฤษ

##### บรรณาธิการ

ดร.สมนึก ศิริสุนทร

ผศ.ดร.ธนากร วาสนาภิรักษ์พงศ์

##### กองบรรณาธิการ

ผศ.เวนิช สุวรรณโมลี

ผศ.สาธิต ชลชาติปัญญา

รศ.สุพาส เล็กสวัสดิ์

รศ.วราวุธ สุธีวัชร

ผศ.ดร.ศิริพันธ์ุ เจียมศิริเลิศ

ดร.ชุติมา เขียมโชติชาลิต

ดร.ลดา พันธุ์สุมนธนา

ดร.ศิริพร ลาภเกียรติถาวร

ไพศาล กาญจนพิบูลย์

ธงชัย วัฒนศักดิ์กุล

สุจิตรา เดชสุวรรณชัย

ชินรัตน์ทน ตาตะนันท์

##### สำนักพิมพ์

สมาคมเซรามิกส์ไทย ภาควิชาวัสดุศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพฯ 10330

โทร. 0 2218 5562 โทรสาร. 0 2218 5561

##### OFFICE

THE THAI CERAMIC SOCIETY

Department of Materials Science,

Faculty of Science, Chulalongkorn University

Phayathai Rd, Bangkok 10330 Thailand

Tel. 0 2218 5562 Fax. 0 2218 5561

Website : thaiceramicsociety.or.th

E-mail : info@thaiceramicsociety.or.th

: thaiceramicsociety@gmail.com

Facebook : สมาคมเซรามิกส์ไทย

##### ออกแบบ-จัดพิมพ์

บริษัท แนวทางเศรษฐกิจ 2004 จำกัด

7 อาคารพ-นรงค์ ชั้น 7 ซอยลาดพร้าว 23

จันทเกษม จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0 2938 3207-9 แฟกซ์ 0 2938 3207

E-mail : economicline@yahoo.com

เพลง/เอกสิทธิ์ กราฟฟิก

พิมพ์ที่ หจก.แคนนา กราฟฟิค โทร. 024673554-5

Happy new Year 2011

วารสารเซรามิกส์ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นศูนย์กลางการเผยแพร่ความรู้ทางด้านเซรามิก และเป็นสื่อกลางระหว่างสมาชิกของสมาคมฯ ตลอดจนผู้สนใจ สมาชิกสมาคมฯ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในวงการเซรามิก ทั้งด้านอุตสาหกรรมและแวดวงการศึกษา รวมทั้งผู้สนใจ ในกิจกรรมด้านนี้ ขอคิดเห็นและบทความในวารสารเล่มนี้เป็นทัศนะอิสระของผู้เขียนแต่ละท่าน สมาคมเซรามิกส์ไทยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

# CONTENTS เซรามิกส์

ปีที่ 15 ฉบับที่ 35 / มกราคม - เมษายน 2554

CERAMICS JOURNAL / January - April 2011



09...

การออกแบบตกแต่งภาชนะแบบ Mocha ware

9

14...

Petalite & Cryolite



17...

ประวัติความเป็นมาและวิวัฒนาการของ...แก้ว

23...

การวาดลายบนเคลือบ ดอกกุหลาบบนแผ่นกระเบื้องกลม

24

24...

งานอดิเรกแบบ ดิน...ดิน



28

28...

การประกวดและการแสดงศิลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 15

36...

เคลือบเซรามิก...จากขยะลำไยค้างสต็อก



38

38...

แนะนำ..ศูนย์แสดงและจำหน่ายสินค้าเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรมจังหวัดลำปาง

41...

เรื่องเล่าจาก...เตาเผา



# CONTENTS เซรามิกส์

ปีที่ 15 ฉบับที่ 35 / มกราคม - เมษายน 2554

CERAMICS JOURNAL / January - April 2011

46



46...

การเลือกใช้สีที่ปลอดภัยสำหรับ...ภาชนะเซรามิกใส่อาหาร

49...

Ball Mill : How to consider factors to its performance

ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบดด้วยโม่บด

63...

ประชุมวิชาการเซรามิกนานาชาติครั้งที่ 3 เมืองโอซาก้า ประเทศญี่ปุ่น

69...

การลอกลายภาพลงบนชิ้นงานเซรามิกเพื่อการตกแต่งชิ้นลาย

63



71...

จอร์จน้องน้ำงพารา โอกาสในวิกฤติเซรามิกไทย

73...

เที่ยวงาน..ลำปางเซรามิกแฟร์

73



75...

งาน Creative IP Fair & CLEA 2010

78...

เคลือบพลิกวิลลิไมท์ (Willemite Crystal Glaze)

86...

จากใจ...ของนักเรียน Painting Class

75



87...

การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับสมาคมเซรามิกส์ผ่านเว็บไซต์และเฟสบุ๊ค

“  
Mocha ware  
มีต้นกำเนิด  
เมื่อศตวรรษที่ 18  
ณ ประเทศอังกฤษ  
ได้รับความนิยมใน  
อังกฤษและยุโรป  
ต่อมาแพร่ที่  
อเมริกาและแคนาดา  
ในช่วงต้น  
ศตวรรษที่ 19  
”

การออกแบบ  
ตกแต่งภาชนะแบบ

## Mocha ware

Mocha ware is a type of pottery decorated with mosslike or treelike patterns resembling the markings on agate stone, originated from England in late 18 century. "Mocha" is presumably derived from the word "Mecca", the city in Saudi Arabia, or named after the Port of Mocha (el Mukha) in Yemen, which became well-known, particularly in England, for its agate that was known as moss agate or Mocha stone. The mosslike or treelike pattern on Mocha ware was originally made by applying mildly acidic solution from boiling tobacco or apple cider vinegar, coloured with oxides to a pot dipped with wet slip and the dendritic pattern spread out quickly on to the wet slip. This research aimed to study suitable situations for decorating on clay and will examine slips, materials, mixtures, forms and texture. It will provide alternative to ceramic development and a response to the demand for a process guided by the sufficient economy.

The results showed that the best mixture is liquid underglaze colours from Amarin Ceramics Corporation Co.,Ltd on wet Compound clay slip and engobe recipes from Robbin Hopper and Ann Chamber

การตกแต่งผลงาน  
โดยการหยดสีได้เคลื่อนไหว



**Mocha ware** เป็นลักษณะของ  
ภาชนะที่มีการตกแต่งลวดลายคล้ายมอส  
หรือไบเพิร์น โดยมีต้นกำเนิดจากประเทศ  
อังกฤษ ในสมัยศตวรรษที่ 18 ไซท์กับแก้ว  
Mug และเหยือกที่ทำไว้สำหรับใช้ในโรงเหล้า  
เบียร์และภาชนะใช้สอยในครัวเรือน ลวดลาย  
ที่เกิดขึ้นนี้ตั้งตามหินควอซอะราเบียนซึ่งรู้  
จักกันในชื่อของหิน Mocha ซึ่งมีลายคล้าย  
มอส ไบเพิร์นหรือต้นไม้ชนิดต่างๆ และยัง  
สันนิษฐานว่าอาจตั้งชื่อตามท่าเรือ Mocha  
(el Mukha) ของประเทศเยเมน ซึ่งส่งออก  
หินมีค่าชนิดนี้ การสร้างลวดลายทำได้จาก  
การหยดส่วนผสมของน้ำใบยาสูบซึ่งเคี้ยว  
ผสมกับออกไซด์สี หรือหยดน้ำส้มสายชู  
แอปเปิลไซเดอร์ที่ผสมกับออกไซด์สีบน  
ภาชนะที่จุ่มสลิปไว้แล้ว ลวดลายจะกระจาย  
ออกมาอย่างรวดเร็วในขณะที่สลิปยังเปียก  
อยู่ Mocha ware ได้รับความนิยมทั่วไปใน  
ประเทศอังกฤษและยุโรป และแพร่ไป  
อเมริกาและแคนาดาช่วงต้นศตวรรษที่ 19  
นับเป็นการตกแต่งที่ควรพัฒนามาใช้ให้  
แพร่หลาย

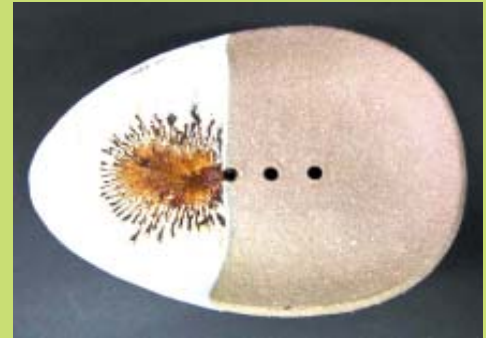
ตัวอย่างผลงาน  
จากการทดลองบนดินดิบ







การเคลือบ



ผลงานที่เสร็จสมบูรณ์จากการเคลือบแล้ว

การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการตกแต่ง  
ภาชนะแบบ Mocha ware โดยใช้ต้นทุนการผลิตต่ำแต่คงไว้ซึ่งประสิทธิภาพที่ดีหรือดีกว่าเดิม  
มีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

1. ขึ้นรูปภาชนะโดยใช้แป้นหมุน การคลึงดินแผ่น หรือกรูพิมพ์ แล้วทิ้งภาชนะให้หมาด
2. นำภาชนะมาจุ่มสลิปหรือเอนโกบหรือใช้วิธีทา
3. ใช้ฟู่กันจุ่มส่วนผสมที่ทำให้เกิดลาย หยดบนสลิปที่ยังเปียกอยู่ ส่วนผสมที่เลือกใช้ มีดังนี้
  - 3.1 น้ำต้มใบยาสูบหรือยาเส้น 100 กรัม เติมน้ำ 1 ถ้วยต้มให้เดือด เคี่ยว 20 นาทีทิ้งให้เย็น  
กรองแล้วผสมเหล็กออกไซด์ 30 กรัม
  - 3.2 น้ำส้มสายชูแอปเปิลไซเดอร์ 100 กรัม ผสมเหล็กออกไซด์ 30 กรัม
  - 3.3 น้ำส้มสายชูกลั่น 100 กรัม ผสมเหล็กออกไซด์ 30 กรัม
  - 3.4 สีได้เคลือบ ผสมน้ำให้ค่อนข้างใส

หากต้องการลายต้นไม้ ให้ทาหรือจุ่มสลิปเพียง 2 ใน 3 ของภาชนะ แล้วหยดส่วนผสมตรงรอยต่อ  
ของสลิปขณะที่เอียงภาชนะ ลายจะแผ่กระจายเป็นรูปต้นไม้ แต่ถ้าหยดตรงๆ บนพื้นระนาบลาย  
จะกระจายเป็นวงกลม
4. ทิ้งภาชนะไว้ให้หมาดแล้วตกแต่งเพิ่มเติมโดยขีดให้เป็นลายหรือใช้สีได้เคลือบแต้มเพิ่มเติม
5. เผาที่อุณหภูมิ 800-950 องศาเซลเซียส เคลือบสีทับแล้วเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส  
หรือแล้วแต่ชนิดของดิน หากไม่ต้องการผิวมันสามารถเผาครั้งเดียวได้



การออกแบบตกแต่งเครื่องปั้น  
ดินเผาแบบ Mocha ware ได้ผลสรุป  
ในสภาวะต่างๆ ดังนี้

### 1. เนื้อดินปั้น

สามารถใช้เนื้อดินได้ทุกชนิดทั้งดิน  
สโตนแวร์ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ดินแม่ริม  
เทอรากอตตา และดินคอมพาวด์ ภาชนะ  
ควรอยู่ในสภาพของดินหมาด ไม่แห้งจน  
ผิวดินเปลี่ยนสีจนเป็นผ้าขาวเนื่องจากมี  
ผลต่อสลิปจะทำให้สลิปติดดี ไม่แห้งไว  
จนเกินไปไม่ต้องจุ่มหรือทาหลายครั้งและ



ภาชนะจะไม่มีปัญหาเรื่องการหดตัวและร้าวแตกเมื่อแห้ง ความหนาของภาชนะไม่มีผลต่อการจุ่มสลิปเพื่อการตกแต่ง

### 2. สลิปและเอนโกบ

สลิปและเอนโกบที่ได้ผลดีที่สุดในการใช้บนเนื้อดินปั้นทุกชนิดและให้ผลดีกับการกระจายของส่วนผสมทุกชนิด คือ  
สลิปดินคอมพาวด์และเอนโกบ 2 สูตร คือ

#### สูตรของ Robin Hopper

|            |    |
|------------|----|
| บอลลเคลย์  | 75 |
| เกาลิน     | 10 |
| ฟลินท์     | 10 |
| เฟลด์สปาร์ | 5  |

#### สูตรของ Anne Chambers

|           |    |
|-----------|----|
| บอลลเคลย์ | 50 |
| เกาลิน    | 50 |
| เบนโทไนต์ | 2  |

**เอนโกบทั้ง 2 สูตรนี้** ให้ผลดีกับการกระจายตัวของน้ำยาสูบ น้ำส้มสายชูแอปเปิลไซเดอร์และสีไต้เคลือบ  
แต่สีของเอนโกบไม่ขาวจัดและแห้งตัวเร็วทำให้ต้องรีบตกแต่งผลงาน ส่วนสลิปดินคอมพาวด์ให้ผลดีกับส่วนผสมทุกชนิดเช่นกัน  
ให้ลวดลายชัดเจนแต่ความละเอียดของลวดลายที่กระจายตัวจะน้อยกว่าการใช้เอนโกบ แต่มีช่วงแห้งตัวช้า ทำให้มีเวลา  
ในการตกแต่งได้ดี

ส่วนสลิปดินเทอรากอตตาซึ่งหยดด้วยสีไต้เคลือบสีอ่อนนั้น จะเห็นลวดลายชัดเจนเฉพาะก่อนการเผาเคลือบ เมื่อเผา  
เคลือบแล้วลวดลายจะจมลงไปกับเนื้อดิน แก้ไขได้โดยการไม่เคลือบทับ

ความข้นของสลิปและเอนโกบมีผลต่อการกระจายของลาย หากข้นมากไปลายจะไม่ค่อยกระจาย หากเหลวไป  
ลายจะกระจายอย่างรวดเร็วและไม่หยุด ทำให้จางและเห็นไม่ชัดเจน ความข้นที่พอดีมีลักษณะเป็นครีมข้น เทลงมาจะเป็น  
สายอย่างต่อเนื่องและไม่เป็นก้อน ความข้นของสลิปนี้สัมพันธ์กับความข้นของส่วนผสมที่นำมาหยดด้วย เพราะส่วนผสมต้อง  
มีความข้นที่พอดีเช่นกัน

สลิปและเอนโกบแต่ละชนิดมีการแห้งตัวที่เร็ว ช้า ต่างกัน สลิปดินคอมพาวด์จะแห้งตัวพอดี ไม่เร็วหรือช้าจนเกินไป  
เอนโกบทั้งสองสูตรนี้ มีการแห้งตัวค่อนข้างเร็วแต่ก็สามารถตกแต่งได้ทัน เมื่อนำภาชนะจุ่มสลิปแล้ว รอประมาณ 5-10 วินาที  
จึงค่อยหยดส่วนผสม จะทำให้ลายกระจายตัวดี และมีเส้นคมชัด ส่วนสลิปดินเทอรากอตตา มีการแห้งตัวช้ามาก ต้องทิ้งภาชนะ  
ที่จุ่มสลิปแล้วประมาณ 1 นาที ก่อนหยดส่วนผสมเพื่อให้สีที่เยิ้มด้านบนซึมลงไปบ้าง สลิปและเอนโกบนี้สามารถผสมสี  
เพื่อให้มีสีที่หลากหลายออกไปก่อนนำภาชนะไปจุ่มแล้วหยดส่วนผสม

### 3. ส่วนผสม

ส่วนผสมที่ให้ผลดีที่สุด คือ สีไต้เคลือบ ใช้ได้กับสลิปและเอนโกบทุกสูตร การกระจายตัวคมชัดมีเส้นละเอียด และแต่  
ละสีก็มีลักษณะการกระจายตัวไม่เหมือนกัน ซึ่งทำให้เกิดความน่าสนใจ สีไต้เคลือบที่ใช้แล้วได้ผลดีที่สุดคือสีน้ำตาลและ น้ำเงิน  
เขียวเข้ม จากบริษัทอัมรินทร์เซรามิกส์ คอร์ปอเรชั่น เป็นสีที่มีการกระจายในทิศทางที่ควบคุมได้ หยดสีตกแต่งเพิ่มได้ ลายคมชัด  
หลังการเผาเคลือบและมีมิติของสีที่น่าสนใจคือ มีความเหลือบของสีที่เข้มและอ่อน นอกจากนั้นหลังการเผาเคลือบยังไม่เกิดปัญหา  
ลายจางหายจากการนำไปล้างน้ำหรือทำความสะอาดเพื่อเตรียมเคลือบ



น้ำส้มสายชูแอปเปิ้ลไซเดอร์ ใช้ได้ดีกับเอนโกบทั้งสองสูตร ให้ลายที่ชัดเจนละเอียดกว่าการหยดบน สลิปดินคอมพาวด์ และยังผสมง่ายไม่ซับซ้อน ราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับปริมาณ ควรใช้แบบธรรมดาไม่ใช่แบบออร์แกนิก เพราะราคาถูกกว่าและ ส่วนผสมไม่ตกตะกอน ส่วนน้ำส้มสายชุกลิ่นละลายเข้ากับออกไซด์ได้ดีแต่การกระจายตัวของลายจะคมชัดน้อยกว่าน้ำส้มสายชูแอปเปิ้ลไซเดอร์

ส่วนผสมยาสูบ ใช้ได้ดีกับสลิปดินคอมพาวด์และเอนโกบ ลวดลายที่กระจายตัวละเอียดไม่เท่ากับส่วนผสมน้ำส้มสายชูแอปเปิ้ลไซเดอร์ และลายอาจลบเลือนหากเช็ดทำความสะอาดหลังเผาดิบและละลายจางลงหลังเผาเคลือบ นอกจากนี้ ยังมีกรรมวิธีการผลิตที่ซับซ้อนและใช้เวลานานกว่า

#### 4. สีสันของลวดลาย

สีที่เกิดขึ้นจากการหยดส่วนผสมนั้น การใช้สีได้เคลือบนับว่าประสบความสำเร็จดีที่สุด เนื่องจากสามารถใช้ได้ทุกสี แต่อาจมีความชัดเจนของลายที่ต่างกัน ส่วนน้ำยาสูบและส่วนผสมแอปเปิ้ลไซเดอร์ ใช้ เหล็กออกไซด์ ผสมตามสูตรดั้งเดิมจึงให้แต่สีน้ำตาลซึ่งเผาแล้วสีจะเข้มขึ้น ทั้งนี้ อาจลองเปลี่ยนออกไซด์เป็นชนิดอื่นก็ได้แต่ควรเป็นออกไซด์ที่มีน้ำหนักเบา ส่วนผสมจะได้ไม่ตกตะกอน

#### 5. น้ำเคลือบ

น้ำเคลือบที่ให้ผลดีที่สุด คือ น้ำเคลือบสำเร็จรูปของบริษัทเซอรัค และเคลือบใสสูตรจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้ผิวที่ใส มันวาว เรียบลื่น ใช้เคลือบเพียงบางๆ ก็ให้ผลดี มองเห็นลวดลายชัดเจน มีความคมชัด สามารถใช้เคลือบบนผิวภาชนะที่ตกแต่งด้วยส่วนผสมทุกชนิดได้

#### 6. รูปแบบของภาชนะ

ลวดลายจะให้ผลดีกับภาชนะที่มีพื้นผิวเรียบ ลวดลายกระจายดีไม่มีการสะดุด สามารถใช้ได้บนภาชนะผิวโค้ง ผิวเว้าได้ ใช้ได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ขึ้นอยู่กับลวดลายที่ต้องการหยดลงไป การขึ้นรูปที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและการคลึงดินแผ่น เนื่องจากทำให้มีผิวเรียบ และสามารถใช้วิธีอื่นได้ เช่น การอัดพิมพ์ การหล่อ

#### 7. รูปทรงของภาชนะ

รูปทรงที่ออกแบบใหม่และใช้ได้ดีกับการตกแต่งMocha ware คือ ทรงอิสระ (Free form) ทรงเรขาคณิต และทรงที่เป็นธรรมชาติจากลักษณะของดิน นอกจากนั้นการทำรูปทรงเปิด เช่น ถาด ทำให้ช่วยเน้นลวดลายให้เด่นขึ้นได้เนื่องจากมีพื้นที่มากในการตกแต่ง

#### 8. ประโยชน์ใช้สอยของภาชนะ

สามารถทำภาชนะที่มีประโยชน์ใช้สอยเพิ่มเติมจากรูปแบบเดิมของภาชนะ Mocha ware ได้ คือ จานแบน ถาด ที่ใส่สบู่ แจกัน แจกัน จั๋วหอยคอ เป็นต้น

#### 9. การตกแต่งเพิ่มเติม

ในส่วนของลวดลาย สามารถใช้การตกแต่งวิธีอื่นเพิ่มเติมได้ เช่น การขีดขีดให้เกิดลาย หลังจากการหยดส่วนผสมและสีหมดแล้ว สามารถขีดให้เป็นลายเพื่อให้เห็นสีดินชั้นล่าง หรือหยดสีซ้อนหลายสีได้ นอกจากนั้นยังตกแต่งเพิ่มเติมหลังเผาดิบได้ เช่น การใช้สีได้เคลือบแต้ม ระบาย เป็นต้น

**หมายเหตุ** บทความนี้สรุปจากผลการวิจัยโครงการวิจัยการออกแบบตกแต่งภาชนะแบบMocha ware ซึ่งอยู่ภายใต้โครงการในแผนพัฒนาวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (จุฬาฯ 100 ปี)

#### บรรณานุกรม

- Ashworth, Gavin and Rickard, Jonathan. *Mocha and Related Dipped Wares. 1770-1939.* Hanover and London: University Press of New England, 2006.
- Connell, Jo. *The Potter's Guide to Ceramic Surfaces.* [n.p.]: Krause Publications, 2002.
- Rock, Hugh. *Pub Beer Mugs and Glasses.* Buckinghamshire: Shire Publications, 2006.
- Hopper, Robin. "Questions and Answers: Mocha Diffusion." *Ceramics Monthly* (2009): 12-13.
- Bailey, Mike. "Mocha Decoration." *Ceramic Review* no. 240 (November/December 2009): 68.

# Petalite & Cryolite

ในบทความนี้จะขอแนะนำแร่ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในงานเซรามิกเพิ่มอีกสองตัว  
ที่มีตามคล้ายตสังกันอยู่บ้างแต่ก็มีความแตกต่างกันในรายละเอียด  
ทั้งคู่ไม่ได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายนักในอุตสาหกรรมเซรามิก  
แต่มีการใช้สำหรับบางกรณีที่ต้องการคุณสมบัติจากมันจริงๆ  
ลองมาทำความรู้จักกับ *Petalite* และ *Cryolite* กันครับ



Petalite มาจากภาษากรีก คือคำว่า Petalon ซึ่งแปลว่าใบไม้ มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า Castorite เป็นแร่ ลิเทียมเฟลด์สปาร์ ( $\text{Li}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$ ) มีผลึกเป็นรูป Monoclinic มีสีตั้งแต่สีเทา เหลือง เหลืองอมเทา จนกระทั่งสีขาว

การเกิดแร่ Petalite นั้น ส่วนใหญ่จะเกิดในหิน Pegmatite ซึ่งมักจะเกิดร่วมกันกับ Spodumene, Lepidolite และ Tourmaline พบมากที่ประเทศสวีเดน อิตาลี ฟินแลนด์ อเมริกา ชิลี บราซิล แคนาดา และญี่ปุ่น ความแข็งของแร่ Petalite เท่ากับ 6-6.5 Mohs scale มีค่า Refractive index 1.5 มีค่าความถ่วงจำเพาะของแร่เท่ากับ 2.42 มีจุดหลอมตัวที่  $1350^\circ\text{C}$  มีค่า COE  $0.15 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่  $\text{Li}_2\text{O}$  4.5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  16.5%  $\text{SiO}_2$  78%  $\text{LOI} < 1\%$





Petalite เป็นแร่ที่ให้ Li ที่ไม่ละลายน้ำ เนื่องจากว่า ปกติมัน  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  จะมีการละลายน้ำได้บางส่วน และมีค่า  $\text{Li}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3$  Ratio ที่สูงมากเมื่อเทียบกับแร่ที่มีลิเทียมตัวอื่นๆ Petalite เป็น Flux ที่รุนแรงและมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำ ในเคลือบมีการใส่ลงไปพร้อมกับ CuO และ CoO จะทำให้สีของเคลือบนั้นมีสีที่แตกต่างไปจาก Flux ตัวอื่นๆ โดยเฉพาะกับ CuO จะทำให้เกิดสีฟ้าเทอร์คอยซ์ที่สวยงามมาก

Petalite เป็นแร่ที่สำคัญมากเมื่อต้องการคุณสมบัติด้านความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉียบพลัน (Thermal shock resistance) เนื่องจากมีค่า COE ที่ต่ำมาก โดยมีการขยายตัวน้อยมากเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า  $700^\circ\text{C}$  เนื้อดินที่มีส่วนประกอบของ Petalite  $>60\%$  สามารถทนทานต่อเปลวไฟโดยตรงได้ดี และสามารถเย็นตัวในน้ำอย่างรวดเร็วได้โดยไม่แตกร้าว ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์สามารถใช้ Petalite ร่วมกับดินเหนียว ส่วนการหล่อแบบจะใช้ร่วมกับดินขาวได้ด้วย เพื่อช่วยให้อัตราการหล่อแบบดีขึ้น สำหรับถ้าต้องการเพิ่ม % Petalite ขึ้นไปอีกก็อาจใช้ Bentonite เติมลงไปเพื่อช่วยเพิ่มความเหนียวและเพิ่มความแข็งแรงดิบของชิ้นงาน

#### สูตรเนื้อดินสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี

|                  |              |
|------------------|--------------|
| Petalite         | 45%          |
| Ball clay แม่ทาน | 30%          |
| ดินขาวระนอง      | 15%          |
| Spodumene        | 10%          |
| เผาที่อุณหภูมิ   | 1250-1280 °C |

ปัญหาที่สำคัญสำหรับเนื้อดินที่มีค่า COE ต่ำมาก ๆ ก็คือ เคลือบทั่วไปไม่สามารถใช้คู่กับเนื้อดินนี้ได้เพราะว่าจะเกิดปัญหาการร้าวตัวอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องทำเคลือบให้มีค่า COE ต่ำกว่าเนื้อดินอีก ซึ่ง Petalite ยังนิยมใช้ในเคลือบเพื่อเป็นเคลือบที่มีค่า COE ต่ำ บางครั้งจะใช้คู่กับ Spodumene ( $\text{Li}_2\text{OAl}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2$ ) เพื่อช่วยปรับปรุงเรื่องค่าความสว่างและความมันของเคลือบ

#### สูตรเคลือบที่แนะนำสำหรับเป็นเคลือบ Silky matt

|                 |      |
|-----------------|------|
| Petalite        | 76%  |
| Talcum          | 14%  |
| $\text{CaCO}_3$ | 3.5% |
| Kaolin          | 6.5% |

เผาที่ SK 9-12 COE  $0.8 \times 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$

Spodumene และ Lepidolite สามารถใช้แทน Petalite ได้ แต่ Petalite จะค่อนข้างทนไฟกว่า Lepidolite ส่วน Spodumene ก็จะทนไฟกว่า Petalite ดังนั้นถ้าเราไม่สามารถหา Petalite มาใช้งานได้ ให้ทดลองนำเอา K-feldspar ผสมกับ Spodumene แทนได้ในสัดส่วน K-feldspar 25% Spodumene 75%



Cryolite

Cryolite เป็นคำที่มาจากภาษากรีกคือ Kryos ซึ่งแปลว่าเย็นถึงจุดเยือกแข็ง กับคำว่า Lithos ที่แปลว่า หิน มีสูตรโครงสร้างทางเคมีคือ  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  เรียกชื่อทางเคมีว่า Sodium hexafluoride aluminate มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า Ice spar เนื่องจากแร่นี้มีลักษณะผลึกใสคล้ายกับน้ำแข็ง และยังพบเป็นครั้งแรกที่เกาะกรีนแลนด์ซึ่งเป็นดินแดนน้ำแข็งของขั้วโลกเหนือในปี ค.ศ. 1799 นอกจากนี้เนื่องจาก Cryolite มีค่า Refractive index ต่ำใกล้เคียงกับน้ำ ดังนั้นเมื่อใส่แร่ลงไปลงในน้ำจะดูคล้ายกับก้อนน้ำแข็งที่ลอยอยู่ในน้ำ Cryolite จึงถูกเรียกว่า Ice spar นอกจากนี้ก็ยังมีชื่อว่า Kryolith, Kryocide





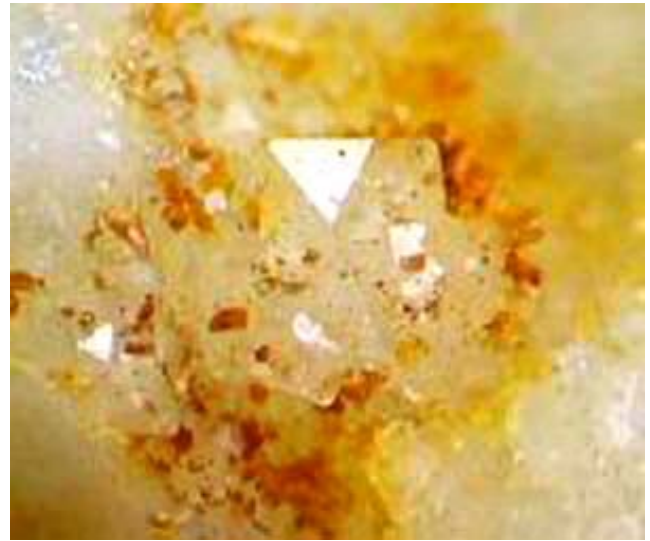
**Cryolite** นั้นพบมากที่กรีนแลนด์ อเมริกา (รัฐโคโลราโด) แคนาดา รัสเซีย องค์ประกอบทางเคมีจะประกอบไปด้วย Na 30-34% Al 12-15% F 53% (Minimum) LOI 0.5% จุดหลอมตัวอยู่ที่ 900 °C ลักษณะผลึกเป็นคล้ายแก้ว มีสีขาว เทาแดง ปนได้บาง โครงสร้างผลึกเป็นแบบ Monoclinic ค่าความแข็งอยู่ที่ 2.5-3 ตาม Mohs scale ค่าความถ่วงจำเพาะ 2.9-3.0 มีค่า COE 0.2x10<sup>-6</sup> 1/°C

### การใช้งานในอุตสาหกรรมเซรามิก

ใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว โลหะเคลือบ (Enamel) โดยใช้เป็นตัวลดจุดยูเทคติกในแก้ว และใช้เป็นตัว Opacifier ใน Opal glass

ใช้ในเคลือบเซรามิกเพื่อช่วยให้เกิดความทึบแสงและทำหน้าที่เป็น Flux ที่รุนแรงมาก โดยปกติจะใส่ในเคลือบได้ในช่วง 5-15% เนื่องจากเป็นแหล่งให้ Fluoride ที่ค่อนข้างเสถียร เพราะมีปริมาณ Al ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็น Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ประกอบอยู่ด้วย Cryolite ถือว่าเป็นแหล่งที่ให้ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ที่มีอุณหภูมิในการหลอมตัวต่ำมาก ในเคลือบที่มี Fluoride อยู่ในปริมาณไม่สูงมากนัก จะช่วยให้เคลือบมีความหนืดที่อุณหภูมิสูงมีค่าต่ำลงซึ่งจะช่วยทำให้ฟองอากาศที่อยู่ภายในชั้นเคลือบเคลื่อนตัวออกไปด้านบนได้ดีขึ้น สำหรับพวก Shino glaze จะใส่ Cryolite ลงไปด้วย เพราะ Fluoride จะช่วยให้เหล็กที่อยู่ในเนื้อดินของ Shino ware เคลื่อนขึ้นมาอยู่ที่ผิวเคลือบในขณะที่เคลือบเริ่มหลอมตัว สำหรับในกระเบื้องมีการเติม Cryolite ลงไปในเนื้อโอบ 0.5-2% เพื่อปรับค่า COE ซึ่งจะช่วยให้แก้ไขปัญหาคือกระเบื้องโก่งหลังเผาได้ แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะมีปัญหาเรื่องการร้าวตัวได้ แต่ข้อเสียที่ต้องควรระวังสำหรับการใช้ Cryolite ในเคลือบหรือเนื้อโอบก็คือก๊าซฟลูออรีนที่อาจไปรวมตัวกับไอน้ำแล้วกลายเป็น HF ที่มีฤทธิ์ในการกัดผิวดินเผาได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ Cryolite ยังเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตโซดาแอช (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้หลากหลายทั้งในเซรามิกและแก้ว โดยเรียกกระบวนการผลิตโซดาแอชจาก Cryolite ว่า Cryolite Soda Process



### The Cryolite Soda Process

- 1)  $\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 3 \text{CaCO}_3 = \text{NaAlO}_2 + \text{Na}_2\text{O} + 3 \text{CaF}_2 + 3 \text{CO}_2$
- 2)  $\text{NaAlO}_2 + \text{Na}_2\text{O} = \text{Na}_3\text{AlO}_3$
- 3)  $2 \text{Na}_3\text{AlO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{CO}_2 = 3 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{Al}(\text{OH})_3$

กระบวนการผลิตเริ่มต้นจากการนำ Cryolite มาบดละเอียดจนเป็นผงและผสมรวมกับหินปูนบดละเอียด นำไปเผาในเตา Rotary kiln พวกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะสลายตัวออกไปเหลือเป็น sodium aluminates และ CaF<sub>2</sub> นำส่วนผสมนี้ไปกวนในน้ำก็จะได้สารละลายของ sodium aluminates และตะกอนของ CaF<sub>2</sub> แล้วจึงนำสารละลาย sodium aluminates ไปผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก็จะได้ aluminum hydroxide ตกตะกอนออกมา ส่วน Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> จะยังเป็นสารละลายอยู่จึงต้องนำไปอบให้แห้งเพื่อให้ น้ำระเหยออกไป ก็จะได้โซดาแอชตามที่ต้องการ ส่วน By product ได้แก่ aluminum hydroxide นั้นจะนำไปใช้ทำสารส้ม และ CaF<sub>2</sub> นำไปใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว

สำหรับอุตสาหกรรมโลหะ มีการนำ Cryolite ไปใช้เป็น Solvent กับแร่ Bauxite และแยกเอาอลูมิเนียมออกมาโดยวิธี electrolysis เนื่องจาก Cryolite มีจุดหลอมเหลวต่ำประมาณ 1000 °C ทำให้ Cryolite ที่หลอมในเตาหลอมจะกลายเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีสำหรับปฏิกิริยา electrolysis อลูมิเนียมที่ได้จากกระบวนการนี้จะมีค่าบริสุทธิ์สูงมากถึง 99.99% เลยทีเดียว

จะเห็นได้ว่าวัตถุดิบทั้งสองชนิดนั้นสามารถใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเซรามิกได้โดยอาศัยคุณสมบัติที่แตกต่างจากวัตถุดิบตัวอื่นๆที่นิยมใช้กันทั่วไป แล้วจะเขียนถึงวัตถุดิบตัวอื่นๆที่มาช่วยปรับปรุงคุณสมบัติที่หลากหลายของเซรามิกครับ



# ประวัติความเป็นมาและวิวัฒนาการ ของ.. แก้ว



จากอดีตจนถึงปัจจุบัน  
แก้ว (Glass) ถูกนำมาใช้ประโยชน์  
ในชีวิตประจำวันอย่างกว้างขวาง  
เช่น อุปกรณ์ตกแต่งตามโบสถ์  
หรือวัด อุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือน  
ภาชนะบรรจุน้ำและอาหาร กระจก รวมถึง  
ชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องมือทางการแพทย์  
ยานยนต์ โครงสร้างอาคาร เป็นต้น  
เหตุผลหลักที่แก้วถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง  
เนื่องจากแก้วเป็นวัสดุที่โปร่งใส (Transparence)  
มีความแข็งแกร่ (Hardness)  
และเฉื่อยต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical resistance)  
ทำให้นักแก้วมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง  
เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้ตามต้องการ  
จนถึงปัจจุบันและในอนาคต



History of

## 1.1 ประวัติของแก้ว<sup>[1,2,3]</sup> (History of glasses)

แก้วตามธรรมชาติเกิดขึ้นด้วยการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของหินหลอมเหลวอุณหภูมิสูงที่มาจากของเหลวใต้พิภพ การพุ่งชนของอุกกาบาต หรือเกิดจากการเปลวไฟ โดยในธรรมชาติ "แร่อบซิเดียน (Obsidian)" ถือได้ว่าเป็นแก้วตามธรรมชาติที่พบบริเวณภูเขาไฟที่เกิดจากลาวาที่เย็นตัวอย่างรวดเร็ว แก้วในสมัยอียิปต์โบราณถือได้ว่าเป็นวัสดุมีค่าที่เห็นได้จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ของลูกปัดแก้วที่ถูกนำมาใช้ตกแต่งหุ้มศพหรือหน้ากากทองของฟาโรห์อียิปต์โบราณ นอกจากนี้ยังพบว่าในสมัยก่อนมนุษย์ถ้ำได้นำหินแก้วที่แตกตัวมาจากหินอบซิเดียนมาประยุกต์เป็นเครื่องมืออุปกรณ์ในการดำรงชีพ และอาวุธต่างๆ เช่น มีด ขวาน เครื่องชูด และปลายหอกหรือปลายลูกธนู เป็นต้น ส่วนการผลิตแก้วโดยมนุษย์นั้น พบมาตั้งแต่สมัยอียิปต์-ซีเรียประมาณ 5000 ปีก่อนคริสตกาล ด้วยการทำเป็นลูกปัดแก้ว (Glass beads) และภาชนะรูปทรงกระปาะ (Pots) เป็นต้น

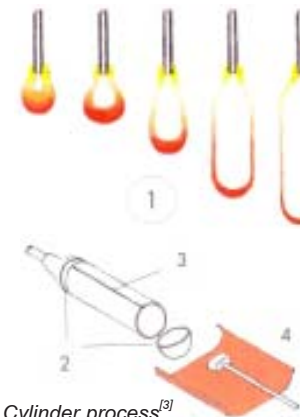
เมื่อประมาณ 3500 ปีก่อนคริสตกาล ได้พบลูกปัดแก้วที่บดแสงในอียิปต์โบราณ และเมโสโปเตเมียตะวันตก (Eastern Mesopotamia) ที่คาดว่าเกิดจากความบังเอิญของการหลอมรวมกันระหว่างทรายและโซเดียม โดยสมัยอียิปต์โบราณในประเทศแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean) เล่าต่อกันมาว่าหลังจากมีการจุดกองไฟแถวชายหาด เมื่อดับไฟแล้วพบแก้วหลงเหลืออยู่ใต้กองไฟ ซึ่งน่าจะเกิดจากการหลอมตัวของทรายรวมกับเกลือทะเลหรือเถ้ากระดูก ทั้งนี้ทรายบริสุทธิ์หรือซิลิกอนไดออกไซด์มีจุดหลอมเหลวสูงถึงประมาณ 1723 องศาเซลเซียส ดังนั้นเกลือทะเลและกระดูก น่าจะช่วยลดจุดหลอมเหลวให้ต่ำพอที่จะหลอมตัวในธรรมชาติได้

เมื่อประมาณ 1500 ปีก่อนคริสตกาล ชาวอียิปต์ได้เรียนรู้การทำภาชนะแก้วกลวง (Hollow glasspots) จนสามารถผลิตขวดในยุคแรกๆ ได้ โดยวิธีการผลิตขวดแก้วในยุคนั้นได้นำน้ำแก้วหลอมที่ถูกตั้งให้เป็นริบบิ้นมาพันรอบๆ แม่พิมพ์รูปขวดที่ทำจากทรายที่ถูกอัดให้แน่น หลังจากแก้วเย็นตัวแล้วทรายก็ถูกควานออกกลายเป็นภาชนะกลวงรูปขวดที่มีผิวขรุขระ (Rough) โปร่งแสง (Translucence) ได้ เมื่อประมาณช่วงศตวรรษแรกก่อนคริสตกาล ได้มีการค้นพบวิธีการเป่าแก้ว (Glass blowing) และการทำเป็นแผ่นแก้วใสได้เป็นครั้งแรกในสมัยโรมัน รวมถึงการทำให้แก้วมีสีต่างๆ (Stained glass) ทำให้สามารถผลิตแก้วเพื่อประยุกต์ใช้ใน

งานด้านต่างๆ มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งปลูกสร้างต่างๆ นำไปติดตามหน้าต่างของโบสถ์ใหญ่ๆ ในประเทศแถบยุโรปตะวันตก เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศอิตาลี ณ เมืองเวนิส ซึ่งได้กลายเป็นศูนย์กลางของอุตสาหกรรมการผลิตแก้วที่ยิ่งใหญ่ในประเทศแถบตะวันตกตั้งแต่ ค.ศ. 1300 เป็นต้นมา

ก่อนคริสตศักราชประมาณ 20 ปี ได้มีการทำแก้วสำหรับใช้เป็นเครื่องประดับ ของมีค่า และภาชนะบรรจุอาหาร ด้วยวิธีการเป่าแก้วด้วยการเป่าลมผ่านเข้าปลายด้านหนึ่งของท่อโลหะกลวง (Blowing pipe) โดยปลายอีกด้านหนึ่งเป็นกอนของแก้วเหลวที่ผู้เป่าแก้วต้องอาศัยความชำนาญสำหรับกำหนดและควบคุมให้ได้ขนาด-รูปร่าง ตามต้องการ

ต้นศตวรรษที่ 11 ถึงปลายศตวรรษที่ 13 การผลิตแก้วแผ่น (Sheet glass) ได้มีการพัฒนาอย่างมาก โดยช่างเทคนิคชาวเยอรมันและชาวอิตาลี ที่ใช้เทคนิคการเป่าแก้วแบบ Cylinder process และ Crown process โดยวิธี Cylinder process เป็นการเป่าแก้วให้เป็นกระปาะกลวงและหมุนตามแนวตั้งโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงจนกลายเป็นทรงกระบอก จากนั้นทำการตัดแก้วขณะที่ยังอ่อนตัวอยู่ให้แก้วแผ่เป็นแผ่น **ดังแสดงในรูปที่ 1** สำหรับวิธี Crown process ทำได้โดยเป่าแก้วให้เป็นทรงกลม จากนั้นเหวี่ยงด้วยความเร็วสูงให้แก้วเกิดการแผ่เป็นแผ่นตามแรงเหวี่ยงนั้น **ดังแสดงในรูปที่ 2**

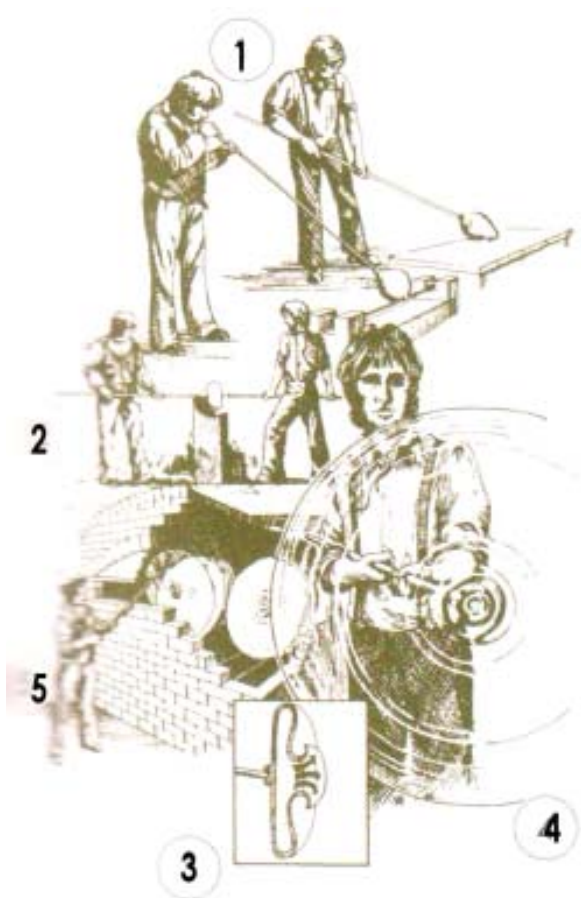


รูป 1 การผลิตแก้วแผ่นด้วยวิธี Cylinder process<sup>[3]</sup>

- (1) การเป่าแก้วเป็นทรงกระบอกตามแนวตั้ง
- (2) ตัดปลายแก้วทั้งสองด้าน
- (3) ผ่าครึ่งทรงกระบอกแก้ว (4) แผ่แผ่นแก้ว

ในช่วงศตวรรษที่ 14-16 ได้มีการผลิตแก้วอย่างแพร่หลายจนกลายเป็นอุตสาหกรรมโดยมีศูนย์กลางอยู่ที่เวนิส และหมู่เกาะมูลาโน ประเทศอิตาลี ซึ่งมีการถ่ายทอดเทคนิคการผลิตแก้วชนิดต่างๆ จากรุ่นสู่รุ่นภายในครอบครัว จนกระทั่งกลายเป็นอุตสาหกรรมแก้วขนาดใหญ่ในปัจจุบัน





รูป 2 การผลิตแก้วแผ่นด้วยวิธี Crown process<sup>[3]</sup>

(1) เป่าแก้วเป็นกระเปาะด้วยท่อเป่า (2) ต่อก้อนแก้วและตัดแก้วออกจากท่อเป่า (3) หมุนท่อนแก้วให้ยึดแน่นกับแก้ว (4) หมุนท่อนแก้วด้วยความเร็วสูง (5) นำแก้วแผ่นเข้าเตาอบ

ในช่วงศตวรรษที่ 16 ได้มีการคิดค้นแก้วชนิดใหม่ขึ้นมา โดยช่างทำแก้วชาวอังกฤษ (George Ravenscroft ; 1618-1681) เพื่อทดแทนการใช้แก้วจากหมู่เกาะมูราโน โดยในปี 1674 George Ravenscroft ได้ทำแก้วตะกั่ว (Lead glass) ที่ใช้ตะกั่วปริมาณสูงแทนโปแตสเซียม ซึ่งได้แก้วที่มีความใส มันวาว มีค่าดัชนีหักเหสูง สามารถตัดและแกะสลักให้เกิด ลวดลายตามต้องการได้

ต่อมาในปี 1688 ที่ประเทศฝรั่งเศส ได้พัฒนาการผลิตแก้วแผ่นเพื่อนำไปทำเป็นกระจกที่มีความสมบัติด้านแสงที่ดีโดยวิธี Table rolling process ในรูปที่ 3 การทำแก้วแผ่นวิธีนี้จะเทแก้วเหลวลงบนโต๊ะ จากนั้นใช้ลูกกลิ้งโลหะกลิ้งบนแก้วเหลวนั้นให้แผ่เป็นแผ่น เมื่อแก้วแผ่นเย็นตัวจะทำการขัดผิวด้วยจานเหล็กผิวเรียบตามด้วยทรายละเอียด และขัดเงาด้วยแผ่นสั๊กหลอด ทำให้ได้แก้วที่มีการส่องผ่านของแสงสูง เมื่อทำการเคลือบผิวด้านใดด้านหนึ่งด้วยโลหะจะได้กระจกเงาคุณภาพสูง



รูป 3 การผลิตแก้วแผ่นด้วยวิธี Table rolling process<sup>[3]</sup>

## 1.2 วิวัฒนาการการผลิตแก้วอุตสาหกรรม

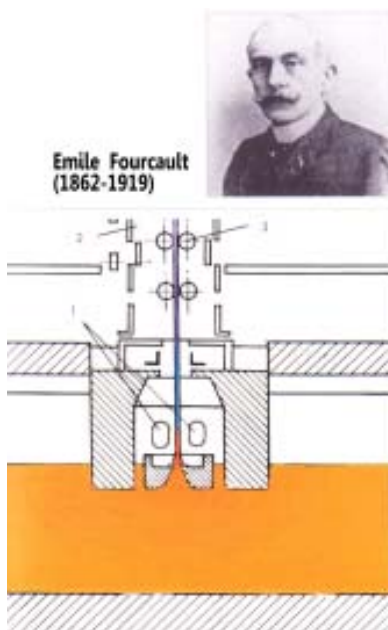
การพัฒนากระบวนการผลิตแก้วจากงานฝีมือเป็นงานอุตสาหกรรมได้เริ่มต้นในกลางศตวรรษที่ 17 โดยเทคโนโลยีการผลิตยังคงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ได้มีการพัฒนาทางด้านควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์แก้ว เช่น การใช้วัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์ การหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเคมีและสมบัติของแก้ว การควบคุมสีของแก้วด้วยการควบคุมอุณหภูมิในแก้วเหลว เช่น ปริมาณอุณหภูมิของเหล็ก แมงกานีส โคบอลต์ โครเมียม เป็นต้น รวมถึงการควบคุมให้แก้วใสไม่มีสี เช่น การออกซิไดซ์  $Fe^{2+}$  ให้กลายเป็น  $Fe^{3+}$  หรือการเติมสารฟอกสี (Blanching agent) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการทำให้แก้วมีสีจากการแขวนลอยของโลหะ เช่น แคดเมียม คอปเปอร์ ทองคำ ซีลีเนียม เป็นต้น

จุดพลิกผันของอุตสาหกรรมแก้วสมัยใหม่เริ่มต้นในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน (Otto Schott ; 1851-1935) ร่วมกับศาสตราจารย์ของมหาวิทยาลัย Jena (Ernst Abbe ; 1840-1905) ดังรูปที่ 4 ที่ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์จากการศึกษาผลของธาตุแต่ละชนิดในองค์ประกอบแก้วมาใช้ในการควบคุมสมบัติทางแสงและทางความร้อน ในส่วนของสมบัติด้านแสงได้จัดตั้งบริษัทในชื่อ Carl Zeiss Firm เพื่อพัฒนาเลนส์แก้วให้มีค่าดัชนีหักเหและการกระจายแสงสูงในการประยุกต์ใช้กับกล้องจุลทรรศน์รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีแก้ว ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของอุตสาหกรรมแก้วใช้งานด้านต่างๆ ในปัจจุบัน



รูป 4 Otto Schott (1851-1935) และ Ernst Abbe (1840-1905)  
ผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาแก้ว<sup>[4]</sup>

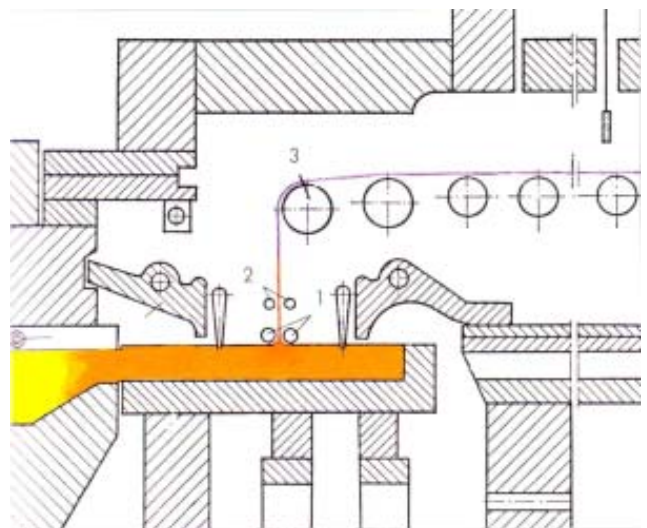
ในช่วงปี ค.ศ. 1900-1925 นักวิศวกรชาวอเมริกัน (Michael Owens ; 1859-1923) ได้สร้างเครื่องเป่าแก้วระบบอัตโนมัติสำหรับผลิตขวดแก้วด้วยการสนับสนุนของ E.D.L. Libbey ในนามของบริษัท Libbey Glass ที่ได้มีการพัฒนาเครื่องจักรสำหรับเป่าแก้วแบบต่อเนื่อง จนได้ชื่อว่าเป็นต้นแบบของบริษัทผลิตเครื่องจักรรายอื่นๆ ในยุโรป เช่น O'Neill, Miller and Lynch เป็นต้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1923 ได้มีการพัฒนาระบบป้อนน้ำแก้ว (Gob feeder) ที่สามารถควบคุมขนาดของการผลิตขวดแก้วได้อย่างแม่นยำ และในปี ค.ศ. 1925 ได้มีการพัฒนาเครื่องจักรระบบ IS (Individual section) เพื่อนำมาเชื่อมต่อกับระบบป้อนน้ำแก้ว (Gob feeder-IS machine) ทำให้สามารถผลิตขวดแก้วได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ซึ่งระบบนี้ยังคงเป็นพื้นฐานของกระบวนการผลิตแก้วบรรจุภัณฑ์แบบอัตโนมัติจนถึงปัจจุบันนี้



รูป 5 การผลิตแก้วแผ่นด้วยวิธี Fourcault Process<sup>[3]</sup>  
(1) ท่อหล่อเย็น  
(2) หอ้งดึงแก้ว  
(3) ลูกกลิ้งสำหรับดึงแก้ว

ในช่วงปี ค.ศ. 1905-1914 ได้มีนวัตกรรมผลิตแก้วแผ่น (Flat glass) แบบต่อเนื่องด้วยระบบ Fourcault process ที่คิดค้นครั้งแรกโดยชาวเบลเยียม (Emile Fourcault ; 1862-1919) โดยการดึงแก้วเหลวในแนวตั้ง (Vertical drawing) จากถังหลอมผ่าน Nozzle ขึ้นไปด้านบนผ่านวงล้อ ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งสามารถควบคุมความหนาและความกว้างของแก้วแผ่นได้จนสามารถขยายเป็นการผลิตแก้วแผ่นทางการค้าได้ในปี 1914 จนถึงปัจจุบัน

ในปี ค.ศ. 1910 นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส (Edouard Benedictus ; 1878-1930) ได้พัฒนาต่อยอดจากการผลิตแก้วแผ่นให้มีความแข็งแรงมากขึ้นด้วยกระบวนการนำแก้ว 2 แผ่นประกบกัน โดยมีวัสดุเซลลูโลยด์ (Celluloid materials) บางๆ เป็นสารเชื่อม เรียกแก้วชนิดนี้ว่า แก้วลามิเนต (Laminated safety glass) และพัฒนาต่อเนื่องกลายเป็นแก้วนิรภัยในชื่อของ Triplex ภายใต้บริษัท British Triplex Safety Glass จำกัด จากนั้นได้มีการพัฒนาสารเชื่อมมาเป็นพอลิไวนิล บิวทีรอล (Polyvinyl Butyral ; PVB) เพื่อเพิ่มความคงทนและใช้งานได้นานขึ้นจนถึงปัจจุบัน



รูป 6 การผลิตแก้วแผ่นด้วยวิธี Libbey-Owens process<sup>[3]</sup>  
(1) ลูกกลิ้งป้องกันแก้วหดตัว  
(2) หัวพันไฟป้องกันไม่ให้ขอบของแผ่นแก้วเย็นตัวเร็ว  
(3) แก้วแผ่นที่ถูกดึงบนลูกกลิ้ง

ในปี ค.ศ. 1917 วิศวกรชาวอเมริกัน (Irving W. Colburn; 1861-1917) ได้พัฒนาระบบการดึงแก้วแผ่นในแนวดิ่งแต่ไม่ผ่าน Nozzle เรียกกระบวนการนี้ว่า Libbey-Owens process ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยสามารถผลิตแก้วแผ่นได้ที่มีความหนา 0.8-20 มิลลิเมตร



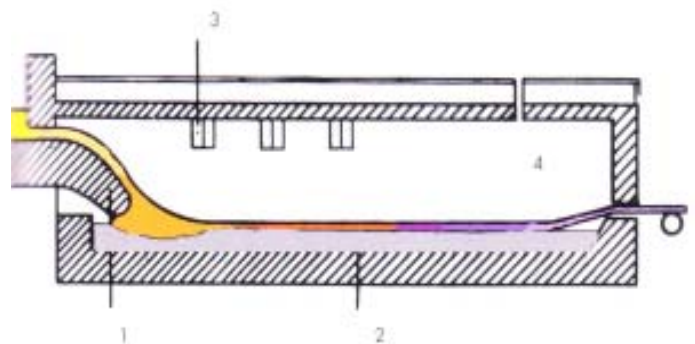
ในช่วงปลายของสงครามโลกครั้งที่ 1 (ค.ศ. 1919) ได้มีวิศวกรชาวเยอรมัน (Max Bicheroux ; 1876 - 1932 และ Lambert Reis ; 1884-1955) พัฒนาการผลิตแก้วแผ่นโดยการเทแก้วเหลวจากเบ้าหลอมผ่านเข้าไปในช่องว่างระหว่างล้อกลิ้ง 2 ล้อ (Two rollers) เรียกกระบวนการนี้ว่า Bicheroux process **ดังแสดงในรูปที่ 7** ซึ่งสามารถผลิตแก้วแผ่นที่มีความหนาต่างๆ ได้และยังเป็นกระบวนการผลิตแก้วที่มีความกว้างได้ถึง 4.5 เมตร

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ. 1952) ได้มีการพัฒนากระบวนการผลิตแก้วแผ่นด้วยวิธี Float process โดยชาวอังกฤษ (Alastair Pilkington ; 1920-1995) ในชื่อบริษัท Pilkington Brothers จำกัด โดยทำการเทแก้วเหลวลงบนอ่างดีบุกหลอมเหลว (Molten Tin) **ดังแสดงในรูปที่ 8** ซึ่งแก้วแผ่นที่ผลิตได้จาก Float process มีผิวเรียบ สามารถควบคุมความหนาได้ แม้ในปัจจุบัน Float process ยังเป็นที่นิยมผลิตแก้วแผ่นเพื่อนำไปใช้ในงานก่อสร้าง ยานยนต์ และทำกระจก เป็นต้น



รูป 7 การผลิตแก้วแผ่นด้วยวิธี Bicheroux process<sup>[3]</sup>

Sir Alastair Pilkington  
(1920-1995)



รูปที่ 8 การผลิตแก้วแผ่นด้วยวิธี Float process<sup>[3]</sup>

- (1) ขอบปลายที่แก้วสัมผัสกับดีบุกเหลว
- (2) ดีบุกเหลว
- (3) ขดลวดให้ความร้อน
- (4) ห้องขึ้นรูปที่มีการควบคุมบรรยากาศแบบปิดกั้น

### 1.3 การพัฒนาแก้วในปัจจุบัน<sup>[3]</sup>

ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 จนถึงปัจจุบัน ได้มีการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ ทำให้สามารถผลิตแก้วไปประยุกต์ในด้านต่างๆ มากขึ้น ประกอบด้วย

การคิดค้นส่วนผสมแก้วใหม่ๆ เช่น แก้วบอโรซิลิเกต (Borosilicate glass) แก้วอะลูมิโนซิลิเกต (Aluminosilicate glass) ที่สามารถทนทานต่อความร้อนและสารเคมีได้สูง แก้วคริสตัล (Crystal glass) ที่มีส่วนผสมของตะกั่วทำให้แก้วมีความแวววาวสวยงามมากกว่าแก้วทั่วไป จนเป็นที่นิยมนำมาใช้สำหรับวงการเครื่องประดับ หรือเครื่องแก้วที่เน้นความหรูหรา เช่น แก้วไวน์ โคมไฟ เป็นต้น หรือการคิดค้นส่วนผสมแก้วชนิดแก้วบอเรต (Borate glass) แก้วฟอสเฟต (Phosphate glass) สำหรับใช้ในงานเฉพาะทาง เช่น การแพทย์ การโพรเซส เป็นต้น





History of

การผลิตแก้วเพื่อใช้งานเฉพาะด้าน เช่น การผลิตแก้วหลอดสุญญากาศ (Glass vacuum tube) หลอดแก้วรังสีเอกซ์เรย์ (X-ray glass tube) แผ่นแก้วอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ต่างๆ เช่น จอโทรทัศน์หรือคอมพิวเตอร์ เป็นต้น เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการค้นพบการผลิตเส้นใยนำแสง (Fiber optic) ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมโทรคมนาคมอย่างรวดเร็ว ซึ่งเส้นใยนำแสงนี้ได้ถูกนำมาใช้แทนสายไฟที่ทำจากโลหะทองแดง ทำให้สามารถขยายประสิทธิภาพของการส่งถ่ายข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพสูง (Flaw-free data) ได้ทั่วโลก

การพัฒนาแก้วแผ่นให้มีสมบัติบางอย่างดีขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน เช่น การเพิ่มความแข็งแรง (Strengthening) ด้วยกระบวนการอบแข็ง (Tempering process) หรือการทำให้เป็นแก้วลามิเนต (Lamination process) ทำให้แผ่นแก้วมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น 5-7 เท่า โดยนำไปทำเป็นแผ่นกระจกรถยนต์ (Safety glass) การทำให้แก้วมีความคงทนต่อสารเคมีได้สูงขึ้น (Chemically strengthened glass) ด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนที่ผิว การทำให้แก้วมีความทนไฟสูง (Fire resistant glass) ด้วยการปรับองค์ประกอบเคมีของแก้วโดยใช้แก้วในกลุ่มของบอโรซิลิเกตและอะลูมิโนซิลิเกต เป็นต้น

การพัฒนาผิวแก้วด้วยกระบวนการเคลือบ (Functional coating) เพื่อให้มีสมบัติเฉพาะตามต้องการโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเคมี เช่น การเคลือบผิวกระจกเงา (Mirror) ด้วยโลหะดีบุกหรือเงิน ให้มีการสะท้อนแสงได้สูงขึ้น สามารถประยุกต์ใช้ทำเป็น Solar thermal power glass การเคลือบด้วยอะลูมิเนียมเพื่อใช้ทำ Telescope mirror หรือการเคลือบด้วยโครเมียมเพื่อลดการสะท้อนแสงสำหรับทำกระจกรถยนต์ การเคลือบเพื่อทำเป็นแก้วฉนวนความร้อนและแก้วควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ (Thermal insulation glass and solar control glass) การเคลือบผิวเพื่อไม่ให้เกิดการสะท้อนแสง (Anti-reflective glass) การเคลือบด้วย Indium tin (6%) oxide (ITO layers) เพื่อให้แก้วสามารถนำไฟฟ้าได้ (Electrically conductive glass) การเคลือบด้วยซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) ช่วยลดการส่องผ่านของแสงอัลตราไวโอเล็ต (Photochromic glass) สำหรับทำเป็นแว่นตากันแดดหรือกระจกรถยนต์ การเคลือบด้วยสารที่มีประสิทธิภาพทำลายสิ่งสกปรกเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสง (Photocatalytic coating) เพื่อใช้ทำเป็นแก้วที่ทำความสะอาดตัวเอง (Self-cleaning glass) การเคลือบผิวด้วย Thin film solar cells เพื่อประยุกต์ใช้ในงาน Photovoltaics เป็นต้น



การพัฒนาแก้วเพื่อใช้ในงานโครงสร้าง (Structural glass) เช่น การเคลือบผิวให้มีสีสันทนสวยงาม การทำลวดลายบนผิวแก้ว (Embossing หรือ Ablation techniques) การตัดรูปร่างให้มีรูปทรงใหม่ๆ (Sag bending หรือ Press bending processes) การเชื่อมต่อระหว่างแก้วกับโลหะเพื่อใช้ในงานสถาปัตยกรรม (Architectural glass) การพัฒนาแก้วให้มีความแข็งแรงสูงสำหรับงานปูพื้น สะพาน รวมถึงอุตสาหกรรมยานยนต์ (Automotive glass) เป็นต้น

จากที่กล่าวมา ทำให้เห็นได้ว่าแก้วเป็นวัสดุที่ใช้กันมานานและยังต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆ รวมถึงสามารถประยุกต์ให้สอดคล้องกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว เช่น อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายภาพ ยานยนต์ โทรคมนาคม การขนส่ง พลังงานและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Glass Online Available: <http://www.glassonline.com/infoserv/history.html> (March, 26, 2010)
- [2] Smart Glass Available: <http://www.smartglassinc.com/glasshistory.html> (March, 26, 2010)
- [3] Margareta Benz-Zauner and Helmut A. Schaeffer, Glass Technology, Deutsches Museum, 2007.
- [4] Vogel W., Chemistry of Glasses, The American Ceramic Society Inc., Ohio, 1985.





## การวาดลาย บนเคลือบ ดอกกุหลาบ บนแผ่น กระเบื้องกลม

กระเบื้องกลมแผ่นใหญ่นี้มีขนาดโตถึง 50 cm สามารถใช้ประกอบเป็นหน้าต่างได้อย่างสวยงาม  
ทันทีที่ติดขึ้นได้เห็นแผ่นกระเบื้องนี้ โดนใจดิฉันทันที เพราะชอบวาดบนแผ่นใหญ่ ที่สามารถใส่ดอก  
ได้หลากหลายสี และส่วนประกอบมากมาย ดิฉันปรารถนาจะวาดดอกกุหลาบลงบนชิ้นนี้  
ซึ่งดอกกุหลาบเป็นดอกไม้ที่ท้าทายสำหรับนักวาดกระเบื้องเสมอ

ดิฉันเริ่มไฟแรก จากการวาดแยกชั้นของกลีบกุหลาบในดอกที่บานมาก และบานปานกลาง  
ยังไม่ใส่ใบหรือรายละเอียดอื่นๆ หลังจากเสร็จตัวดอก ดิฉันใส่ back ground ด้วยสี blue, yellow และ  
light green โดยไม่ใช้สีที่เข้มเกินไป เพราะจะทำให้ดูสกปรก เสร็จแล้วเผาที่ 780 °C

สำหรับไฟที่สอง อย่างแรกคือใส่ใบ บางใบซ่อนอยู่ใต้ดอก ให้ดูมีมิติและเป็นธรรมชาติ  
แล้ววาดดอกตูม ดอกบานมากบ้างน้อยบ้าง การใส่ดอกตูมในไฟนี้ มีข้อดีคือสามารถเห็นถึงช่องว่าง  
และจังหวะที่จะใส่ได้ดีขึ้นหลังจากเราวาดใบลงไปแล้ว

ไฟที่สาม หลังจากเผาไฟที่สองแล้วเราจะเห็นองค์ประกอบทั้งหมด สามารถเติมสีให้เข้มข้น  
สำหรับ ดอก ใบ และ back ground ได้ตามชอบใจค่ะ





อาจารย์ฉลอง ติริมาตย์



## งานเอดิเรกแบบ **ดิน...ดิน**

น้องตนนัทก็จะรู้ค่าในกรุงเทพฯ จะมีศูนย์เรียนรู้การมีเซรามิก  
แบบไม่ต้องเสียเงิน หลังจากที่ตนนัทได้มีทราบมาว่า มีการสอนฟรีที่ศูนย์  
มีกาศิท์กรุงเทพมหานคร จตุจักร 2 มีนาคม โดย อาจารย์ฉลอง ติริมาตย์  
ก็ติดต่อกันอยู่เมื่อมีเวลาว่างก็จะไปมีเวลาว่างตามใจตนนัท

วันที่เราไปถึงศูนย์ฯ ยังงง...งงกับสถานที่อยู่ เพราะไม่คุ้นกับแถวนั้น  
และคนก็พลุกพล่านมาก อ.ฉลอง.บอกว่าวิ่งผ่านสวนจตุจักรที่มีขายของเยอะๆ  
เข้าไป จะเห็นตึก 4 ชั้น ... "อ้อ...เห็นแล้วค่ะ แล้วไปไงต่อคะ" "แล้วเลาะมาข้าง  
ตึกมีขายคา และชอกเล็กๆ มองแล้วก็จะรู้เลยครับ" .....โอ๊ะ..โอ๊ะ  
สถานที่เรียนทำได้ amazing จริงๆค่ะ ทำด้วยจินตนาการของศิลปินสุดๆ ทำให้ดิฉัน  
คิดถึงคำว่า "ศิลปะไม่มีขอบเขตกัน" ช่างเล็กๆที่เต็มไปด้วยหนุ่มสาว เดินเข้าเดิน  
ออก อยู่ 20-30 คน ตกแต่งหน้าบ้านด้วยแผ่นป้ายเซรามิกรูปแบบต่างๆ ฝีมือลูกศิษย์  
ทำให้เราทราบว่ามีฝีมือที่แน่น

หลังจากแทรกตัวเข้าไปทักทายกับอาจารย์ ก็นั่งคุยกันตรงสถานที่ทำงาน  
นั่นเลย ได้เห็นบรรยากาศรอบๆ อย่างครึกครื้น ชะมักเขม้น สลับกับการเบี่ยงตัวหลบ  
คนบาง เซรามิกอะไรๆ บ้าง ถ้าจะว่าที่นี่ดู "อบอุ่นดี" ก็ว่าได้เนอะ





อาจารย์ฉลอง ดุหนุ่มกว่าวัย 53  
 อย่างที่เป็นแฟงด้วยแววตาแบบยังมีไฟแรง  
 กล่าวยู่ อาจารย์เล่าว่าหลังจากจบจาก  
 เพาะช่าง แล้วยังไปเรียนต่อที่วิทยาลัยครู  
 พระนคร ในวิชา Product Design จาก  
 นั้นไปสอนวิชาศิลปะที่ รร. ปานะพันธ์ ใน  
 พระบรมราชูปถัมภ์ แล้วไปสอนต่อที่ รร.  
 ปากเกร็ด ด้านวิชาเซรามิกส์ได้ส่งเด็กเข้า  
 ร่วมออกงานในงานต่างๆและเข้าแข่งขัน  
 การประกวดทั่วประเทศอาจารย์มาเริ่มสอน  
 ที่ศูนย์นี้ในวิชาเซรามิกส์เป็นคนแรก  
 เมื่อเกือบ 10 ปีที่แล้ว จะว่าเป็นผู้เริ่มก่อตั้ง  
 วิชาเซรามิกส์ที่นี่เลยก็ว่าได้ แถมยังเป็น  
 เพียงศูนย์เดียวในจำนวนศูนย์ฝึกทั้ง 9  
 ศูนย์ของ กทม. ที่เปิดสอนสาขาวิชานี้  
 อุปกรณ์การเรียนการสอนก็ประกอบด้วย  
 หิ้งวางของ โต๊ะ แก้ว เต้าไฟฟ้าขนาด 45"  
 x 45" สองลูก เดิมสอนวันจันทร์-ศุกร์  
 แต่เนื่องจากลูกศิษย์ที่มาเรียนส่วนใหญ่มี  
 งานประจำ จึงเปลี่ยนมาสอนวันเสาร์-  
 อาทิตย์ เวลา 9:00-15:00 เริ่มต้นจากลูก  
 ศิษย์ 5 คน จนปัจจุบันบาง class ถึง 20 คน  
 ลูกศิษย์ตั้งแต่อายุ 9 ขวบถึงหลังเกษียณ  
 อาจารย์ต้องการให้ลูกศิษย์ทำด้วยความ  
 รักและตั้งใจ ไม่เกี่ยวเรื่องอายุ ขอให้มา  
 เรียนไหวก็พอ





แต่เนื่องจากภาครัฐไม่ได้สนับสนุนงบประมาณในเรื่องของวัตถุดิบและอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ อาจารย์จึงต้องเป็นธุระในการจัดหาให้ลูกศิษย์ ณ ปัจจุบัน ลูกศิษย์ที่เรียน แต่ละหลักสูตร (80 ชม. ในระยะเวลา 2 เดือน) จะเฉลี่ยกันจ่ายประมาณคนละ 600 บาท เพื่อเป็นค่าปูนปลาสเตอร์สำหรับทำพิมพ์ เนื้อดิน Earthen ware และเคลือบสีเขียวแก่ เผาที่ 1200 องศาเซลเซียส ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์อย่างดีจากบริษัท คอมพิวเตอร์ เคลย์ ที่กรุณาแบ่งขายและส่งให้ทั้งที่ปริมาณน้อยนิด โดยวิธีนี้ ลูกศิษย์ทุกคนจะมีวัตถุดิบที่เป็นของตัวเอง ใช้ได้อย่างสบายใจ



เนื่องจากอาจารย์ชำนาญในด้านการออกแบบ จึงไม่เน้นให้ลูกศิษย์ใช้ดินและสีที่หลากหลายและซับซ้อน แต่จะเน้นเรื่องการออกแบบเพื่อใช้งานได้จริง และผสมด้วยจินตนาการของแต่ละคนซึ่งเป็นเจ้าของงาน โดยจะเน้นเรื่องการสร้าง



texture บนชิ้นงาน ซึ่งสามารถทำได้จากวัสดุที่หาได้ง่ายรอบๆตัว เช่น ใบไม้ ผ้าลูกไม้ ไม้เสียบลูกชิ้น ขวด และแก้ว ฝาต่างๆ หรืออื่นๆที่สามารถหามาตัดแปลงใช้งานได้ จนผู้ที่อยู่ในสายการผลิตในโรงงานอย่างพวกเราถึงกับอึ้ง....ตื่นตา ตื่นใจ....คิดได้ไงเนี่ย ทุกอย่างเป็นของใกล้ตัว และใช้เทคนิคในการ กัด ริด ม้วน และทุบตีจนเห็นชิ้นงานรูปใบตองสีเขียว รายละเอียดของเส้นใบสวยงามมาก จึงแอบถามว่าใช้อะไรกรีดเส้น ลูกศิษย์สาวตอบว่า **"นิ้วคะ ถ้าอยากได้ร่องใหญ่ก็ใช้นิ้วเพื่อน"** เออ....ดีเนอะ เข้าใจแล้วถึงความสนุกของการเรียนเป็นกลุ่ม



ระหว่างคุยกับอาจารย์ก็ได้ยิน อาจารย์หันไปตะโกนบอกลูกศิษย์ว่า **"ขึ้นไหนไม่ดี ทูบทิ้งเลยนะ ไม่ให้เอา"** มิน่าเล่าแต่ละคนชะมักเขมกันมาก บางคนตั้งโต๊ะโต๊ะไว้อีกเลย เนื่องจากสถานที่ไม่พอ แต่อยากเรียนเหลือเกิน ทำให้เรานับถือความตั้งใจของหนุ่มคนนั้นมาก สักพักก็จะยินเสียงสาว ๆ **"ออกมาแล้ว มาดูกันเร็ว"** แล้วทุกคนก็จะฮือกันไปดูชิ้นงานที่ออกจากเตาร้อนๆ หลังจากวิจารณ์ของเพื่อนเสร็จก็จะหยิบชิ้นงานของตัวเองมานำเสนอกับเรา ว่าชิ้นนี้เป็นป้ายหน้าบ้าน ทำติดบ้านคุณตา-คุณยาย อีกคน ติดบ้าน อากง-อาม่า สรุปแล้ว มีญาติกี่คนทำไปติดหมดเลยคะ บางคนทำเป็นของขวัญให้เพื่อน หลังจากติสสินท์ลูกศิษย์แล้ว ได้ทราบว่ามีงานจ้างงานที่ค่อนข้างมั่นคง บางท่านเป็นเจ้าของห้างร้าน บางท่านก็ยังตกงาน มาเรียนเพื่อคิดว่าจะไปอาชีพได้ในอนาคต แต่ที่น่าทึ่งคือ ลูกศิษย์มาจากทุกสารทิศ ต่างจังหวัดไกลๆก็ยังมีมาแค่เรียนเสาร์-อาทิตย์ ได้คำตอบว่า เรียนแล้วหายเครียด สบายใจ มีเพื่อน อาจารย์น่ารัก และที่สำคัญ ภูมิใจในชิ้นงานที่ทำสวยไม่สวย เราก็ว่าของเราสวย ได้สนุกที่ได้ลุ้นทุกครั้งทีรอชิ้นงานออกจากเตา



เป็นที่น่าเสียดายว่า หลายศูนย์  
ฝึกอาชีพของกทม. มีการซื้อเตาไม้แต่ขาด  
แคลนอาจารย์ที่จะไปสอนจึงทำให้ที่นี่เป็น  
แห่งเดียวที่สอน และยังมีผู้ที่ไม่รู้เรื่องนี้อีก  
มาก เพราะไม่ค่อยมีการประชาสัมพันธ์  
เมื่อถามถึงอนาคต อาจารย์บอกเราว่า

"ใครทำด้านนี้แล้วก็หลงมันทุกคนแหละครับ ผมก็ไม่คิด  
จะเปลี่ยนไปทำอย่างอื่น แคนี่ผมก็มีความสุขแล้ว บางที  
เห็นมีคนมาสั่งให้ทำอะไรที่ต้องการ แล้วทำให้ลูกศิษย์ได้  
ประโยชน์ได้รายได้ ผมก็ยินดีแล้ว" ที่นี้จึงเปรียบเสมือนแหล่ง  
สั่งทำหรือแม่แต่สามารถควบคุมการผลิตได้เองสำหรับผู้รู้จัก  
หรือผ่านไปผ่านมา แต่ความฝันของอาจารย์ฉลองคือ "อยากได้  
พื้นที่ที่สามารถให้ลูกศิษย์ได้จัดจำหน่ายงานที่ทำออกมา  
เพราะเราไม่มีเงินทุนที่จะไปเช่าที่เพื่อการขาย อีกทั้งไม่ต้อง  
การให้ตั้งราคาขายแพง หากภาครัฐไม่มีโครงการทางด้าน  
นี้ก็หวังว่าสักวันคงมีภาคเอกชนที่สนใจจะอนุเคราะห์ได้"

งานอดิเรกของบางท่านก็ทำโน่นทำนี่ เยอะแยะนะคะ  
แต่ที่เราเห็นได้สัมผัสได้จากที่ศูนย์ฯ ภายใต้การสอนของอาจารย์  
ฉลอง นี้ คือความสุข ที่ได้เล่นแบบ ดิน...ดิน ค่ะ  
ปัจจุบัน ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร จตุจักร  
2 มินบุรี มีคุณพนารัตน์ สาริกรินทร์ เป็นหัวหน้าศูนย์  
ท่านที่สนใจจะเข้ารับการฝึกอบรมในสาขาวิชาเซรามิกส์  
หรือสาขาวิชาอื่นๆ ก็สามารถติดต่อได้โดยตรงที่ศูนย์  
หมายเลขโทรศัพท์ 0-2540-4375-6 ทุกวันและเวลาราชการ  
การ มีเจ้าหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกให้ จะมีการ  
เปิดรับเป็นรุ่นๆ ทุก 2 เดือน

### เบอร์โทรศัพท์ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร

| ชื่อศูนย์ฝึกอาชีพ                                     | ที่อยู่      | เบอร์โทร              |
|-------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (สวนลุมพินี ณ บ่อนไก่)     | ร.ร.บ่อนไก่  | โทร. 0-2251-5849      |
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (วัดวรจรยาवास)             | เจริญกรุง    | โทร. 0-2292-0194      |
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (วัดธรรมมงคล)              | สุขุมวิท 101 | โทร. 0-2331-7573-4    |
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (บางพลัด)                  | จรัญ 79      | โทร. 0-2423-0225-6    |
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (มินบุรี)                  | จตุจักร 2    | โทร. 0-2540-4375-6    |
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (รามคำแหง)                 | ตึกสุขุทัย   | โทร. 0-2369-2823-4    |
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (จตุจักร)                  | เขตจตุจักร   | โทร. 0-2272-4741      |
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (วัดสุธาวาส)               | บางกอกน้อย   | โทร. 0-2412-4611-2    |
| ศูนย์ฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (สัญญากร ตลาดสดคนธสวัสดิ์) |              | โทร. 0-2727-6527 กด 3 |





## การประกวดและการแสดงศิลปะ... เครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 15 ประจำปี 2553



มหาวิทยาลัยศิลปากร ร่วมกับการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย และกรมส่งเสริมการส่งออก โดยการสนับสนุนของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม บริษัทไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน) และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) กำหนดจัดการแสดงผลงานศิลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 15 ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2553 - 30 มกราคม 2554 ณ หอศิลป์สนามจันทร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม ในการนี้ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินทรงเปิดการแสดงและพระราชทานเกียรติบัตรและรางวัลในครั้งนี้ ในวันพุธที่ 1 ธันวาคม 2553 เวลา 15.00 น. ณ หอศิลป์สนามจันทร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม และพระราชทานผลงานฝีพระหัตถ์ เข้าร่วมแสดง



การจัดงานครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทต่างๆ ทั้งในด้านการสร้างสรรค์ การอนุรักษ์ การพัฒนารูปแบบและเทคโนโลยีในการผลิต และเพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานทางด้านศิลปะเครื่องปั้นดินเผา ที่แสดงถึงฝีมือและศิลปะของคนไทยไปสู่ผู้ที่สนใจทั่วไป โดยแบ่งผลงานออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. เครื่องปั้นดินเผาประเภทศิลปกรรม
2. เครื่องปั้นดินเผาประเภทศิลปะหัตถกรรม
3. เครื่องปั้นดินเผาประเภทผลิตภัณฑ์ต้นแบบงานอุตสาหกรรม
4. ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาและนวัตกรรมใหม่

### ผลการตัดสินรางวัลยอดเยี่ยม ประเภทศิลปกรรม

|               |                                       |
|---------------|---------------------------------------|
| ศิลปิน        | สุรศักดิ์ แสนโหน่ง<br>Surasuk Sannong |
| ชื่อผลงาน     | สุข อบอุ่น                            |
| Title of work | Happy - Warm                          |
| เทคนิค        | สร้างรูปด้วยมือ                       |
| Technique     | Hand Forming                          |
| Temperature   | 800 and 900 °C                        |
| ชนิดดิน       | บ้านหม้อ จ. มหาสารคาม                 |
| Clay          | Ban Mor Clay Maha Sarakham            |
| Size          | 90 x 150 x 60 cm                      |



#### แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)

การดำเนินชีวิตที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ เรียบง่าย สมถะ สุขสงบ และพอเพียง อันมิได้หมายถึงชีวิตที่หยุดนิ่ง แต่เป็นชีวิตที่ยังดำเนินต่อไปบนวิถีของความคิดดี ความงาม และความจริงที่จะนำมาซึ่งสันติสุขของมวลมนุษยชาติ

Living in harmony with nature is a simple, peaceful and self-sufficient. It does not bring life to a stall but it rather leads to living on the path of goodness, virtue and truth which will eventually bring peace to humanity.



## รางวัลดีเด่น ประเภทศิลปกรรม



|               |                        |
|---------------|------------------------|
| ศิลปิน        | จำลอง สุวรรณชาติ       |
|               | Jarmlong Suwanchat     |
| ชื่อผลงาน     | อำนาจ พันธนาการชีวิต   |
| Title of work | Power-Life Confinement |
| เทคนิค        | ขึ้นรูปด้วยมือ         |
| Technique     | Hand Forming           |
| Temperature   | 1,100 °C               |
| Clay          | Stoneware Clay         |
| ชนิดเคลือบ    | เฟลด์สปาร์, น้ำดินสี   |
| Glazed        | Feldspar, Color Slip   |
| Size          | 70 x 130 x 178 cm      |

### แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)

ตำแหน่งหรือสถานะความเป็นผู้นำ แฝงเร้นด้วยพลังอำนาจ บารมี ยั่วยวนให้เกิดความลุ่มหลงยึดติด นำพาชีวิตให้ตกอยู่ภายใต้สภาวะของการเป็นผู้นำ ขาดอิสระเสรีในการดำเนินชีวิตจากการถูกจำกัดด้วยข้อกำหนดของตำแหน่งนั้นๆ โดยข้าพเจ้าใช้เก้าอี้แทนความหมายของตำแหน่งผู้นำ

Power and influence inherent in a position or status of leadership make one desire to cling to his post. As a consequent he has no freedom to live a normal life because he has to confine to the regulations of each position; Thus, I used a chair to symbolize the post of leadership.

## รางวัลดีเด่น ประเภทศิลปกรรม



|               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| ศิลปิน        | บุรินทร์ อินทะแสน             |
|               | Burin Intasaen                |
| ชื่อผลงาน     | อนิจตา                        |
| Title of work | The Impermanence              |
| เทคนิค        | ขึ้นรูปอิสระด้วยมือ           |
| Technique     | Hand Forming                  |
| Temperature   | 700-900 °C                    |
| ชนิดดิน       | ดินราชบุรี                    |
| Clay          | Ratchaburi Clay               |
| ชนิดเคลือบ    | ฟริต                          |
| Glazed        | Flit                          |
| Size          | 60x110x175 cm (1 Set 2 Pices) |

### แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)

ข้าพเจ้าสนใจเรื่องราวความรักของชีวิตคู่ ระหว่างชายและหญิง ซึ่งเป็นธรรมชาติอย่างหนึ่งที่ปรากฏอยู่ภายใต้กฎการเปลี่ยนแปลงและดำเนินไป ข้าพเจ้าเล็งเห็นความสำคัญซึ่งสอดคล้องเกี่ยวกับความเชื่อทางพระพุทธศาสนากล่าวถึงแต่ละชีวิตในโลกล้วนมีการเกิดและดับ ดังนั้นผลงานของข้าพเจ้ามีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงัจฉธรรมของความไม่เที่ยงแท้แห่งชีวิต

I am interested in the course and development of love between a woman and a man; a nature exists under the rule of change and proceeding. Realizing that each life has its beginning and its end, I expressed the truth of uncertainty relevant to Buddhist belief through this sculpture.

## รางวัลดีเด่น ประเภทศิลปกรรม



|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| ศิลปิน        | ศรีบรรณา ไชยสิทธิ์               |
|               | Sribunna Chaiyasit               |
| ชื่อผลงาน     | วันรับบาป                        |
| Title of work | Retribution Day                  |
| เทคนิค        | เอนโกบ, เขียนสีใต้เคลือบ, เคลือบ |
| Technique     | Engobe, Under Glaze, Glaze       |
| Temperature   | 1,080 °C                         |
| Clay          | Stoneware Clay                   |
| ชนิดเคลือบ    | เคลือบไฟต่ำ                      |
| Glazed        | Low Temperature                  |
| Size          | 180x200x 40 cm (1 Set 11 Pices)  |

### แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)

เป็นการกล่าวถึง ผู้ที่ต้องรับเคราะห์กรรมแทนผู้อื่นจากความผิดที่ตนเองมิได้เป็นผู้ก่อ โดยการจำลองภาพเหตุการณ์จากวันที่ถูกพิพากษา โดยได้แรงบันดาลใจจากภาพข่าวจากหนังสือพิมพ์ ใช้สัตว์และการสวมหน้ากากของสัตว์ตามบทบาทที่ได้รับมาเป็นตัวสื่อในผลงาน

This sculpture depicts the scene of court judgment when an innocent person took someone's place in adversity because he was being sentenced for someone else's guilt. Inspired by news photographs, the artist used animals wearing masks as medium of communication.

## รางวัลยอดเยี่ยม ประเภทศิลปปะหัตถกรรม



|               |                                                                                                                                |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ศิลปิน        | สุรียา วังบอน                                                                                                                  |
|               | Suriya Wangbon                                                                                                                 |
| ชื่อผลงาน     | ผลิ (ชีวิตใหม่)                                                                                                                |
| Title of work | To Blossom (New Life)                                                                                                          |
| เทคนิค        | ขึ้นรูปด้วยมือ                                                                                                                 |
| Technique     | Hand Forming                                                                                                                   |
| Temperture    | 1,245 °C                                                                                                                       |
| ชนิดดิน       | ดินพื้นบ้าน บางกล่ำ จ.สงขลา                                                                                                    |
| Clay          | Local Clay Bangklum Clay                                                                                                       |
| ชนิดเคลือบ    | เคลือบขี้เถ้าไม้ยางพารา                                                                                                        |
| Glaze         | Rubberwood Ash Glaze                                                                                                           |
| Size          | 5x6.5x8 cm, 5x7x6.5 cm, 8.5x8.5x6 cm, 5x8.5x9.5 cm, 8x18.5x15.5 cm, 7.5x 20x15.5 cm, 7x20x15.5 cm, 16x42x40 cm (1Set 8 Pieces) |

### แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)

ความสมบูรณ์ของธรรมชาติก่อให้เกิดความงามของชีวิต

The abundance of nature creates beauty of life.



รางวัลดีเด่น  
ประเภทศิลปหัตถกรรม



|               |                                          |
|---------------|------------------------------------------|
| ศิลปิน        | นที อนันตะประดิษฐ์<br>Natee Anantapradid |
| ชื่อผลงาน     | กิงกะหล่า                                |
| Title of work | Kingkahla 's Dance                       |
| เทคนิค        | ขึ้นรูปด้วยมือ                           |
| Technique     | Hand Forming                             |
| Temperture    | 1,250 °C                                 |
| ชนิดดิน       | ดินดำแมริ่น                              |
| Clay          | Mairim Clay                              |

แนวความคิดสร้างสรรค์  
(Creative Concepts)

ผลงานชุดนี้มีแรงบันดาลใจมาจากการฟ้อน  
กิงกะหล่าเป็นประเพณีที่ดั้งเดิมของล้านนาซึ่งจะฟ้อนกัน  
เพื่อเฉลิมฉลองในเทศกาลออกพรรษา ซึ่งปฏิบัติสืบทอด  
กันมาเป็นเวลายาวนาน มีท่วงท่าการรำรำและเครื่อง  
แต่งกายที่สวยงาม จึงได้นำมาประยุกต์ขึ้นใหม่ในรูป  
แบบของงานที่มีการผสมผสานระหว่างลายไทยและ  
ลวดลายล้านนาให้เกิดความลงตัวและสวยงาม

Inspired by captivated movement and  
eye-catching costumes of northern Lanna's king  
kala dance, the artist combined Thai and Lanna  
motifs to form and perfect this sculpture. Traditionally,  
the dance is performed to celebrate the end of  
three-month-Buddhist Lent in the north.

รางวัลดีเด่น  
ประเภทหัตถกรรม



|               |                                                                                                                                               |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ศิลปิน        | มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย<br>อลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์<br>โดย กฤตยชญ์ คำมิ่ง<br>Valaya Alongkorn Rajabhat<br>University By Kridtayot<br>Khumming |
| ชื่อผลงาน     | ไหล 53                                                                                                                                        |
| Title of work | Flowing 53                                                                                                                                    |
| Technique     | Thowing                                                                                                                                       |
| Temperture    | 1,200 °C                                                                                                                                      |
| Clay          | VRU Clay                                                                                                                                      |
| Glaze         | เคลือบไหล                                                                                                                                     |
| Glaze         | High Temperature                                                                                                                              |
| Size          | 37x40 cm / 50x55 cm /<br>57x52 cm (1 Set 3 Pieces)                                                                                            |

แนวความคิดสร้างสรรค์  
(Creative Concepts)

ประทับใจในการไหลของเคลือบ ที่สามารถ  
นำมาประสมกับเนื้อดินได้อย่างลงตัว

The glaze flow which fits perfectly with  
clay body results in an impressive appearance.

รางวัลดีเด่น  
ประเภทหัตถกรรม



|               |                                                                                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ศิลปิน        | มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์<br>โดย เสกพร ต้นศรีประภาศิริ<br>Valaya Alongkorn Rajabhat University By Sekporn Tansripraparsiri |
| ชื่อผลงาน     | ไหของฉัน                                                                                                                                         |
| Title of work | My Earthen Jars                                                                                                                                  |
| Technique     | Throwing                                                                                                                                         |
| Temperture    | 1,230 °C                                                                                                                                         |
| ชนิดดิน       | VRU Clay                                                                                                                                         |
| Glaze         | Red/Black Guyabe with Flowing Glaze                                                                                                              |
| Size          | Diameter 48x38 cm<br>(1 Set 3 Pieces)                                                                                                            |

แนวความคิดสร้างสรรค์  
(Creative Concepts)

ประทับใจในความงามของเคลือบไหลที่ปรากฏบนผิวของภาชนะ

The effect of glaze coating adds beauty to this ware.

รางวัลดีเด่น  
ประเภทอุตสาหกรรม



|               |                                     |
|---------------|-------------------------------------|
| ศิลปิน        | ชนิษฐา อุดมโชค<br>Kanitta Udomchoke |
| ชื่อผลงาน     | โคมไฟแรงบันดาลใจจากผลึก             |
| Title of work | Crystal Lamp                        |
| Technique     | Slip Casting                        |
| Temperature   | 1,250 °C                            |
| Clay          | Porcelain                           |
| ชนิดเคลือบ    | เคลือบใสไฟสูง                       |
| Glazed        | Crystal Glaze High Temperature      |
| Size          | 30 cm (1 Set 2 Pices)               |

แนวความคิดสร้างสรรค์  
(Creative Concepts)

รูปเหลี่ยมของผลึกที่ถ่ายทอดผ่านทฤษฎีทาง การซ้ำทางศิลปะ สืบออกมาในรูปแบบของโคมไฟ โดยใช้เนื้อดินที่โปร่งแสง เพื่อแสดงถึงลักษณะพิเศษของ เนื้อดินซึ่งเป็นจุดเด่นอีกด้านหนึ่งของงานเซรามิก

Repetition of crystal shapes and translucent clay were used to accentuate another outstanding feature of ceramic.

ศิลปิน

ชานนท์ ต้นประวัติ  
Chanon Tunprawat

Title of work

Ceramic Block

Technique

Slip Casting

Temperature

1,200 °C

Clay

Stoneware Clay

Glazed

Color Glazed

Size

10x10x10 cm (1 Set 15 Pices)



รางวัลดีเด่น  
ประเภท  
อุตสาหกรรม

### แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)

ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิก ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการก่อผนัง โดยมีลักษณะกลวงภายใน และมีน้ำเคลือบทั้ง 2 ด้าน ลดขั้นตอนในการก่อผนังแบบปกติรวดเร็ว เหมาะสำหรับอาคารชุดหรือในส่วนที่ต้องการประดับตกแต่งผนัง ถ้าใช้เป็นผนังด้านนอกอาคารจะช่วยลดความร้อนจากภายนอกอาคารได้ เพราะมีช่องว่างอากาศตรงกลาง ช่วยเป็นฉนวนกันความร้อน และถ้าใช้กับอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศจะช่วยประหยัดพลังงานในการปรับอากาศได้ เพราะนอกจากจะสามารถช่วยลดความร้อนจากภายนอกอาคารแล้ว ยังช่วยในการป้องกันความชื้นเพราะมีน้ำเคลือบ ทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านผนังได้

Ceramic blocks developed for use as wall building material. Designed to be hollow and glazed on two sides, these newly developed ceramic blocks reduce time and materials used in construction because there is no need for brick laying process normal required before wall tiling. They are also suitable for use in condominium or wall decoration. When used as external wall the hollow space acts as heat insulation resulting in air-conditioning energy saving. Apart from thermal reduction, the glaze also prevents occurrences of water seepage through the wall.

### รางวัลดีเด่น ประเภทอุตสาหกรรม

ศิลปิน

ณัฐพงษ์ พรหมพงศธร  
Nuttapong Prompongsaton

ชื่อผลงาน

เครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะ : UDU

Title of work

Percussion design : UDU

เทคนิค

หล่อน้ำดิน, เอนโกบ, กั้นเคลือบ

Technique

Slip Casting, Engobe, Partial Glaze

Temperature

1,050 °C

Clay

Stoneware Clay

ชนิดเคลือบ

เคลือบไฟต่ำ

Glazed

Low Temperature

Size

30x60 (1 Set 6 Pices)



### แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)

นำลวดลายเครื่องปั้นดินเผาโบราณบ้านเชียง มาใช้ในการตกแต่งเครื่องดนตรี ญู (UDU) ซึ่งจัดเป็นเครื่องดนตรีประเภท Word Music

Motifs of Ban Chiang pottery have been used in decorating the Udu, a world class music instrument.



|               |                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------|
| ศิลปิน        | ถนัตนนท ขำพรหมราช<br>Thanatnoond Kumprommarat    |
| ชื่อผลงาน     | หมาลาย                                           |
| เทคนิค        | ดินสีใต้เคลือบ                                   |
| Temperature   | 1,080 °C                                         |
| ชนิดเคลือบ    | เคลือบสีไฟต่ำ                                    |
| Title of work | Texture's Dogs                                   |
| Technique     | Under Glazed                                     |
| Clay          | Stoneware Clay                                   |
| Glazed        | Crystal Glaze Low Temperature<br>(1 Set 8 Pices) |

**รางวัลดีเด่น  
ประเภท  
อุตสาหกรรม**



**แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)**  
เป็นเก้าอี้นั่งเล่นภายในสวน  
Garden chairs.

|               |                                                                                     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ศิลปิน        | มหาวิทยาลัยบูรพา โดย น้ำทิพย์ เต็กมั่งคณ<br>Burapha University By Namthip Teghonkon |
| ชื่อผลงาน     | ปะการัง                                                                             |
| เทคนิค        | เจาะหลุ บนดินพอสเลนซ์                                                               |
| Temperature   | 1,230 °C                                                                            |
| ชนิดเคลือบ    | เคลือบใส                                                                            |
| Title of work | Coral                                                                               |
| Technique     | Hollows On Porcelain Clay                                                           |
| Clay          | Porcelain                                                                           |
| Glazed        | Crystal Glazed                                                                      |
| Size          | 40x30 cm (1 Set 4 Pices)                                                            |

**รางวัลดีเด่น  
ประเภท  
อุตสาหกรรม**



**แนวความคิดสร้างสรรค์ (Creative Concepts)**  
ได้รับแนวความคิดจากความงามของธรรมชาติ  
จากท้องทะเล มาสร้างสรรค์เป็นผลงาน  
The artist was inspired by the beauty of  
the sea.

**รางวัลยอดเยี่ยม  
ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม  
เครื่องปั้นดินเผาและนวัตกรรมใหม่**

- บริษัท สีนพธร จำกัด กรุงเทพมหานคร  
ผลงานชื่อ

"กระเบื้องวาวและกระเบื้องลายโบราณ"  
(ผู้ประกอบการนวัตกรรมใหม่และพัฒนา  
กระเบื้องโบราณให้ใช้กับบ้านสมัยใหม่ได้)

- "เถาองไถ่" จังหวัดราชบุรี  
ผลงานชื่อ "โองมั่งกร"

(ผู้ประกอบการที่รักษาภูมิปัญญาไทย  
และได้อออดผลงานมาสู่วิถีชีวิตปัจจุบัน)

**ขอเชิญผู้สนใจ..**

**ชมการแสดงผลงานศิลปะ  
เครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 15**

- ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2553 - 30 มกราคม 2554  
ณ หอศิลป์สันามจันทร์ (อาคารใหม่) มหาวิทยาลัยศิลปากร  
วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม
- จัดแสดงในงาน Bangkok International Gift and  
Houseware ในเดือนเมษายน 2554 โดยกรมส่งเสริมการส่งออก  
ณ ศูนย์แสดงสินค้า และการประชุมอิมแพค เมืองทองธานี  
กรุงเทพฯ
- จัดแสดงในงานเทศกาลเที่ยวเมืองไทยของการ  
ท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ในเดือนมิถุนายน 2554

# เคลือบเซรามิก ...จากขยะลำไยค่างสต็อก



เพื่อการแก้ไขปัญหาการทำลายลำไยอบแห้งค่างสต็อกปี 2546-2547 จำนวน 46,828.17 ตัน ด้วยวิธีการบดแล้วนำไปเผา กระทรวงวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวคิดในแก้ปัญหาหมลพิษจากการทำลายลำไยและสนับสนุนให้เกิดการสร้างงานให้ชาวบ้านในพื้นที่ โดยการเสนอวิธีการนำกลับมาใช้ลำไยทั้งหมดเป็นแท่งชีวมวล และเพื่อให้การแก้ปัญหาครบวงจรจึงได้เสนอให้นำเถาชีวมวลกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเซรามิก

สูตรการผลิตแท่งชีวมวลหลากหลาย ข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องแจ้งว่า นอกจากลำไยอบแห้งแล้วจะมีส่วนผสมอื่น เช่น ถู ขี้เลื่อย เนื้อไม้พิเศษ ซึ่งล้วนมีผลทำให้องค์ประกอบเคมีของเถาแตกต่างกัน การเผาลำไยล้วนพบว่าจะเกิดเถาร้อยละ 4.35 ประมาณได้ว่าเถาจากลำไยอบแห้งค่างสต็อกจะมีประมาณ 2,037 ตัน ซึ่งโรงงานเซรามิกสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบได้

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ทดลองเตรียมเคลือบขี้เถา จากเถาลำไยอบค่างสต็อกโดยแปรเปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ในงานเซรามิกและวัสดุเหลือทิ้งที่หาได้ทั่วไป ได้แก่ หินปูน แร่ฟันม้า เศษหินแกรนิต เปลือกหอยแครง พบว่าเคลือบสุกตัวที่ 1200 องศาเซลเซียส มีลักษณะมันวาวแตกลายงา และพู่พอง มีลักษณะเหมาะสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทงานศิลปะ

| องค์ประกอบเคมี*    | ตัวอย่างเถาลำไย 1 (ร้อยละ) | ตัวอย่างเถาลำไย 2 (ร้อยละ) |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|
| น้ำหนักที่สูญหาย   | 13.3                       | 7.5                        |
| ซิลิกา             | 16.4                       | 18.5                       |
| อะลูมินา           | 6.1                        | 12.0                       |
| เฟอร์ริกออกไซด์    | 1.0                        | 2.7                        |
| แคลเซียมออกไซด์    | 37.9                       | 31.2                       |
| แมกนีเซียมออกไซด์  | 8.6                        | 5.5                        |
| โซเดียมออกไซด์     | 0.8                        | 1.3                        |
| โพแทสเซียมออกไซด์  | 8.2                        | 12.2                       |
| ฟอสฟอรัสออกไซด์    | 6.6                        | 7.9                        |
| ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ | 0.5                        | 0.4                        |

\*ผลวิเคราะห์จากโครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ

## สูตรเคลือบ

| วัตถุดิบ           | ACF 18        | WG24          | WG26             | WGC 23        |
|--------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| ซีเถ้าลำไย         | 40            | 40            | 30               | 50            |
| หินปูน             | 30            | -             | -                | -             |
| หินฟันม้า          | 30            | -             | -                | -             |
| เศษหินแกรนิต       | -             | 40            | 50               | 16            |
| เปลือกหอยแครง      | -             | 20            | 20               | 17            |
| ซีเถ้าแกลบ         | -             | -             | -                | 17            |
| ลักษณะเคลือบที่ได้ | มันไหลเป็นทาง | มันไหลเป็นทาง | พรุณคล้ายปะการัง | มันไหลเป็นทาง |

ACF 18



ACF 18-1



ACF 18-2



ACF 18-3



ACF 18-4

WG 24



WG 24-1



WG 24-2

WG 26



WG 26-1

WGC 23



WGC 23-1



WGC 23-2



WGC 23-3



WGC 23-4

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักส่งเสริม  
และถ่ายทอดเทคโนโลยี  
สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี  
ผศ.ดร.วีรชัย อจหาญ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และ  
บ.ไทยไดนามิกส์ มาสเตอร์ จำกัด  
ที่ให้ความอนุเคราะห์  
เผาจากลำไยอบแห้งคางสดอก







แนะนำ..

## ศูนย์แสดงและจำหน่ายสินค้าเซรามิก และหัตถอุตสาหกรรมจังหวัดลำปาง



เลขที่ 411

หมู่ที่ 3

ถนนพหลโยธิน ตำบลศาลา

อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง

โทร. 0-5428-4316,

0-5428-4318, 0-5428-4334,

0-5428-4393,

0-5428-4403

### 1. ความเป็นมา

สืบเนื่องจากอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง มีประวัติศาสตร์การผลิตที่ยาวนานกว่า 50 ปี ตั้งแต่มีผู้คนพบวัตถุดิบที่เป็นดินขาวเหมาะแก่การนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ถ้วยชามตราไก่ จวบจนกระทั่งปัจจุบันมีการพัฒนาให้สามารถนำเอาดินขาวลำปางไปผสมกับวัตถุดิบแหล่งอื่นๆ เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าในรูปแบบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของประดับของชำร่วยและของตกแต่ง เป็นต้น





จากเริ่มต้นจนถึงปัจจุบันพบว่า การเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเซรามิก จังหวัดลำปางมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น สามารถผลิตสินค้าได้หลายประเภท และหลากหลายรูปแบบ มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนโรงงานจากเดิมที่มีเพียงไม่กี่โรงงาน จนปัจจุบันมีโรงงานที่ตั้งอยู่ในจังหวัดลำปางประมาณกว่า 200 โรงงาน สามารถจ้างแรงงานในท้องถิ่นได้มากถึงกว่า 11,000 คน มีการผลิตเพื่อการบริโภคทั้งภายในประเทศ และรวมไปถึงการผลิตเพื่อส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ นำรายได้เข้าประเทศและท้องถิ่น อีกทั้งอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปาง เป็นอุตสาหกรรมที่จัดอยู่ในลักษณะอุตสาหกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม (Value added Industry) เพราะเป็นการแปรรูปวัตถุดิบในท้องถิ่นให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของอุตสาหกรรมเซรามิกจังหวัดลำปาง นอกจากนี้ยังพบว่าสินค้าเซรามิกจังหวัดลำปาง มีมูลค่าการส่งออกกว่า 2,000 ล้านบาท ต่อเนื่องมาแล้วหลายปี



ดังนั้นเพื่อเป็นการยกระดับของอุตสาหกรรมเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปางให้มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักในระดับสากลมากยิ่งขึ้น มีจุดจำหน่ายและแสดงผลผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีนวัตกรรมการและครบวงจร รวมทั้งเป็นศูนย์แสดง จำหน่าย และสาธิตสินค้าหัตถอุตสาหกรรมและสินค้าของกลุ่ม SMEs ของจังหวัดลำปาง ทั้งยังสามารถใช้เป็นศูนย์กลางการเจรจาธุรกิจทางการค้าของกลุ่มผู้ประกอบการ องค์กรต่างๆ



จังหวัดลำปางและกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมจึงได้ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐและองค์กรเอกชนของจังหวัดลำปาง จัดทำรายละเอียดข้อเสนอโครงการ “การก่อสร้างศูนย์แสดงและจำหน่ายสินค้าเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรม จังหวัดลำปาง” ขึ้นเสนอต่อรัฐบาลและได้รับการอนุมัติจากคณะรัฐมนตรีให้สามารถดำเนินการได้ เมื่อปี 2547 ต่อมาได้ดำเนินการศึกษาความคุ้มค่าของการลงทุน ผลกระทบ การจัดทำแผนธุรกิจรวมถึงการศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับโครงการ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ราชพัสดุ แปลง อ.ลป.1 ตำบลศาลา อำเภอกาชา จังหวัดลำปาง เนื้อที่ 19-3-41.9 ไร่ ตั้งอยู่บนถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน) มีความเหมาะสม จากนั้นระหว่างปีงบประมาณ 2550 – 2551 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้จัดสรรงบประมาณในวงเงินในวงเงิน 145,339,000 บาท สำหรับการก่อสร้างต่างๆ อันประกอบไปด้วยอาคารแสดงนิทรรศการ อาคารแสดงสินค้า อาคาร OTOP อาคารพิพิธภัณฑ์ สำนักงาน และศูนย์อาหาร เป็นต้น

ซึ่งการดำเนินการก่อสร้างได้เริ่มต้นตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 และการก่อสร้างแล้วเสร็จในเดือน กันยายน 2551 โดยมีบริษัทแอคซีสกรุ๊ป จำกัด เป็นผู้ออกแบบ และกิจการร่วมค้าเชียงใหม่ริมตอ-ศิลป์โยธาเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดสร้างอาคารศูนย์แสดงและจำหน่ายสินค้าเซรามิก และสินค้าหัตถอุตสาหกรรม ของจังหวัดลำปางที่ครบวงจร

2. เพื่อเป็นศูนย์กลางของการเจรจาการค้า (Business Center) โดยทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อในอุตสาหกรรมเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรม ของจังหวัดลำปาง

3. เพื่อเป็นศูนย์กลางการส่งเสริมการตลาดทั้งในระดับประเทศและระดับต่างประเทศ สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกของจังหวัดลำปางซึ่งเป็นศูนย์กลางของการผลิต การค้า-การลงทุน และการส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกของประเทศ

4. เพื่อเป็นแหล่งบริการข้อมูล ข่าวสาร และองค์ความรู้ต่างๆ ทั้งด้านการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การตลาด การบริหารจัดการไว้บริการในลักษณะศูนย์บริการธุรกิจ (Business Opportunity Center: BOC)

5. เพื่อใช้เป็นประตูสำหรับการเผยแพร่ชื่อเสียงกลุ่มอุตสาหกรรมของจังหวัดลำปางให้เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง

## 3. สิ่งก่อสร้าง

ศูนย์แสดงและจำหน่ายสินค้าเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรม จ.ลำปาง ประกอบด้วยอาคารและสิ่งก่อสร้างดังนี้ อาคารแสดงนิทรรศการ อาคารแสดงสินค้า อาคาร OTOP อาคารพิพิธภัณฑ์ สำนักงาน ศูนย์อาหาร ลานจอดรถ และสิ่งก่อสร้างที่แสดงถึงรูปแบบของสถาปัตยกรรมท้องถิ่น เช่น ชุมประตู่โขง ฯลฯ

## 4. บทบาทหน้าที่ และกิจกรรมของศูนย์แสดงและจำหน่ายสินค้าเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรม จังหวัดลำปาง

1. เป็นสถานที่จัดแสดงและจำหน่ายสินค้าเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรม ตลอดจน อาหาร ของฝากต่างๆ และชมงานนิทรรศการเกี่ยวกับเซรามิก อาทิเช่น ประวัติเซรามิก เตาเผาเซรามิกแบบต่างๆ ผลงานของศิลปิน เป็นต้น เปิดจำหน่ายทุกวันตั้งแต่เวลา 09.00-18.00 น. ปัจจุบันมีมากกว่า 30 ร้านค้า
2. เป็นสถานที่ให้บริการข้อมูลข่าวสารสารสนเทศด้านสภาพการณ์เซรามิก เศรษฐกิจ การลงทุน องค์ความรู้เกี่ยวกับเซรามิก ตลอดจนความรู้ทั่วไป บริการอินเทอร์เน็ต Wi-Fi
3. เป็นสถานที่เจรจาการค้าระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อในอุตสาหกรรมเซรามิกและหัตถอุตสาหกรรมของจังหวัดลำปาง
4. เป็นสถานที่จัดการประชุมสัมมนาตั้งแต่ 30 - 2,500 คน







## เรื่องเล่าจาก... เตาเผา

ประมาณปลายเดือนกันยายน  
พวกเราชาว ม.ราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ก็ถึงคิวทำงานเครื่องปั้นดินเผาจากเตาเผา  
นับเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน  
ในวิชาเตาและการเผา ของหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
โดยปกติแล้วพวกเราจะเผาเตาเผากัน  
โดยเฉลี่ยปีละครั้งถึงสองครั้ง  
เพราะการเผาเตาเผาแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาในการเผา  
ตลอดจนทรัพยากรไม่ว่าจะเป็นคน  
และงบประมาณค่อนข้างสูง



เตาฟืนที่พวกเราใช้เผานั้นเป็นเตาเผาที่เราออกแบบกันเองตั้งแต่เมื่อปี 2547 เรียกว่า**“เตามังกร”** เป็นเตาเผาแบบเดียวกับที่ใช้เผาโอ่งมังกร จ.ราชบุรี เพียงแต่ย่อขนาดลงมาเหลือประมาณ 8 เมตร หรือ 5 ตา (ช่องเผา) นั่นเอง การเผาภาชนะเครื่องปั้นดินเผาโดยเฉพาะเตาฟืนนั้น ภาชนะจะทำปฏิกิริยากับขี้เถ้าของไม้ฟืนในระหว่างทำการเผา ทำให้เกิดเป็นลวดลายตามธรรมชาติ ถือเป็นเสน่ห์อันเฉพาะตัวของเครื่องปั้นดินเผาจากเตาฟืน ลวดลายซึ่งเกิดขึ้นจากการเผานี้บางครั้งก็ไม่ได้เป็นไปตามความคาดหวังแต่ช่างปั้นจะต้องปล่อยให้ธรรมชาติเป็นผู้ตัดสินและธรรมชาตินั้นบางทีก็อยู่เหนืออำนาจการตกแต่งของมนุษย์



### เปลวไฟกำลังเริ่มเผาไหม้

#### ทำให้เกิดลวดลายและสีสันบนผิวภาชนะ

กระบวนการเผาเตาฟืนนั้นเราสามารถแบ่งขั้นตอนออกเป็น 3 ขั้นตอนง่ายๆ คือ ขั้นตอนแรกในการเตรียมเตาเผาและนำภาชนะเข้าเตาเผา (Loading) สองขั้นตอนในการเผาและขั้นตอนสุดท้ายคือการนำภาชนะออกจากเตาเผา (Unloading) ดังนั้นเราเริ่มที่ขั้นตอนแรกกัน เริ่มที่เราจะต้องทำความสะอาดบริเวณภายในและภายนอกของเตาทุกครั้ง โดยภายในจะต้องกำจัดคราบและเศษวัสดุที่เหลือจากการเผาก่อนและใช้ทรายแม่น้ำทำการปรับพื้นภายในเตาตามความลาดชันของพื้นเตา ส่วนภายนอกทำความสะอาดรอบๆ เตาเผาและปรับภูมิทัศน์ต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในระหว่างดำเนินการเผา ส่วนภาชนะที่ทำการเผานั้นเราสามารถนำมาตกแต่งลวดลายก่อนนำเข้าเตาเผา อาจใช้น้ำดินสีมาเอนโกบ (Engobe) โดยใช้แปรงทาหรือใช้วิธีการพ่นก็ได้ และอาจจะใช้ฟางข้าวมาพันรอบภาชนะเพื่อให้เกิดลวดลายและสีสันที่แตก

ต่างจากเนื้อดินเดิมอันเนื่องมาจากขี้เถ้าของเส้นฟางจะทำให้เกิดรอยสีส้มอมแดงบนผิวดิน หรือเราสามารถนำเทคนิคดินทนไฟมาปิดบังผิวของภาชนะเพื่อให้เกิดลวดลายจากเปลวไฟและไอเคลือบขี้เถ้าที่ไม่สม่ำเสมอก็ได้ จากนั้นเราต้องเตรียมดินทนไฟเพื่อใช้ติดตั้ง (setting) ระหว่างภาชนะกับแผ่นรองเผา หรือระหว่างภาชนะกับภาชนะ มีสมบัติทนไฟสูงและภายหลังจากการเผาต้องสามารถแยกชิ้นงานออกจากแผ่นรองเผาได้โดยไม่ติดเคลือบขี้เถ้าธรรมชาติ (Natural ash) จากไม้ฟืนด้วย โดยมีส่วนผสมของดินทนไฟ ดินขาว อลูมินาและทรายหยาบ



การตกแต่งภาชนะก่อนนำเข้าเตาเผาโดยวิธีเอนโกบและใช้ฟางข้าว



เมื่อวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่างพร้อมแล้ว เราจึงเริ่มนำภาชนะเข้าเตาเผา (Loading) โดยเริ่มนำงานติดตั้ง ตั้งแต่ห้องเผาตาแรกไล่เรียงไปจนถึงตาสุดท้าย โดยปกติแล้วช่างปั้นจะนำภาชนะที่ต้องการให้สัมผัสเคลือบขี้เถ้าธรรมชาติอย่างรุนแรงจะต้องติดตั้งงานไว้ที่บริเวณคอเตาหรือห้องเผาตาแรกเพราะบริเวณนี้เมื่อทำการเผาจะเป็นบริเวณที่ให้ความร้อนสูงสุดและรองรับปริมาณของขี้เถ้าจากหัวเตามากที่สุด



การนำภาชนะเรียงเข้าภายในเตาเผาต้องใช้ดินทนไฟหรือเปลือกหอยแครงช่วยเวลาติดตั้งงาน

เมื่อบรรจุกาชนะเข้าเตาเผาจนครบทุกห้องเผาแล้ว เราจึงนำอิฐทนไฟมาก่อปิดด้านประตูเตาจากนั้นนำโคลนผสมทรายมาฉาบปิดผิวที่ประตูเตาอีกครั้ง เป็นอันเสร็จขั้นตอนแรก ซึ่งเราสามารถเริ่มการเผาในขั้นตอนต่อไปได้เลย

โดยปกติแล้วก่อนเริ่มการเผาทุกครั้งจะต้องมีการเซ้นไห้เตาซึ่งเป็นธรรมเนียมของช่างปั้นไม่ว่าจะเป็นเตาไทย จีน หรือ ญี่ปุ่น เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเผาและได้ภาชนะที่มีความงดงาม ขั้นตอน ในการเผาเราจะเริ่มจากการสูมหั่วเตาโดยใช้ไม้พิน 2-3 ท่อนขนาดพอดีกับช่องเผา จุดพินให้ติดด้านปลายแล้วค่อยๆ แหย่ที่ช่องเผาด้านล่าง ลมร้อนจากพินจะถูกดูดออกไปทางปล่องเตา เป็นการอุ่นเตาเผาและเผาภาชนะส่วนหนึ่งที่ยังไม่ผ่านการเผาดิบ ใช้เวลาสูมหั่วเตาประมาณหนึ่งคืนกับหนึ่งวัน ซึ่งในเวลาว่างพวกเราก็ต้องใช้เวลาในการตัดพินให้ขนาดพอดีกับช่องเผา หลังจากนั้นก็เปิดช่องเผาด้านบน เริ่มแหย่พินโดยใช้พินจำนวนใกล้เคียงกับช่องเผาด้านล่าง โดยให้ปลายพินติดไฟแล้วค่อยๆ แหย่ไปจนใกล้หมดท่อน จึงนำพินท่อนใหม่แหย่ต่อกันไปไม่ให้ขาดตอน



การสูมหั่วเตาบริเวณช่องเผาด้านล่างและการตัดพินให้พร้อมสำหรับการเผา

เราแหย่พินที่หัวเตาด้านบนจนบรรยากาศภายในเตาเริ่มมีสีแดง จึงปิดช่องเผาด้านล่างพร้อมก๊บน้ำมันหอยโข่งมาช่วยพ่นน้ำมันเข้าช่องเผาด้านบนเพื่อช่วยประหยัดพินในการเผา โดยเรานำน้ำมันเครื่องใช้แล้วมาช่วยในการเผาไหม้ ทำให้ประหยัดต้นทุนและเวลาในการเผา เพราะน้ำมันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผา จะให้ความร้อนสูงและใช้เวลาในการเผาน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเผาแบบพินอย่างเดียว โดยใช้เวลาประมาณหนึ่งวัน



พ่นน้ำมันจนบรรยากาศภายในเตาเผาเริ่มเปลี่ยนจากสีแดงมาเป็นสีส้ม เราจึงเริ่มโยนฟืนท่อนเล็กๆ ผสมกับการพ่นน้ำมันไปด้วย เมื่อภายในเตาเผาเปลี่ยนเป็นสีส้มอมเหลืองเราจึงหยุดการพ่นน้ำมัน แล้วแห่แต่ฟืนอย่างเดียวจนภายในเตาเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสังเกตเห็นซี่ไถภายในเตาเผาเริ่มหลอมตัวเป็นเคลือบขาวบนผิวของภาชนะ เเผาแซ่ไว้อีกประมาณครึ่งวันเพื่อให้เคลือบหลอมตัวดีจึงปิดช่องเผาในส่วนหัวเตา

ก่อนที่จะปิดช่องเผาประมาณ 2-3 ชั่วโมง เราจะเริ่มเผาในช่องเผาที่สองต่อไป ซึ่งเราเรียกว่า“การแห่ตา”โดยจะแห่ฟืนลงในช่องเผาด้านข้างของตัวเตาเผาทั้งสองข้างไล่เรียงจากตาสอง ไปจนถึงตาสุดท้ายคือตาที่ห้า แล้วจึงทำการปิดช่องแห่ตาสุดท้ายเป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนในการเผาส่วนเวลาที่ใช้ในการแห่ตาแต่ละห้องเผานั้น เราต้องสังเกตจากสีไฟและการหลอมตัวของเคลือบซี่ไถจากไม้ฟืน โดยเฉลี่ยห้องเผาละประมาณ 4-5 ชั่วโมง



ป้อนฟืนในช่วงพ่นน้ำมันเข้าช่องเผาด้านบน



เปลวไฟที่พวยพุ่งออกจากปล่องเตาขณะทำการแห่ตาในยามค่ำคืน



บรรยากาศภายในเตาเผาก่อนนำภาชนะต่างๆ ออกจากเตา

เราใช้เวลารอให้เตาเผาเย็นลงจนสามารถนำผลงานออกมาได้ประมาณสามวัน ซึ่งขั้นตอนสุดท้ายคือการนำภาชนะออกจากเตาเผา พวกเราใช้ฟืนที่ข้างเตาเผาเป็นที่จัดวางภาชนะที่จะนำออกจากเตา ต่อจากนั้นใช้ขวาน พร้าหรือชะแลงเปิดประตูเตาเผาด้านข้าง และค่อยลำเลียงภาชนะออกจากเตาเผานำมาจัดวางให้ใกล้เคียงกับการจัดวางภาชนะก่อนการเผา

เพื่อทำการวิเคราะห์ผลของการเผาต่อไป เพราะตำแหน่งในการจัดวางภาชนะต่างๆ ภายในเตาเผา มีผลต่อลวดลายพื้นผิว สีและเคลือบที่ปรากฏบนภาชนะ



เปรียบเทียบภาพภาชนะก่อน-หลังการเผา



รูปปั้นพระคเณศวรที่อยู่ด้านท้ายเตา  
ซึ่งซีเถายังไม่หลอมทำให้เกิดพื้นผิวด้าน



คณาจารย์ นักศึกษาและสมาชิก  
ที่ร่วมกิจกรรมเผาเตากำลังวิเคราะห์และชื่นชมผลงานของตน



เคลือบสีส้มในภาชนะ  
เกิดจากไอเกลือของเปลือกหอยแครง



ผลงานของคุณสุธารักษ์ แสงเทศ ได้รับคัดเลือก  
เข้าร่วมแสดงงานศิลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติครั้งที่ 15



รอยเคลือบไหลที่อยู่บนผิวภาชนะ  
เกิดจากขั้นตอนความรอนระหว่างที่กำลังเผา

กิจกรรมการเผาเตาฟืนนั้นนอกจากนักศึกษาและสมาชิกที่เข้าร่วม  
การเผาจะได้ ความรู้และประสบการณ์ในการเผาแล้ว ยังเป็นการฝึกสมาธิ  
ความอดทนและการทำงานเป็นทีมตลอดจนก่อให้เกิดความสามัคคีให้กับหมู่  
คณะ ซึ่งพวกเราชาวLOYLONกำลังรอคอยให้ท่านผู้อ่านที่สนใจมาร่วม  
สัมผัสบรรยากาศกิจกรรมเผาเตาฟืนกับพวกเราในการเผาเตาฟืนครั้งต่อไป

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่...

หลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
ม.ราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จ.ปทุมธานี  
โทร. 0-2529-3829 และ 0-2909-3048





# การเลือกใช้สี ที่ปลอดภัยสำหรับ... ภาชนะเซรามิกใส่อาหาร



ในความเป็นจริงแล้ว กระบวนการตรวจสอบคุณภาพสินค้าต่างๆที่วางขายอยู่ทั่วไป เป็นเรื่องที่ต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอโดยหน่วยงานราชการ ทั้งนี้เพื่อคุ้มครองความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และเป็นเรื่องที่ต้องควรนำเสนอให้ประชาชนรับทราบอย่างทั่วถึงด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การนำเสนอควรกระทำอย่างชัดเจนและมีใจความสำคัญครบถ้วน หากเลือกนำเสนอข้อมูลแต่ด้านลบโดยขาดข้อเท็จจริง หรือขาดรายละเอียดที่สำคัญไป ก็อาจก่อให้เกิดความเสียหายกับบุคคลบางกลุ่มได้ ดังเช่นปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมเซรามิกในระยะหลังๆ นี้

สังเกตได้ว่าเมื่อมีการตรวจสอบเรื่องโลหะหนักในภาชนะเซรามิกสำหรับใส่อาหาร ก็มักจะมีข่าวในเชิงลบออกมาว่าพบสารตะกั่ว แคดเมียม เจือปนอยู่ในสีที่ใช้ตกแต่งภาชนะในปริมาณค่อนข้างสูง โดยที่ไม่มีการนำเสนอรายละเอียดที่สมบูรณ์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ส่งผลให้ประชาชนเป็นจำนวนมากที่อ่านข่าวสารนั้นแล้ว เกิดความตื่นตกใจจนไม่กล้าที่จะซื้อจานชามที่มีการตกแต่งลวดลายด้วยสีไปเลย ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ผลิตเซรามิกในไทยโดยรวม ทั้งๆ ที่สินค้าที่ผลิตภายในประเทศส่วนใหญ่ เป็นสินค้าคุณภาพสูง ผ่านการรับรองจากประเทศต่างๆ ทั้งในยุโรป และอเมริกา

เมื่อพิจารณาข้อมูลข่าวสารด้วยความที่เป็นกลางจะพบว่า ยังมีข้อเท็จจริงอีกหลายประเด็นที่ไม่ถูกกล่าวถึง อาทิเช่น

- จานชามดังกล่าว เป็นสินค้าที่ผลิตในประเทศไทย หรือนำเข้าจากต่างประเทศ
- สีที่ใช้ในการตกแต่งบนจานชามเป็นสีประเภทใด
- วิธีการที่ใช้ตรวจสอบค่าโลหะหนักนั้นเป็นไปตามมาตรฐานอะไร
- อ้างอิงค่าการละลายของโลหะหนักจากมาตรฐานใด และมีข้อกำหนดอย่างไร (เพราะไม่มีมาตรฐานใดที่ระบุให้ค่าตะกั่วและแคดเมียมเป็นศูนย์)

ซึ่งในประเด็นที่เกี่ยวกับผู้ผลิตสินค้าไม่ได้มาตรฐานนั้น ควรได้รับการตรวจสอบจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และระบุออกมาให้ชัดเจน เพราะจะช่วยให้ผู้ผลิต หรือผู้นำเข้าสินค้านั้นเพิ่มความระมัดระวังในการเลือกใช้สี โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ประกอบการที่ผลิตสินค้าได้มาตรฐาน ไม่ต้องรับความเสียหายจากข่าวสารนี้ไปด้วย



Lead-Free Inglaze Colors



ข้อเสนอแนะอีกประการหนึ่งคือ ผู้ผลิตภาชนะเซรามิกจะทำอะไรให้ผู้ซื้อที่เป็นประชาชนทั่วไปทราบ ว่าสินค้าของตนนั้นปลอดภัยต่อการใช้งาน เพราะใช้สีคุณภาพดี มีกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน และมีการตรวจสอบคุณภาพสินค้าอย่างเข้มงวด เป็นไปได้หรือไม่ที่จะใช้สัญลักษณ์ง่ายๆ คล้ายกับเครื่องหมายประหยัดไฟเบอร์ 5 บนเครื่องใช้ไฟฟ้า เพียงแค่ประชาชนพลิกดูที่ก้นภาชนะและเห็นสัญลักษณ์นี้ก็สามารถซื้อสินค้าได้อย่างมั่นใจ นอกจากนั้นควรต้องมีการระบุชื่อผู้ผลิตให้ชัดเจนด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ อีกทั้งยังช่วยป้องกันการแอบอ้างจากผู้หวังผลประโยชน์จากการใช้สัญลักษณ์นี้ด้วย

ในฐานะที่ บริษัท เฟอร์โร เซอร์โคค (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้แทนจำหน่ายสีเซรามิกคุณภาพสูงจากประเทศเยอรมัน และเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมเซรามิกของไทยมาเป็นระยะเวลานาน จึงขอเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสีและมาตรฐานของโลหะหนัก เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกันในทุกๆฝ่าย โดยหวังว่าข้อมูลดังกล่าว จะช่วยส่งเสริมมาตรการป้องกันปัญหาเรื่องตะกั่วและแคดเมียมในอนาคตได้

สีตกแต่งที่ทางเฟอร์โร เซอร์โคคฯ จัดจำหน่ายให้กับผู้ผลิตภาชนะเซรามิกในประเทศไทย มีดังต่อไปนี้

- สีบนเคลือบชนิดที่ปล่อยค่าโลหะหนักต่ำ (Low metal release onglaze colors)

- การปล่อยโลหะหนักหลังการเผาเป็นไปตามมาตรฐาน DIN EN 1388.1-2 และ Council Directive 84/500/EEC

- สีบนเคลือบชนิดไร้สารตะกั่ว (Unleaded onglaze colors)

- การปล่อยโลหะหนักหลังการเผาเป็นไปตามมาตรฐาน DIN EN 1388.1-2 และ Council Directive 84/500/EEC

- ค่าการปนเปื้อนของโลหะหนักในเนื้อสีและการปล่อยโลหะหนักหลังเผาเป็นไปตามมาตรฐาน California Proposition 65 และ FDA

- สีในเคลือบชนิดไร้สารตะกั่ว (Unleaded inglaze colors)

- การปล่อยโลหะหนักหลังการเผาเป็นไปตามมาตรฐาน DIN EN 1388.1-2 และ Council Directive 84/500/EEC

- ค่าการปนเปื้อนของโลหะหนักในเนื้อสีและการปล่อยโลหะหนักหลังเผาเป็นไปตามมาตรฐาน California Proposition 65 และ FDA

## มาตรฐานการปล่อยโลหะหนัก DIN EN 1388.1-2

### หลักการ

นำตัวอย่างชิ้นงานเซรามิกที่ต้องการทดสอบจุ่มลงใน สารละลายกรดอะซิติก เข้มข้น 40 มิลลิลิตร/ลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารตะกั่วและ แคดเมียมละลายออกมา จากนั้นนำสารละลายนี้ไปหาค่าตะกั่วและแคดเมียมด้วย "Flame atomic absorption spectrometry (FAAS)"

ค่าการละลายที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน Council Directive 84-500-EEC (Permissible limits)

|              | ตะกั่ว                         | แคดเมียม                        |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Flatware     | ไม่เกิน 0.8 mg/dm <sup>2</sup> | ไม่เกิน 0.07 mg/dm <sup>2</sup> |
| Holloware    | ไม่เกิน 4.0 mg/l               | ไม่เกิน 0.3 mg/l                |
| Cooking ware | ไม่เกิน 1.5 mg/l               | ไม่เกิน 0.1 mg/l                |

### คำนิยาม

Flatware หมายถึง ผลิตภัณฑ์ ที่มีความลึกไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

Holloware หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีความลึกเกิน 25 มิลลิเมตร

Cookingware หมายถึง ภาชนะใส่อาหารที่ต้องสัมผัสกับความร้อนในขั้นตอนการเตรียมอาหาร ไม่ว่าจะเป็น การอบ การนึ่ง การต้ม การตุ๋น การย่าง การเคี้ยว หรือการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

## มาตรฐาน FDA

### 1. การละลายของตะกั่วและแคดเมียมด้านในภาชนะ

| ประเภทของภาชนะ                                                            | ค่าตะกั่วต้องไม่เกิน | ค่าแคดเมียมต้องไม่เกิน |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Flatware (plates-จาน, ความลึกไม่เกิน 25 มม.)                              | 3.0 ppm              | 0.5 ppm                |
| Small Holloware (bowls-ชาม, ความจุน้อยกว่า 1.1 ลิตร)                      | 2.0 ppm              | 0.5 ppm                |
| Large Holloware (serving dishes-ชามเสิร์ฟอาหาร)<br>ความจุมากกว่า 1.1 ลิตร | 1.0 ppm              | 0.25 ppm               |
| Cups or Mugs (ถ้วยกาแฟ-แก้วมก)                                            | 0.5 ppm              | 0.25 ppm               |
| Large pitchers/Jugs (เหยือกน้ำ)                                           | 0.5 ppm              | 0.25 ppm               |

### 2. การละลายของตะกั่วและแคดเมียมบริเวณ Lip & Rim (บริเวณที่อยู่ห่างจากขอบบนสุดของภาชนะไม่เกิน 20 มิลลิเมตร)

|                    |          |
|--------------------|----------|
| ค่าตะกั่วไม่เกิน   | 4.00 ppm |
| ค่าแคดเมียมไม่เกิน | 0.40 ppm |

## มาตรฐาน California Proposition 65

ทดสอบเซรามิกใส่อาหารและเครื่องดื่มที่มีการตกแต่งสีด้านนอกภาชนะ

| วิธีการทดสอบ (เลือกเพียง 1 วิธี) | พื้นที่ที่มีการตกแต่งทั้งหมด                                                       | เฉพาะบริเวณ Lip & Rim                                                     |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Material content                 | ค่าตะกั่ว < 0.06 % (600 ppm)                                                       | ค่าตะกั่ว < 0.02 % (200 ppm)                                              |
| EPA Test Method 3050B            | ค่าแคดเมียม < 0.48% (4800 ppm)                                                     | ค่าแคดเมียม < 0.08% (800 ppm)                                             |
| Performance                      | ค่าตะกั่ว < 1.0 µg/wipe                                                            | ไม่มี                                                                     |
| NIOSH 9100                       | ค่าแคดเมียม < 8.0 µg/wipe                                                          |                                                                           |
| Leaching                         | ค่าตะกั่ว < 0.99 ppm<br>ค่าแคดเมียม < 7.92 ppm<br>Total Acetic Acid Immersion test | ค่าตะกั่ว < 0.5 ppm<br>ค่าแคดเมียม < 4.0 ppm<br>ASTM C-927 Lip & Rim test |

### หมายเหตุ

- อ้างอิงตาม "California Proposition 65 August 18, 2005 Settlement Glass & Ceramicware"
- Material content test หมายถึงการตรวจหาปริมาณของตะกั่วและแคดเมียมที่ผสมอยู่ในสี ด้วยการย่อยสลายสีซึ่งสามารถทำได้ทั้งก่อนเผาและหลังเผา
- Performance test หมายถึงการทดสอบหาค่าตะกั่วและแคดเมียมที่หลุดออกมาจากการขัดถูบริเวณที่มีการตกแต่งทั้งหมด (เป็นการทดสอบสีหลังเผา)
- Leaching test หมายถึงการทดสอบหาค่าตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายออกมาใน 4% กรดอะซิติกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (เป็นการทดสอบสีหลังเผา)
- บริเวณ Lip & Rim หมายถึงบริเวณที่อยู่ห่างจากขอบบนสุดของภาชนะไม่เกิน 20 มิลลิเมตร
- ภาชนะสำหรับเด็กห้ามมีการตกแต่งในบริเวณ Lip & Rim

จากข้อมูลข้างต้น อาจประเมินได้ว่าถ้าผู้ผลิตภาชนะเซรามิกเลือกใช้สีที่มีคุณภาพสูง โอกาสที่จะพบการละลายออกมาของสารตะกั่วและแคดเมียมในปริมาณที่เกินมาตรฐานนั้นแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย และในปัจจุบันนี้ ผู้ผลิตรายใหญ่ๆ ในไทย ต่างก็หันมาใช้สีประเภทไร้สารตะกั่วกันเกือบทั้งสิ้น ส่วนงานของทางจังหวัดลำปางเอง ถึงแม้จะมีตลาดมากมาย สีสันฐานแต่ส่วนใหญ่ก็เป็นงานสีใต้เคลือบ เฟอร์นิเจอร์ จึงน่าจะตัดปัญหาการละลายออกมาของโลหะหนักออกได้เช่นกัน

สรุปได้ว่า หากผู้ผลิตเซรามิกในไทยเลือกใช้วัสดุที่ดีรวมทั้งสีตกแต่งที่มีคุณภาพสูง ผ่านมาตรฐาน ส่วนผู้นำเข้าสินค้ามีมาตรการในการคัดกรองสินค้าตั้งแต่ต้นทาง ก็จะช่วยให้ประชาชนชาวไทยมีความมั่นใจในการซื้อภาชนะเซรามิกมากขึ้น และที่แน่ๆ...ปลอดภัยไว้ก่อนกันทุกฝ่าย ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค





# Ball Mill : How to consider factors to its performance ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบดด้วยโม่บด

โดย วิรัช เลิศพรหม

วศ.บ. (วิศวกรรมเซรามิก) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
วิศวกรประจำแผนกเตรียมวัตถุดิบ บริษัท สยามซานิทารีแวร์ อินดัสทรีส์ จำกัด

## 1. บทนำ

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเซรามิกหรืออุตสาหกรรมอื่นๆที่มีความต้องการลดขนาดอนุภาคของวัตถุดิบลงจากวัตถุดิบตั้งต้นขนาด 5 - 250 มิลลิเมตร<sup>[1]</sup> โดยให้มีขนาดเล็กอยู่ในระดับไมโครเมตร ก็คงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องใช้กระบวนการบดย่อยด้วย "Ball Mill" หรือ โม่บดเนื่องจากเป็นเครื่องจักรที่ประดิษฐ์ขึ้นได้ง่าย มีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน อีกทั้งยังคุ้มค่าแก่การลงทุน โดยทั่วไป โม่บดสามารถบดวัตถุดิบให้มีขนาดเล็กได้ในระดับ 10 - 300 ไมครอน<sup>[1], [11]</sup>

หลักการโดยทั่วไปของการบดย่อยวัตถุดิบด้วยโม่บดนั้นคือ การให้วัตถุดิบถูกกระทบ (Catacting/Impact grinding force) และ/หรือขัดสี (Abrasion/Attrition grinding force) ด้วยลูกบดจนเกิดการแตกและสลายตัวเล็กลงจนได้ขนาดตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามด้วยการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ทำให้การลดขนาดวัตถุดิบด้วยโม่บดนั้นกำลังจะหมดไป โดยเทคโนโลยีที่นี้ได้แก่ BARMAC และ MAXMILL<sup>[2]</sup> หากแต่โรงงานเซรามิกในประเทศได้ลงทุนในการสร้างโม่บดไว้แล้ว ครั้นจะให้เปลี่ยนไปลงทุนในเทคโนโลยีใหม่ ๆ เห็นว่าเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ยากเนื่องจากสถานะเศรษฐกิจปัจจุบัน ที่ไม่เอื้อต่อการลงทุนติดตั้งเครื่องจักรใหม่ ๆ ดังนั้น หากเราเป็นผู้ใช้งานโม่บดอยู่ แต่อยากทราบว่าโม่บดที่มีอยู่นั้นถูกควบคุมให้ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพหรือไม่ ในบทความนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยท่านผู้อ่านได้แนวทางในการศึกษาโม่บดและทำให้โม่บดนั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพบทความนี้จะกล่าวถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการบด เพื่อเป็นแนวทางที่สามารถปรับปรุงกระบวนการบดได้อย่างไรก็ตามข้อมูลทั้งหมดนี้ได้ถูกรวบรวมและเรียบเรียงขึ้นจากบทความหลาย ๆ บทความ อีกทั้งจากประสบการณ์การทดลองโดยตรงของผู้เขียน ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมทั้งหมดของรายละเอียดแต่ก็เพียงพอที่จะเป็นแนวทางในการนำไปปรับปรุงพัฒนากระบวนการบดให้ดีขึ้นได้

## 2. ตัวแปรหลักในการพิจารณาถึงประสิทธิภาพของโม่บด

โดยทั่วไปโม่บดสามารถทำการบดได้ใน 2 ลักษณะคือ การบดแบบเปียก (Wet grinding) และการบดแบบแห้ง (Dry grinding) โดยในบทความนี้จะนำเสนอในรายละเอียดของการบดแบบเปียกมากกว่าการบดแบบแห้งเนื่องจากอุตสาหกรรมเซรามิกส่วนใหญ่จะเป็นการบดแบบเปียก และการบดแบบเปียกนั้นมีรายละเอียดปลีกย่อยมากกว่าการบดแบบแห้ง

ขั้นแรกของการพิจารณาถึงประสิทธิภาพของโม่บดนั้นต้องทราบว่า ด้วยปริมาตรทั้งหมดของโม่สามารถใส่ลูกบดได้ประมาณร้อยละ 50 โดยภายในลูกบดนี้จะสูงผลให้เกิดช่องว่างหรือ Void Fraction โดยอัตราในมิติประมาณร้อยละ 40 ดังนั้นก็จะเหลือพื้นที่ในการใส่วัตถุดิบและน้ำอีกประมาณร้อยละ 30 <sup>[11]</sup> ในบทความนี้จะไม่กล่าวถึงอิทธิพลของลูกบดเนื่องจากอุตสาหกรรมเซรามิกส่วนใหญ่จะใช้ลูกบดอะลูมินาอยู่แล้ว (Hi-Density Alumina Grinding Media) ซึ่งเป็นลูกบดที่ให้อะสิทธิภาพการบดดีโดยปกติลูกบดอะลูมินาจะมีความหนาแน่นประมาณ 3.55 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตรและมีการขึ้นรูปอยู่ 2 ลักษณะคือ 1) การขึ้นรูปแบบกลิ้ง (Rolling Forming) และ 2) การขึ้นรูปแบบอัด (Pressed forming) ซึ่งความสามารถในการบดเหมือนกัน แต่แตกต่างกันในเรื่องอัตราการสึกหรอของลูกบดที่การขึ้นรูปแบบกลิ้งจะมีอัตราการสึกหรอที่ต่ำกว่า แต่ในขณะเดียวกันก็มีราคาต่อหน่วยลงทุนที่สูงกว่าเช่นกัน<sup>[2]</sup>

นอกจากข้อมูลในข้างต้นที่กล่าวมานี้ ยังมีตัวแปรอีกหลายตัวต้องนำมาพิจารณา เพื่อให้เกิดการบดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวแปรเหล่านี้ประกอบด้วย

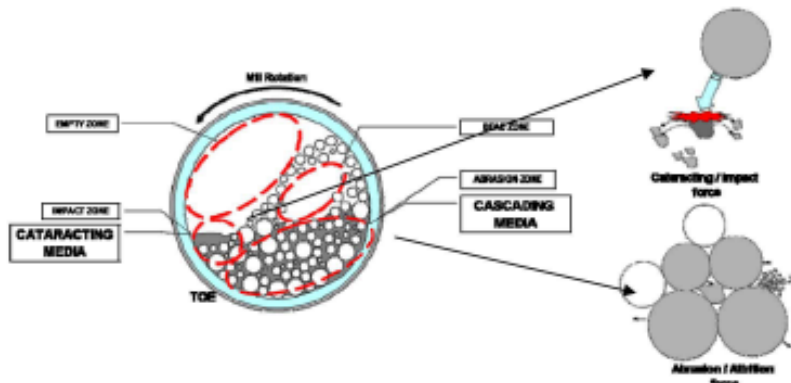
1. คุณสมบัติเฉพาะตัวของวัตถุดิบ (Raw Materials Characterization) เช่น แหล่งกำเนิด ขนาดและความสามารถในการแตกตัว (Source Size and grindability)
2. ความเร็วรอบโม่บด (Mill Rotational Speed)
3. ปริมาณลูกบดและการกระจายขนาดของลูกบด (Grinding media charging quantity and their size distribution)
4. ขนาดของวัตถุดิบต่อลูกบด (Raw Materials Size to grinding media size)
5. ค่าความหนาแน่นและความหนืดของวัตถุดิบที่ใช้ในการบดสำหรับการบดแบบเปียก (Raw materials slurry viscosity and concentration)
6. อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบในโม่บด (Raw materials suspension ratio)

การปรับปรุงการบดต้องพิจารณาในทุกหัวข้อประกอบกัน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่สูงที่สุดและตัวแปรดังกล่าวไม่ได้เรียงตามลำดับความสำคัญ ในความเห็นของผู้เขียนเห็นว่า ตัวแปรแต่ละตัวส่งผลต่อประสิทธิภาพการบดเท่ากัน ไม่มีตัวแปรใดที่สำคัญที่สุดและไม่มีตัวแปรใดที่สำคัญน้อยที่สุดเช่นกันดังนั้นจึงต้องนำทุกๆ ตัวแปรมาพิจารณาร่วมกัน



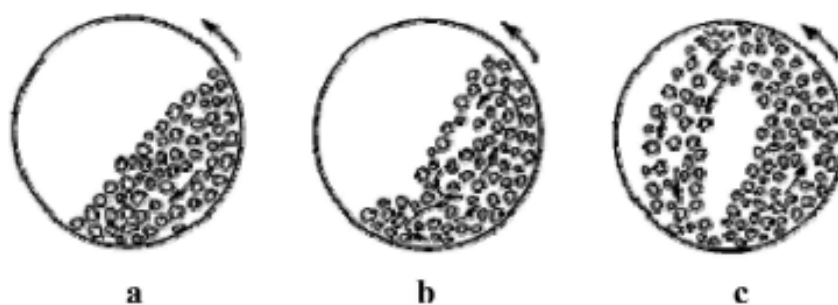
### 3. การทำงานของโม่บด

เมื่อโม่บดทำงาน จะทำให้เกิดกลไกต่าง ๆ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพแสดงกลไกการทงงานที่เกิดขึ้นภายในโม่บด (วิรัช, 2550)

เมื่อโม่บดหมุนจนได้รอบตามที่กำหนดไว้ จะสามารถอธิบายกลไกภายในโม่บดได้ดังนี้กระบวนการบดที่เกิดขึ้นภายในประกอบด้วย 2 แรงกระทำคือ 1) การบดที่เกิดจากการตกกระทบของลูกบด (Catacting Media) กับวัตถุบดป้อนบริเวณ Impact Zone 2) การบดที่เกิดจากแรงขัดสีของลูกบด (Cascading Media) กับวัตถุบดป้อนบริเวณ Abrasion Zone นอกจากนี้หากปราศจากตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความเข้มข้นของ Slurry และแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อลูกบดแล้ว ในการบดครั้งหนึ่ง ๆ จะมีส่วนที่เป็นช่องว่างหรือ Dead Zone ซึ่งเป็นจุดที่ไม่เกิดการบดใด ๆ โดยอัตโนมัติ ในส่วนของ Empty Zone จะเกิดขึ้นเอง (เมื่อพิจารณาที่ความเร็วรอบ 60-80% ของความเร็ววิกฤติ) จะมีปริมาณมากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของโม่บด เช่น หากให้อัตราส่วนความเร็วรอบต่อความเร็ววิกฤติ ( $N_{op}/N_c$ ) มากขึ้นก็จะทำให้เกิด Empty Zone ได้น้อยลง เนื่องจากลูกบดสามารถวิ่งขึ้นไปได้สูงกว่าเดิม ในขณะเดียวกันก็สามารถเพิ่ม Impact Zone ได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 2 ภาพแสดงการเคลื่อนที่ของลูกบดภายในโม่บดที่มีความเร็วรอบที่แตกต่างกัน

- a. ความเร็วรอบต่ำ
- b. ความเร็วรอบปานกลาง และ
- c. ความเร็วรอบสูง (Cullen, 1947)

อย่างไรก็ตามวัตถุบดบางชนิดไม่ต้องการ การบดแบบแรงตกกระทบ เนื่องจากขึ้นอยู่กับขนาดตั้งต้นของวัตถุบดป้อนว่ามีขนาดใหญ่หรือเล็กเพียงใด เพราะวัตถุบดที่มีขนาดเล็กอาจใช้การบดด้วยแรงแบบขัดสี ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพการบดที่ดีกว่า ดังนั้นหากตั้งคำถามว่า การบดที่ดีต้องให้เกิดการบดด้วยแรงแบบใด ระหว่างการบดใน Impact Zone หรือ Abrasion Zone สามารถอธิบายในภาพกว้างได้ว่าขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุบดป้อนว่ามีขนาดเท่าใด

ในส่วนของการละเอียดของการบดที่เกิดขึ้นด้วยแรงขัดสี หากพิจารณาในรายละเอียดก็สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่าการแตกตัวของวัตถุดิบประกอบกันด้วย 2 กลไกคือ Chipping และ Abrasion กล่าวคือ Chipping เป็นการบดที่ทำให้เกิดอนุภาคหยาบหลุดออกมาจากเม็ดวัตถุดิบก้อนขนาดใหญ่ แต่ Abrasion คือ การบดที่ทำให้เกิดอนุภาคเล็กๆ จากอนุภาคหยาบอีกต่อหนึ่งหรืออาจกล่าวรวมกันได้ว่ากระบวนการบดด้วยแรงขัดสื่อนี้รวมกันเรียกว่า Attrition

ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดของทั้ง 6 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบดด้วยไมบดว่ามีที่มาที่ไปอย่างไร โดยผู้เขียนไม่ได้เรียงตามลำดับความสำคัญของแต่ละหัวข้อ ดังนั้นผู้อ่านเองสามารถเริ่มอ่านจากหัวข้อใดก่อนก็ได้

## 1. คุณสมบัติเฉพาะตัวของวัตถุดิบ (Raw Materials Characterization) เช่น แหล่งกำเนิด ขนาดและความสามารถในการแตกตัว (Source Size and grindability)

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงผลของคุณลักษณะเฉพาะตัวของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่สูงผลต่อการบด เช่น แหล่งกำเนิด ขนาดก่อนเข้าบดของวัตถุดิบป้อน (Feeding Size) และความสามารถในการแตกตัว (Grindability) แต่จะไม่ขอกล่าวถึงรายละเอียดของแหล่งกำเนิดวัตถุดิบ เนื่องจากบางครั้งเราจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบแหล่งนั้น เพราะต้นทุนหรือเหตุผลอย่างอื่น แต่สิ่งที่สามารถหาคำตอบเพื่อปรับปรุงกระบวนการบดได้ คือ ขนาดของวัตถุดิบป้อนและความสามารถในการแตกตัว

โดยทั่วไปหากกล่าวถึงขนาดตั้งต้นของวัตถุดิบป้อนที่ต้องการบดด้วยไมบดนั้น ควรมีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร<sup>[4]</sup> หรือหากมีขนาดใหญ่กว่านี้ก็สามารถบดได้เช่นกัน แต่ต้องทำการปรับปรุงที่ตัวแปรอื่นๆ เช่น ขนาดของลูกบดหรือความเร็วรอบ เป็นต้น แต่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพที่อาจต่ำลง รายละเอียดของขนาดวัตถุดิบและลูกบดที่เหมาะสมนั้นจะกล่าวในหัวข้อถัดไปค่าความสามารถในการแตกตัวของวัตถุดิบ สามารถหาได้จากการทดสอบค่า Grindability ของวัตถุดิบแต่ละชนิดได้ โดยอยู่ในหน่วย g/revolution<sup>[5]</sup> หรืออาจอยู่ในรูปของดัชนีงาน (Working Index) ซึ่งอยู่ในหน่วย kWh/Ton<sup>[6]</sup> คุณสมบัติเฉพาะของวัตถุดิบป้อน ได้ถูกอธิบายด้วยทฤษฎีหลายทฤษฎี ซึ่งกล่าวถึงความสามารถในการบดในที่นี้ขอยกตัวอย่างในรูปแบบของ Working Index ได้แก่ Griffith's fracture theory, Bond's theory, Rittinger's theory, Kick's theory และ Hukki's theory ซึ่งทฤษฎีที่แพร่หลายที่สุดเห็นจะเป็น Bond Theory โดย Bond ได้เสนอสมการการหาค่า Working Index ไว้ดังนี้<sup>[6]</sup>

$$E = 100E_i \left( \frac{1}{\sqrt{X_p}} - \frac{1}{\sqrt{X_F}} \right) \text{ ----- (1) เมื่อ}$$

E คือ พลังงานที่ใช้ในการบดวัตถุดิบ  
 $E_i$  คือ Bond Working Index  
 $X_p$  คือ ขนาดของวัตถุดิบหลังจากการบด ( $\mu\text{m}$ )  
 $X_F$  คือ ขนาดของวัตถุดิบป้อน ( $\mu\text{m}$ )  
 $C_s$  คือ Impact Crushing Resistance (ft.lb/in)  
 $\rho_s$  คือ ค่าความถ่วงจำเพาะของวัตถุดิบป้อน

$$E_i = 2.59C_s/\rho_s \text{ ----- (2) เมื่อ}$$

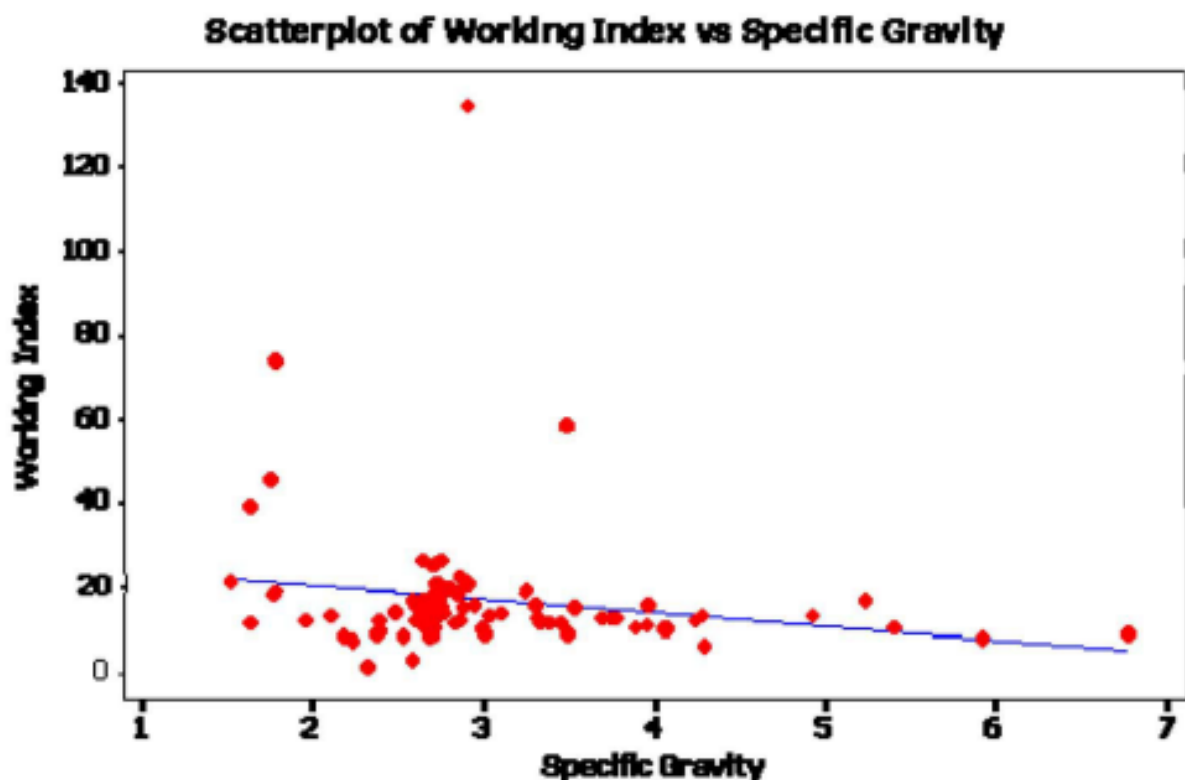
โดย Working Index สามารถหาได้จากการบดในโม่บดขนาดทดลอง แต่ในบทความนี้จะไม่ขออธิบายในส่วนของการหา Working Index แต่ได้แสดงไว้ในตารางด้านล่าง

นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่าง Working Index กับ Grindability สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$W_1 = \frac{4.45}{P_i^{0.22} G^{0.8} (P^{-0.5} - F^{-0.5})} \quad (3)$$

เมื่อ  $W_1$  คือ Working Index  
 $P_i$  คือ ขนาดของตะแกรงที่พิจารณา ( $\mu\text{m}$ )  
 $G$  คือ Grindability (g/rev.)  
 $P$  คือ ขนาดของวัตถุดิบที่ผ่านการบด (80%) ( $\mu\text{m}$ )  
 $F$  คือ ขนาดของวัตถุดิบป้อน (80%) ( $\mu\text{m}$ )

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาสมการที่ (2) จะเห็นว่า Working Index นั้นขึ้นอยู่กับความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity,  $\rho_s$ ) แต่จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า Working Index จะมีค่าน้อยลงเมื่อความถ่วงจำเพาะเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อวัตถุดิบป้อนมีความถ่วงจำเพาะสูงก็จะสามารถแตกตัวดีกว่าวัตถุดิบป้อนที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำ



กราฟที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Working Index และ Specific Gravity



ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่า Working Index ของวัสดุชนิดต่างๆ <sup>[7]</sup>

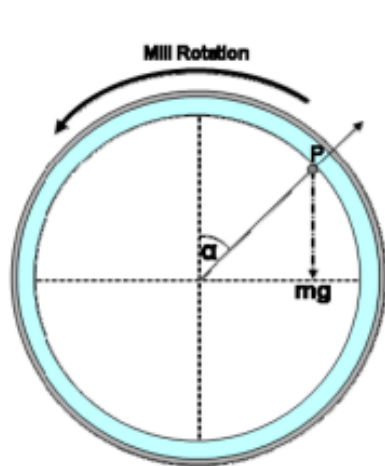
| Material              | No. of tests | Specific gravity | Work index† | Material                 | No. of tests | Specific gravity | Work index† |
|-----------------------|--------------|------------------|-------------|--------------------------|--------------|------------------|-------------|
| All materials tested  | 2088         | -                | 13.81       | Taconite                 | 66           | 3.52             | 14.87       |
| Andesite              | 6            | 2.84             | 22.13       | Kyanite                  | 4            | 3.23             | 18.87       |
| Barite                | 11           | 4.28             | 6.24        | Lead ore                 | 22           | 3.44             | 11.40       |
| Basalt                | 10           | 2.89             | 20.41       | Lead-zinc ore            | 27           | 3.37             | 11.35       |
| Bauxite               | 11           | 2.38             | 9.45        | Limestone                | 119          | 2.69             | 11.61       |
| Cement clinker        | 60           | 3.09             | 13.49       | Limestone for cement     | 62           | 2.68             | 10.18       |
| Cement raw material   | 87           | 2.67             | 10.57       | Manganese ore            | 15           | 3.74             | 12.46       |
| Chrome ore            | 4            | 4.06             | 9.60        | Magnesite, dead burned   | 1            | 5.22             | 16.80       |
| Clay                  | 9            | 2.23             | 7.10        | Mica                     | 2            | 2.89             | 134.50      |
| Clay, calcined        | 7            | 2.32             | 1.43        | Molybdenum               | 6            | 2.70             | 12.97       |
| Coal                  | 10           | 1.63             | 11.37       | Nickel ore               | 11           | 3.32             | 11.88       |
| Coke                  | 12           | 1.51             | 20.70       | Oil shale                | 9            | 1.76             | 18.10       |
| Coke, fluid petroleum | 2            | 1.63             | 38.60       | Phosphate fertilizer     | 3            | 2.65             | 13.03       |
| Coke, petroleum       | 2            | 1.78             | 73.80       | Phosphate rock           | 27           | 2.66             | 10.13       |
| Copper ore            | 308          | 3.02             | 13.13       | Potash ore               | 8            | 2.37             | 8.88        |
| Coral                 | 5            | 2.70             | 10.16       | Potash salt              | 3            | 2.18             | 8.23        |
| Diorite               | 6            | 2.78             | 19.40       | Pumice                   | 4            | 1.96             | 11.93       |
| Dolomite              | 18           | 2.82             | 11.31       | Pyrite ore               | 4            | 3.48             | 8.90        |
| Emery                 | 4            | 3.48             | 58.18       | Pyrrhotite ore           | 3            | 4.04             | 9.57        |
| Feldspar              | 8            | 2.59             | 11.67       | Quartzite                | 16           | 2.71             | 12.18       |
| Ferrochrome           | 18           | 6.75             | 8.87        | Quartz                   | 17           | 2.64             | 12.77       |
| Ferromanganese        | 10           | 5.91             | 7.77        | Rutile ore               | 5            | 2.84             | 12.12       |
| Ferrosilicon          | 15           | 4.91             | 12.83       | Sandstone                | 8            | 2.68             | 11.53       |
| Flint                 | 5            | 2.65             | 26.16       | Shale                    | 13           | 2.58             | 16.40       |
| Fluorspar             | 8            | 2.98             | 9.76        | Silica                   | 7            | 2.71             | 13.53       |
| Gabbro                | 4            | 2.83             | 18.45       | Silica sand              | 17           | 2.65             | 16.46       |
| Galena                | 7            | 5.39             | 10.19       | Silicon carbide          | 7            | 2.73             | 26.17       |
| Garnet                | 3            | 3.30             | 12.37       | Silver ore               | 6            | 2.72             | 17.30       |
| Glass                 | 5            | 2.58             | 3.08        | Sinter                   | 9            | 3.00             | 8.77        |
| Gneiss                | 3            | 2.71             | 20.13       | Slag                     | 12           | 2.93             | 15.76       |
| Gold ore              | 209          | 2.86             | 14.83       | Slag, iron blast furnace | 6            | 2.39             | 12.16       |
| Granite               | 74           | 2.68             | 14.39       | Slate                    | 5            | 2.48             | 13.83       |
| Graphite              | 6            | 1.75             | 45.03       | Sodium silicate          | 3            | 2.10             | 13.00       |
| Gravel                | 42           | 2.70             | 25.17       | Spodumene ore            | 7            | 2.75             | 13.70       |
| Gypsum rock           | 5            | 2.69             | 8.16        | Syenite                  | 3            | 2.73             | 14.90       |
| Ilmenite              | 7            | 4.27             | 13.11       | Tile                     | 3            | 2.59             | 15.53       |
| Iron ore              | 8            | 3.96             | 15.44       | Tin ore                  | 9            | 3.94             | 10.81       |
| Hematite              | 79           | 3.76             | 12.68       | Titanium ore             | 16           | 4.23             | 11.88       |
| Hematite-specular     | 74           | 3.29             | 15.40       | Trap rock                | 49           | 2.86             | 21.10       |
| Oolitic               | 6            | 3.32             | 11.33       | Uranium ore              | 20           | 2.70             | 17.93       |
| Limanite              | 2            | 2.53             | 8.45        | Zinc ore                 | 10           | 3.68             | 12.42       |
| Magnetite             | 83           | 3.88             | 10.21       |                          |              |                  |             |

\* Allis-Chalmers Corporation.

†Caution should be used in applying the average work index values listed here to specific installations, since individual variations between materials in any classification may be quite large.

2. ความเร็วรอบไม่บด (Mill Rotational Speed) ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปได้ให้ความสำคัญในเรื่องความเร็วรอบมากขึ้น เพราะในปัจจุบันสามารถปรับความเร็วรอบที่เหมาะสมได้ง่าย ด้วยวิธีการใช้ Variable Speed Drive เข้ามาช่วยทดสอบเพื่อหาความเร็วที่เหมาะสม ก่อนการปรับระบบเชิงกลอย่างอื่น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่า การปรับเปลี่ยนความเร็วรอบนั้นบางครั้งก็ไม่ใช่คำตอบเดียวเสมอไปที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากเหตุผลทางด้านการใช้พลังงานหรืออัตราการสึกหรอของเครื่องจักรที่อาจเพิ่มสูงขึ้น ในหัวข้อนี้จะแสดงวิธีการคำนวณหาความเร็ววิกฤติว่ามีที่ไปที่มาอย่างไรและเพราะเหตุใดจึงต้องใช้ความเร็วรอบหรือ  $N_{OP}$  ที่ 65 - 80% ของ  $N_C$

**การคำนวณหาความเร็ววิกฤติ** ความเร็ววิกฤติหมายถึง ความเร็วรอบที่ทำให้ลูกบอลถูกเหวี่ยงติดไปกับผนังตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการบดแบบ Cataracting/Impact force หรือเกิดน้อยมาก ซึ่งสภาพนี้เกิดจากการที่ลูกบอลมีความเร็วเท่ากับความเร็วหนีศูนย์กลางหรือ Gravimetric / Centrifuging Speed ดังนั้นจะเรียกความเร็วนี้ว่า ความเร็ววิกฤติ (Critical Speed) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงแรงที่กระทำต่อลูกบอล  
ขณะเกิด Critical Speed

เมื่อกำหนดให้

- R คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของโม่บด  
N คือ จำนวนรอบในการหมุน  
P คือ จุดที่ลูกบอลมีแรงกระทำจากแรงโน้มถ่วงเท่ากับแรงหนีศูนย์กลาง  
M คือ มวลของลูกบอล

แรงกระทำเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

$$P = Mg \quad \text{-----} (1)$$

แรงหนีศูนย์กลาง

$$F_c = MV^2/R \quad \text{-----} (2)$$

เมื่อลูกบอลอยู่ในสภาวะของความเร็ววิกฤติ คือ  
แรงหนีศูนย์กลาง เท่ากับ แรงกระทำจากแรงโน้มถ่วง

$$\frac{MV^2}{R} = Mg \cos \alpha \quad \text{-----} (3)$$

ดังนั้น

$$V = 2\pi R N / 60 \quad (\text{m. /sec.}) \quad \text{-----} (4)$$

แทนค่า (4) ลงในสมการที่ (3) จะได้ความสัมพันธ์

$$\cos \alpha = \frac{4\pi^2 N^2 R}{60^2 g} \quad \text{-----} (5)$$

จากสมการที่ (5) สามารถหาค่าคงที่ได้

$$\cos \alpha = 0.0011 N^2 R \quad \text{-----} (6)$$

แต่เนื่องจากลูกบอลก็มีรัศมีด้วยเช่นกันดังนั้นจึงต้องนำรัศมีของลูกบอลมาคิดด้วย แต่เพื่อให้่ายต่อการคำนวณ จึงคิดค่า R จากเส้นผ่าศูนย์กลาง คือ  $R = D/2$

แทนค่า

$$\cos \alpha = 0.0011 N^2 \frac{(D-d)}{2} \quad \text{-----} (7)$$

เมื่อ

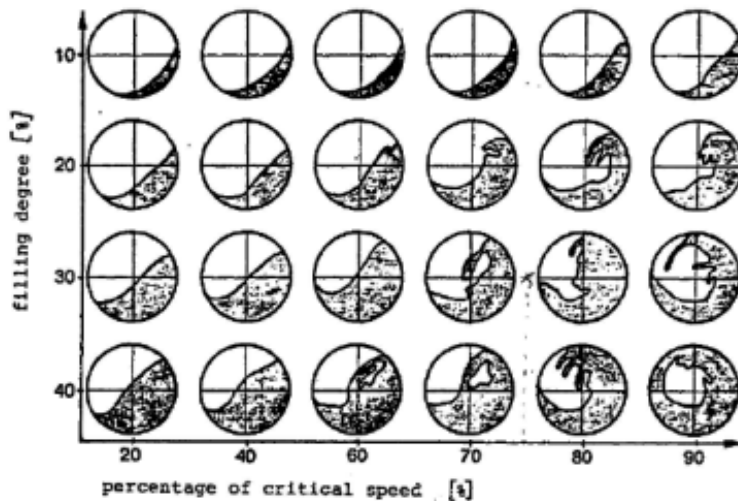
D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของโม่บด

d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกบอล

ที่จุดความเร็ววิกฤติ คือ ความเร็วที่ทำให้ลูกบอลติดผนังไปตลอดนั่นคือมุม  $\alpha = 0$  หรือ  $\cos \alpha = 1$   
และ  $N = N_C$  ดังนั้นเมื่อทำการแทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการที่ (7) จะได้สมการความเร็ววิกฤติดังนี้

$$\text{ความเร็ววิกฤติ } (N_C) = \frac{42.3}{(D-d)^{1/2}}$$

ในทางปฏิบัติแล้วความเร็วของโม่บด  $N_{OP}$  จะอยู่ในช่วง 65 - 80 %  $N_c$  ทั้งนี้ก็เป็นเพราะว่าผลของ Filling Degree,  $f$  หมายถึงปริมาตรของลูกบดต่อปริมาตรของโม่บด ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวจะส่งผลต่อกำลังงานของมอเตอร์ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์จะมีแรงขับเต็มประสิทธิภาพที่  $f$  เท่ากับ 40 - 45% <sup>[12]</sup>



ภาพที่ 4 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $f$  และความเร็ววิกฤติ ( $N_c$ )

### 3. ขนาดของวัตถุดิบต่อลูกบด (Raw Materials Size to grinding media size)

ขนาดของวัตถุดิบ (Feeding Size,  $F$ ) ก็มีผลต่อการเลือกใช้ขนาดลูกบด ซึ่งจากการทดสอบและวิจัยพบว่ามีความสัมพันธ์กันดังนี้ <sup>[7]</sup>

$$M = \left( \frac{F}{K} \right)^{1/2} \left( \frac{SW_i}{100 C_s D^{1/2}} \right)^{1/3} \text{----- (1)}$$

|       |       |     |                                                |
|-------|-------|-----|------------------------------------------------|
| เมื่อ | M     | คือ | ขนาดของลูกบดที่ใหญ่ที่สุด (Inch)               |
|       | F     | คือ | ขนาดของวัตถุดิบป้อน (80 %) (Micron)            |
|       | K     | คือ | ค่าคงที่ในการบด (บดเปียก 350, บดแห้ง 330)      |
|       | S     | คือ | ความถ่วงจำเพาะของวัตถุดิบป้อน                  |
|       | $W_i$ | คือ | ค่า Working Index ของวัตถุดิบป้อน (kWh/Ton)    |
|       | $C_s$ | คือ | สัดส่วนของความเร็วโม่บดต่อความเร็ววิกฤติ (rpm) |
|       | D     | คือ | เส้นผ่าศูนย์กลางของโม่บด (ft)                  |

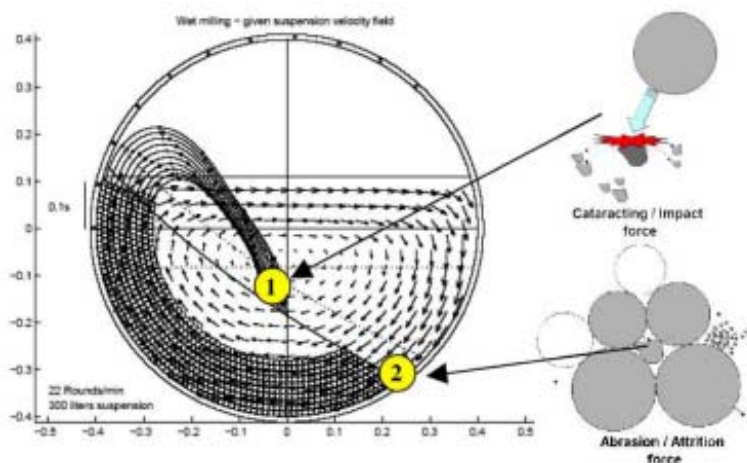
จากสมการจะเห็นว่าขนาดลูกบดที่ใหญ่ที่สุด,  $M$  ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุดิบป้อน ซึ่งหากวัตถุดิบป้อนมีขนาดใหญ่ ก็สมควรที่จะใช้ลูกบดขนาดใหญ่ อีกทั้งความสามารถในการบด,  $W_i$  หรือแม้ค่าความถ่วงจำเพาะและอีกหลายๆ ปัจจัย ก็มีผลด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น การบดแร่ Taconite ในโม่บดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 13 ฟุต ด้วยความเร็วรอบ,  $N_{OP}$  เท่ากับ 68 %  $N_c$  โดยเรามีค่า  $W_i$  เท่ากับ 12.2 kWh/Ton และมีค่าความถ่วงจำเพาะ 3.3 โดยมีขนาดป้อนเท่ากับ 5600 Micron จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณหาขนาดลูกบดที่ใหญ่ที่สุดในการบดครั้งนี้ คือ 2.19 นิ้ว

อย่างไรก็ตาม การใช้ลูกบดขนาดใหญ่จะทำให้ เกิดการบดที่ดีในช่วงแรกที่เกิดการบดจากแรง Cataracting เท่านั้น แต่หลังจากที่วัตถุดิบถูกบดย่อยให้มีขนาดเล็กลง ลูกบดขนาดใหญ่ก็จะลดยบทยาทลงไปใน ดังนั้น นอกจากขนาดลูกบดที่ต้องนำมาพิจารณาแล้ว สัดส่วนของลูกบดขนาดต่างๆ ก็ต้องนำมาพิจารณาดูด้วยเช่นกัน



#### 4. ปริมาณลูกบดและการกระจายขนาดของลูกบด (Grinding media charging quantity and their size distribution)

กระบวนการบดนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงการบดคือ ช่วงที่ 1 ลูกบดขนาดใหญ่มีความสำคัญ เพื่อให้เกิดการบดแบบ Cataracting Grinding Force แต่หลังจากที่วัตถุดิบถูกตกระทบจนมีขนาดเล็กลงจนไม่สามารถบดแบบ Cataracting Grinding Force ได้ ซึ่งจะทำให้วัตถุดิบดังกล่าวก็จะเข้าสู่ระยะการบดช่วงที่ 2 คือ จะเป็นการบดแบบ Attrition/Abrasion Grinding Force โดยการทดลองนี้ได้พิจารณาถึงปัจจัยของจำนวนลูกบดที่มีอยู่ในโม่บดด้วย ซึ่งโม่บดทั้งสองมีรายละเอียดต่างๆ ที่ใกล้เคียงกันและบดวัตถุดิบชนิดเดียวกันภายในประกอบด้วยลูกบดอะลูมินาขนาดต่าง ๆ **ดังที่แสดงในตารางที่ 2** ในโม่บด B จะมี จำนวนลูกบดที่สามารถทำให้เกิด Contacting Point ได้มากกว่า โม่บด A เนื่องจากจำนวนของลูกบดที่มีมากกว่า ดังนั้นโอกาสที่ลูกบดกับวัตถุดิบจะชนกันจนเกิดการสลายตัวก็มีมากกว่า สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วยคือ ขนาดอนุภาคตั้งต้นของวัตถุดิบป้อน ซึ่งในการทดลองนี้ใช้วัตถุดิบป้อนที่มีขนาด 5 มิลลิเมตร ทำให้ต้องใช้ลูกบดขนาดที่ใหญ่ที่สุดคือ  $1\frac{3}{4}$  นิ้ว



ภาพที่ 4 ภาพแสดงแรงที่เกิดขึ้นขณะเกิดการบดในแต่ละช่วง (วิรัช, 2008) <sup>[8]</sup>

ตารางที่ 2 ตารางแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับโม่บด

| Ball Mill No.                  | Ball Mill A     | Ball Mill B     |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|
| Composition                    |                 |                 |
| Inner Diameter, m              | 2.274           | 2.250           |
| Total Volume, m <sup>3</sup>   | 9.240           | 9.380           |
| Rotational Speed, rpm          | 16              | 15.5            |
| Critical Rotational Speed, rpm | 18              | 18              |
| N/Nc                           | 57.0            | 55.0            |
| Number of grinding media       | Approx. 105,500 | Approx. 133,500 |

ตารางที่ 3 ตารางแสดงรายละเอียดลูกบดที่อยู่ในโม่บด A และ B

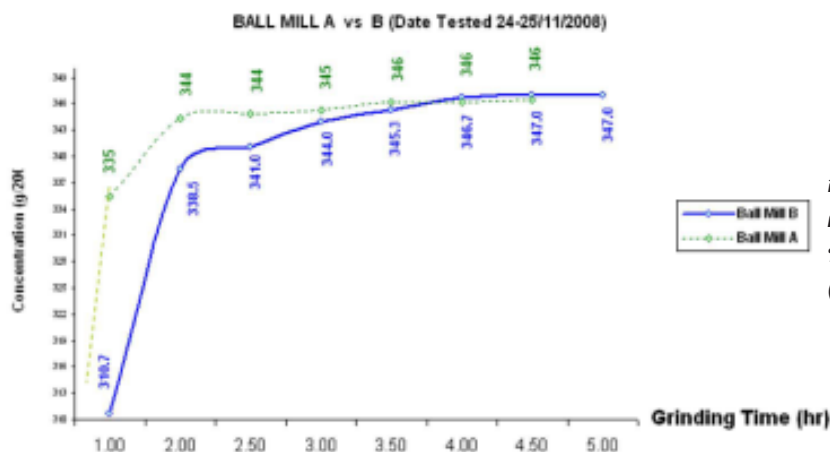
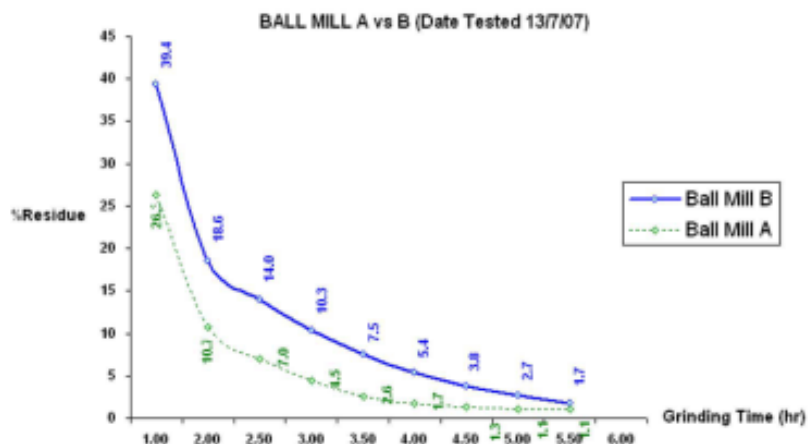
| Media Size | 3/4 | 1  | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 3/4 | 2 |
|------------|-----|----|-------|-------|-------|---|
| Ball Mill  |     |    |       |       |       |   |
| A          | -   | 7  | 23    | 23    | 47    | - |
| B          | -   | 20 | 35    | 25    | 20    | - |

กราฟที่ 2 แสดงให้เห็นว่าโม่บด A ได้รับอิทธิพลของลูกบดขนาด 1 3/4 ต่อการบดในช่วงแรกอย่างมาก ซึ่งจะเห็นได้จาก % Residue ที่ลดลงได้มากกว่าโม่บด B แต่โม่บด A จะมีอัตราการลดลงของ % Residue จะมีน้อยลงในช่วงการบดที่ 2 (อัตราการบดคิดจาก Slope = dy/dx) ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบป้อนขนาดใหญ่ถูกบดจนมีขนาดเล็กลงแล้ว การบดที่เกิดขึ้นต่อจากนี้จะต้องอาศัยลูกบดขนาดเล็กที่ทำให้มี Bad Void น้อยที่สุด [10] เพื่อทำให้เกิดการบดแบบ Abrasion/Attrition Force มากขึ้น ทฤษฎีนี้ถูกพิสูจน์โดยโม่บด B ที่มีจำนวนลูกบดขนาดเล็กมากกว่า จะสามารถให้อัตราการบดในช่วงที่ 2 ดีกว่า

นอกจากนี้ สิ่งหนึ่งที่สามารถพิสูจน์ได้อย่างชัดเจนคือ ค่าความเข้มข้นของ Slurry ที่บดออกมาจากช่วงเวลาที่แตกต่างกัน กล่าวคือในการบดนั้นเป็นการนำวัตถุดิบและน้ำเข้าไปในโม่บด หลังจากบดไปทำให้วัตถุดิบแตกตัวออกมาจนทำให้เป็น Slurry ที่มีค่าความเข้มข้น

ดังนั้น Slurry ก็จะมีค่าความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้น ตามอัตราการแตกตัวของวัตถุดิบ ซึ่งหากโม่บดที่สามารถทำให้เกิดการแตกตัวได้ดี ก็จะทำให้ ค่าความเข้มข้นได้ ตามที่คำนวณได้อย่างรวดเร็วจากข้อมูลของกราฟที่ 3 แสดงให้เห็นถึงโม่บด A สามารถบดได้ค่าความเข้มข้นเร็วกว่าโม่บด B เนื่องจากอิทธิพลของลูกบดขนาดใหญ่ที่สามารถทำให้วัตถุดิบแตกตัวได้อย่างรวดเร็วนั่นเอง

กราฟที่ 2 กราฟแสดงอัตราการลดลงของ % Residue ของโม่บด A และ B (วิรัช, 2008)



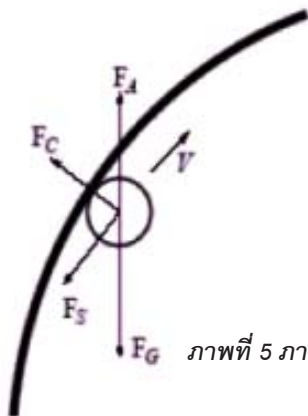
กราฟที่ 3 กราฟแสดงค่าความเข้มข้นของน้ำ Slurry ที่ได้จากการบดเทียบกับช่วงเวลาต่างๆ (วิรัช, 2008)

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าการบดในโม่บด สามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงของการบดและขนาดของลูกบดก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้การบดในแต่ละช่วงเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด โดยสามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. การบดที่เกิดขึ้นในช่วงแรก เมื่อวัตถุดิบมีขนาดใหญ่ กระบวนการบดจะได้รับอิทธิพลจากลูกบดขนาดใหญ่ที่จะทำให้เกิดแรงบดแบบ Cataracting Grinding Force ใน Impact Zone อย่างไรก็ตามต้องนำความเร็วรอบในการบดมาพิจารณาด้วย เพราะลูกบดใหญ่ขึ้นจำเป็นต้องเพิ่มความเร็วยิ่งขึ้นด้วยเช่นกัน
2. การบดที่เกิดขึ้นในช่วงที่ 2 เมื่อวัตถุดิบขนาดเล็กลง ผลของจำนวนลูกบดหรือ Contacting Point จะมีอิทธิพลมากกว่า เนื่องจากการบดในช่วงนี้จะอาศัยแรงบดแบบ Abrasion/Attrition Grinding Force

##### 5. ค่าความเข้มข้นและความหนืดของ Slurry ที่ใช้ในการบดสำหรับการบดแบบเปียก (Raw materials slurry viscosity and concentration)

เมื่อ Slurry ที่มีค่าความเข้มข้นหรือ Concentration สูง จะทำให้กระบวนการบดเกิดขึ้นได้ช้า เนื่องจากมีจำนวนวัตถุดิบต่อจำนวนลูกบดมาก ทำให้ค่า Contacting Point ลดลง (High Feeding Fraction) อีกทั้งความเข้มข้นยังเป็นตัวแปรของความหนืดอีกด้วย ซึ่งก็จะให้ผลในทางเดียวกันคือ เมื่อความหนืดของ Slurry มากขึ้นจะเป็นผลให้ลูกบดเอาชนะแรงโน้มถ่วง (Gravitational Force,  $F_G$ ) จากน้ำหนักของตัวลูกบดและแรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากความหนืดหรือที่เรียกว่า แรงสโตว์ (Stoke Force,  $F_S$ ) อีกด้วย<sup>[9]</sup> จากแผนภาพด้านล่างแสดงให้เห็นถึงแรงที่กระทำต่อลูกบดในสภาวะการบดเปียก เมื่อลูกบดเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง  $V$  สิ่งที่ทำให้ลูกบดขึ้นไปในตำแหน่งที่สูงได้ยาก ประกอบด้วยแรงต้าน 2 แรงคือ แรงโน้มถ่วงและแรงสโตว์ หากพิจารณาสูตรคำนวณของแรงสโตว์แล้วพบว่า สิ่งที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของลูกบดใน Slurry คือ ความหนาแน่นของตัวกลางและความหนืดของตัวกลาง



$F_A$  คือ แรงพยุงตัว ( Buoyancy Force)

$F_G$  คือ แรงโน้มถ่วงกระทำต่อลูกบด (Gravitational Force)

$F_C$  คือ แรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force)

$F_S$  คือ แรงสโตว์ (Stoke Force)

ภาพที่ 5 ภาพแสดงแรงที่กระทำต่อลูกบดขณะเกิดการบดแบบเปียก<sup>[9]</sup>

$$\text{Stokes' Law, } v = \frac{1}{18} \left[ \frac{(\rho_s - \rho_f)gd^2}{\mu} \right]$$

เมื่อ  $V$  คือ ความเร็วที่วัตถุดตกลง

$G$  คือ แรงโน้มถ่วง ( $9.80 \text{ m/s}^2$ )

$\rho_s$  คือ ความหนาแน่นของวัตถุ

$\rho_f$  คือ ความหนาแน่นของตัวกลาง

$d$  คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของวัตถุ

$\mu$  คือ ความหนืดของตัวกลาง



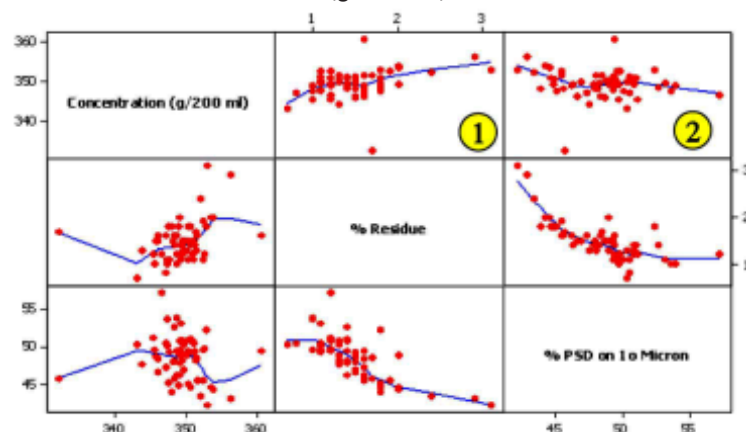
นอกจากนี้ ในความเป็นจริงของการบดนั้นแรงต่าง ๆ ที่กระทำต่อลูกบดที่คำนวณได้จะอยู่ในรูปแบบการไหลตัวแบบ Laminar Flow แต่หากพิจารณาในละเอียด พบว่าการบดภายในโม่บดจะมีการไหลตัวของ Slurry แบบ Turbulence ดังนั้นสิ่งที่ควรจะนำมาพิจารณาต่อคือ ความเร็วของลูกบด (V) ที่จะเปลี่ยนไป โดยแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้<sup>[8]</sup>

$$Re = \frac{d v \rho_F}{\mu}$$

เมื่อกำหนดให้ Re คือ Reynolds Number สำหรับ Re, Laminar <500 และ Re, Turbulence > 500

**จากกราฟที่ 4** แสดงถึงความสัมพันธ์ที่สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อนำความเข้มข้น (Concentration) มาหาความสัมพันธ์กับ % Residue และ % PSD (คุณสมบัติหลักของ Slurry หลังการบด) ในส่วนที่ (1) ของกราฟจะพบว่าเมื่อความหนาแน่นสูงขึ้นก็จะส่งผลให้ค่า % Residue เพิ่มขึ้น (การเปรียบเทียบนี้ใช้เวลาในการบดเท่ากัน) ในส่วนที่ (2) ของกราฟก็ให้ผลออกมาในทิศทางเดียวกันคือ เมื่อความหนาแน่นลดลงก็จะส่งผลให้ค่าความละเอียด (% PSD) เพิ่มขึ้นได้

Matrix Plot of Concentration (g/200 ml), % Residue, % PSD on 10 Micron

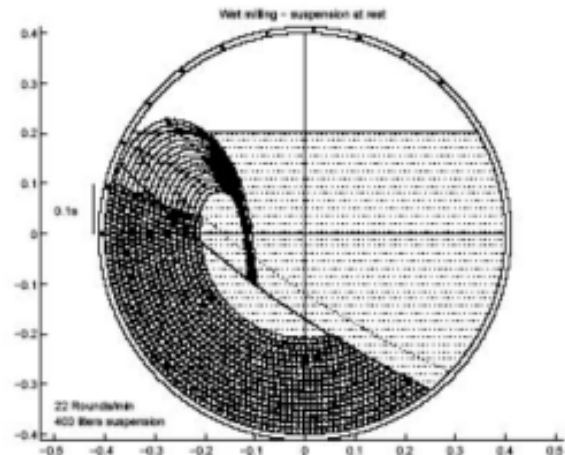
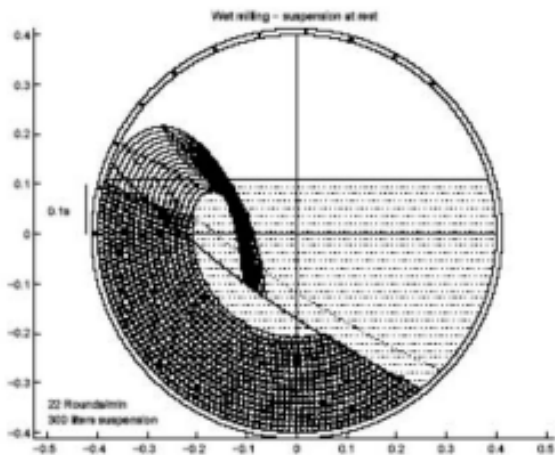


กราฟที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (Concentration) % RSD และ % PSD ที่มีผลต่อกระบวนการบด (วิรัช, 2009)

ในทางปฏิบัติอาจไม่จำเป็นต้องทำตามในทุกรายละเอียด เนื่องจากยังมีปัจจัยอีกมากมายซึ่งในทางปฏิบัตินั้นควบคุมได้ยาก แต่สิ่งที่สามารถควบคุมได้ง่ายและได้ผลในทางปฏิบัติคือ การควบคุมค่าความเข้มข้นของ Slurry ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเท่านั้นก็เพียงพอ

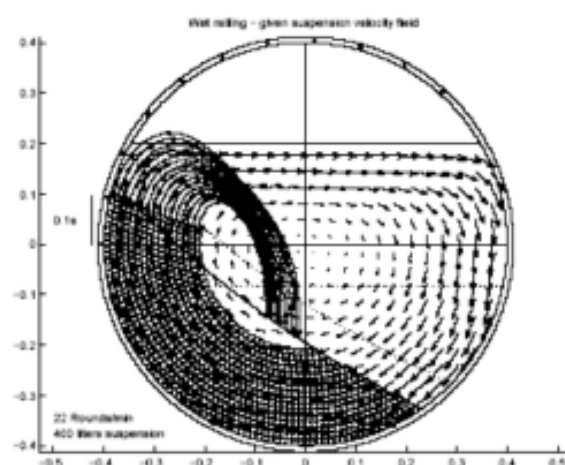
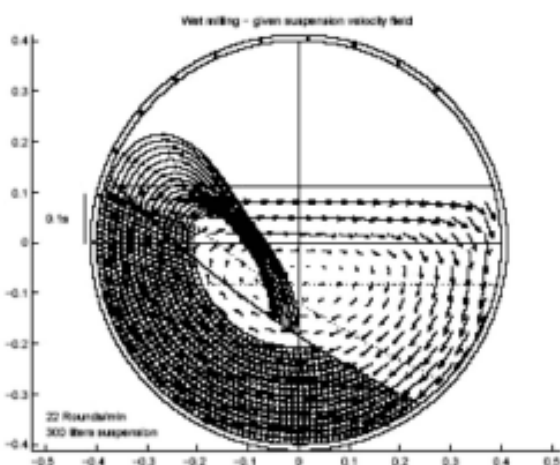
## 6. อัตราส่วนวัตถุดิบในโม่บด (Raw materials suspension ratio)

เมื่อกล่าวถึงอัตราส่วนของวัตถุดิบในโม่บดที่เหมาะสม ได้ถูกกล่าวถึงในหลายบทความว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการบดอย่างมาก โดยทั่วไปอัตราส่วนที่แนะนำไว้จะอยู่ที่ร้อยละ 20 - 25 ของปริมาตรโม่บด ซึ่งในความเห็นของผู้เขียนเองเห็นว่า เหตุที่ต้องใช้วัตถุดิบร้อยละ 20 - 25 นี้ เพราะว่ามีกำหนดอัตราส่วนลูกบดไว้ที่ประมาณร้อยละ 50 และอัตราของว่างมีอยู่ก็ร้อยละ 20 - 30 ทั้งนี้ก็เพราะว่าต้องการให้เกิด Contacting Point ระหว่างลูกบดและวัตถุดิบให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาด้วยวิธีการจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ถึงผลของปริมาณวัตถุดิบที่ใส่ลงในโม่บด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 6 ภาพแสดงจุดตกของลูกบด (Cataracting grinding/contracting point) ที่เป็นผลมาจากปริมาณของ Slurry ในการบดแบบ Laminar Flow หรือ Suspension at Rest [8]

ภาพที่ 6 เป็นการจำลองการเคลื่อนที่ของลูกบดในโม่บดที่มีความเร็วรอบเท่ากันคือ 22 rpm แต่มีการบรรจุ Slurry ในปริมาณที่ต่างกัน ภาพด้านซ้ายมือแสดงปริมาณ Slurry จำนวน 300 ลิตร ส่วนภาพขวามือมีปริมาณ Slurry 400 ลิตร จากภาพปริมาณ Slurry จำนวน 300 ลิตร ส่งผลให้เกิดจุดตกกระทบบ (Cataracting grinding/Contacting point) ได้กว้างกว่าภาพทางด้านขวามือ เนื่องจากได้รับผลกระทบจากแรงสโตรกน้อยกว่าทำให้ลูกบดสามารถขึ้นไปยังจุดสูงสุดตามการคำนวณความเร็วรอบวิกฤติได้ แต่แบบจำลองนี้สร้างเพื่ออธิบายการบดที่เกิดขึ้นกับ Slurry แบบ Laminar Flow เท่านั้น ส่วนสองภาพด้านล่างเป็นการอธิบายถึงผลของการบดที่แตกต่างกัน ในเรื่องปริมาณของ Slurry แต่เป็นการจำลองการบดใน Slurry ที่มีการเคลื่อนที่แบบ Turbulence ซึ่งจากภาพด้านขวาที่มีปริมาณ Slurry 400 ลิตร จะให้จุดตกกระทบบ (Cataracting grinding/Contacting point) กว้างกว่าโม่ที่บรรจุ 300 ลิตร ซึ่งเป็นผลที่ตรงกันข้ามกับแบบจำลองแบบแรก เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าลูกบดได้รับแรงกระทำจากการเคลื่อนที่ของ Slurry ที่เคลื่อนที่แบบ Turbulence นั้นเอง



ภาพที่ 7 ภาพแสดงจุดตกของลูกบด (Cataracting Force) ที่เป็นผลมาจากปริมาณของน้ำ Slurry ในการบดแบบ Turbulence [8]

ในบทส่งท้ายนี้ การปรับปรุงประสิทธิภาพการบด ต้องอาศัยการศึกษาพฤติกรรมของโม่บดแต่ละโม่ด้วย เนื่องจากบางครั้งมีการปรับตัวแปรทุกตัวในโม่บดหนึ่งและทำให้ได้ประสิทธิภาพการบดที่ดี แต่อาจใช้ไม่ได้กับอีกโม่ เนื่องจากลักษณะเฉพาะของโม่บดนั้นๆ แตกต่างกัน ทั้งแง่ของความเร็วรอบการบำรุงรักษาระบบเชิงกล เป็นต้น

อย่างไรก็ตามจากตัวแปรทั้งหมดที่ได้นำเสนอในข้างต้น ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบดให้ดีขึ้นได้ แต่โจทย์สำคัญของการปรับปรุงกระบวนการบดต้องให้ชัดในรายละเอียดว่าต้องการคำตอบแบบใด เช่น โจทย์คือต้องการลดชั่วโมงในการบดลงหรือต้องการลดหน่วยการใช้พลังงานต่อการบดในแต่ละครั้ง ซึ่งบางครั้งอาจไม่สามารถตอบโจทย์ได้ทั้งหมด เช่น ต้องการลดชั่วโมงการบดลง โดยการปรับอัตราเร็วรอบให้เพิ่มสูงขึ้นหรือปรับใช้ลูกบดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่อาจทำให้การใช้หน่วยพลังงานเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกันหรืออาจทำให้อัตราการสึกหรอ(Wearing Rate) ของวัสดุกรูโมและลูกบดมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น

สุดท้ายผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความนี้คงเป็นประโยชน์แก่ท่านผู้อ่าน โดยเฉพาะท่านผู้อ่านที่อยู่ในแวดวงเซรามิกและผู้ที่มีหน้าที่ในการดูแลกระบวนการบดไม่มากนักน้อย

## เอกสารอ้างอิง

1. Rodjana Phreamhom, Adisak Saleesri and Anantaya Srisang, "Construction of Large Ball mill and Efficiency Test Compared with Small Ball Mill" Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, 2003.
2. "Consider the following factors when selecting your grinding media", Union Process Inc., OH 44313-4896
3. EIRICH GmbH & Co KG, Posfach 1160 74732 Germany
4. Dr. Ibrahim Ismail and Dr. Ahmed Sheriff, "Principle of Mechanical Unit Operation Report on Ball Mill", Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Cairo University, 2008
5. -----, Grindability and Working Index Determination, Chemical Engineering, Mahidol University, p.7#5
6. Ross W. Smith, Ph. D, "Size Reduction: Handbook of Chemical Engineering", Department of Chemical and Metallurgical Engineering, University of Nevada at Reno, p.468
7. -----, Size Reduction of Particulate Material, Copyright © 2003 Gordon Young, Licensed to ERPT, p.1
8. Bond, Trans. Am. Inst. Min. Metall. Pet. Eng., 193, 484 (1952)
9. Dynamics of Balls and Liquid in a Ball Mill , MODELING SEMINAR SUMMER TERM 2000, Department of Mathematics, University of Kaiserslautern.
10. Andrzej HEIM, Tomasz P. OLEJNIK, AGNIESZKA PAWLAK, "THE EFFECT OF THE NUMBER OF CONTACTPOINTS BETWEEN GRINDING ELEMENTS ON THE RATE OF GRINDING IN BALL MILLS Physicochemical Problems of Mineral Processing, 38 (2004) 147-155", Technical University of Lodz, Faculty of Process and Environmental Engineering, June 15, 2004
11. ดร.วีระยุทธ ลอประยูร, เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา Powder Technology, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 2546







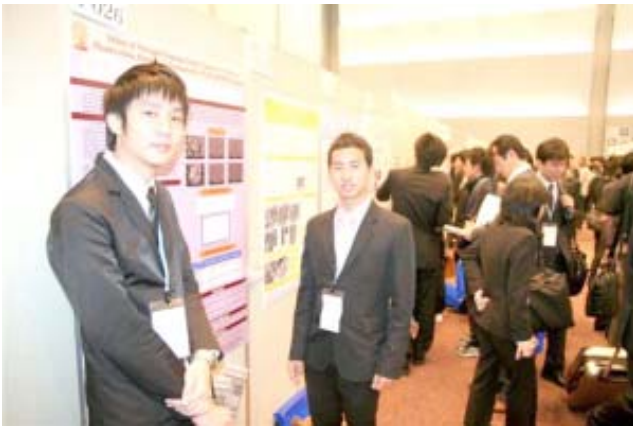
## ประชุมวิชาการ เซรามิกนานาชาติ ครั้งที่ 3 เมืองโอซาก้า ประเทศญี่ปุ่น

สมาคมเซรามิกแห่งประเทศไทยได้เป็นเจ้าภาพจัดงานประชุมวิชาการเซรามิกนานาชาติครั้งที่ 3 ขึ้นที่เมืองโอซาก้า ประเทศญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 14-18 พฤศจิกายน 2553 ที่ผ่านมา ทั้งนี้งานดังกล่าวได้จัดขึ้นมาก่อนหน้านี้แล้วโดยครั้งแรกจัดขึ้นในปี 2549 ที่ประเทศแคนาดา และครั้งที่สองจัดขึ้นในปี 2551 ที่ประเทศอิตาลี

ทางสมาคมเซรามิกไทย โดยนายกสมาคม ดร.สมนึก ศิริสุนทร ก็ได้เข้าร่วมงานประชุมดังกล่าวด้วย พร้อมด้วยคณะทำงาน กรรมการบริหารสมาคม ผศ.ดร.ศิริธันว์ เจียมศิริเลิศ ดร.ธรรมรัตน์ ปัญญธรรมาภรณ์และ ผศ.ดร.ธนากร วาสนาเพียรพงศ์ ก็ไปร่วมงานประชุมดังกล่าวด้วย แม้จะไปด้วยงบประมาณสนับสนุนของแต่ละหน่วยงานที่แต่ละท่านสังกัดอยู่ แต่ก็ได้รับความรู้ทราบสถานการณ์ความก้าวหน้าเทคโนโลยี ทางเซรามิกเป็นประสบการณ์ความรู้ติดตัวกลับมาด้วย

หัวข้อการประชุมวิชาการแบ่งออกเป็น 17 หัวข้อหลักๆ ครอบคลุมงานวิจัยด้านวัสดุเซรามิกทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นเซรามิกดั้งเดิม วัสดุก่อสร้าง คอนกรีตและซีเมนต์ วัสดุทนไฟ แก้วและกระจก เซรามิกสำหรับงานด้านไฟฟ้า แม่เหล็ก ซูเปอร์คอนดักเตอร์ เซลล์เชื้อเพลิง งานด้านพลังงานนิวเคลียร์ ด้านชีวภาพ วัสดุทดแทนกระดูกและฟัน จนถึงวัสดุนาโน และวัสดุเซรามิกสำหรับงานอวกาศและงานในอวกาศ โดยการประชุมในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมกว่า 2,000 คน มาจากประเทศต่างๆ กว่า 50 ประเทศ นำเสนอผลงานถึง 1,859 เรื่อง และมีบริษัทเอกชน องค์กร สมาคมต่างๆ มาเปิดบูธจัดแสดงสินค้า นวัตกรรม และผลงานวิจัยอีกกว่า 50 บูธ โดยรูปแบบการจัดงานมีทั้งการนำเสนอผลงานในรูปแบบปากเปล่าจำนวน 1,041 เรื่อง และโปสเตอร์จำนวน 818 เรื่อง ทางคณะอาจารย์และนิสิตปริญญาตรี โท และเอกจากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ก็ได้ไปร่วมกันนำเสนอผลงานวิจัยด้วยถึง 15 คนด้วยกัน





จากการเข้าฟังการบรรยายรับเชิญโดย คุณ Kazuo Inamori ผู้ก่อตั้งและประธานผู้บริหารบริษัทในเครือ Kyocera ซึ่งมาเล่าประสบการณ์ในการพัฒนาจากงานวิจัยมาเป็นผลผลิตทางอุตสาหกรรม ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครชิพ และปัจจุบันยังมีการผลิตเซรามิกกาวหน้าอีกมากมายที่มีการจัดจำหน่ายในท้องตลาด ในงานนี้ทางบริษัท Kyocera ยังได้นำแท่งทรงอ้วนใบใหญ่ประมาณ 1 ฟุต ที่ทำจากอะลูมินา ความบริสุทธิ์สูง ขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบให้มีความหนาเพียงประมาณ 1-2 มิลลิเมตร แล้วเผาที่อุณหภูมิสูงจนสุกตัวโปร่งแสง แล้วนำไปเขียนลายลงทอง แล้วเผาอีกครั้งหนึ่งจนได้ชิ้นงานที่สวยงามมากอย่างที่เห็น ดูช่างทรงคุณค่าจริงๆ



หัวข้อการบรรยายรับเชิญโดย คุณ Akio Makishima ซึ่งปัจจุบันดำรงตำแหน่งประธานของสหพันธ์ เซรามิกระหว่างประเทศ ICF (International Ceramic Federation) ได้บรรยายเป็นภาษาญี่ปุ่นมีใจความว่า การพัฒนาด้านเซรามิกโดยเฉพาะของญี่ปุ่นนั้น มีมาเนิ่นนานนับแต่โบราณ ตั้งแต่พวกเครื่องปั้นดินเผาจนปัจจุบันก็ได้มีวัสดุเซรามิกขั้นสูงสำหรับงานด้านเทคโนโลยีต่างๆ มากมาย ซึ่งมีส่วนสำคัญมากสำหรับการพัฒนาของมวลมนุษยชาติ ทางสหพันธ์ก็มีพันธกิจที่จะเป็นตัวกลางเชื่อมโยงแหล่งเงินทุนวิจัยจากรัฐบาลญี่ปุ่น สู่หน่วยงานต่างๆ เพื่อการพัฒนาอย่างเป็นระบบ และมีการให้ทุนวิจัยสู่สถานศึกษา สถาบันวิจัย รวมทั้งเอกชนมากมายด้วย

นอกจากนี้ในงานก็ยังแสดงผลภัณฑ์ของบริษัทต่างๆ มาจัดแสดงโชว์นอกจากผลิตภัณฑ์ซีลิกอนไนไตรด์เนื้อสีดำของบริษัท Kyocera แล้วก็ยังแสดงผลภัณฑ์จากบริษัท Nikkato ได้แก่ เบาเผา และท่ออะลูมินาขนาดต่างๆ มาจัดแสดง ในส่วนของบริษัท Denka ก็ได้้นำผลิตภัณฑ์จำพวกโบรอนไนไตรด์ ซีลิกอนไนไตรด์ และจากบริษัทอื่นๆ ที่ไม้อาจจะนำรูปมาให้ชมได้หมดก็ได้มาจัดแสดงด้วยเช่นกัน







สำหรับผมเองก็ได้นำเสนอผลงานวิจัยด้านเซรามิกดั้งเดิม เกี่ยวกับการแก้ปัญหาตำหนิคราบเกลือขาวบนผิวของเครื่องปั้นดินเผาเนื้อดินแดงที่ใช้ดินเหนียวจังหวัดราชบุรี โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์พวกกระถางต้นไม้ โดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนตลงไปในช่วงขั้นตอนการหมักดินก่อนทำการปั้นขึ้นรูป จากการทดลองพบว่าสามารถจัดปัญหาคราบขาวที่ผิวได้ดี เนื้อดินมีการสุกตัวดีขึ้นและยังมีความแข็งแรงหลังเผาสูงกว่าเนื้อดินเดิมอีกด้วย โดยที่ขณะนำเสนอผลงานในรูปแบบของโปสเตอร์ ก็ได้มีผู้สนใจมาสอบถามและขอคำชี้แนะประมาณ 10 คน และได้รับคำแนะนำแนะทางในการทำการทดลองที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดลอง เนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่ เมื่อนำไปทดลองใช้จริงในระดับอุตสาหกรรม อาจจะได้ผลที่แตกต่างออกไป นอกจากนี้ยังมีผู้ร่วมงานในโครงการวิจัยเดียวกันได้ไปร่วมนำเสนอผลงานหัวข้ออื่นๆ ด้วย ทั้งในเรื่องของการพัฒนาวัสดุพื้เทียม วัสดุกรองน้ำดูดกลืน วัสดุสำหรับการผลิตภาชนะหุงต้มตั้งไฟโดยตรง ก็ได้รับคำชี้แนะจากผู้เข้าร่วมฟังการนำเสนอ เช่นการแนะนำให้ทดสอบความเข้ากันได้ต่อเนื้อเยื่อในร่างกายสำหรับวัสดุพื้เทียม อีกทั้งได้รับการเชิญให้ลงตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการด้วย



จากการเข้าร่วมงานประชุมดังกล่าวได้ทราบว่ามีความก้าวหน้าในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัสดุเซรามิกทางการแพทย์ โดยมีการทดสอบความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ ความทนทานในการใช้งาน เนื่องจากมีวัสดุเซรามิกบางชนิดที่เคยใช้งานได้ดีแต่เมื่อใช้งานในร่างกายไปเป็นระยะเวลานานมากกว่า 5 ปี ก็จะมีอาการเสื่อมสภาพ ทำให้ต้องมีการผ่าตัดซ่อมแซมทำให้เกิดปัญหาสุขภาพต่อคนไข้มาก จึงต้องมีการศึกษาความเข้ากันได้ในระยะยาวด้วย นอกจากนี้ยังได้ทราบวิธีการทดสอบการเข้ากันได้ทางชีวภาพ และวิธีการทดสอบลักษณะเฉพาะต่างๆ อีกด้วย ซึ่งสามารถจะนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยของตัวเองได้ในอนาคต

สำหรับความร่วมมือนั้น จากการที่ได้ได้พูดคุยและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นจนได้รับเชิญให้ทำวิจัยร่วมกับนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งเชี่ยวชาญด้านการเตรียมวัสดุพื้เทียมจากอะลูมินา ซึ่งผู้ขอรับทุนกำลังสนใจทำการทดลองเกี่ยวกับวัสดุสำหรับกรองน้ำที่มีความพรุนตัวสูง และจะได้มีการติดต่อความร่วมมือเพื่อขอข้อมูล วัสดุตัวอย่าง และการวิเคราะห์ทดสอบต่อไปในอนาคตด้วย

ปัญหาส่วนใหญ่สำหรับการทำวิจัยในประเทศไทย ก็คือการขาดแคลนเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบ และจากการติดต่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ก็ได้รับความร่วมมือและยินดีจะให้ความช่วยเหลือด้านเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบ หากต้องการก็สามารถจะส่งตัวอย่าง หรือเดินทางไปญี่ปุ่น เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติบางอย่างที่ต้องการและขาดแคลนอยู่ได้ จากการเดินทางไปนำเสนอผลงาน และได้มีนักวิจัยจากสถาบันต่างๆ ในญี่ปุ่นก็ได้รับความสนใจที่จะให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทั้งด้านการวิเคราะห์ทดสอบ และยังยินดีที่จะร่วมทำการวิจัย หรือรับไปทำวิจัยระยะสั้นที่ประเทศญี่ปุ่นในอนาคตต่อไปด้วย





นอกจากจะไปประชุมวิชาการแล้ว ทางทีมนักวิจัย อาจารย์ และนิสิตที่ร่วมเดินทางไปด้วย ก็ยังได้มีโอกาสเที่ยวชมความเจริญก้าวหน้าของบ้านเมือง ที่สามารถอยู่ควบคู่ไปกับความเก่าแก่ของประวัติศาสตร์อันยาวนานของประเทศญี่ปุ่นที่อยู่ด้วยกันได้อย่างกลมกลืนลงตัว ไม่ว่าจะเป็นย่านธุรกิจ นัมบะ ชินไซบาชิ อันโด่งดังของเมืองโอซาก้าที่มีสัญลักษณ์กุกุริโกะ ที่ห่างออกไปไม่ไกลนักก็จะมีปราสาทโอซาก้า ที่มีกำแพงคูเมืองรอบรอบเป็นปราการป้องกันท้านโชกุนในสมัยโบราณ

คณะของเรายังได้มีโอกาสไปทัศนศึกษาปราสาทฮิเมจิที่จังหวัดเฮียวโกะใกล้ๆ โอซาก้า ชมทิวทัศน์ยามค่ำที่อ่าวโกเบ ชมวัดโตไดจิที่เมืองนาระและวัดคิโยมิสึที่เมืองเกียวโต อันเป็นเมืองหลวงโบราณ และเก่าแก่ก่อนจะมาเป็นโตเกียวในปัจจุบัน ที่เมืองเกียวโต เรายังได้เดินชมร้านค้าเครื่องปั้นดินเผาที่มีอยู่มากมายตามทางเดินอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการไปงานประชุมวิชาการก็ทำให้เราได้มีโอกาสได้ท่องเที่ยวทัศนศึกษาไปด้วยในตัว เหมือนคำกล่าวที่ว่า คอนเฟอเรนซ์หรืองานประชุมวิชาการก็คือกำไรชีวิตของนักวิจัยอย่างพวกเรา แต่เราก็ไม่ลืมที่จะนำความรู้กลับมาพัฒนาประเทศกันนะครับ







นอกจากเข้าร่วมงานประชุมวิชาการที่เมืองโอซาก้าแล้ว ทางคณะอาจารย์จากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ยังได้ถือโอกาสไปเยี่ยมชมมหาวิทยาลัยเมจิ ที่เมืองคานากาวา ติดๆกับเมืองหลวงโตเกียว เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ และขอความร่วมมือทางวิชาการ โดยเฉพาะในด้านของวัสดุเซรามิกต่างๆ รวมทั้งแนวทางการทำงานวิจัยและการแลกเปลี่ยนนิสิตนักศึกษากันในอนาคต



## บทสรุปการประชุมวิชาการเซรามิกนานาชาติ และทัศนศึกษาดูงานประเทศญี่ปุ่น

จากการได้มีโอกาสไปเข้าร่วมประชุมวิชาการเซรามิกระดับนานาชาติ ที่มีนักวิชาการ นักวิจัย นักอุตสาหกรรมในวงการเซรามิกมาจากทั่วโลกรวมตัวกันอย่างมากมาย อีกทั้งการได้สัมผัสความเจริญก้าวหน้าบ้านเมืองที่เป็นระเบียบ ความเจริญด้านวัตถุ อยู่ควบคู่ไปกับศิลปวัฒนธรรมเก่าแก่ของประเทศญี่ปุ่น ในครั้งนี้ ทำให้คณะทัวร์หลายๆ คนคงจะได้เพลิดเพลิน พร้อมทั้งได้รับความรู้วิทยากร การทำวิจัย เทคนิคในการผลิตสินค้ารูปแบบแปลกๆ ใหม่ๆ เพื่อนำมาพัฒนาวิทยาการและอุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศไทยได้บ้างไม่มากก็น้อย 



Osaka Castle



The water metropolis



The water metropolis



Foods shoppings and Entertainments







## การลอกลายภาพลงบนชิ้นงานเซรามิก เพื่อการตกแต่งเขียนลาย



*How to Transfer an Image onto Ceramic  
Ware for Decoration*



ในอดีตมนุษย์เริ่มผลิตเครื่องปั้นดินเผาในรูปทรงภาชนะถ้วยและชามไม่เพียงเพื่อประโยชน์ใช้สอยในชีวิตประจำวันเท่านั้น แต่ยังคำนึงถึงความงามในการออกแบบเขียนลวดลายบนเนื้อดินปั้นก่อนนำไปเผา ซึ่งส่งผลทางด้านสุนทรียภาพอย่างเห็นได้ชัด จากหลักฐานก่อนประวัติศาสตร์ในแถบประเทศยุโรป อียิปต์ เมโสโปเตเมีย และจีน แสดงให้เห็นถึงรูปแบบและวิธีการว่า มีการเขียนลวดลายมานานแล้ว ก่อนคริสตกาล 5000 ปี

การตกแต่งในยุคแรกๆ ส่วนใหญ่ จะเป็นการขีดเขียนเป็นร่องลึก ด้วยเครื่องมือง่ายๆ เช่น เศษไม้แหลม มีดหิน ชิ้นส่วนกระดูก นอกจากนี้ลวดลายยังได้จากการกดบนดินด้วยวัสดุต่างๆ เช่น เชือก เศษผ้าขนสัตว์ ซึ่งพบมากจากหลักฐานที่ขุดพบจากร่องการขีดเขียน มนุษย์เรียนรู้ที่จะไล่สีตามร่องที่ขูดลวดลาย ด้วยดินสีต่างชนิดทำให้มนุษย์พัฒนาไปสู่การเขียนลวดลายด้วยดินสี

ปัจจุบันรูปแบบการตกแต่งบนเซรามิก แบ่งออกได้สองรูปแบบใหญ่ๆ คือ การตกแต่งในเชิงประติมากรรม (Plastic decoration) และการตกแต่งในเชิงจิตรกรรม (Surface decoration)

การตกแต่งเชิงจิตรกรรม มีหลายวิธี เช่น การเขียนลวดลายด้วยน้ำสลิป (Slip painting) การเขียนลวดลายด้วยสีใต้เคลือบ (Underglaze painting) การเขียนลวดลายด้วยเคลือบ (Glaze painting) และการเขียนลวดลายด้วยสีบนเคลือบ (Overglaze painting)



สำหรับการตกแต่งเชิงจิตรกรรม โดยเฉพาะการตกแต่งเขียนลวดลายด้วยสีใต้เคลือบและ สีบนเคลือบ ปัญหาอย่างหนึ่งที่พบบ่อยคือ การลอกลวดลายหรือภาพลงบนพื้นผิวภาชนะก่อนที่เคลือบหรือสีบนเคลือบ มีหลายวิธีที่ใช้กัน เช่น ร่างภาพด้วยดินสอดำ ปกรกระดาษไขให้เป็นลวดลายแล้วประทับด้วยผงถ่าน ไขปากกาเมจิกร่างภาพสำหรับงานบนเคลือบ และอีกหลายวิธีที่ทำกันสำหรับการลอกภาพหรือออกแบบลวดลายบนพื้นผิวงานเซรามิก ก่อนจะระบายสีใต้เคลือบหรือบนเคลือบ

วิธีการนี้ได้จากความพยายามคิดแก้ปัญหาเพื่อลดขั้นตอนการทำงาน และบรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการและใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนเกี่ยวกับการเขียนลายบนเซรามิกทั้งบนเคลือบและใต้เคลือบ นอกจากนี้ยังช่วยลดเวลาและสะดวกต่อการทำของนักศึกษา อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบลายสำหรับผู้ที่คอยทักษะทางศิลปะและผู้ที่สนใจศิลปะทั่วไป

## สิ่งที่ต้องใช้ ทินเนอร์ / สำลีหรือกระดาษทิชชู/ภาพหรือลวดลายที่ต้องการ/ กรรไกร หรือ มีดคัทเตอร์



### ขั้นตอนที่ 1

นำภาพหรือลวดลายที่ต้องการ ผ่านการถ่ายเอกสารเสียก่อน โดยสามารถเพิ่มหรือลดขนาดภาพได้ตามที่ต้องการ เพื่อความเหมาะสมกับพื้นที่บนพื้นผิวภาชนะเซรามิก ภาพที่ได้ควรมีความเข้มของสีมาก สีไม่ซีดจาง มองเห็นไม่ชัดเจน ขึ้นอยู่เครื่องของร้านถ่ายเอกสารที่กำหนดค่าความเข้มไว้ อย่าลืมว่า ภาพที่นำมาใช้จะกลับซ้ายเป็นขวา โดยเฉพาะภาพที่เป็นลักษณะตัวอักษรท่านต้องกลับภาพเสียก่อนโดยอาจจะทำในคอมพิวเตอร์ก่อนนำไปถ่ายเอกสาร ภาพจึงจะอ่านได้ถูกต้อง

สำหรับท่านที่ไม่มีพื้นฐานทางศิลปะก็สามารถสร้างผลงานให้ได้ดี จากการหาภาพต่างๆจากเว็บไซต์ หรือ สิ่งพิมพ์ วารสาร ที่ต้องการนำมาขอ ขยาย ให้ได้สัดส่วนที่ต้องการ แล้วนำตัดแปะหรือจัดวางบนกระดาษขนาด A4 จนพอใจก่อนนำไปถ่ายเอกสารเป็นภาพต้นแบบ

### ขั้นตอนที่ 2

นำภาพที่ได้จัดวางให้เหมาะสมกับพื้นที่บนพื้นผิวภาชนะเซรามิก ตัวภาพจะต้องอยู่ด้านล่างติดกับพื้นผิวเซรามิก หลักการวางภาพให้ยกตัวภาพให้สูงจากพื้นผิวพอสมควรเพื่อให้แสงลอดผ่านเห็นตัวลายของภาพ ใช้กำหนดตำแหน่งที่ต้องการจนท่านแน่ใจแล้วติดเทปกาวยาวตามมุมกระดาษเพื่อป้องกันการเคลื่อนของภาพจากตำแหน่งที่วางไว้



### ขั้นตอนที่ 3

ใช้สำลี หรือ กระดาษทิชชู ขูบทินเนอร์หมาดๆ ไม่ควรชุ่มมาก เพราะจะทำให้ภาพเลอะ ทาทินเนอร์ด้านหลังภาพบนกระดาษ กดแรงพอควร กดเบาภาพจะติดไม่ชัด กดแรงเกินไปอาจทำให้กระดาษภาพขาด กดทาทินเนอร์ให้ทั่วตัวภาพทั้งหมด ถ้าไม่แน่ใจว่าภาพติดหรือไม่ ให้ลองขยิบยกกระดาษบางมุมขึ้นดูเล็กน้อย และต้องมั่นใจว่า ภาพไม่เลื่อนออกจากตำแหน่ง เมื่อภาพสมบูรณ์ดีแล้ว จึงลอกยกกระดาษออก ถ้าไม่พอใจผลงานไม่ว่าจะขณะลอกภาพหรือลอกภาพเสร็จสิ้นแล้ว ก็สามารถลบภาพทิ้ง แล้วทำใหม่ได้โดยการใช้ทินเนอร์เช็ดและล้างน้ำสะอาด จากนั้นถ้าเป็นชิ้นงานบิสกิต ก็รอให้น้ำระเหยออกไปบ้าง ประมาณ 30 นาที จึงเริ่มขั้นตอนที่ 3 ใหม่อีกครั้ง แต่ถาเป็นการลอกภาพบนชิ้นงาน Overglaze ก็แค่เช็ดผลงานเซรามิก ให้แห้งสนิท แล้วเริ่มลอกภาพใหม่ได้เลย



ขั้นตอนนี้ ปัญหาที่พบส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับหมึกพิมพ์ของร้านถ่ายเอกสาร ภาพจะชัด ติดหรือไม่ติดดี ก็ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของหมึกเป็นสำคัญ ท่านจึงต้องลองถ่ายเอกสารมาจากหลายร้าน การดูกดทา บนกระดาษภาพ ก็ปัญหาอีกส่วนหนึ่งที่พบ คือการใช้ปริมาณทินเนอร์มากเกินไปทำให้สีเลอะ กระดาษฉีกขาดงาย เวลาถู ทินเนอร์น้อยเกินไปภาพก็ไม่ติด ถูเบาไปภาพก็จาง สิ่งเหล่านี้เป็นปัญหาที่ท่านต้องศึกษาและสังเกตดูว่า ความพอดีอยู่ตรงไหน จากการลงมือปฏิบัติเท่านั้น

ขอเสนอแนะ ท่านสามารถทดลองใช้กับน้ำยาต่างๆ ได้ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันกับทินเนอร์ เช่น น้ำยาล้างเล็บ ก็อาจใช้งานได้ในบางสถานการณ์ 

# จอกรองนํ้าอย่างพารา โอกาสในวิกฤติเซรามิกไทย

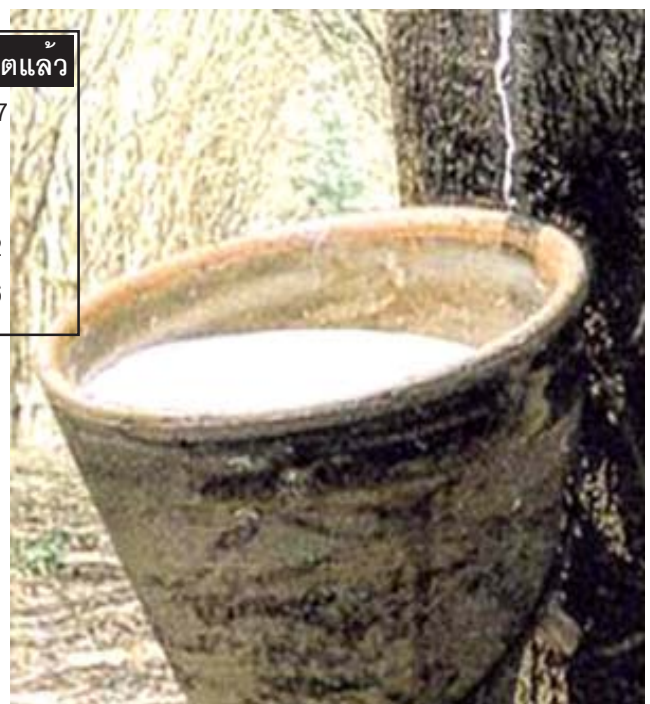
ท่ามกลางสภาวะปัญหาทางเศรษฐกิจทั้งในและนอกประเทศที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการผลิตแทบทุกประเภท มากน้อยแตกต่างกันไป อุตสาหกรรมผลิตเซรามิก ก็ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง โดยโรงงานขนาดกลางและเล็ก ได้ประสบกับปัญหาต่างๆ มากมาย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาในเรื่องการซลตัวหรือลดลงของตลาด ซึ่งส่งผลกระทบร้ายแรงจนถึงขั้นปิดกิจการไปก็มี แต่ในวิกฤติเช่นนี้กลับมีความต้องการสินค้าเซรามิกประเภทหนึ่ง ซึ่งแต่เดิมไม่มีคนสนใจผลิตมากนัก ได้เติบโตขึ้นจนมีความต้องการใช้งานอย่างมาก และได้มีการนำเข้าจากต่างประเทศเข้ามาจำหน่ายแล้วในบางส่วน นั่นก็คือ ถ้วยรองนํ้าอย่างพาราที่ทำมาจากเซรามิก หรือ จอกรองนํ้าอย่าง เซรามิก นั่นเอง

ปัจจุบันทางภาครัฐมีการส่งเสริมการปลูกยางพาราเป็นอย่างมาก และส่งเสริมต่อเนื่องมากกว่า 10 ปี จนขณะนี้มีการพื้นที่ปลูกยางพาราไปเกือบทั่วประเทศ ข้อมูลจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552) ระบุว่า ในปี 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางทั้งสิ้น 16,716,945 ไร่ (16 กว่าล้านไร่) โดยมีพื้นที่การปลูกที่ให้ผลผลิตแล้ว 11,371,407 ไร่ ใน 60 จังหวัดทั่วประเทศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

| พื้นที่ปลูก           | จำนวนพื้นที่ปลูก | พื้นที่ให้ผลผลิตแล้ว |
|-----------------------|------------------|----------------------|
| ทั่วประเทศ            | 16,716,945       | 11,371,407           |
| ภาคเหนือ              | 600,578          | 14,771               |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 2,799,209        | 569,668              |
| ภาคกลาง               | 1,977,460        | 1,272,792            |
| ภาคใต้                | 11,339,698       | 9,514,176            |

โดยที่พื้นที่ปลูก 1 ไร่จะปลูกต้นยางพาราได้ประมาณ 70 ต้น เมื่อคำนวณคร่าวๆ คุณจะพบว่ามีการปลูกต้นยางพาราไปแล้วกว่า 1,170 ล้านต้น สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วกว่า 790 ล้านต้น และยังมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดความต้องการใช้จอกรองนํ้าอย่างมากมาย ตามจำนวนต้นยางที่ปลูกขึ้นมา (ใช้จอกรองนํ้าอย่าง 1 ถ้วยกับต้นยาง 1 ต้น) แต่นั่นเป็นเฉพาะความต้องการใช้ในประเทศเท่านั้น และจากสถานการณ์ยางในตลาดโลกที่มีแนวโน้มค่อนข้างดี จึงทำให้ประเทศเพื่อนบ้านเรา มีการส่งเสริมการปลูกต้นยางพาราเช่นเดียวกัน นั่นก็หมายถึงความต้องการใช้จอกรองนํ้าอย่างย่อมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ในอดีตจอกรองนํ้าอย่างพาราเดิมที่ใช้กะลามะพร้าว แล้วจึงพัฒนามาเป็นถ้วยดินเผาแบบพื้นบ้าน และพลาสติก ในที่สุด ทำให้จอกรองนํ้าอย่างพารา ที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่สองลักษณะคือ จอกรองนํ้าอย่างที่ทำจากเซรามิก และที่ทำมาจากพลาสติก แต่ความต้องการใช้จอกรองนํ้าอย่างที่ทำจากเซรามิก (ดินเผา) ยังคงมีอยู่สูงมาก เนื่องจากมีข้อดีกว่าจอกรองนํ้าอย่างแบบพลาสติกคือ



- มีความสามารถในการทนต่อการกัดกร่อนของกรด ที่ต้องเติมลงไปเพื่อป้องกันนํ้าอย่างแข็งตัว ได้ดีกว่าพลาสติกมาก (พลาสติกจะเกิดการกรอตัว และแตกร้าวในที่สุดเมื่อโดนกรด และยังไม่นับการที่โดนกรดกัดผิวด้านในจนผิวไม่เรียบทำนํ้าอย่างเกาะติดผิวถ้วย จะเกิดเป็นขี้ยาง ซึ่งขายได้ราคาต่ำกว่านํ้ายาง)

- มีน้ำหนักมากกว่าพลาสติก ทำให้เวลาเกิดลมพายุ จอกรองนํ้าอย่างจะไม่ปลิวหายไป

- มีอายุการใช้งานที่นานกว่า ไม่มีการเสื่อมสภาพ นอกจากการแตกแตกเท่านั้น



แต่เนื่องด้วยราคาขายของจากรองน้ำยางพลาสติกที่ต่ำ ทำให้การผลิตจากรองน้ำยางเซรามิก จากหลายๆ โรงงานไม่สามารถที่จะทำราคาเข้าไปแข่งขันได้ จึงมีผู้ผลิตออกมาน้อยมาก ผู้ที่ผลิตจากรองน้ำยางเซรามิกออกจำหน่ายปัจจุบันก็มักจะเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนต่างๆ ซึ่งมีเทคโนโลยีในการผลิตและความสามารถในการผลิตที่ต่ำยังคงอาศัยแรงงานฝีมือและเชื้อเพลิงจากธรรมชาติตามฤดูกาลในการเผา ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ และคุณภาพไม่สม่ำเสมอ แต่เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่ต่ำ (ไม่ได้ทำเป็นอาชีพหลัก) จึงทำให้สามารถผลิตออกมาขายในราคาที่สามารถแข่งขันกับจากรองน้ำยางพลาสติกได้ แต่ก็ยังไม่สามารถตอบสนองกับปริมาณความต้องการของตลาดได้ ทำให้เกิดความต้องการจากรองน้ำยางเซรามิกอยู่เป็นจำนวนมาก

จากข้อมูลที่ถูกกล่าวมาจะพบว่าขณะนี้มีความต้องการใช้จากรองน้ำยางพาราที่ทำจากเซรามิกสูงมาก แต่ปัญหาใหญ่ของผู้ผลิตก็คือ ราคาขายที่จะต้องไม่สูงกว่าจากรองน้ำยางแบบที่เป็นพลาสติกมากนัก ซึ่งในอดีตราคาจากรองน้ำยางพาราเซรามิกที่ผลิตออกมาจำหน่ายหน้าโรงงานราคาก็ยังสูงกว่าจากรองน้ำยางแบบพลาสติกกว่า 3-4 เท่า (ส่วนใหญ่คิดต้นทุน/ราคาขายโดยอาศัยพื้นฐานการผลิตของ Table ware เป็นฐานการคิดคำนวณ) ทำให้สูญเสียตลาดให้กับผลิตภัณฑ์พลาสติกอย่างน่าเสียดาย แต่เมื่อเรากลับไปพิจารณาถึงผลิตภัณฑ์จากรองน้ำยางเซรามิกอย่างถ่องแท้แล้วในทุกๆ ด้าน เราจะพบข้อมูลหลายอย่างที่จะนำไปสู่การผลิตที่สามารถทำต้นทุนที่ต่ำ และสามารถผลิตออกจำหน่ายได้ในราคาที่แข่งขันกับผลิตภัณฑ์พลาสติกได้ ซึ่งด้วยประสบการณ์การผลิตสินค้าเซรามิกของผู้ผลิตบ้านเราที่สั่งสมกันมา การที่จะผลิตและพัฒนารูปแบบของจากรองน้ำยางพาราเซรามิกให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำนั้นคงไม่ใช่เรื่องยาก อีกทั้งยังมีความต้องการของตลาดค่อนข้างสูงมาก (เฉพาะตลาดในประเทศไม่นับความต้องการของประเทศเพื่อนบ้านเราก็ที่ส่งเสริมการปลูกยางพาราเช่นเดียวกัน) จึงอาจถือได้ว่าตลาดของจากรองน้ำยางพารา เป็นตลาดที่มีความน่าสนใจมากอีกตลาดหนึ่งในสภาวะการณ์ปัจจุบัน ซึ่งในขณะเขียนบทความนี้ได้มีผู้ประกอบการผลิตเซรามิกขนาดเล็ก และกลาง หลายโรงงานได้เริ่มมีการผลิตจากรองน้ำยางพาราเซรามิกออกสู่ท้องตลาดแล้ว โดยแต่ละโรงงานจะมีรูปแบบของสินค้าที่ใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกันไปในเรื่องของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์



จากรองน้ำยางพารา เซรามิก



จากรองน้ำยาง พลาสติก

ในวิกฤติเศรษฐกิจขณะนี้ จากรองน้ำยางพาราเซรามิก จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ประกอบการผลิตเซรามิก ที่จะหันมาผลิตสินค้าออกมาสสนองความต้องการใช้งานที่มีอยู่สูงมากในประเทศ แต่ทั้งนี้ในการกระบวนการผลิตเองก็ยังคงมีปัญหาที่ท้าทายอยู่ว่าจะทำอย่างไรถึงจะสามารถได้กำไรสูงสุดจากราคาขายที่มีเพดานราคาค่อนข้างแคบ เพราะมีผลิตภัณฑ์จากพลาสติกเป็นคู่แข่งสำคัญ นอกเหนือจากกำลังการผลิตที่จะตอบสนองความต้องการของตลาดได้อย่างเต็มที่ รวมถึงการวางแผนการผลิตอย่างไรจึงจะสอดคล้องกับความต้องการใช้งานที่เป็นฤดูกาล เนื่องจากยางพาราไม่ได้เก็บเกี่ยวผลผลิตตลอดทั้งปี ต้องมีช่วงเวลาในการพักต้นสลับกับการกรีดยางสลับกันไป ทั้งนี้สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมเรื่องการปลูกยางพาราได้จากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



จัดงาน...

# ลำปางเซรามิกแฟร์ 2553



ตื่นตาตื่นใจกับงานลำปางเซรามิกแฟร์ที่จัดขึ้นเป็นประจำทุกปี และถูกบรรจุในปฏิทินการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ระหว่างวันที่ 1-10 ธันวาคม แต่ในปี 2553 นี้เป็นการจัดงานครั้งที่ 23 ได้จัดขึ้นเป็นพิเศษ 12 วัน ระหว่างวันที่ 1-12 ธันวาคม 2553 การจัดงานในครั้งนี้ มีสไตล์การจัดงานแบบล้านนา-จีน ภายในงานตกแต่งด้วยโคมไฟแบบจีน ผสมผสานกับตุ๊กตแบบล้านนา

มีผู้ร่วมออกบูธมากกว่า 300 บูธ มีทั้งสินค้าเซรามิกที่ได้มาตรฐานส่งออก แต่นำมาจำหน่ายในราคาโรงงาน สินค้าโอท็อปติดดาว ขึ้นชื่อของจังหวัดลำปางและจากต่างจังหวัดที่นำของมาร่วมโชว์และจำหน่าย สินค้าอื่นๆ อีกมากมายให้ผู้เข้าร่วมชมงานได้เลือกซื้อเลือกชม การออกบูธภายในงานลำปางเซรามิกแฟร์ ครั้งที่ 23 นี้ผู้ร่วมออกบูธส่วนใหญ่ จะเป็นผู้ประกอบการเซรามิกและเป็นสมาชิกของสมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง ผู้เข้าร่วมชมงานก็มีทั้งชาวลำปางและผู้ที่เดินทางมาจากต่างจังหวัด เนื่องงานลำปางเซรามิกแฟร์ จัดขึ้นช่วงระหว่างวันหยุดต่อเนื่อง จึงทำให้นักเดินทาง นักท่องเที่ยวให้ความสนใจที่จะแวะเวียนมาชมเลือกซื้อเลือกหาสินค้าภายในงานอย่างเนิ่นนา ซึ่งทางสมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง คณะผู้จัดงาน ก็ได้เตรียมการรองรับแขกผู้มาเยือนเป็นอย่างดี







คณะผู้จัดงานมีความตั้งใจที่จะนำเสนองานล้ำปาง  
เซรามิกแฟร์ และพยายามจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อไม่ให้ผู้ที่ย่าง  
ก้าวเข้ามาในงานรู้สึกได้ว่า เข้ามาภายในงานแล้ว จะมีแต่สิน  
ค้าเซรามิกขายเท่านั้น แต่ยังมี สินค้าอื่นๆ อีกมากมายหลาย  
แบบ รวมไปถึงการจัดกิจกรรมนันทนาการ เพื่อสร้างเสริมความ  
สุขสนุกสนานแก่ผู้เข้าร่วมชมงาน งานนี้ต้องปรบมือให้กับท่าน  
ผู้ว่าราชการจังหวัดลำปาง **นายอริศม สุพรรณพงศ์** ที่เล็งเห็น  
ความสำคัญของการจัดงานล้ำปางเซรามิกแฟร์ ช่วยด้านการ  
ประชาสัมพันธ์การจัดงานให้โด่งดังไปทั่วประเทศ ขอขอบคุณ  
นายกสมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง **นายธนโชติ วนาวัง** น  
หัวหน้าเรือใหญ่ของการจัดงานครั้งนี้ คณะกรรมการสมาคมเครื่อง  
ปั้นดินเผาลำปาง คณะทำงาน เจ้าหน้าที่สมาคมเครื่องปั้นดิน  
เผาลำปาง ที่สละเวลา อดทนต่อปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น  
แต่ก็ฝ่าฟันผ่านพ้นไปได้ด้วยดี จนก่อเกิดงานใหญ่ระดับประเทศ  
อย่าง งานล้ำปางเซรามิกแฟร์ และเมื่อทำการสำรวจความพึง  
พอใจของผู้เข้าร่วมชมงานและผู้ที่เกี่ยวข้องจำหน่ายสินค้า ก็อยู่  
ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ทำให้คณะผู้จัดงานหายเหนื่อยกันไปเลย  
ทีเดียว แต่ในด้านของข้อเสนอแนะทางสมาคมฯ ก็ไม่ได้ละทิ้ง  
แต่อย่างใด จากปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้น ทางสมาคมฯ  
ได้นำมาปรับปรุงแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยแล้วและจะนำไปปรับปรุงการ  
จัดงานล้ำปางเซรามิกแฟร์ครั้งต่อไป เพื่อให้แขกผู้มีเยือนเกิด  
ความพึงพอใจสูงสุด



สวนอาหารที่มีทั้งเครื่องดื่ม และอาหารหลากหลายให้  
ได้เลือกทาน สนุกสนานกับดนตรีและกิจกรรมภายในงาน  
ไม่ว่าจะเป็น การประกวดหุ่นน้อยคนเก่ง ที่ได้มาแสดงความ  
สามารถกันบนเวที ประกวดนางฟ้าจำแลง หรือสาวประเภท  
สองนั่นเอง ซึ่งในปีนี ทางสมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง ได้เปิด  
โอกาสให้มีการประกวดดังกล่าวขึ้นเป็นครั้งแรก และจะจัดขึ้น  
อีกในทุกๆปี ยังไม่หมดเพียงเท่านี้ การประกวดมิสเซรามิกแฟร์  
ที่ทางสมาคมจัดขึ้นเพื่อหาสาวงามมาเป็นทูตเซรามิกประจำปี  
ซึ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก สำหรับผู้เข้าร่วมชมงาน  
ทำให้บรรยากาศภายในงานดูครึกครื้น สนุกสนานไปตามๆกัน

อีกไฮไลต์หนึ่งของงานล้ำปางเซรามิกแฟร์ ครั้งที่ 23  
โดย สมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง ร่วมกับโรงพยาบาลลำปาง  
จัดคอนเสิร์ตการกุศล **"เปิดสวิตช์หัวใจ"** โดยได้รับเกียรติจาก  
ศิลปินแห่งชาติ **ชรินทร์ นันทนาคร** เพื่อหารายได้สนับสนุน  
ในการจัดซื้อเครื่องมือผ่าตัดหัวใจให้กับโรงพยาบาลลำปาง  
ในวันอาทิตย์ที่ 12 ธันวาคม 2553 เวลา 18.00 น. เป็นต้นไป  
ภายในงานล้ำปางเซรามิกแฟร์ ครั้งที่ 23 คืนสุดท้าย จึงขอขอบ  
คุณทุกท่านที่ร่วมชมคอนเสิร์ตในครั้งนี้เพื่อช่วยชีวิตคนลำปาง  
และชาวภาคเหนือ

**สมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง** ในนามตัวแทน  
ผู้ประกอบการเซรามิกและชาวจังหวัดลำปาง ขอเชิญชวน  
ทุกท่านมาเที่ยวชมงานล้ำปางเซรามิกแฟร์ ซึ่งกำหนด  
จัดงานในวันที่ 1-10 ธันวาคมของทุกปี และในปีต่อไป  
อย่าลืมนะคะ







เมื่อไม่นานมานี้ได้มีโอกาสได้ไป  
เยี่ยมชมงาน Creative IP Fair &  
CLEA 2010 ที่เครือข่ายการ์ตูนไทย  
สร้างสรรค์สังคม และสมาคมร่วม  
สนับสนุนรวม 14 องค์กรซึ่งได้รับการ  
สนับสนุนจาก กรมทรัพย์สินทาง  
ปัญญา กระทรวงพาณิชย์ งานมี  
ขึ้นระหว่างวันที่ 3 - 5 กันยายน 2553 ณ รอยัล พารากอน ฮอลล์ ศูนย์การค้าสยามพารากอน โดยมี นายสัญญา สติกรบุตร  
ที่ปรึกษารัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงพาณิชย์ เป็นประธานเปิดงาน วัตถุประสงค์ของงานจัดขึ้นเพื่อเฉลิมพระเกียรติ  
พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในฐานะทรงเป็นอัจฉริยะแห่งทรัพย์สินทางปัญญา และเพื่อให้ประชาชนได้ชื่นชมพระ  
ปรีชาสามารถด้านทรัพย์สินทางปัญญาขององค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวและพระบรมวงศานุวงศ์ "Creative King"





อาทิเช่น นิทรรศการแสดงผลงานพระปรีชาสามารถด้านการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ เช่น โครงการฝนหลวงกังหันน้ำชัยพัฒนา โครงการแก่งดิน การใช้น้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล เป็นต้น และเพื่อร่วมผลักดันอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับคาแรกเตอร์ในประเทศไทยให้เติบโต โดยการนำภาพลักษณ์ของคาแรกเตอร์ไปใช้ร่วมกับสินค้าต่างๆ อาทิ ของเล่น ของตกแต่ง ของใช้ในบ้านและสินค้าไลฟ์สไตล์อื่นๆ นอกจากนี้ภายในงานยังมีกิจกรรมที่น่าสนใจมากมาย อาทิเช่น

- นิทรรศการทรัพย์สินทางปัญญาที่มีศักยภาพ
- คลินิกให้คำปรึกษาและบริการรับคำขอจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา
- การจำหน่ายสินค้าทรัพย์สินทางปัญญาหลากหลายไอเดียมากคุณภาพในราคาพิเศษ
- การสัมมนาให้ความรู้ด้านทรัพย์สินทางปัญญา

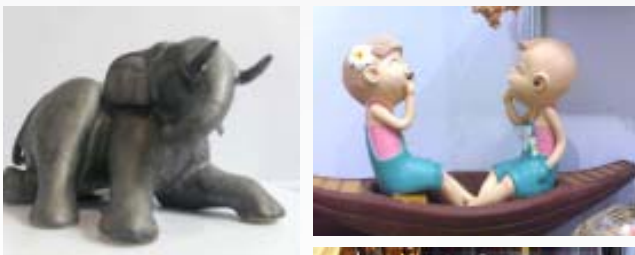


ในงานนี้สมาคมเซรามิกส์ไทย ซึ่งเป็นองค์กรหนึ่งที่ร่วมสนับสนุน ได้ไปร่วมออกบูธด้วย และที่เห็นยังมีสมาชิกของสมาคมฯ ที่ได้มีโอกาสแวะเวียนเข้าไปทักทาย เลือกหาซื้อสินค้า ได้แก่ บริษัท ราชาโปรดักส์ จำกัด ซึ่งได้ซื้อลิขสิทธิ์ DISNEY / LOONEY TUNES จากประเทศสหรัฐอเมริกา, โรงงานดินปั้น จากด้านเกรียน (คุณโสภิตา เปลี่ยนกระโทก) เจ้าของผลงานออกแบบ/สินค้า ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับคาแรกเตอร์ ชื่อ ส้ารววย บอยกระโทก , บริษัท คิด เซรามิกส์ อุตสาหกรรม จำกัด ได้ขนเอาตุ๊กตาเซรามิกเล็กๆ ของซ้ารววย, ของโช้ว ตกแต่งบ้าน มาให้ได้จับจ่ายซื้อหากัน บริษัท สิริไนไทย เซรามิค จำกัดได้นำตุ๊กตาไทยมาจำหน่ายมากมาย ไม่ว่าจะเป็นชุดการละเล่นไทยได้แก่ โขน การเชิดหนัง ตุ๊กตาเด็กอ้วน ตุ๊กตาบุญเลี้ยงพระ ฯลฯ และ ช่างจาก บริษัท เปรมประชา คอลเลคชั่น จำกัด





ซึ่งงานนี้ถือเป็นช่องทางที่ดีที่สร้างโอกาสให้นักประดิษฐ์ผู้สร้างสรรค์ และเจ้าของทรัพย์สินทางปัญญา ได้พบปะเจรจากับผู้ประกอบการในการนำทรัพย์สินทางปัญญาเหล่านี้ไปพัฒนาหรือใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป อีกทั้งยังกระตุ้นให้คนรุ่นใหม่เห็นความสำคัญของการสร้างสรรค์ การคุ้มครอง และการใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินทางปัญญาอย่างเป็นระบบ และครบวงจรด้วยกิจกรรมอื่นๆ ที่สร้างความสนุกสนานให้แก่ผู้เข้าร่วมงานน่าจะเป็นมินิคอนเสิร์ตของศิลปินจาก GMM Grammy, RS และ TRUE Fantasia และยังมีนิทรรศการแสดงผลงานสร้างสรรค์ของเยาวชน ลุ้นสุดยอดผลงานสร้างสรรค์ของเยาวชนในโครงการ Young Creative Award ให้เด็กไทยสร้างคาแรคเตอร์ เพื่อนำความคิดไทยไปสู่ระดับโลก



ผลการตัดสินการประกวดผลงานสร้างสรรค์ Young Creative Award มีดังนี้

รางวัลชนะเลิศในผลงานปากกาสีสันสดใส ที่มีชื่อว่า "มนตรา" นายสมประสงค์ ศรีปัญญา นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะศิลปะและการออกแบบ สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยรังสิต

การออกแบบชุดสินค้าโดยใช้คาแรคเตอร์หนูแจวเป็นองค์ประกอบ ผู้ชนะเลิศ ได้แก่ วิชัยยุทธ ชาญปรีชา ชั้นปี 1 คณะศิลปกรรม สาขาออกแบบนิเทศศิลป์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กับผลงานการออกแบบร่มชื่อ "Smile nu Jaew Umbrella"

การออกแบบคาแรคเตอร์จากอัตลักษณ์ของกีฬามวยไทย ผู้ชนะเลิศ คือ ธนิต ธนทวารวรินทร์ ชั้นปี 4 คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กับผลงาน "อัคคีสลาดัน"

การออกแบบและลงสีลวดลายกราฟฟิกบนตัวการ์ตูน CE (Creative Economy) ประเภทนักศึกษา ได้แก่ สุภัทรชัย เชื้อธรรมสอน เจ้าของผลงาน "Fisheye" ตาปลา นักโทษกลับใจ เป็นนักศึกษาชั้นปี 4 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ก่อนจะจากไปอยากจะฝากคำพูดเด็ด ๆ จากพี่หนุ่ม-สุดไพฑ ที่ฝากไว้ให้คิดกัน "การเป็นนักสร้างสรรค์ที่ดีต้องทำตัวเป็นแก้วที่ว่างเปล่าที่จะซึมซับทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัว"







# เคลือบผลึกวิลเลmite (Willemite Crystal Glaze)

## บทนำ

เคลือบผลึก (Crystalline Glaze) เป็นเคลือบชนิดหนึ่งที่มีความสวยงามจากการเกิด (nucleation) และเติบโต (growth) ของผลึกชนิดต่างๆ ในเคลือบ เป็นที่สนใจนักเซรามิกผู้รักการทำเคลือบผลึก มาประมาณ 1000 ปีมาแล้วเพราะว่ามีหลักฐานการค้นพบเครื่องปั้นดินเผา ราชวงศ์ Song ซึ่งอยู่ ระหว่างปี ค.ศ. 960 ถึง 1279 ที่ใช้เคลือบชนิดนี้

แบ่งกระบวนการตกผลึกในเคลือบผลึกออกเป็น 2 ขั้นตอน<sup>1</sup> คือ การเกิดนิวเคลียส และการเติบโตของผลึก นิวเคลียสอาจจะเกิดได้ 2 แบบ คือ 1) เกิดขึ้นเองและ 2) เกิดจากการเติมสารแปลกปลอมที่เรียกว่า ตัวล่อผลึกหรือ Seed ลงไปในเคลือบ นิวเคลียสที่เกิดขึ้นเองเกิดจากการรวมตัวของกลุ่มอะตอมที่มีการเคลื่อนไหวช้า เมื่ออะตอมเหล่านี้รวมกันจึงหยุดนิ่งกลายเป็นเป้าให้อะตอมอื่นๆ วิ่งมาชนและเกาะกันเป็นนิวเคลียสของผลึกขึ้นมา ขณะที่กลุ่มอะตอมอื่นๆ กลับสลายตัว เมื่อยื่นไฟที่อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกิดนิวเคลียสนานพอจะมีจำนวนนิวเคลียสมากพอ แต่ถ้ายื่นไฟไว้นานเกินไป นิวเคลียสที่เกิดขึ้นมาแล้วอาจจะละลายลดจำนวนลงไปได้ เมื่อได้จำนวนนิวเคลียสมากพอจะต้องลดอุณหภูมิลงมาประมาณ 100-200°C แล้วยื่นไฟเอาไว้ที่อุณหภูมินั้นเพื่อให้นิวเคลียสเติบโตขึ้น ที่จุดนี้เคลือบบนผิวชิ้นงานจะมีความหนืดมากขึ้น นิวเคลียสซึ่งเกิดขึ้นก่อนหน้านี้จะหยุดเพิ่มจำนวนและมีขนาดโตขึ้นจนเป็นผลึก เพราะอะตอมต่างๆ ในระบบจะไปเกาะกับนิวเคลียสมากขึ้นจึงกลายเป็นผลึกที่มีขนาดโตขึ้น ยิ่งยื่นไฟนานที่อุณหภูมินี้มากขึ้นไปเท่าใดผลึกก็จะมีขนาดโตขึ้นไปเท่านั้น ปกติมักจะยื่นไฟที่อุณหภูมินี้ 3-5 ชม. แต่อาจจะยื่นไฟไว้นานถึง 12 ชั่วโมงก็ได้หากต้องการให้ผลึกมีขนาดโตขึ้นมากๆ ส่วนนิวเคลียสที่เกิดแบบที่ 2 ซึ่งเกิดจากการเติมส่วนผสมที่มีจุดหลอมตัวสูงมากๆ เข้าไปในเคลือบ เช่น rutile เข้าไปในน้ำเคลือบ<sup>2</sup> รูปร่าง สีล้น และขนาดของผลึกที่ได้ในเคลือบผลึกขึ้นกับปัจจัยหลายประการ<sup>3-4</sup> เช่น

1. ความสม่ำเสมอของวัตถุดิบที่ใช้
2. ความละเอียดของการบดน้ำเคลือบ
3. ความหนาแน่นของน้ำเคลือบ
4. ความหนืดของเคลือบที่อุณหภูมิสูง
5. ความหนาของชั้นเคลือบที่เคลือบบนบิสกิต (biscuit)
6. ส่วนผสมของเนื้อดินที่ใช้ทำบิสกิต
7. อุณหภูมิที่ใช้ในการเผา
8. เวลาในช่วงการยื่นไฟและการเลี้ยงผลึก
9. ชนิดของนิวเคลียส
10. สัมประสิทธิ์ในการแพร่

ถึงแม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับเคลือบผลึกอย่างเป็นระบบ แต่บางครั้งก็ยังคงเป็นการยากที่จะทำนายลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้นได้ เคลือบผลึกจึงเป็นงานที่เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ เนื่องจากการเผาเคลือบผลึกต้องควบคุมการขึ้นลงของอุณหภูมิในเตา และต้องเย็นไฟเป็นเวลานานทำให้ไม่นิยมนำเคลือบผลึกไปใช้ในงานอุตสาหกรรมเพราะอุตสาหกรรมมักจะใช้เตาเผาจำพวกเผาเร็ว เช่น Roller kiln หรือเตาอุโมงค์ ทำให้ไม่สะดวกในการเย็นไฟตามที่กล่าวไปแล้ว ส่วนใหญ่แล้วงานเคลือบผลึกจึงมักจะเผาในเตาไฟฟ้า จึงนิยมนำเคลือบผลึกไปใช้ในผลิตภัณฑ์ทางศิลปะมากกว่า แบ่งเคลือบผลึกตามชนิดของผลึกที่เกิดขึ้นในเคลือบได้เป็น 7 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1<sup>5</sup>

ตารางที่ 1. ส่วนผสมและอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาเคลือบผลึกชนิดต่างๆ (จาก Dakhal<sup>5</sup>)

| Glazes     | Mass content (%) |                                |       |      |                  |                   |       |      |                                |                  |                               |                               | Firing temperature °C |
|------------|------------------|--------------------------------|-------|------|------------------|-------------------|-------|------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
|            | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | ZnO   | BaO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                       |
| Hematite   | 60.92            | 19.08                          | 6.78  | 2.03 | 2.70             | 0.10              | -     | -    | 6.50                           | 0.62             | -                             | 1.27                          | 1300-1350             |
|            | 61.88            | 18.05                          | 7.47  | 2.10 | 3.22             | 0.10              | -     | -    | 5.45                           | 0.39             | -                             | 1.34                          | 1300-1350             |
| Anorthite  | 67.20            | 14.31                          | 10.02 | 0.58 | 4.19             | 0.14              | -     | -    | 1.20                           | 0.07             | -                             | 0.19                          | 1300-1350             |
|            | 68.95            | 13.92                          | 8.67  | 0.66 | 4.42             | 0.14              | -     | -    | 0.89                           | 0.02             | -                             | 0.18                          | 1300-1350             |
| Pyroxene   | 62.30            | 12.90                          | 10.30 | 2.01 | 2.90             | 1.00              | -     | -    | 6.90                           | 0.70             | -                             | 0.30                          | 1270-1320             |
|            | 57.80            | 14.80                          | 17.10 | 2.60 | 1.70             | 0.80              | -     | -    | 3.20                           | 0.70             | -                             | 1.00                          | 1270-1320             |
| Willemite  | 48.43            | 0.98                           | 6.12  | 0.66 | 6.60             | 5.44              | 23.20 | 0.23 | 0.08                           | -                | 8.40                          | -                             | 1150-1200             |
|            | 46.89            | 0.81                           | 7.02  | 0.36 | 7.63             | 4.77              | 22.31 | -    | 0.04                           | -                | 9.90                          | 0.24 CoO                      | 1150-1200             |
|            | 49.42            | 5.17                           | 4.05  | 1.94 | 1.33             | 7.48              | 25.56 | 0.11 | 0.32                           | -                | 3.08 MnO <sub>2</sub>         | 0.02                          | 1200-1280             |
|            | 55.17            | 3.79                           | 3.98  | 2.56 | 1.75             | 7.44              | 24.92 | -    | 0.29                           | 0.03             | 1.00 NiO                      | -                             | 1250-1320             |
|            | 55.40            | 6.00                           | 3.10  | 2.40 | 2.30             | 5.50              | 25.00 | -    | 0.20                           | -                | -                             | -                             | 1250-1320             |
|            | 47.80            | -                              | -     | -    | 14.60            | 1.90              | 30.60 | 5.10 | -                              | -                | -                             | -                             | 1250-1300             |
|            | 49.10            | 9.20                           | 3.50  | -    | 5.60             | 1.90              | 19.80 | 8.30 | -                              | 2.60             | -                             | -                             | 1150-1200             |
|            | 44.26            | 9.06                           | 1.30  | -    | 6.51             | 2.00              | 32.34 | 4.00 | -                              | 0.53             | 0.10                          | -                             | 1250-1300             |
|            | 49.17            | 9.61                           | 3.26  | -    | 6.15             | 1.90              | 20.90 | 9.03 | -                              | -                | -                             | -                             | 1250-1300             |
| Titanium   | 51.50            | 10.50                          | 10.50 | -    | 2.50             | -                 | -     | -    | -                              | 5.50             | 19.50                         | -                             | 950-1000              |
|            | 48.93            | 9.96                           | 9.96  | -    | 7.38             | -                 | -     | -    | -                              | 5.24             | 18.53                         | -                             | 950-100               |
|            | 53.74            | -                              | -     | -    | 2.32             | 9.91              | -     | -    | -                              | 16.58            | 17.44                         | 4.53 F                        | 800-850               |
|            | 44.92            | 12.28                          | 3.30  | 1.36 | 3.74             | 2.92              | 11.36 | -    | -                              | 5.40             | 14.73                         | -                             | 980-1040              |
|            | 50.17            | 9.32                           | 3.45  | 1.39 | 1.84             | 2.42              | 10.62 | -    | -                              | 5.87             | 14.93                         | -                             | 980-1040              |
| Zirconium  | 48.90            | 12.42                          | 6.55  | 2.64 | 1.37             | 1.45              | 8.01  | -    | 0.34                           | -                | 14.89                         | 3.42 ZrO <sub>2</sub>         | 950-1000              |
|            | 43.00            | 9.40                           | 7.50  | 4.80 | 0.20             | 5.50              | 2.20  | 2.30 | 0.50                           | -                | 19.10                         | 5.50 ZrO <sub>2</sub>         | 950-1000              |
|            | 39.50            | 9.00                           | 7.30  | 4.50 | 0.20             | 5.90              | 6.90  | 2.30 | 0.50                           | -                | 17.40                         | 5.50 ZrO <sub>2</sub>         | 950-1000              |
| Aventurine | 47.10            | 3.50                           | 0.10  | -    | 4.00             | 6.00              | -     | 0.70 | 14.70                          | -                | 21.90                         | -                             | 1000-1050             |
|            | 61.00            | 1.98                           | -     | -    | -                | 8.72              | -     | -    | 16.75                          | -                | 11.70                         | -                             | 1250-1300             |
| Manganese  | 52.95            | 9.54                           | 1.85  | 1.78 | 3.06             | 3.54              | 10.35 | -    | -                              | -                | 16.93MnO <sub>2</sub>         | -                             | 1250-1300             |

1) **Hematite crystalline glaze** เป็นเคลือบผลึกที่เก่าแก่ที่สุดที่มีประวัติการนำมาใช้ พบเคลือบชนิดนี้นับเป็นเครื่องปั้นดินเผาโบราณจำพวก จาน ชาม และแจกันของจักรพรรดิจีนในต้นศตวรรษที่ 12 เคลือบชนิดนี้มีองค์ประกอบเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเป็น 60-70%  $\text{SiO}_2$ , 12-20%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 5-8%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 5-10%  $\text{CaO}$ , <5% ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ), <3%  $\text{MgO}$  และมี  $\text{TiO}_2$  กับ  $\text{P}_2\text{O}_5$  เล็กน้อย เเผาที่อุณหภูมิสูงสุดได้ไม่เกิน 1300 -1350°C ชนิดและขนาดของผลึกในเคลือบชนิดนี้ขึ้นกับบรรยากาศในการเผาอย่างมาก กล่าวคือ ถ้าบรรยากาศในการเผาเป็นออกซิเดชัน จะได้ผลึก Hematite ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) แต่ถ้าเผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน จะได้ผลึกของ Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) นอกจากนี้มักจะพบผลึก Anortite ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) ในเคลือบชนิดนี้ด้วย เนื่องจากมี  $\text{Al}_2\text{O}_3$  และ  $\text{CaO}$  ปนอยู่ในส่วนผสมจำนวนมาก อนึ่งเนื่องจากผลึกของ Hematite ที่เกิดในเคลือบผลึกชนิดนี้เป็นผลึกที่โตพอมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงจัดเคลือบผลึกชนิดนี้เป็น macro crystalline glaze

2) **Anortite crystalline glaze** เป็นเคลือบผลึกเก่าแก่อีกตัวหนึ่งพบในภาชนะโบราณทำขึ้นในกลางศตวรรษที่ 13 เคลือบชนิดนี้มีส่วนผสมโดยน้ำหนักเป็น 65-70%  $\text{SiO}_2$ , 16-18%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  และ 10-14%  $\text{CaO}$  และมี  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  กับ  $\text{MgO}$  และ oxide ชนิดอื่นๆ ปนอยู่เล็กน้อย หากต้องการให้มีสีอาจเติม  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{CoO}$  หรือ  $\text{MnO}_2$  ลงไปประมาณ 2wt% ลงไปในสูตรเคลือบก็จะได้ทำให้ได้เคลือบที่มีสีต่างๆ กัน ผลึกที่พบในเคลือบชนิดนี้คือ ผลึก Anortite ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) มีรูปร่างแบบเข็ม (needle shape) เล็กๆ ยาวไม่เกิน 1 micron ซึ่งมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงจัดเคลือบผลึกชนิดนี้เป็น microcrystalline glaze

3) **Pyroxene crystalline glaze** เป็นเคลือบผลึกที่มีองค์ประกอบหลักเป็น  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  และ  $\text{SiO}_2$  มีสูตร Seger formula เป็น  $0.1 (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ ,  $0.38 \text{ MgO}$ ,  $0.52 \text{ CaO}$ ,  $x\text{Al}_2\text{O}_3$  และ  $y\text{SiO}_2$  อาจจะเขียนสูตรเคมีของเคลือบผลึกชนิดนี้อีกอย่างได้เป็น  $xy(\text{Si}_2\text{O}_6)$  เมื่อ  $x$  เป็นไอออนที่มี coordination number เท่ากับ 8 เช่น  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$  และ  $\text{Li}^+$  ส่วน  $y$  เป็นไอออนที่มี coordination number เท่ากับ 6 เช่น  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  และ  $\text{Al}^{3+}$  อุณหภูมิใช้เผาเคลือบผลึกชนิดนี้อยู่ในช่วง 1270-1310 °C เมื่อเผาแล้วจะได้ผลึก Pyroxene ซึ่งมีสูตรเคมีเป็น  $(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Al}, \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$  รูปทรงเป็นดอกจันทร์ ขนาด 0.5-1 มม. สีเหลืองอมเขียวหรือสีอื่นๆ เช่น บรอนซ์ น้ำตาล และเขียวเข้มไปจนถึงดำ บนพื้นแก้วที่มีสีเขียวเข้ม บรรยากาศในการเผาไม่ค่อยมีผลต่อลักษณะเคลือบที่ได้มากนัก

พบเคลือบผลึกชนิดนี้ในโบราณวัตถุของจีนพวกเป็นของใช้บนโต๊ะอาหารตามบ้านในศตวรรษที่ 13

4) **Willemite crystalline glaze** เป็นเคลือบที่เริ่มมีการศึกษาในปี ค.ศ. 1847-1852 เคลือบผลึกชนิดนี้ได้รับความสนใจอย่างมากที่สุด เพราะว่าเมื่อเผาแล้วจะได้ผลึก Willemite ( $2\text{ZnO} \cdot \text{SiO}_2$  หรือ  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ ) ที่มีลักษณะแผ่ออกเป็นวงกลมขนาดใหญ่ตั้งแต่หลายมิลลิเมตรจนถึงหลายเซนติเมตร จัดเคลือบผลึกชนิดนี้อยู่ในระบบของ  $\text{SiO}_2 \cdot \text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO} (\text{MgO}) \cdot \text{K}_2\text{O} (\text{Na}_2\text{O})$  ปกติแล้วจะเผาเคลือบผลึกชนิดนี้ 2 ช่วง ช่วงที่ 1 เเผาจากอุณหภูมิห้องขึ้นไปถึงอุณหภูมิประมาณ 1250-1350°C แล้วเย็นไฟประมาณ 30 นาที เพื่อให้เกิดนิวเคลียส ออกมาจำนวนมาก ช่วงที่สองจะลดอุณหภูมิจากช่วงแรกลงมาประมาณ 100 องศา แล้วเย็นไฟไว้อีกเพื่อให้นิวเคลียสที่เกิดเติบโตขึ้นเป็นผลึก อนึ่งจะต้องเผาเคลือบชนิดนี้ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน เพราะถ้าเผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน  $\text{ZnO}$  ในเคลือบเกิดการระเหย (evaporate) ออกไปทำให้เคลือบผลึกที่ได้ไม่สวย มีงานวิจัยตีพิมพ์เกี่ยวกับเคลือบผลึกชนิดนี้หลายชิ้นที่สำคัญคือ งานวิจัยของ Riddle และ ของ Norton ในปี 1906 Riddle<sup>6</sup> ศึกษาเคลือบผลึกชนิดนี้ที่มีส่วนผสมเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำหนักวัตถุดิบเป็น 27.389%  $\text{ZnO}$ , 7.382%  $\text{KNO}_3$ , 13.770% borax, 7.200% Chalk, 4.466% Boric acid, 39.693%  $\text{SiO}_2$  และ 0.6%  $\text{CuO}$  ซึ่งหากเปลี่ยนเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของ oxides จะได้เป็น 2.6535%  $\text{Na}_2\text{O}$ , 4.4773%  $\text{K}_2\text{O}$ , 4.7839%  $\text{CaO}$ , 32.4767%  $\text{ZnO}$ , 47.0662%  $\text{SiO}_2$  และ 8.9424%  $\text{B}_2\text{O}_3$  พบว่า ลักษณะของผลึก Willemite ที่ได้ไม่ขึ้นกับ oxide ให้สี เช่น  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CoO}$  และ  $\text{MnO}$  ที่เติมลงไป ในเคลือบ ขณะที่ Norton (1937)<sup>7</sup> ศึกษาเคลือบผลึกชนิดนี้ที่มีสูตรโมเลกุล (Molecular formula) เป็น  $0.0513 \text{ Na}_2\text{O}$ ,  $0.2350 \text{ K}_2\text{O}$ ,  $0.0880 \text{ CaO}$ ,  $0.5750 \text{ ZnO}$ ,  $0.0513 \text{ BaO}$ ,  $0.1620 \text{ Al}_2\text{O}_3$ ,  $1.700 \text{ SiO}_2$  และ  $0.2020 \text{ TiO}_2$  ที่เติม  $\text{CoO}$  0.25 wt% โดยเผาเคลือบผลึกชนิดนี้ขึ้นไปที่อุณหภูมิหนึ่งซึ่งเท่ากับ 1270°C แล้วเย็นไฟ 30 นาที จากนั้นลดอุณหภูมิลงมาอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิที่สองซึ่งมีค่าต่างๆ กัน แล้วเย็นไฟที่อุณหภูมินั้น 1 ชม. แล้วตรวจดูลักษณะและขนาดของผลึก Willemite ที่ได้เขาพบว่าอุณหภูมิที่สองมีผลสำคัญต่อขนาดและรูปร่างของผลึก Willemite ที่ได้อย่างมาก นอกจากนี้เขายังพบว่าตัวช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมตัวของเคลือบ เช่น  $\text{Na}_2\text{O}$  และ  $\text{CaO}$  ฯลฯ มีผลต่อความหนืดของน้ำเคลือบขณะหลอมตัวอย่างมาก การควบคุมปริมาณตัวช่วยในการหลอมเหล่านี้นี้จะช่วยควบคุมการตกผลึกของเคลือบได้



#### 5-6) Titanium & Zirconium crystalline glazes

เคลือบชนิดนี้มีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิต่ำ ต้องเผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 950 – 1100 °C เมื่อเผาแล้วจะได้เคลือบที่ที่มีผลึกซึ่งมี Titanium และ Zirconium เป็นองค์ประกอบออกมา เหมาะสำหรับนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์จำพวกสุขภัณฑ์ ของใช้ภายในบ้าน และ Earthenware เคลือบผลึก Titanium ที่มี  $\text{TiO}_2$  ในส่วนผสมน้อยกว่า 8% จะให้ผลึก sphenes ซึ่งเป็น calcium titanium silicate ที่มีสีขาวออกมา แต่สำหรับเคลือบผลึกชนิดนี้ที่มี  $\text{TiO}_2$  มากกว่า 8% ในส่วนผสมจะให้ผลึกของ sphenes และ rutile ที่มีสีเหลืองออกมา

เคลือบผลึก Zirconium ที่มี  $\text{ZrO}_2$  5 – 7 % จะให้ผลึกสีขาวของ Zircon กับ Ruffite

#### 7) Aventurine crystalline glaze

เป็นเคลือบผลึกที่มีส่วนผสมเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เป็น 61%  $\text{SiO}_2$ , 1.98%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 16.75%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 11.70%  $\text{B}_2\text{O}_3$  และ 8.72%  $\text{Na}_2\text{O}$  โดยที่  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  อาจจะ vary ได้ในช่วง 10 – 30% เมื่อเผาแล้วจะได้ผลึก Hematite ( $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ที่มีรูปร่างแบบ Rhombohedra มีสีแดงอ่อนไปจนถึงสีแดงเข้ม หรือน้ำตาลแดงขึ้นกับเปอร์เซ็นต์ของ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ในส่วนผสม เคลือบผลึกชนิดนี้เป็นประกายเป็นมันวาวเพราะมีดัชนีหักเหสูง

เพื่อให้เห็นว่าส่วนผสมและสภาวะการเผาที่มีผลต่อจำนวน ลักษณะและขนาดผลึกในเคลือบผลึกอย่างไร จึงทดลองโดยผสมเคลือบผลึก Willemite ขึ้นมา 2 สูตร ที่มีส่วนผสมซึ่งคัดมาจากบทความของอาจารย์ไพจิตร<sup>8</sup> และดร.คชินท์<sup>3-4</sup> **ดังแสดงในตารางที่ 2** แล้วเผาเคลือบทั้งสองสูตรที่สภาวะต่างๆ กัน ตามรายละเอียดในวิธีทดลอง

ตารางที่ 2 ส่วนผสมเคลือบผลึก Willemite ทั้งสองสูตรที่ใช้ในการทดลองนี้ คัดลอกมาจาก อจ. ไพจิตร<sup>8</sup> และ ดร.คชินท์<sup>3-4</sup>

| สูตรที่ 1        |           | สูตรที่ 2                                      |      |
|------------------|-----------|------------------------------------------------|------|
| วัตถุดิบ         | % wt      | วัตถุดิบ                                       | % wt |
| Na - Feldspar    | 46 – 50 % | K - Na Feldspar                                | 31 % |
| Dolomite         | 4.18 %    | Dolomite                                       | 12 % |
| Barium carbonate | 8.25 %    | Barium carbonate                               | 5 %  |
| Zinc oxide       | 20.41 %   | Zinc oxide                                     | 23 % |
| Kaolin           | 1.08 %    | Kaolin                                         | 7 %  |
| Silica           | 19.58 %   | Silica                                         | 22 % |
| CoO (สารให้สี)   | 0.40 %    | สูตรที่ 2.1) CuO (สารให้สี)                    | 3 %  |
|                  |           | สูตรที่ 2.2) $\text{MnO}_2$ และ NiO (สารให้สี) | 3 %  |

ตารางที่ 3 อุณหภูมิ  $T_1$ ,  $T_2$  และระยะเวลา  $X$  ที่ใช้ในการเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ 1

| สถานะที่ | $T_1$ (°C) | $T_2$ (°C) | $X$ (hrs) |
|----------|------------|------------|-----------|
| 1        | 1130       | 1160       | 3         |
| 2        | 1130       | 1160       | 5         |
| 3        | 1140       | 1170       | 3         |
| 4        | 1140       | 1170       | 5         |
| 5        | 1110       | 1180       | 3         |
| 6        | 1110       | 1180       | 5         |

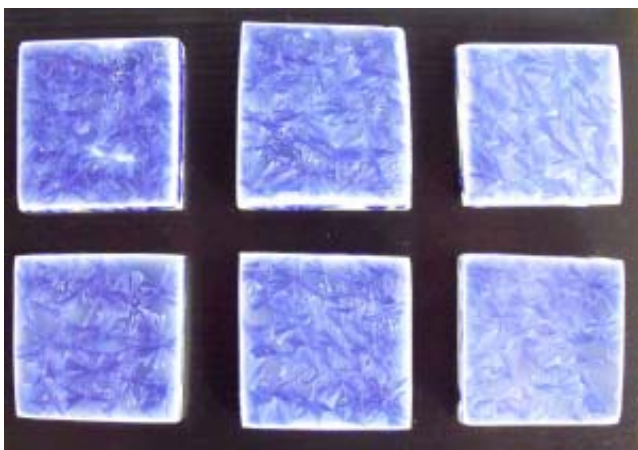
### วิธีการทดลอง

#### 1) สำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ 1 มีวิธีการทดลองดังนี้

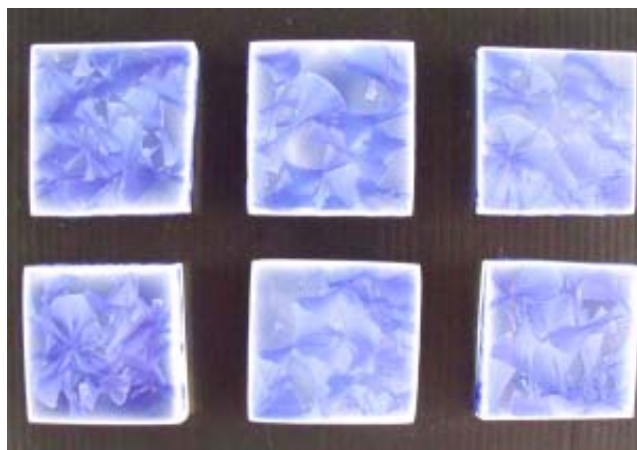
- 1.1) ชั่งและบดส่วนผสมใน Ball mill บดผสม 6 ชั่วโมง
- 1.2) ร่อนส่วนผสมที่บดได้ผ่านตะแกรง 230 mesh
- 1.3) เตรียมกระเบื้องทดสอบเคลือบโดยใช้ดิน Compound clay รีดเป็นแผ่นแล้วตัดเป็นชิ้นๆ ที่มีขนาดประมาณ  $0.5 \times 2 \times 2$  แล้วตากให้แห้งและเผาปิสกิทที่  $900^\circ\text{C}$
- 1.4) นำกระเบื้องทดสอบเคลือบไปชุบเคลือบ 10 วินาที ให้ได้เคลือบหนา 1 มิลลิเมตร บนผิวปิสกิท
- 1.5) เผากระเบื้องทดสอบเคลือบในข้อ 1.4 ในสภาวะการเผาที่แตกต่างกัน 6 สภาวะ โดยมีขั้นตอนดังนี้
  - 1) เพิ่มอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้องขึ้นไปที่  $1250^\circ\text{C}$  ด้วยอัตรา  $5^\circ\text{C}/\text{นาท}$  แล้วเย็นไฟ 30 นาที
  - 2) ลดอุณหภูมิลงมาที่อุณหภูมิ  $T_1$  ตามที่แสดงในตารางที่ 3 (ด้วยอัตรา  $5^\circ\text{C}/\text{นาท}$ )
  - 3) รีบเร่งเพิ่มอุณหภูมิ  $T_1$  ขึ้นไปที่อุณหภูมิ  $T_2$  ตามที่แสดงในตารางที่ 3 (ด้วยอัตรา  $5^\circ\text{C}/\text{นาท}$ ) แล้วเย็นไฟ  $X$  ชั่วโมง ตามที่แสดงในตารางที่ 3 อนึ่งสาเหตุที่ลดอุณหภูมิลงมาที่อุณหภูมิ  $T_1$  แล้วจึงเพิ่มอุณหภูมิขึ้นไปที่  $T_2$  แทนที่จะลงอุณหภูมิลงมาที่  $T_2$  ที่เดียวเลยเพราะตามประสบการณ์ของอาจารย์ไพจิตรพบว่าการทำแบบนี้จะได้ผลิตภัณฑ์ที่สวยงามกว่า ตารางที่ 3 แสดง  $T_1$ ,  $T_2$  และ  $X$  ในการเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ 1 ทั้ง 6 สภาวะ
  - 4) ลดอุณหภูมิจาก  $T_2$  ลงมาที่อุณหภูมิห้อง (ด้วยอัตราเร็ว  $5^\circ\text{C}/\text{นาท}$ )
- 1.6) ถ่ายภาพชิ้นตัวอย่างที่ได้แล้ววิเคราะห์ผล

#### 2) สำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ 2 มีวิธีการทดลองดังนี้

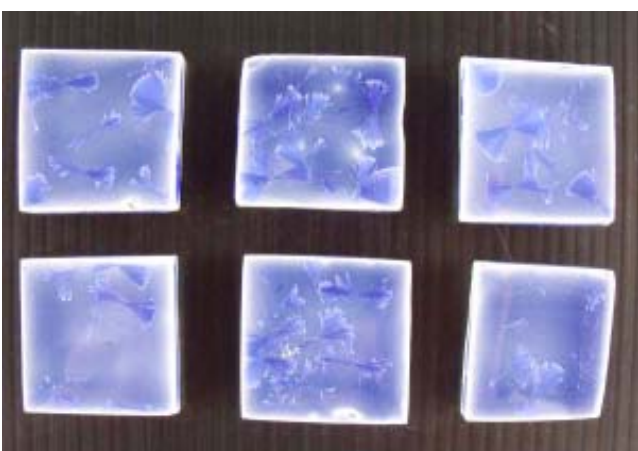
- 2.1)–2.4) เหมือนข้อ 1.1) - 1.4) ของเคลือบสูตรที่ 1 ต่างกันตรงที่ว่าหลังบดผสมแล้วร่อนเคลือบสูตรที่ 2 ผ่านตะแกรงเบอร์ 325 mesh
- 2.5) เผากระเบื้องทดสอบเคลือบสูตรที่ 2.1 และสูตรที่ 2.2 ด้วยสภาวะการเผาเหมือนกันดังนี้
  - 1) เพิ่มอุณหภูมิจากห้องขึ้นไปที่  $1250^\circ\text{C}$  ด้วยอัตรา  $5^\circ\text{C}/\text{นาท}$  แล้วเย็นไฟ 30 นาที
  - 2) ลดอุณหภูมิลงมาที่  $1100^\circ\text{C}$  แล้วเย็นไฟเป็นเวลาต่างๆ กันคือ 2-3 หรือ 4 ชั่วโมง
  - 3) ลดอุณหภูมิจาก  $1100^\circ\text{C}$  มายังอุณหภูมิห้องด้วยอัตราเร็ว  $5^\circ\text{C}/\text{นาท}$
- 2.6) ถ่ายภาพชิ้นตัวอย่างสูตรที่ 2.1 และสูตรที่ 2.2 ที่เผาได้แล้ววิเคราะห์ผล



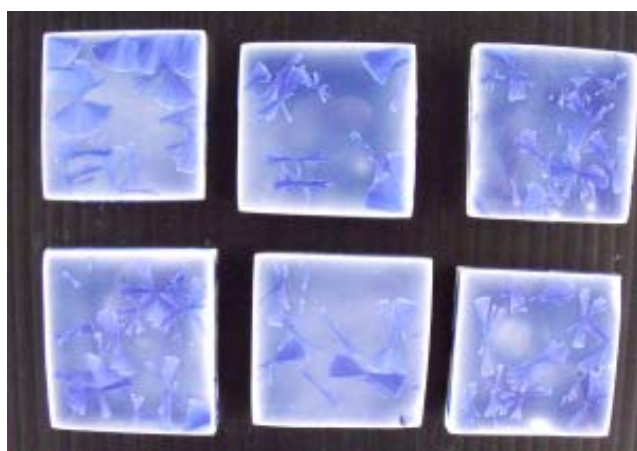
a)  $T_1 = 1130^{\circ}\text{C}$   $T_2 = 1160^{\circ}\text{C}$  ยืนไฟ 3 ชั่วโมง



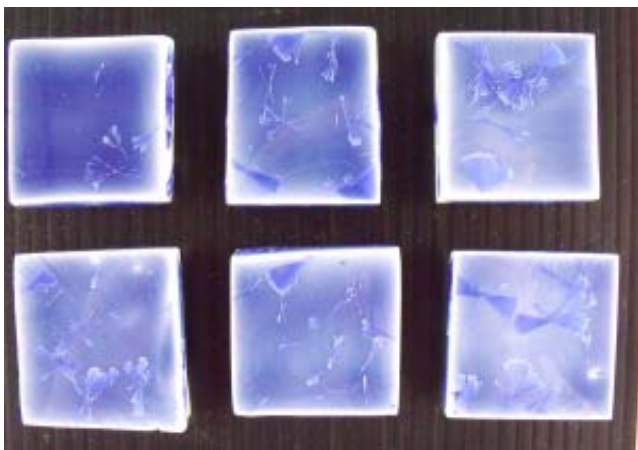
b)  $T_1 = 1130^{\circ}\text{C}$   $T_2 = 1160^{\circ}\text{C}$  ยืนไฟ 5 ชั่วโมง



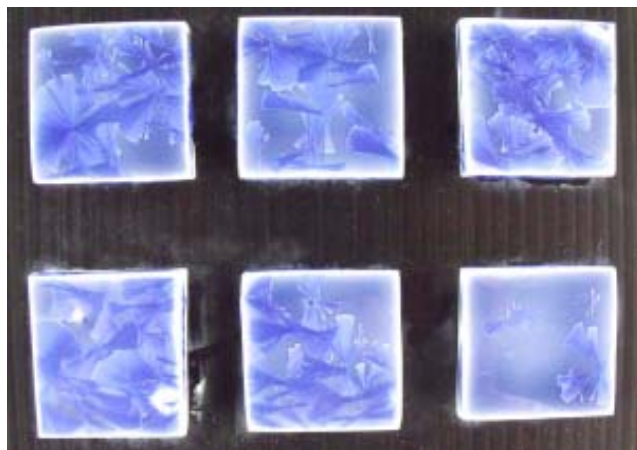
c)  $T_1 = 1140^{\circ}\text{C}$   $T_2 = 1170^{\circ}\text{C}$  ยืนไฟ 3 ชั่วโมง



d)  $T_1 = 1140^{\circ}\text{C}$   $T_2 = 1170^{\circ}\text{C}$  ยืนไฟ 5 ชั่วโมง



e)  $T_1 = 1110^{\circ}\text{C}$   $T_2 = 1180^{\circ}\text{C}$  ยืนไฟ 3 ชั่วโมง



f)  $T_1 = 1110^{\circ}\text{C}$   $T_2 = 1180^{\circ}\text{C}$  ยืนไฟ 5 ชั่วโมง

รูปที่ 1 เคลือบผลึกสูตรที่ 1 เฝ้าโดยให้ตกผลึก  
(nucleation) ที่  $1290^{\circ}\text{C}$  30 นาทีเท่ากัน  
แต่เลี้ยงผลึกโดยการลดอุณหภูมิลงมาที่  $T_1$   $T_2$  และยืนไฟที่อุณหภูมิ  $T_2$  เป็นเวลาต่างๆ กัน  
.....

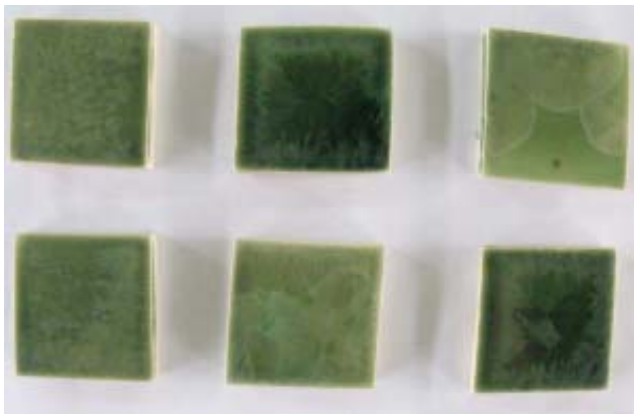


## ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

รูปที่ 1a-1f แสดงชิ้นตัวอย่างสูตรที่ 1 ซึ่งเผาโดยให้ตกผลึกที่อุณหภูมิ  $1290^{\circ}\text{C}$  30 นาทีเท่ากัน แต่เลี้ยงผลึกให้โตที่อุณหภูมิ  $T_1$  และ  $T_2$  และเย็นไฟที่อุณหภูมิ  $T_2$  เป็นเวลาต่างๆ กันตามที่แสดงในตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบรูปที่ 1a กับรูปที่ 1b; รูปที่ 1c กับรูปที่ 1d; และรูปที่ 1e กับรูปที่ 1f จะเห็นว่าผลึกในเคลือบที่เผาโดยการเย็นไฟที่เวลา 5 ชั่วโมงมีขนาดโตและสมบูรณ์กว่าผลึกในเคลือบที่เผาโดยการเย็นไฟ 3 ชั่วโมงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีที่ว่า การเย็นไฟนานขึ้นทำให้ผลึกมีเวลาเติบโตมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบรูปที่ 1a 1c และ 1e ซึ่งเผาโดยการเย็นไฟที่ 3 ชั่วโมงเท่ากันแต่เลี้ยงผลึกให้โตที่อุณหภูมิ  $T_1$  และ  $T_2$  ต่างกัน จะเห็นว่ารูปที่ 1a มีผลึกจำนวนมากที่สุดในทางตรงกันข้ามรูปที่ 1e มีผลึกจำนวนน้อยที่สุด แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเลี้ยงผลึก ( $T_2$ ) มีผลต่อจำนวนของผลึกที่ได้ การที่ผลึกที่เลี้ยงที่  $1160^{\circ}\text{C}$  มีจำนวนมากที่สุดอาจจะเป็นเพราะว่าอุณหภูมิ  $1170^{\circ}\text{C}$  และ  $1180^{\circ}\text{C}$  นั้นสูงเกินไปจนทำให้นิวเคลียสที่เกิดขึ้นมาในช่วง nucleation บางส่วนละลายกลับเข้าไปในเคลือบ

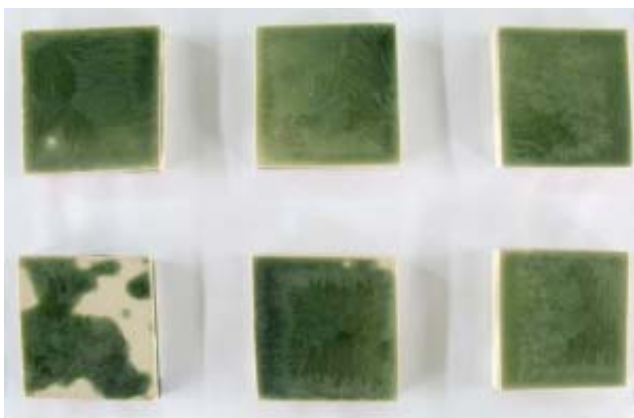
เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลึกที่เลี้ยงโดยการเย็นไฟ เป็นเวลา 5 ชั่วโมงด้วยกัน จะเห็นว่าผลึกในรูปที่ 1b เติบโตได้อย่างสมบูรณ์กว่าผลึกในรูปที่ 1d อย่างเห็นได้ชัด สาเหตุอาจจะอธิบายได้ด้วยเหตุผลทำนองเดียวกันกับเหตุผลที่อธิบายรูปที่ 1a 1c และ 1e ที่กล่าวไปแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลึกในรูปที่ 1d และผลึกในรูปที่ 1f จะเห็นผลึกในรูปที่ 1f มีความสมบูรณ์กว่าผลึกในรูปที่ 1d ซึ่งยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น แต่มีข้อสังเกตว่ารูปที่ 1d และ 1f ใช้อุณหภูมิ  $T_1$  ที่ต่างกัน ถึงแม้ว่าไม่ได้เย็นไฟที่อุณหภูมิ  $T_1$  เลยก็ตาม แต่อุณหภูมินี้อาจจะส่งผลต่อการโตของผลึกก็ได้ เพราะอุณหภูมิ  $T_1$  ในการเผาของเคลือบในรูปที่ 1d กับ 1f ต่างกันถึง  $30^{\circ}\text{C}$



a) เย็นไฟ 2 ชั่วโมง



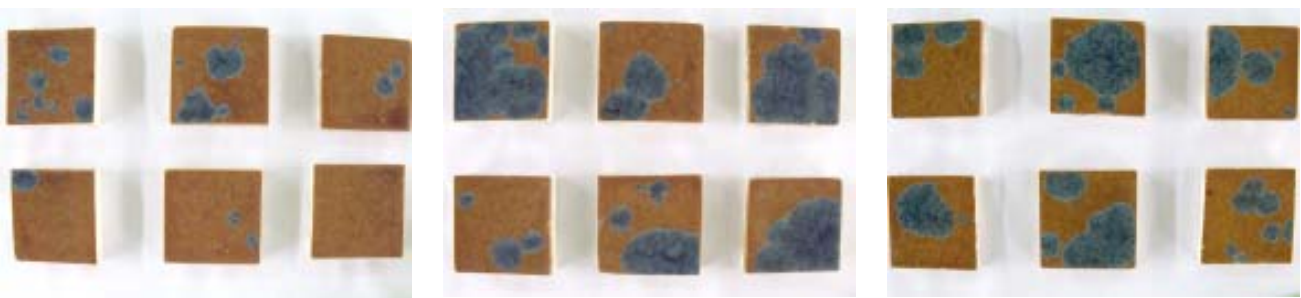
b) เย็นไฟ 3 ชั่วโมง



c) เย็นไฟ 4 ชั่วโมง

รูปที่ 2 เคลือบผลึกสูตรที่ 2.1เผาโดยให้ตกผลึก (nucleation) ที่  $1250^{\circ}\text{C}$  30 นาที เท่ากัน แล้วลดอุณหภูมิลงมาเลี้ยงผลึกที่  $1100^{\circ}\text{C}$  และเย็นไฟเป็นเวลาต่างๆ กัน

รูปที่ 2a-2c แสดงเคลือบสูตรที่ 2.1 ที่เผาโดยให้ตกผลึก (nucleation) ที่อุณหภูมิ  $1250^{\circ}\text{C}$  เย็นไฟ 30 นาที เท่ากัน เลี้ยงผลึกให้โตที่อุณหภูมิเดียวกันคือ  $1100^{\circ}\text{C}$  แต่เย็นไฟนานต่างกันคือ 2 3 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ จากรูปจะเห็นว่าชิ้นงานบางชิ้นที่ยึ่นไฟเลี้ยงผลึก 2 ชั่วโมง (รูปที่ 2a) มีผลึกที่ยังไม่สมบูรณ์ ส่วนชิ้นงานที่เลี้ยงผลึกเป็นเวลานานขึ้นคือที่ 3 และ 4 ชั่วโมงจะมีผลึกที่สมบูรณ์เต็มแผ่นกระเบื้อง แต่ชิ้นงานที่ยึ่นไฟที่ 3 และ 4 ชั่วโมงมีผลึกที่ไม่ต่างกันมากแสดงว่าการเย็นไฟ 3 ชั่วโมง ก็เพียงพอที่จะทำให้ผลึกโตจนเกือบจะสมบูรณ์แล้วจึงไม่จำเป็นต้องเย็นไฟเลี้ยงผลึกของเคลือบสูตรนี้ 4 ชั่วโมง



a) ยืนไฟ 2 ชั่วโมง

b) ยืนไฟ 3 ชั่วโมง

c) ยืนไฟ 4 ชั่วโมง

รูปที่ 3 เคลือบผลิตภัณฑ์ 2.2 เผาโดยให้ตกผลึก (nucleation) ที่ 1250°C 30 นาทีเท่ากัน แล้วลดอุณหภูมิลงมา เลี้ยงผลึกที่ 1100°C และยืนไฟเป็นเวลาต่างๆ กัน

เคลือบสูตรที่ 2.2 ซึ่งมีส่วนผสมเกือบจะเหมือนกับเคลือบสูตรที่ 2.1 (ดูตารางที่ 2) รูปที่ 3a-3c แสดงเคลือบสูตรที่ 2.2 ที่เผาในสภาวะการเผาเหมือนเคลือบสูตรที่ 2.1 ซึ่งแสดงในรูปที่ 2a-2c เมื่อเปรียบเทียบรูปที่ 3a-3c กับรูปที่ 2a-2c จะเห็นว่าเคลือบทั้งสองสูตรมีลักษณะแตกต่างกันมากทั้งๆ ที่เคลือบในรูปทั้งสองเผาที่สภาวะเหมือนกัน และมีส่วนผสมที่เกือบจะเหมือนกัน (ต่างกันเฉพาะที่สารให้สีเท่านั้น) แสดงว่าลักษณะของเคลือบผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปตามส่วนผสมที่อยู่ในเคลือบอย่างมาก กล่าวคือเคลือบสูตรที่ 2.1 ที่มีสารให้สีเป็น CuO 3% มีผลึกสีเขียวอ่อนจนถึงเขียวแก่ขนาดใหญ่มากจนเกือบเต็มกระเบื้องทดสอบเคลือบ ส่วนเคลือบสูตรที่ 2.2 ซึ่งมีสารให้สีเป็น MnO<sub>2</sub> และ NiO อย่างละ 3% มีผลึกในเคลือบเป็นผลึกที่แผ่ออกเป็นวงกลมสีฟ้าปนเขียวอยู่บนพื้นแก้ว สีน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างรูปที่ 3a 3b และ 3c ที่ยืนไฟเป็นเวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ จะเห็นได้ชัดว่าขึ้นตัวอย่างที่เผาโดยการยืนไฟที่ 2 ชั่วโมงได้ผลึก Willemite ที่มีขนาดเล็ก แต่ที่เผาโดยยืนไฟ 3 - 4 ชั่วโมงจะมีผลึกขนาดใหญ่ขึ้นมาก อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่ยืนไฟ 3 - 4 ชั่วโมงได้เคลือบผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดต่างกันไม่มากนัก แสดงว่าที่ชั่วโมงที่ 3 - 4 ผลึกโตอาจจะโตช้ามาก การเพิ่มเวลาให้ผลึกโตขึ้นอีก 1 ชั่วโมงจึงแทบไม่มีผลต่อการทำให้ได้ผลึกโตขึ้นต่างกันมากนัก

## สรุป

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าจำนวน ขนาด และรูปร่างของผลึก Willemite ในเคลือบผลิตภัณฑ์ทั้งสองสูตรของการทดลองนี้เปลี่ยนแปลงไปตามองค์ประกอบที่เป็นส่วนผสมของเคลือบ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการยืนไฟอย่างมาก การยืนไฟที่อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นเวลานานขึ้นจะทำให้ได้ผลึกที่มีขนาดโตขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- 1) ปรีดา พิมพ์ขาวชา, "เซรามิกส์," หน้า 155-156 พิมพ์ครั้งที่ 5 สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2547).
- 2) ภาวณิ ทองใบ-เสียร์, "เคลือบผลิตภัณฑ์," วารสารเซรามิกส์, ก.ย. - ธ.ค., หน้า 45-47 (2546)
- 3) ศรินทร์ สายอินทวงศ์, "เคลือบผลิตภัณฑ์," download จาก [http://www.thaiceramicsociety.com/pd\\_art\\_crystalglaze.php](http://www.thaiceramicsociety.com/pd_art_crystalglaze.php), เข้าดูเมื่อ เม.ย. 2553.
- 4) ศรินทร์ สายอินทวงศ์, "เคลือบผลิตภัณฑ์," วารสารเซรามิกส์, ม.ค. - มี.ค., หน้า 15 - 18 (2552).
- 5) Sun Dakhai, L. A. Orlova and N. Yu. Mikhailenko, "Types and Compositions of Crystalline Glazes," Glass and Ceramics, 56 [5-6], 177-180 (1999).
- 6) F. H. Riddle, "A Few Facts Concerning the So-called Zinc Silicate Crystals," Trans. Am. Ceram. Soc., 8, 336-52 (1906).
- 7) F. H. Norton, "The Control of Crystalline Glazes," Journal of the American Ceramic Society, 20, 217-224 (1937).
- 8) ไพจิตร อังศิริวัฒน์, "เคลือบผลิตภัณฑ์," วารสารเซรามิกส์, เม.ย. หน้า 10-12 (2531).

## กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณนักศึกษาที่มีรายชื่อต่อไปนี้ที่ช่วยทำการทดลอง นายจักรกฤษณ์ พิษขุนทด, นางสาวศรัณญา แสนแหวด, นายชลิต ศรัทธาธรรม, นางสาวธัญญา ทิพนาง, นายคมสัน บุญอ้อ, นางสาวอรรพพร ขวัญมัน, นางสาวกิตติยา แสนสะอาด, นางสาวอภิญญา ชูรัตน์, นายสุกฤษณ์ ไพศาลพงศ์, นายวีรพงษ์ พรรณา



## จากใจ...ของนักเรียน Puririny ปลาย

**สวัสดีค่ะ** เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคน วันนี้..**ชาดา** ขอแบ่งปันประสบการณ์และความประทับใจของพวกเราใน Overglaze Ceramic Painting Class เริ่มจาก **คุณครู สุจิตรา เดชสุวรรณชัย** ส่งรถมารับ-ส่งพวกเราจากบ้าน ไป-กลับโรงเรียน ซึ่งเป็นโรงงานเซรามิกที่มีวัสดุ อุปกรณ์พร้อม รวมทั้งพู่กันชั้นยอดจากเยอรมัน แถมมีเพลงไพเราะให้ฟังทั้งวัน พวกเราเลือกเรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจ **ชาดา** เลือกงานวาดภาพนกของจีนแบบโบราณตกแต่งด้วยทอง โดยเริ่มจากฝึก Lay out จากนั้นเขียนลายเส้นด้วยปากกา คอแรง ระบายสีโดยใช้พู่กัน เทคนิคการลงสีกันเบื่อน และตกแต่งสีพื้นด้วย การใช้ฟองน้ำ ลอกสีกันเบื่อน แต้มจุดสีบนขอบ แล้วส่งให้ลูกน้องของครูนำไปเผาครั้งที่ 1

**วันที่ 2** เริ่มฝึกการใช้พู่กันกับสีมากกว่า 1 สี การตกแต่งพื้นด้วยน้ำทองและปรับให้สวยด้วยฟองน้ำ เผาครั้งที่ 2 ...

**ในวันที่ 3** เรียนเทคนิคการตัดขอบเส้นด้วยพู่กันและยางลบอย่างชนิดต้องให้เนียบ แต่ขอบอกว่าไม่เครียดนะคะเพราะเวลาทำแจ้งก็ร้องหาคุณครูช่วย นำไปเผาครั้งที่ 3 ....

**วันที่ 4** ช่อมสีทองเพิ่มเติมเล็กน้อยก่อนนำไปเผาครั้งที่ 4 และเรียนเทคนิคการวาดกุหลาบ ตอนเห็นคุณครูวาดให้ดูเป็นตัวอย่างรู้สึกง่ายนิดเดียว (ง่ายนิดเดียวจริงๆ แต่ยากมาก) คิดว่าคงต้องฝึกอีกสัก 100 ปี... แต่ได้เรียนรู้เทคนิคการวาดอันมีค่าจากประสบการณ์ตรงของครูมากมาย

**ตลอด 4 วัน** นี้ เวลาผ่านไปเหมือนติดปีกเป็นช่วงเวลาที่มีความสุขมากๆ เหมือนได้กลับเป็นเด็กอีกครั้งที่ได้อยู่ในห้องเรียนศิลปะกับคุณครูที่ใจดีและเมตตา ท่านลูกมาคอยแนะนำแก้ไขงาน และคอยตอบคำถาม “ทำไม” “ทำไม” “ทำไม” ของพวกเราทั้งวัน อย่างไม่รู้จำเหน็ดเหนื่อย **ขอกราบขอบพระคุณคุณครูสุจิตรา มา ณ ที่นี้ด้วย**

สำหรับ Class ต่อๆ ไป พวกเราขอจองล่วงหน้าไว้ทุก Class เลย

และขอขอบคุณสมาคมที่ได้จัด Class เรียนนี้

ซึ่งเป็น Class ที่มีประโยชน์และสนุกสนานอย่างยิ่งด้วยค่ะ

...ช่วยกรุณาจัดอีกนะคะ...



# การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับสมาคมเซรามิกส์

## ผ่านเว็บไซต์และเฟสบุ๊ค

ปัจจุบัน นอกจากทางสมาคมเซรามิกส์ไทยจะมีเว็บไซต์ไว้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับทางสมาคมฯ ได้ที่ <http://www.thaiceramicsociety.or.th> แล้ว ทางสมาคมเซรามิกส์ไทยได้เพิ่มช่องทางการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับทางสมาคมเซรามิกส์ผ่านทางเฟสบุ๊ค (Facebook) ไว้อีกช่องทางหนึ่ง ซึ่งในวารสารเซรามิกฉบับที่ผ่านมาทางสมาคมได้แนะนำเว็บไซต์ของสมาคมไปแล้ว ดังภาพที่ 1



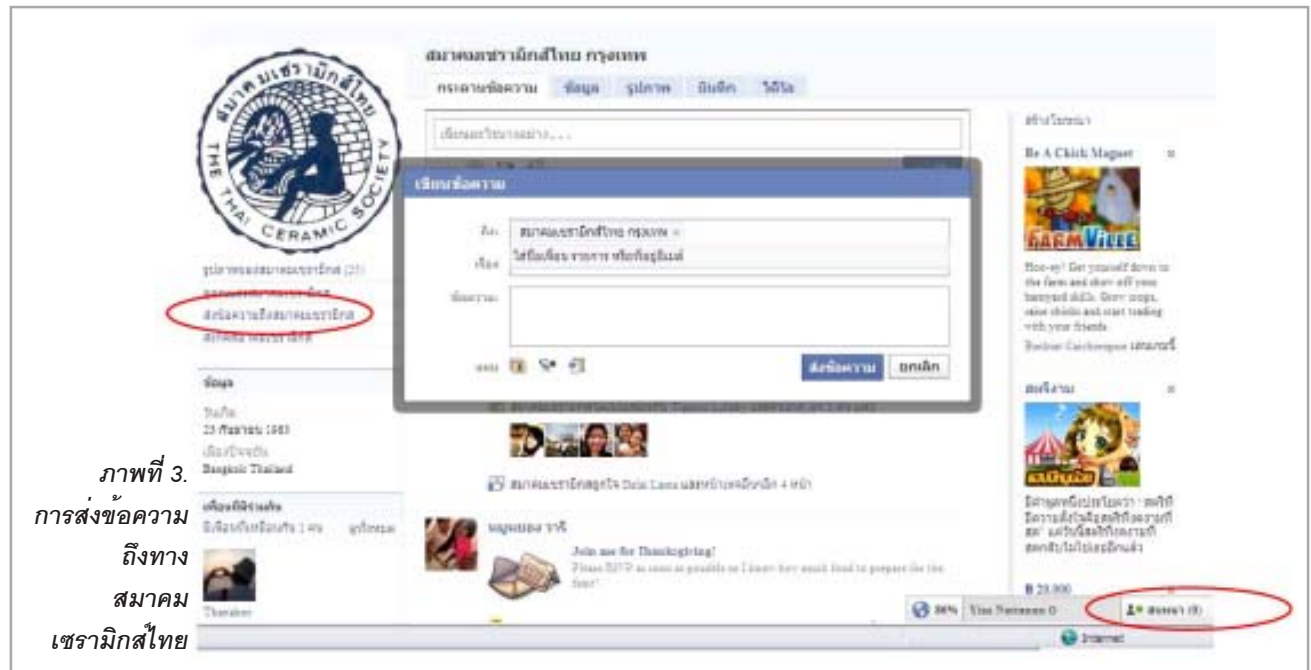
ภาพที่ 1. หน้าบ้านของสมาคมเซรามิกส์ไทย

ในฉบับนี้ ทางสมาคมฯ จึงขอแนะนำการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับทางสมาคมเซรามิกส์ไทยผ่านทางเฟสบุ๊คของทางสมาคมฯ ซึ่งจะสร้างความสะดวกสบายในการติดต่อสื่อสารได้โดยผู้อ่านต้องทำการสมัครเป็นสมาชิกเฟสบุ๊คให้เรียบร้อยก่อน จากนั้นจึงทำการค้นหาและเพิ่มชื่อเพื่อนในเฟสบุ๊ค ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2. การค้นหาเฟสบุ๊คของสมาคมเซรามิกส์ไทย

จากนั้นผู้อ่านสามารถที่จะแบ่งปันหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับทางสมาคมเซรามิกส์ได้ ซึ่งขอยกตัวอย่างการส่งข้อมูลถึงทางสมาคมเซรามิกส์สามารถทำได้โดยคลิกที่เมนูที่มีข้อความว่า "ส่งข้อความถึงทางสมาคมเซรามิกส์" และนอกจากนี้ผู้อ่านยังสามารถสนทนากับสมาชิกในสมาคมได้หากเห็นว่าสถานะห้องสนทนา มีผู้เข้ามา สังเกตได้จาก "สนทนา ( )" ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3.  
การส่งข้อความ  
ถึงทาง  
สมาคม  
เซรามิกส์ไทย

ซึ่งผู้อ่านสามารถศึกษาวิธีการใช้งานเฟสบุ๊คเพิ่มเติมได้ที่เฟสบุ๊คไกด์ของกระปุก <http://facebook.kapook.com/howto/index.php> ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4. เว็บไซต์แนะนำการใช้เฟสบุ๊คของกระปุก

แล้วพบกับสมาคมเซรามิกส์ไทยได้ทางเฟสบุ๊คและเว็บบอร์ดของสมาคม และหากมีข้อมูลแนะนำเพิ่มเติมสามารถติดต่อโดยตรงได้ที่ [anantakul@gmail.com](mailto:anantakul@gmail.com) ครับ

**ข้อมูลสมาชิก**

(กรุณากรอกแบบฟอร์มให้ครบถ้วนชัดเจนด้วยตัวบรรจง)

ชื่อผู้สมัคร(ภาษาไทย).....นามสกุล.....

(ภาษาอังกฤษ).....

อายุ.....ปี อาชีพ.....ตำแหน่ง.....

ที่อยู่.....

รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

**ข้อมูลบริษัท/โรงงาน/หน่วยงาน** (หากมีใบவர்หรือตัวอย่างผลิตภัณฑ์สามารถแนบมาได้)

บริษัท/โรงงาน/หน่วยงาน.....ที่อยู่.....

รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

E-mail..... เว็บไซต์.....

**ประเภท** ☐ ผู้ผลิต ☐ ผู้จัดการฝ่าย ☐ หน่วยงานของรัฐ ☐ สถาบัน ☐ อื่นๆ.....

**ประเภทผลิตภัณฑ์** ☐ กระเบื้อง ☐ สุขภัณฑ์ ☐ ลูกถ้วยไฟฟ้า ☐ ถ้วยชาม

☐ ของชำร่วยและเครื่องประดับ ☐ วัตถุติด ☐ อื่นๆ.....

**ประเภทอุตสาหกรรม** ☐ ขนาดเล็ก (OTOP) ☐ ขนาด กลาง (SME) ☐ ขนาด ใหญ่ (L)

**ประเภทของตลาด** ☐ ภายในประเทศ.....% ☐ ต่างประเทศ.....%

**พื้นที่โรงงาน**.....**จำนวนคนงาน**.....คน **ปริมาณการผลิต**.....ต่อเดือน

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ข้าพเจ้าทราบข้อบังคับของสมาคมเซรามิกส์ไทยดีแล้ว และจะปฏิบัติตามข้อบังคับ

ของสมาคมเซรามิกส์ไทยทุกประการ โปรดส่งเอกสารและวารสารไปที่ ☐ บ้าน ☐ ที่ทำงาน

ลงชื่อ.....ผู้สมัคร

...../...../.....

**ประเภทของสมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย**

**ประเภทนิติบุคคล**

☐ รายปี 2,000 บาท ☐ ตลอดชีพ 25,000 บาท

รับวารสาร 2 ชุด / ฉบับ, ส่วนลดการเข้าร่วมสัมมนาฟรี 1 คน

**ประเภทบุคคลทั่วไป**

☐ ตลอดชีพ 3,000 บาท

(รับวารสาร 10 ปี นับตั้งแต่การสมัครเข้าเป็นสมาชิก)

☐ รายปี 300 บาท

☐ นิสิตนักศึกษา 200 บาท

พร้อมกันนี้ได้ชำระเงินค่าสมาชิกจำนวน.....บาท

(.....)

เป็น ☐ เงินสด ☐ ธนาณัติ ☐ เช็คไปรษณีย์

☐ เงินโอน วันที่.....

☐ ต่ออายุสมาชิก ☐ สมัครเป็นสมาชิกใหม่

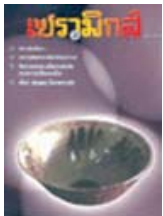
**สิทธิของสมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย**

1. สมาชิกทุกประเภทมีสิทธิเสนอความคิดเห็นหรือให้คำแนะนำใดๆอันเป็นประโยชน์ที่เกี่ยวกับกิจการหรือวัตถุประสงค์ของสมาคมต่อคณะกรรมการได้
2. สมาชิกทุกประเภทมีสิทธิในการลงคะแนนในการประชุมใดคณะหนึ่งคะแนนเท่าเทียมกันหมด
3. สมาชิกมีสิทธิได้รับการเลือกตั้งเป็นกรรมการ
4. ส่วนลดพิเศษในการเข้าร่วมกิจกรรมของสมาคมฯ

ธนาณัติสั่งจ่าย ณ. ที่ทำการไปรษณีย์ จุฬาลงกรณ์ 10332 หรือโอนเงินเข้าบัญชีออมทรัพย์ ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาสาภาภาษาชาติไทย ชื่อบัญชีสมาคมเซรามิกส์ไทย เลขที่บัญชี 045-2 07350-2 แฟกซ์สลิปการโอนเงินกลับมาที่ 0-2218-5561 โทร.0-2218-5562

**การสั่งซื้อวารสาร**

วารสารเซรามิกส์ฉบับ 1, 2, 3, 11, 18 หมด



☐ ฉบับที่ 13 70-



☐ ฉบับที่ 14 70-



☐ ฉบับที่ 15 80-



☐ ฉบับที่ 16 80-



☐ ฉบับที่ 19 80-



☐ ฉบับที่ 20 80-



☐ ฉบับที่ 21 80-



☐ ฉบับที่ 17 80-



☐ ฉบับที่ 22 90-



☐ ฉบับที่ 23 90-



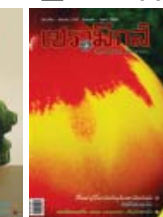
☐ ฉบับที่ 24 90-



☐ ฉบับที่ 25 90-



☐ ฉบับที่ 26 90-



☐ ฉบับที่ 27 90-



☐ ฉบับที่ 28 90-



☐ ฉบับที่ 29 90-



☐ ฉบับที่ 30 90-



☐ ฉบับที่ 31 90-



☐ ฉบับที่ 32 90-



☐ ฉบับที่ 33 90-



☐ ฉบับที่ 34 90-

**แบบฟอร์มการสั่งซื้อวารสาร**

ชื่อผู้ซื้อ.....

ที่อยู่.....

ฉบับที่.....รวม.....ฉบับ

รวมเป็นเงิน.....

(.....)

ด่วน! Thai Ceramic Directory 2007-2009 หนังสือที่รวบรวมข้อมูลอุตสาหกรรมเซรามิก ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางวัตถุดิบ, รายชื่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิก, แก้ว และกระจก ฯลฯ มีทั้งผู้ผลิต ผู้จัดการฝ่าย ใหท่านเลือกอย่างครบถ้วน ในราคาเล่มละ 500 บาท ติดตอสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ : สมาคมเซรามิกส์ไทย ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 10330 โทร.0-2218-5562