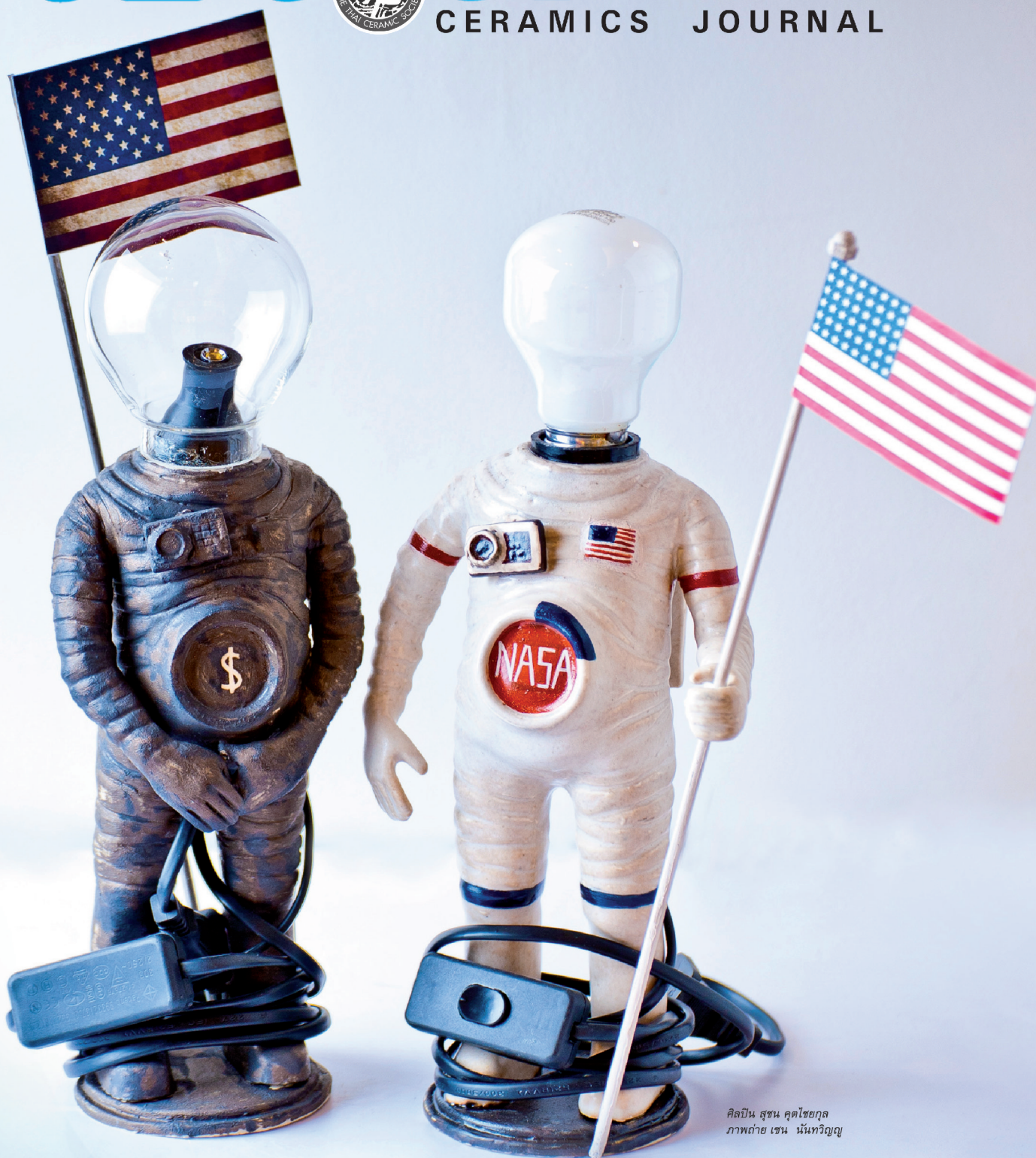


กันยายน-ธันวาคม 2556 September-December 2013

เชรามิกส์



CERAMICS JOURNAL



ศิลปิน สุชน คุตไชยกุล
ภาพถ่าย เซน นันทวิญญู



- ◎ Clay pop สำหรับคนชอบงานเซรามิก
- ◎ กลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ ดอนไก่ดี



วังเตา... เซรามิกส์

สวัสดิ์ศรีบ่มพี่น้องชาวเซรามิก และผู้สนใจผู้อ่านวารสารเซรามิกส์ไทย

ทุกท่าน ก่อนอื่นต้องขอภัยเป็นอย่างสูงที่วารสารฉบับที่ 41 นี้ออกมาช้าไปเล็กน้อย เนื่องจากข้อขัดข้องทางเทคนิคบางประการ ระยะนี้ดูเหมือนว่าเศรษฐกิจไทยและเศรษฐกิจโลกจะไม่ค่อยราบรื่นนัก อุปสรรคก็มากมาย ต้นทุนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิกก็สูงขึ้นตลอด ไม่ว่าจะเป็นค่าแรงงาน ค่าแก๊ส ค่าไฟฟ้า และยังมีปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบคุณภาพดีราคาถูกอีกด้วย แม้จะเป็นปีที่หนักหนาสาหการอีกปีหนึ่งเลยก็ด้วย... ไกลจะสิ้นปี พ.ศ. 2556 แล้ว หวังว่าตลอดปีที่ผ่านมา ทุกท่านคงจะต่อสู้และทุ่มเทแรงกายแรงใจและทรัพยากรต่างๆ กันอย่างเต็มที่ ก็ขอให้อดทนสู้กันต่อไป มองหาแนวทางทำกำไร เอาตัวรอดและเจริญก้าวหน้ากันให้ได้ครับ กองบรรณาธิการขออาสาเป็นตัวช่วย และสมาคมเซรามิกส์ไทยก็จะพยายามแนะนำบทความดีๆ ที่จะประโยชน์กับชาวเซรามิกนะครับ.. **สำหรับวารสารฉบับนี้...** เราเริ่มด้วยบทความจากกองบรรณาธิการกับการก้าวสู่ปีที่ 140 ของบริษัทโคห์เลอร์ และ 40 ปี ของภาควิชาวัสดุศาสตร์จุฬาฯ ตามด้วยผลงานวิจัยและนวัตกรรมการผลิตทั้งในห้องปฏิบัติการและในระดับอุตสาหกรรม เช่น การผลิตกระเบื้อง และเนื้อสโตนแวร์ หรือแม้แตเซรามิกตกแต่งสวน พบกับผลงานของศิลปินทางเซรามิก กับเทคนิคและรูปแบบแปลกๆ ใหม่ๆ ที่น่ารักน่าใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานเซรามิก เก็บข่าวมาเล่าจากการจัดงานประชุมสัมมนาและงานแสดงสินค้าเครื่องมือเครื่องจักรและวัตถุดิบอุตสาหกรรมเซรามิก โดยเฉพาะงาน ASEAN Ceramics 2013 ที่จัดร่วมกับงาน ICTA2013 ที่ไบเทคบางนา อีกทั้งภาพกิจกรรมงานโบว์ลิ่งเซรามิกส์สัมพันธ์ 2013 ขอให้ผู้อ่านทุกท่านหยิบจับเนื้อหาต่างๆ ของวารสารฉบับนี้ไปใช้ประโยชน์ได้บ้างนะครับ.. **แล้วคอยติดตามผลงานของเราในฉบับหน้าครบ 30 ปี สมาคมเซรามิกส์ไทยด้วยนะครับ** หากมีข้อสงสัยประการใดก็ติดต่อมาได้เสมอเช่นเคยครับ...

บรรณาธิการ

ธนากร วาสนาพิยธพงศ์

Thanakorn.w@chula.ac.th

Facebook : สมาคมเซรามิกส์ไทย กรุงเทพ

เจ้าของ

สมาคมเซรามิกส์ไทย

บรรณาธิการผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

ดร.สมนึก ศิริสุนทร

ที่ปรึกษาติดตามศักดิ์

ดร.ดำริ สุโขธินัง

ศ.เกียรติคุณ เสริมศักดิ์ นาคบัว

คิด โรจนเพ็ญกุล

รศ.ทวี พรหมพฤษชัย

บรรณาธิการบริหาร

ดร.สมนึก ศิริสุนทร

ผศ.ดร.ธนากร วาสนาพิยธพงศ์

ไพศาล กาญจนพิบูลย์

กองบรรณาธิการ

ผศ.เวนิช สุวรรณโมลี

ผศ.สาธิต ชลชาติภิญโญ

รศ.สุพาส เล็กสวัสดิ์

รศ.วรวิธ สุธีวีระขจร

ผศ.ดร.ศิริรัตน์ งามศิริเลิศ

ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต

ดร.ลดา พันธุ์สุภมรนา

ดร.ศิริพร ลาภเกียรติถาวร

ธงชัย วัฒนศักดิ์กุล

สุจิตรา เดชสุวรรณชัย

ชินรัตน์นันทน์ ตาตะนันท์

สำนักงานติดต่อ

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

31/53 หมู่ 6 ถ.ประชาราษฎร์ ต.ตลาดขวัญ

อ.เมืองนนทบุรี จ.นนทบุรี 11000

โทร. 0-2525-1753-4 แฟกซ์ 0-2525-1428

E-mail : economicline@yahoo.com

เพลง/แยกสี : เพื่อนนักพิมพ์ กราฟฟิค

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์ พิมพ์รุ่ง

วารสารเซรามิกส์ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นศูนย์กลางการเผยแพร่ความรู้ทางด้านเซรามิก และเป็นสื่อกลางระหว่างสมาชิกของสมาคมฯ ตลอดจนผู้สนใจ สมาชิกสมาคมฯ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในวงการเซรามิกทั้งด้านอุตสาหกรรมและแวดวงการศึกษา รวมทั้งผู้สนใจในกิจกรรมด้านนี้ ขอคิดเห็นและบทความในวารสารเล่มนี้เป็นทัศนะอิสระของผู้เขียนแต่ละท่าน สมาคมเซรามิกส์ไทยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

Contents

CERAMIC JOURNAL : September - December 2013



09.....Clay Pop สำหรับคนชอบเซรามิก

11.....Clay Push 2013 at Gulgong, New South Wales, Australia

15.....เซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็ง อุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าสะอาด

22.....การเตรียมอนุภาคอินทรีย์-อนินทรีย์นาโนไฮบริด เพื่อการพัฒนาวัสดุนาโนคอมโพสิต

25.....Famiry Garden

27.....กบน้อยฮาเฮ

29.....140 ปี โคห์เลอร์

32.....แนวทางการใช้ประโยชน์ตะกอนดิน
จาก...การผลิตน้ำปะปาในอุตสาหกรรมเซรามิก

39.....หมู่บ้านเบญจรงค์ ดอนไก่ดี

44.....เครื่องปั้นดินเผาในหลุมฝังศพวัฒนธรรมบ้านเชียง



Contents

CERAMIC JOURNAL : September - December 2013



50.....ก้าวสู่ปีที่ 40 ปากวิชาวาสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

53.....ข่าวประชาสัมพันธ์
งาน Mega Exhibition of Porcelain Painting

55.....เก็บตก..งานประชุมวิชาการ
13th Conference of the
European Ceramic Society (ECERS XII)

59.....นวัตกรรมกระเบื้องเพื่อสิ่งแวดล้อม

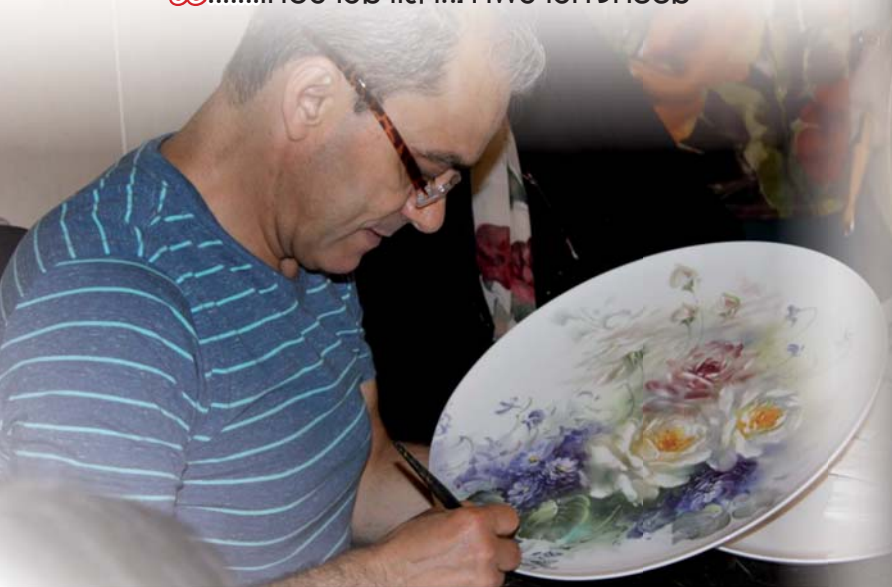
61.....เซรามิกอุณหภูมิสูงและการนำไปใช้ผลิต
ผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวน จ.ราชบุรี

65.....เนื้อดินสโตนแวร์ 1100 องศาเซลเซียส

69.....ASEAN Ceramics 2013 & ICTA 2013

79.....เก็บข่าวมาเล่า..
โบลิ่งกระชับมิตรเซรามิกส์สัมพันธ์ 2013

85.....เก็บข่าวมาเล่า..ภาพข่าวกิจกรรม



Clay Pop

สำรับคนชอบ งานเซรามิก

Distinctive Ceramic Art Exhibition and sale from The Talented Art Students Program, Department of Creative Arts, Faculty of Fine & Applied Arts, Chulalongkorn University at Silom Complex.

More than 600 handmade ceramic pieces were on display, both functional and non-functional objects, such as vessels, lamps, mugs, dinnerware, tea set and sculpture.



ธัญชนก เนตรอนันต์



วรรณิศา สุธีระชากร



จิระจิระประวีร์ ณ อยุธยา



ณกุลชัย สานแสน



ชนกกานต์ แสนชัย

หลังจากสะสมผลงานดีๆ มาเป็นเวลาหลายปี นิสิต ศิษย์เก่า และอาจารย์ในวิชาเอกหัตถศิลป์ (เซรามิกส์) และนิสิตโครงการศิลปะดีเด่นภาควิชานฤมิตรศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงได้ร่วมมือกันจัดแสดงผลงานเซรามิกอย่างยิ่งใหญ่ ที่ศูนย์การค้าสยามคอมเพล็กซ์ ผลงานมีหลากหลายรูปแบบทั้งงานศิลปะและภาชนะใช้สอย ภายในงานมีการแสดงและจัดจำหน่ายผลงานเซรามิกประเภทงานชิ้นเดียว เช่น ประติมากรรมสำหรับประดับตกแต่งภายในและภายนอก ทั้งขนาดใหญ่และเล็ก ภาชนะประเภทต่างๆ โคมไฟ แก้วน้ำ ชุดรับประทานอาหาร ชุดน้ำชา แจกัน รวมทั้งสิ้นมากกว่า 600 ชิ้น

ณกุลชัย สานแสน





ต่อพงศ์ เขยชม



กรินทร์ พิศลยบุตร



นฤดล จิตสกุล



สุชน คุณไชยกุล



สุชนภา เล็กอัสดี

Cast glass โดย Stephen Hirt Studios

แนวความคิด "Clay Pop" นี้สื่อถึงความชื่นชอบและความมีเสน่ห์ของเครื่องปั้นดินเผาที่โดดเด่น สื่อความคิดสร้างสรรค์และประสบการณ์ของวิชาเอกหัตถศิลป์ และจากการสร้างความร่วมมือระหว่างอาจารย์และศิลปินเซรามิกในระดับชาติและนานาชาติ จนทำให้ผลงานเป็นที่กล่าวถึงและเป็นที่รู้จักทั่วไปอย่างกว้างขวาง เจกเชนวงดนตรีป๊อปขึ้นแนวหน้าของวงการ การตอบรับในการจัดนิทรรศการครั้งนี้เป็นไปอย่างดียิ่งด้วยลักษณะผลงานชิ้นเดียวซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของผู้ร่วมงาน 3 มิติ และทำเล่นเหมาะสมในย่านสีลม ทำให้ทุกคนมีกำลังใจที่จะสร้างสรรค์ผลงานให้ดียิ่งขึ้นไป



อัครชัย เคียรประเสริฐ



10 เซรามิก



ชัยวัฒน์ภัทร เลาสัตย์

พัชริดา วรพงษ์ดี



พัชริดา วรพงษ์ดี - ธันวาคม 2558

เรื่อง: กฤษณา เหลืองอานันทกุล

ภาพ: ดุษฎี รักษ์มณี



Clay Push 2013

at Gulgong, New South Wales, Australia

Clay Push 2013 at Gulgong เป็นกิจกรรมการรวมตัวของชาวเซรามิกในออสเตรเลีย จัดกันทุกๆ สามปี ปีนี้เป็นครั้งที่ 9 งานปีนี้เริ่มตั้งแต่วันที่ 28 เมษายน ถึง วันที่ 4 พฤษภาคม 2556 สถานที่จัดคือ Gulgong (กุลโกง) ซึ่งเป็นบ้านเกิดของผู้ก่อตั้ง Clay Push และเป็นเมืองเหมืองขุดทอง โดยมีบรรยากาศของสถาปัตยกรรมในยุค 1900s ที่ยังรักษาเอกลักษณ์สภาพเมืองไว้อย่างดี Gulgong อยู่ห่างจาก Sydney ไปทางฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือ ประมาณ 300 กิโลเมตร เดินทางได้ทั้งรถไฟและรถยนต์ ใช้เวลาประมาณ 5-6 ชั่วโมงจาก Sydney



การเข้าร่วมงาน ผู้สมัครต้องลงทะเบียนเสียค่าใช้จ่ายผ่านทางเว็บไซต์ gulgong2013.com ผู้ที่ไปร่วมงานจะได้เห็นการทำงานของศิลปินเซรามิกระดับโลกที่ได้รับเชิญมาจากหลากหลายประเทศทั่วโลกอย่างใกล้ชิด ผู้ร่วมงานสามารถซักถามข้อสงสัยถึงเทคนิค และวิธีการทำผลงานได้อย่างละเอียด มาสเตอร์มีการทำ workshop ทุกวัน วันละประมาณ 3-4 ชั่วโมง โดยจะทำพร้อมกันทุกคน ซึ่งคณะผู้จัด Clay Push จัดสถานที่แบ่งไว้ให้ผู้ร่วมงานเข้าไปนั่งดูการ



ทำงานได้ทั้งในช่วงเช้าและช่วงบ่ายของแต่ละวัน และสามารถเดินดูมาสเตอร์ทำงานสลับกันได้ ในปีนี้มีมาสเตอร์ที่ได้รับเชิญกว่า 10 ท่าน ได้แก่ Frank Boyden, USA./ Kirsten Coelho, Australia/ Grey Daly, Australia/ Diana Fayt, USA./ Norma Grinberg, Brazil/ Lee, Kang Hyo, South Korea/ Marianne Hallberg, Sweden/ Jeff Mincham, Australia/ Ane-Katrine von Bülow, Denmark และคุณนายดี ช่างหม้อ (คุณดุษฎี รัชชัณณี) จากประเทศไทย

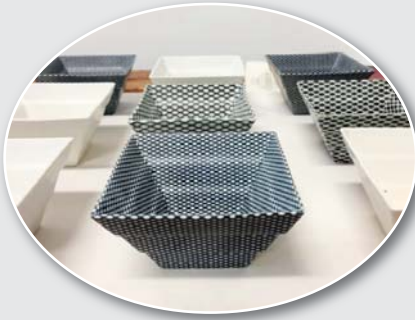


มาสเตอร์แต่ละคนมีเทคนิคการทำงานที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน ผู้เข้าชมงานสามารถเลือกดูได้ตามความสนใจ เช่น เทคนิคการทำภาพพิมพ์ลงบนกระดาษทิชชูเซรามิกโดยศิลปินชาวเดนมาร์ก การขึ้นรูปประติมากรรมขนาดใหญ่ด้วยเทคนิคการปั้นแบบกลวงโดยศิลปินไทย การเรียนรู้เทคนิคการปั้นเป็นหมุนลักษณะเฉพาะของศิลปินออสเตรเลีย การขึ้นรูปโถ่งขนาดใหญ่และการแสดง (performance) ตกแต่งลวดลายด้วยน้ำดิน (Slip) โดยศิลปินชาวเกาหลีใต้



นอกจากนั้นยังมีกิจกรรมอื่น ๆ ระหว่างวัน ที่ถูกจัดไว้ทั้งรอบเช้า รอบบ่าย และรอบค่ำ ได้แก่ การเปิดนิทรรศการของกลุ่มต่าง ๆ การบรรยายผลงานที่มาจากรแรงบันดาลใจของศิลปินระดับมาสเตอร์ การสอนโยคะให้กับชาวเซรามิก การสอนทำพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ การทำงานของกลุ่ม SeaPots (Southeast Asia Ceramic Artists Group) การนำผลงานเซรามิกมาวางขาย การออกร้านค้าอุปกรณ์เครื่องมือเซรามิก ดิน นิตยสาร หนังสือ และเสื้อผ้าที่เกี่ยวกับงาน และการแข่งขันโอลิมปิก Clay Push Gulgong 2013 ซึ่งสนุกและประทับใจผู้เข้างานเป็นอย่างมาก





ในคืนสุดท้ายทุกคนที่เข้าร่วมงานได้รับประทานอาหารเย็นที่ทาง Clay Push จัดไว้ให้ร่วมกัน เป็นบรรยากาศที่อบอุ่น และน่าประทับใจ

เป็นอย่างยิ่งตลอดระยะเวลา 7 วัน ผู้ร่วมงานได้ทั้งความรู้ ความสนุก และมิตรภาพที่ดีต่อกัน ทั้งผู้จัดและผู้เข้าร่วมงาน มีความเป็นกันเองและน่ารักเป็นอย่างมาก ผู้กัมสัมพันธ์กลายเป็นเพื่อนกันได้ไม่ยาก

ในปีนี้ Clay Push ยังถูกจัดขึ้นเพื่อเป็นการอาลัยรักให้กับ Janet Mansfield (1934-2013) ผู้ก่อตั้ง Clay Push ตั้งแต่ปี 1989 ที่เพิ่งเสียชีวิตจากไปเมื่อต้นปีที่ผ่านมา ศิลปินหลายท่านที่เคยได้ร่วมงานและได้รู้จัก Janet ต่างชื่นชม และคิดถึงเธอเป็นอย่างมาก เพราะ Janet ได้เป็นผู้นำและเป็นสื่อกลางมิตรภาพที่ดีระหว่างคนที่ชอบทำงานเซรามิกด้วยกัน ให้ได้มารู้จัก เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ทั้งยังเป็นแรงบันดาลใจให้กับคนรุ่นหลังผู้หลงรักงานเซรามิกให้มาร่วมตัวกัน ผู้กัมสัมพันธ์มิตรภาพที่ดีต่อกัน โดยมีดิน เป็นสื่อกลางจากทั่วโลก ในครั้งนี้ได้นำผลงานเครื่องเคลือบการเผาแบบเตาฟืน (Wood Firing) ของ Janet มาแสดงไว้ด้วยอย่างสวยงาม

Janet Mansfield ได้รับรางวัลมากมายทางด้านเซรามิก และเคยเป็นผู้ก่อตั้งนิตยสาร Ceramics Art and Perception ตั้งแต่ปี 1989 และ Ceramics Technical ปี 2001 เป็นบรรณาธิการ และจัดตั้งโรงพิมพ์ Mansfield ผลิตหนังสือและนิตยสารระดับคุณภาพที่ถูกจำหน่ายไปทั่วโลก 



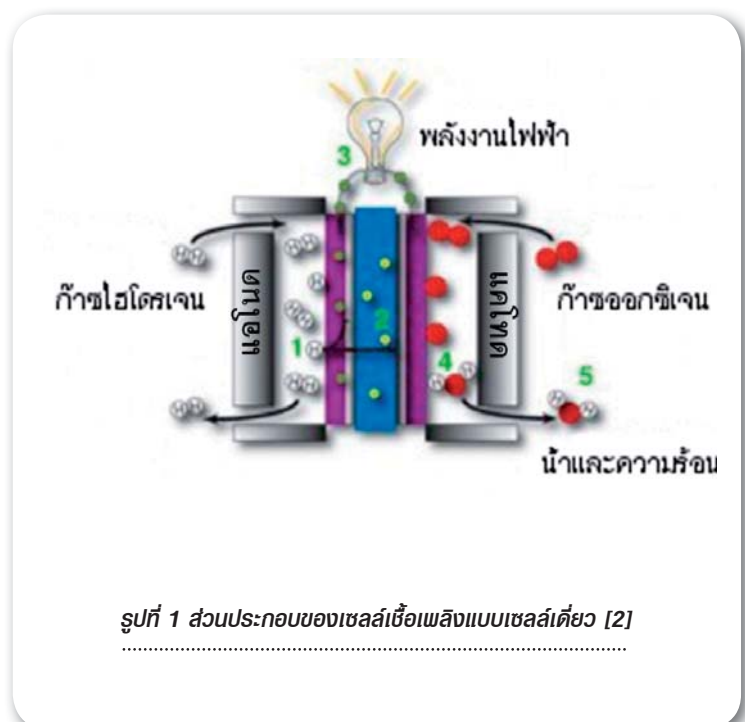


<http://www.pimagazine-asia.com/news/other-news/osaka-gas-solid-oxide-fuel-cells-ready-for-large-scale-distribution-in-april/>

1. เซลล์เชื้อเพลิงคืออะไร

เซลล์เชื้อเพลิงคืออุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเซลล์เชื้อเพลิงแต่ละเซลล์มีส่วนประกอบเหมือนกับแบตเตอรี่ คือ ขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว เรียกว่า แอโนด และ แคโทด และ แผ่นอิเล็กโทรไลต์คั่นอยู่ตรงกลางระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง การกำเนิดไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเติมเชื้อเพลิง (เช่น ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซชีวภาพ หรือ แอลกอฮอล์) ไปที่ขั้วแอโนด และเติมตัวออกซิแดนต์ (เช่น ก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์ หรือ อากาศ) ที่ขั้วแคโทด จากนั้นจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นที่ขั้วแอโนด และปฏิกิริยารีดักชันที่ขั้วแคโทด ก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากขั้วแอโนดไปยังแคโทด กลายเป็นกระแสไฟฟ้า (รูปที่ 1) [1]

หลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงดังอธิบายข้างต้นจะคล้ายคลึงกับการทำงานของแบตเตอรี่ แต่แตกต่างกันตรงการส่งเชื้อเพลิงและตัวออกซิแดนต์เข้าสู่อุปกรณ์ โดยในแบตเตอรี่ เชื้อเพลิงและตัวออกซิแดนต์จะอยู่ภายในตัวแบตเตอรี่อยู่แล้ว จึงสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทันที ในขณะที่ในเซลล์เชื้อเพลิงจะไม่มีเชื้อเพลิงหรือตัวออกซิแดนต์กักเก็บอยู่ภายใน เมื่อเซลล์เชื้อเพลิงเริ่มทำงาน เชื้อเพลิงและตัวออกซิแดนต์ต้องถูกส่งเข้าไปจากภายนอก โดยถ้าเราใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง และออกซิเจนจากอากาศเป็นตัวออกซิแดนต์ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่ขั้วไฟฟ้าจะมีเพียงพลังงานไฟฟ้า น้ำ และความร้อนเกิดขึ้นเท่านั้น ไม่มีการผลิตก๊าซเรือนกระจกขึ้นเลย เราจึงถือว่าเซลล์เชื้อเพลิงเป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่สะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม [1]



เซอร์วิลเลียม โรเบิร์ต โกรฟ ได้ประดิษฐ์เซลล์เชื้อเพลิงขึ้นครั้งแรกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1839 แต่เนื่องจากในช่วงนั้น นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรเน้นการวิจัยและพัฒนาเครื่องยนต์สันดาปภายใน และเครื่องยนต์ไอน้ำในการผลิตพลังงานไฟฟ้า และการขับเคลื่อนยานพาหนะ เซลล์เชื้อเพลิงจึงยังไม่มีบทบาทสำคัญเท่าใดนัก จนกระทั่งเซลล์เชื้อเพลิงชนิดแอลคาไลน์ ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในส่วนของบริษัทการขนส่งของยานอวกาศในโครงการอพอลโล นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจึงเริ่มให้ความสนใจกับการใช้เซลล์เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น และได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงขึ้นมาอีกหลากหลายชนิด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน [1, 3-4]

เซลล์เชื้อเพลิงที่มีการพัฒนาต่อยอดจากเซลล์เชื้อเพลิงชนิดแอลคาไลน์มีอยู่หลายชนิด แต่ชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงได้รับความนิยม และมีการผลิตทางการค้าแล้วมีอยู่ 2 ชนิด คือ เซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน และเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็ง (รูปที่ 2) โดยเซลล์เชื้อเพลิงชนิดแรกจะเป็นชนิดที่ใช้วัสดุพอลิเมอร์เป็นอิเล็กโทรไลต์ และใช้แพลตินัมหรือโลหะผสมของแพลตินัมเป็นขั้วไฟฟ้า ดังนั้นเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้จะทำงานที่อุณหภูมิต่ำ (< 100 °C) ซึ่งส่งผลเสียทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังภายในเซลล์เมื่อใช้งานเป็นระยะเวลานาน ในขณะที่เซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งจะใช้วัสดุเซรามิกเป็นอิเล็กโทรไลต์และขั้วไฟฟ้า ทำให้เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มีอุณหภูมิการทำงานโดยทั่วไปสูงกว่า 700 °C แม้ว่าอุณหภูมิสูงจะช่วยให้เร่งการเกิดปฏิกิริยาที่ขั้วไฟฟ้าและช่วยลดปัญหาน้ำท่วมเซลล์ได้ แต่กลับส่งผลลบต่อการหาวัสดุที่เหมาะสมมาใช้เป็นส่วนประกอบต่างๆของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ เนื่องจากวัสดุทุกส่วนจำเป็นต้องทนอุณหภูมิสูงและไม่เกิดการแตกหักเมื่อเพิ่มหรือลดอุณหภูมิก่อนและหลังการใช้งาน นอกจากนี้การทำงานที่อุณหภูมิสูงยังส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานในการให้อุณหภูมิกับเซลล์เชื้อเพลิงก่อนเริ่มใช้งาน [1]

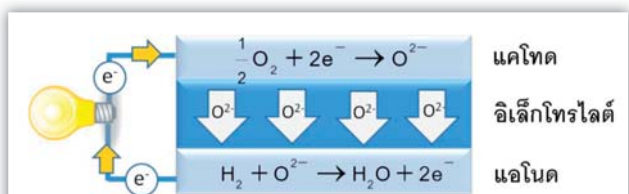


รูปที่ 2 ตัวอย่างเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งที่ผลิตทางการค้าของ Bloom Energy Corporation รุ่น ES-5700 Energy server ที่สามารถใช้ทั้งก๊าซธรรมชาติและก๊าซชีวภาพในการผลิตกำลังไฟฟ้า 200 กิโลวัตต์ [5]

ปัจจุบันจึงมีงานวิจัยและพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงอย่างแพร่หลาย โดยนักวิจัยจะพยายามเพิ่มอุณหภูมิการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนให้สูงกว่า 100 °C ในขณะที่พยายามลดอุณหภูมิการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งลงให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 600 °C เพื่อให้สามารถใช้โลหะเป็นส่วนประกอบบางส่วนของเซลล์เชื้อเพลิงได้ ดังนั้น เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้อ่านที่เป็นชาวสมาคมเซรามิกส์ไทย ผู้เขียนจะขอเน้นหัวข้อเกี่ยวกับการทำงาน วัสดุที่ใช้ และงานวิจัยและพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งเท่านั้นในบทความนี้

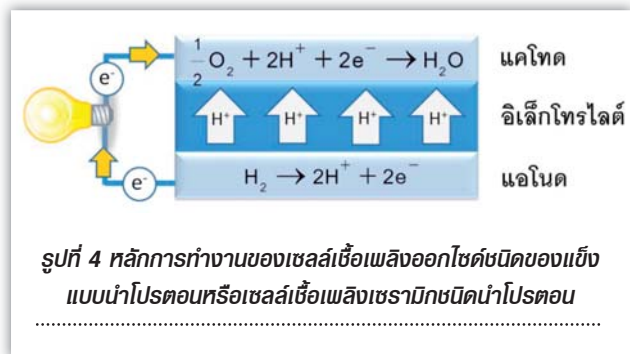
2. หลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็ง

หลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับวัสดุอิเล็กโทรไลต์ที่นำมาใช้ว่าเป็นเซรามิกชนิดนำออกซิเจนไอออน (O^{2-}) หรือเซรามิกชนิดนำโปรตอน (H^+) โดยการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้เซรามิกชนิดนำออกซิเจนไอออนเป็นอิเล็กโทรไลต์ แสดงในรูปที่ 3 ซึ่งเริ่มต้นจากก๊าซออกซิเจนที่ส่งมายังขั้วแคโทดรับอิเล็กตรอนและเกิดการแตกตัว กลายเป็นออกซิเจนไอออน จากนั้นออกซิเจนไอออนเคลื่อนที่ผ่านอิเล็กโทรไลต์ไปยังขั้วแอโนด ก๊าซไฮโดรเจนที่ส่งมายังขั้วแอโนดจะเข้าทำปฏิกิริยากับออกซิเจนไอออนกลายเป็นน้ำ ความร้อนและปล่อยอิเล็กตรอนออกมา อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วแคโทดไปยังขั้วแอโนดผ่านวงจรภายนอกเป็นกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3 หลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งที่ใช้เซรามิกนำออกซิเจนไอออนเป็นอิเล็กโทรไลต์

เซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งแบบนำโปรตอน (proton-conducting solid oxide fuel cell) หรือเซลล์เชื้อเพลิงเซรามิกชนิดนำโปรตอน (protonic ceramic fuel cell) จะใช้วัสดุเซรามิกที่มีสภาพนำโปรตอนสูงเป็นอิเล็กโทรไลต์และมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน **ดังแสดงในรูปที่ 4** โดยหลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้จะเริ่มต้นจากการแตกตัวของก๊าซไฮโดรเจนที่ส่งเข้ามาที่ขั้วแอโนดกลายเป็นโปรตอน พร้อมปล่อยอิเล็กตรอนออกมา จากนั้นโปรตอนจะเคลื่อนที่ผ่านอิเล็กโทรไลต์ไปยังขั้วแคโทดและทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนพร้อมรับอิเล็กตรอนกลายเป็นน้ำและความร้อน ส่วนอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านวงจรภายนอกจากขั้วแอโนดมายังแคโทดกลายเป็นกระแสไฟฟ้า เซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งที่มีการผลิตออกจำหน่ายทางการค้าในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้วัสดุเซรามิกชนิดนำออกซิเจนไอออนเป็นอิเล็กโทรไลต์ เนื่องจากเซรามิกชนิดนำโปรตอนยังอยู่ระหว่างการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและความเสถียรทางเคมีให้สูงขึ้น



3. วัสดุที่ใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็ง

วัสดุที่ใช้เป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ ส่วนใหญ่เป็นวัสดุเซรามิก โดยวัสดุที่นิยมนำมาใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์จะต้องมีความหนาแน่นสูง มีสภาพการนำออกซิเจนไอออนสูง และจะต้องไม่นำอิเล็กตรอน อาทิเช่น อิตเทรียมสเตบิลIZED เซอร์โคเนีย (Y_2O_3 stabilized ZrO_2 , YSZ) และ แกดโกลีนีเยโดปซีเรีย (Gd_2O_3 -doped CeO_2 , GDC) ส่วนตัวอย่างของเซรามิกชนิดนำโปรตอนที่เป็นที่นิยมใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งแบบนำโปรตอน ได้แก่ อิตเทรียมโดปแบเรียมเซอร์โคเนต (Y-doped BaZrO_3 , BYZ) และ อิตเทรียมโดปแบเรียมซีเรต (Y-doped BaCeO_3 , BYC)

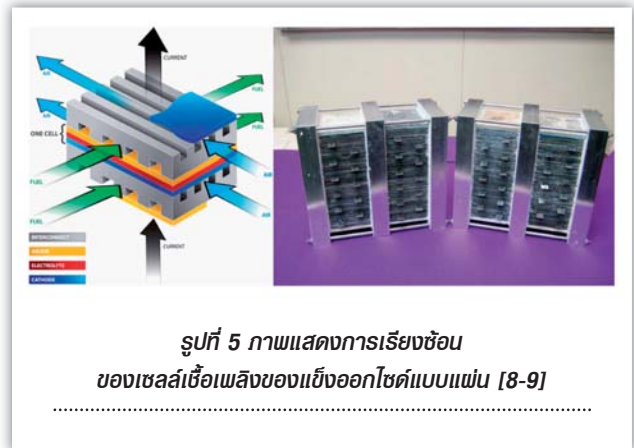
วัสดุแอโนดและแคโทดของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มักจะเป็นวัสดุเซรามิกด้วยเช่นกัน โดยวัสดุที่เลือกใช้จะต้องมีสมบัติในการนำอิเล็กตรอนที่ดี มีสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดี ซึ่งโดยปกติวัสดุแอโนดที่นิยมใช้จะเป็นออกไซด์ผสมระหว่าง NiO และวัสดุอิเล็กโทรไลต์ ตัวอย่างเช่น NiO ผสมกับ YSZ หรือ NiO ผสมกับ BYZ ซึ่งระหว่างใช้งาน NiO จะถูกรีดิวซ์ กลายเป็น Ni ดังนั้น วัสดุแอโนดของเซลล์เชื้อเพลิงจึงกลายเป็นเซอร์เมทของ Ni-YSZ หรือ Ni-BYZ ซึ่งมี Ni เป็นขั้วไฟฟ้าที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนและตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดี

วัสดุแคโทดที่นิยมใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งจะเป็นเซรามิกจำพวกเพอโรฟสไกต์ออกไซด์ที่มีสมบัติเป็นทั้งตัวนำอิเล็กตรอนและตัวนำออกซิเจนไอออน (หรือโปรตอน) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดี และมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนใกล้เคียงกับอิเล็กโทรไลต์ ตัวอย่างของวัสดุแคโทดที่นิยมใช้เมื่อใช้ YSZ เป็นอิเล็กโทรไลต์ คือ $(\text{La}, \text{Sr})\text{MnO}_3$ หรือ $(\text{La}, \text{Sr})(\text{Co}, \text{Fe})\text{O}_3$ [1]

จากที่กล่าวมาเราจะเห็นว่าวัสดุหลักของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้เป็นเซรามิกทั้งหมด และเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาราคาแพงอย่างแพลตินัมหรือโลหะผสมแพลตินัมเหมือนดังกรณีของเซลล์เชื้อเพลิงเมมเบรนแบบแลกเปลี่ยนโปรตอน แต่เรายังจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงเข้าช่วยเพื่อให้เซรามิกในส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นอุณหภูมิการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้จึงมักจะสูงกว่า 700°C ซึ่งการทำงานที่อุณหภูมิสูงมีข้อดีตรงที่ช่วยให้เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้สามารถใช้เชื้อเพลิงหลากหลายชนิด อาทิเช่น ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซชีวภาพ น้ำมันดีเซล และไบโอดีเซล แต่ในทางตรงกันข้าม การทำงานที่อุณหภูมิสูงก็ก่อให้เกิดปัญหาการจัดการด้านฉนวนสำหรับเก็บความร้อน การจัดหาวัสดุกันก๊าซรั่วที่เหมาะสมที่มีราคาถูก และการเสียเวลาและพลังงานในการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้เซลล์เชื้อเพลิงเริ่มทำงาน ดังนั้น เพื่อลดปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น นักวิจัยทั่วโลกจึงยังคงมุ่งมั่นที่ค้นคว้าหาวัสดุที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้นและหาวิธีการขึ้นรูปและออกแบบให้เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มีอุณหภูมิการทำงานที่ลดลง [1]

4. การเรียงซ้อน (Stacking) ของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็ง

เซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งได้ถูกพัฒนาเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ตั้งแต่ระดับร้อยวัตต์ไปจนถึงเมกะวัตต์ เมื่อต้องเพิ่มกำลังไฟฟ้าของเซลล์เชื้อเพลิงให้มากขึ้น เราจะต้องนำเซลล์เชื้อเพลิงหลายๆ เซลล์มาเรียงซ้อน (stacking) กัน โดยวิธีการเรียงซ้อนจะขึ้นอยู่กับรูปทรงของเซลล์เชื้อเพลิงแต่ละเซลล์ ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ [1] คือ



รูปที่ 5 ภาพแสดงการเรียงซ้อน
ของเซลล์เชื้อเพลิงของแข็งออกไซด์แบบแผ่น [8-9]

4.1 การเรียงซ้อนของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็งแบบแผ่น (planar stack)

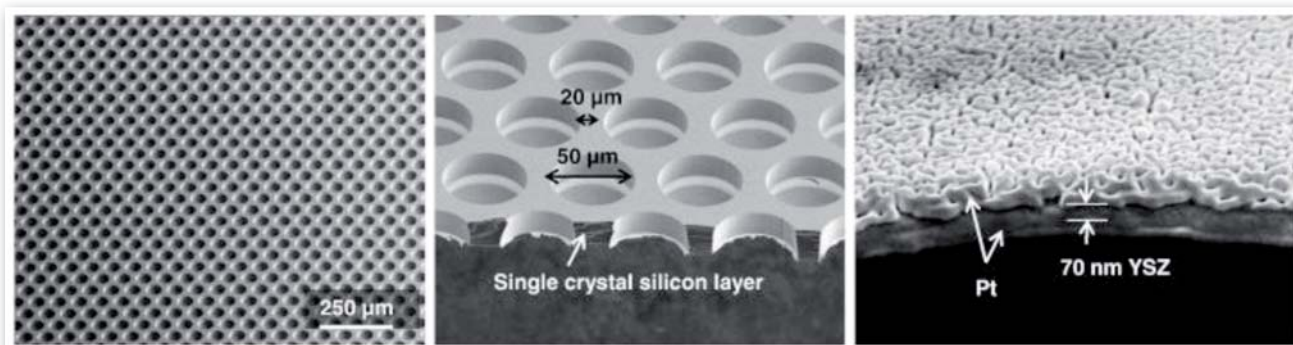
ส่วนประกอบทุกส่วนในเซลล์เชื้อเพลิงที่เรียงซ้อนแบบนี้ต้องเป็นแผ่นเรียบ โดยมีการให้เชื้อเพลิงและตัวออกซิเจนผ่านตามแผ่นอินเตอร์คอนเนค ที่เป็นแผ่นเชื่อมต่อระหว่างแอโนดของเซลล์เชื้อเพลิงเซลล์หนึ่งกับแคโทดของเซลล์เชื้อเพลิงอันถัดไป (รูปที่ 5) ข้อดีของเซลล์เชื้อเพลิงแบบแผ่นคือการประหยัดเนื้อที่และมีความหนาแน่นของกำลังไฟฟ้าต่อปริมาตรสูง แต่ปัญหาของการเรียงซ้อนเซลล์เชื้อเพลิงรูปแบบนี้คือการป้องกันก๊าซระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ซึ่งต้องใช้วัสดุกันรั่วที่เป็นฉนวน สามารถทนอุณหภูมิสูงได้ ไม่ทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิง อากาศและส่วนต่างๆ ของเซลล์เชื้อเพลิง มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงความร้อนใกล้เคียงกับส่วนอื่นๆ ของเซลล์เชื้อเพลิง และคงรูปทั้งเมื่อตอนลดและเพิ่มอุณหภูมิการทำงาน ซึ่งวัสดุกันรั่วมักจะเป็นส่วนที่เกิดปัญหามากที่สุดในการออกแบบเซลล์เชื้อเพลิงรูปแบบนี้ โดยตัวอย่างของเซลล์เชื้อเพลิงนี้ได้แก่ เซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งที่ผลิตโดยบริษัท Topeso Fuel Cell ประเทศเดนมาร์ก [6] (รูปที่ 6) หรือ เซลล์เชื้อเพลิงของแข็งออกไซด์แบบแผ่นที่สร้างขึ้นโดยศูนย์วิจัย Jülich ประเทศเยอรมนีในปี 2004 ซึ่งเมื่อต่อเซลล์เชื้อเพลิงแบบแผ่นนี้จำนวน 60 แผ่น สามารถให้กำลังไฟฟ้าถึง 13.3 กิโลวัตต์ที่อุณหภูมิการทำงาน 800 °C [7]



รูปที่ 6 เซลล์เชื้อเพลิงของแข็งออกไซด์แบบแผ่นของบริษัท Topeso Fuel Cell ประเทศเดนมาร์ก ซึ่งเตรียมแผ่นรองด้วยการหล่อเทป (tape casting) และเคลือบพื้นผิวแอโนดอิเล็กโทรไลต์และแคโทดตามลำดับและนำไปเผาขึ้น [6]

เซลล์เชื้อเพลิงแบบแผ่นได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยนักวิจัยได้พยายามลดความบางของส่วนประกอบสำคัญๆ ซึ่งในบางส่วนของเซลล์เชื้อเพลิงจะมีความบางเพียงระดับนาโนเมตรเท่านั้น โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดความต้านทานไฟฟ้า เพิ่มความหนาแน่นกำลังไฟฟ้า และลดอุณหภูมิการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงลง ตัวอย่างของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งแบบแผ่นที่ใช้ไอเล็กโทรไลต์ที่มีความหนาระดับนาโนเมตร ได้แก่ งานวิจัยของกลุ่ม Prof. Fritz B. Prinz จากคณะวิศวกรรมศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด สหรัฐอเมริกา ซึ่งขึ้นรูปเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็งแบบเซลล์เดี่ยวโดยใช้ฟิล์ม YSZ ที่มีความหนาอยู่ในช่วง 50-100 นาโนเมตรเป็นอิเล็กโทรไลต์ และใช้แพลตินัมพูน เป็นขั้วไฟฟ้า ซึ่งผลจากการใช้ฟิล์มบางและแพลตินัมนี้ทำให้เซลล์เชื้อเพลิงแบบเซลล์เดี่ยวต้นแบบทำงานได้ที่ 130 มิลลิวัตต์ ต่อตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิเพียง 350 °C [10]

เมื่อเดือนมีนาคมที่ผ่านมา ผศ.ดร.ศิริธันว์ เจียมศิริเลิศ ผศ.ดร.ดุจฤทัย พงษ์เก่า คະซีมา ผศ.ดร.รจนา พรประเสริฐสุข และนิสิตบัณฑิตศึกษาจากภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้มีโอกาสจัดสัมมนาวิจัยร่วมในหัวข้อเกี่ยวกับวัสดุทางพลังงานสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งและมีโอกาสได้พูดคุยแลกเปลี่ยนงานวิจัยกับ Asst. Prof. Pei-Chen Su และ Asst. Prof. Yongjin Yoon ที่ School of Mechanical and Aerospace Engineering, Nanyang Technological University โดยได้รับทุนสนับสนุนการจัดสัมมนาวิจัยร่วมจากโครงการนวัตกรรมความร่วมมือทางวิชาการไทย-อาเซียนแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Asst. Prof. Pei-Chen Su เป็นหนึ่งในเจ้าของผลงานเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งแบบแผ่นความหนาระดับนาโนเมตรที่ทำการเพิ่ม



รูปที่ 7 ภาพแสดงเซลล์เชื้อเพลิงของแข็งออกไซด์แบบแผ่นความหนาในระดับนาโนเมตร
ที่ทำการเพิ่มพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยาต่อพื้นที่ด้วยวิธีการทำผิวลูกฟูก [11]

พื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยาต่อพื้นที่ด้วยวิธีการทำผิวลูกฟูก (รูปที่ 7) โดย Asst. Prof. Pei-Chen Su สามารถขึ้นรูปเซลล์เชื้อเพลิงโดยใช้ YSZ ที่ความหนาเพียง 70 นาโนเมตรเป็นอิเล็กโทรไลต์ และใช้แพลตินัมพูนเป็นขั้วไฟฟ้า ซึ่งเซลล์เชื้อเพลิงผิวลูกฟูกของ Asst. Prof. Pei-Chen Su นี้สามารถผลิตความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าได้ที่ 118 และ 162 มิลลิวัตต์ ต่อตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 350 และ 400 °C ตามลำดับ [11] แม้ว่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าที่ได้จะไม่สูงเพียงพอที่จะใช้ในการผลิตทางการค้า แต่ว่าเป็นความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูงที่ระดับอุณหภูมิต่ำเช่นนี้ งานวิจัยที่ได้แสดงให้เห็นศักยภาพในการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยทางด้านนี้โดยการลดความต้านทานและเพิ่มพื้นที่ผิวของการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งส่งผลทำให้เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มีอุณหภูมิการทำงานลดลงต่ำกว่า 400 °C

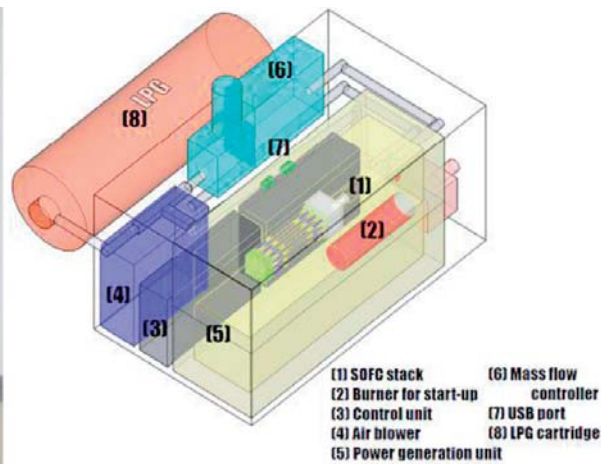
นอกจากนี้ทางกลุ่มคณาจารย์และนิสิตยังได้มีโอกาสเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงของ Asst. Prof. Pei-Chen Su และ Prof. Chan Siew Hwa และชมการสาธิตการทดสอบเซลล์เชื้อเพลิง โดยในห้องปฏิบัติการมีทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปฟิล์มบางระดับนาโนเมตรด้วยเทคนิค Pulsed Laser Deposition (PLD) และ Atomic Layer Deposition (ALD) เครื่อง electrochemical impedance spectroscopy ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความต้านทานของส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์เชื้อเพลิง และเครื่องวัดประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงที่มีความกว้างในระบับไมโครเมตร และมีความหนาในระดับนาโนเมตร ซึ่ง Asst. Prof. Pei-Chen Su ได้ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวให้สามารถวัดความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าได้ที่อุณหภูมิการทำงานในช่วง 300-700 °C และสามารถใช้ทั้งก๊าซไฮโดรเจน เมทานอล หรือเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง



รูปที่ 8 ห้องปฏิบัติการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่ School of Mechanical and
Aerospace Engineering, Nanyang Technological University และเซลล์เชื้อเพลิงแบบแผ่นความหนาในระดับนาโนเมตรที่ขึ้นรูปด้วยเทคนิค PLD

4.2 เซลล์เชื้อเพลิงของแข็ง ออกไซด์แบบท่อ (tubular stack)

เซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อจะมีลักษณะเป็นท่อกวางที่มีหัวแคโทดอยู่ด้านในและหัวแอโนดอยู่ด้านนอก และมีอิเล็กโทรไลต์กั้นอยู่ระหว่างหัวทั้งสอง ระหว่างการทำงานก๊าซออกซิเจนจะถูกส่งผ่านไปที่ท่อด้านใน ในขณะที่เชื้อเพลิงจะถูกส่งผ่านไปที่ท่อด้านนอก ดังนั้น เซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อจึงมักจะไม่มีปัญหาของวัสดุกันรั่วมากเท่าเซลล์เชื้อเพลิงของแข็งออกไซด์แบบแผ่น และเซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อส่วนใหญ่จะมี



รูปที่ 10 เซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อระดับไมโครเมตรแบบพกพาที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิงพัฒนาต้นแบบขึ้นโดย National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) [14]

สมรรถนะการทำงานที่คงที่เป็นเวลานานกว่าเซลล์เชื้อเพลิงแบบแผ่น แต่อย่างไรก็ตามเซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อนี้มีค่าใช้จ่ายที่สูงและความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่และต่อปริมาตรที่ต่ำกว่าแบบแผ่น [12] ปัจจุบันจึงมีงานวิจัยที่พยายามเพิ่มความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ โดยการขึ้นรูปเซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อให้มีขนาดระดับไมโครเมตร

ตัวอย่างของเซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อระดับไมโครเมตรต้นแบบ ได้แก่ เซลล์เชื้อเพลิงที่พัฒนาโดย National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) ประเทศญี่ปุ่นในปี 2009 ซึ่งเซลล์เชื้อเพลิงต้นแบบนี้สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 500-650 °C และให้ความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าสูงถึง 1 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 2 วัตต์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่อุณหภูมิ 550 °C โดยต้นแบบผลิตภัณฑ์ของ AIST ที่ได้จากการจัดเรียงซ้อนกันของเซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อระดับไมโครเมตร สามารถให้กำลังไฟฟ้าถึง 200 วัตต์เมื่อใช้ก๊าซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง [13]

จากนั้น AIST ได้พัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อระดับนาโนเมตรอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2011 AIST ได้ผลิตเซลล์เชื้อเพลิงแบบท่อต้นแบบที่มีอุปกรณ์ภายในที่สามารถเปลี่ยนก๊าซมีเทนเป็นก๊าซไฮโดรเจน (internal reformer) ซึ่งช่วยให้เซลล์เชื้อเพลิงดังกล่าวสามารถใช้ก๊าซมีเทนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทันที และเมื่อต้นปี 2013 ที่ผ่านมา AIST ได้แสดงเซลล์เชื้อเพลิงระดับไมโครเมตรแบบท่อต้นแบบที่สามารถพกพาได้ และสามารถใช้ Liquefied petroleum gas (LPG) เป็นเชื้อเพลิง และสามารถใช้งานต่อเนื่องถึง 24 ชั่วโมง โดยอุปกรณ์ต้นแบบดังกล่าวได้จัดแสดงในงาน 12th International Nanotechnology Exhibition and Conference ที่กรุงโตเกียว ดังแสดงในรูปที่ 10 [14]

5. ปัญหาและแนวทางการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็ง

ปัญหาของการผลิตเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็ง คือ ราคาการผลิตที่ค่อนข้างสูง การเสื่อมสภาพของเซลล์เชื้อเพลิงและเสถียรภาพการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง ซึ่งเราสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ด้วยการพัฒนาวัสดุและเทคโนโลยีการผลิตและขึ้นรูปส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์เชื้อเพลิงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและใช้ต้นทุนที่ลดลง ไม่ว่าจะเป็นวัสดุสำหรับอินเตอร์คอนเนค วัสดุกันก๊าซรั่ว อิเล็กโทรไลต์ แอโนด แคโทด ที่จะต้องสามารถทนต่ออุณหภูมิการทำงานสูง ทนต่อภาวะแวดล้อมที่มีทั้งบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน และทนต่อการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิระหว่างเริ่มต้นและหยุดการทำงาน พร้อมทั้งปรับปรุงการออกแบบการเรียงซ้อนเซลล์เชื้อเพลิงให้เกิดการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุด [1,15] นอกจากนี้ เพื่อให้สามารถนำเซลล์เชื้อเพลิงไปใช้งานได้จริง เซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งออกไซด์ควรจะต้องพัฒนาให้มีอุณหภูมิการทำงานที่ลดลงและมีความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าที่สูงขึ้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการลดความต้านทานของเซลล์เชื้อเพลิง อาทิ เช่น การหาวัสดุอิเล็กโทรไลต์ที่มีสภาพการนำออกซิเจนไอออนหรือโปรตอนสูง วัสดุแอโนดและแคโทดที่ต้องเป็นทั้งตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวนำไฟฟ้าที่ดี และการลดความหนาแน่นของชั้นส่วนต่างๆ ของเซลล์เชื้อเพลิงลงเพื่อให้เกิดการเรียงซ้อนกันได้หลายชั้นมากขึ้น

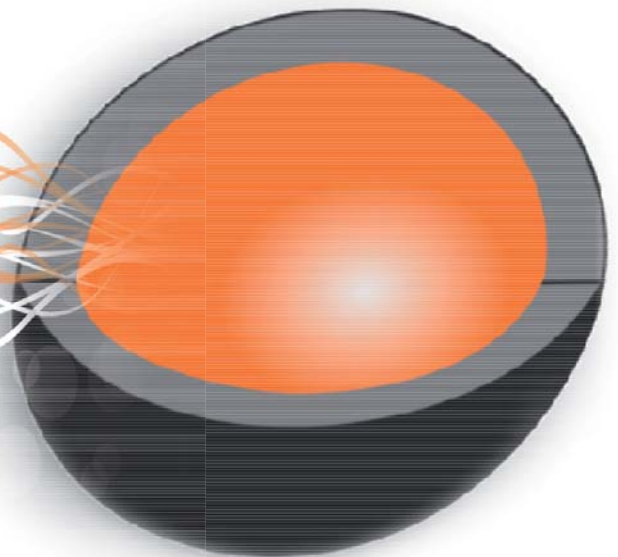
อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลากหลายชนิด โดยไม่จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงที่มีความบริสุทธิ์สูงเมื่อเทียบกับเซลล์เชื้อเพลิงเมมเบรนแบบแลกเปลี่ยนโปรตอน จึงเป็นข้อได้เปรียบของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ที่สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงได้โดยตรง หรือสามารถใช้ก๊าซไฮโดรเจนที่ผ่านการผลิตจากเครื่อง reformer ได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแยกก๊าซเพิ่มเติม แม้ว่าปัจจุบันราคาของการผลิตพลังงานไฟฟ้าสะอาดด้วยวิธีนี้จะลดลงแล้ว แต่ก็ยังไม่ต่ำเพียงพอที่จะสู้กับราคาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และ เซลล์เชื้อเพลิงฟอสซิล ดังนั้น ถ้าเราอยากใช้เซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ชนิดของแข็งเป็นเครื่องผลิตไฟฟ้าทดแทนโรงงานไฟฟ้าในปัจจุบัน ผู้เชี่ยวชาญทางเซรามิกควรจะช่วยกันระดมความคิด และต่อยอดงานวิจัยทางด้านเซลล์เชื้อเพลิงนี้เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น ด้วยความหวังที่ว่าเราจะสามารถใช้อุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าสะอาด (กว่าที่เป็นอยู่) นี้มาให้ได้จริงสักที ก่อนที่ภาวะโลกร้อนจะร้ายแรงจนเกินแก้ไข

เอกสารอ้างอิง

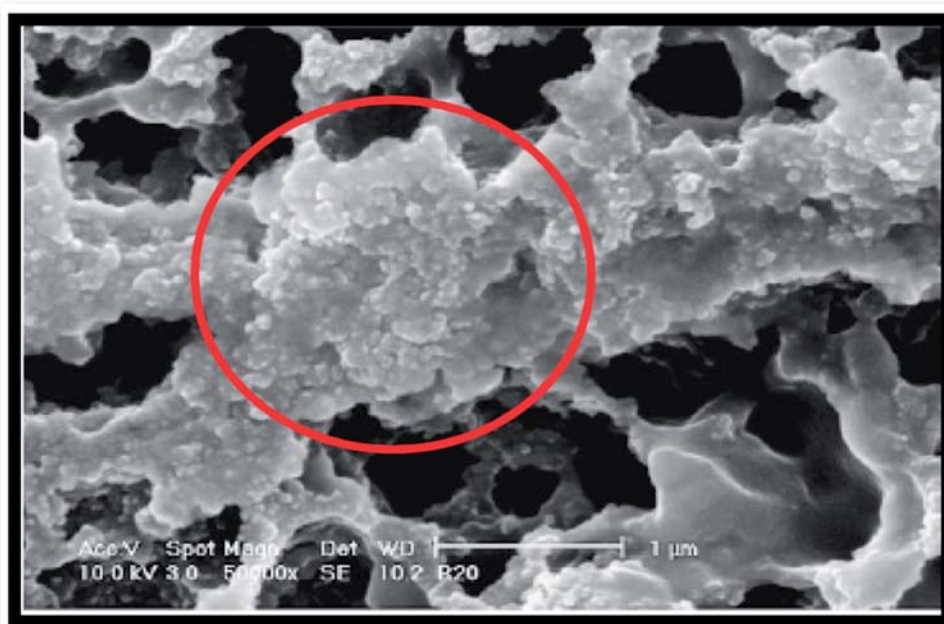
1. รจนา พรประเสริฐสุข, “เซลล์เชื้อเพลิง...อุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าแห่งอนาคต”, เทคโนโลยีวัสดุ, ฉบับที่ 60, กรกฎาคม-กันยายน 2553, หน้า 26-32.
2. ปรับปรุงมาจาก http://www.arcolaenergy.com/contribute/fuel_cells/ (2013)
3. F. T. Bacon, Electrochim. Acta, 14, 569 (1969).
4. M. L. Perry and T. F. Fuller, J. Electrochem. Soc., 149, S59 (2002).
5. <http://www.bloomenergy.com/fuel-cell/solid-oxide/> (2013)
6. <http://www.topsoefuelcell.com> (2013)
7. <http://www.fz-juelich.de/portal/index.php?index=163&jahr=2004&cmd=show&mid=216> (2013)
8. <http://electrical-engineering-portal.com/getting-electricity-from-solid-oxide-fuel-cell> (2013)
9. <http://www.ceramtec.com/technology/ceramic-solid-state-ionic-technologies/advanced-energy-storage/fuel-cells.php> (2013)
10. H. Huang, M. Nakamura, P. C. Su, R. Fasching, Y Saito, and F. B. Prinz, J. Electrochem. Soc., 154, B20 (2007).
11. P. C. Su and F. B. Prinz, Electrochem. Commun., 16, 77 (2012).
12. <http://electrochem.cwru.edu/encycl/art-f02-sofc.htm> (2013)
13. http://www.aist.go.jp/aist_e/latest_research/2009/20091204/20091204.html (2013)
14. http://www.aist.go.jp/aist_e/latest_research/2013/20130321/20130321.html (2013)
15. E. D. Wachsman, and S. C. Singhal, ECS Interface, 18, 28 (2009).



การเตรียม อนุภาคอินทรีย์-อนินทรีย์ นาโนไฮบริด เพื่อการพัฒนา วัสดุนาโนคอมพอสิต



อินทรีย์-อนินทรีย์นาโนคอมพอสิต ถือได้ว่าเป็นวัสดุที่กำลังมาแรงในปัจจุบัน ด้วยการนำสมบัติเด่นของวัสดุแต่ละชนิดมาผสมผสานกันอย่างเหมาะสม อีกทั้งยังสามารถจำกัดข้อด้อยของกันและกัน จึงได้นำไปใช้งานในหลากหลายสาขา เช่น การแพทย์ การเกษตร สิ่งทอ เครื่องสำอาง บรรจุภัณฑ์อาหาร อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ และยานอวกาศ เป็นต้น พอลิเมอร์นาโนคอมพอสิตก็เป็นวัสดุอินทรีย์-อนินทรีย์นาโนคอมพอสิตชนิดหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การผสมผสานวัสดุอินทรีย์ที่มีขนาดระดับนาโนจำพวก ซิลิกา ไททาเนียมไดออกไซด์ อะลูมินา และซิงค์ออกไซด์ เข้าไปในพอลิเมอร์สามารถช่วยปรับปรุงสมบัติต่างๆ ให้กับพอลิเมอร์ อาทิเช่น สมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติความทนไฟ และสมบัติทางแสง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากอนุภาคระดับนาโนมีพื้นที่ผิวสูงมากจึงทำให้เกิดแรงยึดเกาะระหว่างผิวกับพอลิเมอร์เมทริกซ์ระดับโมเลกุลได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญที่ตามมาได้แก่ การเกิดอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคอินทรีย์ด้วยกันเอง จึงเกิดการเกาะกลุ่มของอนุภาคที่เรียกว่า “แอกริเกต” (aggregate) **ดังแสดงในรูปที่ 1** ทำให้ลดความสามารถในการกระจายตัวในพอลิเมอร์เมทริกซ์ ซึ่งการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอมีผลทำให้สมบัติเชิงกลและเสถียรภาพทางความร้อนของนาโนคอมพอสิตไม่ได้รับการปรับปรุง โดยโครงสร้างลักษณะนี้จะไม่สามารถถูกทำลายได้ในระหว่างกระบวนการขึ้นรูป ดังนั้น จึงมีงานวิจัยมากมายที่พยายามคิดค้นและพัฒนาการปรับปรุงพื้นผิวของอนุภาคอินทรีย์เพื่อให้มีความสามารถในการกระจายตัวที่ดี อีกทั้งยังมีความเข้ากันได้กับพอลิเมอร์เมทริกซ์



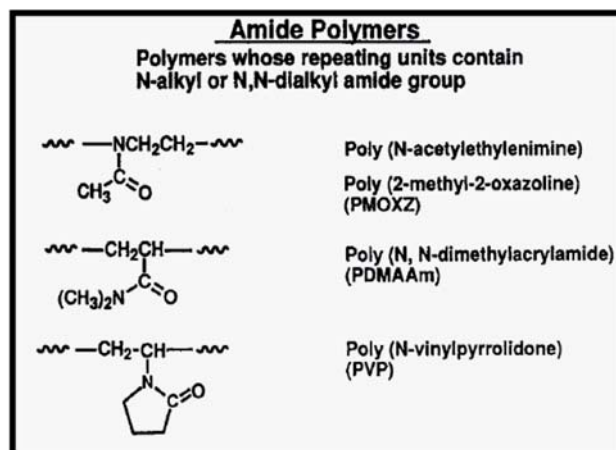
รูปที่ 1 การเกาะกลุ่มกันของอนุภาคนาโนซิลิกาในยาง³

แนวทางในการปรับปรุงพื้นผิวของอนุภาคอินทรีย์ได้มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ การปรับปรุงพื้นผิวด้วยสารเคมี และการปรับปรุงพื้นผิวด้วยเทคนิคการแลกเปลี่ยนลิแกนด์ เป็นต้น ดังนั้น **ในบทความนี้จึงขอนำเสนอวิธีการปรับปรุงพื้นผิวของอนุภาคอินทรีย์ด้วยการเตรียมอนุภาค “นาโนไฮบริด”**

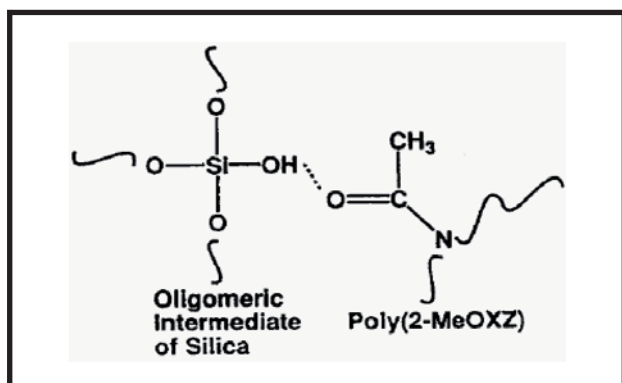
การเตรียมอนุภาคนาโนไฮบริด

อนุภาคนาโนไฮบริดเป็นอนุภาคที่เกิดจากการผสมผสานกันในระดับโครงสร้างโมเลกุลด้วยพันธะเคมีของวัสดุต่างชนิด ซึ่งการนำอนุภาคนาโนที่เตรียมมาทำการห่อหุ้มด้วยพอลิเมอร์ก็จัดเป็นอนุภาคนาโนไฮบริดชนิดหนึ่ง และเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงพื้นผิวของอนุภาคนาโนที่ทั้งนี้ นอกจากจะช่วยให้เพิ่มความสามารถในการกระจายตัวของอนุภาคนาโนที่ห่อหุ้มแล้ว ยังสามารถเกิดการเสริมแรงร่วมกันระหว่างอนุภาคนาโนที่ห่อหุ้มและพอลิเมอร์ที่นำมาห่อหุ้ม ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติโดดเด่นมากยิ่งขึ้น โดยหัวใจสำคัญของการเตรียมอนุภาคนาโนไฮบริด-พอลิเมอร์ คือ การป้องกันการแยกเฟสระหว่างอนุภาคนาโนที่ห่อหุ้มและพอลิเมอร์ ซึ่งวิธีการเพิ่มความสามารถในการยึดติดระหว่างเฟสสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

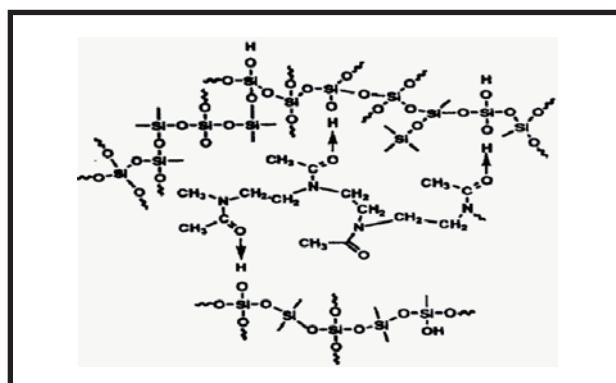
1. การเลือกพอลิเมอร์ที่สามารถเกิดอันตรกิริยากับอนุภาคนาโนที่ห่อหุ้ม (พันธะแวนเดอร์วาลส์, พันธะไดโพล และพันธะไฮโดรเจน) เช่น พอลิเมอร์ที่ประกอบไปด้วยหมู่ N-alkyl หรือ N,N-dialkyl amide (รูปที่ 2) สามารถเกิดอันตรกิริยากับหมู่ซิลานอลบนพื้นผิวของอนุภาคนาโนซิลิกาด้วยพันธะไฮโดรเจน (รูปที่ 3 และ 4)



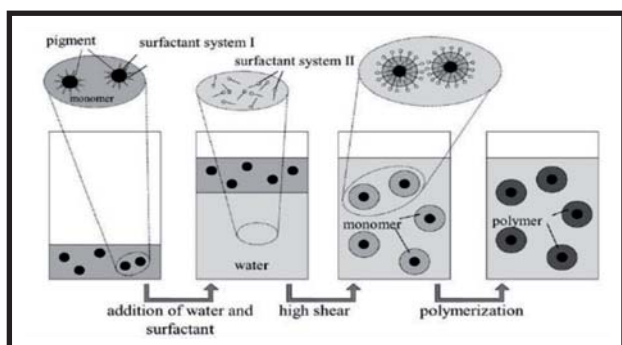
รูปที่ 2 โครงสร้างพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยหมู่ N-alkyl หรือ N,N-dialkyl amide⁶



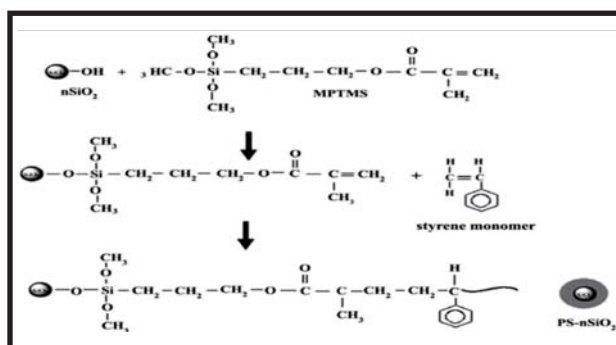
รูปที่ 3 การเกิดอันตรกิริยาระหว่างพันธะไฮโดรเจนระหว่างพอลิเมอร์และหมู่ซิลานอลบนพื้นผิวซิลิกา⁶



รูปที่ 4 ลักษณะโครงสร้างของ PMOXZ/silica ไฮบริด⁶



รูปที่ 5 กลไกการห่อหุ้มอนุภาคนาโนด้วยพอลิเมอร์ผ่านกระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบมินิมัลชัน⁷



รูปที่ 6 กลไกการห่อหุ้มอนุภาคนาโนซิลิกาด้วยพอลิเมอร์โดยใช้สารคู่ควบ (MPTMS)⁸

2. ทำการห่อหุ้มอนุภาคนาโนที่ห่อหุ้มด้วยกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ เช่น การห่อหุ้มอนุภาคนาโนสารสี (pigment) ด้วยพอลิเมอร์ผ่านกระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบมินิมัลชัน (รูปที่ 5)

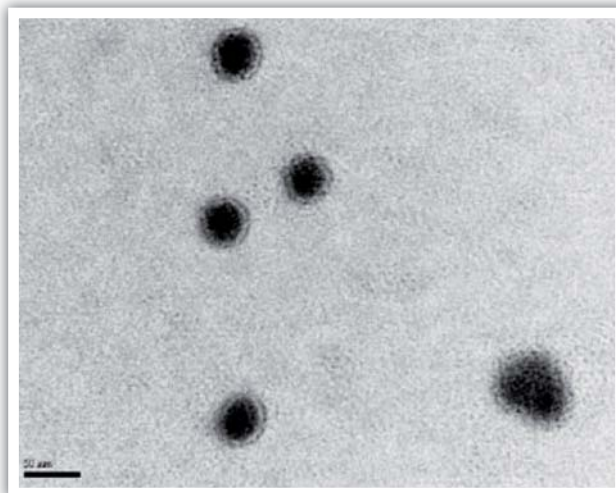
3. การใช้สารคู่ควบ (coupling agent) เพื่อให้เกิดการยึดติดของชั้นพอลิเมอร์บนพื้นผิวของอนุภาคนาโนที่ห่อหุ้มด้วยพันธะโควาเลนต์ เช่น การใช้สารคู่ควบซิลีนในการดัดแปรพื้นผิวของอนุภาคนาโนซิลิกา ก่อนนำไปห่อหุ้มด้วยพอลิเมอร์ (รูปที่ 6)

ตัวอย่างการใช้ท่อนอนุภาคอินทรีย์-อนินทรีย์ นาโนไฮบริดในวัสดุนาโนคอมพอสิต

ในงานวิจัยของ Chuayjuljit และคณะได้เตรียมอนุภาคนาโนไฮบริดของซิลิกาที่ห่อหุ้มด้วยพอลิไตรีนผ่านกระบวนการเกิดพอลิเมอร์แบบ ‘อินซิทู’ ดิฟเฟอเรนเชียลไมโครอิมัลชันโดยใช้สารคู่ควบซิลเลน MPTMS ซึ่งเป็นการดัดแปรพื้นผิวของอนุภาคนาโนซิลิกาเพื่อนำไปเตรียมเป็นวัสดุนาโนคอมพอสิตต่อไป จากการทดลองพบว่าอนุภาคนาโนไฮบริดที่เตรียมได้มีลักษณะพื้นฐานวิทยาแบบ “แกน-เปลือก” (core-shell) ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยมีกลุ่มอนุภาคนาโนซิลิกาเป็นแกนที่ถูกล้อมรอบด้วยเปลือกบางๆ ของพอลิไตรีน ซึ่งจากเทคนิคนี้ทำให้สามารถลดการเกาะกลุ่ม (aggregation) ของอนุภาคนาโนซิลิกาได้เป็นอย่างดี และเมื่อนำอนุภาคนาโนไฮบริดที่เตรียมได้ไปใช้เสริมแรงให้กับยางธรรมชาติ พบว่านาโนคอมพอสิตที่เตรียมได้มีทั้งสมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน และความทนไฟที่ดีขึ้น

การเตรียมอนุภาคอินทรีย์-อนินทรีย์นาโนไฮบริดไม่เพียงแต่นำไปใช้ปรับปรุงพื้นผิวอนุภาค อนินทรีย์เพื่อเสริมแรงในวัสดุนาโนคอมพอสิต ยังสามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาสมบัติอื่นๆ ของวัสดุนาโนคอมพอสิตได้อีกมากมาย เช่น ปรับปรุงความสามารถในการกระจายตัวของเม็ดสีในตัวทำละลายอินทรีย์ เพิ่มความสามารถในการต้านจุลชีพของอนุภาคซิงค์ออกไซด์ และเพิ่มความสามารถในการดักจับสิ่งเจือปนโลหะหนักของอนุภาคอะลูมินา เป็นต้น

จากสมบัติอันโดดเด่นของอนุภาคอินทรีย์-อนินทรีย์นาโนไฮบริดที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ ทำให้เทคโนโลยีนาโนไฮบริดเป็นที่จับตามองและมีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องเพื่อให้นำวัสดุนาโนไฮบริดไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด



รูปที่ 7 พื้นฐานวิทยาของอนุภาคนาโนไฮบริด
ระหว่างพอลิไตรีน/ซิลิกา

เอกสารอ้างอิง

- [1] K. Sarita, K. Susheel, C. Annamaria, N. James, H. Youssef, K. Rajesh, Surface modification of inorganic nanoparticles for development of organic-inorganic nanocomposites - A review, Progress in Polymer Science xx (2013), xxx-xxx.
- [2] G. Lazzara, S. Milioto, Dispersions of nanosilica in biocompatible copolymers, Polymer Degradation and Stability 95 (2001), 610-617.
- [3] Z. Peng, L.X. Kong, S.D. Li, Y. Chen, M.F. Huang, Self-Assembled natural rubber/silica nanocomposites: its preparation and characterization, Composites Science and Technology 67 (2007), 3130-3139.
- [4] วิรัช เลิศพรหม, “Hybrid materials...ยอดวัสดุจากธรรมชาติ,” วารสารเชรามิกส์, ม.ค.-เม.ย., หน้า 29-34 (2553).
- [5] G. Kickelbick, Concepts for the incorporation of inorganic building blocks into organic polymers on a nanoscale, Progress in Polymer Science 28 (2003), 81-114.
- [6] S. Takeo, Organic-inorganic polymers hybrids, Pure and Applied Chemical 67 (1995), 1865-1970.
- [7] A. Markus, L. Katharina, Polyreactions in miniemulsions, Progress in Polymer Science 27 (2002), 689-757.
- [8] S. Chuayjuljit, W. Luecha, XSBR/NR rubber blends filled with polystyrene-encapsulated nanosilica prepared by in situ Differential microemulsion polymerization, Journal of Elastomers and Plastics 43 (2011), 407-427.
- [9] S. Chuayjuljit, A. Boonmahitthisud, Natural rubber nanocomposites using polystyrene-encapsulated nanosilica prepared by differential microemulsion polymerization, Applied Surface Science 256 (2010), 7211-7216.

Family Garden

แนวความคิดและแรงบันดาลใจ

ผลงานดังกล่าว มีแนวคิดมาจากความชอบส่วนตัวของผู้ ออกแบบ ที่มีความหลงใหลในความน่ารักของยีราฟ ด้วยลักษณะโดดเด่นของรูปร่างที่มีช่วงคอยาว ลวดลายน้ำตาลสลับเหลือง ดวงตาอันกลมโตและชอบอยู่ด้วยกันเป็นครอบครัว ดูแล้วอบอุ่น ด้วยเหตุนี้ผู้ออกแบบจึงต้องการสื่อความรู้สึกของตนเองผ่านผลงานเซรามิก นำเสนอในรูปแบบของครอบครัวยีราฟ ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อ ตกแต่งลวดลายโดยใช้วิธีเอนกอบด้วยน้ำดินสี ทำให้มีสีสันสดใส สำหรับลวดลาย ผู้ออกแบบได้นำลวดลายของผ้าทอพื้นเมืองมาใช้ในการตกแต่ง เพื่อสื่อถึงความหมายความเป็นล้านนาของภาคเหนือ ให้ชิ้นงานสะท้อนถึงอัตลักษณ์และภูมิปัญญาความเป็นล้านนา



ลวดลายผ้าทอพื้นเมือง

นอกจากนี้ยังเติมแต่งความน่ารักด้วยรอยยิ้มแบบต่างๆ บนใบหน้าของยีราฟ และเพิ่มความโดดเด่นของผลงานให้แปลกกว่ากระถางต้นไม้ที่มีขายตามท้องตลาด ด้วยการแกะร่องลงบนลวดลาย ทำให้ลวดลายดูโดดเด่นขึ้น เวลาสัมผัสผลงานจะเกิดความรู้สึกถึงความนุ่มนวลของลายยีราฟ



รอยยิ้มบนใบหน้าของผลงาน



ลวดลายที่โดดเด่นของชิ้นงาน

นอกจากนี้ผู้ออกแบบยังสรรค์สร้างผลงานให้เหมาะกับการนำไปใช้ตกแต่งบนโต๊ะทำงาน มุมบ้าน หรือโต๊ะรับแขก สามารถนำต้นไม้ขนาดเล็กปลูกลงบนตัวยีราฟ เพิ่มความสดชื่นเมื่อได้พบเจอ เพื่อตอบสนองต่อกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย เช่น กลุ่มลูกค้าที่มีบ้านเป็นของตนเอง กลุ่มลูกค้าที่มีพื้นที่ในการตกแต่งสวนจำกัด คนทำงานในเมืองที่มีพื้นที่จำกัด

จุดเด่นของผลงาน

1. ผลงานสามารถผลิตซ้ำได้ในรูปแบบของอุตสาหกรรม
2. เป็นการพัฒนารูปแบบสินค้าเพื่อยกระดับสินค้าให้สามารถจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าได้
3. เหมาะสำหรับนำไปตกแต่งสวนที่มีพื้นที่จำกัด หรือพื้นที่มุมโปรดในที่ทำงานที่มีพื้นที่จำกัด

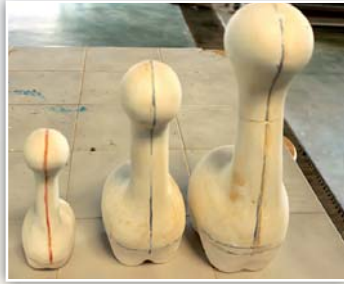
ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ค้นหาแรงบันดาลใจ
2. นำแรงบันดาลใจมาร่างเป็นแบบ



3. ขึ้นรูปต้นแบบ
ด้วยปูนปลาสเตอร์

4. นำต้นแบบมาทำ
แม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์



5. เติมน้ำดินในแม่
พิมพ์ปูนปลาสเตอร์จน
เต็ม ปล่อยทิ้งไว้ 3-5 นาที
จากนั้นเทน้ำดินออกจาก
แม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์
จนหมด



6. ปล่อยชิ้นงานไว้ในแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ 1 - 2
ชั่วโมง จากนั้นจึงแกะชิ้นงานออก
จากแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์

7. ตกแต่งชิ้นงานให้เรียบร้อย
ปล่อยให้แห้ง จากนั้นนำไปเผาที่
อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส



8. นำชิ้นงานมาตกแต่ง
ลวดลายผ้าทอล้านนาและ
ลวดลายดาวเพดานใน
สถาปัตยกรรมล้านนาด้วย
การเขียนสีได้เคลือบ



9. พ่นน้ำยาเคลือบลง
บนตัวชิ้นงาน



10. เผาชิ้นงานด้วยเตา
แก๊ส ที่อุณหภูมิ 1250 องศา
เซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

ลักษณะการนำไปใช้งาน

1. เหมาะกับการนำไปใช้ตกแต่งบนโต๊ะทำงาน โต๊ะ
รับแขก หรือมุมบ้าน
2. เหมาะต่อการนำไปตกแต่งสวนที่มีพื้นที่จำกัด หรือ
พื้นที่มุมโปรดในที่ทำงานที่มีพื้นที่จำกัด
3. สามารถนำต้นไม้ขนาดเล็กปลูกลงในตัวยีราฟได้
4. สามารถใช้ปั๊มเปอร์เคลย์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ดินเผา
ที่ผ่านการเผาแล้ว เป็นวัสดุปลูกได้

ความเป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ

1. การสรรค์สร้างผลงานใช้กระบวนการผลิตด้วยวิธีการ
หล่อแบบ
2. ลักษณะของผลงานเน้นการกระตุ้นความต้องการของ
ผู้ซื้อ
3. กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย เช่น กลุ่มลูกค้าที่มีบ้านเป็นของ
ตนเอง กลุ่มลูกค้าที่มีพื้นที่ในการตกแต่งสวนจำกัด คน
ทำงานในเมืองที่มีพื้นที่จำกัด
4. เป็นการพัฒนารูปแบบสินค้าเพื่อยกระดับสินค้า
5. จังหวัดลำปางเป็นจังหวัดที่มีกลุ่มพ่อค้าที่สามารถ
กระจายสินค้าจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภค

คณะผู้จัดทำ จากทีม "Clay Creative 1"

1. นางสาวรัตนาวดี วงศ์คล (หัวหน้าทีม)
2. นายกฤษฎา บุญสวัสดิ์
3. นายอาทิตย์ สุบินะ
4. นายบุญธรรม ทราชทองธรา

นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ ชั้นปีที่ 3 และ
4 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ ลำปาง

อาจารย์ผู้ควบคุม

อาจารย์กนกกัญญา รวมไมตรี อาจารย์ประจำสาขา
วิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ที่ปรึกษา

อาจารย์อดุลย์ ทราชตัน ประธานสาขาวิชาเทคโนโลยี
เซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ
ลำปาง



กบน้อย..ฮาเฮ

แนวความคิดและแรงบันดาลใจ

ผลงานดังกล่าว มีแรงบันดาลใจมาจากการได้พบเจอกับน้อยส่งเสียงร้องประสานกันในสระน้ำ ประจวบกับการร้องเพลงแข่งขันประชันกัน ฟังแล้วสนุกสนาน ยามเจ้ากบน้อยโผล่หัวขึ้นมา มีดอกจอกติดเต็มตัวไปหมด ดูแล้วชวนให้หัวเราะ ด้วยเหตุนี้ผู้ออกแบบจึงนำรูปแบบของกบในสระน้ำ มาเล่าเรื่องราวความสนุกสนาน ออกแบบเป็นผลงานที่มีอากัปกิริยา แสดงรอยยิ้ม หัวเราะ ร่าเริง ใช้วลดลายของดอกจอกตกแต่งลงบนตัวผลงาน ใช้เนื้อดินพื้นบ้านจากชุมชนบ้านม่อนเขาแก้ว จังหวัดลำปาง มาผ่านกระบวนการขึ้นรูปโดยใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านผสมผสานกับการขึ้นรูปในกระบวนการอุตสาหกรรม เหมาะสมต่อการนำไปผลิตในเชิงธุรกิจ นอกจากนี้ผู้ออกแบบยังเพิ่มฟังก์ชันที่น่าสนใจแก่ผลงาน โดยการเพิ่มน้ำพุ ทำให้ผลงานมีชีวิตชีวา รับรู้อารมณ์ขณะตอนที่เจอกบน้อยในสระ ผลงานชิ้นนี้เป็นผลงานต้นแบบที่สามารถนำไปต่อยอดสร้างรายได้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มคนที่สนใจ รวมทั้งตัวนักศึกษาเอง

จุดเด่นของผลงาน

1. โทนสี : ผลงานจะเน้นสีส้มที่ดูเป็นธรรมชาติ เช่น สีของอิฐ หรือทราย เป็นต้น โดยลักษณะผิวของผลงานจะไม่สะท้อนแสงหรือสะท้อนเพียงเล็กน้อย



2. รูปทรง : ผลงานนี้จะเน้นรูปทรงที่กลมๆ นูนๆ มีส่วนเว้า ส่วนโค้ง หรือรูปทรงที่เลียนแบบธรรมชาติ

3. ลวดลาย : จะเน้นลวดลายเรขาคณิต เลียนแบบธรรมชาติ โดยให้สอดคล้องกับรูปทรงที่มีความ โค้ง นูน



4. วัสดุ/เทคนิค : ใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่น เป็นแหล่งดินพื้นบ้าน ดินท้องถิ่น ทำการขึ้นรูปด้วยกระบวนการทางเซรามิก และใช้เทคนิคการตกแต่งด้วยวิธีการขัดมัน เพื่อให้ผิวเรียบ เพื่อให้เหมาะสำหรับลวดลาย

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ขั้นตอนที่ 1 ร่างต้นแบบ



Bottom view



Right view



Front view



Left view

2. ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมวัตถุดิบ

เริ่มจากนำเนื้อดินพื้นบ้านผสมน้ำ และบดให้ละเอียด ใช้เวลาการบด 8 ชั่วโมง จากนั้นปรับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำดินเพื่อเตรียมสำหรับงานหล่อ



ลักษณะของดินพื้นบ้าน
จากแหล่งผลิตดิน

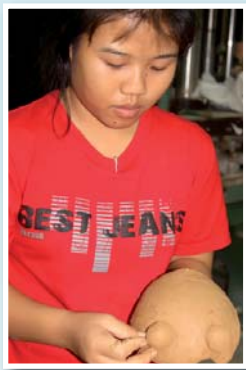


ลักษณะของดินพื้นบ้าน
หลังการบด



3. ขั้นตอนที่ 3 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

นำน้ำดินหลังจากการปรับค่าความถ่วงจำเพาะเหลวในแบบปล่อยทิ้งไว้ 5-10 นาที จากนั้นเทน้ำดินออกจากแม่พิมพ์ ปล่อยให้พลาสติกจนหมด ปล่อยให้ขึ้นงานไว้ในแม่พิมพ์พลาสติก 4 ชั่วโมง จากนั้นจึงแกะขึ้นงานออกจากแม่พิมพ์พลาสติก



4. ขั้นตอนที่ 4 การตกแต่งและการเผา

นำขึ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ตกแต่งด้วยวิธีต่อเติมแบบ ลอยตัวบนผิวของขึ้นงาน เช็ดให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 1 อาทิตย์ แล้วจึงนำมาเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส



5. ขั้นตอนที่ 5 การตกแต่งลวดลายหลังการเผา

คณะผู้จัดทำ จากทีม "Clay Creative 2"

1. นางสาวสมพร แบ่งอุด (หัวหน้าทีม)
2. นายศรัณยู จันทร์ตา
3. นายนายสุรภูมิ จันทร์แจ้ง
4. นายธวัชชัย อุตสาสาร

นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ ชั้นปีที่ 3
และ 4 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ
ลำปาง

อาจารย์ผู้ควบคุม

อาจารย์สรวิศ มูลอินตะ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ที่ปรึกษา

อาจารย์อดุลย์ ทรายตัน
ประธานสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง



Bold. Sustainability.

Bold. Innovation.

Bold. Innovation.

140 ปี โคห์เลอร์

สุขภัณฑ์คุณภาพระดับเวิลด์คลาส เพื่อการใช้ชีวิตอย่างสง่างาม
ให้กับทุกชีวิตที่ได้สัมผัสกับสินค้าและการบริการของเรา



ณ เวลานี้หากไม่กล่าวถึง โคห์เลอร์ สุขภัณฑ์ระดับเวิลด์คลาส สุขภัณฑ์ชั้นนำจากอเมริกา แบรินระดับพรีเมียม ก็ดูจะไม่ทันสมัย เรามีโอกาสได้พูดคุยกับผู้บริหารคนเก่งของโคห์เลอร์ คุณกมล เลิศศรีธธา กรรมการผู้จัดการ บริษัท โคห์เลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ได้กล่าวว่า แรกเริ่มผู้คนส่วนใหญ่เข้าใจว่า โคห์เลอร์เป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศเยอรมัน ซึ่งแท้จริงแล้วต้นตระกูลที่ก่อตั้งมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่เมืองออสติน และย้ายมาอยู่ที่รัฐวิสคอนซิน ประเทศอเมริกา หมู่บ้านโคห์เลอร์ อันเป็นชุมชนที่ตระกูลโคห์เลอร์บุกเบิกก่อตั้ง เดิมทีเป็นเมืองเล็กๆ จนกลายมาเป็น Community เป็นเมืองใหญ่ขึ้นมา เริ่มต้นจากปี 1873 จอห์น ไมเคิล โคห์เลอร์ นักธุรกิจที่อพยพมาจากออสเตรีย ได้ก่อตั้งบริษัท โคห์เลอร์ ขึ้นเป็นแห่งแรกที่วิสคอนซิน เพื่อสร้างฐานคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีให้กับผู้คน โคห์เลอร์ได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่องด้วยความพิถีพิถันในการออกแบบสินค้าและเทคโนโลยีที่ทันสมัยจากโรงงานผลิตที่มีอยู่ทั่วโลก โดยยึดหลักการสำคัญคือ ในทุกๆ 100 บาท ของกำไรที่เข้ามา 90 บาท จะถูกลงทุนเพิ่มในธุรกิจและมูลนิธิสำคัญข้อหนึ่งของความสำเร็จน่าจะมาจาก ผู้บริหารโคห์เลอร์ แต่ละเจนเนอเรชัน ไม่ยึดติดกับแนวทางเดิมๆ ทุกคนล้วนเชื่อมั่นในแนวคิดของตนเอง จนถึงปัจจุบันนับได้ 4 เจนเนอเรชันแล้ว เฮอริเบิร์ต โคห์เลอร์ บังเกาอีประธานฯ คนปัจจุบัน สามารถบริหารจนทำให้โคห์เลอร์เติบโตขึ้นกว่า 3 เท่าตัว โดยมีขนาดของธุรกิจประมาณ 5-6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ

กลุ่มผลิตภัณฑ์ของโคห์เลอร์แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

- Kitchen & Bath สินค้าที่มีในห้องครัว ห้องน้ำ
 - Interiors Group สินค้าตกแต่งภายในบ้านพวกเฟอร์นิเจอร์
 - Power Generators เครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - Golf and Resort Destination โรงแรมและธุรกิจบริการ อาทิเช่น โรงแรมที่สกอตแลนด์ โรงแรมที่เมืองโคห์เลอร์
- เอกลักษณ์ของโรงแรมก็คือ การคงไว้ซึ่ง Design ประวัติความเป็นมาของโรงแรม มีสนามกอล์ฟอยู่ใกล้ๆ

แบรนด์ในเมืองไทย

15 ปีที่แล้ว ตลาดใหญ่ยังอยู่ที่ประเทศอเมริกา ในช่วง 15 ปีหลัง ตลาดเอเชียเริ่มเติบโตแบบก้าวกระโดด

ในปี พ.ศ. 2545 กระรัต ได้รวมเป็นส่วนหนึ่งของ บริษัท โคห์เลอร์ จำกัด บริษัทผู้ผลิตเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ติดตั้งที่ใช้ในครัว ตลอดจน อุปกรณ์สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ชั้นนำมาตรฐานระดับโลก ด้วยชื่อเสียงอันเป็นที่ยอมรับจากทั่วโลกของโคห์เลอร์ ทางบริษัทฯ จึงได้มีการเปลี่ยนชื่อ เป็น บริษัท โคห์เลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

ปัจจุบัน บริษัท โคห์เลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีฐานการผลิตตั้งอยู่ที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี โดยมีโรงงานที่มีมาตรฐานระดับโลกอยู่หลายโรงงาน จึงทำให้ บริษัท โคห์เลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) เป็นโรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ที่ใหญ่ที่สุดและมีกำลังการผลิตรวมมากที่สุด ในทวีปเอเชีย โดยบริษัทฯ ดำเนินการผลิตและจำหน่ายเครื่องสุขภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้า KOHLER, KARAT and ENGLEFIELD

คู่แข่งหลัก

ถ้ามุมมองของตลาดทั่วโลกในตลาดของ Kitchen & Bath คู่แข่งน่าจะเป็นโตโต้ ซึ่งตลาดใหญ่จะอยู่ที่ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นตลาดที่นิยมฝารองนั่งอัตโนมัติ และเพื่อเป็นการเสริมสร้างศักยภาพในตลาดนี้ ทางโคห์เลอร์จึงได้เข้าซื้อกิจการผลิตและจำหน่ายฝารองนั่งบริษัท ไนวีต้า ที่ประเทศเกาหลีในปี 2555

จุดมุ่งหมายหรือพันธกิจของบริษัท

“เราวางไว้เสมอว่าเราต้องการยกระดับสุนทรียภาพการใช้ชีวิต”

โคห์เลอร์มีโรงงานอยู่หลายแห่งทั่วโลก แต่มีมาตรฐานอันเดียวกัน

- จุดเด่น** - เรื่องของ Design ที่ค่อนข้างเป็นเอกลักษณ์
- คุณภาพของตัวสินค้า

ในเมืองไทยมีทั้งหมด 4 แบนด์

- กลุ่มตลาดกลางถึงล่าง กลุ่มสินค้าแบรนด์กระรัตสุขภัณฑ์ ถ้าเป็นก๊อมน้ำก็เป็นแบรนด์ของแองเกลฟิลด์
- กลุ่มตลาดกลางถึงบน กลุ่มของสินค้าแบรนด์โคห์เลอร์ แบนด์คาร์ิสต้า พวกที่ชอบ Design แบบคลาสสิก หรือ Traditional โดยเฉพาะอ่างอาบน้ำ

โรงงานสุขภัณฑ์โคห์เลอร์ มีอยู่ทั่วโลก เช่น อเมริกา และในทวีปยุโรป โรงงานผลิตในแถบเอเชียมีอยู่ในประเทศไทย จีน และอินเดีย



นโยบายของโคห์เลอร์

- ขายผ่านร้านค้า ไม่ขายตรงหรือไม่มี Shop เป็นของตัวเอง ที่ประเทศอเมริกาก็เช่นเดียวกันจะมีแต่โชว์รูมเท่านั้น

Kohler Learning Academy

ทั้งนี้ เพื่อรองรับการแข่งขันและการเติบโตของโคห์เลอร์ทั่วโลก บริษัทได้มีการลงทุนพัฒนาบุคลากรในระดับ เพื่อยกระดับและสร้างบุคลากรให้เป็นผู้นำในด้านต่างๆ ตามแบบฉบับของโคห์เลอร์ โดยโปรแกรมหรือโครงการพัฒนาบุคลากรของโคห์เลอร์นั้น มีตั้งแต่ระดับช่างในโรงงาน ไปจนถึงระดับผู้บริหาร นอกจากนี้ เพื่อให้บุคลากรของโคห์เลอร์สามารถทำงานร่วมกันได้แม้จะมาจากต่างชนชาติ ต่างวัฒนธรรม ต่างภาษา โคห์เลอร์ยังมีโปรแกรมการแลกเปลี่ยนบุคลากรของแต่ละประเทศด้วย โดยโปรแกรมหรือโครงการดังกล่าวดำเนินมาถึงเฟสที่ 2 แล้วในปัจจุบัน ซึ่งคุณกมลฯ ได้กล่าวเพิ่มเติมอีกว่า การจะพัฒนาพนักงานให้ได้ผล พนักงานต้องเข้าใจในภาพรวมทั้งหมดว่าเราจะพัฒนาเขาอย่างไร โดยใช้ Frame Work เข้ามาช่วย ซึ่งทางบริษัทจะมีหลักสูตรทุกระดับแบ่งเป็น 4 หัวข้อคือ

- Functional knowledge
- Leadership
- Professional
- CSR

ซึ่งการที่มี Development Plan จะทำให้รู้จุดแข็ง จุดอ่อนของพนักงาน เพื่อช่วยให้เขาก้าวหน้าไปในสายอาชีพ ได้ดียิ่งขึ้น หากพนักงานเปิดรับการเรียนรู้ ก็จะเป็นประโยชน์และถึงเป้าหมายสูงสุด



Designer

โคห์เลอร์จะมีดีไซน์เนอร์ของตัวเองทั้งที่ปารีส มิลาน เซี่ยงไฮ้ และสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังมีดีไซน์เนอร์ระดับท็อปของวงการ ดีไซน์เนอร์จะมีความต่างกันไปตามเวลา โคห์เลอร์ยุคปัจจุบันมีการเพิ่มดีไซน์ เพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ๆอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเน้นทั้งความสวยงาม ฟังก์ชันใช้สอย และรวมนวัตกรรมเข้าด้วยกัน

CSR ความรับผิดชอบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อมขององค์กร

- เน้น community ที่อยู่คือจังหวัดสระบุรี
- ปรับปรุงสภาพห้องน้ำสะอาดของจังหวัดสระบุรี
- ปรับปรุงสภาพห้องน้ำสะอาดในวัดและโรงเรียน

Kohler ประเทศไทย ksusob 10 ปี

เรามีการวางจำหน่ายอ่างล้างหน้าที่ลายสินค้าเป็นเบญจรงค์

140 ปีของ Kohler

- สร้างความรับรู้ของตัว Kohler
- เข้าไปในกลุ่มสถาปนิกและดีไซน์เนอร์
- จัดโปรแกรมกับทางร้านค้า

การดูแลพนักงานและสร้างขวัญกำลังใจ

ยกระดับศักยภาพของพนักงาน เน้น 2 เรื่อง

- ความผูกพัน Engagement
- การพัฒนาความสามารถ Talent Development
- Ceramic Talent รับเข้ามามีโปรแกรมที่ชัดเจนฝึก

ให้เป็นอะไร ภายในปี

การอนุรักษ์พลังงาน

สุขภาพ Kohler เน้นผลิตเพื่อตอบสนองการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โคห์เลอร์ใส่ใจในเรื่องการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและช่วยประหยัดการใช้น้ำ การใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญอย่างแรกของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ครวเรือนและห้องน้ำ และเชื่อว่าสิ่งที่สำคัญคือ การนำเสนอสินค้าที่มีคุณสมบัติที่ครอบคลุมทั้งการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมและได้มาตรฐานคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ



แนวทางการใช้ประโยชน์ ตะกอนดินจากการผลิตน้ำประปา ...ในอุตสาหกรรมเซรามิก

ปริมาณตะกอนดินซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำประปาที่แนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทำให้ตะกอนดินได้รับความสนใจในการวิจัยจากสถาบันการศึกษาและหน่วยงานวิจัยหลายแห่ง โดยการนำตะกอนดินจากโรงผลิตน้ำบางเขน ไปวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในอุตสาหกรรมเซรามิก สำหรับการวิจัยที่มีการรายงานนั้นประกอบด้วยการศึกษาสมบัติของตะกอนดิน การใช้ประโยชน์ในการทำอิฐ การใช้เป็นองค์ประกอบในวัสดุก่อสร้าง และการใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา ผลการวิจัยพบว่ามีหลายการทดลองที่ให้อินงานตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้สำหรับผลิตภัณฑ์นั้น และงานวิจัยที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงโอกาสและความเป็นไปได้ในการนำตะกอนไปใช้ประโยชน์

บทนำ

ตะกอนดินเป็นผลพลอยได้อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการผลิตน้ำประปา ซึ่งปัจจุบันยังมิได้มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า เมื่อพิจารณาในเชิงของการผลิตน้ำประปา ตะกอนดินเป็นสิ่งที่ต้องกำจัดออกหรือเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการหลังกระบวนการผลิตน้ำประปาในอดีต ด้วยปริมาณประชากรที่ยังไม่หนาแน่นทำให้การผลิตน้ำประปายังไม่มาก ผลที่ตามมาคือปริมาณตะกอนหลังกระบวนการผลิต มีไม่มากด้วยเช่นกัน แต่เมื่อเริ่มเกิดการขยายตัวของสังคมเมือง เนื่องจากประชากรที่หนาแน่น ทำให้น้ำประปาซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานสำหรับทุกคนมีความต้องการมากขึ้น การสร้างโรงผลิตน้ำแห่งใหม่ไม่ว่าจะเป็นโรงผลิตน้ำบางเขน โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ และโรงผลิตน้ำธนบุรีที่เกิดขึ้นมาเพื่อรองรับ การผลิตน้ำประปาในปริมาณที่มากขึ้น เมื่อการผลิตน้ำที่โรงงานผลิตน้ำสามเสนเพียงแห่งเดียว ไม่เพียงพอต่อการบริโภค ดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นว่าปริมาณตะกอนดินที่เกิดขึ้นมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำประปาที่ผลิต จากข้อมูลของการประปานครหลวงรายงานว่ ค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนในช่วงปี พ.ศ. 2543-2547 มีประมาณ 275 ตันต่อวัน ในขณะที่มีการประเมินขีดความสามารถในการกำจัดตะกอนแบบวิธีธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโรงผลิตน้ำบางเขนไว้เท่ากับ 240 ตันต่อวัน [1] เมื่อเป็นเช่นนี้ฝ่ายการผลิตจึงต้องหาวิธีการสำหรับการกำจัดตะกอนส่วนเกินที่เกิดขึ้น ซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหาที่คณะทำงานศึกษาและวิจัยระบบกำจัดตะกอนได้เสนอไว้ คือ



รูปที่ 1 บ่อกักตะกอน (Lagoon) ที่โรงผลิตน้ำประปาบางเขน

1. คงระบบกำจัดตะกอนแบบวิธีธรรมชาติไว้เท่าที่พื้นที่ที่มีอยู่สามารถรองรับได้

2. สำหรับการกำจัดตะกอนส่วนที่เกินขีดความสามารถของวิธีธรรมชาติ พิจารณาดังนี้

2.1 เลือกกำจัดตะกอนแบบวิธีธรรมชาติ กรณีที่สามารถเข้าที่ราชพัสดุของกรมธนารักษ์ หรือหาเช่าที่ของเอกชนได้ไม่น้อยกว่า 100 ไร่

2.2 กรณีไม่สามารถหาเช่าที่ดินได้ เลือกกำจัดตะกอนแบบโรงงานกำจัดตะกอนแบบใช้เครื่อง Filter Press จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ปริมาณตะกอนดินที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตน้ำยังเป็นปัญหาสำหรับโรงผลิตน้ำทั้งในส่วนของวิธีการจัดการและการกำจัดในขั้นตอนสุดท้ายเมื่อได้เป็นตะกอนดินแห้งแล้ว ซึ่งนับว่าจะเป็นปัญหาที่มากขึ้นเมื่อการผลิตน้ำมากขึ้น แต่การกำจัดตะกอนยังเป็นรูปแบบของการจ้างรถขนไปทิ้งเพื่อนำไปถมที่มากกว่าจะเป็นการนำตะกอนดินไปใช้ประโยชน์ให้เกิดมูลค่าที่สูงขึ้น ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำตะกอนไปใช้ประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้สนใจในการต่อยอดจากงานวิจัยในอดีต

ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา

ในขั้นตอนการผลิตน้ำประปาเริ่มจากการตกตะกอนตามธรรมชาติ และมีการแยกวัสดุที่ปนมากับน้ำดิบ เช่น เศษสวะ เศษไม้ สาหร่ายหรือพีชีน้ำ ถูงพลาสติกด้วยตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด จากนั้นจึงเติมสารเคมี ได้แก่ สารส้มและพอลิเมอร์ ในอัตราส่วนที่เหมาะสม



รูปที่ 2 บ่อตากตะกอน (Polder) ที่โรงผลิตน้ำประปาบางเขน

ทำให้ตะกอนจับตัวเป็นก้อนโตขึ้น ตะกอนหนักจะตกลงสู่พื้นล่างของถังเหลือแต่น้ำใสไปยังบ่อกรองน้ำ น้ำจะถูกกรองด้วยผงดำน ทราวยละเอียด และหินหยาบ จากนั้นจึงเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค สุดท้ายเป็นการเติมปูนขาวในปริมาณเล็กน้อยเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างให้มีฤทธิ์เป็นกลาง ในส่วนของตะกอนเมื่อแยกน้ำออกไปแล้วตะกอนจะถูกปล่อยลงสู่บ่อกักตะกอน (Lagoon) **ดังรูปที่ 1** เกิดการตกตะกอนโดยธรรมชาติ จนตะกอนเหลวมีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 10-15 โดยน้ำหนัก จึงใช้เรือสูบน้ำตะกอนเหลวออกจากบ่อกักตะกอนไปยังบ่อตากตะกอน (Polder) **ดังรูปที่ 2** เมื่อทิ้งไว้ในบ่อตากตะกอนประมาณ 1 ปี จะได้ตะกอนเหลวที่มีความเข้มข้นร้อยละ 25-40 โดยน้ำหนัก การขนย้ายตะกอนเหลวทำได้โดยใช้รถตักดินตักตะกอนใส่รถบรรทุกมายังลานตากตะกอน (Drying yard) **ดังรูปที่ 3** เมื่อดินตะกอนมีความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 45 โดยน้ำหนัก จึงใช้รถบรรทุกขนย้ายออกจากโรงผลิตน้ำประปา [1]



รูปที่ 3 ลานตากตะกอน (Drying yard) ที่โรงผลิตน้ำประปาบางเขน

เอิบ เขียวรินทร์มณ และคณะ [2] ศึกษาถึงคุณภาพของตะกอนดินที่แยกจากน้ำดิบของการประปา นครหลวง โดยการวิเคราะห์คุณภาพของตะกอนดินทั้งจากบ่อตากตะกอนและลานตากตะกอน ได้แก่ การวิเคราะห์ลักษณะทั่วไป การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางแร่วิทยา ซึ่งผลการวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปและสมบัติทางกายภาพของตะกอน พบว่าตะกอนเมื่ออยู่ในสภาพแห้งมีลักษณะแข็ง ถึงแข็งมาก เมื่ออยู่ในสภาพชื้นจับตัวกันแน่นมาก เป็นลักษณะของตะกอนใหม่ที่มีเนื้อละเอียดเมื่อทดสอบในสภาพเปียกตะกอนมีความเหนียวติดกับผิวหน้าวัสดุอื่นได้ ตั้งแต่เหนียวปานกลางถึงเหนียวมาก ตะกอนสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้มาก คือมีแรงยึดตัวเองในระดับดี สำหรับผลการวิเคราะห์เนื้อตะกอนและการกระจายตัวของขนาดอนุภาค สรุปได้ว่าเนื้อตะกอนมีความสม่ำเสมอค่อนข้างสูง อยู่ในช่วงชั้นเดียวกันคือ เป็นตะกอนดินเหนียวผสมทรายแป้ง โดยมีปริมาณของอนุภาคในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายต่ำมาก ตัวอย่างจากบ่อตากตะกอนมีปริมาณของตะกอนในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (0.05-0.002 มิลลิเมตร) อยู่ในระดับ 2 ถึง 3 เท่า ของตะกอนในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว (เล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร) แต่ในบริเวณลานตากตะกอน สัดส่วนของตะกอนในกลุ่มอนุภาคทรายแป้ง และดินเหนียว มีความใกล้เคียงกันมากกว่า และมีความสม่ำเสมอมากกว่า

ผลการวิเคราะห์สมบัติเคมีรวมของตะกอน พบว่าองค์ประกอบของธาตุหลัก 8 ธาตุ ที่พบมากคือ ซิลิคอน (Si) อะลูมิเนียม (Al) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) ไทเทเนียม (Ti) และเหล็ก (Fe) ส่วนธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่น้อย ได้แก่ แมงกานีส (Mn) ฟอสฟอรัส (P) กำมะถัน (S) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงแร่ของตะกอนดิน พบว่า ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของตะกอนดินมีแร่ที่เป็นองค์ประกอบคือ เคโอลิไนต์ (Kaolinite) อิลไลต์ (Illite) สเมกไทต์ (Smectite) ควอตซ์ (Quartz) และกิบไซต์ (Gibbsite) โดยตะกอนมีองค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวเหมือนกันหมดทุกตัวอย่าง โดยมีแร่เคโอลิไนต์ในปริมาณมากที่สุด รองลงมาเป็นแร่อิลไลต์ซึ่งไม่มีการยึดเหนี่ยวตัวมาก ส่วนแร่ควอตซ์และแร่ในกลุ่มสเมกไทต์มีอยู่ใน

ปริมาณเล็กน้อย และแร่กิบไซต์ ซึ่งมีอะลูมิเนียมเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย สำหรับองค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง และในกลุ่มอนุภาคขนาดทราย เป็นแร่ควอตซ์ทั้งหมด

ส่วนการศึกษาวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ตะกอนดินจากน้ำประปา โดย ดวงกมล สุริยจันทร์ และคณะ[3] แสดงให้เห็นถึงสมบัติเบื้องต้นของตะกอนดินจากกระบวนการผลิตน้ำประปามีค่าขีดจำกัดความชื้นเหลว (Liquid Limit) ร้อยละ 77.96 ค่าขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ร้อยละ 50.76 ค่าขีดจำกัดการหดตัวของดิน (Shrinkage Limit) ร้อยละ 11.15 ค่าดัชนีพลาสติก (Plasticity Index) ร้อยละ 27.20 และค่าความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 1.33 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านและความชื้นพบว่า เมื่อปริมาณความชื้นต่ำทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านมีค่าสูง และถ้าปริมาณความชื้นสูงขึ้นทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านมีค่าลดลง เนื่องจากน้ำช่วยให้น้ำดินยึดเหนี่ยวกันแน่นขึ้นทำให้ช่องว่างในมวลดินน้อยเป็นผลให้การซึมผ่านของน้ำทำได้ไม่ดีขึ้น และพบว่าปริมาณความชื้นที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 29 ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านต่ำที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกับดินเหนียวที่สามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมเซรามิก เช่น ถ้วยชาม กระเบื้องได้ดี

การใช้ประโยชน์

1. อิฐ

กฤษฎา นุ่มนวล [4] ได้ศึกษาการนำตะกอนที่ได้จากระบบการผลิตน้ำประปามาใช้แทนดินเหนียวในการผลิตอิฐมอญ โดยแบ่งอัตราส่วนผสมออกเป็น 6 สูตร มีอัตราส่วนผสมของดินเหนียว: ตะกอน: ซีเมนต์: น้ำ โดยน้ำหนักดังนี้ **สูตรที่ 1** คือ 10 : 0 : 3 : 1 **สูตรที่ 2** คือ 8 : 2 : 3 : 1 **สูตรที่ 3** คือ 6 : 4 : 3 : 1 **สูตรที่ 4** คือ 4 : 6 : 3 : 1 **สูตรที่ 5** คือ 2 : 8 : 3 : 1 และ**สูตรที่ 6** คือ 0 : 10 : 3 : 1 พิจารณาอัตราส่วนผสมของตะกอนสูตรที่ 1 ถึง 6 นั้น มีการเพิ่มปริมาณตะกอนตามลำดับดังนี้คือ ร้อยละ 0, 20, 40, 80 และ 100 ของน้ำหนักดิน จากการศึกษสมบัติของอิฐในแต่ละสูตร โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.77-2531 อิฐก่อสร้างสามัญ (อิฐมอญ) ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบดังนี้คือ การทดสอบการดูดซึมน้ำ การรับกำลังอัด และความ

คลาดเคลื่อนของขนาดตามยาว กว้าง และหนา พบว่าอิฐที่มีการผสมตะกอนไม่เกินร้อยละ 40 คือ สูตรที่ 1-3 สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทุกการทดสอบ แต่สูตรที่มีปริมาณตะกอนมากกว่าร้อยละ 40 สูตรที่ 4-6 นั้นไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ การรับกำลังแรงอัด และความคลาดเคลื่อนของขนาดตามความยาว กว้าง และหนา ไม่ผ่านค่ามาตรฐานตามที่ มอก. 77-2531 กำหนด และเมื่อเปรียบเทียบกับอิฐจากดินเหนียวจะมีน้ำหนักลดลงร้อยละ 33 ของน้ำหนัก

สมเกียรติ รอดยิ่งดี [5] ศึกษาการเพิ่มคุณภาพของอิฐมอญที่ผลิตจากตะกอนน้ำประปาโดยใช้วัสดุและสารเคมีอื่นเพิ่มเติม ได้แก่ เถ้าลอย หินภูเขาไฟเนื้อแก้ว และปูนขาว จากการทดลองพบว่า เถ้าลอยเป็นสารผสมเพิ่มที่ทำให้อิฐรับกำลังอัดได้สูงที่สุด จึงพิจารณาเถ้าลอยมาเป็นสารผสมเพิ่มในการผลิตอิฐมอญ โดยแบ่งอัตราส่วนผสมออกเป็น 2 สูตร ซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบเป็นดินเหนียว : ตะกอน : เถ้าลอย ใช้อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักดังนี้ สูตรที่ 1 คือ 27.5 : 70 : 10 ผสมซีเมนต์แกลบร้อยละ 10 ของอัตราส่วนผสมทั้งหมดได้ทำการทดสอบและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.77-2531 ได้ผลดังนี้ ปริมาณเถ้าลอยที่ร้อยละ 2.5 และร้อยละ 10 ทำให้อิฐรับกำลังอัดได้สูงกว่าที่ มอก.77-2531 กำหนดไว้โดยอิฐที่ผลิตได้จากการผสมเถ้าลอยที่ร้อยละ 2.5 และร้อยละ 10 มีน้ำหนักเบากว่าอิฐที่ผลิตได้ทั่วไปร้อยละ 16-20 และสามารถใส่ตะกอนน้ำประปาได้สูงถึงร้อยละ 70 ทำให้อิฐสามารถผ่าน มอก. 77-2531 ซึ่งทำให้สามารถลดปริมาณตะกอนเหลือทิ้งลงได้

ชาติ เจียมไชยศรี และคณะ [6] ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์ตะกอนจากระบบในอุตสาหกรรมก่อสร้างพบว่า ดินตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาบางเขนมีสมบัติเป็นตะกอนทรายที่มีความเหนียวสูง สามารถปั้นขึ้นรูปได้ดีแต่มีการหดตัวสูง มีซิลิกาและอะลูมินาเป็นองค์ประกอบหลักทางเคมีในปริมาณ 63.38 และ 23.66 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และเป็นของเสียที่ไม่เป็นอันตราย ตะกอนดินสามารถใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอิฐมอญได้เป็นอย่างดี แต่ต้องผสมทรายเพื่อลดการหดตัว ซึ่งการผสมทรายร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดภายใต้การเผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกำลังอัด

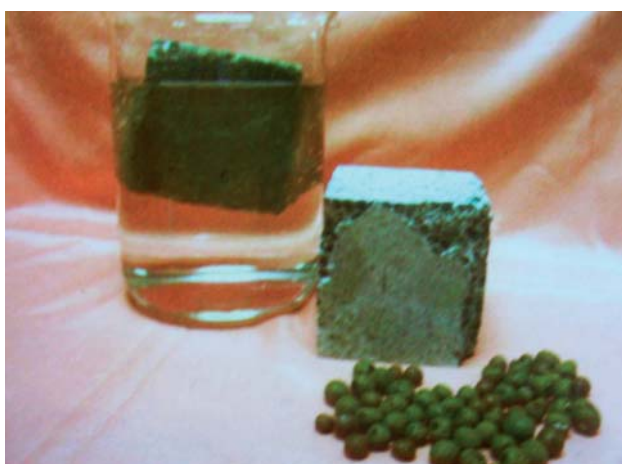
สูงกว่า 35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำกว่าร้อยละ 25 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มอก.77-2531 ซึ่งการผลิตอิฐมอญที่สัดส่วนดังกล่าว ด้วยแบบที่มีขนาด 15.0x7.0x4.5 เซนติเมตร ให้ขนาดที่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน มอก. เช่นกัน นอกจากนี้อิฐมอญดังกล่าวมีคุณภาพไม่แตกต่างไปจากอิฐมอญทั่วไปนัก

2. วัสดุก่อสร้าง

ธเนศ มณีแนม [7] ศึกษาการนำตะกอนดินจากโรงผลิตน้ำประปาบางเขนมาใช้เป็นวัสดุปอซโซลานตะกอนสลัดจ์ถูกนำมาเผาให้เป็นตะกอนเถ้าสลัดจ์ โดยใช้อุณหภูมิ 550 และ 1000 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเผา 15 นาที จากนั้นนำเถ้าตะกอนสลัดจ์ไปแทนที่ปูนซีเมนต์ในสัดส่วนร้อยละ 20 เพื่อสมบัติด้านปอซโซลาน สมบัติทางกลของซีเมนต์เพสต์และมอร์ตาร์ ผลการทดลองพบว่า เถ้าตะกอนสลัดจ์ ที่เผากับอุณหภูมิ 550 และ 1000 องศาเซลเซียส จัดอยู่ในประเภทวัสดุปอซโซลาน Class N และ F ตามลำดับ ตามมาตรฐานวัสดุปอซโซลาน ASTM C-618 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าตะกอนสลัดจ์ส่วนใหญ่เป็นซิลิกาและอะลูมินา มอร์ตาร์ที่ผสมด้วยเถ้าตะกอนสลัดจ์เผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส มีค่าการไหลและรับกำลังอัดดีกว่ามอร์ตาร์ที่ผสมด้วยเถ้าตะกอนสลัดจ์เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส โดยกำลังอัดในช่วง 3-14 วัน ความแตกต่างของกำลังอัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.7-29.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่อายุ 28-90 วัน ความแตกต่างของกำลังอัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 21.2-88.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความแตกต่างของค่าการไหลของเถ้าตะกอนสลัดจ์ที่เผากับอุณหภูมิ 550-1000 องศาเซลเซียส มีค่าประมาณร้อยละ 12.4 และ 3.8 ตามลำดับ ค่าดัชนีกำลังอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมด้วยเถ้าตะกอนสลัดจ์ในทุกตัวอย่างมีค่ามากกว่าร้อยละ 75 ซึ่งผ่านข้อกำหนดตามมาตรฐาน ASTM C-618 ค่าดัชนีกำลังของมอร์ตาร์ผสมเถ้าตะกอนสลัดจ์ในฤดูแล้งมีค่ามากกว่าในฤดูแล้งประมาณร้อยละ 10

พิทักษ์ เหล่ารัตนกุล และคณะ [8] พัฒนาเม็ดมวลเบาสังเคราะห์สำหรับวัสดุก่อสร้าง ด้วยการนำวัตถุดิบต่างๆ ได้แก่ ตะกอนดินจากโรงผลิตน้ำประปา กากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรม ซีเมนต์และสารเติมแต่งต่างๆ หลังผ่านการร่อนคัดขนาดแล้ว ส่วนผสมทั้งหมดถูกกวนด้วย

เครื่องกว่นและเติมน้ำให้ได้ส่วนผสมที่เข้ากันดี และมีการไหลตัวเหมาะสมต่อการขึ้นรูป จากนั้นจึงผ่านการขึ้นรูปเป็นเม็ดด้วยเครื่องอัดรีด แล้วเผาเม็ดดินที่อุณหภูมิประมาณ 1050-1150 องศาเซลเซียส เม็ดมวลเบาที่เตรียมได้มีค่าความหนาแน่นที่ 500-1400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีความแข็งแรงระหว่าง 3-40 เมกะพาสคัล ซึ่งเม็ดมวลเบาสังเคราะห์ที่พัฒนาเพื่อการใช้งานในอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างโดยนำไปผสมในผลิตภัณฑ์คอนกรีตต่างๆ ทั้งในชิ้นส่วนของโครงสร้างรับแรง เช่น เสาและคาน แผ่นพื้นและผนังสำเร็จรูป ตัวอย่างเม็ดมวลเบาสังเคราะห์สำหรับวัสดุก่อสร้าง แสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 เม็ดมวลเบาสังเคราะห์สำหรับวัสดุก่อสร้างและคอนกรีตผสมเม็ดมวลเบาสังเคราะห์ [8]

3 เครื่องปั้นดินเผา

เกษม พุกกะวันและคณะ [9-10] ศึกษาประโยชน์ของดินตะกอนจากกระบวนการผลิตน้ำประปาเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การใช้ดินตะกอนเป็นวัตถุดิบหลักในการเตรียมเป็นเนื้อดินและการใช้ดินตะกอนเป็นวัตถุดิบหลักในการเตรียมเคลือบ ซึ่งการใช้ดินตะกอนเป็นวัตถุดิบหลักในการเตรียมเนื้อดินนั้น โดยการแปรอัตราส่วนผสมของเนื้อดินจากการคำนวณด้วยวิธีเชิงเส้นนอน คำนวณด้วยวิธีตารางสามเหลี่ยม และคำนวณด้วยวิธีตารางสี่เหลี่ยม โดยมีดินขาวลำปาง ดินขาวระนอง หินฟันม้า ควอตซ์และทรายเป็นส่วนผสม เพื่อเตรียมเป็นน้ำดินในการเทลงแบบให้เป็นชิ้นงานทดสอบแบบแท่ง นำชิ้นงานแต่ละสูตรไปเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน ทดสอบสมบัติต่างๆ หลังเผาพบว่าสูตรเนื้อดินที่มี

การปรับและพัฒนาเนื้อดินให้มีสมบัติทางกายภาพที่ดีสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกได้ คือ สูตรที่มีดินตะกอนร้อยละ 95 จำนวน 1 สูตร สูตรที่มีดินตะกอนร้อยละ 90 จำนวน 1 สูตร สูตรที่มี ดินตะกอนร้อยละ 85 จำนวน 3 สูตร สูตรที่มีดินตะกอนร้อยละ 80 จำนวน 3 สูตร สูตรที่มีดินตะกอน ร้อยละ 75 จำนวน 1 สูตร สูตรที่มีดินตะกอนร้อยละ 70 จำนวน 2 สูตร สูตรที่มีดินตะกอนร้อยละ 45 จำนวน 5 สูตร

ส่วนการใช้ดินตะกอนเป็นวัตถุดิบในการเตรียมเคลือบ โดยแปรอัตราส่วนผสมของเคลือบจากการคำนวณด้วยวิธีเชิงเส้นนอน คำนวณด้วยวิธีตารางสามเหลี่ยม และการคำนวณด้วยวิธีตารางสี่เหลี่ยม โดยมีหินฟันม้าไฮดาควอตซ์ หินปูน แปรเอี่ยมคาร์บอเนต บอแรกซ์ และฟrit เป็นส่วนผสม นำส่วนผสมของแต่ละสูตรเคลือบบนชิ้นงานทดสอบเนื้อดินตะกอนและเนื้อดินคอมพาวด์เคลย์ นำชิ้นงานทดสอบไปเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน ทดสอบสมบัติ ต่างๆ หลังเผา พบว่า สูตรเคลือบที่มีการปรับและพัฒนาเคลือบให้มีสมบัติทางกายภาพที่ดีสามารถนำไปผลิตเคลือบเซรามิกได้ คือ สูตรที่มีส่วนผสมของดินตะกอนร้อยละ 40 จำนวน 3 สูตร สูตรที่มีส่วนผสมของดินตะกอนร้อยละ 35 จำนวน 2 สูตร สูตรที่มีส่วนผสมของดินตะกอนร้อยละ 30 จำนวน 3 สูตร และสูตรที่มีส่วนผสมของดินตะกอนร้อยละ 25 จำนวน 2 สูตร

ดวงกมล สุริยจักร และคณะ [3] ศึกษาเปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมี ระหว่างตะกอนดินจากน้ำประปากับดินจากผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาในเขตภาคกลาง/ภาคเหนือ พบว่าตะกอนดินจากน้ำประปามีสมบัติทั่วไปใกล้เคียงกับดินจากผู้ประกอบการดังกล่าว โดยจากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณ Fe_2O_3 อยู่ในช่วงร้อยละ 4-5 รวมทั้งมีปริมาณ SiO_2 และ Al_2O_3 ที่เหมาะสมมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับดินเหนียวสีแดง ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมเซรามิก ในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกต่างๆ เช่น ถ้วย ชาม เครื่องประดับ ต้องมีการผสมกับทรายในสัดส่วนที่พอเหมาะ โดยใช้ทรายในปริมาณร้อยละ 30 สามารถขึ้นรูปได้ดี เป็นรูปทรงที่สวยงาม ไม่แตกง่าย แต่ต้องใช้ระยะเวลาในการหมักดินให้นานขึ้น จึงสามารถปั้นขึ้นรูปได้ง่าย

โสจร ดิษฐวัต และคณะ [11] ศึกษาการนำกากตะกอนจากการผลิตน้ำประปาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเซรามิก โดยนำกากตะกอนดินที่บดละเอียดแล้วผสมกับทรายบดและแก้วบดเป็นการเตรียมส่วนผสมแบบ triaxial การขึ้นรูปสำหรับการทดลองนี้ใช้วิธีการอัดแบบขึ้นงานเป็นแผ่นกระเบื้องขนาด 4x4 นิ้ว และเผาที่อุณหภูมิ 1000, 1050, 1100 และ 1150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และจากผลการทดสอบสมบัติต่างๆ ทางกายภาพของกระเบื้องหลังเผา พบว่า กระเบื้องที่เตรียมจากส่วนผสมที่มีตะกอน 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีการแตกของชิ้นงาน แต่เมื่อผสมทรายและแก้ว การแตกของชิ้นงานลดลงจนไม่มีการแตก โดยส่วนผสมที่มีปริมาณทรายเพิ่มขึ้นทำให้การหดตัวของชิ้นงานลดลง ในขณะที่ส่วนผสมที่มีแก้วมากขึ้นทำให้การหดตัวมากขึ้น

สุพิณ แสงสุข และคณะ [12] นำน้ำตะกอนดินจากบ่อกักตะกอนไปผ่านการฟ่นแห้งและเผา มาเป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นสำหรับการทำเครื่องปั้นดินเผา ทำให้ได้เครื่องปั้นดินเผาที่มีน้ำหนักเบากว่าเครื่องปั้นดินเผาทั่วไป ร้อยละ 20 แต่มีความแข็งแรงสูงกว่าดินเผาที่ไม่มีตะกอนดินเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 30 มีการดูดซึมน้ำสูงถึงร้อยละ 30 เนื่องจากมีความพรุนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 และมีรูพรุนขนาดนาโนประมาณ 60 นาโนเมตร ด้วยเหตุผลที่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีรูพรุนขนาดนาโนเมตรเป็นจำนวนมาก ผู้พัฒนาเครื่องปั้นดินเผาดังกล่าวจึงให้ชื่อผลิตภัณฑ์ว่า “ดินเผานาโน” ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ดินเผานาโนแสดงได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ดินเผานาโน

สรุป

การวิจัยเพื่อนำตะกอนดินจากการผลิตน้ำประปามาใช้ประโยชน์เป็นงานวิจัยที่มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องมาตลอดเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี โดยสถาบันการศึกษาและหน่วยงานการวิจัยหลายแห่ง ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร มหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ซึ่งผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตะกอนดินพบว่า ตะกอนดินเมื่ออยู่ในสภาพแห้งมีลักษณะแข็งถึงแข็งมาก เมื่ออยู่ในสภาพชื้นจะจับตัวกันแน่นมาก ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ พบแร่เคโอลิไนต์ อิลไลต์ สเมกไทต์ ควอตซ์ และกิบไซต์ ส่วนสมบัติทางเซรามิกของตะกอนดินที่ทดสอบได้แก่ ค่าขีดจำกัดความชื้นเหลว ค่าขีดจำกัดพลาสติก ค่าขีดจำกัดการหดตัวของดิน ค่าดัชนีพลาสติก และค่าความหนาแน่นสูงสุด

การทดลองนำตะกอนดินไปใช้ประโยชน์มี 3 แนวทาง คือการใช้ทำอิฐ การใช้เป็นส่วนผสมในวัสดุก่อสร้าง และการใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับอิฐแสดงให้เห็นว่าการเตรียมอิฐที่มีตะกอนดินเป็นองค์ประกอบในสัดส่วนที่เหมาะสม ทำให้ได้อิฐที่ผ่านมาตรฐาน มอก. 77-2531 ส่วนการใช้ประโยชน์ในวัสดุก่อสร้างทำได้โดยการเผาตะกอนดินหรือทำเป็นเม็ดดินสังเคราะห์ เพื่อใช้ผสมกับซีเมนต์ และการใช้งานเพื่อทำเครื่องปั้นดินเผานั้น ใช้ได้กับในส่วนของการเตรียมเนื้อดินปั้นและการเตรียมเคลือบ โดยการใช้ตะกอนดินเป็นส่วนผสมในดินเหนียว และปรับสัดส่วนให้เหมาะสม

แม้ว่าปัจจุบันผลการวิจัยหลายงานยังไม่มี การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ แต่ในอนาคตเมื่อทรัพยากรดินจากแหล่งต่างๆ ในธรรมชาติลดน้อยลง และการทำเหมืองดินทำได้ยากขึ้น ตะกอนดินจะเป็นทรัพยากรแหล่งใหม่ที่มีโอกาสนำไปใช้ประโยชน์ได้

1. คณะทำงานศึกษาและวิจัยระบบกำจัดตะกอน. 2548. การศึกษาวิจัยระบบกำจัดตะกอน.
กรุงเทพฯ : การประปานครหลวง
2. เอิบ เขียวรีนรมณ์, อัญชลี สุทธิประการ, สุเทพ ทองแพ, พิบูลย์ กังแฮ, เสาวนุช ถาวรพฤษ์,
สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ปริศนา เสือแฮมเสริม และ นฤมล จันทร์จิราวุฒิกุล.
2544. การศึกษาคุณภาพของตะกอนแยกจากน้ำดิบของการประปานครหลวง
เพื่อพัฒนาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดวงกมล สุริยฉัตร, ภาสันต์ วิชิตอมรพันธ์ และ วรรณะ เรืองสำเริง. 2547. การประยุกต์ใช้ตะกอนดิน
จากน้ำประปา. กรุงเทพฯ : กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
4. กฤษดา นุ่มนวล. 2540. การใช้ตะกอนจากระบบประปาแทนดินเหนียวในการผลิตอิฐมอญ. ปรินญา
นิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
5. สมเกียรติ รอดยิ่งดี. 2541. การพัฒนาคุณภาพอิฐมอญที่ผลิตจากตะกอนน้ำประปา ปรินญานิพนธ์
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
6. ชชาติ เจียมไชยศรี, ภัชราภรณ์ สุวรรณวิทยา, วิไล เจียมไชยศรี, ปิยะ พานิชปทุม, เพิ่มพล กาญจนามัย
และมณฑยา แซ่ศรี. 2547. การใช้ประโยชน์ตะกอนจากระบบผลิตน้ำประปาในอุตสาหกรรม
การก่อสร้างและการหมักปุ๋ย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7. ธเนศ มณีแนม. 2546. คุณสมบัติทางเคมีของเถ้าตะกอนสลัดจ์ที่ได้จากโรงประปาในการนำมาใช้งาน
เป็นวัสดุปูซอสไลจาน. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
8. พิทักษ์ เหล่ารัตนกุล และศุภรัตน์ พันธุ์เลิศ. 2555. เม็ดมวลเบาสังเคราะห์สำหรับวัสดุก่อสร้าง.
รางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ รางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้น ประจำปี 2555. กรุงเทพฯ :
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
9. เกษม พุกกะวัน, อนุมาศ อธิการวงษ์ และนิทัศน์ ไม้แสง. 2545. การศึกษาประโยชน์ของดินตะกอน
จากกระบวนการผลิตน้ำประปา เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
รามคำแหง
10. เกษม พุกกะวัน, รัตนา มะหาแสน และจิรวรรณ บุตรเมือง. 2546. การศึกษาประโยชน์ของดินตะกอน
จากกระบวนการผลิตน้ำประปา เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
รามคำแหง
11. โสจร ดิษฐวัต, ฉัตติพา กาญจนโสภ และสุธัญญา เป้าธรรม. 2545. การนำกากตะกอนจากการผลิตน้ำ
ประปามาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเซรามิก โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
12. Sangsuk, S., Khunthon, S. & Siriphan Nilpairach; Nano porous pottery using calcined
waste sediment from tap water production as an additive. Waste Management Research
28, 908-912 (2010).





กลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ ดอนไก่ดี

สุจิตรา เดชสวรรค์ชัย
ไพศาล กาญจนปัญญา

จากข่าวการจัดงาน “สืบสาน...สืบ...
สายเส้น เบญจรงค์ดอนไก่ดี” ครั้งที่ 4 เมื่อวันที่
8-10 มีนาคม 2556 (งานนี้จัดในวันศุกร์-เสาร์-
อาทิตย์ ของสัปดาห์ที่สองของเดือนมีนาคมทุกปี) ได้
สร้างความสนใจให้เข้าไปเยี่ยมชมเบื้องต้นมาครั้ง
หนึ่งแล้วกลับมาได้มาบอกเล่าให้พรรคพวกฟังและ
หาโอกาสไปเยี่ยมชมกันแบบจริงจังอีกครั้ง จึงได้
เรื่องราวมาถ่ายทอดให้ได้อ่านกันดังนี้

ประวัติความเป็นมา

ย้อนหลังไปประมาณสัก 50-60 ปี ที่ตำบลอ้อมน้อย
อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร มีโรงงานอุตสาหกรรม
เสถียรภาพ ทำถ้วยชามที่เคยทำชามไก่แข่งกับกลุ่มทำชาม
ไก่จังหวัดลำปาง มีการขึ้นรูปโดยการปั้นด้วยจิกเกอร์ มี
ชาชามในตัวโดยไม่ต้องต่อชา วาดสีได้เคลือบเป็นลายไก่
เผาดังเดียวแทนที่จะวาดสีบนเคลือบเผาสองครั้ง ทำให้
สีลวดลายติดทนไม่ลอกง่าย แถมต่อมาก็เปลี่ยนมาเผา
ในเตาอุโมงค์ใช้น้ำมัน ยิ่งทำให้ต้นทุนลดต่ำลงอย่างมาก
และสามารถทำตลาดได้ดี



ต่อมาทางโรงงานได้หันไปทำถ้วยชามแบบญี่ปุ่น ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยมากขึ้น ใช้เครื่องจักรจาก ญี่ปุ่นและเยอรมนี มีการขยายโรงงานแบบก้าวกระโดด แต่ ทางโรงงานก็ยังมุ่งมั่นพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางด้านवादลาย ด้วยมือ จัดตั้งเป็นแผนกเขียนลาย มีทั้งการวาดลายใต้ เคลือบและบนเคลือบ ผลิตภัณฑ์ได้แก่ลายครามและลาย เบญจรงค์ ลวดลายก็มีทั้งลายจีนและลายไทย มีการจัดหา ครูสอนการวาดลายทั้งครูจีนและครูไทย ที่จำได้ตอนนั้นก็มี อาจารย์สงวน รักมิตร มาสอนการวาดลายไทยให้ด้วย พนักงานวาดลายเริ่มจากจำนวนนับสิบ ขยายไปเป็นจำนวน หลายร้อยคน เกือบทั้งหมดของช่างวาดเป็นสุภาพสตรี นอกจากนี้ทางโรงงานก็ยังคงการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน (Throwing) เอาไว้เล็กน้อย เพื่อผลิตเป็นชิ้นงานของชาว พอร์ชเลนรูปแบบต่าง ๆ กันสำหรับนำมาเขียนลาย แถมเป็นส่วนแสดงให้แก่ผู้มาเยี่ยมชมโรงงานอีกด้วย

กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมเสถียรภาพมีหลายโรงงาน หลายบริษัท มีโรงงานผลิตถ้วยชามพอร์ชเลน กระเบื้อง โมเสค และกระเบื้องบุผนัง เริ่มมีอุปสรรคในการดำเนิน กิจการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา จำเป็นต้องทยอยปิด โรงงานบางส่วน แผนกเขียนลายก็ปิดตัวลงในราวปี พ.ศ. 2532 ช่างเขียนลายบางส่วนไปประกอบอาชีพอื่น แต่บาง ส่วนก็นำความรู้ ประสบการณ์และภูมิปัญญาที่เคยได้รับ ถ่ายทอดมา ไปประกอบอาชีพเขียนลายบนจานชาม กระเบื้องขายอยู่ในละแวกใกล้เคียงกับโรงงานเดิม



กลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ดอนไถ่

ในละแวกตำบลดอนไถ่ อำเภอกะพ้อมแบบมีกลุ่มที่เคยเป็นช่างเขียนลายฝีมือดีหลายท่าน ได้รวมตัวกันทำผลิตภัณฑ์เครื่องเบญจรงค์ เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนในหมู่บ้าน ต่อมาได้มีการประยุกต์ คิดค้นแบบ ลวดลาย รวมทั้งประโยชน์ใช้สอย และความต้องการของตลาด ทำให้เป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา กลุ่มนี้มีชื่อเรียกว่า **กลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ดอนไถ่** โดยมี **คุณอุไร แดงเอี่ยม** เป็นประธานกลุ่มหมู่บ้าน นับว่าเป็นกลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ที่มีความเข้มแข็งมากที่สุด ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานต่างๆ ของภาครัฐจนถึงปัจจุบัน กลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ดอนไถ่ได้รับรางวัลดีเด่นด้านต่างๆ มากมาย เช่น รางวัลชนะเลิศระดับประเทศจากการประกวดหมู่บ้านหัตถกรรมดีเด่น ของหม่อมงามจิตต์บุรฉัตร ประจำปี พ.ศ. 2544 ผลิตภัณฑ์เครื่องเบญจรงค์ของกลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ดอนไถ่ได้รับการคัดสรรเป็นสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (Product Champion) ระดับ 5 ดาว ปัจจุบันได้รับการส่งเสริมจากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ให้เป็นหมู่บ้านท่องเที่ยว OTOP ดอนไถ่ และทาง ททท. ได้ร่วมมือกับสำนักงานบริหารงานพาณิชย์จังหวัดภูมิภาค กระทรวงพาณิชย์ จัดงาน **“สืบสาน... สีสัน... สายเส้น เบญจรงค์ดอนไถ่”** ในสัปดาห์ที่สองของเดือนมีนาคม มา 4 ปี ติดต่อกันแล้ว



วันที่เราไปเยี่ยมชม ได้มีผู้ติดตามไปด้วยหลายท่าน เพราะกลุ่มหมู่บ้านนี้มีเรื่องราวที่น่าสนใจมาก ผลิตภัณฑ์ก็มีหลากหลายรูปแบบ และลวดลาย พวกเราไปกันที่ร้านหนูเล็กเบญจรงค์เป็นแห่งแรก โดยมีคุณประภาศรี พงศ์เมธา (หนูเล็ก) สาวใหญ่ที่ไฟแรงเป็นผู้ต้อนรับและนำชม อีกทั้งยังได้กรุณาเล่าประวัติ และรายละเอียดในงานเขียนบนเคลือบเบญจรงค์อีกมากมาย ทำให้พวกเราอึ้งกันไปตามๆ กัน ในศิลปะทุกแขนงมีความลำบากและความลับที่เรายังไม่รู้อีกมากถ้าไม่ได้เข้าถึงจริงๆ เราได้เยี่ยมชมกระบวนการเขียนลายบนเคลือบ ที่ปัจจุบันได้เปลี่ยนจากแนวการผลิตแบบโรงงานในที่เดียว เป็นการกระจายงานสู่ครัวเรือนในชุมชน ซึ่งชาวบ้านยุคเริ่มแรกคือพนักงานที่เคยทำงานที่เสถียรภาพเมื่อหลายสิบปีที่แล้ว เมื่อโรงงานเสถียรภาพปิดตัวลง ชาวบ้านได้รวมตัวกัน พร้อมทั้งนำความรู้ความชำนาญเฉพาะตัว เริ่มวาดเบญจรงค์ขาย และได้ถ่ายทอดสู่คนรุ่นใหม่ (ปัจจุบันมีนักวาด ที่มีอายุตั้งแต่ 7 ถึง 60 ปี) ทั้งหมู่บ้านมีสมาชิกนับร้อยคน มีร้านที่ขายผลิตภัณฑ์รายใหญ่อยู่ 3 ร้าน ได้แก่ **อุไรเบญจรงค์ (โดยคุณอุไร แดงเอี่ยม)** **หนูเล็กเบญจรงค์ (โดยคุณประภาศรี พงศ์เมธา)** และ **แดงเบญจรงค์ (โดยคุณรัชนี ทองเพ็ญ)** นอกจากนี้ยังมีบางบ้านที่เปิดเป็นโฮมสเตย์ด้วย นักท่องเที่ยวอาจไปเข้าพักไปหัดวาดลายตามรูปแบบของตนเองที่ชอบ หรือวาดลายตามแบบของหมู่บ้าน รอเข้าเตาเผา แล้วรับชิ้นงานของตนเองกลับไปก็ได้





ในกลุ่มหมู่บ้านมีการกระจายงาน คือแต่ละบ้านจะสามารถรับงานได้โดยอิสระ จากนั้นก็จ่ายงานไปเขียนลายเส้นทองยังบ้านต่างๆ เมื่อเขียนลายเส้นทองเสร็จ ปล่อยให้แห้งแล้ว นำส่งบ้านต้นสังกัด แล้วมาถมสีด้วยสีบนเคลือบสูตรน้ำ ในขั้นตอนนี้จะต้องทำที่บ้านที่จะทำการเผาชิ้นงาน เพราะไม่สามารถขนย้ายไกลได้ เนื่องจากสีจะหลุด โดยแต่ละบ้านจะมีเอกลักษณ์ลายของตัวเอง และพยายามพัฒนาลายและเทคนิคเฉพาะให้แตกต่างกันไปตามความถนัด

สินค้าที่วางขายมีตั้งแต่ราคาหลักสิบจนถึงหลักแสนบาท ขึ้นอยู่กับรูปแบบ ขนาด ความงามของภาชนะ ความยากง่าย ความละเอียดของลาย และมีมือของผู้วาด นอกจากนี้จะรังสรรค์งานสำหรับขายเป็นที่ระลึกแก่นักท่องเที่ยวแล้ว ยังต้องคิดลายสำหรับการขายแบบสั่งทำ และยังต้องพยายามรังสรรค์งานที่จะเข้าประกวดในงานประจำปีอีกด้วย

ในแต่ละบ้านจะมีเอกลักษณ์ลายเด่นของตัวเอง เช่น บ้านคุณหนูเล็ก จะเด่นลายพุทธประวัติ บ้านคุณแดง เน้นในด้านลายถมทอง บ้านคุณอุไร เน้นในด้านลายเขียนแบบโบราณ แต่ของชาวที่นำมาวาดก็แล้วแต่จะจัดหามา มักจะเป็นเนื้อ Porcelain และ Bone china ซึ่งจะมีความเงางาม และทนทานในการเผาซ้ำหลายรอบ โดยไม่เสี่ยงต่อการแตกหรือร้าว บางชิ้นที่ใหญ่มากหรือรูปทรงพิเศษก็จะต้องขึ้นรูปด้วยการปั้นบนแป้นหมุน (Throwing) ซึ่งชิ้นงาน

ที่ขึ้นรูปด้วยวิธีนี้จะมีราคาแพงกว่าชิ้นที่ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์อย่างน้อย 3 เท่า และหายากขึ้นทุกทีในยุคปัจจุบัน การสั่งทำก็ใช้เวลาเป็นเดือนๆ เพราะผลิตทีละใบ และที่คลาสสิกก็คือชื่อของรูปทรงแต่ละแบบนั้นเป็นไทยแท้มาก เช่น ทรงโกนน้ำตัน เป็นต้น บางครั้งเราแยกไม่ออกว่าทำไมสินค้าชิ้นนี้กับชิ้นนั้นราคาแพงแตกต่างกันมาก เมื่อได้รับการชี้แจงแล้วจึงได้เข้าใจว่า ต้นทุนสินค้ามีความแตกต่างตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้าย นอกจากความยากง่าย รายละเอียดของลวดลายแล้ว ยังมีความแตกต่างของวัตถุดิบ (สี) ที่ใช้เขียนด้วย แม่สีแต่ละตัวราคาต่างกันมาก สีที่ราคาถูกที่สุดคือโทนสีเขียว เหลือง ราคาประมาณ 800 บาท/กก. สีที่แพงที่สุดคือโทนชมพู ราคาประมาณ 7,000 บาท/กก. และทองที่ใช้เขียนก็ผลิตจากทองคำแท้มีความสวยงามแยกตามส่วนผสมหรือเปอร์เซ็นต์ของทองซึ่งมีตั้งแต่ 10 - 24% (ราคาประมาณ 220 บาท ถึง 500 บาท/กรัม ขึ้นอยู่กับราคาทองของตลาดโลกในเวลานั้นๆ แต่บางทีในช่วงเวลาที่ราคาทองคำลดลง แต่ราคาสีทองที่ใช้เขียนกลับไม่ลดลง) ถ้าเป็นสีเงินก็ทำจาก Platinum

คุณอุไรได้กรุณาเล่าให้ฟังว่า การวาดสีบนเคลือบแบบนี้ ได้เริ่มเข้ามาเมืองไทยตั้งแต่สมัยอยุธยา โดยเป็นเครื่องเคลือบจากจีน เมื่อเข้าสู่ยุคกรุงรัตนโกสินทร์ เมื่อเราหยุดการรบพุ่งและบ้านเมืองเข้าสู่ยุคสงบสุขแล้ว จึงมีความนิยมสิ่งสวยงามมากขึ้น ในสมัยรัชกาลที่ 2 ทรงโปรดเครื่องเคลือบมาก ทรงโปรดให้สั่งทำลวดลายเฉพาะของไทยมา



เนื้อเคลือบสีลาด ซึ่งจะไม่ใช้สีมาก โทน ทำให้งานดูขลังมากเป็นพิเศษ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเพิ่ม การวาดลายดอกไม้แบบ Modern American painting style และ รูปลอก ภาพเหมือน Portrait และการเขียน

จากประเทศจีน โดยได้ส่งต้นแบบ เช่นลายเทพพนม เป็น ภาพปักไปจากประเทศไทย เทพพนมโบราณในยุคต้นๆ รัตนโกสินทร์จึงยังมีหน้าตาเป็นจีนๆ อยู่ หลังจากนั้นจึงได้ ถ่ายทอดเทคนิควิธีการจากคนจีน แล้วผลิตในประเทศไทย เครื่องเบญจรงค์สมัยโบราณ ร้างเส้นด้วยสีดำ แล้วถมสี ทั้งหมด 5 สี จึงเรียกว่า “เบญจรงค์” (มีสีขาว สีเหลือง สีดำ สีแดง และสีเขียวหรือคราม แต่บางครั้งอาจจะมีสีมากกว่า นี้ก็ได้ เช่นเพิ่มสีชมพู ม่วง แสด น้ำตาล ฯลฯ)

คุณอุไร ได้อธิบายเพิ่มเติมในเรื่องลวดลายว่า แต่ละลายจะมีชื่อเรียกที่จับใจและคลาสสิกเหลือเกิน เช่น ลายเทพพนมช่องกระจก ที่ดูโบราณแต่ขลัง ลายดอกไม้ เช่น ดอกราตรี ดอกไม้เลื้อย ดอกเบญจมาศ โดยสีที่ใช้ก็ซ่อน ความหมายไว้ด้วย เช่นสีเขียวแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์สีแดงและชมพู แสดงถึงการเฉลิมฉลอง (ไม่ได้เป็นทางการ แต่เป็นการสื่อความรู้สึกของผู้วาดเอง) นอกจากนี้ยังมีลาย กุหลาบน้ำทอง ลายบัว 7 สี ลายประทุมยาม (หรือประจายาม) ลายพระยาสุรนาท ลายเทพบันเทิง และอีกเป็นร้อยๆ ลายที่พอฟังชื่อลายแล้วอยากจะเห็นของจริงว่าเป็นอย่างไร ขึ้นมาทันที เมื่อถามถึงเรื่องลวดลายที่เหมาะสมกับตลาด คุณอุไร ได้กรุณาเล่าว่า ทางตะวันออกกลาง จะชอบลายดอกไม้ ต่างๆ ลายแน่นๆ และทองอร่ามๆ ส่วนตลาดญี่ปุ่น จะชอบ ลายคังฮี้ที่ดูคลาสสิกโบราณผสมกลิ่นอายของจีน ส่วน ตลาดยุโรปจะชอบของขาวเคลือบด้านที่ทำให้เวลาวาดแล้ว สีจะไม่หลุดขาด สีทองจะไม่แฉ่งตาเหมือนวาดบนของขาวที่ เคลือบเงา ดูคลาสสิก นอกจากนี้และยังสามารถวาดลงบน

ลายหุ่นรองพื้นก่อนเขียนทองด้วย Relieve flux หรือการรอง พื้นผิวให้ด้านด้วย Matt flux ทำให้เกิดความเงาและด้านล่อ กันในลายทอง และยังไม่หยุดพัฒนาการใช้วัสดุใหม่ๆ มา ผสมกับลายเบญจรงค์เดิม แถมด้วยทองเงาอร่ามหรือสีเงิน ที่ทำให้ดูมีค่าได้อย่างลงตัว

ถึงตรงนี้แล้ว ลายเบญจรงค์พื้นๆ ที่เคยเห็นกันจน ซินตาก็ดูเหมือนไม่ธรรมดาอีกแล้ว ต้องใช้การพิจารณาใหม่ เวลาที่ดูเครื่องเบญจรงค์ นอกจากความงดงาม เข้าใจวัสดุ ที่ใช้ และยังเห็นถึงประวัติศาสตร์ของไทยเราด้วย สิ่งเหล่านี้ หลอมรวมมาถ่ายทอดตั้งแต่บรรพชน เป็นประสบการณ์และความชำนาญเฉพาะของไทยเรา จึงนำช่วยกันอนุรักษ์ สืบสานให้อยู่คู่ชาติเราไปนานๆ หรือว่างๆ หาโอกาสไป ทดลองวาด เพื่อวัดระดับความอดทนและสมาธิที่น่าจะดี ท่านจะได้งานชิ้นเดียวในโลก ที่วาดด้วยตัวท่านเอง น่าภูมิใจ

นอกจากกลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ดอนไก่ดีแล้ว พวกเรายังได้มีโอกาสไปเยี่ยมชมโรงงาน ประกอบ ทรัพย์ทวี เซรามิกส์ (โดยคุณบุญชู ประกอบทรัพย์ ประธานเครือข่าย OTOP จังหวัดสมุทรสาคร) เป็น โรงงานที่ทำจานชามเซรามิก และยังป้อนชิ้นงานบาง ส่วนให้แก่กลุ่มหมู่บ้านเบญจรงค์ดอนไก่ดีอีกด้วย คุณ บุญชูได้นำชมโรงงานด้วยตนเอง เคยมีประสบการณ์ งานผลิตมาจากโรงงานอุตสาหกรรมเสถียรภาพด้วย เช่นกัน



สำหรับผู้สนใจสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่
หมู่บ้านเบญจรงค์ดอนไก่ดี โทร. 034 473 480 หรือคุณอุไร โทร. 081 861 4626

เครื่องปั้นดินเผาในหลุมฝังศพ วัฒนธรรมบ้านเชียง

บทนำ

วัฒนธรรมบ้านเชียง เป็นวัฒนธรรมสมัยก่อนประวัติศาสตร์ที่แพร่กระจายทั่วแอ่งสกลนครในเขตอำเภอมือเมือง อำเภอมือญ อำเภอบ้านดุง อำเภอกุมภวาปี อำเภอไชยวานและอำเภอนองหาน จังหวัดอุดรธานี รวมถึงบางบริเวณของอำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสกลนคร (รัชนี บรรณานุกรณ์ และคณะ 2535) ซึ่งการขุดค้นทางโบราณคดีโดยกรมศิลปากรและนักวิจัยชาวต่างชาติตลอดมานับตั้งแต่การค้นพบครั้งแรกของนายสตีเฟ่น ยัง (Stephen Young) และทำให้วัฒนธรรมบ้านเชียงเป็นที่รู้จักไปทั่วโลกในปี พ.ศ. 2509 พบว่าแหล่งโบราณคดีที่ใหญ่ที่สุดของวัฒนธรรมบ้านเชียง คือ แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ตำบลบ้านเชียง อำเภอนองหาน จังหวัดอุดรธานี ที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นเนินดินขนาดใหญ่บนที่ราบสลับลอนลูกคลื่น ผลการขุดค้นทางโบราณคดีพบแหล่งฝังศพขนาดใหญ่ทั่วทั้งเนินดินแห่งนี้ โดยปัจจุบันเป็นที่ตั้งชุมชนบ้านเรือนอยู่อาศัยหนาแน่น รวมถึงเป็นที่ตั้งของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ บ้านเชียง และหลุมขุดค้นวัดโพธิ์ศรีโน (รัชนี บรรณานุกรณ์และเพียว เหมินาค 2535; White 2008) ซึ่งมีการขุดค้นกู้ภัยได้ข้อมูลเกี่ยวกับการฝังศพสมัยต้นถึงสมัยปลายเพื่อการปรับปรุงพิพิธภัณฑ์สถานกลางแจ้ง อันเนื่องมาจากผลกระทบของน้ำใต้ดินที่ทำลายโบราณวัตถุในโครงการปรับปรุงแหล่งประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม เชื่อมโยงการท่องเที่ยวภูมิภาคอินโดจีน : หลุมขุดค้นวัดโพธิ์ศรีโน พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ บ้านเชียง ปี พ.ศ. 2556-2557 และผู้เขียนเป็นนักศึกษาโบราณคดีฝึกงานในโครงการนั้น

แท้ที่จริงแล้ว จากการศึกษาวิจัยทางโบราณคดีในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคอีสานของไทย พบว่าผู้คนในสมัยก่อนประวัติศาสตร์มีการเคลื่อนย้ายและตั้งถิ่นฐานไปทั่วภูมิภาคแห่งนี้ ทั้งยังส่งผลให้มีลักษณะทางวัฒนธรรมในแหล่งต่างๆ มีความคล้ายคลึงกัน อาทิเช่น วัฒนธรรมในแอ่งสกลนครที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี วัฒนธรรมในแอ่งโคราชที่แหล่งโบราณคดีบ้านโนนวัด แหล่งโบราณคดีบ้านหลุมข้าว และแหล่งโบราณคดีบ้านปราสาท อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา รวมถึงวัฒนธรรมบนที่ราบทุ่งกุลาร้องไห้ที่แหล่งโบราณคดีบ้านเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด (สุภัฏญา เภาเนติ 2553; Higham et al. 2004) โดยเฉพาะประเพณีการฝังศพที่มีลักษณะทางวัฒนธรรมคล้ายคลึงกัน ได้แก่ การฝังศพครั้งที่หนึ่ง (Primary Burial) ฝังผู้ตายทั้งร่างพร้อมกับนำวัตถุอุทิศ (Grave Good) วางไว้คู่กับผู้ตาย อาทิเช่น เครื่องประดับประเภทห่วงคอและกำไลข้อมือที่ทำจากเปลือกหอย ดินเผา และสำริด เครื่องมือสำริดและเหล็ก ลูกปัดดินเผาและหิน กระดุกสัตว์ประเภทสุนัข สุกร โค กระบือ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องปั้นดินเผาเต็มใบ เป็นต้น แล้วจึงนำดินมากลบ นอกเหนือจากนี้จะเป็นการฝังศพบรรจุในไหหรือหม้อขนาดใหญ่ (Jar Burial) ที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง หรือการฝังศพในไหขนาดใหญ่ประกบกัน (Capsule) ที่แหล่งโบราณคดีบ้านเมืองบัว รวมไปถึงการหุ้บเครื่องปั้นดินเผาให้แตกแล้วจึงบรรจุร่างผู้ตาย (Sherd Sheet) ที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ซึ่งประเพณีการฝังศพทั้งหมดนี้เกี่ยวข้องกับความเชื่อว่าจะให้ผู้ตายที่อาจจะเป็นบุคคลสำคัญของชุมชนหรือเป็นญาติมิตรผู้เป็นที่รักได้นำวัตถุเหล่านั้นไปใช้ในโลกหน้า (ประพิศ พงศ์มาศ 2551)

เครื่องปั้นดินเผาสืบย้อนก่อนประวัติศาสตร์ทุกแหล่งในภาคอีสานของไทยโดยเฉพาะที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จะเป็นเนื้อดิน (Earthenware) เผาด้วยอุณหภูมิความร้อนประมาณ 850-1,150 องศาเซลเซียส มีการเตรียมเนื้อดินซึ่งผสมเกลบข้าว ทั้งนี้ การผสมเกลบข้าวอาจจะเกิดขึ้นจากการที่ช่างปั้นตั้งใจใส่เข้าไปผสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงหลังจากเผา หรืออาจจะเป็นไปได้ว่าช่างปั้นอาจจะนำดินมาจากพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกข้าวที่ทำให้เกลบข้าวผสมอยู่ในเนื้อดินอยู่แล้วอย่างไม่ตั้งใจ หลังจากการนั้นจึงเป็นการขึ้นรูปด้วยวิธีขดดิน (Coiling) และปั้นหมุน (Wheel Throwing) แล้วจึงใช้หินทุบที่ทำจากดินเหนียว (Dabber) กับไม้ตี (Paddle) ให้ผิวเรียบเสมอกัน หรือบางครั้งอาจจะเป็นไม้ตีลายเพื่อสร้างลายเชือกทาบและลายเส้นลักษณะต่างๆ แล้วจึงเผาดูให้แห้ง เมื่อได้รูปทรงแล้วจึงนำไปตากแห้งหรือเขียนลวดลายและนำไปเผาแบบสุ่ม (Bonfires) ท้ายที่สุด โดยลักษณะและพัฒนาการลวดลายมีรายละเอียดดังนี้

อายุสมัยและลวดลายบนเครื่องปั้นดินเผากลุ่มวัฒนธรรมบ้านเชียง

ผลการกำหนดอายุวัฒนธรรมบ้านเชียงของนักโบราณคดีทั้งจากกรมศิลปากรและชาวต่างชาติเผยแพร่ออกมาหลายทิศทาง อันเนื่องมาจากการกำหนดอายุทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธี Radio Carbon ที่กำหนดอายุจากตัวอย่างถ่านในช่วงระยะแรกเริ่มของการศึกษาทางโบราณคดีอาจจะมีอคติคลาดเคลื่อน ซึ่งในปัจจุบันนักโบราณคดีจะใช้วิธี Accelerator Mass Spectrometry (AMS) ที่กำหนดอายุจากเครื่องปั้นดินเผาซึ่งเป็นเทคโนโลยีการกำหนดอายุทางวิทยาศาสตร์ที่แพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการโบราณคดีมากกว่า ผนวกกับการกำหนดอายุด้วยการศึกษาการทับถมของชั้นวัฒนธรรมโดยเฉพาะหลุมฝังศพเพื่อช่วยยืนยันค่าอายุทางวิทยาศาสตร์และทราบถึงลำดับพัฒนาการของวัตถุอุทิศที่พบในหลุมฝังศพแต่ละหลุมโดยเฉพาะเครื่องปั้นดินเผา ดังนั้น การจัดแบ่งอายุสมัยและพัฒนาการของเครื่องปั้นดินเผาวัฒนธรรมบ้านเชียงในปัจจุบัน สามารถแบ่งได้เป็น 3 สมัย (White 2008) ประกอบด้วย



ภาพที่ 1 ท่อมีเชิงรมควัน ขุดชดลยคคคคค บ้านเชียงสมัยต้นอายุประมาณ 4,100-2,900 ปีมาแล้ว
ที่มา: พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติอู่เยี่ยตวันออกเฉียงใต้ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

1. บ้านเชียงสมัยต้น อายุประมาณ 4,100-2,900 ปีมาแล้ว (c. 2,100 - 900 B.C.) สันนิษฐานว่าเป็นช่วงยุคหินใหม่ตอนปลาย (Late Neolithic) ต่อเนื่องกับยุคสำริด (Bronze Age) และยังมีการสันนิษฐานว่ามีการเริ่มรู้จักสำริดตั้งแต่ประมาณ 4,000 ปีมาแล้ว (c. 2,000 B.C.) มีประเพณีการฝังศพ 3 แบบ คือ วางร่างผู้ตายในลักษณะนอนหงายเหยียดยาวและวางร่างผู้ตายในลักษณะนอนงอเข้าที่มีวัตถุทิศซึ่งจะวางเครื่องปั้นดินเผาเต็มไปด้วยบริเวณขาหรือศีรษะ แต่บางหลุมฝังศพไม่มีวัตถุทิศ รวมถึงการนำร่างผู้ตายโดยเฉพาะเด็กใส่ในไหหรือหม้อขนาดใหญ่แล้วจึงนำไปฝัง โดยเครื่องปั้นดินเผาในสมัยนี้มีเนื้อดินและผิวสีดำจากการรมควัน ส่วนครึ่งบนของภาชนะตกแต่งด้วยการขูดขีดลายสัญลักษณ์หรือลายเรขาคณิตเป็นลายกจุดหรือเส้นสั้นๆ ในกรอบลายเส้นคดโค้ง ส่วนครึ่งล่างของภาชนะตกแต่งด้วยลายเชือกทาบ ภาชนะบางใบจะมีขนาดใหญ่เพื่อใช้สำหรับใส่ร่างของเด็กก่อนนำไปฝัง ในระยะปลายของสมัยต้นเครื่องปั้นดินเผาเป็นทรงหม้อก้นกลมผิวไม่รมควันไหภาชนะตกแต่งด้วยการเขียนสีแดงในกรอบลายเส้นขูดขีดขนานเป็นลายคดโค้ง และส่วนครึ่งล่างของภาชนะตกแต่งด้วยลายเชือกทาบ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 2 หม้อมีสันกันแหลมเขียนลายสีแดงลายซิกแซก
บนพื้นสีนวล บ้านเชียงสมัยกลางอายุประมาณ
2,900-2,300 ปีมาแล้ว
ที่มา: พิพิธภัณฑ์สถานเครื่องถ้วยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ



ภาพที่ 3 หม้อมีเชิงเขียนลายสีแดงลายคดโค้ง
และลายวงโค้งกับทอยบนผิวสีนวล บ้านเชียงสมัยปลายอายุ
ประมาณ 2,300-1,800 ปีมาแล้ว
ที่มา: พิพิธภัณฑ์สถานเครื่องถ้วยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

2. บ้านเชียงสมัยกลาง อายุประมาณ 2,900-2,300 ปีมาแล้ว (c. 900 - 300 B.C.) สันนิษฐานว่าเป็นช่วงยุคสำริด (Bronze Age) การฝังศพในสมัยนี้จะวางร่างผู้ตายในลักษณะนอนหงายเหยียดยาว จะวางเครื่องปั้นดินเผาที่หุบให้แตกแล้วจึงวางปูรองร่างผู้ตาย (Sherd Sheet) และยังมีการวางเครื่องปั้นดินเผาเต็มใบไว้เป็นวัตถุอุทิศอีกด้วย เครื่องปั้นดินเผามีผิวสีชาวนวลทรงกระบอก (Beaker) และทรงไหล่เป็นสัน (Carinated Pot) มีทั้งแบบก้นกลมและก้นแหลม บางใบมีการตกแต่งด้วยการเขียนสีแดงในกรอบลายชุดขีดลายคดโค้ง ระยะเวลาของสมัยกลางมีการทาสีแดงบริเวณปากภาชนะ เหล็กเริ่มปรากฏขึ้นในช่วงสมัยนี้ (**ภาพที่ 2**)

3. บ้านเชียงสมัยปลาย อายุประมาณ 2,300-1,800 ปีมาแล้ว (c. 300 B.C. - A.D. 200) สันนิษฐานว่าเป็นช่วงยุคเหล็ก (Iron Age) มีการฝังศพในลักษณะนอนหงายเหยียดยาว แล้ววางเครื่องปั้นดินเผาทับไว้บนร่างผู้ตาย ระยะต้นของสมัยปลายเครื่องปั้นดินเผาตกแต่งด้วยการเขียนสีแดงบนผิวสีนวล (Red-on-Buff Painted Potteries) ต่อมาในระยะกลางของสมัยปลายตกแต่งด้วยการเขียนสีแดงบนผิวสีแดง (Red Painted on Red Potteries) และในระยะปลายของสมัยปลายตกแต่งด้วยการเคลือบน้ำดินสีแดงแล้วขัดมัน (Red Slipped and Burnished Potteries) (**ภาพที่ 3**)

ลวดลายของเครื่องปั้นดินเผาวัฒนธรรมบ้านเชียงตั้งแต่สมัยต้นถึงสมัยปลายมีลักษณะไม่เปลี่ยนแปลงเท่าใดนัก โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (พัชรี สาริกบุตร 2544; อรรถสิทธิ์ สุขขำ 2547) ได้แก่

1. ลวดลายสัญลักษณ์ หรือรูปลักษณ์ เป็นลวดลายที่ผสมลายเรขาคณิต ได้แก่ เส้นตรง เส้นโค้ง เส้นซิกแซก เส้นคดโค้งลายคลื่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม วงกลม วงรี เป็นต้น ได้เป็นลวดลายที่คล้ายวัตถุแต่ไม่เหมือนจริง อาทิเช่น ลายวงโค้งก้นหอยและตรงกลางลายเป็นสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่งในเวลานั้นอาจจะมีความหมายสำหรับ



ภาพที่ 4 ภาพคนเขียนลายสีแดงบนผิวส้นवलบริเวณ
ไหล่บ่อก้นกลม บ้านเชียงสมัยปลายอายุ
ประมาณ 2,300-1,800 ปีมาแล้ว
ที่มา: พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ บ้านเชียง

ผู้วาดแต่ปัจจุบันไม่สามารถแปลความหมายได้ โดยลวดลายลักษณะนี้จะปรากฏตั้งแต่สมัยต้นจนถึงสมัยปลาย ซึ่งสมัยต้นจะขูดขีดเป็นลวดลาย สมัยกลางจะขูดขีดเป็นกรอบลายแล้วจึงเขียนสีแดงในกรอบลาย และสมัยปลายจะเขียนลายสีแดง

2. ลวดลายเหมือนจริง หรือรูปลักษณ์ เป็นลวดลายที่เลียนแบบวัตถุต่างๆ ที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้คนในสมัยนั้นและเขียนได้เหมือนจริง เช่น ภาพคน บางภาพมีการแต่งเครื่องแต่งกาย (ภาพที่ 4) รวมไปถึงภาพสัตว์ ได้แก่ สุนัข กวาง เป็นต้น แมลง ได้แก่ ผีเสื้อ เป็นต้น และพืช ได้แก่ ดอกไม้ ใบไม้ เป็นต้น โดยลวดลายลักษณะนี้จะปรากฏบนเครื่องปั้นดินเผาในสมัยปลายที่จะเขียนลายด้วยสีแดง

สรุป

เครื่องปั้นดินเผาวัฒนธรรมบ้านเชียงในเขตจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดสกลนคร บริเวณแอ่งสกลนคร ภาคอีสานของไทย มีลวดลายที่สะท้อนถึงศิลปะเพื่อพิธีการ (Ritualistic/Ceremonial Arts) ด้วยการใช้ลวดลายเหมือนจริงที่อ้างอิงจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวและลวดลายสัญลักษณ์จากการผสมลายเรขาคณิตต่างๆ ผลิตรขึ้นด้วยความตั้งใจและมีความประณีตสวยงาม มีเจตนาเพื่อนำเครื่องปั้นดินเผาเหล่านั้นรวมไปถึงเครื่องมือเครื่องใช้โดยเฉพาะที่ทำจากดินเผา หิน สำริด และเหล็ก ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับอาชีพของผู้ตาย อุทิศให้ด้วยการบรรจุไว้ร่วมกับร่างผู้ตายซึ่งอาจจะเป็นบุคคลสำคัญในชุมชนหรือเป็นญาติมิตรผู้เป็นที่รัก ซึ่งแหล่งฝังศพที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ตำบลบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี มีการกำหนดอายุประมาณ 4,100 - 1,800 ปีมาแล้ว (c. 2,100 B.C-A.D. 200)

พัฒนาการการผลิตเครื่องปั้นดินเผาวัฒนธรรมบ้านเชียงมีการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะการตกแต่งผิวภาชนะและลักษณะลวดลาย โดยสมัยต้นอายุประมาณ 4,100 - 2,900 ปีมาแล้ว เป็นการรวมคว้นผิวภาชนะจึงเป็นสีดำหลังจากนั้นจึงขูดขีดลายกรอบเส้นคดโค้งและการกดประทับลายเชือกทาบภายในกรอบลาย โดยลวดลายมีลักษณะเป็นลายสัญลักษณ์ สมัยกลางอายุประมาณ 2,900 - 2,300 ปีมาแล้ว ไม่ปรากฏการรวมคว้น แต่จะเป็นเนื้อดินและผิวส้นवलแล้วจึงขูดขีดเป็นกรอบลายและเขียนสีแดงในกรอบลายเส้นคดโค้ง ซึ่งยังคงเป็นลักษณะลวดลายสัญลักษณ์ และสมัยปลายอายุประมาณ 2,300 - 1,800 ปีมาแล้ว เป็นการเขียนลายสีแดงลายก้นหอยผสมกับลายเรขาคณิตต่างๆ เป็นลวดลายสัญลักษณ์ บางใบปรากฏลวดลายเหมือนจริงเป็นภาพคนมีเครื่องแต่งกาย ภาพสัตว์ และภาพพืชบนผิวส้นवल โดยระยะหลังของสมัยปลายจะเป็นเคลือบน้ำดินสีแดงและขัดมัน

อย่างไรก็ดี ลวดลายบนเครื่องปั้นดินเผาวัฒนธรรมบ้านเชียงอาจจะมีความหมายบางประการสำหรับคนในสมัยนั้นหรือไม่มีความหมายใดๆ เลย โดยเฉพาะลายเส้นคดโค้งและลายวงโค้งก้นหอยซึ่งเป็นลายที่เป็นเอกลักษณ์ของวัฒนธรรมบ้านเชียง ทั้งนี้ การผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียงจะมีแบบแผนและลวดลายคล้ายๆ กันในแต่ละสมัย ซึ่งด้วยจำนวนของเครื่องปั้นดินเผาเต็มใบที่ขุดค้นพบในหลุมฝังศพพบว่ามีความหลากหลาย มีเทคนิคการผลิตที่จะเผาแบบสุ่มๆ ทำให้ได้เนื้อภาชนะเป็นเนื้อดินไม่สามารถควบคุมคุณภาพของสีผิวภาชนะได้ เทคนิคการตกแต่งผิวซึ่งเป็นการขูดขีด

กดประทับ ทาน้ำดิน และเขียนสี รวมถึงลวดลายที่คล้ายคลึงกันซึ่งอ้างอิงมาจากสิ่งแวดล้อมรอบตัว จึงสามารถสรุปได้ว่าเป็นการผลิตในระดับหัตถกรรมเฉพาะครัวเรือนหรือชุมชน (Craft Specialization) และเมื่อผนวกกับผลการศึกษาทางโบราณคดีของวัตถุที่ฝังร่วมในหลุมฝังศพยังทำให้ทราบว่า การผลิตเครื่องปั้นดินเผาในระดับหัตถกรรมเฉพาะครัวเรือนหรือชุมชนเป็นส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิตในสังคมแบบเกษตรกรรมและกสิกรรมที่มีประเพณีความเชื่อเกี่ยวกับความตาย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สุรพล นาถะพินธุ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ภาควิชาโบราณคดี คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร ปี พ.ศ. 2547 และคณะทำงานในโครงการปรับปรุงแหล่งประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม เชื่อมโยงการท่องเที่ยวภูมิภาคอินโดจีน: หลุมขุดค้นวัดโพธิ์ศรีในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ บ้านเชียง ปี พ.ศ. 2546 - 2547 ประกอบด้วย นักโบราณคดีประจำโครงการ คุณสุรวิทย์ บุปผา คุณกรกฎ บุญลพ คุณภูริธร กำภู ณ อยุธยา คุณหนึ่งผไท ลิ้มศรีเพชร และคุณนฤพล หวังธงชัยเจริญ

บรรณานุกรม

พัชรี สาริกบุตร.

2544. “ภาพเขียนสีและภาพสลักสมัยก่อนประวัติศาสตร์ในประเทศไทย”. ใน ภาควิชาโบราณคดี. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง พัฒนาการทางโบราณคดี ระหว่างวันที่ 24 - 25 สิงหาคม 2544. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโบราณคดี คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รัชนี้ บรรณานุกรม และคณะ.

2535. รายงานการสำรวจแหล่งวัฒนธรรมบ้านเชียง เล่ม 1: โครงการศึกษาค้นคว้าวิจัยแหล่งโบราณคดี บ้านเชียง ประจำปี 2535. กรุงเทพฯ: กรมศิลปากร.

รัชนี้ บรรณานุกรม และเพียรวิทย์ เข็มมณ.

2535. รายงานเรื่องหลุมศพก่อนประวัติศาสตร์ วัดโพธิ์ศรีใน บ้านเชียง: โครงการศึกษาค้นคว้าวิจัยแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง ปี พ.ศ. 2535. กรุงเทพฯ: กรมศิลปากร.

ประพิศ พงษ์มาศ.

2551. “พัฒนาการการปลงศพ: ในสมัยก่อนประวัติศาสตร์จนถึงสมัยประวัติศาสตร์จากหลักฐานโบราณคดี”. นิตยสารศิลปากร. ปีที่ 51, ฉบับที่ 3 (พฤษภาคม-มิถุนายน): หน้า 6-21.

สุกัญญา เบาเนิด.

2553. โบราณคดีในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้. อุบลราชธานี: สำนักศิลปากรที่ 11 อุบลราชธานี.

สุรพล นาถะพินธุ.

2550. จากเหง้าบรรพชนคนไทย: พัฒนาการทางวัฒนธรรมก่อนประวัติศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มติชน.

อรรถสิทธิ์ สุขขำ.

2547. การศึกษาและลำดับอายุจากลวดลายบนผิวภาชนะดินเผาในหลุมฝังศพกลุ่มวัฒนธรรมบ้านเชียงสมัยปลาย: กรณีศึกษาจากการขุดค้นหลุมขุดค้นวัดโพธิ์ศรีใน ตำบลบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี. สารนิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต ภาควิชาโบราณคดี คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร

Higham, C. F. W. and others.

2004. The Origins of the Civilization of Angkor. Bangkok: Fine Arts Department.

White, J. C.

2008. “Dating Early Bronze at Ban Chiang, Thailand”. In Pautreau, J. – P. and others, ed. From Home Erectus to the Living Traditions: Choice of Papers from the 11th International Conference of the European Association of Southeast Asian Archaeologists, Bougon, September, 25th-29th, 2006.





ก้าวสู่ปีที่ 40

ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติ ความเป็นมา

ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นสถาบันการศึกษาแห่งแรกในประเทศไทยที่มีการเรียนการสอนรวมทั้งวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางวัสดุเซรามิก พอลิเมอร์และสิ่งทอ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะผลิต บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถทางวัสดุ สามารถรองรับความเจริญเติบโตทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมเซรามิก พอลิเมอร์ ปิโตรเคมี และสิ่งทอซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ได้รับการจัดอันดับจาก QS World University Ranking อยู่ในอันดับ 1 ใน 200 มหาวิทยาลัยที่ดีที่สุดในโลก และเป็นอันดับที่ 1 ของประเทศไทย ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 3 ปี

ในปี พ.ศ. 2506 ศาสตราจารย์ ดร.แถบ นีละนิธิ (คนบดีคณะวิทยาศาสตร์ในขณะนั้น) และศาสตราจารย์ ดร.พร้อม วัชรคุปต์ ได้สนับสนุนให้ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ม.ร.ว. อุตตรากร วรวรรณ เปิดสอนสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกขึ้นเป็นครั้งแรกในแผนกวิชาเคมีเทคนิค และได้ดำเนินการสอนอย่างต่อเนื่องและผลิตบัณฑิตจำนวน 10 รุ่น (CT1-CT10) วันที่ 31 มกราคม 2517 แผนกวิชาวัสดุศาสตร์ ได้รับการอนุมัติการจัดตั้งอย่างเป็นทางการจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและปรับเป็นภาควิชาวัสดุศาสตร์ในเวลาต่อมา ภาควิชาฯได้ผลิตบัณฑิตวัสดุศาสตร์มาแล้วจำนวน 40 รุ่น (MS 1-MS 40) ภาควิชาฯจะมีอายุครบ 40 ปีในวันที่ 31 มกราคม 2557ที่กำลังจะถึงนี้

หลักสูตรการเรียนการสอนในปัจจุบัน และหลักสูตรในอนาคต

หลักสูตรและการเรียนการสอน ในปัจจุบันภาควิชาวัสดุศาสตร์มีหลักสูตรทั้งสิ้น 4 หลักสูตรโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีลักษณะตาม “คุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์” ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เป็นทั้งคนดีและคนเก่ง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีกระบวนการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์กับปัญหาและการปฏิบัติในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมีความรู้ความสามารถด้านการวิจัยและบริการด้านวิชาการเพื่อตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และชุมชน พัฒนาองค์ ความรู้และเทคโนโลยีด้านเซรามิก พอลิเมอร์ และสิ่งทอที่เน้นการแก้ปัญหาของอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผลิตขึ้นได้ โดยกระตุ้นให้มีผลงานวิจัยทางด้านวัสดุให้มากขึ้น เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพึ่งตนเองในด้านการวิจัย การพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ และสามารถแก้ปัญหาของชาติด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์แบ่งเป็น 2 แขนงวิชาดังนี้
แขนงวิชาเซรามิกและวัสดุศาสตร์ และแขนงวิชา
พอลิเมอร์และสิ่งทอ โดยแขนงวิชาเซรามิก และ
วัสดุศาสตร์นั้นเน้นการเรียนการสอนด้าน
วิทยาศาสตร์วัสดุ และเซรามิกที่ใช้ในงาน
วิศวกรรมและอุตสาหกรรม นับตั้งแต่โครงสร้าง
และสมบัติ เฉพาะของวัสดุเซรามิกวัตถุดิบที่ใช้
ในการผลิต ขั้นตอนการผลิต และการใช้งาน ทั้ง
เซรามิกแบบดั้งเดิม (Conventional ceramics)



และเซรามิกขั้นสูง (Advanced ceramics) เช่น วัสดุการแพทย์ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ทางไฟฟ้าแม่เหล็ก ชิ้นส่วนยานยนต์
ใยแก้วนำแสง เป็นต้น สำหรับแขนงวิชาพอลิเมอร์และสิ่งทอเน้นการเรียนการสอนด้านวัสดุพอลิเมอร์ ได้แก่ พลาสติก
สิ่งทอ ยาง วัสดุเชิงประกอบ และสารเคลือบผิว โดยครอบคลุม ตั้งแต่โครงสร้างและสมบัติในด้านต่างๆ การสังเคราะห์
กระบวนการผลิต การตรวจสอบสมบัติ และการประยุกต์เพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์

2. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก

3. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ

4. หลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

นอกจากนี้ภาควิชายังมีหลักสูตรสองปริญญา (Double Doctoral Degree Program) ซึ่งเกิดจากความร่วมมือ
ระหว่างคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบัณฑิตศึกษาแห่งวิทยาลัยวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
นากาโอกะ ประเทศญี่ปุ่น นิสิต/นักศึกษาระดับปริญญาเอกจากทั้งสองประเทศในหลักสูตรนี้จะลงทะเบียนเป็นนิสิตภาค
ปกติของทั้งสองมหาวิทยาลัยพร้อมกัน และจะมีกิจกรรมการเรียนการสอนและการทำวิจัยทั้งในประเทศไทยและประเทศ
ญี่ปุ่น ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรสองปริญญานี้จะได้รับปริญญา Doctoral Degree (Engineering) จาก มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีนากาโอกะ ประเทศญี่ปุ่น และ Doctor of Philosophy (Materials Science) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





หลักสูตรในอนาคต

ในปีการศึกษา 2558 ภาควิชาวัสดุศาสตร์ได้ร่วมกับ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เปิดหลักสูตร นานาชาติระดับปริญญาตรีและปริญญาโท สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Science) ในแขนงวิชา Materials Technology (MT) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตบัณฑิตที่เป็นนักปฏิบัติที่มีความรู้ความสามารถทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคู่ไปกับทักษะการบริหาร

จัดการเชิงธุรกิจ สามารถเป็นผู้บริหารระดับต้นที่สื่อสารกับผู้ปฏิบัติงานทุกระดับได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพในสังคมต่าง วัฒนธรรม และมีทักษะในการสร้างธุรกิจของตนเอง เพื่อรองรับบัณฑิตที่จบการศึกษาจากโรงเรียนนานาชาติที่ต้องการศึกษา ต่อระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยในประเทศไทย และนิสิตแลกเปลี่ยน นิสิตต่างชาติ และการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน ในปี 2558

การรับเข้าศึกษา

สำหรับระดับปริญญาตรี รับเข้าตามระบบ admission กลางของ และการรับตรงของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (<http://admission2.atc.chula.ac.th/>) สำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษาให้ติดตามการประกาศรับสมัครจาก เว็บไซต์บัณฑิต วิทยาลัย จุฬาฯ (<http://www.grad.chula.ac.th/>) หรือจากเว็บไซต์ของภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาฯ (<http://www.sc.chula.ac.th/matsci/web2013/th/index.html>)

บรรยากาศการเรียนการสอน

เนื่องจากภาควิชาวัสดุศาสตร์รับนิสิตในหลักสูตรปริญญาบัณฑิตจำนวนจำกัด บรรยากาศการเรียนจึงค่อนข้าง เป็นกันเอง อาจารย์สามารถดูแลและให้คำปรึกษาแก่นิสิตได้อย่าง ใกล้ชิด สำหรับการเรียนการสอนภายในสาขาวิชา นั้น ภาควิชาวัสดุ ศาสตร์มีความพร้อมทั้งทางด้านบุคลากรและครุภัณฑ์ คณาจารย์ ประจำมีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางสูงและยังมีอาจารย์พิเศษและ บุคลากรจากหน่วยงานวิจัยของรัฐ และภาคอุตสาหกรรม ทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศที่พร้อมจะถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ อัน เป็นประโยชน์แก่นิสิต อีกทั้งยังมีความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก และมหาวิทยาลัยอื่นๆทั้งภายในและต่างประเทศหลายแห่ง มีการพา นิสิตเข้าเยี่ยมชมและฝึกงานในโรงงานอุตสาหกรรมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีการสนับสนุนให้นิสิตได้ไปทำวิจัยและ การนำเสนอผลงานในต่างประเทศให้นิสิตได้เรียนรู้ สร้างเสริมประสบการณ์ ภาควิชาฯยังมีการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้าง และพัฒนานิสิตตามลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้บัณฑิตที่จบการ ศึกษาไปมีทั้งความรู้ทางวิชาการที่เข้มข้น มีคุณธรรม จริยธรรม คิดเป็น ทำเป็น ใฝ่รู้ มีจิตอาสาและสำนึกสาธารณะ เพื่อ ไปเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติบนฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป



ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถ. พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร 02-218-5544-46 โทรสาร 02-218-5561
<http://www.sc.chula.ac.th/matsci/web2013/th/>

<https://www.facebook.com/pages/Materials-Science-Chulalongkorn-University/279379298753134>

...ชาวประจักษ์พันธุ์...

งาน... Mega Exhibition of Porcelain Painting

จะจัดขึ้นในวันที่ 19-23 พ.ย. 2556
ที่โรงแรม Chatrium Hotel Riverside กรุงเทพฯ
จัดโดย Vanvipha studio
ร่วมกับ Manoel Filipe Pereira



อ.วรรณวิภา อรรถวิวัฒน์ ประธานชมรมนักวาดภาพบนกระเบื้องแห่งประเทศไทย จัดงานนี้ร่วมกับศิลปิน
ชาวโปรตุเกส Mr. Filipe Pereira เป็นผู้ที่มีพรสวรรค์มากที่สุดท่านหนึ่งที่ดิฉันได้เคยยกให้เป็นครูมา Mr. Filipe

Mega Exhibition of Porcelain Painting
Organized by Vanvipha Studio
and
Manoel Filipe Pereira

19 - 23 November 2013
Chatrium Hotel Riverside Bangkok

for more information please contact :
pereira@artfilipe.com, sandra@2011.artfilipe.pt,
vanvipha.studio@gmail.com and www.artfilipe.pt

A Remarkable Experience

CHATRIUM
HOTEL - Riverside
Bangkok

28 Charoenkrung Soi 70, Bangkok, Bangkok 10120, Thailand.
T: +66 (0) 2307 8888 F: +66 (0) 2307 8899 E: info.chrb@chatrium.com
www.CHATRIUM.com | www.facebook.com/chatrium

ถนัดงานวาดแบบเหมือนจริง Impressionist และ modern technique ไม่ว่าการวาดสัตว์และคน จะมีความละเอียดและเทคนิคเฉพาะตัว อีกทั้งสิ่งที่ใช้ก็ยังส่งผลด้วยสูตรของตัวเอง ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ได้ตั้งใจ (ประวัติของศิลปินท่านนี้ ดิฉันเคยเขียนประวัตินำเสนอแล้วครั้งหนึ่งในวารสารเชรามิกส์) เมื่อท่านเริ่มมาสอนที่เมืองไทยไม่นาน (เริ่มสอนเมื่อปี ค.ศ. 2008) หลังจากนั้นครูและศิษย์ก็ผูกพันกันจนต้องขอจองคิวมาสอนทุกปี โดยเฉพาะเสาร์ที่กรุงเทพ ฯ ทำให้ครูไม่อยากจากไปเลยทีเดียว

Mr. Filipe ได้จัดงานแสดงผลงานร่วมกับลูกศิษย์หลายประเทศมาแล้วเป็นเวลาหลายปี และจะเวียนจัดในแต่ละประเทศไปเรื่อยๆ ซึ่งถือเป็นการส่งเสริมการวาดกระเบื้องในภูมิภาคนี้ๆ ที่จะมาร่วมงาน โดยเสมือนเป็นการท่องเที่ยวส่งเสริมศิลปะไปในตัว และมีสิ่งที่ชอบเหมือนกัน ในการจัดงานแสดงที่เมืองไทยในครั้งนี้ ได้มีการเตรียมการล่วงหน้ามาอย่างน้อย 3 ปี ร่วมกับวรรณวิภาสตูดิโอ กิจกรรมที่จะมีในงาน คือ

Mega Exhibition of Porcelain Painting

- การแสดงผลงานของนักวาดกระเบื้องทั่วโลก เกือบ 20 ประเทศ และนักวาดจากประเทศไทย ประมาณ 400-500 ท่าน

- การออกร้าน และจำหน่ายอุปกรณ์ เครื่องใช้ วัสดุศิลปะ ที่ใช้ในการวาดกระเบื้อง จากทั่วโลก

- การออกร้านของสตูดิโอของศิลปินจากทั่วโลก เพื่อให้เราได้มีโอกาสพูดคุย ศึกษา หรือแม้กระทั่งการให้คำแนะนำเทคนิค ต่างๆ จากศิลปินโดยตรง

- การประกวดชิ้นงาน (โดยกำหนดเป็นภาพ กลายไม้ 1 ชิ้น และ free style 1 ชิ้น)

- การสาธิตการวาด โดยศิลปินรับเชิญมากมาย อาทิเช่น

Andreas Knobl จากประเทศ Germany

Nalia Ferreira จากประเทศ Germany

Audny Thuestad จากประเทศ Norway

Beatriz Ramirez จากประเทศ U.S.A.

Elvira Aguiar จากประเทศ Brazil

Rosemary Borges จากประเทศ Brazil

Son Ok Lee จากประเทศ Korea

Tatiana Dallest จากประเทศ Switzerland

Ulisses Campanelli จากประเทศ Brazil

Keiko Shimizu จากประเทศ Japan



งานแสดงระหว่างวันที่ 20 - 22 พ.ย.

เวลา 10:00 - 18:00 น. และวันที่ 23 พ.ย.

เวลา 10:00 - 13:00 น.

- ร่วมรายการ cocktail party, gala dinner on cruise

ผู้ที่สนใจส่งผลงานจัดแสดงหรือประกวด

หรือต้องการออกร้าน หรือขอทราบรายละเอียดกิจกรรม

สามารถดูเพิ่มเติมได้ที่ www.artfilipe.pt

หรือติดต่อ อ.วรรณวิภา ได้ที่

email: vanvipha.studio@gmail.com



งานนี้เป็นการจัดอย่างยิ่งใหญ่ที่หลาย ๆ ปีจะมีสักครั้งในเมืองไทย ผู้สนใจสามารถเข้าชมงานแสดงได้ฟรีอย่าพลาดนะคะ แล้วคุณจะได้รู้ว่าการวาดสีบนเคลือบไม่ใช่แค่งานพื้นๆ ที่คุณเคยเห็น มีลูกเล่น ลีลา และวัสดุใหม่ๆ ที่เราไม่เคยเห็นอีกเยอะ แล้วคุณจะได้ลงเส้นให้เลยเขียวหละนี้ยังไม่เน้นการจัด Work shop ของศิลปินชั้นนำ 7 ท่าน ก่อนงานเริ่มนะคะ โดยจะจัดขึ้นระหว่างวันที่ 14-16 พ.ย. 2556 นี้ที่ Chatrium Hotel Riverside กรุงเทพฯ โดยแต่ละคลาสรับผู้เข้าเรียนจำนวนจำกัด ในครั้งนี้ผู้จัดตั้งใจคัดสรรอาจารย์ที่มีความเก่งเฉพาะตัวหลากหลายรูปแบบ ไม่ซ้ำกันเลย เรียนคลาสนี้ก็เสียดยคลาสนั้น แต่จำเป็นต้องเลือกเพียงคลาสเดียวค่ะ ไม่เช่นนั้นก็ต้องบินตามไปเรียนกันละคะ



ศิลปินที่สอน Work shop มีดังนี้ค่ะ

Andreas Knobl จากประเทศ Germany, Beatriz Ramirez, Elvira Aguiar, Maritza De Gongora, Nelia Ferrierra, Tatiana Dallest, Yonis Malacrida

แฟนพันธุ์แท้ที่สนใจการวาดกระเบื้องอย่าพลาดชมงานนี้นะคะ หรือแสดงความจำนงเข้าร่วมกิจกรรม หรือออกร้านได้ (ขอให้เป็นกระเบื้อง หนังสือหรืออุปกรณ์ที่ใช้เกี่ยวกับการวาดภาพบนกระเบื้อง) โดยสอบถามที่ Vanvipha studio email: vanvipha.studio@gmail.com



เห็นตลก... งานประชุมวิชาการ 13th Conference of the European Ceramic Society (ECERS XIII)



ปัจจุบันงานวิจัยพัฒนาด้านวัสดุศาสตร์ โดยเฉพาะวัสดุเซรามิก มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากวัสดุเซรามิกเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของเรามากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเซรามิกแบบดั้งเดิม (conventional ceramic) และเซรามิกแบบก้าวหน้า (advanced ceramic) ซึ่งในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วให้ความสำคัญและสนใจในการให้ทุนสนับสนุนเพื่อพัฒนางานวิจัยและเทคโนโลยีใหม่ๆ ดังจะเห็นได้จากการที่ได้เข้าไปร่วมการประชุมสัมมนาและเสนอผลงานทางวิชาการในงานประชุมระดับนานาชาติที่มีการนำเสนอเกี่ยวกับงานวิจัย จากนักวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ บริษัทชั้นนำผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ซึ่งในครั้งนี้ผู้เขียนได้มีโอกาสไปเข้าร่วมในประชุมวิชาการ 13th Conference of the European Ceramic Society (ECERS XIII) ณ เมือง Limoges ประเทศ ฝรั่งเศส ในระหว่างวันที่ 23 ถึง 27 มิถุนายน พ.ศ. 2556 จึงได้นำเอาประสบการณ์เล็กๆ น้อยๆ จากการไปร่วมประชุมในครั้งนี้มาฝาก





การประชุมนี้จัดขึ้นโดยสมาคม European Ceramic Society ทุกๆสองปี ซึ่งถือว่าเป็นงานประชุมวิชาการทางเซรามิกที่ใหญ่มากงานหนึ่งในยุโรป งานปีนี้มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 1073 คน จาก 53 ประเทศ และมีผลงานวิจัยที่นำเสนอรวมโปสเตอร์และปากเปล่าทั้งหมด 820 เรื่อง มีหัวข้อการประชุมที่กว้างครอบคลุมทางด้านเซรามิกแบบดั้งเดิม และทางด้านเซรามิกแบบก้าวหน้า มีผู้บรรยายรับเชิญที่มีชื่อเสียงในวงการวิจัยเซรามิกจากมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียง ตลอดจนการนำเสนอของนักศึกษา นักวิจัย ตัวแทนจากอุตสาหกรรม ที่นำเสนอผลงานวิจัย เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ และการแสดงบูธของบริษัทผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์หลากหลาย และที่น่าสนใจอย่างมากคือ การจัดให้มีการเยี่ยมชมโรงงานอุตสาหกรรมที่มีชื่อเสียง และบริษัทที่พัฒนางานวิจัย และสร้างนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดและต่อยอดไปสู่ภาคอุตสาหกรรม อาทิ เช่น โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหาร (Imery Tableware and Haviland factory) บริษัทผลิตและจำหน่าย เครื่อง high pressure casting machines และอุปกรณ์ tooling parts สำหรับ isostatic press และ jiggering machines (Cerinnove company) บริษัทออกแบบผลิตและจำหน่ายเครื่อง Ink-jet printer สำหรับงานด้าน Printed Electronics Industry (Ceradrop company) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุเซรามิก 56 **เชรมิกส์**



แบบก้าวหน้า ในงานด้าน Aeronautics, Energy and environment, Electronics, Space, Medical และ Automotive (CTTC; Center for Technology Transfers in Ceramics) เป็นต้น

งานประชุมปีนี้จัดขึ้นที่ Ester Limoges Technopole ซึ่งเป็น อุทยานวิทยาศาสตร์ (Science Park) มีพื้นที่ 10,000 m² ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นศูนย์กลางของการสร้างนวัตกรรมและถ่ายทอดความรู้สู่การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสังคม ในบริเวณอุทยานวิทยาศาสตร์ แห่งนี้เป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัย โรงเรียนวิศวกรรม (Engineering school) และหน่วยงานวิจัย ตลอดจนบริษัทดังกล่าวข้างต้น ซึ่งเป็นศูนย์กลางธุรกิจ ฝึกอบรม งานวิจัย ที่ครบวงจร ตั้งอยู่ห่างจากสถานีรถไฟ (Limoges Bénédictins) เดินทางโดยรถบัสประมาณ 10 นาที

เมือง Limoges นับได้ว่าเป็นเมืองหนึ่งของ ฝรั่งเศสที่มีชื่อเสียงในด้านการผลิต Hard porcelain ceramic ซึ่งมีประวัติของการตั้งโรงงานผลิต porcelain ceramic ที่ยาวนาน ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเนื่องจากมีแหล่งวัตถุดิบที่ดีในบริเวณใกล้เคียง ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์การออกแบบ ที่งดงาม ตลอดจนมีชื่อเสียงในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภท Enamel ที่เคลือบลงบน โลหะทองแดง เมืองนี้จึงมีพิพิธภัณฑ์ (Musée national Adrien Dubouché) ขนาดใหญ่ที่มีชื่อเสียงเล่าถึงประวัติศาสตร์ของการผลิตเซรามิก และแสดงผลิตภัณฑ์เซรามิกในที่เกิดขึ้นในแต่ละยุค รวบรวมจากสถานที่ต่างๆ ทั้งที่มีความสำคัญและความเป็นมาทางประวัติศาสตร์ ที่มีความสวยงามและถือเป็นพิพิธภัณฑ์ระดับโลกที่ใหญ่แบ่งเป็นหลายชั้นตามยุคต่างๆ ใช้เวลาเดินดูอย่างเพลิดเพลินมากกว่า 2 ชม.



สำหรับ งานเลี้ยงต้อนรับผู้เข้าร่วมประชุม ถูกจัดขึ้นที่ City Hall ของเมือง Limoges เป็นสถานที่ที่มีความสวยงามและใช้สำหรับพิธีการสำคัญเท่านั้น จึงเป็นโอกาสที่ผู้มาสัมมนาได้เข้าไปสัมผัสบริเวณห้องจัดเลี้ยง โถงด้านใน ส่วนสิ่งที่น่าไฮไลท์อีกอย่างคืองานเลี้ยง Gala dinner ได้ถูกจัดขึ้นที่ Chapelle Saint Martin ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีธรรมชาติสวยงามในส่วนที่ร่มรื่นและทะเลสาบ เป็นที่ตั้งของโรงแรมและร้านอาหารระดับ 4 ดาว บรรยายภาศในงานเลี้ยงถือเป็นโอกาสที่ผู้เข้าร่วมได้พูดคุยทักทายสังสรรค์กับอาจารย์ เพื่อนเก่าจากมหาวิทยาลัยที่จบมา และผู้ที่เคยเจอกันในงานประชุมครั้งก่อนๆ ซึ่งเป็นโอกาสในการหาความร่วมมือต่างๆกลับมาด้วย

บรรยายภาศในงานประชุมวิชาการนี้ ค่อนข้างเต็มแน่นไปด้วยโปรแกรมการนำเสนอผลงาน เนื่องจากมีหัวข้องานวิจัยหลากหลาย และผู้นำเสนอมานานมาก โดยมีการแยกย่อยเป็นหลาย session ดังนั้นตลอดการประชุมทุกวันโปรแกรมจะสิ้นสุดที่เวลา 18.00 น. ในระหว่างการประชุม



ประชุมหากสนใจโปรแกรมใดในการเยี่ยมชมโรงงานหรือบริษัทก็สามารถไปลงชื่อและขึ้นรถบัสที่ทางผู้จัดได้เตรียมไว้ หรือเดินไปได้หากอยู่ในบริเวณอุทยานวิทยาศาสตร์ที่จัดงาน ซึ่งมีเจ้าหน้าที่พาไปและจำกัดจำนวนผู้เยี่ยมชมเนื่องจากได้เข้าไปชมในห้องปฏิบัติการ ในครั้งนี้ผู้เขียนได้มีโอกาสไปเยี่ยมชม โรงงาน Haviland ซึ่งเป็นโรงงานเก่าแก่ในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภท hard porcelain บนโต๊ะอาหาร ผลิตทั้งหมดใน Limoges ซึ่งมีจุดเด่นเรื่องความขาวและแข็งแกร่งสูง กระบวนการผลิตมีทั้งแบบขึ้นรูปโดยการหล่อ injection casting สำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ หรือ Isostatic pressing เน้นงานฝีมือคนในการเก็บรายละเอียด โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีการตกแต่งด้วยทอง โดยที่นี้จะเน้นการผลิตที่ออกแบบตามลูกค้าสั่งเฉพาะ งานและการออกแบบประณีต ราคาค่อนข้างสูงมาก หลังจากดูโรงงานก็ได้ไปช้อปปิ้งที่โอเพ่นเฮาส์สำหรับซื้อของที่ระลึกของเมือง Limoges ติดไม้ติดมือกลับบ้านซึ่งก็ไม่พ้นผลิตภัณฑ์ porcelain โดยเฉพาะเซรามิกเคลือบสีน้ำเงินและลวดลายที่เฉพาะดังแสดงในภาพ





Center for Technology Transfers in Ceramics

เป็นบริษัทที่น่าสนใจมาก สถานที่มีขนาดไม่ใหญ่มากแต่เพียบพร้อมไปด้วย facilities และมีนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญแต่ละด้าน เน้นงานวิจัย 30% และงานบริการฝึกอบรม ถ่ายทอดเทคโนโลยี และแก้ปัญหาให้แก่อุตสาหกรรม โดยงานวิจัยเริ่มตั้งแต่กระบวนการเตรียมอนุภาค การตรวจวิเคราะห์สมบัติ การขึ้นรูป เพื่อการสร้างเป็นต้นแบบ (prototype) จากความต้องการของอุตสาหกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กระบวนการผลิตที่น่าสนใจคือ มีเครื่องมือสำหรับการเตรียมอนุภาคผงในระดับสเกลใหญ่ ตลอดจนเครื่องมือขึ้นรูปที่ทันสมัยสามารถผลิตชิ้นงานกำลังการผลิตระดับอุตสาหกรรมได้ เช่น Isostatic pressing, spark plasma sintering เครื่อง Freeze granulation ผลิต spray dried particles กระบวนการ super critical debinding ในการกำจัด wax จากกระบวนการ low pressure injection molding เทคนิค Stereolithography ในการผลิตวัสดุทางการแพทย์ (bioceramics) และสามารถผลิตวัสดุ porous ที่มีความพรุนตัวถึง 90% ซึ่งมีความแข็งแรงที่สูงมาก เป็นต้น

ในวันที่มีเวลาหลังจากเลิกงานประชุมตอนเย็น ได้มีโอกาสได้ไปเดินสำรวจ และชมในย่านใจกลางเมือง เนื่องจากเมืองนี้ไม่ใหญ่มากสามารถเดินได้ทั่ว แต่หลังจากเวลา 19.00 น. แล้วร้านค้าต่างๆจะปิดหมดเหลือแต่ร้านอาหาร แต่บรรยากาศยังคงสว่างเนื่องจากเป็นหน้าร้อนซึ่งกว่าพระอาทิตย์จะตกดินก็หลัง 23.00 น. ในเขตเมืองใหม่จะมีถนนขอบึง และสถานที่สำคัญๆ เช่น โบสถ์พิพิภรณ์ และเอกลักษณ์ของสิ่งก่อสร้างเมืองนี้มีลักษณะดังรูปภาพ และเนื่องจากเป็นเมืองที่มีชื่อเสียงทาง porcelain จึงมีถนนที่มีร้านขายผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยเฉพาะพวกถ้วยชาม porcelain ซึ่งมีหลากหลายราคา ให้เลือกซื้อ และร้านขาย

58 **เซรามิกส์**



ผลิตภัณฑ์ enamel ไม่ว่าจะเป็นงานทางด้านศิลปะทั้งงดงามและพวกเครื่องประดับ ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง โดยบางร้านเปิดสาธิตการทำโชว์ให้ผู้สนใจเข้าไปดูด้วย

หากมีเวลาเดินไปยังย่านเมืองเก่าก็จะพบลักษณะอาคารบ้านเรือนที่แตกต่างไปและมีโบสถ์ใหญ่ที่มีชื่อเสียงอยู่บนเนินเขา ชื่อ Cathédrale Saint-Étienne de Limoges ซึ่งสวยงามเก่าแก่ และสามารถมองเห็นแม่น้ำและวิวเมืองอีกฝั่ง

การเข้าร่วมประชุมในครั้งนี้ได้ทั้งความรู้ ประสบการณ์ ได้เปิดโลกทัศน์ทางด้านวิชาการ เทคโนโลยีที่ทันสมัย และได้รู้จักและสัมผัสกับ Limoges เมืองเล็กๆเมืองหนึ่งของฝรั่งเศส ที่มีความสวยงามและมีประวัติศาสตร์ทางเซรามิกที่น่าสนใจ อีกทั้งได้ประชาสัมพันธ์งานประชุมสัมมนาวิชาการนานาชาติทางเซรามิก (ICTA 2013) ที่จะจัดขึ้นในวันที่ 11-13 กันยายน 2556 ณ ไบเทค บางนา และในอีกสองปีข้างหน้าหากมีผู้สนใจ งานประชุม ECERS 2015 จะจัดขึ้นที่ประเทศสเปน ซึ่งผู้ที่สนใจสมาชิกสมาคมเซรามิกไทยจะสามารถลงทะเบียนในอัตราของสมาชิกได้ด้วย



กันยายน - ธันวาคม 2556



นวัตกรรม กระเบื้องเพื่อสิ่งแวดล้อม

“นวัตกรรม” เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเติบโตทางธุรกิจ เพราะปัจจุบัน “นวัตกรรม” ไม่ได้มีส่วนสำคัญเฉพาะการพัฒนาธุรกิจ เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่หมายรวมถึงการพัฒนาขีดความสามารถใน

การแข่งขันให้กับองค์กร รวมไปถึงการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันระดับประเทศด้วยเช่นกัน ดังนั้นแล้วบุคลากรภายในองค์กรต้องเต็มไปด้วยพลังและความคิดสร้างสรรค์เพื่อที่จะเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการที่จะทำให้อุตสาหกรรม



นวัตกรรมกับแนวโน้มในกระแสโลก

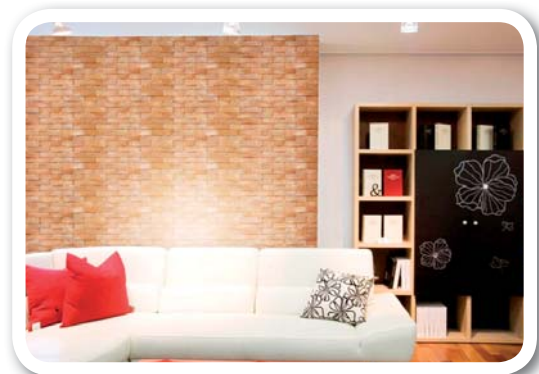
การพัฒนาองค์กรเพื่อเป็นผู้นำทางธุรกิจในอนาคตนั้น ควรตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นของลูกค้าและสังคม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของความต้องการทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด และความต้องการต่อสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการตอบสนองต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สิ่งเหล่านี้เป็นตัวกำหนดแนวโน้มในกระแสโลกที่เรียกว่าเมกะเทรนด์ ซึ่ง “นวัตกรรม” จะเป็นเครื่องมือในการตอบสนองต่อเมกะเทรนด์นี้ โดยภายใน 10 ปี ข้างหน้า กระแสโลกที่เป็นกระแสหลักนั้นจะประกอบขึ้นด้วยกันอยู่ 4 หัวข้อ คือ E-Mobility, Green Concept, Innovative Technology และ Healthy Society

ดังนั้นแล้ว “นวัตกรรม” ควรที่จะตอบสนองต่อกระแสโลกในอนาคต ที่เทคโนโลยีอัจฉริยะสมัยใหม่ต้องสอดคล้องกับแนวคิดสีเขียว เกิดเป็นนวัตกรรมที่ห่วงใยโลกและสิ่งแวดล้อม เช่น Smart Energy, Smart Materials และ Smart Home เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ควรให้ความสำคัญกับคุณภาพชีวิตของมนุษย์ที่ลึกซึ้งมากขึ้น โดยคำนึงถึงมุมมอง 3 ด้าน ได้แก่ ร่างกาย จิตใจ และจิตวิญญาณ เพราะสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีจะต้องมีครบทั้ง 3 ด้านนี้

นวัตกรรมวัสดุก่อสร้าง

ซึ่งเป็นไปตามกระแสโลก ประเทศไทยมีความตื่นตัวในเรื่องสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มมากขึ้น เห็นได้จากการปรับเปลี่ยนแนวทางการดำรงชีวิต ให้เกิดเป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ทั้งการใช้จักรยานเป็นพาหนะเดินทาง การเลือกซื้อพืชผลทางการเกษตรในท้องถิ่น และการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

บ้านที่อยู่อาศัยเองก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ได้เกิดการพัฒนาการออกแบบรูปแบบการก่อสร้าง การตกแต่ง และการใช้งานให้สอดคล้องกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เกิดเป็นกระแสเทคโนโลยีอาคารสีเขียว (Green Building Technology) และเทคโนโลยีบ้านประหยัดพลังงาน (Energy Efficient Home) ซึ่งวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างควรก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดหรือไม่เกิดขึ้นเลย เพื่อเป็นการตอบรับกระแสโลก ในปัจจุบันมีการผลิตวัสดุก่อสร้างที่เป็น Smart Materials รองรับเทคโนโลยีอาคารสีเขียวเป็นจำนวนมาก เช่น ฉนวนกันความร้อน กระฉกทำความสะอาดตัวเอง กระเบื้องหลังคาโซลาร์เซลล์ และกระเบื้องหลังคาที่สามารถสะท้อนแสงอาทิตย์ได้ เป็นต้น ซึ่งนวัตกรรมวัสดุก่อสร้างเหล่านี้เป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของอุตสาหกรรมก่อสร้าง



นวัตกรรมกระเบื้องเซรามิก

กระเบื้องเซรามิกเป็นวัสดุก่อสร้างที่เป็นที่นิยมใช้ในการตกแต่งบ้านที่อยู่อาศัย มีความคงทนสวยงามและดูแลรักษาง่าย โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตกระเบื้องก้าวหน้าไปมาก เกิดเป็นผลิตภัณฑ์กระเบื้องเพื่อการประหยัดพลังงาน และมีประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น กระเบื้องเซรามิกที่เคลือบผิวหน้ากระเบื้องด้วยสารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรีย และกระเบื้องเซรามิกที่สามารถปล่อยประจุลบ (Negative Ion) ออกมาทำปฏิกิริยากับประจุบวก (Positive Ion) ในอากาศ ซึ่งก็คือมลภาวะทางอากาศต่างๆ ทำให้เกิดความเสถียรและสลายตัวไป ทำให้อากาศภายในห้องมีความบริสุทธิ์ขึ้น โดยนวัตกรรมผลิตภัณฑ์กระเบื้องเซรามิกที่มีความโดดเด่นอีกชนิดหนึ่ง คือ กระเบื้องที่มีคุณสมบัติดูดซับความชื้น

การพัฒนากระเบื้องที่มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นนั้น เกิดจากปัญหาเรื่องความชื้นของบ้านที่อยู่อาศัยที่เป็นระบบปิดและมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากความพยายามที่จะประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศ และขาดการถ่ายเทอากาศที่ดี ทำให้อากาศภายในบ้านอาจขึ้นเกินไป หรือแห้งเกินไป ก่อให้เกิดปัญหาโรคภูมิแพ้ และไรฝุ่น รวมถึงการเกิดสารระเหย VOCs ที่สร้างปัญหาด้านสุขภาพแก่ผู้อยู่อาศัย

กระเบื้องที่มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นนั้นอาจเตรียมขึ้นได้จาก Allophone ที่เป็นดินเถ้าภูเขาไฟ ผสมกันกับวัตถุดิบดินชนิดอื่นๆ ผ่านการเผาที่ 900°C โดยห้องที่ติดตั้งกระเบื้องดูดซับความชื้น ใวนั้นจะสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องไว้ในช่วง 60-70% โดยเมื่อความชื้นเพิ่มสูงขึ้นรูพรุนของกระเบื้องจะดูดซับความชื้นและปลดปล่อยความชื้นออกมาเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องลดลง ทำให้กระเบื้องมีคุณสมบัติในการควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อผิวหนังและร่างกาย โดยกระเบื้องมีคุณสมบัติการดูดซับความชื้นใน

อากาศที่สูงกว่า 60% และเกิดการคายความชื้นได้ดีเมื่อระดับความชื้นลดลง ซึ่งคุณสมบัติการดูดและคายความชื้นของกระเบื้องจะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานจากสามารถลดการใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในบ้านที่อยู่อาศัย นอกจากนั้นแล้ว กระเบื้องที่มีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้น ยังมีคุณสมบัติดูดซับสาร VOCs กลิ่นเหม็นของบูห์ กลิ่นสัตว์เลี้ยง กลิ่นอาหารได้อีกด้วย ทำให้คุณภาพอากาศภายในบ้านที่อยู่อาศัยนั้นดียิ่งขึ้น

ที่ประเทศญี่ปุ่น ผู้ผลิตกระเบื้องที่มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นที่มีชื่อทางการค้าว่า ECOCARAT ได้นำเสนอตัวอย่างการนำคุณสมบัติการดูดซับความชื้นไปประยุกต์ใช้งานภายในอาคารต่างๆ ดังต่อไปนี้

- Shizuoka Sena Hospital นั้นติดตั้งกระเบื้องดูดซับความชื้น ภายในหลายพื้นที่ของโรงพยาบาลเพื่อช่วยลดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์จากการเจ็บป่วย รวมไปถึงกลิ่นของยาและการรักษาต่างๆ ช่วยให้ผู้ป่วยรู้สึกดีและสบายใจมากขึ้น

- Tamura Dermatology Clinic เคยประสบปัญหาเรื่องกลิ่นและไอสารเคมีในอากาศ การติดตั้งกระเบื้องดูดซับความชื้นในบริเวณห้องรอพบแพทย์ ช่วยลดปัญหาไอสารเคมีและความชื้นในอากาศ รวมไปถึงการลดการใช้เครื่องฟอกอากาศภายในคลินิกอีกด้วย

- Sena Gouchi Kindergarten ใส่ใจในสุขภาพของเด็กเล็กๆ ที่ดูแลอยู่ จึงได้ติดตั้งกระเบื้องดูดซับความชื้น เพราะมีความกังวลเกี่ยวกับปัญหาความชื้นและไอสารระเหยในอากาศที่อาจเป็นอันตราย ซึ่งความสามารถในการดูดซับความชื้น ช่วยให้มั่นใจได้ว่าเด็กเล็กๆ ที่อ่อนแอต่อมลภาวะทางอากาศจะมีสุขภาพที่แข็งแรง

- Sumio Goto Art Museum นอกจากการควบคุมระดับแสงแล้วนั้น พิพิธภัณฑ์ยังต้องควบคุมความชื้นเพื่อรักษางานศิลป์ให้มีอายุยืนยาว กระเบื้องดูดซับความชื้นช่วยควบคุมความชื้นในอากาศ ลดปัญหาไรฝุ่นและเชื้อรา ช่วยรักษาคุณภาพของภาพเขียนได้

นี่คือตัวอย่างจากการใช้งานจริงของผลิตภัณฑ์ กระเบื้องดูดซับความชื้น ซึ่งสำหรับการวิจัยภายในประเทศไทยนั้น กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อทำเป็นต้นแบบกระเบื้องดูดซับความชื้นในระดับอุตสาหกรรม โดยมุ่งเน้นพัฒนาที่เทคนิคการผลิตและการใช้วัตถุดิบภายในประเทศ ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถติดต่อขอรับทราบข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำผลงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ และเพื่อสาธารณะประโยชน์ได้ที่ ห้องปฏิบัติการการผลิตและออกแบบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (<http://www.mtec.or.th>) 

เนื้อหาอ้างอิง:

- VOICE TV CO.,LTD. “จับตา 10 เมกะเทรนด์ ที่จะเปลี่ยนโฉมหน้าโลก” <http://news.voicetv.co.th/technology/65675.html>
- INAX “ECOCARAT” <http://global.inax.lilix.co.jp/product/images/tile/2009ecocarar.pdf>

เซรามิกอุณหภูมิต่ำ และ การนำไปใช้ผลิต ผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวน จ.ราชบุรี

ปัจจุบันผู้ประกอบการเซรามิก ต่างก็ได้รับผลกระทบจากต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากการปรับราคาค่าจ้างแรงงานรวมถึงราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการเผาที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจึงมีความต้องการที่จะลดต้นทุนการผลิตด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้วัตถุดิบทดแทนเพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบ การใช้พลังงานทางเลือกหรือการปรับปรุงวิธีการเผาและเตาเผา รวมถึงการลดการสูญเสียด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งนอกจากวิธีการดังกล่าวแล้ว ยังมีวิธีการปรับปรุงสูตรเนื้อดินและเคลือบเพื่อการเผาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งนอกจากจะเป็นการพัฒนาเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงานแล้ว ยังเป็นการพัฒนาเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย

ทางศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติเล็งเห็นถึงปัญหาและความสำคัญดังกล่าว จึงได้จัดทำโครงการพัฒนาเนื้อดินและเคลือบอุณหภูมิต่ำ สำหรับผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวนจังหวัดราชบุรีขึ้น ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 จนถึงปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการวิจัยและพัฒนาสูตรเนื้อดิน และสูตรเคลือบสำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกราชบุรีให้สามารถเผาสุกตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำลง โดยมีคุณสมบัติหลังเผาที่ดีกว่าหรือเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์เดิมของโรงงานเพื่อเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตจากการลดการใช้พลังงานในกระบวนการเผาผลิตภัณฑ์ลงทางโครงการมีเป้าหมายในการลดอุณหภูมิเผาผลิตภัณฑ์ลงมาที่ 1,000°C จากปกติเดิมที่โรงงานเซรามิกในจังหวัดราชบุรีส่วนใหญ่มักทำการเผาผลิตภัณฑ์ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 1,050–1,180°C ซึ่งคาดว่าจะช่วยลดการใช้พลังงานในการเผาได้ประมาณ 10-15% นอกจากประเด็นการลดต้นทุนด้านการใช้พลังงานในกระบวนการเผาแล้ว การวิจัยและพัฒนา ยังได้เน้นการนำดินแดงราชบุรีซึ่งเป็นดินท้องถิ่นที่มีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง มาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในส่วนผสมให้ได้ในปริมาณสูงสุด เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์อย่างสูงสุดของดินแดงราชบุรีอีกด้วย



ภาพที่ 1-2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวนจังหวัดราชบุรีเผาที่อุณหภูมิต่ำ 1,000°C ของโรงงานต้นแบบซึ่งใช้เตาแก๊ส

โรงงานเซรามิกในจังหวัดราชบุรีมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนอยู่สองประเภท คือ โรงงานที่ใช้เตาแก๊ส และโรงงานที่ใช้เตาฟืนในการเผา โดยโรงงานที่ใช้เตาแก๊สผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะเป็นของตกแต่งบ้านและสวนที่เป็นเนื้อดินสโตนแวร์สีขาวถึงคล้ำ ไม่มีการใช้ดินแดงเป็นส่วนผสมในสูตรเนื้อดิน สำหรับเคลือบที่ใช้ตกแต่งมีทั้งเคลือบใสและเคลือบที่มีสีล้นต่างๆ โดยเป็นเคลือบสำเร็จรูปหรือเคลือบพริต และมีการเติมออกไซด์ให้สีต่างๆ ลงไป ทำการเผาผลิตภัณฑ์ในช่วงอุณหภูมิกว้างตั้งแต่ 1,050 – 1,180°C หรือเรียกได้ว่ามีผลิตภัณฑ์หลายประเภทของเนื้อดิน ตั้งแต่สโตนแวร์ไฟต่ำถึงสโตนแวร์ไฟสูง ส่วนโรงงานที่เผาเตาฟืนมักผลิตผลิตภัณฑ์จำพวกโอ่ง อ่าง กระถางต้นไม้ ลักษณะเนื้อดินเป็นประเภทที่ใช้เนื้อดินแดงราชบุรีเป็นส่วนผสมหลัก ผลิตภัณฑ์มีทั้งแบบเคลือบและไม่เคลือบ โดยเคลือบส่วนใหญ่มักเป็นเคลือบใสที่มีสีออกน้ำตาลแดงเล็กน้อย เตรียมได้จากขี้เถ้าไม้ และดินเลน ผสมกับเฟอริกออกไซด์เล็กน้อย มักทำการเผาที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง 1,150–1,180°C จากการสำรวจโรงงานได้มีโรงงานที่มีความสนใจในการพัฒนาเนื้อดินและเคลือบ ให้สามารถเผาได้ที่อุณหภูมิลดต่ำลงและมีความพร้อมที่จะให้ความร่วมมือทำการทดลองและวิจัยพัฒนาาร่วมกัน รวมถึงนำไปทดลองใช้จริงในกระบวนการผลิตของโรงงานด้วย โดยได้โรงงานต้นแบบจำนวน 4 โรงงาน เป็นโรงงานที่ใช้เตาแก๊สจำนวน 2 โรงงาน และโรงงานที่ใช้เตาฟืนจำนวน 2 โรงงาน

สำหรับโรงงานที่ใช้เตาแก๊ส จากการใช้ดินแดงราชบุรี เป็นส่วนผสมในปริมาณมากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ร่วมกับการทดลองเลือกใช้วัตถุดิบประเภทฟลักซ์หลายๆ ตัว มาใช้ทดแทนวัตถุดิบเดิมของโรงงาน เพื่อหาสูตร

ที่ให้คุณสมบัติหลังเผาที่ดีกว่าและเหมาะสมกับการขึ้นรูปของผลิตภัณฑ์ในแต่ละโรงงานต้นแบบ พบว่าสามารถใช้ดินแดงที่ปริมาณสูงสุดได้ประมาณ 20% ร่วมกับการใช้ฟลักซ์หลายตัว ได้แก่ โซเดียมและโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ เนฟฟิไลน์ไฮไนต์ เศษแก้วโซดาไลม์บดละเอียด และบอแรกซ์ สำหรับการพัฒนาสูตรเคลือบนั้น มีการใช้วัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบหลักจำพวก ทรายแก้ว ดินขาว ซิงค์ออกไซด์ เซอร์โคเนียมซิลิเกต ร่วมกับการเลือกใช้ฟลักซ์ เช่น ลิเทียมคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต แปะเทียมคาร์บอเนต เศษแก้วโซดาไลม์ เนฟฟิไลน์ไฮไนต์ ขึ้นอยู่กับชนิดของเคลือบที่ทำการทดลอง ซึ่งมีทั้งสูตรเคลือบทึบ เคลือบใส และเคลือบด้าน ทั้งประเภทมีสี และไม่มีสี เพื่อให้มีความหลากหลายและสามารถเลือกนำไปใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด ซึ่งเมื่อนำสูตรที่ได้ไปทดลองผลิตในโรงงานต้นแบบ ได้เป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 1-2

และเมื่อทำการตรวจสอบคุณสมบัติหลังเผาของผลิตภัณฑ์ และตรวจวัดการใช้พลังงาน และคำนวณผลการลดต้นทุนในส่วนของต้นทุนวัตถุดิบ และต้นทุนการใช้พลังงานได้ดังแสดงตารางที่ 1 ซึ่งจะพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้สูตรเนื้อดินและเคลือบเผาที่อุณหภูมิ 1000°C มีคุณสมบัติที่ทัดเทียมหรือดีกว่าสูตรที่โรงงานใช้อยู่เดิม และมีต้นทุนวัตถุดิบลดลงในโรงงาน A แต่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยสำหรับโรงงาน B สำหรับต้นทุนด้านพลังงานนั้นสามารถลดได้ในช่วง 3.28-12.08% ซึ่งเมื่อคิดเป็นการลดต้นทุนการผลิตทางด้านวัตถุดิบที่ใช้และการใช้พลังงานในการเผาาร่วมกัน ก็จะช่วยให้โรงงานสามารถลดต้นทุนการผลิตโดยรวมได้ประมาณ 3-33%

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ กับผลิตภัณฑ์เดิมของโรงงานที่ใช้เตาแก๊สในการเผา

รายละเอียด	โรงงาน A		โรงงาน B	
	ผลิตภัณฑ์เดิม	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	ผลิตภัณฑ์เดิม	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ
อุณหภูมิที่ใช้ในการเผา (°C)	1,050	1,000	1,170	1,000
ค่าการหดตัวเชิงเส้น (%)	7.0	8.70	12.19	8.55
ค่าการดูดซึมน้ำ	19.08	13.21	3.80	4.97
ค่าความแข็งแรง 3-point Bending Strength (MPa)	16.98	21.18	30.17	42.72
ค่าการขยายตัวทางความร้อน เนื้อดิน (CTE) ที่ 40-400°C ($\times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)	4.07	5.72	4.74	7.06
ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท/กก.)	11.13	6.51	5.52	5.81
ต้นทุนการใช้พลังงาน (บาท/กก.)	3.05	2.95	5.05	4.44
การลดต้นทุนพลังงาน (%)	-	3.28	-	12.08
ต้นทุนโดยรวม (บาท/กก.)	14.18	9.46	10.57	10.25
การลดต้นทุนโดยรวม (%)	-	33.29	-	3.03

สำหรับโรงงานต้นแบบที่ใช้เตาฟืนในการเผานั้น เดิมจะทำการเผาผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 1,150–1,180°C และในสูตรเนื้อดินของทางโรงงานมีเฉพาะ ดินแดงราชบุรี กับทรายเป็นส่วนผสมหลัก โดยมีการใช้ ดินแดงในปริมาณสูงถึง 80–100% และใช้ทรายในปริมาณ 0–20% การพัฒนาสูตรเนื้อดินเพื่อให้สามารถลดอุณหภูมิ เผาลงได้จากเดิมนั้น สามารถทำได้โดยลดปริมาณของ ดินแดงและทรายในสูตรลง และทำการแทนที่ด้วยวัตถุดิบ ประเภทฟลักซ์ชนิดต่างๆ โดยฟลักซ์ที่ได้นำมาทดลองใช้ ได้แก่ โซเดียมเฟลด์สปาร์ โดโลไมต์ แบเรียมคาร์บอเนต เพอริทออกไซด์ และฟริตชนิดต่างๆ โดยจำเป็นต้องลด ปริมาณการใช้ดินแดงลงอยู่ในช่วง 60–80% และใช้ฟลักซ์ ชนิดต่างๆ ผสมกันในปริมาณ 15–25% โดยมีการใช้ดินดำ ประมาณ 5–15% เพื่อช่วยในเรื่องความเหนียวของเนื้อดิน

ในการขึ้นรูปด้วยวิธีการปั้นด้วย และไม่มีการใช้ทรายเป็น ส่วนผสมในสูตรเหมือนกับสูตรเดิมส่วนการปรับสูตรเคลือบ อุณหภูมิต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เผาเตาฟืนนั้น ได้ทำการปรับ โดยมีพื้นฐานมาจากสูตรเคลือบเดิมของโรงงานที่มีส่วนผสม ของดินเลนและซีเมนต์ไม่เป็นส่วนประกอบหลัก ทำการทดลอง โดยปรับลดปริมาณของดินเลนและซีเมนต์ลง และเพิ่ม ปริมาณของวัตถุดิบประเภทฟลักซ์ต่างๆ เข้าไปแทนที่ได้แก่ โซเดียมเฟลด์สปาร์ แคลเซียมคาร์บอเนต แบเรียม คาร์บอเนต ลิเทียมคาร์บอเนต สตรอนเทียมคาร์บอเนต โค ลีมาไนต์โดโลไมต์ฟริต บอแรกซ์ และเศษแก้วโซดาไลม์บด โดยมีการใช้ซิลิกาเป็นส่วนผสมในสูตรเคลือบเล็กน้อย โดย สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เผาเตาฟืนนั้นทางโรงงานต้องการเคลือบ ที่มีลักษณะเป็นเคลือบใส ผิวมันวาวเท่านั้น ตัวอย่างของ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบซึ่งเผาเตาฟืน แสดงดังภาพที่ 3–4



ภาพที่ 3-4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวนจังหวัดราชบุรี เผาที่อุณหภูมิ 1,000°C ของโรงงานต้นแบบซึ่งใช้เตาฟืน

จากการทดลองปรับปรุงสูตรเนื้อดินและเคลือบสำหรับการเผาด้วยเตาฟืน พบว่าราคาต้นทุนด้านวัตถุดิบที่ต้องใช้เพิ่มเติมเพื่อให้เนื้อดินและเคลือบสามารถหลอมตัวได้เร็วขึ้น และถึงจุดสุกตัวที่อุณหภูมิเท่านั้น มีราคาที่สูงกว่าต้นทุนวัตถุดิบดั้งเดิมของโรงงานค่อนข้างมาก เนื่องจากเดิมมีการใช้เฉพาะดินแดงราชบุรีกับทรายแม่น้ำสำหรับสูตรเนื้อดิน และสำหรับสูตรเคลือบส่วนใหญ่เป็นดินเลนกับขี้เถ้าไม้ ซึ่งมีราคาต่ำมาก ดังนั้นจึงพบว่า ถึงแม้จะลดต้นทุนด้านพลังงานที่ใช้ในการเผาได้ประมาณ 15% จากการลดอุณหภูมิลงประมาณ 180°C แต่ก็ยังไม่คุ้มค่ากับการเพิ่มต้นทุนด้านวัตถุดิบของสูตรเนื้อดินและเคลือบของทางโรงงานที่ต้องเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ผลการตรวจสอบคุณสมบัติหลังเผา และการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบและพลังงาน ได้แสดงไว้ใน **ตารางที่ 2**

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบกับผลิตภัณฑ์เดิมของโรงงานที่ใช้เตาฟืนในการเผา

รายละเอียด	โรงงาน C		โรงงาน D	
	ผลิตภัณฑ์เดิม	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	ผลิตภัณฑ์เดิม	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ
อุณหภูมิที่ใช้ในการเผา (°C)	1,180	1,000	1,180	1,000
ค่าการหดตัวเชิงเส้น (%)	11.13	11.88	11.06	12.09
ค่าการดูดซึมน้ำ (%)	7.36	4.70	5.08	4.77
ค่าความแข็งแรง 3-point Bending Strength (MPa)	24.17	85.70	28.62	80.20
ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท/กก.)	0.28	9.24	0.22	9.47
ต้นทุนการใช้พลังงาน(บาท/กก.)	1.27	1.089	1.20	1.02
การลดต้นทุนพลังงาน (%)	-	14.96	-	15.00

จากผลการวิจัยและพัฒนาภายใต้โครงการนี้ ได้จัดงานสัมมนาเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านการพัฒนาสูตรเนื้อดินและเคลือบอุณหภูมิต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวนจังหวัดราชบุรี ให้แก่กลุ่มผู้ประกอบการเซรามิกราชบุรีและจังหวัดใกล้เคียง รวมถึงนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับโรงงานของตนเอง โดยงานสัมมนาได้จัดขึ้นที่โรงแรมเวสเทิร์นแกรนด์ราชบุรีเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2556 ที่ผ่านมา ซึ่งนอกจากการบรรยายให้ความรู้ทางด้านการพัฒนาเนื้อดินและเคลือบสำหรับการเผาที่อุณหภูมิต่ำ และการลดการใช้พลังงานที่ได้จากกรณีศึกษาของโรงงานต้นแบบในจังหวัดราชบุรีทั้ง 4 โรงงานแล้ว ยังได้รับเกียรติจาก ผศ. สาธร ชลชาติภิญโญ อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีเซรามิกมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มาบรรยายให้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์และการเลือกใช้วัตถุดิบให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เซรามิกราชบุรี เพื่อเป็นการเสริมสร้างความรู้ใหม่ๆ ให้กับกลุ่มผู้ประกอบการโรงงานเซรามิกราชบุรีอีกด้วย โดยมีผู้ให้ความสนใจเข้าร่วมงานสัมมนากว่า 50 คน บรรยายภาคในงานสัมมนาดังกล่าวแสดงดัง **ภาพที่ 5-6**



ภาพที่ 5-6 งานสัมมนาเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาเนื้อดินและเคลือบอุณหภูมิต่ำสำหรับผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านและสวนจังหวัดราชบุรี

จากผลการวิจัยจากโครงการนี้ จึงกล่าวโดยสรุปได้ว่า การพัฒนาเซรามิกอุณหภูมิต่ำสามารถนำไปใช้ได้ผลดีสำหรับโรงงานที่เผาด้วยเตาแก๊ส สำหรับโรงงานที่ผลิตโดยใช้เตาฟืนนั้นอาจ

จะยังไม่เหมาะสมมากนัก โดยเฉพาะในแง่ของต้นทุนวัตถุดิบ ทั้งนี้อาจต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของ การเลือกใช้วัตถุดิบทดแทนอื่นๆ เพื่อให้สูตรเนื้อดินและเคลือบมีต้นทุนที่ถูกลงกว่านี้ ทั้งนี้ทางโครงการต้องขอขอบคุณศูนย์ต้นแบบผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบอุตสาหกรรมเซรามิก จ.ราชบุรี และโรงงานที่เข้าร่วมทั้ง 4 โรงงานที่ได้ให้ความร่วมมือในการร่วมวิจัยมา ณ ที่นี้ด้วย



เนื้อดินสโตนแวร์ 1100 องศาเซลเซียส Stonewares 1100 °C

ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีความแข็งแกร่ง ไม่มีการดูดซึม หรือดูดซึมน้อย มีน้ำหนักมาก รูปแบบดูหนา ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จะเผาในอุณหภูมิสูง 1,200 องศาเซลเซียสขึ้นไป สีของเนื้อดินส่วนมากมีสีน้ำตาล การเผาจะใช้ได้ทั้งแบบออกซิเดชันและรีดักชัน จุดเด่นคือการดูดซึมได้น้อย เคาให้เสียงกังวาน

เกณฑ์ตามมาตรฐานเนื้อดินสโตนแวร์

1. การหดตัวของเนื้อดินหลังการเผาอยู่ระหว่าง ร้อยละ 13-20
2. ความทนไฟของเนื้อดิน จะสามารถทนอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 1,200 องศา เซลเซียสขึ้นไป
3. ความแข็งแรงของเนื้อดินหลังเผาแกร่งมีค่าเท่ากับ 700-900 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร
4. การดูดซึมน้ำของเนื้อดินภายหลังการเผาแกร่ง ร้อยละ 0-3 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร: สโตนแวร์ มอก. 602-2546

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงเนื้อดินสโตนแวร์โดยทำการลดอุณหภูมิการเผาลง 100 องศาเซลเซียส สามารถลดต้นทุนพลังงานลงได้ประมาณ 20% คิดเป็นสัดส่วนต้นทุนการผลิตโดยรวมที่ลดลงได้ประมาณ 6-8% เตรียมจากส่วนผสมของตัวช่วยหลอมชื่อ Lithium China Stone มีส่วนผสมของวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียว เช่น หินฟันม้า ควอตซ์ กับวัตถุดิบที่มีความเหนียว เช่น ดินขาว ดินดำ ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินตามมาตรฐานของเนื้อดินสโตนแวร์เพื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องใช้และของประดับตกแต่งทั่วไป

ในการเริ่มศึกษาแนวทางที่จะผลิตเนื้อดินสโตนแวร์ 1100 องศาเซลเซียส ทางศูนย์ฯ ได้เริ่มด้วยการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของวัตถุดิบ ประกอบด้วย หินฟันม้า ดินขาว Lithium china stone และอื่น ๆ โดยทดสอบวัตถุดิบเหล่านี้ทางกายภาพและทางเคมี ในการทดสอบทางกายภาพนั้น จะพิจารณาดูที่สีหลังเผา การหลอมตัวที่อุณหภูมิต่าง ๆ ส่วนการหาคุณสมบัติของวัตถุดิบทางเคมีนั้น ใช้เครื่อง X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF) ในการหาผลวิเคราะห์ทางเคมี

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

- ดินขาวราชิวาส (บริษัท ซีเบลโก้)
- ดินดำซีเบลโก้ (T110) (บริษัท ซีเบลโก้)
- Kaoline – S (บริษัท ซีเบลโก้)
- ดินดำแม่ทาน (โรงงานก๊วลม เซรามิค)
- หินฟันม้าสปาร์เกรส P1 (บริษัท ซีเบลโก้)
- หินฟันม้าซูเปอร์สปาร์ (บริษัท ซีเบลโก้)
- ซิลิกา (Silica Premium) (บริษัท ซีเบลโก้)
- ลิเทียมไนเตรสไดโน (No.801) (บริษัท MS Industrial Supplies)



ผลวิเคราะห์เคมีที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	LOI
ดินดำแม่ทาน -ก๊วลม	63.72	23.35	0.88	0.18	0.12	0.17	0.19	3.01	1.84	6.55
ดินดำ T110	52.16	30.25	1.12	0.47	0.02	0.16	0.31	1.55	0.18	13.79
ดินดำราชิวาส	33.98	25.37	1.68	0.31	0.03	0.36	0.25	2.18	0.31	15.53
ดินขาวราชิวาส	47.00	36.36	0.61	0.86	0.01	0.03	0.06	0.87	0.03	14.18
ดินขาวระนอง	47.37	37.61	0.47	0.03	0.05	0.01	0.00	1.44	0.06	12.96
Kaolin – s	47.27	36.72	0.37	0.03	0.01	0.03	0.20	0.98	0.27	14.12
Silica Premium	99.71	0.02	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.145
หินฟันม้าซูเปอร์สปาร์ (Super spar)	70.80	16.26	0.44	0.23	0.04	0.91	0.30	5.58	4.18	1.26
หินฟันม้าสปาร์เกรส P1 (Spar Glaze)	68.23	19.77	0.08	0.04	0.00	0.62	0.01	0.80	10.14	0.31

ในการทำเนื้อดินนั้นจะต้องผสมผสานระหว่างวัตถุดิบที่มีความเหนียวกับวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวให้เหมาะสมซึ่งจะมีผลต่อการขึ้นรูป ถ้าเนื้อดินนั้นมีความเหนียวเกินไปจะไม่สามารถใช้วิธีขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน หรือขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรเกอร์ (Jigger) ได้ ในทำนองเดียวกัน เนื้อดินที่มีความเหนียวเกินไปจะไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อเนื้อดินได้ดี

การทดสอบวัตถุดิบ

การทดสอบวัตถุดิบเป็นหัวใจของกระบวนการผลิตที่ต้องการคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอ เนื่องจากวัตถุดิบตามธรรมชาติจะมีคุณสมบัติแปรปรวนไม่คงที่ หากไม่มีการทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบก่อนอาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีปัญหาเกิดขึ้น และแก้ไขได้ยาก การทดสอบวัตถุดิบจึงต้องทำอยู่เสมอ ๆ อีกทั้งเป็นข้อมูลในการเลือกใช้วัตถุดิบนั้นๆ ด้วย การทดสอบวัตถุดิบสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การทดสอบทางกายภาพ (Physical testing)
2. การทดสอบทางเคมี (Chemical testing)



จากการรวบรวมและทดสอบวัตถุดิบสามารถเลือกวัตถุดิบที่นำมาผสมเป็นเนื้อดินที่ตั้งเป้าหมายไว้ ทั้งนี้อาศัยหลักการคือ

1. พิจารณาความเหนียว ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
2. พิจารณาการสุกตัวของวัตถุดิบ เพื่อหาจุดที่เหมาะสม
3. พิจารณาสีหลังเผา และคุณสมบัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัส่วนผสมของเนื้อดินปั้น

หลังจากพิจารณาความเป็นไปได้ของส่วนผสมเนื้อดินแล้ว จึงทำการผสมเนื้อดินทั้งหมด 6 สูตร ตามตารางข้างล่าง ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้

หมายเหตุ: การผสมเนื้อดินควรคำนึงถึงความเหมาะสมในการขึ้นรูปด้วย

สูตรเนื้อดินนิตาเนเวอร์ 1100 องศาเซลเซียสที่เลือกทดลองมีดังนี้

วัตถุดิบ	W1	W2	W3	W4	W5	W6
หินฟันม้าโซดา (P#1)	5	5	5	5	5	5
หินฟันม้าโปแตส (K325)	5	5	5	5	5	5
ควอตซ์ (Silica Premium)	20	15	15	10	0	15
Lithium china stone 803	20	25	30	20	20	40
ดินดำแม่ทาน	4	4	4	4	4	4
Plastic Forming Clay (T110)	10	10	10	10	10	10
ดินขาวนราธิวาส	22	22	20	20	20	15
ดินขาวระนอง	11	11	10	10	10	5
Kaolin S	4	4	4	4	4	4
กระเจกบด 200 เมช	0	0	0	10	20	0
ผลการทดสอบทางกายภาพ	W1	W2	W3	W4	W5	W6
% การดูดซึมน้ำ	12.5	10.7	9.2	11.6	12.8	0.8
% การหดตัว	9.7	10.8	10.7	10.8	10.3	12.5
ความแข็งแรงของเนื้อดินหลังเผาแกร่ง (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	532.2	490.5	680.6	489.9	523.6	891.3

จากการทดลอง พบว่าส่วนผสมที่ 6 มีความเหมาะสม เนื่องจากมีความง่ายของสัดส่วน ขึ้นรูปได้ดี และสุกตัวตามต้องการ คือ 1100 องศาเซลเซียส

วัตถุดิบ	W6	ผลการทดสอบทางกายภาพ	ค่าของเนื้อดินสูตร W6
หินฟันม้าโซดา(P#1)	5	% การดูดซึมน้ำ	0.8
หินฟันม้าโปแตส(K325)	5	% การหดตัว	12.5
ควอตซ์ (Silica Premium)	15	ความแข็งแรงของเนื้อดินหลังเผาแกร่ง (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	891.3
Lithium china stone 803	40	% ค่าความขาว	87.9
ดินดำแม่ทาน	4		
Plastic Forming Clay (T110)	10		
ดินขาวนรา	15		
ดินขาวระนอง	5		
Kaolin S	4		
กระเจกบด 200 เมช	0		

สรุปผลการทดลองเนื้อดินโตนแวร์ 1100 อวกาเซลเซียส

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

1. ขึ้นรูปโดยใช้เครื่อง Roller Head machine และ Jigger

2. ขึ้นรูปโดยวิธีหล่อเท และหล่อตัน

จากการขึ้นรูปดังกล่าว ได้ผลิตภัณฑ์เป็น กระปุกอมดิน แจกัน รูปเหมือนพระแม่กวนอิม เป็นต้น หลังการเผาพบว่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำมีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงถึงการสุกตัวดี ไม่มีการร้าวของเคลือบปรากฏให้เห็น

สำหรับบรรยากาศของการเผาที่เหมาะสม คือ **บรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing OF)**

วัตถุดิบที่ใช้ทำเคลือบประกอบด้วย

1. ฟริตบอโรซิลิเกต (YP1120) 90.0 % ผงละเอียด 325 เมช
2. ดินขาวระนอง (ความละเอียด 325 เมช) 5.0 % เป็นดินแผ่น (cake)
3. ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) 5.0 % ผงละเอียด 325 เมช

ขั้นตอนการเตรียมน้ำเคลือบ

1. ชั่งวัตถุดิบตามอัตราส่วนที่กำหนด
2. ใส่วัตถุดิบลงในหม้อบด ขนาด 100 กิโลกรัม โดยเติมวัตถุดิบตามอัตราส่วน ดังนี้ น้ำ : ลูกบด : วัตถุดิบ = 1 : 1 : 1
3. ทำการบด 8 – 10 ชั่วโมง จากนั้นจะต้องตรวจวัดความละเอียดของการบดด้วยตะแกรง 325 เมช ให้เหลือสารค้างตะแกรงไม่เกิน 0.5 %
4. ปรับค่าความถ่วงจำเพาะ (ถพ.) ให้ได้ 1.33 – 1.35 และเพื่อป้องกันการตกตะกอนของน้ำเคลือบ อาจเติมสารช่วยให้เคลือบกระจายลอยตัว เช่น แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) ประมาณ 0.1 – 0.2 %
5. นำน้ำเคลือบไปชุบผลิตภัณฑ์

สิ่งที่ควรคำนึงถึงระหว่างขั้นตอนการทำงาน

การคำนวณหาค่าความชื้นในดินแผ่น (Cake) ก่อนใส่ในหม้อบด ทุกครั้งการใส่วัตถุดิบ ต้องใส่ให้ถูกต้องตามสัดส่วน เพราะถ้าคำนวณความชื้นหรือใส่วัตถุดิบไม่ถูกต้อง จะมีผลต่อการเกิดโครงสร้างของเนื้อผลิตภัณฑ์ และมีผลเกี่ยวเนื่องไปถึงการสุกตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์และเคลือบเช่นกัน



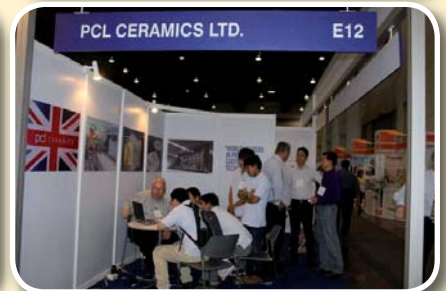
ความยิ่งใหญ่ได้เกิดขึ้นแล้ว..!

ASEAN Ceramics 2013 & ICTA 2013

ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา

สมาคมเซรามิกส์ไทย โดยความร่วมมือกับ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะ
และวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาควิศวกรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒและ
บริษัทเอกชนชั้นนำด้านเซรามิก ร่วมกันจัด การประชุมวิชาการนานาชาติ
International Conference on Traditional and Advanced Ceramics
(ICTA 2013) ในระหว่างวันที่ 11-13 กันยายน 2556 ณ ศูนย์นิทรรศการ
และการประชุมไบเทค กรุงเทพฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้และความ
สามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางด้านเซรามิกในประเทศไทย และ
เพื่อเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และส่งเสริมความร่วมมือทาง
งานวิจัยและวิชาการระหว่างนักวิทยาศาสตร์ของไทยและต่างประเทศ ทั้งนี้
งานดังกล่าวได้จัดขึ้นร่วมกับงาน ASEAN Ceramics 2013 โดย สมาคม
เซรามิกส์ไทย ร่วมกับ บริษัท เอเชีย เออีซีบีเอ็น เซอร์วิส (A.E.S.)
จำกัด บริษัทชั้นนำในการจัดงานแสดงนิทรรศการและสินค้า
ในภูมิภาคเอเชีย ได้ร่วมกันจัดงานแสดงสินค้าอุตสาหกรรมเซรามิกส์
ระดับนานาชาติครั้งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บนพื้นที่จัด
งานกว่า 5,000 ตร.ม.





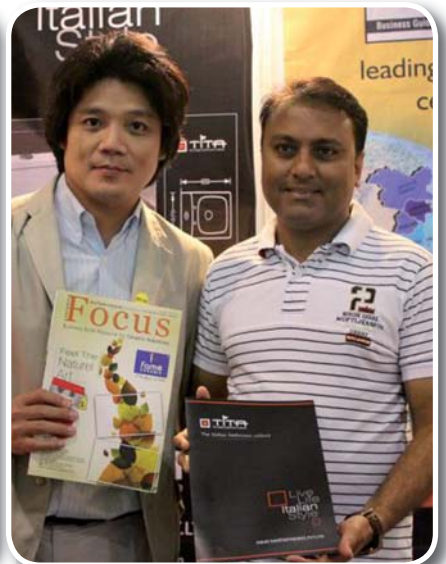
ภายในงานประกอบไปด้วย
 การแสดงนวัตกรรมเทคโนโลยี
 เครื่องจักร ตลอดจนวัตถุดิบต่างๆ
 ของอุตสาหกรรมเซรามิก
 จากบริษัทชั้นนำมากกว่า 22
 ประเทศทั่วโลก ซึ่งถือว่าเป็นการ
 รวมตัวครั้งยิ่งใหญ่ของบริษัทชั้นนำ
 ของโลกในอุตสาหกรรมเซรามิก
 และมีการรวมกลุ่มของสมาคม
 ต่างๆ อาทิ เช่น อังกฤษ, อิตาลี,
 อินเดีย, จีน และไทย











นอกจากกิจกรรมการออกบูทของบริษัทชั้นนำจากทั้งในประเทศและต่างประเทศแล้ว ยังมีกิจกรรมที่น่าสนใจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น เวทีในการจัดแสดงศิลปะ: ดีไซน์ นวัตกรรม และผลงานสร้างสรรค์ใหม่ๆ ที่เป็นเทรนด์สำคัญด้านเซรามิกของโลก รวมทั้งมีการสาธิตกระบวนการผลิตให้ผู้ชมงานได้ชมโดยทั่วถึงกัน



Poster Presentation Award

Session: Ceramic Industrial Technology



Strength Improvement of Porous Ceramics by the Surface Infiltration of Strengthening Materials

Jae-Hwan Pee

Traditional Ceramic Center, KICET, Korea



Effects of Waste from HDPE Catalyst Production
on Melting Behaviour and Thermal Properties
of White Opaque Glazes

Suneeporn Pokaew

*Department of Materials Science, Faculty of
Science, Chulalongkorn University, Thailand*



Effect of Silica Fume Contents and Curing
Temperatures on Fabricated Porous Geopolymer
in Terms of its Properties; Density
and Volume Expansion

Anut Saikrasoon

*Department of Materials Science, Faculty of Science,
Chulalongkorn University, Thailand*

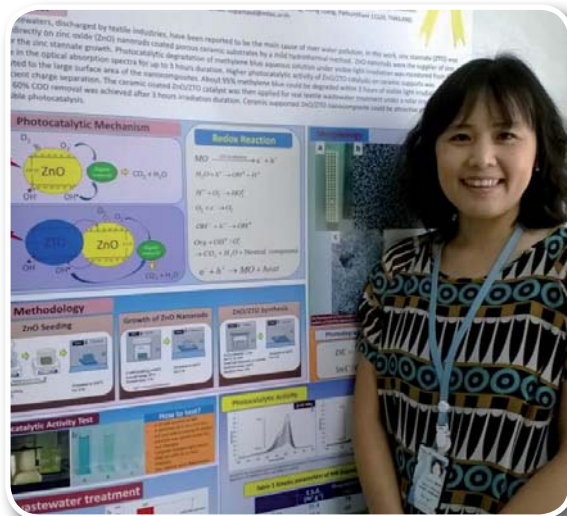
Session: Advanced Ceramics



Synthesis and Up-conversion Luminescence Properties of $\text{YPO}_4:\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$ Nanocrystals by Microwave-assisted Solvothermal Approach

Kentaro Abe

Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, Japan



ZnO/ZTO Coated Porous Ceramic for Wastewater Treatment through Visible Light Photocatalysis

Supamas Danwittayakul

National Metal and Materials Technology Center, Thailand



Influence of the Laminate Configurations of Transparent Armor on its Ballistic Protection

Priawthida Jantharat

Department of Materials Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand



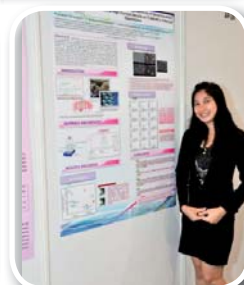
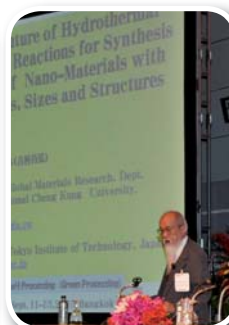
Enhancement of Dielectric Constants in Strontium Titanate through Mg and Al Doping

Jednupong Palomas

Department of Materials Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand

Session: Ceramic Art and Design

Used of Natural Fibers to Form the Body of
Ceramic Lamp
Siwat Lawanwadeekul
Department of Metrology and Quality System,
Faculty of Industrial Technology,
Lampang Rajabhat University, Thailand





สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณทุกความประทับใจที่เกิดขึ้นจากงาน ASEAN Ceramics 2013 & ICTA 2013 ในครั้งนี้ ขอขอบคุณสปอนเซอร์จาก บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนการจัดการประชุมวิชาการ ขอขอบคุณวิทยากรรับเชิญทุกท่าน Chairman ทุกท่าน ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะทำงานมืออาชีพจาก MTEC, คณะกรรมการบริหารสมาคมเซรามิกส์ไทย, หน่วยงานร่วมจัด, ผู้ร่วมงานทุกท่าน และที่สำคัญที่จะขาดเสียมิได้ ขอขอบคุณ Asean Exhibition Services Ltd. (AES) ที่เป็น Organizer ในการร่วมจัดงานยิ่งใหญ่ในครั้งนี้...

ขอขอบคุณจากใจจริง





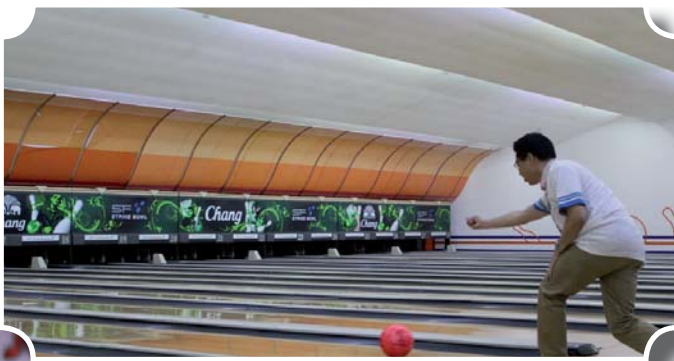
โบว์ลิงกระชับมิตรเซรามิกส์สัมพันธ์ 2013 STRIKE

วันเวลาแต่ละปีช่างผ่านไปรวดเร็ว นี่ก็เวียนมาพบเจอกันอีกครั้ง
ในงานโบว์ลิงกระชับมิตรเซรามิกส์สัมพันธ์ เมื่อวันที่เสาร์ที่ 18 พฤษภาคม 2556
ณ SF Strike Bowl เมเจอร์ซีนีเพล็กซ์ ชั้น 2 ลานจอดรถเมเจอร์ซีนีเพล็กซ์ รามคำแหง (เดอะมอลล์ 4)
มีหลายสิ่งหลายอย่างเปลี่ยนแปลงไปมากมาย แต่สิ่งหนึ่งที่เรายังคงพบพานกันในทุกปีคือมิตรสหาย
ในวงการเซรามิก ก็คือ รอยยิ้มความใจจริงใจที่ทุกคนล้วนพกมาแจกกันเต็มทีในกิจกรรมวันนี้
ถึงแม้สิ่งที่พวกเราทำอาจดูน้อยนิดสำหรับพวกท่าน
แต่เราก็ดีใจที่มีโอกาสเป็นส่วนหนึ่งของการเป็นผู้สร้างความสุขและรอยยิ้ม
ในขนาดที่เราจะหากิจกรรมดีๆ ที่มีประโยชน์มาให้ทุกท่านได้มีส่วนร่วมไม่มากนัก
บางครั้งคำพูดอาจไม่สามารถบรรยายได้ดีกว่าสิ่งที่เพื่อนๆ ทุกคนจะได้เห็น





ภาพบรรยากาศภายในงาน



การแข่งขันโบว์ลิงกระชับมิตรเซรามิกส์สัมพันธ์

ซึ่งได้เข้าร่วมการแข่งขัน

จาก

สมาคมเซรามิกส์ไทย

จัดโดย

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

2026

2027

2028

2029

2030

2031

2032

2033

2034

2035

2036

2037

2038

2039

2040

2041

2042

2043

2044

2045

2046

2047

2048

2049

2050

2051

2052

2053

2054

2055

2056

2057

2058

2059

2060

2061

2062

2063

2064

2065

2066

2067

2068

2069

2070

2071

2072

2073

2074

2075

2076

2077

2078

2079

2080

2081

2082

2083

2084

2085

2086

2087

2088

2089

2090

2091

2092

2093

2094

2095

2096

2097

2098

2099

2100

2101

2102

2103

2104

2105

2106

2107

2108

2109

2110

2111

2112

2113

2114

2115

2116

2117

2118

2119

2120

2121

2122

2123

2124

2125

2126

2127

2128

2129

2130

2131

2132

2133

2134

2135

2136

2137

2138

2139

2140

2141

2142

2143

2144

2145

2146

2147

2148

2149

2150

2151

2152

2153

2154

2155

2156

2157

2158

2159

2160

2161

2162

2163

2164

2165

2166

2167

2168

2169

2170

2171

2172

2173

2174

2175

2176

2177

2178

2179

2180

2181

2182

2183

2184

2185

2186

2187

2188

2189

2190

2191

2192

2193

2194

2195

2196

2197

2198

2199

2200

2201

2202

2203

2204

2205

2206

2207

2208

2209

2210

2211

2212

2213

2214

2215

2216

2217

2218

2219

2220

2221

2222

2223

2224

2225

2226

2227

2228

2229

2230

2231

2232

2233

2234

2235

2236

2237

2238

2239

2240

2241

2242

2243

2244

2245

2246

2247

2248

2249

2250

2251

2252

2253

2254

2255

2256

2257

2258

2259

2260

2261

2262

2263

2264

2265

2266

2267

2268

2269

2270

2271

2272

2273

2274

2275

2276

2277

2278

2279

2280

2281

2282

2283

2284

2285

2286

2287

2288

2289

2290

2291







ขอขอบคุณ



ถ้วยรางวัล "ทีมซูเปอร์แชมป์"

จาก.. นาวาอากาศเอกอนุดิษฐ์ นาครทรรพ
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ถ้วยรางวัล "ทีมชนะเลิศ"

จาก.. นายงูวุฒิ เสาวพฤกษ์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ถ้วยรางวัล "ทีมรองชนะเลิศอันดับ 1"

จาก.. ศาสตราจารย์ นางแพทกษิรรมย์ กมลรัตนกุล

อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ้วยรางวัล "ทีมรองชนะเลิศอันดับ 2"

จาก.. รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ นรดา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ถ้วยรางวัล "ผู้ทำคะแนนสูงสุด(ชาย)"

จาก.. นางโกวิท ธารีรัตนวิบูลย์

ประธานกลุ่มอุตสาหกรรมเซรามิก

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ถ้วยรางวัล "ผู้ทำคะแนนสูงสุด (หญิง)"

จาก.. ดร.สมนึก ธีรสุนทร

นางสมาคมเซรามิกไทย

ถ้วยรางวัล "ทีมรองอันดับสุดท้าย"

จาก.. นางพงษ์เดช สัจจะรัตนโชติ

นางสมาคมการพิมพ์สกรีนไทย

ถ้วยรางวัล "คะแนนเกมเดี่ยวคะแนนเกมเดี่ยว"

จาก.. นายธนโชติ วนาวุฒิ

นางสมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง

ถ้วยรางวัล "รองลำดับหนึ่งเกมเดี่ยวสูงสุด"

จาก.. นายสมหมาย ชินภาณุวัฒน์

นางสมาคมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรี



และที่สำคัญจะขาดเสียงมิได้ คือ คำลงใจจากเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ชาวเซรามิกทุกท่าน ที่พร้อมให้การสนับสนุนกิจกรรมของสมาคมเซรามิกส์ไทย เสมอมา พวกเราขอขอบพระคุณทุกท่านจากใจจริง

บริษัท เอเซีย เอ็กซิปปิทชั่น เซอร์วิส เซส จำกัด
 ทีมเกราะใส
 บริษัท วอลรัส จำกัด
 บริษัท ดี ดี อินเตอร์ แมค จำกัด
 บริษัท เอ็ม. เอส. อินดัสเทรียล ซัพพลาย จำกัด
 บริษัท เพอร์โร (ประเทศไทย) จำกัด
 บริษัท เซรามิกอุตสาหกรรมไทย จำกัด
 บริษัท อิมเมอริส เซรามิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด
 บริษัท เคอราไทล์ เซรามิก จำกัด
 บริษัท สยามเทคนิคคอล จำกัด
 บริษัท ทรีแบริกซ์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
 บริษัท สยามมินเนอรัลส์ คอมเมอเชียล จำกัด
 บริษัท โคห์เลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
 บริษัท สยามซานิทารีแวร์อินดัสทรี จำกัด
 บริษัท ไทยอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา จำกัด
 บริษัท ไชมีส อีโคไลท์ จำกัด
 ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีปิโตรเคมีและวัสดุ
 บริษัท อินดัสเตรียล มินเนอรัล ดีวิลอปเม้นท์
 บริษัท สยามไฟน์เคลย์ จำกัด
 บริษัท ซีเบลโก้ มินเนอรัลส์ (ประเทศไทย)
 บริษัท บุญสิน เซรามิก จำกัด
 สยามวิจัยและนวัตกรรม (SRI)
 บริษัท เพชรเกษม จักรกล เซรามิก จำกัด
 บริษัท โคโลรอบเบย์ (ไทยแลนด์) จำกัด
 Certex Indus-Trade Co.,Ltd

UMI บริษัท ร่วมพัฒน์เซรามิค จำกัด
 บริษัท สยามพริท จำกัด
 บริษัท บอโรล เพรสเตีย จำกัด
 ทีมจีโอพอลิเมอร์ กลุ่มอุตสาหกรรมเซรามิก
 สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
 สมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง
 สมาคมเครื่องเคลือบดินเผา ราชบุรี
 สมาคมการพิมพ์สกรีนไทย
 บริษัท ปภาวิน จำกัด
 บริษัท อิมเมอริส คิลิน เพอร์นิเจอร์ จำกัด
 สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 บริษัท จอห์นสัน แมทเธีย (ประเทศไทย) จำกัด
 บริษัท เคราเมท จำกัด
 คุณวินัย โรจนวานิช
 บริษัท เซรามิกส์ อาร์ อัส จำกัด
 บริษัท ปะการัง เซรามิก ซัพพลาย จำกัด
 บริษัท อีสเทิร์นไชน่าแวร์ จำกัด
 บริษัท แหลมไทย เซรามิก จำกัด
 ห้างหุ้นส่วนจำกัด ยู ดี ซิลด์สกรีน จำกัด
 บริษัท ไอเซียน อินดัสทรี จำกัด
 บริษัท ไทยชันกวงสกรีน จำกัด
 บริษัท พาราไซแอนติฟิค จำกัด
 บริษัท คราวน์ เซรามิกส์ จำกัด
 บริษัท ไฟน์ อาร์ต เซรามิกส์ จำกัด
 บริษัท รอยัล ปอร์ซเลน จำกัด (มหาชน)





คุณไพศาล กาณจนพิบูลย์
อุปนายกสมาคมเซรามิกส์ไทย

เป็นประธานในพิธีเปิด

“นิทรรศการแสดงผลงานศิลปนิพนธ์”

สาขาวิชาออกแบบเซรามิกส์ รุ่น 16

คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

วันพฤหัสบดีที่ 30 พฤษภาคม 2556

ณ G 23 Art Gallery มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร





กองบรรณาธิการบริหารวารสารเซรามิกส์
คุณไพศาล กาณจนพิบูลย์ และคุณสุจิตรา เดชสุวรรณชัย
ร่วมจับน้ำชาและพบกับ Mr.Pilipe Pereira ศิลปินชื่อดัง
จาก Portugal และชมการสาธิตการวาดรูปดอกไม้
เมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2556
ณ โรงแรม Amari Residences Bangkok
ช.ศูนย์วิจัย ก.เพชรบุรี 47





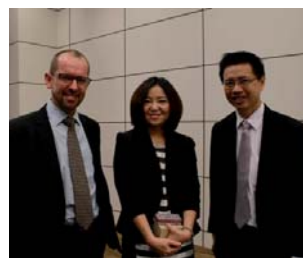
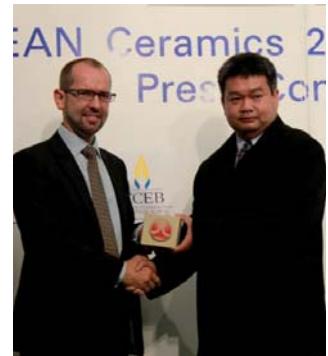
ดร.สมนึก ศิริสุนทร นายกสมาคมเซรามิกส์ไทย พศ.ดร.พิชัย อัยภูมิมงคล
ผู้อำนวยการศูนย์นวัตกรรมวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม
ม.ศรีนครินทรวิโรฒ (นครนายก)
นำเสนอความเป็นมาของโครงการ ในการประชุมรับฟังความคิดเห็น
“แนวทางการส่งเสริมการใช้อาภสสิ่งแวดลอมสำหรับพืชผักกับชุมชน”
วันที่ 19 กรกฎาคม 2556 เวลา 9.00-12.00 น. ณ ห้องประชุม 303-304
ณ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม



สมาคมเซรามิกส์ไทย จัดทัศนศึกษา
พาสมาชิกและผู้ประกอบการ เข้าเยี่ยมชม
โรงงานผลิตแก้วโอบอล แก้วเพิร์ล บริษัท
ไทยซูของ กล้าข จำกัด และโรงงานผลิต
รูปดอกเซรามิก บริษัท โอเซียน อินดัสตรี
จำกัดโดยแะรับประทานอาหาร ณ ร้าน
อาหารเจเอสเอ็ม เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม
2556



งานแถลงข่าว ASEAN
Ceramics 2013 & ICTA
2013 วันที่ 27 สิงหาคม
2556 ซึ่งงานดังกล่าวจะจัด
ขึ้นระหว่างวันที่ 11-13
กันยายน 2556 ณ ศูนย์การ
แสดงสินค้าไบเทค บางนา





สมาคมเซรามิกส์ไทย
ร่วมกับ บริษัท Borregaard S.E.A.
จัดสัมมนาภายใต้หัวข้อ
“BioKeram Ceramics Workshop”
ในวันอังคารที่ 10 กันยายน 2556
เวลา 12.00 – 17:00 น.
ณ ห้อง Meeting Sukhumvit 1-2,
Grand Centre Point Hotel Terminal 21
สุขุมวิท 19 (ซอยวัฒนา) กรุงเทพฯ
มีผู้เข้าร่วมสัมมนา 30 คน



BioKeram
Ceramics Workshop

ไดเรกทอรีเซรามิก

หนาประมาณ 200 หน้า 4 สี + 2 สี กระดาษอาร์ตมัน A4-120 แกรมกึ่งเล่ม

ไดเรกทอรีเล่มนี้มีข้อมูลของบริษัท / โรงงานต่างๆ ถึง 600 รายชื่อ ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเซรามิก แบ่งออกเป็นเซรามิกคลัสเตอร์ 5 กลุ่ม, ผู้ผลิตเซรามิก 11 กลุ่มอุตสาหกรรม และ ซัพพลายเออร์ 5 กลุ่ม รวมทั้งมีข้อมูลของสถาบันวิจัย, สถานศึกษา และสมาคมเซรามิกในประเทศไทยด้วย ซึ่งง่ายต่อการค้นหาเพื่อติดต่อทางธุรกิจ

คุณสามารถค้นหาข้อมูลล่าสุดจากไดเรกทอรีเล่มนี้

- มีทั้งที่อยู่ของสำนักงานและโรงงาน

คุณสามารถติดต่อสำนักงานหรือโรงงานของบริษัทได้อย่างถูกต้อง ตามวัตถุประสงค์ของการติดต่อ

- มีข้อมูลเว็บไซต์ และ อีเมล

ช่วยให้การติดต่อง่ายขึ้น และสามารถรู้ข้อมูลเบื้องต้นขององค์กรผ่านทางเว็บไซต์

- รายชื่อบุคคลที่ควรติดต่อ

คุณสามารถติดต่อกับบุคคลที่คุณต้องการเจรจาธุรกิจด้วยได้ไม่ผิดคน

ใครบ้างที่ควรเป็นเจ้าของไดเรกทอรีเล่มนี้

- ผู้จัดจำหน่ายสินค้าเซรามิก

สามารถดูข้อมูลของบริษัทต่างๆ ที่สนใจจะเป็นผู้จัดจำหน่ายสินค้า และมองหาสินค้าใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับตลาด

- ผู้ผลิตสินค้าเซรามิก

สามารถเปรียบเทียบราคาวัตถุดิบ เครื่องจักร และเทคโนโลยีจากซัพพลายเออร์หลายๆ ที่

- ซัพพลายเออร์ขายสินค้าให้กับอุตสาหกรรมเซรามิก

มองหาลูกค้าที่น่าสนใจเพื่อทำตลาด โดยเฉพาะบริษัทที่เปิดใหม่

- นักวิจัย และ อาจารย์สอนเซรามิก

มองหาบริษัทร่วมวิจัย และข้อมูลด้านเทคโนโลยีเซรามิกใหม่เพื่อการเรียนการสอน

- นักศึกษาจบใหม่ และ ผู้สนใจทั่วไป

แหล่งสมัครงานสำหรับนักศึกษาที่จบด้านเซรามิก และแหล่งหาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีเซรามิก

เหตุผลที่คุณควรเป็นเจ้าของไดเรกทอรีเล่มนี้

- ประหยัดเวลา - ไม่ต้องเสียเวลาค้นหาจากอินเทอร์เน็ตและข้อมูลเหล่านี้ไม่สามารถหาได้จากเว็บไซต์ทั่วไป

- ประหยัดเงิน - พลิกหนังสือคุณก็ติดต่อธุรกิจเบื้องต้นได้

- ข้อมูลใหม่ล่าสุด - ข้อมูลผ่านการตรวจสอบความถูกต้องจากบริษัทต่างๆ ในหนังสือเล่มนี้

- มีดัชนีบริษัทในภาษาไทย - ถ้าคุณรู้ชื่อบริษัท คุณก็สามารถเปิดหาได้อย่างง่ายดาย

- การแบ่งหมวดไดเรกทอรี - แบ่งออกเป็น 20 กลุ่มธุรกิจ; 600 รายชื่อบริษัท ดังนี้

กลุ่มคลัสเตอร์เซรามิก (กลุ่มตลาดเซรามิกใหม่ / กลุ่มเซรามิกกลางแจ้ง / กลุ่มเครื่องปั้นดินเผาตกแต่งภายใน /

กลุ่มเบญจรงค์สมุทรสาคร / กลุ่มเครื่องปั้นดินเผาตกแต่งสวนราชบุรี) / เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร / กิฟท์แวร์ / เครื่องสุขภัณฑ์ /

กระเบื้อง และ อิฐ / เครื่องปั้นดินเผา / ลูกถ้วยไฟฟ้า / วัสดุทนไฟ และ คิลนเฟอร์นิเจอร์ / แอดวานซ์เซรามิก และ ผลิตภัณฑ์

เฉพาะทาง / แก้ว และ กระจก / วัสดุเคลือบ / ปูนปลาสเตอร์ และ ผลิตภัณฑ์ยิปซัม / ปูนซีเมนต์ / ซัพพลายเออร์ / ผลิตภัณฑ์

สกรีน / เครื่องจักร และ อุปกรณ์ / เตาเผา และ อุปกรณ์ / เครื่องมือห้องปฏิบัติการ และ เครื่องมืออุตสาหกรรม / สถาบันวิจัย

/ สมาคมเซรามิก / สถาบันการศึกษา

Thai Ceramic Directory 2014-2016

4 + 2 colors / 200 pages book with 120 gram / A4 paper

This directory contains hundreds of companies in Thai ceramic marketplaces, categorized by 5 ceramic clusters, 11 categories of ceramic manufacturers and 5 groups of suppliers concerned including research institutes, academies and ceramic associations so you can find easily the companies you want to do business with.....

The updated information you can find from Thai Ceramic Directory 2014-2016

- Locations of offices and factories

You can go to the right contact first time, every time no more being passed from office to office

- Contact details including website and email address

Saving you valuable time usually lost on frustrating internet search

- Key management and sales

To ensure you speak to the right person first time and every time

Who should have Thai Ceramic Directory 2014-2016

- Distributors or Traders

See the interesting ceramic manufacturers, trendy products entering to new market and likely to be more profitable as a business partner

- Ceramic Manufactures

See the several suppliers concerning in ceramic field

- Ceramic Suppliers

Look for the new customers

- Researchers / Lecturers

See the wide range-products of ceramic to study and teach

- Graduated students and end users

To find job opportunity and new ceramic technologies

Reasons to order your copy of Thai Ceramic Directory 2014-2016

● **Save time** – no need to search the internet, all information you need is in one handy guide, including details that you will not find on any general internet directory

● **Save Money** – by accessing companies you can do business with at the flick of a page

● **Update contact list** – from the most reliable source in the industry

● **Thai company Index** – Easily find if you know the words

● **Directory categorization** – total 20 Groups ; 600 companies

Ceramic Cluster (Chiangmai, Lampang, Dankwian, Samutsakorn, Ratchaburi) / Tableware / Giftware / Sanitaryware / Tile & Brick / Pottery / Insulator / Refractory & Kiln Furniture / Advance Ceramic & Specific Products / Glass / Raw Material / Plaster & Gypsum Products / Cement / Supplier / Screen Products / Machinery & Accessories / Kiln & Accessories / Lab & Industrial Instrument including Research Institute / Association / Academy

ใบสั่งซื้อหนังสือ

Thai Ceramic Directory 2014-2016 / Order Form

กรุณกรอกรายละเอียดให้ครบถ้วนสำหรับจัดส่ง / Please complete this form for delivery

ชื่อ-สกุล / Name-Surname.....

ชื่อบริษัท / Organization name.....

ที่อยู่ / Address.....

โทรศัพท์ / Telephone.....โทรสาร / Facsimile.....

อีเมล / Email.....

ราคาต่อเล่ม / Price per copy 400 บาท / US\$ 15 / € 12 / £ 10

ราคานี้รวมค่าจัดส่ง / This price is excluded delivery fee

จำนวนที่สั่งซื้อ / Number of copy (ies).....

จำนวนเงินทั้งสิ้น / Total price (บาท/ US\$ / € / £).....

วิธีชำระเงิน / Method of payment

☐ เงินสด / Cash (มาชำระด้วยตนเอง / Walk-in pay)

☐ โอนเงินเข้าบัญชี / Bank transfer

ชื่อบัญชี : สมาคมเซรามิกส์ไทย เลขที่บัญชี 045-2-07350-2

ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขาสภาอากาศไทย

Account Name : The Thai Ceramic Society, Account Number : 045-2-07350-2

Siam Commercial Bank Public Company / Thai Red Cross Branch

กรุณาส่งหลักฐานการโอนเงินและใบสั่งซื้อมายัง 0 2218 5561 หรือที่ thaiceramicsociety@gmail.com

Please sent your bank transfer document and your order form by fax no. 66 2218 5561

☐ กรุณาส่งใบเสร็จรับเงินในนาม / Please sent me a tax invoice as the name of

☐ บริษัท / company ☐ บุคคล / person

ที่อยู่ / Address.....

Hotline : 0 2218 5562 (คุณชนิตร์นันท์)

ซื้อหนังสือได้ที่...

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ / สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย /
สมาคมเซรามิกส์ไทย / สมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง / สมาคมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรี

SPECIFICATION OF THAI CERAMIC DIRECTORY 2014 – 2016

ขนาดกระดาษ	A4
เนื้อกระดาษ	เนื้อใน 4 สี จำนวน 50 หน้า กระดาษอาร์ตมัน 120 แกรม เนื้อใน 2 สี จำนวน 150 หน้า กระดาษปอนด์ 80 แกรม
สี	4 สี + 2 สี
ปก	4 สี กระดาษอาร์ตการ์ด 210 แกรม
จำนวนหน้า	200 หน้า
จำนวนพิมพ์	2,000 เล่ม
วันปิดรับแบบ	15 ธันวาคม 2556
วันวางจำหน่าย	15 มกราคม 2557
สถานที่จำหน่าย	1. สมาคมเซรามิกส์ไทย 2. สมาคมเครื่องปั้นดินเผาลำปาง 3. สมาคมเครื่องเคลือบดินเผาจังหวัดราชบุรี 4. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 5. สมาคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ส่วนประกอบของหนังสือ

	ส่วนประกอบ	
1.	สารจากบุคคลสำคัญ	10
2.	เนื้อหาทำเนียบ	130
3.	โฆษณา	50
4.	ส่วนประกอบของหนังสือ	10

การแบ่งกลุ่มประเภทอุตสาหกรรม

1. Cluster Chiangmai, Lampang, Dankwian, Samutsakorn, Ratchaburi	9. Glass
2. Tableware and Giftware	10. Raw Material
3. Sanitaryware	11. Plaster
4. Tile and Brick	12. Cement
5. Pottery	13. Supplier
6. Insulator	14. Decal
7. Refractory and Kiln Furniture	15. Machinery
8. Advance Ceramic	16. Kiln and Accessory
	17. Lab / Industrial Instrument
	18. Organization and Academy

สิ่งที่จะได้รับการจากการลงโฆษณา

1. ได้รับหนังสือได้เร็วกทอรี่ : 20 เล่ม ทุกมูลค่าโฆษณา 10,000 บาท
2. มีชื่อบริษัทปรากฏอยู่ในดัชนีผู้ลงโฆษณา
3. บริการทำ Artwork โฆษณา (มีค่าใช้จ่าย)



สนใจลงโฆษณา THAI CERAMIC DIRECTORY 2014 – 2016
กรุณากรอกรายละเอียดด้านล่าง
และส่งแฟกซ์กลับที่เบอร์โทรสาร 0 2218 5561

ชื่อ-สกุล.....ตำแหน่ง.....
ชื่อบริษัท/โรงงาน.....
ที่อยู่ (ครบถ้วนสำหรับออกไปรษณีย์)
โทรศัพท์.....โทรสาร.....
E-mail.....

● **ต้องการลงโฆษณา กรุณาทำเครื่องหมายในช่องสี่เหลี่ยม**

- ☐ ปกในและหน้าแรก (หน้าละ 50,000 บาท)
- ☐ ปกหลังในและหน้าสุดท้าย (หน้าละ 50,000 บาท)
- ☐ เต็มหน้า (หน้าละ 20,000 บาท) จำนวน.....หน้า (โปรดระบุ)
- ☐ ครึ่งหน้า (10,000 บาท)
- ☐ ต้องการให้ทำ Artwork ให้ (มีค่าใช้จ่าย)
- ☐ ทำ Artwork เอง

ชื่อบุคคลของบริษัทที่จะช่วยดำเนินการเรื่อง Artwork.....

ลงชื่อ.....
(.....)
วันที่...../...../.....

ส่งงาน artwork โฆษณาที่ : thaiceramicsociety@gmail.com ,

หรือทางไปรษณีย์ที่ ชนิตร์นันท์ ตาตะนันท์

สมาคมเซรามิกส์ไทย ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ.พญาไท เขตปทุมวัน แขวงวังใหม่ กรุงเทพฯ 10330

สอบถามเพิ่มเติม : ชนิตร์นันท์ โทรศัพท์ 0 2218 5562

ใบสั่งลงโฆษณา

วารสาร เศรษฐมิกส์

ข้าพเจ้า (นาย, นาง, นางสาว).....
(ห้าง, ร้าน, บริษัท).....
สถานที่ทำการ.....
โทรศัพท์

ขอสั่งลงโฆษณา วารสารเศรษฐมิกส์

ขนาดจำนวน.....หน้า ระยะเวลา..... ปี (ปีละ 4 ฉบับ)
จำนวนเงินบาท (.....)
เริ่มตั้งแต่ฉบับที่ถึงฉบับที่ประจำปี พ.ศ.....
ทั้งนี้ได้มอบข้อความโฆษณาชุด จำนวน.....หน้า.....มาพร้อมด้วยแล้ว

(ลงนามผู้สั่งลงโฆษณา).....

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

ลักษณะรูปเล่ม

- ขนาดมาตรฐาน (A4) กว้าง 8.5 นิ้ว x 11.5 นิ้ว
- ปก 4 สี กระดาษอาร์ต 120 แกรม / เนื้อในขาวดำ กระดาษปอนด์ 80 แกรม

ฉบับเดือน

- ☐ มกราคม - เมษายน 2557
- ☐ พฤษภาคม - สิงหาคม 2557
- ☐ กันยายน - ธันวาคม 2557

สอบถามรายละเอียดได้ที่

บริษัท แนวทางเศรษฐกิจ 2004 จำกัด

31/52 หมู่ 6 ถนนประชาราษฎร์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000

โทรศัพท์. 0-2525-1753-4 แฟกซ์. 0-2525-1428

e-mail : economicline@yahoo.com, economicline@hotmail.com, economicline@gmail.com

ข้อมูลสมาชิก

(กรุณากรอกแบบฟอร์มให้ครบถ้วนชัดเจนด้วยตัวบรรจง)

ชื่อผู้สมัคร (ภาษาไทย) นามสกุล
(ภาษาอังกฤษ)

อายุ ปี อาชีพ ตำแหน่ง

ที่อยู่

รหัสไปรษณีย์

โทรศัพท์ โทรสาร

ข้อมูลบริษัท/โรงงาน/หน่วยงาน (หากมีใบชั่วคราวหรือตัวอย่างผลิตภัณฑ์สามารถแนบมาได้)

บริษัท/โรงงาน/หน่วยงาน ที่อยู่

..... รหัสไปรษณีย์

โทรศัพท์ โทรสาร

E-mail เว็บไซต์

ประเภท ☐ ผู้ผลิต ☐ ผู้จัดจำหน่าย ☐ 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 ข้าพเจ้าทราบข้อบังคับของสมาคมเซรามิกส์ไทยดีแล้วและจะปฏิบัติตาม

ข้อบังคับของสมาคมเซรามิกส์ไทยทุกประการ

โปรดส่งเอกสารและวารสารไปที่ ☐ บ้าน ☐ ที่ทำงาน

ลงชื่อ ผู้สมัคร

..... / /

ประเภทของสมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย

ประเภทนิติบุคคล

☐ รายปี 2,000 บาท

รับวารสาร 2 ชุด / ฉบับ, ส่วนลดการเข้าร่วมสัมมนาฟรี 1 คน

ประเภทบุคคลทั่วไป

☐ รายปี 300 บาท

☐ นิสิตนักศึกษา 200 บาท

พร้อมกันนี้ได้ชำระเงินค่าสมาชิกจำนวน บาท

(.....)

เป็น ☐ เงินสด ☐ ธนาคาร ☐ เช็คไปรษณีย์

☐ เงินโอน วันที่

☐ ต่ออายุสมาชิก ☐ สมัครเป็นสมาชิกใหม่

สิทธิของสมาชิกสมาคมเซรามิกส์ไทย

1. สมาชิกทุกประเภทมีสิทธิเสนอความคิดเห็นหรือให้คำแนะนำใดๆอันเป็นประโยชน์เกี่ยวกับกิจการหรือวัตถุประสงค์ของสมาคมฯต่อคณะกรรมการได้
2. สมาชิกทุกประเภทมีสิทธิในการลงคะแนนในการประชุมได้คนหนึ่งคะแนนเท่าเทียมกันหมด
3. สมาชิกมีสิทธิได้รับการเลือกตั้งเป็นกรรมการ
4. ส่วนลดพิเศษในการเข้าร่วมกิจกรรมของสมาคมฯ

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

การสั่งซื้อวารสาร

วารสารเซรามิกส์ 1, 2, 3, 11, 18 หมด



☐ ฉบับที่ 20. 90.-



☐ ฉบับที่ 21. 90.-



☐ ฉบับที่ 22. 90.-



☐ ฉบับที่ 23. 90.-



☐ ฉบับที่ 24. 90.-



☐ ฉบับที่ 25. 90.-



☐ ฉบับที่ 26. 90.-



☐ ฉบับที่ 27. 90.-



☐ ฉบับที่ 28. 90.-



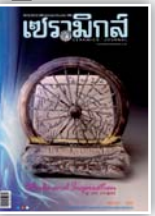
☐ ฉบับที่ 29. 90.-



☐ ฉบับที่ 30. 90.-



☐ ฉบับที่ 31. 90.-



☐ ฉบับที่ 32. 90.-



☐ ฉบับที่ 33. 90.-



☐ ฉบับที่ 34. 90.-



☐ ฉบับที่ 35. 90.-



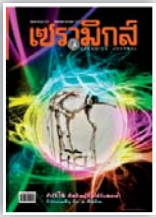
☐ ฉบับที่ 36. 90.-



☐ ฉบับที่ 37. 90.-



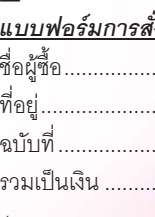
☐ ฉบับที่ 38. 90.-



☐ ฉบับที่ 39. 90.-



☐ ฉบับที่ 40. 90.-



☐ ฉบับที่ 41. 90.-



☐ ฉบับที่ 42. 90.-



☐ ฉบับที่ 43. 90.-

แบบฟอร์มการสั่งซื้อวารสาร

ชื่อผู้ซื้อ

ที่อยู่

ฉบับที่ รวม ฉบับ

รวมเป็นเงิน

(.....)

ด่วน! Thai Ceramic Directory 2007-2009... หนังสือที่รวบรวมข้อมูลอุตสาหกรรมเซรามิก ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางวัตถุดิบ, รายชื่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิก, แก้ว และกระเบื้อง ฯลฯ มีทั้งผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่าย ให้ท่านเลือกอย่างครบถ้วน ในราคาเล่มละ 500 บาท
ติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ : สมาคมเซรามิกส์ไทย ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 10330 โทร.0-2218-5562