0 2201 7000
0 2201 7466
https://www.dss.go.th
https://www.facebook.com/DSSTHAISCIENCE
pr@dss.go.th
75/7 ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

SCIENCE & TECHNOLOGY
BOOK SERIES

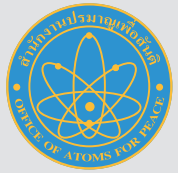
Science for Arts and Crafts

วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์

จุดประกายความคิด
วิทย์สร้างชาติ

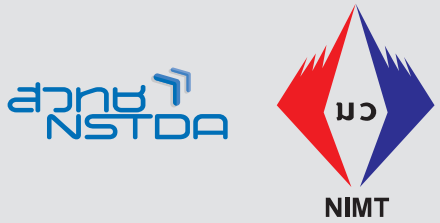
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE


สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
OFFICE OF ATOMS FOR PEACE

วว.TISTR

อพวช.
NSM


มว
NIMT

สวทน
WWW.STI.OR.TH

GISTDA

SYNCHROTRON
THAILAND
CENTRAL LAB

สสนก
HAII

NARIT

NIA
สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ

TCELS
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน)
Thailand Center of Excellence for Life Sciences (Public Organization)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Science for Arts and Crafts

วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์

Science for Arts and Crafts

วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์

ISBN: 978-616-12-0590-4
พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2562
จำนวน 3,000 เล่ม
สงวนลิขสิทธิ์ ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558
จัดทำโดย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น

Science for Arts and Crafts วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์ / โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ-- กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ , 2562
48 หน้า : ภาพประกอบ
ISBN : 978-616-12-0590-4

1.วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์ 2.วิทยาศาสตร์ด้านแก้ว 3.วิทยาศาสตร์ด้านเซรามิก 4.วิทยาศาสตร์ด้านกระดาษ
I.กรมวิทยาศาสตร์บริการ II.ชื่อเรื่อง

เรียบเรียงโดย ดร.กนิษฐ์ ตะปะสา , ดร.สายจิต ดาวสุโข , ก่อพงศ์ หงษ์ศรี , วลัยพร ร่มรื่น , ปริดา จำปาเรียง , คุณวุฒิ ลี่แตง

กราฟิก บ.พิมพ์ดี จำกัด , นางสาวสิริ นิธิเมธารัตน์

คำนิยม

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ สังคม มาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในการวิจัยพัฒนา สร้างความรู้ใหม่ และการนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิต ขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างก้าวกระโดดในช่วงสิบปีที่ผ่านมา การส่งเสริมให้ประชาชนได้รับรู้และทำความเข้าใจกับเรื่องราวใหม่ ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้สังคมพร้อมต่อการก้าวไปข้างหน้าอย่างเท่าทันโลก

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งก่อตั้งอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2522 ได้ทำหน้าที่เป็นกลไกในการขับเคลื่อนประเทศผ่านหน่วยงานวิจัยหลากหลายหน่วยงาน โดยมีการปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ตลอดช่วงเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา และจะยังคงพัฒนาต่อไปเพื่อเป็นองค์กรหลักในการนำประเทศสู่เศรษฐกิจฐานความรู้ และสังคมนวัตกรรม ในโอกาสครบรอบ 40 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี พ.ศ. 2562 ท่าน ดร.สุวิทย์ เมษินทรีย์ อดีตรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีดำริให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำ "หนังสือชุดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" เพื่อรวบรวมเรื่องราวด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่น่าสนใจรวม 19 เรื่องไว้ในชุดหนังสือนี้

การจัดทำหนังสือวิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์นี้ มุ่งหวังให้เยาวชนคนรุ่นใหม่ได้เข้าถึงองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งยังเป็นโอกาสในการสร้างแรงบันดาลใจกับเยาวชนคนรุ่นใหม่ให้เข้าใจถึงบทบาทและความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ในมิติต่าง ๆ ของการดำรงชีวิต

ผมขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำหนังสือชุดนี้ทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้และเล่มอื่น ๆ ในชุด จะเป็นแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และมีส่วนช่วยกระตุ้นให้เยาวชนและประชาชนไทยเกิดความสนใจหาความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ต่อไป

รองศาสตราจารย์สรนิต ศิลธรรม
ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มีนาคม 2562

คำนำ

งานหัตถศิลป์ แสดงถึงเอกลักษณ์อันทรงคุณค่า สร้างสรรค์จากภูมิปัญญาและแรงบันดาลใจในการจัดทำขึ้นงานอย่างพิถีพิถัน ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดได้ด้วยองค์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มควบคู่กับการอนุรักษ์ผลิตภัณฑ์พื้นถิ่นที่ควรค่าต่อการสืบสานสู่อนุชนรุ่นหลัง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลสัมฤทธิ์เชิงประจักษ์ในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่การสร้างคุณค่างานหัตถศิลป์ไทย แล้วถ่ายทอดสู่วิสาหกิจขนาดย่อม รวมถึงชุมชน เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากที่ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องหลายทศวรรษ โดยเฉพาะงานหัตถศิลป์ด้านแก้ว กระดาษหัตถกรรม และเซรามิก ทั้งการใช้วัสดุที่เหมาะสมในการผลิตชิ้นงาน การใช้เทคโนโลยีสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับงานหัตถศิลป์ การให้สีสันและลวดลายงานหัตถกรรม ที่ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ผู้ประกอบการชุมชนแล้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการจึงประมวลผลงานวิทยาศาสตร์ที่ขยายผลสู่การพัฒนา งานหัตถกรรมไทย โดยได้จัดทำเอกสารเผยแพร่ความรู้ด้านแก้ว เซรามิก และกระดาษ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในชุดหนังสือ "วิทยาศาสตร์เพื่องานหัตถศิลป์" (Science for Arts and Crafts) ของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หนังสือ "วิทยาศาสตร์เพื่องานหัตถศิลป์" คาดว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับการเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับนักศึกษา นักเรียน และประชาชนทั่วไป รวมทั้งการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมของไทย สู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยให้มีความมั่นคงและมั่งคั่งอย่างยั่งยืน

นางอุมาพร สุขม่วง
อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ
มีนาคม 2562

สารบัญ

วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์แก้วไทย

07 ประวัติวัสดุแก้ว

15 เทคโนโลยีการผลิตแก้ว

18 เทคโนโลยีแก้วเจียระไน

20 เทคโนโลยีลูกปัดแก้ว

24 เทคโนโลยีแก้วอ่อน

วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์เซรามิกไทย

26 การสนับสนุนพัฒนาเซรามิกศูนย์ศิลปาชีพฯ

28 กระบวนการผลิตเซรามิก

31 เทคนิคการตกแต่งเซรามิก

วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์กระดาษหัตถกรรม

37 กระดาษหัตถกรรมจากวัตถุดิบท้องถิ่น

39 กระบวนการผลิตกระดาษหัตถกรรม

40 เทคนิคการผลิตกระดาษหัตถกรรม

“วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์”

งานหัตถศิลป์ แสดงถึงเอกลักษณ์ที่มีคุณค่าจากภูมิปัญญา ส่งผ่านกาลเวลาสืบทอดสู่รุ่นต่อรุ่น ผ่านการสร้างสรรค์ด้วยแรงบันดาลใจ ผ่านฝีมือกระบวนการสร้างด้วยความพิถีพิถัน เมื่อเอกลักษณ์หัตถศิลป์ไทยจากภูมิปัญญาดั้งเดิมผสมผสานรวมกับการสร้างสรรค์ที่หลากหลายของนักออกแบบรุ่นใหม่ พร้อมทั้งใช้องค์ความรู้อันทันสมัย จะส่งผลให้เกิดผลงานหัตถศิลป์ไทยร่วมสมัยที่ก้าวล้ำเทียบชั้นงานออกแบบในเวทีสากลได้

องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่ช่วยสืบสานและสร้างสรรค์งานหัตศิลป์ไทยสู่สากลร่วมอนุรักษ์คุณค่าแห่งเอกลักษณ์ให้คงอยู่ ที่สำคัญจะส่งผลต่อการช่วยต่อยอดและเพิ่มมูลค่าสู่เชิงพาณิชย์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ยกระดับคุณภาพและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์หัตถศิลป์ของไทย ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่องานหัตถศิลป์ “ด้านแก้ว” “กระดาษหัตถกรรม” และ “เซรามิก” ที่ส่งเสริมเทคนิคกระบวนการผลิตชิ้นงาน การใช้เทคโนโลยีสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุสู่งานหัตถศิลป์ วิธีการสร้างสีสันและลวดลายงานหัตถกรรม

วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์แก้วไทย

ประวัติวัสดุของแก้ว

"แก้ว" มาจากภาษาอังกฤษว่า "Glass" เป็นวัตถุโปร่งใส เนื้อใสสะอาด มีความเป็นมันแวววาวสุกใส แก้วเป็นสารประกอบของซิลิกากับสารโลหะออกไซด์มีลักษณะโปร่งตาและมีความเปราะในตัวเอง

แก้วมีลักษณะที่เหมือนกับเซรามิก คือ แก้วประกอบขึ้นจากสารอนินทรีย์เหมือนกับเซรามิก และแก้วต้องผ่านการใช้อุณหภูมิสูง จึงทำให้ส่วนใหญ่ระบุแก้วเป็นวัสดุในกลุ่มเดียวกับเซรามิก อย่างไรก็ตามมีสิ่งที่แตกต่างกันระหว่างแก้วปกับเซรามิก โดยแก้วต้องมีการหลอมตัวก่อนที่จะขึ้นรูปในขณะที่เซรามิกต้องขึ้นรูปก่อนและแก้วจะแข็งตัวโดยไม่มีการตกผลึก

มีหลักฐานทางโบราณคดีเชื่อว่า แก้วถูกคิดค้นเมื่อราว 4,000 ปีก่อนคริสตกาล ในยุคเมเสโปเตเมียและอียิปต์ จากทรายที่บดละเอียดกับโซดาที่ได้จากขี้เถ้าไม้หรือวัสดุที่เป็นด่างเติมยางไม้และน้ำเล็กน้อย ปั้นเป็นรูปทรงและเผาด้วยความร้อนสูง ต่อมาชาวโรมันได้พัฒนาส่วนผสมและวิธีการ จนสามารถเป่าแก้วเป็นรูปทรงต่างๆได้ โดยเอาท่อเหล็กจุ่มลงในน้ำแก้วที่หลอมเหลว น้ำแก้วจะติดที่ปลายท่อ จากนั้นเป่าลมเข้าไปในท่อเหล็กทำให้แก้วพองตัว ในขณะนั้นเนื้อแก้วก็จะเย็นตัวลงและแข็งตัวในที่สุด กระจกคือแก้วที่มีลักษณะเป็นแผ่น ในยุคแรกเกิดจากการตัดปากขวดและก้นขวดออกแล้วเอาไปคลี่ออกเป็นแผ่นตอนที่มันยังร้อนอยู่ ต่อมาในศตวรรษที่ 7 ชาวซีเรียได้พัฒนาระบบการผลิตกระจกแผ่นรูปทรงกลมโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางในการเหวี่ยงแก้วที่อ่อนตัวให้แผ่ขยายออกเป็นแผ่น (Crown glass process)

ปี ค.ศ. 1688 ชาวฝรั่งเศสได้คิดค้นวิธีการใหม่ โดยเทน้ำแก้วที่หลอมเหลวลงบนโต๊ะที่ปูโลหะไว้แล้วรีดทับด้วยลูกกลิ้งให้เรียบ แต่กระจกที่ได้ยังมีความหนาและหนักมาก

หลังการปฏิวัติอุตสาหกรรมชาวอเมริกันได้ทำวิธีการตัดแก้วทรงกระบอกแล้วคลี่ออกเป็นแผ่นในขณะที่แก้วยังร้อนอยู่ แต่ใช้เครื่องจักรในการเป่าแก้วทรงกระบอกซึ่งสามารถเป่าแก้วได้ยาวถึง 12 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางถึง 60 เซนติเมตร (Cylinder blown process)

ค.ศ. 1913 Emile Fourcault ชาวเบลเยี่ยมได้คิดค้นการผลิตกระจกแผ่นโดยดึงน้ำแก้วที่กำลังหลอมจากเตาเป็นแผ่นขึ้นตามแนวตั้ง เรียก Fourcault process มีการพัฒนาต่อมาโดยการรีดผ่านลูกกลิ้ง กระจกที่ได้ยังคงมีคลื่นอยู่บ้าง กระจกที่ได้เรียกว่ากระจกชีต (sheet glass)

ค.ศ. 1959 บริษัท Pilkington Brother ประเทศอังกฤษได้พัฒนาการทำกระจกแผ่นด้วยวิธีการโฟลต (Float process) โดยปล่อยให้น้ำแก้วไหลตัวลงในอ่างของโลหะดีบุกที่หลอมเหลว น้ำแก้วจะลอยตัวอยู่บนน้ำโลหะ และถูกดึงให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าภายใต้อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม เมื่อปล่อยให้ค่อยๆเย็นตัวลงจะได้กระจกแผ่น จากนั้นทำการอบลดความเครียดในเนื้อกระจก (annealing) จะได้กระจกโฟลต (float glass) ที่คุณภาพดีผิวเรียบ มีการใช้อย่างแพร่หลาย

1.McCray, P. and Kingery,W.D. (editors). The prehistory and history of glassmaking technology. The American Ceramic Society, Columbus, Ohio,1998

ค.ศ. 1959
บริษัท Pilkington Brother ประเทศอังกฤษได้พัฒนาการทำกระจกแผ่นด้วยวิธีการโฟลต (Float process)

7

ค.ศ. 1913
Emile Fourcault ชาวเบลเยี่ยมได้คิดค้นการผลิตกระจกแผ่น

6

หลังการปฏิวัติอุตสาหกรรม
ชาวอเมริกันสามารถเป่าแก้วได้ยาวถึง 12 เมตร

5

ค.ศ. 1688
ชาวฝรั่งเศสได้คิดค้นวิธีการใหม่ โดยเทน้ำแก้วที่หลอมเหลวลงบนโต๊ะที่ปูโลหะไว้แล้วรีดทับด้วยลูกกลิ้งให้เรียบ

4

ศตวรรษที่ 7
ชาวซีเรียได้พัฒนาระบบการผลิตกระจกแผ่นรูปทรงกลม

3

ชาวโรมัน
ได้พัฒนาส่วนผสมและวิธีการ

2

แก้วถูกคิดค้นเมื่อราว **4,000 ปีก่อนคริสตกาล** ในยุคเมเสโปเตเมียและอียิปต์

1

8

แก้วที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีของแก้ว ได้แก่

1

แก้วโซดาไลม์
soda-lime glass

ประกอบด้วยทราย โซดาแอช หินปูน เป็นแก้วที่ใช้กันในชีวิตประจำวัน เช่น ขวดแก้ว กระจก แก้วน้ำ สามารถทำให้เกิดสีต่างๆ ได้โดยการเติมออกไซด์ที่มีสีลงไป

2

แก้ว/คริสตอล
crystal glass
หรือ lead glass

ผลิตภัณฑ์ของแก้วชนิดนี้ส่วนใหญ่คือ เครื่องแก้วเจียรไน เครื่องประดับแก้ว

3

แก้วบอโรซิลิเกต
borosilicate glass

แก้วบอโรซิลิเกตมีสมบัติที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ผลิตภัณฑ์ของแก้วชนิดนี้ เช่น เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ภาชนะบรรจุยา หลอดไฟ เครื่องครัว ฝาไมโครเวฟ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อีกอย่างของแก้วบอโรซิลิเกต คือ ไฟเบอร์กลาส และฉนวนใยแก้ว

แก้วแบ่งตามกรรมวิธีการผลิต ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการขึ้นรูป ได้แก่

1. **Hot glass การขึ้นรูปแบบอุตสาหกรรม 1100-1200 ˚C**
2. **Warm glass การขึ้นรูปเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 600-900 ˚C**
3. **Cold glass การขึ้นรูปที่อุณหภูมิห้อง เช่น การทำกระจกสี การเจียระไนแก้ว**

แก้วแบ่งตามการใช้งาน ได้แก่

แก้วในงานก่อสร้าง (Constructions) เช่น กระจกแผ่น กระจกลาย อิฐแก้ว (Glass brock) เป็นต้น ต้องมีความแข็งแรง ความโปร่งใสสูง สามารถผลิตในปริมาณมากเพื่อให้คุ้มกับการลงทุน

แก้วบรรจุภัณฑ์ (Containers) เช่น ขวด แก้วน้ำ และภาชนะต่างๆ ควรจะมีความทนทานทางกายภาพและทางเคมีระดับในระดับหนึ่ง และควรสามารถนำกลับมาล้างใช้ได้ใหม่อย่างน้อย 50 ครั้ง

แก้วที่ผ่านการแปรรูป (Specialty glass) เช่น กระจกนิรภัยชนิดต่างๆ กระจกฉนวน กระจกเสริมลวด เป็นการนำกระจกแผ่นแบบ float มาอบ ดัด ตัดแต่ง ซึ่งจะทำให้ได้กระจกที่มีรูปร่างตามที่ต้องการ มีความทนทานมากขึ้น กระจกนิรภัยจะช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดจากการแตกได้

แก้วเครื่องประดับ ตกแต่ง (Ornaments & Figurines)) เช่น แก้วคริสตัล ของชำร่วยต่างๆ แก้วสลัก เจียรไน มักเป็นแก้วพวก borosilicate ซึ่งสามารถนำมาเป่าขึ้นรูปได้ง่าย หรือแก้วผสมตะกั่ว ซึ่งจะทำให้แกะสลักและเจียรไนได้ง่าย

แก้วในอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics & Electrical Glass) เช่น Cathode-ray tubes, capacitors, resistors, computer components และ print circuits เป็นต้น แก้วที่ใช้จะต้องมีค่า dielectric ที่ดี มีการสูญเสียทางไฟฟ้าน้อย ในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันสูง หน้าจอทีวี แก้วสำหรับการป้องกันการแผ่รังสี ก็ควรมีปริมาณตะกั่วที่สูง

แก้วในงานทางแสง (Optical glass) เช่น หลอดไฟ ต้องมีทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการใช้งานที่อุณหภูมิสูง ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ส่วนเลนส์ ใยแก้วนำแสง ต้องใช้วัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์สูง

แก้วในงานอื่นๆ (Other Glass) เช่น ใยแก้ว โฟมแก้ว วัสดุคอมโพสิท ต้องสามารถใช้ในงานที่ต้องการความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อน ทนความร้อน และมีความต้านทานไฟฟ้าที่ดี ขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่จะนำไปใช้

วัตถุดิบแก้ว ประกอบด้วย

ซิลิกา (SiO_2) หรือทรายแก้ว ทำหน้าที่เป็นโครงร่างตาข่ายแก้ว หรือเป็นโครงสร้างหลักของแก้วโซดาไลม์แหล่งที่มาของซิลิกามาจากทรายแก้วหรือแร่ควอตซ์ แก้วที่มีปริมาณซิลิกาสูง จะทำให้แก้วนั้นมีโครงสร้างที่แข็งแรง ทนต่อความร้อนและสารเคมี แต่ทำการผลิตได้ยากเนื่องจากต้องใช้อุณหภูมิในการหลอมเหลวสูงขึ้น และขึ้นรูปได้ยากเนื่องจากมีความหนืดสูง

โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอมในแก้ว ทำให้น้ำแก้วมีความหนืดน้อยลง ช่วยลดอุณหภูมิการหลอมให้เหลือน้อยกว่า 1600 ˚C แต่ถ้าแก้วมีโซเดียมออกไซด์มากจะทำให้แก้วละลายน้ำ ความทนทานต่อสภาพอากาศและสารเคมีลดลง และเมื่อใช้เป็นระยะเวลานานๆ แก้วจะเกิดเป็นฝ้าขาวที่เรียกว่าสนิมแก้ว หรือโซดาแอช แหล่งที่มาของโซเดียมออกไซด์คือโซเดียมคาร์บอเนตหรือโซดาแอช (Na_2CO_3) และโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ที่ใช้ช่วยลดฟอง

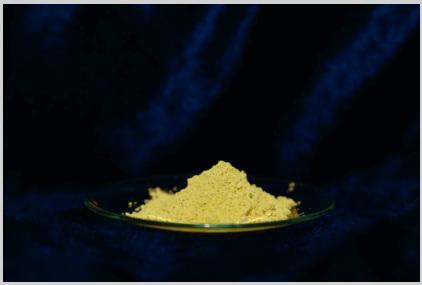
แคลเซียมออกไซด์และแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO / CaO) ทำหน้าที่ดัดแปลงโครงสร้าง และเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิการหลอมแก้ว (fluxes) ลดความหนืดของแก้ว เพิ่มความทนทานต่อสารเคมี ปกป้องการละลายน้ำของแก้ว แหล่งที่มาของแคลเซียมออกไซด์และแมกนีเซียมออกไซด์ได้มาจากโดโลไมต์และหินปูน

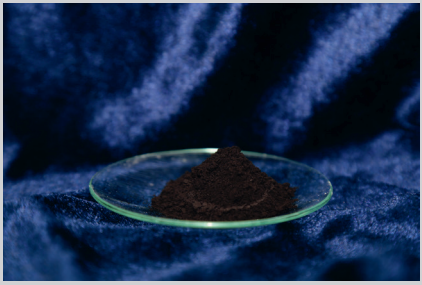
อลูมินา (Al_2O_3) ทำหน้าที่ช่วยปรับปรุงสมบัติแก้ว โดยเพิ่มสมบัติการทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันและคงทนต่อสารเคมี มีความทนทานต่อการสึกกร่อน และช่วยเพิ่มความคงทนของแก้ว แหล่งที่มาของอะลูมินาคือเฟลด์สปาร์ หรืออลูมินาไฮดรอกไซด์

โพแทสเซียมคาร์บอเนต (Potassium Carbonate) ช่วยให้การตกผลึกเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้การเรียงตัวของผลึกออกมาสวยงาม

อาซินิกออกไซด์และแอนติโมนีไตรออกไซด์ (As_2O_3/Sb_2O_3) ทำหน้าที่ช่วยลดฟองในแก้วที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด ส่วนใหญ่ใช้ในปริมาณน้อย 0.1-1 wt.%. เนื่องจากเป็นสารมีพิษ และระเหยง่าย

สารทำให้เกิดสี (colorant) ส่วนมากถูกนำมาใช้เพื่อให้ควบคุมการให้สีของแก้ว ส่วนมากจะเป็นกลุ่มโลหะทรานซิชั่น ได้แก่ เหล็ก (Fe) ทำให้เกิดสีเขียว แมงกานีส (Mn) ทำให้เกิดสีม่วง โครเมียม (Cr) ทำให้เกิดสีเขียว ยูเรเนียม (U) ทำให้เกิดสีเหลือง เวเนเดียม (V) ทำให้เกิดสีเขียว นิเกิล (Ni) ทำให้เกิดสีน้ำตาล โคบอลต์ (Co) ทำให้เกิดสีน้ำเงิน คาร์บอน (C) ทำให้เกิดสีน้ำตาล คอปเปอร์ (Cu) ทำให้เกิดสีน้ำเงิน และทอง (Au) ทำให้เกิดสีแดง



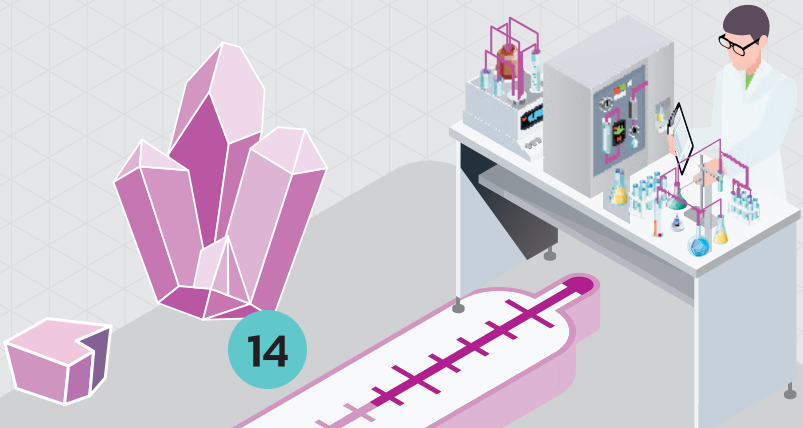


สมบัติสำคัญของแก้ว

ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Coefficient of thermal expansion), COE
เป็นค่าที่บอกว่าเมื่อแก้วได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวขึ้นเท่าใด เช่น แก้วที่มี COE เท่ากับ 9x10-6˚c-1 หมายความว่าถ้าแก้วที่มีความยาว 10 มิลลิเมตร ได้รับความร้อนสูงขึ้น 1°C แก้วจะขยายตัวตามแนวยาว 0.00009 มิลลิเมตร

อุณหภูมิอ่อนตัวของแก้ว (softening point) คือ อุณหภูมิที่แก้วจะเริ่มเปลี่ยนจากสถานะของแข็งเป็นของเหลว ซึ่งแก้วแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน

อุณหภูมิทรานสิชั่น (Tg) คืออุณหภูมิที่โมเลกุลของแก้วซึ่งเป็นร่างแห มีการเคลื่อนไหวพร้อมจะเปลี่ยนสถานะไปเป็นของเหลว อุณหภูมินี้มีความสำคัญนำไปสู่อีก 2 อุณหภูมิคือ อุณหภูมิการอบแก้ว (annealing) และ strain point ของแก้วที่จะต้องทราบในการขึ้นรูป โดยทั่วไปอุณหภูมิทรานสิชั่นของแก้ว เช่น กระจกจะเท่ากับ 540-550°C (Annealing point คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแก้ว ~570°C และStrain point คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้ในการอบแก้ว ~ 510°C)



เทคโนโลยีการผลิตแก้ว

การหลอมแก้ว

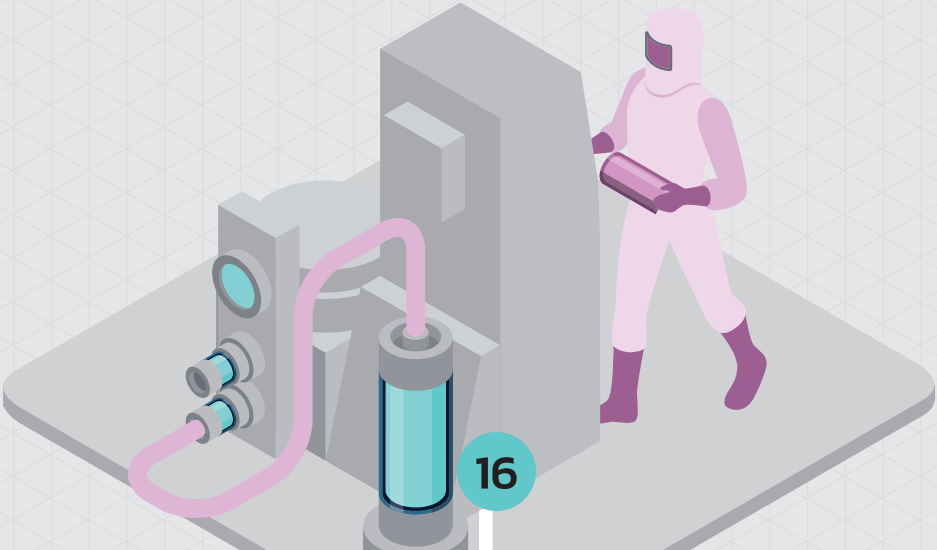
เป็นการหลอมวัตถุดิบให้เป็นแก้ว ประกอบขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การหลอมวัตถุดิบ (raw material melting) วัตถุดิบแก้วจะเกิดการหลอมตัวเมื่อได้รับความร้อน ปฏิกิริยาการแปรสภาพซิลิกาเป็นซิลิเกตค่อย ๆ เกิดขึ้นก่อน

2. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน น้ำแก้วที่ได้จากการหลอมต้องถูกทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยปราศจากฟองก๊าซก่อนเข้ากระบวนการขึ้นรูป กระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันทำโดยการใช้สารไล่ฟองเพื่อไล่ฟองที่เหลือในวัตถุดิบแก้ว และใช้การกวน (stirring) หรือการกำเนิดฟอง (bubbling) เพื่อช่วยให้ฟองก๊าซเล็ก ๆ ที่เกิดขึ้นจากสารไล่ฟองจับ จึงต้องมีตัวไล่ฟอง เช่น โซเดียมไนเตรท หรือโซเดียมซัลเฟต ตัวเป็นฟองก๊าซขนาดใหญ่และลอยขึ้นไปบนผิวน้ำแก้ว ถ้าฟองก๊าซเกิดขึ้นมากและจับตัวกันเป็นฟองก๊าซขนาดใหญ่ในเวลาอันรวดเร็ว หรือใช้อาซินิกออกไซด์ และแอนติโมนีไตรออกไซด์ ที่ทำหน้าที่ซับฟองอากาศและละลายไปในเนื้อแก้ว แก้วที่ได้ยิ่งมีความเป็นเนื้อเดียวกันมาก

3. การปรับสภาพ น้ำแก้วที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันจะนำไปปรับสภาพให้มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้นและมีความหนืดตามที่ต้องการสำหรับการขึ้นรูป น้ำแก้วบริเวณนี้มีอุณหภูมิระหว่าง 900 – 1,350 °C ระยะเวลาทั้งหมดที่วัตถุดิบแก้วอยู่ในเตาหลอมตั้งแต่ป้อนเข้าจนกลายเป็นน้ำแก้วที่มีความเป็นเนื้อ สำหรับแก้วบรรจุภัณฑ์ (container glass) ใช้เวลา 24 ชั่วโมง สำหรับกระจกโฟลตใช้เวลา 72 ชั่วโมง เมื่อน้ำแก้วผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้วต้องนำไปอบเพื่อไล่ความเครียด (stress) ที่อุณหภูมิประมาณ 540-550 °C เพื่อไม่ให้แก้วแตกเสียหายจากการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว

กระบวนการหลอมแก้วในระดับอุตสาหกรรมเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่เครื่องจักรต้องทำงานตลอดเวลา 24 ชั่วโมง แต่สำหรับแก้วศิลปะ หรือแก้วหัตถศิลป์ กระบวนการหลอมแก้วเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง โดยแก้วหัตถศิลป์เป็นแก้วที่มีกรรมวิธีการผลิตตามอุณหภูมิที่ใช้ในการขึ้นรูปทั้งการขึ้นรูปแบบ Hot glass โดยตรงจากน้ำแก้วที่ดึงออกมาจากเตาหลอม และนำมาเป่า หรือเทลงเบ้าเพื่อขึ้นรูป หรือใช้การขึ้นรูป Warm glass โดยการน้ำแก้วมาให้ความร้อนให้หลอมติดกัน เช่น แก้วเป่าลูกปัดแก้ว หรือใช้การขึ้นรูปแบบ Cold glass โดยนำแก้วมาเจียระไน เป็นต้น



การขึ้นรูปแก้วหัตถศิลป์

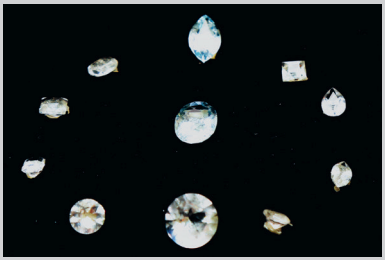
1. Fusing เป็นการใช้ความร้อนจากเตาทำให้ชิ้นของแก้วเกิดการเชื่อมติดกัน ถ้าเลือกชนิดของแก้วให้ถูก เผาและอบอย่างเป็นระบบ สุดท้ายชิ้นงานที่ได้จะไม่แตก การผลิต Full Fusing เป็นการเชื่อมแก้ว 2 ชิ้น หรือมากกว่าโดยมีอุณหภูมิ 790-840 °C จนกระทั่งแก้วไหลมารวมกัน และการผลิตแบบ Tack Fusing เป็นการให้ความร้อนจนแก้วติดกันและแต่ละชิ้นยังมีลักษณะคงเดิม อุณหภูมิ

2. Slumping เป็นการขึ้นรูปแก้วโดยให้โค้งหรือหย่อนลงบนแบบ (mold) ทำให้แก้วหลังจากเกิดการอ่อนตัวกลายรูปเป็นชาม จาน ตามต้องการ อุณหภูมิ 650-700 °C

เทคโนโลยีแก้วเจียระไน

แก้วมีจุดเด่นที่แตกต่างจากวัสดุอื่นคือการโปร่งแสง อันเป็นที่มาของประโยชน์ของแก้วหลายประการ เช่น ทำเป็นเครื่องประดับ งานศิลปะ แปรรูปเป็นวัสดุตกแต่ง เป็นต้น ตัวอย่างที่รู้จักกันดีของเครื่องประดับที่ทำจากแก้ว คือแก้วเจียระไน ซึ่งแตกต่างจากแก้วทั่วไป คือ เนื้อแก้วมีความแวววาว ใส และมีความหนาแน่นสูง เคาะมีเสียงดังเพราะกังวาน นิยมทำเป็นเครื่องประดับ ช่อไฟ ภาชนะบนโต๊ะอาหาร

สาเหตุที่ทำให้แก้วมีสมบัติโปร่งแสงเนื่องจากเนื้อแก้วมีวัตถุดิบที่ช่วยให้แก้วหลอมเหลวได้ง่าย เนื้อแก้วมีความหนักเพราะมีโลหะอยู่ในส่วนผสม ตัวอย่างเช่น ตะกั่ว แบเรียม การใช้ตะกั่วผสมในแก้วมีมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 ดังนั้นคำว่า crystal glass ก่อนหน้านี้เป็นที่รู้กันว่า หมายถึง lead crystal glass แก้วของบริษัท Swarovski ที่มีชื่อเสียง มีตะกั่วถึงร้อยละ 24 – 33 จึงทำให้แก้วมีดัชนีหักเหสูง (refractive index) ส่งผลให้เกิดความแวววาว คำจำกัดความทางด้านวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่าแก้วเจียระไนได้นั้น ต้องมีค่าดัชนีหักเหสูงมากกว่า 1.52 ค่าความหนาแน่น มากกว่า 2.5 และ Abbe Number ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงการกระเจิงของแสง ควรต่ำกว่า 48



การพัฒนาผลิตภัณฑ์แก้วปลอดภัย

ปัจจุบันได้ให้ความสำคัญและตระหนักถึงความปลอดภัยด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นวัตถุมีพิษใดๆ ต้องไม่มีในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จึงได้มีการพัฒนาแก้วเจียระไนที่ปราศจากตะกั่วและแบเรียม (lead barium free glass) กันอย่างกว้างขวางเกิดสิทธิบัตรประมาณ 20 สิทธิบัตร ในการพยายามหาวัตถุดิบอื่นที่มีพิษน้อยกว่าหรือไม่มีพิษใด ๆ มาแทนตะกั่วและแบเรียม โดยยังคงสมบัติของแก้วเจียระไนไว้ให้มากที่สุด กลุ่มวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้แทนตะกั่วได้ คือ "ซิงค์ออกไซด์ แคลเซียมอ็อกไซด์ สตรอนเทียมอ็อกไซด์ และเซอร์โคเนียมอ็อกไซด์"

เทคโนโลยีลูกปัดแก้ว

เครื่องประดับที่ทำจากแก้ว เช่น ลูกปัดแก้ว และของประดับ ที่เป็นผลิตภัณฑ์จากการแก้ว เป็นที่นิยมในต่างประเทศมานานแล้ว สำหรับประเทศไทยตามห้างสรรพสินค้า เราจะพบว่า ผลิตภัณฑ์แก้วที่มีคุณภาพดีมักนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะแถบยุโรป จึงเป็นสินค้าที่มีราคาแพงเพราะถือเป็นงานศิลปะที่ต้องอาศัยความชำนาญในการขึ้นรูปแบบและความรู้ทางเทคนิค และต้องใช้เวลาในการขึ้นรูปนาน

รูป 1 ตัวอย่างเครื่องประดับแก้วจากลูกปัดแก้ว

การทำเครื่องประดับและของตกแต่งจากลูกปัดแก้วในประเทศไทยมีการผลิตค่อนข้างน้อย แม้ว่าคนไทยมีความสามารถในการออกแบบเครื่องประดับและมีความเป็นนักประดิษฐ์อยู่แล้ว เนื่องจากยังขาดบุคลากรที่มีความรู้ด้านเทคนิคการขึ้นรูป และแก้วที่ใช้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นสาเหตุหลักของการลงทุนสูง เนื้อแก้วที่ใช้ต้องมีสมบัติพิเศษด้านการอ่อนตัว แก้วประเภทนี้ที่รู้จักกันดีคือ Bullseye ของสหรัฐอเมริกา Moretti ของอิตาลี Launcha ของเยอรมัน Satake ของประเทศญี่ปุ่น

รูป 2 ตัวอย่างแท่งแก้วจากต่างประเทศ

ในประเทศไทยมีการขุดพบลูกปัดแก้วมากมายตามภาคต่างๆ ทั้งหินคาร์เนเลี่ยน อาเกต หลากสี ควอทซ์ แลปิส อาร์เมทิส รวมทั้งลูกปัดแก้วแบบต่างๆ ลูกปัดโบราณในประเทศไทยได้รับอิทธิพล วัฒนธรรม และวัตถุดิบมาจากภายนอกโดยเฉพาะอินเดีย ซึ่งมีอิทธิพลต่อการผลิตลูกปัดแก้วในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทยด้วย โดยเชื่อกันว่าลูกปัดแก้วรุ่นแรกๆในไทยนั้นนำเข้ามาจากอินเดีย เพราะในราว 2,000-2,500 ปีมาแล้วเป็นยุคที่อินเดีย เอเชีย ตะวันตก เมดิเตอเรเนียน ติดต่อทางการค้าแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกัน และค้าขายมาจนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

เทคนิคการทำลูกปัดแก้ว

1. เตรียมอุปกรณ์สำหรับการขึ้นรูป ประกอบด้วย แท่งแก้วใช้ทำลูกปัด น้ำดินชุบแกน หัวเป่าไฟ แว่นตาป้องกันรังสี แกนสแตนเลส เตาอบแก้วหรือเวอร์มิคูไลท์ แผ่นคาร์บอน

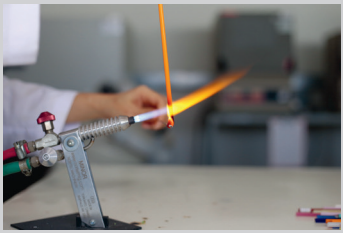
2. **ติดตั้งหัวเป่าไฟ** ต่อหัวเป่าไฟเข้ากับ 2 สาย ได้แก่ สายแก๊ส LPG และ สายออกซิเจน

3. การเตรียมแกนสแตนเลส นำแกนสแตนเลสชุบน้ำดินชุบแกน ยาวประมาณ 1 นิ้ว แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

4. การขึ้นรูป นำแท่งแก้วมาให้ความร้อนจนหลอมเหลว สามารถสังเกตได้จากแท่งแก้วจะเปลี่ยนเป็นสีแดง นำแท่งแก้วที่หลอมเหลวพันไปรอบแกนสแตนเลส จนได้ขนาดลูกปัดตามที่ต้องการ แล้วตัดส่วนที่เกินออกด้วยไฟ นำแกนสแตนเลสที่พันแก้วทับมาให้ความร้อนต่อ โดยใช้วิธีหมุนแกนสแตนเลสเพื่อควบคุมรูปทรงของลูกปัดไปเรื่อยๆ จนได้ลักษณะกลม สม่ำเสมอกันทั้งลูก

5. การตกแต่ง เมื่อได้ลูกปัดแก้วที่มีรูปทรงสม่ำเสมอแล้ว ทำการตกแต่งลวดลายด้วยแท่งแก้วสีอื่นๆโดย ตกแต่งเป็นลายดอกไม้ ลายจุด ขณะที่ตกแต่งลวดลายต้องให้ความร้อนแก่ลูกปัดแก้วตลอดโดยรักษาอุณหภูมิให้คงที่เพื่อป้องกันลูกปัดแก้วแตก

6. การอบ ลูกปัดแก้วที่ตกแต่งเสร็จแล้วนำไปอบด้วย เวอร์มิคูไลท์ หรือเตาอบแก้ว เพื่อให้ลูกปัดลดอุณหภูมิลงโดยไม่แตกร้าว



เทคโนโลยีแก้วอ่อน
(Lamp working glass)

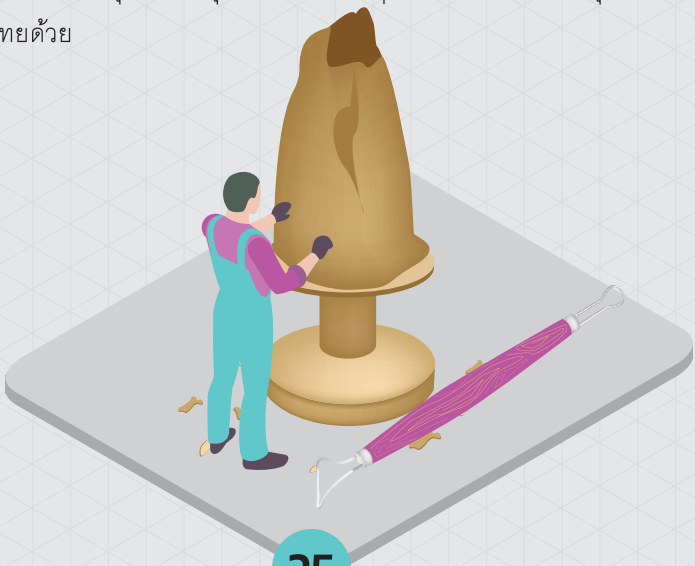
แก้วอ่อน จัดเป็น แก้วโซดาไลม์ชนิดหนึ่ง ทำจากวัตถุดิบหลัก 3 ชนิด คือ ทราย โซดาแอช และหินปูน ซึ่งเป็นแก้วชนิดเดียวกับที่ทำขวด แก้วน้ำ กระจก หลอดไฟ หรือผลิตภัณฑ์แก้วที่พบเห็นในชีวิตประจำวันอื่นๆ ต่างกันตรงสัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ นอกจากนั้นก็แตกต่างกันตรงอนินทรีย์ออกไซด์ต่างๆ ที่ใส่เพิ่มเพื่อทำให้สมบัติดีขึ้น หรือเพื่อทำให้เกิดสีตามต้องการ แก้วจะมีส่วนประกอบทางเคมีไม่แน่นอน แต่ส่วนผสมจะต้องอยู่ในขอบเขตที่เหมาะ ถ้าสัดส่วนของวัตถุดิบที่ผสมเกินออกไปจากที่กำหนด จะได้แก้วที่ไม่มีคุณภาพหรืออาจไม่หลอมตัว

การผลิตแท่งแก้วอ่อน จะหลอมที่อุณหภูมิปานกลาง คือ 1300-1400 °C มีลักษณะเป็นแก้วใสหรือขุ่นทึบแสง มีความแข็งปานกลางเมื่อเทียบกับแก้วชนิดอื่นๆ แก้วอ่อนที่จะนำมาขึ้นรูปเป็นลูกปัด นิยมทำเป็นแท่งเพราะง่ายต่อการทำเป็นเม็ดในภายหลัง

วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์เซรามิกไทย

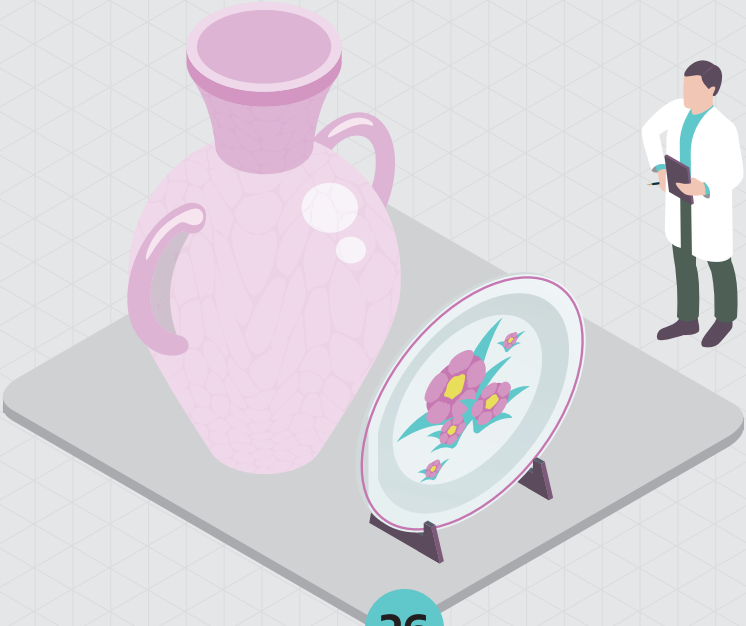
เซรามิกเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่คู่มากับศิลปวัฒนธรรมไทยมาแต่โบราณ โดยที่มีการขุดค้นพบหลักฐานงานเซรามิกยุคก่อนประวัติศาสตร์ที่ตำบลบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี หลังจากงานเซรามิกบ้านเชียงแล้วก็ยังมีการค้นพบเครื่องปั้นดินเผาของอาณาจักรมอญและขอม โดยการค้นพบนี้แสดงให้เห็นถึงอารยธรรมและความเจริญของชนชาติที่อาศัยอยู่บนผืนแผ่นดินไทย หลังจากที่อาณาจักรไทยได้สถาปนาเริ่มตั้งแต่ราชอาณาจักรสุโขทัย กรุงศรีอยุธยา ธนบุรี มาจนถึงรัตนโกสินทร์ ได้พบว่าประเทศไทยมีวิวัฒนาการเซรามิกเรื่อยมาและมีการพัฒนาองค์ความรู้ที่เป็นประจักษ์ดั่งที่ได้มีการขุดค้นพบเตาทุเรียงและเครื่องปั้นดินเผาแบบต่างๆ เช่น ถ้วยชามสังคโลก เครื่องเบญจรงค์ เครื่องลายน้ำทอง และเครื่องเคลือบศิลาดล เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในยุคต้นรัตนโกสินทร์ โดยเฉพาะเซรามิก เครื่องเบญจรงค์และเครื่องลายน้ำทอง ได้รับการพัฒนารูปแบบและเทคโนโลยีการใช้สีตกแต่งภาชนะมากขึ้น ต่อมาหลัง ในสมัยรัชกาลที่ 7 ประเทศไทยมีการปฏิรูประบบอุตสาหกรรมโดยยกฐานะหน่วยงานที่ชื่อว่าศาลาแยกธาตุ ขึ้นเป็นกรมวิทยาศาสตร์บริการ(กรมวิทยาศาสตร์บริการในปัจจุบัน) เพื่อให้เป็นหน่วยงานในภาครัฐที่รวบรวมบุคคลากรที่มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เป็นแหล่งให้คำปรึกษาและสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เป็นพื้นฐานเพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆในประเทศ ซึ่งรวมถึงอุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศไทยด้วย



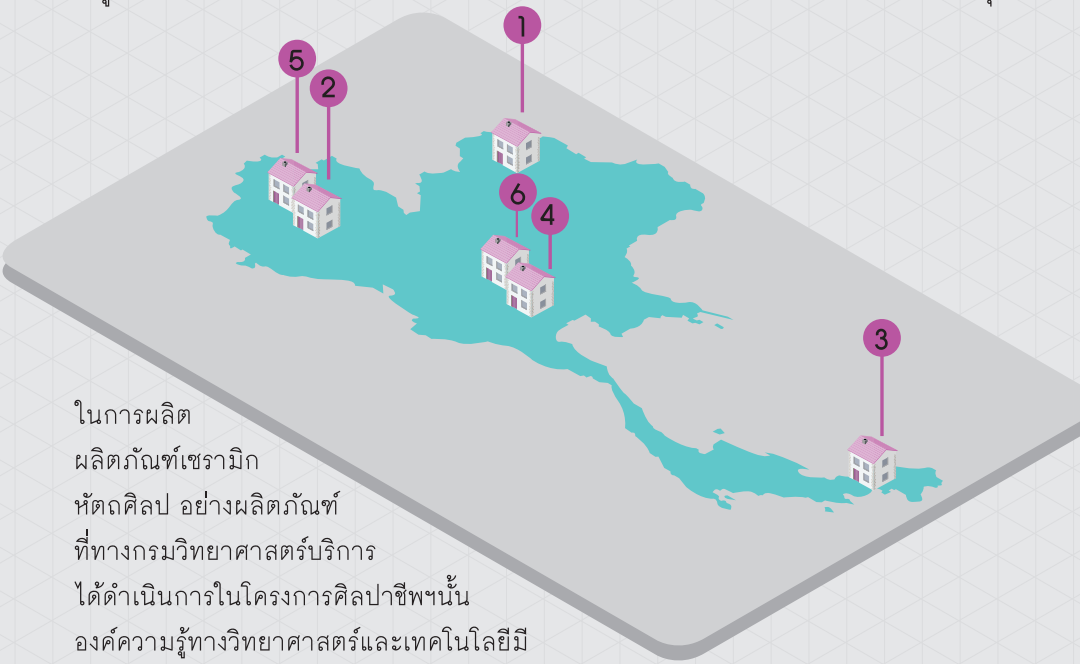
การสนับสนุนพัฒนาเซรามิกศูนย์ศิลปาชีพฯ

กลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกดั้งเดิม สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ดำเนินงานในพระราชปณิธานของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ 9 ที่จะช่วยราษฎรที่อยู่ห่างไกลความเจริญ ยากจน ให้สามารถมีรายได้ให้เพียงพอต่อการยังชีพด้วยทักษะด้านงานช่างฝีมือ และการอนุรักษ์งานฝีมือ ศิลปะ และวัฒนธรรมของชาติ โดยการนำบุคลากรและองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกเข้าไปช่วยสนับสนุนงานมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพฯ ทั้งหมด 6 แห่ง โดยสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ ในกระบวนการผลิตเซรามิก จัดการฝึกอบรมภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในความรู้ด้านการผลิตเซรามิกเพื่อพัฒนาศักยาภาพให้สมาชิกของแต่ละศูนย์ฯ รวมถึงทำงานวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงรูปแบบและกระบวนการผลิตเซรามิกของแต่ละศูนย์อย่างต่อเนื่อง



รายชื่อศูนย์ศิลปาชีพฯที่ได้รับการสนับสนุนองค์ความรู้ด้านเซรามิก จากกรมวิทยาศาสตร์บริการ

1.ศูนย์ศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม จ.สกลนคร	เริ่มปี พ.ศ. 2527 –ปัจจุบัน
2.ศูนย์ศิลปาชีพบ้านแม่ต๋ำ จ.ลำปาง	เริ่มปี พ.ศ. 2528 – ปัจจุบัน
3.ศูนย์ศิลปาชีพพระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์ จ.นราธิวาส (รวมถึงกลุ่มเครื่องปั้นดินเผา บ้านรอตันบาตู จ.นราธิวาส)	เริ่มปี พ.ศ. 2531- ปัจจุบัน
4.ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา	เริ่มปี พ.ศ. 2534 – ปัจจุบัน
5.ศูนย์ศิลปาชีพบ้านทุ่งจี้ จ.ลำปาง	เริ่มปี พ.ศ. 2548- ปัจจุบัน
6.ศูนย์ศิลปาชีพศรีบัวทอง จ.อ่างทอง	เริ่มปี พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน



ในการผลิต
ผลิตภัณฑ์เซรามิก
หัตถศิลป อย่างผลิตภัณฑ์
ที่ทางกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ได้ดำเนินการในโครงการศิลปาชีพฯนั้น
องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมี
ส่วนสำคัญในการควบคุมคุณภาพการผลิตและพัฒนา
ต่อยอดผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มกระบวนการคัดเลือกวัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบเนื้อดินให้เหมาะสม ต่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ การพัฒนาสูตรเคลือบให้เหมาะสมกับเนื้อดินและการใช้งาน เทคนิคการเผาแบบกำหนดอุณหภูมิเหมาะสมต่อเนื้อดินและเคลือบ เทคนิคการตกแต่งผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่มีความจำเป็นต้องมีการใช้อย่างถูกต้องเพื่อให้ลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต และสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและสวยงามได้ ดังตัวอย่างกระบวนการผลิตโดยย่อ และตัวอย่างหลักสูตรที่กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ถ่ายทอดสู่ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพต่างๆ

กระบวนการผลิตเซรามิก

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.ดิน: มีความเหนียว ช่วยให้ขึ้นรูปได้ง่าย
2.แร่ฟันม้า: ช่วยให้ส่วนผสมหลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำ
3.ควอตซ์ หรือหินเขี้ยวหนุมาน: ทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์ มีความแข็งแรงและคงทนขึ้น และช่วยในเรื่องการหดตัวของดิน ทำให้ผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนเผา และหลังเผาหดตัวเล็กน้อย

2. การขึ้นรูป

1.การปั้นอิสระ
2.การใช้แป้นหมุน
3.การหล่อแบบ

3. การตกแต่ง

4. การเผาดิบ

การเผาดิบ คือ การเผาผลิตภัณฑ์เซรามิก หลังจากการขึ้นรูปและตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยเผาที่อุณหภูมิ 800 °C

5. การเคลือบ

เคลือบ คือ ชั้นแก้วบางๆ เกิดจากสารประกอบซิลิเกตซึ่งเมื่อถูกความร้อนแล้วเกิดการหลอมละลายเป็นเนื้อแก้ว และฉาบอยู่บนผิวของผลิตภัณฑ์หรือผิวของเนื้อดินปั้น (body)

การเคลือบ : 1.ชุบเคลือบ 2.พ่นเคลือบ 3.ราดเคลือบ 4.ทาเคลือบ

6. การเผาเคลือบ

การเผาเคลือบ เป็นการเผาผลิตภัณฑ์ดิบที่ผ่านการชุบเคลือบแล้ว วัตถุประสงค์ของการเผา เพื่อให้เคลือบหลอมเป็นเนื้อแก้วติดแน่นอยู่บนผิวผลิตภัณฑ์ โดยเผาที่อุณหภูมิ 1200 ถึง 1250 °C

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิก

1

การปั้นอิสระ

การปั้นอิสระ เป็นวิธีขึ้นรูปที่อิสระที่สุด มีอยู่ 3 วิธี คือ

1.การบีบ โดยเริ่มต้นจากตรงกลาง และค่อยบีบขยายขึ้นรูปไปเรื่อยๆ ตามรูปทรงภาชนะที่ต้องการ

2.การขด โดยนำดินมาคลึงให้เป็นเส้นยาวๆ และขดขึ้นไปเรื่อยๆ เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องการความสูง เช่น แจกัน

3.การรีดให้เป็นแผ่น โดยใช้ไม้กลิ้งแป้งมากลิ้งไปกลิ้งมา ให้ได้ความหนาที่สม่ำเสมอ จากนั้นจึงหารูปทรงที่ต้องการ เช่น จาน ก้นหม้อ มาทาบลงไปบนแผ่นดิน และตัดตามขนาดที่ต้องการ โดยวิธีการปั้นมือทั้ง 3 รูปแบบ จะเกิดการทิ้งร่องรอยจากมือเราไว้บนชิ้นงาน เป็นการบอกเล่าเรื่องราวระหว่างคนปั้นกับชิ้นงาน ซึ่งเป็นเสน่ห์อย่างหนึ่งของการปั้นเซรามิก การปั้นอิสระนับเป็นอีกหนึ่งวิธี ที่นิยมใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกในปัจจุบัน

การขึ้นรูปแบบการปั้นอิสระ

2

การใช้แป้นหมุน

การใช้แป้นหมุน การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ เนื้อดินที่ใช้ต้องมีความละเอียด และมีความเหนียวมาก อาศัยหลักการนำแรงที่ได้จากแรงเหวี่ยงจากศูนย์กลางของแป้นหมุน ตามทิศทางทวนเข็มนาฬิกา หรือตามเข็มนาฬิกา ช่วยในการดึงดินขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบตามต้องการ ซึ่งความเร็วของแป้นหมุนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะสามารถช่วยกำหนดรูปแบบ และขนาดของผลิตภัณฑ์ได้ โดยเมื่อความเร็วรอบของแป้นหมุนช้า จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ แต่ถ้าความเร็วรอบของแป้นหมุนเร็ว จะขึ้นรูปได้เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กเท่านั้น ข้อดีของวิธีนี้ คือ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงสมมาตร

การขึ้นรูปแบบ
การใช้แป้นหมุน

3

การหล่อแบบ

การหล่อแบบ วิธีนี้ต้องทำการปั้นต้นแบบขึ้นมาก่อน จากนั้นจึงทำแบบพิมพ์ โดยนำปูนปลาสเตอร์มาเทรอบต้นแบบให้ท่วม และทิ้งไว้ให้แข็งตัว หลังจากนั้นนำต้นแบบออกจากแบบพิมพ์ เมื่อได้แบบพิมพ์แล้ว ให้ทำการเทน้ำดินลงไปในแบบพิมพ์ ซึ่งน้ำดินที่ใช้ต้องมีสมบัติไหลตัวได้ดี แบบพิมพ์ที่เป็นปูนปลาสเตอร์ จะทำหน้าที่ช่วยดูดน้ำในชั้นดิน ทำให้ชั้นดินค่อยๆ แห้ง และหนาขึ้นเรื่อยๆ เมื่อได้ระดับความหนาของชิ้นงานตามต้องการแล้ว เทน้ำดินออก และคว่ำแบบพิมพ์ลง จากนั้นทิ้งชิ้นงานไว้ในแบบพิมพ์จนแห้ง เมื่อดินแห้งแล้ว จึงแกะชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์ โดยวิธีการนี้จะได้ชิ้นงานที่มีพื้นผิวค่อนข้างเรียบ และสามารถใช้กับรูปแบบชิ้นงานที่ซับซ้อนได้

การขึ้นรูป
แบบการหล่อแบบ

เทคนิคการตกแต่งเซรามิก

หลังจากการขึ้นรูปและเผาดิบแล้ว ผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้นจะถูกคัดเลือกและตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นก่อนนำมาตกแต่งในกระบวนการถัดไป โดยเทคนิคการตกแต่งเซรามิกนั้นมีหลากหลายวิธีและเทคนิค ซึ่งกลุ่มเซรามิกดั้งเดิมนั้นมีองค์ความรู้และงานวิจัยต่างๆมากมายที่พร้อมถ่ายทอดให้แก่ผู้สนใจ โดยมีตัวอย่างเทคนิคการตกแต่งที่เคยไปถ่ายทอดดังนี้

การตกแต่งด้วยสีบนเคลือบชนิดผง

เทคนิคการตกแต่งสีบนเคลือบชนิดผงด้วยการวาดมือ ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่ กรมวิทยาศาสตร์บริการได้นำไปถ่ายทอดให้แก่สมาชิกของศูนย์ศิลปาชีพ 4 แห่ง ได้แก่ ศูนย์ศิลปาชีพสีบัวทอง จ.อ่างทอง ศูนย์ศิลปาชีพบ้านทุ่งจี้ จ.ลำปาง ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม จ.สกลนคร และศูนย์ศิลปาชีพพระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์ จ.นราธิวาส ใน "โครงการศูนย์ศิลปาชีพในพระราชดำริสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ"

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1.ผลิตภัณฑ์เซรามิกเนื้อดินขาวรูปแบบต่างๆ
2.สีบนเคลือบชนิดผงต่างๆ
3.ดินสอ (5B) สำหรับร่างลวดลาย
4.แผ่นกระเบื้องขาวเรียบเพื่อใช้บดสี และป้ายสีที่บดแล้ว
5.พู่กันกลมขนยาว และพู่กันแบบขนสัตว์ขนาดต่างๆ สำหรับใช้เขียน
6.น้ำมันสนสำหรับล้างพู่กัน
7.น้ำมันพาราฟินสำหรับผสมสี และแตะพู่กันระหว่างเขียนสี
8.ปากกาหัวยางสำหรับตัดเส้น
9.กระดาษทิชชูอย่างหนา สำหรับซับน้ำมันจากพู่กันระหว่างเขียนสี
10.ปากกาคอแร้งสำหรับเขียนลายเส้น และเซ็นชื่อ
11.น้ำมันจักร สำหรับผสมสีเพื่อเขียนลายเส้นด้วยปากาคอแร้ง
12.ถ้วยขนาดเล็ก สำหรับใส่น้ำมันต่างๆ
13.ฟองน้ำ สำหรับตบสีให้เนียน
14.เกรียงแสตนเลสสำหรับบดสี และผสมสีเข้าด้วยกัน

ขั้นตอนการเคลือบ

1.เลือกผลิตภัณฑ์รูปแบบตามต้องการ เช่น จาน แจกัน เป็นต้น

2.ร่างลวดลายที่เลือกไว้ด้วยดินสอ หรือพู่กันเล็ก

3.ใช้พู่กันขนาดเล็กแตะสีอ่อน วาดตามลวดลายที่ได้ร่างไว้

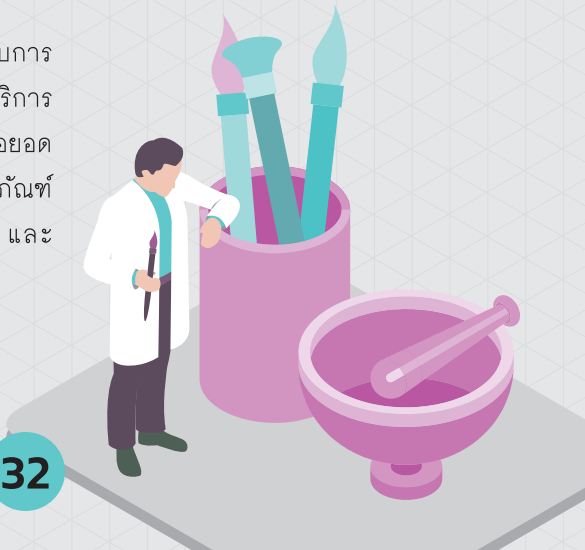
4.ใช้พู่กันแบนที่มีขนาดพอเหมาะกับลายแตะน้ำมันพาราฟิน และสีที่บดแล้ว วาดบางๆ ลงบนภาชนะโดยลงสีอ่อน ซึ่งเป็นพื้นของลายในทุกๆ ส่วนก่อน เช่น สีพื้น ดอก ใบ เท่าที่ทำได้ โดยจะต้องไม่วาดทับกัน

5.เผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส หลังเผาจะได้ชิ้นงานที่มีลวดลายสีอ่อนๆ

6.นำมาลงสีด้วยวิธีเดิม อาจจะใช้สีเดิม หรือใช้สีโทนเดิม แต่ให้มีสีเข้มขึ้น เพื่อเพิ่มน้ำหนักและมิติ

7.เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ขั้นตอนนี้จะได้ลวดลายที่มีสีเข้มและมีมิติ

จากการที่สมาชิกของศูนย์ศิลปาชีพได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้จากกรมวิทยาศาสตร์บริการ ผู้รับการถ่ายทอดสามารถนำองค์ความรู้ไปต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และตกแต่งผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามมากขึ้น และสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้



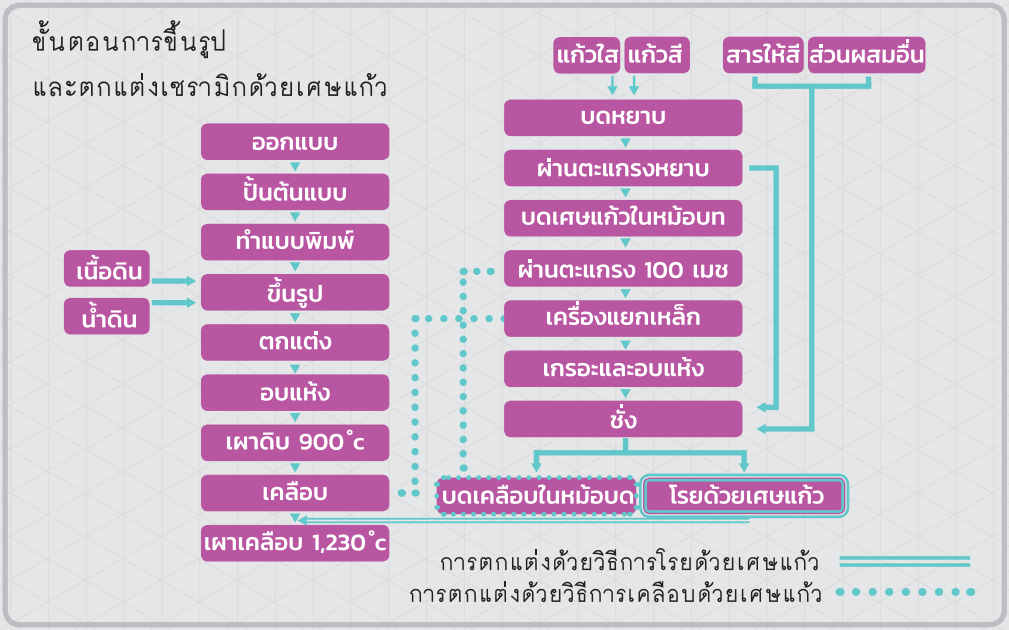
การตกแต่งเซรามิกด้วยเศษแก้ว

แก้วมีซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ โซเดียมออกไซด์ เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายคลึงกับเคลือบ จึงสามารถนำมาตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกได้ ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ตกแต่งด้วยแก้วหรือเศษแก้วสามารถสร้างสรรศิลปะร่วมสมัย ซึ่งแก้วที่หลอมบนผลิตภัณฑ์เซรามิก จะมีความสวยงามที่เป็นเอกลักษณ์ มีสีสดใส มีมิติความลึก และมีการรานเห็นเป็นเกล็ดแก้ว ทำให้มีความงามที่โดดเด่น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ตกแต่งด้วยเศษแก้วมีมากมายหลายชนิด ได้แก่ ประติมากรรมนูนต่ำประดับผนัง กระเบื้อง จานชาม ป้ายเลขที่บ้าน กรอบรูป พวงกุญแจ แจกัน เป็นต้น

กลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกดั้งเดิม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้พัฒนาเทคโนโลยีการตกแต่งเซรามิกโดยการใช้เศษแก้วเป็นวัตถุดิบ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 2 เทคโนโลยีหลัก ได้แก่

1. การตกแต่งด้วยวิธีการโรยด้วยเศษแก้ว เหมาะสำหรับตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นที่ลักษณะแบน

2. การตกแต่งด้วยวิธีการเคลือบด้วยเศษแก้ว เหมาะสำหรับการตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะลอยตัวหรือซับซ้อน โดยการตกแต่งทั้งสองวิธีสามารถใช้แยกหรือใช้ประกอบร่วมกันได้



การตกแต่งด้วยวิธีการโรยด้วยเศษแก้ว

การตกแต่งด้วยวิธีการโรยด้วยเศษแก้ว เป็นการนำเศษแก้วใส หรือเศษแก้วที่มีสี เช่น แก้วสีเขียว แก้วสีน้ำตาล นอกจากนี้ยังสามารถทำให้แก้วเกิดเป็นสีต่างๆ โดยการนำแก้วใสมาผสมกับสารให้สีหรือออกไซด์ให้สี เช่น โคบอลต์ออกไซด์ ซึ่งให้สีน้ำเงิน คอปเปอร์ออกไซด์ให้สีฟ้า เป็นต้น หลังจากนั้นทำการนำเศษแก้ว มาโรยลงบนพื้นที่ที่ต้องการตกแต่ง และนำไปผ่านกระบวนการเผาที่อุณหภูมิสูง

รูปตัวอย่างผลิตภัณฑ์เซรามิกตกแต่งด้วยวิธีการโรยด้วยเศษแก้ว

ขั้นตอนการเตรียมแก้วสำหรับใช้ตกแต่ง

1. นำเศษแก้ว หรือแก้วขวด หรือแก้วแผ่นมาทำการบด เริ่มจากการบดหยาบ โดยการทุบตำให้ละเอียด หลังจากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรงหยาบ ขนาด 8 เมช
2. ทำการเปียกในหม้อบด และนำน้ำแก้วที่บดแล้วมาร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 100 เมช
3. นำน้ำแก้วมาผ่านเครื่องแยกเหล็ก และปล่อยให้เศษแก้วตกตะกอน หลังจากนั้นเทน้ำทิ้ง
4. นำเศษแก้วที่ผ่านการบดไปอบให้แห้ง

การตกแต่งด้วยวิธีการเคลือบด้วยเศษแก้ว

การตกแต่งด้วยการเคลือบด้วยเศษแก้ว เป็นวิธีการตกแต่งโดยการทำเศษแก้ว มาทำการเตรียมเป็นน้ำเคลือบ หลังจากนั้นทำการเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการพ่นเคลือบ และนำไปผ่านกระบวนการเผาที่อุณหภูมิสูง

ขั้นตอนการตกแต่งด้วยวิธีการเคลือบด้วยเศษแก้ว

1. ทำการเตรียมแก้วละเอียด โดยมีขั้นตอนเดียวกับการเตรียมเศษแก้วที่ใช้สำหรับการตกแต่งด้วยวิธีการโรยด้วยเศษแก้ว
2. นำแก้วที่บดละเอียดมาเตรียมเคลือบสี โดยทำการเตรียมเป็นน้ำเคลือบ มีการเติมสีออกไซด์ หรือสะเตนลงในแก้วใส หลังจากนั้นบดผสมในหม้อบดผ่านตะแกรง และเครื่องแยกเหล็ก
3. นำน้ำเคลือบมาทำการเคลือบลงบนผลิตภัณฑ์ และเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส

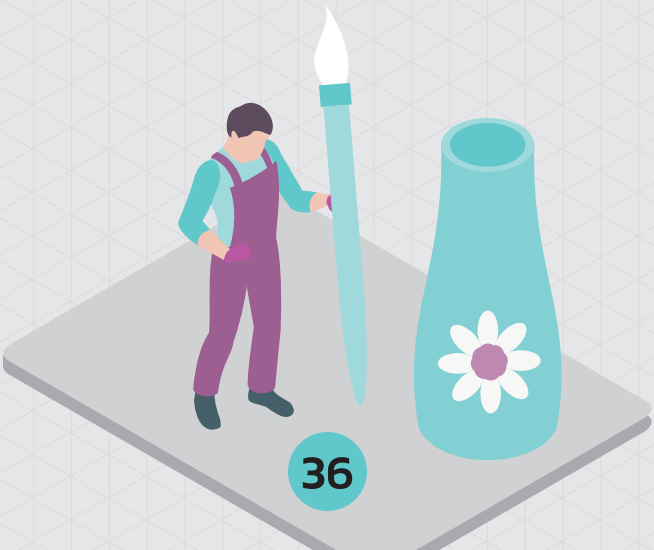
ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ตกแต่งด้วยวิธีการเคลือบด้วยเศษแก้ว

ขั้นตอนการเผาเซรามิก

1.การเผาดิบ เป็นการนำชิ้นงานที่ขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส ซึ่งหลังจากการเผาแล้ว ผลิตภัณฑ์จะมีความแข็งแรงระดับหนึ่ง สามารถหยิบและทำการเคลื่อนย้ายได้ แต่น้ำยังสามารถซึมผ่านได้

2.การเผาเคลือบ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบแล้ว มาตกแต่งลวดลาย และชุบด้วยน้ำเคลือบ แล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1200 – 1250 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งแรง น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ ผลิตภัณฑ์เสร็จสมบูรณ์ มีความสวยงาม และสามารถนำไปใช้งานได้

จะเห็นได้ว่าการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเซรามิกกรมวิทยาศาสตร์บริการนั้นเป็นการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการผลิตและการสร้างนวัตกรรม ควบคู่ไปกับการผสานงานฝีมือและศิลปะให้เกิดเป็นงานหัตถศิลป์ที่พร้อมส่งต่อถึงมือผู้บริโภคอย่างมีคุณภาพและสวยงาม กลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกดั้งเดิม สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีความพร้อมในการให้คำปรึกษา และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเซรามิกชนิดต่างๆ ให้แก่กลุ่มผู้ประกอบการที่สนใจ การให้ความรู้ในเรื่องต่างๆ เช่น การเลือกใช้ดินให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เทคนิคกระบวนการผลิตเซรามิก รวมถึงการแก้ปัญหาและการพัฒนานวัตกรรม ผ่านกระบวนการวิจัยและวิเคราะห์ทดสอบ ในรูปแบบของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และกลไกโครงการคูปองวิทย์เพื่อโอทอป ซึ่งสามารถติดต่อได้ที่ กลุ่มผลิตภัณฑ์เซรามิกดั้งเดิม สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ เบอร์โทรศัพท์ 0-2201-7410



วิทยาศาสตร์เพื่อหัตถศิลป์กระดาษหัตถกรรม

กระดาษหัตถกรรมจากวัตถุดิบท้องถิ่น

กระดาษหัตถกรรมและผลิตภัณฑ์จัดเป็นสินค้าหัตถกรรมที่มีคุณค่าและมีความเป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมโดดเด่น ซึ่งนอกจากจะอนุรักษ์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมแล้ว ยังสามารถพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เสริมสร้างเศรษฐกิจชุมชนตามนโยบายหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง (SMEs) ได้ ในอดีตกระบวนการผลิตกระดาษหัตถกรรมใช้รูปแบบดั้งเดิม ทำให้คุณภาพไม่คงที่ ขาดความหลากหลาย ไม่ดึงดูดและไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้ลงพื้นที่เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการผลิตกระดาษหัตถกรรมสู่ชุมชน เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตให้ได้กระดาษหัตถกรรมที่มีคุณภาพดีขึ้น รูปแบบหลากหลาย สีสันสวยงาม ตรงกับความต้องการของลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งลดต้นทุนการผลิตด้วย

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ถ่ายทอดความรู้ เทคนิคกระบวนการผลิตกระดาษหัตถกรรมจากวัตถุดิบในท้องถิ่น ขั้นตอนและวิธีการสร้างสีสันและลวดลายบนกระดาษหัตถกรรมด้วยเทคนิค Ebru Marbling การสร้างภาพนูนต่ำจากกระดาษหัตถกรรม การสร้างลวดลายบนกระดาษหัตถกรรม และการย้อมครามกระดาษหัตถกรรม ให้แก่ประชาชนทั่วไปที่สนใจ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษหัตถกรรมในชุมชนเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ สร้างความแข็งแกร่งแก่ชุมชนและสร้างรายได้ที่ยั่งยืนต่อไป

กระดาษหัตถกรรมจากวัตถุดิบในท้องถิ่น คือการนำวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่น เช่น เปลือกปอสา ข้าวโพด ผักตบชวา กระจูด ใบสับปะรด ฟางข้าว และต้นกล้วย เป็นต้น มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ โดยผ่านขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ คือ การเตรียมวัตถุดิบ การต้มเยื่อ การฟอกเยื่อ การปรับปรุงคุณสมบัติของเยื่อ การย้อมสี การขึ้นแผ่นกระดาษ การตากแห้งและการลอกแผ่นกระดาษ ซึ่งการผลิตกระดาษหัตถกรรมจากวัตถุดิบในท้องถิ่นอาจประสบปัญหา คือ บุคลากร

ยังขาดความรู้พื้นฐานในกระบวนการผลิต และการปรับปรุงคุณภาพของกระดาษ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์กระดาษมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ เกิดการสิ้นเปลืองสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการต่างๆ และเกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการสนับสนุนเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้จัดการฝึกอบรมปฏิบัติการ เพื่อนำผลงานวิจัยการผลิตกระดาษหัตถกรรมจากวัตถุดิบในท้องถิ่นไปถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านกระบวนการผลิต การใช้สารเคมีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาคุณภาพตามของผลิตภัณฑ์ เพื่อพัฒนาบุคลากรของชุมชนให้มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตกระดาษ เพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ช่วยลดปริมาณขยะ และสร้างงานสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชน

นอกจากนี้กรมวิทยาศาสตร์บริการ ยังได้สนับสนุนในการเพิ่มมูลค่าของกระดาษ โดยจัดฝึกอบรมปฏิบัติการ เพื่อถ่ายทอดเทคนิคการสร้างสีสัน ลวดลายบนกระดาษ กระดาษสาย้อมคราม และการนำกระดาษมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ภาพนูนต่ำ และกล่องบรรจุภัณฑ์ อันจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนในท้องถิ่นอีกทางหนึ่งด้วย

ต้นกล้วย

ต้นข้าวโพด

ใบสับปะรด

ผักตบชวา

ฟางข้าว

เปลือกปอสา

กระบวนการผลิตกระดาษหัตถกรรม

1.

คัดเลือกและเตรียมวัตถุดิบ นำไปแช่น้ำหรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1-2% เป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง เพื่อให้เส้นใยอ่อนตัว

2.

การผลิตเยื่อ (Pulping) ต้มวัตถุดิบด้วย NaOH 8–15% อุณหภูมิ 85-105°c 2-5 ชั่วโมง จนกระทั่งวัตถุดิบเปื่อยยุ่ยและแยกออกจากกัน

3.

การฟอกเยื่อ (Bleaching) ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H2O2) หรือสารฟอกอื่น 5–12% อุณหภูมิ 70-90°c เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง

4.

บดกระจายเยื่อ เป็นเวลาประมาณ 30 นาที ให้เส้นใยแยกออกจากกัน เพิ่มความเรียบ และพันธะระหว่างเส้นใยของกระดาษ

5.

การย้อมสีและใส่สารเติมแต่ง เช่น แป้ง ชันสน หรือสารส้ม เพื่อให้คุณสมบัติของกระดาษเป็นไปตามต้องการ

เทคนิคการผลิตกระดาษหัตถกรรม

การสร้างสีสัน ด้วยเทคนิค Ebru Marbling

เทคนิค Ebru Marbling ประยุกต์มาจากศิลปะดั้งเดิมของชาวตุรกีที่ใช้สำหรับงานศิลป์ที่สำคัญ เช่น เอกสารทางราชวงศ์และคัมภีร์ไบเบิ้ล เป็นต้น ศิลปะนี้จะเป็นการสร้างลวดลายหินอ่อนบนวัสดุ โดยอาศัยการลอยตัวของสีบนผิวน้ำที่มีความหนืดหรือเข้มข้นสูง โดยใช้สารลดแรงตึงผิวผสมลงไปในสี แล้วจึงหยดหรือสะบัดสีลงบนผิวน้ำ และทำการลากด้วยหวีหรือไม้ปลายแหลมเพื่อทำให้เกิดลวดลายหินอ่อนหรือลวดลายตามต้องการ แล้วจึงย้ายลวดลายเหล่านั้นขึ้นไปบนพื้นผิวที่สามารถดูดซึมน้ำได้ เช่น ผ้า กระดาษ กำไล ไม้ เล็บมือหรือเล็บเท้า เป็นต้น จึงนำเทคนิคนี้มาปรับใช้กับกระดาษหัตถกรรม เพื่อพัฒนาสีสันและลวดลาย เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และดึงดูดนักท่องเที่ยว

วัสดุและอุปกรณ์

1.ผงเจล Carboxy Methyl Cellulose (CMC) เป็นสารให้ความคงตัว เพิ่มความหนืด ลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น สี และรส ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ ใช้มากในอุตสากรรมอาหาร ยาสิ่งทอ และกระดาษ
2.น้ำยาอ็อกซ์กาลล์ (Ox gall) เป็นสารลดแรงตึงผิว หยดลงผสมในสี เพิ่มการกระจายตัวของสีบนผิวน้ำและเพิ่มการดูดซึมของสีบนผิวกระดาษ
3.กระดาษหัตถกรรมสีขาว ขนาดเท่ากับถาดบรรจุน้ำเจล
4.น้ำสะอาด
5.สีอะคริลิกเกรดงาน Art หรือสีอะคริลิกสำหรับใช้ทาบ้าน
6.ถาดอะลูมิเนียมหรืออ่างน้ำ ที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 1.5 นิ้ว
7.ถังน้ำสำหรับการเตรียมน้ำเจล
8.หวีหรือไม้แหลมสำหรับทำลวดลาย
9.ตะกร้อมือ หรือเครื่องกวนที่มีใบพัดโลหะ
10.หลอดหยดสี และพู่กัน สำหรับการลงสี

ขั้นตอนการผลิต

1. การเตรียมน้ำเจล

1. ชั่งผงเจล (CMC) ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 0.5-1 ตามลักษณะลวดลายที่ต้องการ

ตัวอย่างความเข้มข้น CMC ร้อยละ 0.5

ตัวอย่างความเข้มข้น CMC ร้อยละ 1.0

2. ตวงน้ำตามปริมาณที่ต้องใช้ ใส่ถังผสม
3. ค่อยๆ เทผงเจลในข้อ 1.1 ให้กระจายบนผิวน้ำ
4. ใช้ตะกร้อมือหรือเครื่องกวนผสมผงเจลให้ละลายเข้ากันกับน้ำจนหมด เมื่อผงเจลละลายตัวหมดแล้ว สารละลายจะมีสีขุ่นขาวและมีฟองอากาศมาก ปิดผาทิ้งไว้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะไม่พบฟองอากาศ
5. เทน้ำเจลลงใส่ถาดหรือภาชนะที่เตรียมไว้

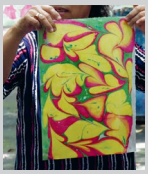
2.

ขั้นตอนการสร้างสีสันและลวดลายบนกระดาษหัตถกรรม

1.เตรียมสี โดยผสมสีกับน้ำ และหยดน้ำยา ox gall 2-3 หยด

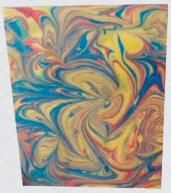
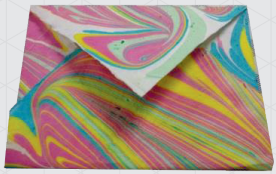
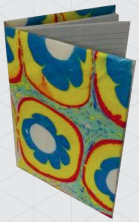
2.ทำการลงสีลงบนผิวน้ำเจล
ด้วยการสะบัดสี หรือหยดสี

3.ใช้ไม้แหลมหรือหวี
วาดให้เกิดเป็นลวดลายตามต้องการ



4.ค่อยๆ วางกระดาษหัตถกรรมลงบนผิวน้ำเจลที่ได้ทำลวดลายไว้ เริ่มจากมุมใดมุมหนึ่งก่อน เพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศบนชิ้นงาน ค่อยดึงกระดาษเข้าหาตัว ให้ผิวกระดาษแตะขอบของถาดเสมอเพื่อรีดน้ำเจลออกจากกระดาษให้ได้มากที่สุด

5.นำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เมื่อกระดาษเริ่มแห้งแล้วสามารถรีดด้วยเตารีดโดยใช้ไฟอ่อน

ผลิตภัณฑ์จากกระดาษหัตถกรรมด้วยเทคนิค Ebru Marbling

การสร้างภาพนูนต่ำ

ภาพนูนต่ำ คือ ภาพที่ทำจากกระดาษชนิดต่างๆ มีความนูนของภาพเพียงเล็กน้อย ใช้สำหรับเป็นของประดับตกแต่งหรือเป็นของขวัญพิเศษในโอกาสต่างๆ ซึ่งกระดาษที่ใช้ทำจะเป็นกระดาษจากเยื่อกระดาษบริสุทธิ์ที่ผลิตได้ในเชิงหัตถกรรม จากวัตถุดิบท้องถิ่น หรือเยื่อกระดาษรีไซเคิล การนำกระดาษที่ผลิตได้ไปผลิตเป็นภาพนูนต่ำที่มีลวดลายสวยงาม เป็นการเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์เยื่อและกระดาษอีกทางหนึ่งนอกเหนือจากการจำหน่ายในรูปแบบของกระดาษเพียงอย่างเดียว โดยการออกแบบและขึ้นรูปด้วยวัสดุต่างๆ เช่น ดินน้ำมัน ปูนพลาสเตอร์ เพื่อเป็นตัวปุ่ม แล้วนำกระดาษผสมกาวหรือแป้งเปียกผสมปูนพลาสเตอร์ติดลงไปตามแบบจนหนาพอประมาณ ถอดแบบออก นำไปตากให้แห้ง ประมาณ 2-3 วัน อาจตกแต่งด้วยวัสดุหรือสีต่างๆ เพื่อให้ภาพเด่นชัดขึ้นและอาจเคลือบด้วยสารเคลือบเงาเพื่อเพิ่มความสวยงามและคงทน

วัสดุอุปกรณ์

1. บล็อกแม่พิมพ์ภาพที่ต้องการ
2. กระดาษรีไซเคิลหรือกระดาษหัตถกรรมจากวัตถุดิบในท้องถิ่นน้ำหนักมาตรฐาน ประมาณ 200 – 250 กรัมต่อตารางเมตร
3. กาวแป้งข้าวจ้าว
4. ฟองน้ำ
5. แปรงทาสี
6. สีรองพื้น
7. ผงเงิน ผงทอง ผงนาค
8. แผ่นไม้อัดยาง และไม้ทำกรอบรูป

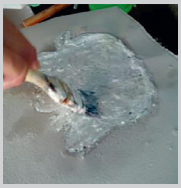
ขั้นตอนการทำ

1.แกะแม่พิมพ์ทำบล็อกตามแบบที่ต้องการ

2.เมื่อได้บล็อกตามแบบที่ต้องการแล้วให้นำกระดาษหัตถกรรมที่เตรียมไว้มาวางทาบลงบนแม่พิมพ์ โดยให้ด้านผิวหน้าหยาบคว่ำติดแม่พิมพ์แล้วใช้ฟองน้ำชุบน้ำกดกระดาษลงในบล็อก จนปรากฏเป็นรูปแบบตามบล็อกต้องการ

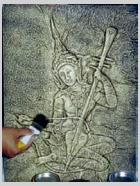
3.นำกาวแป้งข้าวเจ้าที่เตรียมไว้ทาลงบนกระดาษที่กดเป็นรูปร่างแล้วให้ทั่วบริเวณภาพที่กด

4.ใช้เศษกระดาษหัตถกรรมที่เหลือจากการตัดในข้อ 2 ปิดลงบนภาพที่กดที่ผ่านการทากาวแล้ว เพื่อให้ภาพนูนมีความคงรูปและไม่เสียรูปทรง เมื่อปิดจนทั่วและมีความหนามากพอแล้วจึงดึงกระดาษอัดขึ้นรูปออกจากบล็อกได้ภาพนูนต่ำ



5.เมื่อภาพนูนต่ำที่แห้งสนิทดีแล้ว นำมาลงสีรองพื้นสีดำโดยทาให้สีติดกระดาษอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งภาพ แล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้งสนิท

6.ใช้ผงเงิน ผงทอง หรือ ผงนาค ปิดลงบนภาพด้วยแปรง โดยเน้นให้ภาพมีมิติเสมือนภาพจริง

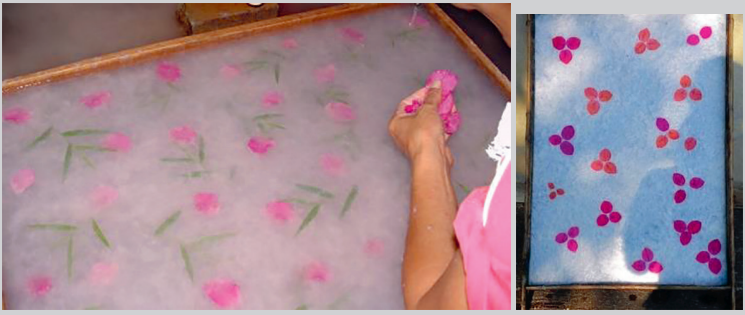


ผลิตภัณฑ์จากกระดาษหัตถกรรม ภาพนูนต่ำ

การสร้างลวดลายบนกระดาษ

กระดาษหัตถกรรมที่นิยมและรู้จักกันเป็นอย่างดี คือ กระดาษสา เป็นกระดาษหัตถกรรมของชุมชนที่ผลิตมาจากเยื่อปอสาหรือต้นปอสา ซึ่งในปัจจุบันนอกจากจะผลิตเป็นสีพื้นธรรมดาแล้ว ยังมีการสร้างลวดลายลงบนกระดาษเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าและผลิตภัณฑ์ การทำลวดลายของกระดาษหัตถกรรมสามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การทำลวดลายโดยการประดับด้วยดอกไม้ ใบไม้ หรือการสร้างลวดลายด้วยแม่พิมพ์ เป็นต้น

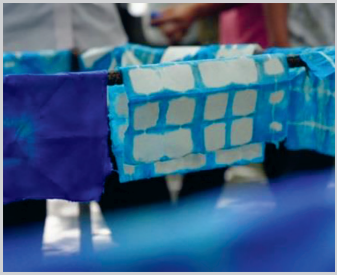
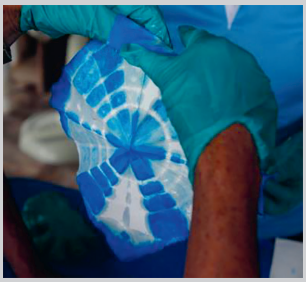
1.การทำลวดลายบนกระดาษหัตถกรรมด้วยดอกไม้ ใบไม้ สามารถใช้ได้ทั้งใบไม้สดหรือใบไม้แห้งที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น ดอกเฟื่องฟ้า ดอกกุหลาบ ดาวกระจาย ใบสน ใบไผ่ เป็นต้น โดยนำวัสดุที่ต้องการเหล่านี้ ตกแต่งบนตะแกรงเยื่อ เสร็จแล้วยกตะแกรงขึ้นแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง ในปัจจุบันการใส่ลวดลายดอกไม้หรือใบไม้ชนิดสด เมื่อเก็บไว้นานๆ สีของดอกไม้จะซีดจาง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่สารช่วยยึดติดสีของวัสดุที่ใส่ไม่ให้เกิดการเปลี่ยนสี



2.การสร้างลวดลายให้กับกระดาษหัตถกรรมโดยการใช้แม่พิมพ์ เป็นการนำแม่พิมพ์กดทับกระดาษขณะทำการขึ้นแผ่นแต่ไม่ได้ทำให้กระดาษขาดออกจากกัน จะได้กระดาษหัตถกรรมที่มีลวดลายบนแผ่นสวยงาม มีความโดดเด่น โดยแบบแม่พิมพ์ที่ใช้เป็นพลาสติกหรือโลหะที่ทำการฉลุลวดลายตามธรรมชาติเช่น ดอกไม้ ลายกนก หรือลวดลายอื่น ๆ ตามความคิดสร้างสรรค์หรือความต้องการของผู้บริโภค และนอกจากจะต้องใช้แม่พิมพ์ฉลุแล้วในขั้นตอนการสร้างลวดลายนั้นจะต้องมีอุปกรณ์ เช่น สายฉีดแรงดัน กรอบไม้ขนาดเท่ากับตะแกรงขึ้นแผ่นกระดาษ ผ้าดิบ และ ถ้วยขนาดเล็ก เป็นต้น เพื่อใช้ในการสร้างลวดลาย

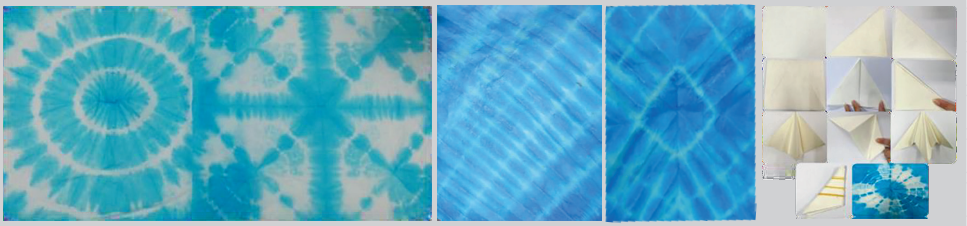
กระดาษมัดย้อมคราม

กระดาษย้อมครามธรรมชาติเป็นหนึ่งในกระดาษหัตกรรมที่สามารถพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้หลากหลาย ตั้งแต่งานตกแต่งภายใน ศิลปะตกแต่งผนัง งานประดิษฐ์ไปจนถึงกระดาษห่อของขวัญ โปสการ์ด ปกสมุด และซองจดหมาย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์และมีความโดดเด่นเฉพาะตัวจากสีครามธรรมชาติ อีกทั้งยังสามารถสร้างสรรค์ลวดลายต่าง ๆ ได้สวยงามไม่ซ้ำใคร

สีครามธรรมชาติได้จากการสกัดในส่วนของลำต้นและใบของต้นคราม แต่ส่วนที่ให้สีมากกว่าคือส่วนของใบคราม ผ่านขบวนการแช่น้ำและการหมัก ซึ่งวัตถุดิบในการก่อหม้อครามนั้นจะประกอบด้วย เนื้อคราม น้ำขี้เถ้า และปูนขาว ผสมกันในสัดส่วนที่พอเหมาะ น้ำย้อมเริ่มแรกจะมีความเป็นด่างสูงประมาณ 12.5 - 13.0 และลดลงอย่างช้าๆ ทุกวัน ใช้เวลาประมาณ 20 วัน น้ำย้อมจะมีความเป็นด่างประมาณ 10.00 - 10.50 เป็นน้ำย้อมที่มีสีครามพร้อมย้อมหากเติมกรด เช่น เนื้อมะขามเปรี้ยว ผลมะเฟืองทุบ หรือ น้ำส้มสายชู ลงไปในน้ำย้อมหลังก่อหม้อจะทำให้ความเป็นด่างลดลงเร็วขึ้น ได้น้ำย้อมพร้อมย้อมเร็วกว่า 20 วัน

จากนั้นจึงนำสีย้อมครามธรรมชาติมาทำการย้อมกระดาษหัตถกรรม โดยมีเทคนิคขั้นตอนการย้อมง่าย ๆ คือ นำกระดาษสาสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 25 เซนติเมตร นำมาพับและมัดด้วยเชือกหรือหนังยาง จากนั้นนำไปย้อมครามประมาณ 3 นาที เมื่อครบเวลาให้แกะเชือกหรือหนังยางออก และนำไปผึ่งแดดให้แห้งจะได้กระดาษย้อมครามที่สวยงาม โดยมีข้อแนะนำว่ากระดาษที่นำมาย้อมไม่ควรใช้แผ่นใหญ่จนเกินไปเพราะเมื่อมีการพับหลาย ๆ ทบ สีของครามจะซึมเข้าไปด้านในไม่ได้ หากใช้เวลาในการย้อมนานขึ้นอาจจะทำให้กระดาษด้านนอกเปื่อยยุ่ยและขาดได้



ผลิตภัณฑ์จากกระดาษมัดย้อมคราม

บรรณาธิการอำนวยการ

นายปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ	รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บรรณาธิการบริหาร
ชุดหนังสือวิทยาศาสตร์เพื่อประชาชน : Science & Technology Bookseries

นางกรรณิการ์ เฉิน	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
นางกุลประภา นาวานุเคราะห์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ดร.นำชัย ชีววิวรรธน์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นายจุมพล เหมะคีรินทร์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นายประสิทธิ์ บุบผาวรรณา	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
นางสาวยุพิน พุ่มไม้	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ดร.สุภรา กมลพัฒนะ	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
ดร.วิจิตรา สุริยกุล ณ อยุธยา	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

คณะทำงาน

นายปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ	รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวภัทริยา ไชยมณี	สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางจินตนา บุญเสนอ	สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวอัจฉราพร บุญญพนิช	สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางวลัยพร ร่มรื่น	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
นางสาวนุชจรีย์ สัจจา	สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
นางสาวยุพิน พุ่มไม้	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นางสาววรรณรัตน์ วุฒิสาร	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นางทัศนา นาคสมบูรณ์	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
นางชลภัสส์ มีสมวัฒน์	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
นางกุลประภา นาวานุเคราะห์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นางจุฬารัตน์ นิ่มนวล	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นายประสิทธิ์ บุบผาวรรณา	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
นางสาววรรณพร เจริญรัตน์	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ
นายสรทัศน์ หลวงจอก	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
นายจักรี พรหมบริสุทธิ์	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
นางสาวปณิธา รื่นบันเทิง	สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
นางสาวศศิพันธุ์ ไตรทาน	สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
นายนเรศ เข่งเงิน	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)
นายศุภฤกษ์ คฤหานนท์	สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
นายกฤษกร รอดช้างเผื่อน	สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)
นางสาวศรินภัสร์ ลีลาเสาวภาคย์	ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน)