

โครงการวิทยาศาสตร์ ระดับปวช.
เรื่อง “การศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์
และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน”

โดย

นายหัตถยุทธ	ชินใจ
นางสาวพัชรี	เครือวัลย์
นางสาวพัชตรา	บุตรลักษณ์

วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์
อาชีวศึกษาจังหวัดสุรินทร์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
พ.ศ. 2551

โครงการวิทยาศาสตร์ ระดับปวช.
เรื่อง “การศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์
และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน”

โดย

นายหัตถยุทธ	ชินใจ
นางสาวพัชรี	เครือวัลย์
นางสาวพัชตรา	บุตรลักษณ์

คุณครูที่ปรึกษา

นางสาวไพจันทร์	ปากดีสี
นางการุณี	วิบูลชัย
นางสาวรุ่งทิพย์	ศักดิ์รัตนมาศ

ที่ปรึกษาพิเศษ

นายสุริยา จันทร์ส่อง

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์เล่มนี้สำเร็จลงด้วยความเรียบร้อย โดยได้รับความแนะนำช่วยเหลือและเอาใจใส่ในการให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจากคุณครูไพจันทร์ ปากดีสี คุณครูการุณี วิบูลชัย และคุณครูรุ่งทิพย์ ศักดิ์รัตนมาศ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย คณะผู้จัดทำโครงงาน ขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการทั้ง 4 ฝ่าย วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ ที่ให้การส่งเสริมและสนับสนุนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ คุณครูสุริยา จันทร์ส่อง ที่ให้คำแนะนำในการทำประติมากรรมมวลเบา

ขอขอบคุณ คุณครูและนักเรียนสาขาวิชาศิลปกรรมที่ช่วยประเมินผลงาน ให้ข้อเสนอแนะในการผลิตชิ้นงาน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดป้ายแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์

ขอขอบคุณ คุณศศิวรรณ อุปถัมภ์ เจ้าหน้าที่งานวิจัยพัฒนาและมาตรฐานการศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ ที่ช่วยให้คำแนะนำในการพิมพ์รายงาน และจัดทำโปรแกรมนำเสนอประกอบการนำเสนอ

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่มีส่วนสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้คณะผู้จัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตลอดมาจนได้รับความสำเร็จในครั้งนี้

คณะผู้จัดทำ

กรกฎาคา 2551

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	2
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการนี้	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 บทเอกสาร	6
จีเลื่อย	6
กระดาบ	6
จีเล้า	16
ปูนปลาสเตอร์	17
ปูนซีเมนต์	23
ประติมากรรม	24
สี	25
โฟม	29
กาว	31
3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	34
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	34
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	34
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	34
ขั้นตอนการดำเนินงาน	36
4 ผลการศึกษาค้นคว้า	40
5 สรุปและอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	45
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
อภิปรายผลการศึกษาครั้งนี้ว่า	47
ประโยชน์ที่ได้รับ	48
ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก	51
ก แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ (ความเนียนเรียบ) และการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน	52
ข บทสัมภาษณ์ เรื่อง ประติมากรรม ร้าน SUMAMA Home&Garden	54
ค แผนธุรกิจโครงการจัดทำประติมากรรมมวลเบ่าจำหน่าย	56
ง งบกำไรขาดทุนจากการดำเนินงานจำหน่ายประติมากรรม	62
จ ภาพประกอบ	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ชนิดของปูนปลาสเตอร์และกรรมวิธีการผลิต	22
2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์ธรรมดากับปูนปลาสเตอร์หิน	22
3 แสดงตัวอย่างสีโอปอลิเทรติง และสีเทรนสพารนท์	27
4 แสดงสูตรในการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน	36
5 แสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อ น้ำหนัก การดูดซึมน้ำของผลิตภัณฑ์มวลเบา จากวัสดุต่างชนิดกัน	40
6 แสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อ น้ำหนัก และการดูดซึมน้ำของประติมากรรม มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน และประติมากรรมในท้องตลาด	41
7 แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ และการติดสีของ ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน และประติมากรรมในท้องตลาด	41
8 แสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อ น้ำหนัก และการดูดซึมน้ำของประติมากรรม มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใช้โฟมเป็นส่วนผสม และประติมากรรม ในท้องตลาด	42
9 แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ และการติดสีของ ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใช้โฟมเป็นส่วนผสม และประติมากรรมในท้องตลาด	43
10 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุ ต่างชนิดกันกับราคาขายของประติมากรรมในท้องตลาด เมื่อใช้แม่แบบเดียวกัน	44

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตกระดาษ.....	13
2 แสดงภาพตัดของ (1) ถังโลหะ (2) ช่องไฟให้ความร้อน (3) ช่องใส่ ปูนปลาสเตอร์เข้าและช่องระบายความร้อน (4) ช่องเทปูนออก (5) แกนหมุน เกลียวพวงปูนขณะเผา	21
3 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	35

บทคัดย่อ

ประติมากรรมมวลเบาที่มีขายในท้องตลาดมีน้ำหนักมาก ขนย้ายลำบาก ผู้ทดลองจึงมีความสนใจที่จะศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน มีจุดประสงค์ คือ (1) เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน (2) เพื่อเปรียบเทียบลักษณะเนื้อ น้ำหนัก และการดูดซึมน้ำของผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาด (3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ และการตัดสินของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาด (4) เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของประติมากรรมจากวัสดุต่างชนิดกันกับราคาขายของประติมากรรมในท้องตลาด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสม วิธีการทำ และทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน ได้สูตรดังนี้ (ของแข็งใช้หน่วยเป็น g ของเหลวใช้หน่วยเป็น cm^3)

สูตร 1 ผงซีลี้อย : ปูนซีเมนต์ : ปูนปลาสเตอร์ : กาว : น้ำ = 10 : 50 : 50 : 15 : 100

สูตร 2 ยีอกระดาษ : ปูนซีเมนต์ : ปูนปลาสเตอร์ : กาว : น้ำ = 10 : 50 : 50 : 15 : 100

สูตร 3 ผงซีเถ้า : ปูนซีเมนต์ : ปูนปลาสเตอร์ : กาว : น้ำ = 10 : 50 : 50 : 15 : 100

นำส่วนผสมตามอัตราส่วนในแต่ละสูตรผสมจนเข้ากัน เทลงในแม่แบบบล็อกไม้ ทิ้งไว้ 15 นาที จึงลอกออกจากแบบนำไปตากแดดให้แห้ง หลังจากนั้นนำไปทดสอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะเนื้อ น้ำหนัก และการดูดซึมน้ำของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน ขั้นที่ 2 นำสูตรการทำผลิตภัณฑ์มวลเบามาทำประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน โดยมีวิธีทำเช่นเดียวกับขั้นที่ 1 แต่ใช้แม่แบบประติมากรรม นำไปทดสอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ เช่นเดียวกับขั้นที่ 1 และสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ และการตัดสินของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน และประติมากรรมในท้องตลาด ขั้นที่ 3 ประยุกต์ประติมากรรมมวลเบาในขั้นที่ 2 โดยใส่โฟมเป็นส่วนผสม ทดสอบคุณลักษณะและสอบถามความคิดเห็นเช่นเดียวกับขั้นที่ 2 ขั้นที่ 4 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันกับราคาขายของประติมากรรมในท้องตลาด ได้ผลการศึกษา ดังนี้ (1) ลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 1 ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 2 และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 3 (ใส่โฟม) มีความเนียนเรียบมากทุกสูตร (2) น้ำหนักของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 1 เท่ากัน คือ 220 g น้ำหนักของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 2 เท่ากันทุกสูตร คือ 2,400 g ประติมากรรมในท้องตลาดมีน้ำหนัก 4,600 g และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 3 มีน้ำหนักเบาว่าประติมากรรมมวลเบาในขั้นที่ 2 และประติมากรรมในท้องตลาด คือ มีน้ำหนัก 1,500 กรัม เพราะว่าใส่โฟมเป็นส่วนผสม (3) การดูดซึมน้ำ ผลิตภัณฑ์

มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในชั้นที่ 1 ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในชั้นที่ 2 และ ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในชั้นที่ 3 (ใส่โฟม) สูตร 1 และ 3 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากัน ส่วนสูตร 2 น้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่า (4) ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อของ ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและในท้องตลาด ในชั้นที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร (ค่าเฉลี่ย 4.58-4.83) เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ พงชีเลื้อย เขื่อกระดาย ท้องตลาด และพงชีเถ้า (ค่าเฉลี่ย 4.58, 4.61, 4.78, และ 4.83 ตามลำดับ) และชั้นที่ 3 (ใส่โฟม) อยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร (ค่าเฉลี่ย 4.57-4.85) เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ พงชีเลื้อย เขื่อกระดาย ท้องตลาด และพงชีเถ้า (ค่าเฉลี่ย 4.57, 4.71, 4.78, และ 4.85 ตามลำดับ) (5) ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการติดสีของ ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและในท้องตลาด ในชั้นที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร การติดสีอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร (ค่าเฉลี่ย 4.73-4.86) เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ พงชีเลื้อย เขื่อกระดาย ท้องตลาด และพงชีเถ้า (ค่าเฉลี่ย 4.73, 4.77, 4.84, และ 4.86 ตามลำดับ) และชั้นที่ 3 (ใส่โฟม) อยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร (ค่าเฉลี่ย 4.74-4.89) เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ พงชีเลื้อย เขื่อกระดาย ท้องตลาด และพงชีเถ้า (ค่าเฉลี่ย 4.74, 4.80, 4.85, และ 4.89 ตามลำดับ) (6) เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันกับราคาขายประติมากรรม ในท้องตลาด ซึ่งมีกำไรที่ได้จากการขายประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันต่อชิ้นมากถึงร้อยละ 326.83 ของต้นทุน เพราะว่าส่วนผสมที่ใช้ทำประติมากรรมมวลเบา มีราคาถูกมาก จึงทำให้ ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันมีต้นทุนการผลิตต่ำ แต่งานประติมากรรมเป็นผลงานที่ให้ คุณค่าทางจิตใจ ซึ่งราคายืนอยู่กับความพึงพอใจของลูกค้าเป็นสำคัญ

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันมนุษย์นิยมนำงานประติมากรรมมาตกแต่งอาคาร สำนักงาน บ้านเรือน ทั้งภายในและภายนอก เพื่อช่วยสร้างบรรยากาศ สภาพแวดล้อม ให้เอื้อต่อการทำงานและทำให้มีความสวยงาม เกิดคุณค่าทางจิตใจ สำหรับงานประติมากรรมที่มีจำหน่ายทั่วไปและนำมาใช้ในการตกแต่งมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ปูนขาว ทรายและน้ำ เป็นหลัก แล้วนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ ตกแต่งด้วยการทาสีหรือพ่นสี ประติมากรรมที่ได้มีน้ำหนักมาก แดงง่าย ขนย้ายลำบาก ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำไปติดฝาผนังจะมีความยุ่งยากมากในการติดตั้ง [สุมนา ไชยสุกumar. (สัมภาษณ์). 1 เมษายน 2550.] จากการศึกษาพบว่า มีการนำเส้นใยจากธรรมชาติ เช่น เส้นใยมะพร้าว ป่านศรนารายณ์ ผักตบชวา มาเป็นส่วนผสมทำเป็นกระเบื้องมุงหลังคา พบว่ากระเบื้องจากเส้นใยมะพร้าวมีความแข็งแรงที่สุด เนื่องจากเส้นใยมะพร้าวมีความแข็งแรงและมีขนาดพอเหมาะต่อการจับตัวกับปูนซีเมนต์ได้ดี ทำให้เนื้อกระเบื้องเรียบและทนต่อแรงกดได้ดีที่สุด ทั้งสถานะที่แห้งและเปียก (จันทารักษ์ บรรณานุกิจ นพวรรณ วิเชียร และชนิษฐา ขอบดี. 2539 : 13) และการทำบล็อกซีเมนต์จากมูลช้าง เส้นใยจากมูลช้างทำให้เนื้อปูน ทรายและน้ำจับตัวกันได้ดี และมีน้ำหนักเบากว่าที่ไม่ได้ใส่มูลช้าง (กรวิการ์ หอมเนียม และคณะ. 2546 : 36-40) นอกจากนี้ ยังมีการนำเอาวัสดุธรรมชาติ ได้แก่ ไร่ละอียด ผงขี้เลื่อย และผงถ่าน มาผสมกับเรซิน แล้วหล่อเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อได้ (หัตถยุทธ์ ชื่นใจ ศักรินทร์ นาคนวล และพัชรี เครือวัลย์. 2550 : 46-47) จากการศึกษา พบว่า กระดาษเป็นวัสดุแบบราบบาง ๆ มี 2 มิติ ผลิตจากเยื่อกระดาษที่ได้มาจากเส้นใยของพืช กระดาษจึงมีคุณสมบัติรองรับสีหรือหมึกพิมพ์ให้ปรากฏเป็นภาพ ตัวอักษรหรือข้อความตามแม่พิมพ์หรือตัวพิมพ์ได้ (ชนิษฐา ชัยรัตนวรรณ และมนนภา เทพสุด. 2547 : 133) ส่วนกระดาษที่ใช้แล้วพบว่า มีการนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น เปเปอร์มาเช่ และมีการนำเยื่อกระดาษที่ผ่านการแช่น้ำและปั่นละเอียดมาผสมกาวลาเท็กซ์และสีโปสเตอร์ แล้วใช้ไม้จิ้มฟัน จิมเยื่อกระดาษลงบนภาพตามแบบที่ร่างไว้ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์จากเยื่อกระดาษที่มีความสวยงาม มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว (เพชร อนุลีจันทร์ และคณะ. 2546 : 16) ส่วนโฟมเป็นพลาสติกที่ผ่านกระบวนการผลิตวัตถุดิบที่เรียกว่าพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) เนื้อพลาสติกพอลิสไตรีน (PS) จะทำปฏิกิริยากับแก๊ส Pentane เอาไว้ภายในเมื่อนำมาผลิตโฟม วัตถุดิบจะขยายตัว และเมื่อได้รับความร้อนจากไอน้ำ ก็จะกลายเป็นเม็ดโฟมขาว ๆ จากนั้นจึงนำไปขึ้นรูป แล้วนำมาตัดตามขนาดและรูปร่างที่ต้องการ โดยโฟมจะขยายตัวประมาณ 50 เท่า และเมื่อขยายตัวแล้วจะมีอากาศเข้ามาแทนที่ถึง 98% ของปริมาตร

มีเพียง 2% เท่านั้นที่เป็นเนื้อพลาสติก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โฟมมีขนาดใหญ่แต่กลับมีน้ำหนักเบา (<http://www.chancharnfoam.com/knowledge.htm>) เหมาะสมที่จะนำมาเป็นส่วนผสมกับวัสดุอื่น ๆ เพื่อให้มีน้ำหนักเบาได้ และจากการสังเกตพบว่าผงขี้เลื่อยและผงขี้เถ้า มีลักษณะเนื้อละเอียด ดังนั้น ผงขี้เลื่อย เยื่อกระดาษ และผงขี้เถ้า จึงน่าจะนำมาเป็นส่วนผสมกับโฟมในการทำผลิตภัณฑ์และ ประติมากรรมมวลเบาที่ใช้ตกแต่งอาคาร สำนักงาน บ้านเรือน ให้มีความสวยงามได้ จึงได้นำ หลักการดังกล่าวมาประยุกต์ทำประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน เป็นความคิดสร้างสรรค์ ในการนำวัสดุเหลือใช้มาเป็นส่วนผสมทำให้มีน้ำหนักเบาได้ และสามารถนำไปประกอบอาชีพได้ มีรายได้ที่พอเพียงในการดำรงชีวิตตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง คือ ควรให้มีการสร้างผู้ที่มี “จิตสำนึกพอเพียง” เพิ่มขึ้นในสังคม ควรให้มี 3 ห่วง ได้แก่ ความพอประมาณ ความมีเหตุผล และการมีภูมิคุ้มกัน และ 2 เงื่อนไข คือ ความรู้และคุณธรรม (จิราวุธ อิศรางกูร ณ อยุธยา, 2549 : 29)

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน และประติมากรรมในห้องตลาด
3. เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักของผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและ ประติมากรรมในห้องตลาด
4. เพื่อเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน และประติมากรรมในห้องตลาด
5. เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน และประติมากรรมในห้องตลาด
6. เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการตัดสินของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและ ประติมากรรมในห้องตลาด
7. เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันกับราคาขาย ของประติมากรรมในห้องตลาด

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. สามารถหาสูตรที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันได้
2. ผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในห้องตลาด จะมีลักษณะเนื้อต่างกัน

3. ผลิตกัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาดจะมีน้ำหนักต่างกัน

4. ผลิตกัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาดจะมีการดูดซึมน้ำต่างกัน

5. ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุด

6. ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุด

7. ต้นทุนของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันกับราคาขายของประติมากรรมในท้องตลาดแตกต่างกัน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. การทำผลิตกัณฑ์และประติมากรรมมวลเบา 3 สูตร เลือกใช้วัสดุ ดังนี้ สูตร 1 พงจีเลื่อย สูตร 2 เยื่อกระดาษ และสูตร 3 พงจีเก่า และวัสดุผสมในแต่ละสูตรเลือกใช้ ปูนปลาสเตอร์ ปูนซีเมนต์ กาวลาเท็กซ์ และน้ำ

2. ทดสอบคุณลักษณะของผลิตกัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ลักษณะเนื้อ โดยการสังเกตและสัมผัส

2.2 น้ำหนัก โดยการนำไปชั่งด้วยตาชั่ง CENT-O-GRAM

2.3 การดูดซึมน้ำ โดยการนำผลิตกัณฑ์ไปแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3. สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับประติมากรรมมวลเบา

3.1 ลักษณะเนื้อ

3.2 การติดสี หลังจากที่ทำสีน้ำมันลงบนผิวหน้าของประติมากรรมมวลเบา

4. การทำประติมากรรมมวลเบาในการทดลองครั้งนี้ ผู้ทดลองเลือกทำประติมากรรมภาพหนูดำเท่านั้น

ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการนี้

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ วัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสม

1.1 พงจีเลื่อย

1.2 เยื่อกระดาษ

1.3 พงจีเก่า

2. ตัวแปรตาม

2.1. คุณลักษณะ ได้แก่

2.1.1 ลักษณะเนื้อ

2.1.2 น้ำหนัก

2.1.3 การดูดซึมน้ำ

2.2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับ

2.2.1 ลักษณะเนื้อ

2.2.2 การติดสี

2.3 ต้นทุนการผลิต

3. ตัวแปรควบคุม

3.1 ปริมาณส่วนผสมอื่น ๆ นอกจากผงจีเลื้อย เยื่อกระดาษ และผงจีเถ้า

3.2 ขนาดของโฟม กว้าง \times ยาว \times สูง = $6 \times 6 \times 1 \text{ cm}^3$

3.3 แม่แบบบล็อกไม้ขนาด กว้าง \times ยาว \times สูง = $9.5 \times 9.5 \times 1.5 \text{ cm}^3$

3.4 แม่แบบประติมากรรม

3.5. ระยะเวลาการแข็งตัวก่อนลอกออกจากแบบ

3.6 ระยะเวลาการแช่น้ำ (ทดสอบการดูดซึมน้ำ)

3.7 ชนิดของสี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลิตภัณฑ์มวลเบา หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัสดุต่างชนิดกันมาผสมกับ ปูนปลาสเตอร์ ปูนซีเมนต์ กาวลาเท็กซ์ และน้ำ เพื่อให้มีน้ำหนักเบากว่าผลิตภัณฑ์จากปูนซีเมนต์ทั่วไป
2. ประติมากรรมมวลเบา หมายถึง การนำส่วนผสมของผลิตภัณฑ์มวลเบามาขึ้นรูปเป็นภาพนูนต่ำ
3. การประยุกต์ประติมากรรมมวลเบา หมายถึง การนำโฟมมาเป็นส่วนผสมในการทำประติมากรรมมวลเบา
4. ผงจีเลื้อย หมายถึง การนำจีเลื้อยที่ได้จากการเลื่อยไม้ นำมาร่อนจนได้ผงจีเลื้อยละเอียด
5. เยื่อกระดาษ หมายถึง การนำเศษกระดาษที่เหลือใช้มาฉีกแล้วแช่น้ำไว้ 12 ชั่วโมง ใช้มือขยำและตีให้เยื่อกระดาษกระจายตัว
6. ผงจีเถ้า หมายถึง จีเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ นำมาร่อนจนได้ผงจีเถ้าละเอียด
7. วัสดุต่างชนิด หมายถึง ผงจีเลื้อย เยื่อกระดาษ และผงจีเถ้า

8. ลักษณะเนื้อ หมายถึง ความเนียนเรียบของผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบา
9. น้ำหนัก หมายถึง น้ำหนักของผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาหลังจากการหล่อแล้ว
ลอกออกจากแม่แบบ และตากแดดให้แห้ง
10. การติดสีของประติมากรรมมวลเบา หมายถึง ความสามารถของสีในการเกาะติดกับ
ผิวหน้าของประติมากรรมมวลเบา
11. คุณลักษณะ หมายถึง ลักษณะเนื้อ น้ำหนัก และการดูชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์และ
ประติมากรรมมวลเบา
11. ความคิดเห็น หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ และการติดสีของผลิตภัณฑ์
และประติมากรรมมวลเบา

บทที่ 2

เอกสาร

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “การศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน” ในครั้งนี้ได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. จีเลื่อย
2. กระดาษ
3. จีเถ้า
4. ปูนปลาสเตอร์
5. ปูนซีเมนต์
6. ประติมากรรม
7. สี
8. โฟม
9. กาว

1. จีเลื่อย (ศุภชัย พอณา สราวุธ คชสิงห์ และทิมมพร เลื่องเชื่อง. 2545 : 5)

จีเลื่อยเกิดจากกระบวนการปรับแต่งไม้ให้เรียบ ซึ่งการตัดเกิดขึ้นได้ทั้งจากการใช้เลื่อยตัดโดยมือหรือเครื่องตัด การตัดในแต่ละครั้งจะมีปริมาณจีเลื่อยชนิดหยาบและละเอียดตกสะสมอยู่ในบริเวณรอบเครื่องเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะแยกส่วนให้เห็นได้อย่างชัดเจน โดยที่ขนาดหยาบจะกองอยู่ข้างล่าง ขนาดละเอียดจะลอยอยู่ข้างบน จีเลื่อยจากการตัดหรือไสไม้ ถ้าเป็นจีเลื่อยไม้เนื้อแข็งจะเป็นสีแฉกคล้ำ ถ้าเป็นไม้เนื้ออ่อนจะเป็นสีเหลืองอ่อน ส่วนที่มีน้ำยางจะมีการไหลเยิ้มหรือชุ่มตัวของจีเลื่อย จีเลื่อยที่มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานเป็นจีเลื่อยที่ได้จากไม้เนื้อแข็ง เพราะมีความหนาแน่นของเนื้อตัวอย่างสูง

2. กระดาษ (ขนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ และมนนภา เทพสุด. 2547 : 133-139)

กระดาษ จัดเป็นวัสดุแบนราบเป็นแผ่นบาง ๆ มี 2 มิติ เป็นสิ่งที่สำคัญในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ เป็นสิ่งที่รองรับสีหรือหมึกพิมพ์ให้ปรากฏเป็นภาพ ตัวอักษรหรือข้อความตามแม่พิมพ์หรือตัวพาพิมพ์ ทั้งนี้กระดาษผลิตจากเยื่อกระดาษซึ่งได้มาจากเส้นใยของพืช

2.1. ความหมายของกระดาษ

กระดาษ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากเยื่อเส้นใยเซลลูโลสของพืช มีลักษณะเป็นแผ่น โดยใช้กระบวนการผลิตทางกล กึ่งเคมี หรือทางเคมี ทั้งนี้กระดาษถูกแบ่งเป็นชนิดตามน้ำหนัก กล่าวคือ

ในกรณีที่น้ำหนักมาตรฐานน้อยกว่า 225 กรัมต่อตารางเมตร จะเรียกว่า กระดาษ แต่ถ้ามีน้ำหนักมาตรฐานมากกว่า 225 กรัมต่อตารางเมตร จะเรียกว่า กระดาษแข็ง

กระดาษแบ่งตามประเภทการใช้งานได้ 4 ประเภท คือ

2.1.1 กระดาษอนามัย เฉพาะกระดาษชำระ กระดาษเช็ดปาก และกระดาษเช็ดมือ

2.1.2 กระดาษกล่องและกระดาษแข็ง เพื่อการบรรจุภัณฑ์ เฉพาะกระดาษกล่องเคลือบ กระดาษกล่องไม่เคลือบ กระดาษทำลูกฟูก และกระดาษเหนียว

2.2.3 กระดาษพิมพ์และเขียน เฉพาะกระดาษพิมพ์ กระดาษเขียน กระดาษพิมพ์ต่อเนื่อง กระดาษถ่ายเอกสาร และกระดาษอัดสำเนา

2.2.4 กระดาษอื่น ๆ เช่น กระดาษทำแผ่นยิปซัม

2.2 ชนิดของกระดาษที่ควรรู้จัก

2.2.1 กระดาษชำระ (Toilet Tissue) หมายถึง กระดาษที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำความสะอาด สะอาดสิ่งสกปรก เป็นกระดาษขุ่น มีลักษณะนุ่ม ดูดซับน้ำได้ดี และยุ่ยง่ายเมื่อถูกน้ำ

2.2.2 กระดาษกล่องเคลือบ (Coated Boxboard) หมายถึง กระดาษกล่องที่ผิวหน้าด้านที่ใช้พิมพ์เคลือบด้วยผงสีและตัวยึดเพื่อให้ผิวเรียบ

2.2.3 กระดาษกล่องไม่เคลือบ (Uncoated Boxboard) หมายถึง กระดาษกล่องที่ผิวหน้าไม่ได้เคลือบด้วยผงสีและตัวยึด

2.2.4 กระดาษทำลูกฟูก (Corrugating Medium) หมายถึง กระดาษที่นำมาใช้ทำเป็นลอนเพื่อประกอบเป็นแกนกลางของแผ่นลูกฟูก

2.2.5 กระดาษลูกฟูก (Corrugated Medium) หมายถึง กระดาษทำลูกฟูกที่ขึ้นลอนแล้วประกอบเป็นชั้นกลางระหว่างกระดาษทำผิวกล่องของแผ่นกระดาษลูกฟูก

2.2.6 แผ่นกระดาษลูกฟูก (Corrugated Fibreboard) หมายถึง กระดาษที่ประกอบด้วยกระดาษลูกฟูกอย่างน้อย 1 แผ่น ประกบด้วยกระดาษทำผิวกล่องอย่างน้อย 2 แผ่น

2.2.7 กระดาษทำผิวกล่อง (Linerboard Or Facing) หมายถึง กระดาษที่ใช้ประกบกระดาษลูกฟูก มีผิวเรียบสม่ำเสมอ ดัดงอได้ดี และเหมาะแก่การพิมพ์

2.2.8 กระดาษทำถุง หมายถึง กระดาษที่ใช้ในการทำถุงขึ้นเดียว

2.2.9 กระดาษพิมพ์และเขียน (Print and Writing Paper) หมายถึง กระดาษที่ทำขึ้นเพื่อให้เหมาะสำหรับการพิมพ์และเขียน ยกเว้นกระดาษหนังสือพิมพ์

2.2.10 กระดาษพิมพ์ (Printing Paper) หมายถึง กระดาษที่ทำขึ้นเพื่อให้เหมาะสำหรับการพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสส์

2.2.11 กระดาษเขียน (Writing Paper) หมายถึง กระดาษที่ทำขึ้นเพื่อให้เหมาะสำหรับการเขียนด้วยน้ำหมึกแล้วไม่ซึม

2.2.12 กระดาษพิมพ์ต่อเนื่อง (Paper for Continuous Forms) หมายถึง แผ่นกระดาษที่ใช้พิมพ์ข้อมูลหรือเอกสารต่าง ๆ ด้วยเครื่องพิมพ์แบบกระทบ มีรูเจาะที่ริมขอบกระดาษด้านข้างทั้งสองช่องเพื่อยึดเกาะกับหนามเตย (Sprocket) ของเครื่องพิมพ์แบบกระทบ ทำให้พิมพ์ได้อย่างต่อเนื่องแผ่นต่อแผ่น

2.2.13 กระดาษถ่ายเอกสาร (Xerographic Paper) หมายถึง กระดาษที่ใช้ถ่ายเอกสารและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เพื่อทำสำเนาด้วยเครื่องถ่ายเอกสาร

2.2.14 กระดาษอัดสำเนา (Mineograph Paper) หมายถึง กระดาษที่ทำขึ้นเพื่อใช้ทำสำเนาด้วยเครื่องอัดสำเนา

2.2.15 กระดาษทำแผ่นยิปซัม (Gypsum Liner Board) หมายถึง กระดาษที่ทำขึ้นเพื่อให้เหมาะสำหรับการทำแผ่นยิปซัม

2.2.16 กระดาษปรู๊ฟ (Newsprint) เป็นกระดาษบางไม่เคลือบผิว ทำจากเยื่อไม้ป่นสีออกเหลืองอ่อน ใช้สำหรับสิ่งพิมพ์ที่มีต้นทุนต่ำแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.2.16.1 กระดาษปรู๊ฟเหลือง ใช้กับสิ่งพิมพ์ประเภทที่มีอายุการใช้งานสั้น ๆ เช่น หนังสือพิมพ์รายวัน สำเนาใบเสร็จ แผ่นปลิว เป็นต้น ถ้าเก็บไว้นานจะเป็นสีเหลืองเก่าและกรอบ

2.2.16.2 กระดาษปรู๊ฟขาว ใช้กับสิ่งพิมพ์ทั่วไป เช่น นิตยสารทั่วไป เอกสารตำราที่พิมพ์สีเดียว หรือพิมพ์ขาวดำ ทั้งนี้เพราะคู่มือมีค่ามากกว่ากระดาษปรู๊ฟเหลือง

2.2.16.3 กระดาษปรู๊ฟมัน เป็นกระดาษที่มีสีขาวนวลแต่มีผิวเป็นมันมากกว่ากระดาษ 2 ชนิดแรก ใช้ทำหนังสือเอกสารทางวิชาการที่สามารถเก็บไว้นาน ๆ ได้ สำนักพิมพ์บางแห่งนิยมใช้เพราะทำให้ต้นทุนต่ำ

2.2.17 กระดาษปอนด์ (Wood Free Paper) เป็นกระดาษไม่เคลือบผิว แต่ผสมสารเคมีทำให้เรียบ เหนียว ขาว มีคุณภาพดี เก็บไว้ได้นานไม่กรอบเหลืองเหมาะสำหรับสิ่งพิมพ์ที่มีค่า เช่น โฉนดที่ดิน ประกาศนียบัตร ธนบัตร หรือใช้เป็นเนื้อในของหนังสือ นิตยสารที่มียอดจำหน่ายสูง เช่น คิฉัน แพรว ไฮคลาส เป็นต้น บางครั้งกระดาษปอนด์ยังสามารถรองรับการพิมพ์สื่อดิจิทัลได้ เช่น หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ หนังสือพิมพ์แนวหน้า และหนังสือพิมพ์ผู้จัดการ เป็นต้น กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ส่วนใหญ่จะมีความหนา 60, 70, 80 และ 100 แกรม

2.2.18 กระดาษอาร์ต (Art Paper) เป็นกระดาษเคลือบผิว มีสีขาว เรียบ เนื้อแน่นมีความมัน ผิวหน้าเคลือบผิวด้วยเคลือบเคลือบคาร์บอนเนต เนื้อในเป็นกระดาษธรรมดา เหมาะสำหรับ

การพิมพ์สอด้สี กระดาษอาร์ตมีหลายชนิด เช่น กระดาษอาร์ตการ์ด กระดาษอาร์ตฟาร์บริโน กระดาษอาร์ตด้าน กระดาษอาร์ตแก้ว กระดาษอาร์ตมัน ในกรณีที่พิมพ์รูปสี่สี ส่วนมากนิยมพิมพ์บนกระดาษอาร์ตความหนา 115 แกรมขึ้นไป ถ้าใช้เป็นเนื้อในหนังสือจะใช้ความหนาประมาณ 80-120 แกรม ถ้าเป็นปกจะใช้ความหนาประมาณ 140-360 แกรม ถ้าใช้พิมพ์โปสเตอร์แผ่นพับจะใช้ความหนาประมาณ 120-160 แกรม

2.2.19 กระดาษแอร์เมล์ (Air Mail) เป็นกระดาษบางเบา ทำด้วยเยื่อเคมี มีหลายสี ใช้ทำเป็นซองจดหมายไปรษณีย์อากาศ และเป็นกระดาษชั้นหน้าหนังสือ

2.2.20 กระดาษสีน้ำตาล (Kraft Paper) เป็นกระดาษแข็ง หนา เหนียว เหมาะสำหรับทำกล่องห่อของ หรือทำปกหนังสือ

2.2.21 กระดาษซับ (Cover Paper) เป็นกระดาษเนื้อหนาอ่อนนุ่ม ดูเรียบมีกได้เป็น อย่างดีเหมาะกับสิ่งพิมพ์ที่ไม่ต้องการรายละเอียดมาก เพราะสิ่งพิมพ์ที่ปรากฏบนกระดาษชนิดนี้ไม่ค่อยคมชัดมากนัก

2.2.22 กระดาษปก (Cover Paper) เป็นกระดาษหนา แข็ง เนื้อแน่นใช้ทำปกซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกระดาษที่มีความหนา 140-260 แกรมขึ้นไป

2.2.23 กระดาษการ์ด (Card Paper) เป็นกระดาษผิวเรียบไม่เคลือบผิว ไม่มีความมันเหมือนกระดาษอาร์ต ดูเรียบมีกได้ดี เหมาะสำหรับงานพิมพ์ที่ต้องการความแข็งแรงทนทานมากกว่าปกดี เช่น ปกหนังสือ โปสเตอร์ บัตรเชิญต่าง ๆ เป็นต้น

2.2.24 กระดาษกล่อง (Box Paper) เป็นกระดาษหน้าขาวหลังเทา ด้านหน้ามีลักษณะคล้ายกระดาษปอนด์ ด้านหลังทำด้วยเยื่อไม้ป่นหรือเยื่อกระดาษเก่า บางครั้งเรียกว่า กระดาษการ์ด

2.3 องค์ประกอบของกระดาษ

กระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งได้จากการนำวัสดุหลาย ๆ ชนิดมาผสมให้เข้ากันดีแล้วนำไปทำเป็นแผ่น ซึ่งองค์ประกอบหลักของกระดาษ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเส้นใย และส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย

2.3.1 ส่วนที่เป็นเส้นใย

2.3.1.1 เยื่อใยต้นเคมีฟอก (Leaf Bleached Kraft Pulp : LBKP) เส้นใยต้นผลิตจากไม้เนื้อแข็งเมืองร้อน เช่น กระดาษ AA ผลิตเยื่อจากไม้ยูคาลิปตัส มีความหนาประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร คุณสมบัติเด่นของเยื่อใยต้น คือ ช่วยให้เยื่อกระดาษแน่นสม่ำเสมอ เรียบ และมีความทึบแสงดี เนื่องจากเยื่อใยต้นมีขนาดเล็ก สามารถแทรกตัวตามร่องช่องว่างของเยื่อใยได้ แต่มีข้อเสีย คือ ไม่สร้างความแข็งแรงให้กับกระดาษ ทำให้กระดาษขาดง่าย

2.3.1.2 เยื่อใยขาวเคมีฟลอก (Needle Bleached Kraft Pulp : NBKP) เส้นใยขาวเป็นเยื่อที่ผลิตจากไม้อ่อนจำพวกสน (เยื่อชนิดนี้ในประเทศไทยไม่มีจึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ) เส้นใยขาวมีความยาวประมาณ 3-3.5 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้มีความสามารถในการยึดเกี่ยวกันสูง ทำให้กระดาษมีความแข็งแรงดีขึ้น ทนต่อแรงดึง แรงฉีกขาด แต่ถ้าใส่เป็นส่วนผสมในเนื้อกระดาษมากทำให้เกิดกระดูกของเส้นใยเยื่อที่จับตัวเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งจะเกิดเมื่อการกระจายตัวของเยื่อไม่ดีเมื่อมองแผ่นกระดาษผ่านแสง จะเห็นเหมือนก้อนเมฆเป็นหย่อม ๆ ในเนื้อกระดาษเป็นจำนวนมากและทำให้ผิวกระดาษไม่เรียบ

2.3.2 ส่วนที่ไม่ใช่เยื่อกระดาษ

ส่วนมากเป็นสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ สารเคมีเหล่านี้เติมลงไปเพื่อปรับปรุงสมบัติกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน มีดังนี้

2.3.2.1 ตัวเติม (Filler) สารเติมแต่งชนิดนี้จะเป็นผงแร่สีขาว ใสลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติทำให้ผิวกระดาษเรียบขึ้น เพื่อความขาวสว่างและความทึบแสงของกระดาษ ทำให้กระดาษมีการดูดซับหมึกได้ดีขึ้น และลดต้นทุนการผลิตกระดาษ แต่การเติมผงแร่ลงไปก็มีส่วนลดสมบัติด้านความเหนียวของกระดาษลงด้วย ผงแร่แต่ละชนิดมีลักษณะรูปร่าง ขนาด และดัชนีการหักเหของแสงต่างกัน นอกจากนี้ยังใสลงไปเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตกระดาษอีกด้วย เพราะตัวเติมส่วนมากจะมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเส้นใย ผงแร่ที่ใช้เป็นตัวเติมจะต้องมีขนาดเล็กละเอียด ตัวเติมที่ดีควรมีประมาณ 1.10 ไมครอน ผงแร่ที่มีขนาดเล็กนี้เมื่อเติมลงไปช่วยเพิ่มเนื้อที่ผิวภายในกระดาษโดยเพิ่มพื้นที่ผิวระหว่างผงแร่กับอากาศและผงแร่กับเส้นใย ทำให้เพิ่มค่าการกระเจิงแสง (Light Scattering) ของกระดาษ ทำให้กระดาษมีค่าความขาวสว่างเพิ่มขึ้นและเนื่องจากมีขนาดเล็กกว่าเส้นใยมาก เมื่อใส่ลงไปจะทำให้กระดาษมีผิวเรียบขึ้น

ผงแร่ที่เติมในกระดาษได้แก่ ดินขาว (Kaoilin Clay) ไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide, TiO_2) และแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate : $CaCO_3$)

2.3.2.2 สารด้านการซึมน้ำ (Sizing Sgent) สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารเคมีที่ใสลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้านการต้านทานการซึมน้ำของกระดาษ ทำให้กระดาษต้านทานการเปียกน้ำได้ดีขึ้น และช่วยลดพื้นที่ผิวของการดึงดูดระหว่างเส้นใยและโมเลกุลของน้ำ ทำให้ลดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่เนื้อกระดาษ เมื่อกระดาษโดนน้ำจะไม่เปื่อยหรือซึมน้ำในทันทีทันใด

การเติมสารด้านการซึมน้ำแบ่งเป็น 3 ระดับ มีชื่อเรียกกระดาษที่เติมสารด้านการซึมน้ำแต่ละระดับ ดังนี้

- 1) กระดาษที่ไม่ใส่สารด้านการซึมน้ำเลย เช่น กระดาษชำระและกระดาษซับ
- 2) กระดาษที่ใส่สารด้านการซึมน้ำเล็กน้อย เช่น กระดาษพิมพ์และเขียน

3) กระดาษที่ใช้สารด้านการซึมน้ำในปริมาณสูงมาก เช่น กระดาษทำด้วยกระดาษทำกล่องนม

สารด้านการซึมน้ำที่ใช้ในการทำกระดาษ ได้แก่ สารส้มและชันสน (Alum/Rasin Size) ไขผึ้ง (Wax) ยางมะตอย (Asphalt) แอลคิลคีทีนไดเมอ์ (Alkyl Ketene Dimmer: AKD)

2.3.2.3. สารเพิ่มความเหนียว สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้านความเหนียวของกระดาษ โดยเฉพาะความต้านแรงดึง และความต้านแรงฉีกขาด นอกจากนี้ยังช่วยลดการหลุดลอกของเส้นใยที่ผิวกระดาษและเพิ่มพันธะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นกระดาษแข็ง ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญมาก สารเพิ่มความเหนียวที่ใช้ ได้แก่ แป้งธรรมชาติ (Native Starch) แป้งปรุงแต่ง (Modified Starch) แต่ปัจจุบันนิยมใช้แป้งประจุบวกและพอลิอะครีเอไมด์

2.3.2.4 สารฟอกขาว (Optical Brightening Agent : OBA) หรือสารเพิ่มความขาวสว่างสารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารสีย้อมประเภทเรืองแสง (Fluorescent Dye) เมื่อเติมลงไปจะช่วยให้กระดาษมีความสว่าง (Brightness) เพิ่มมากขึ้น

2.3.2.5 สารสีย้อม (Dyes) สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารเคมีที่ใส่ลงไปในการทำกระดาษโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาโทนสีของกระดาษให้คงที่และสอดคล้องกับสีของลิกนินซึ่งมีสีเหลือง โดยปกติถ้ากระดาษสัมผัสกับความร้อนหรือแสงอาทิตย์ ลิกนินที่หลงเหลืออยู่ในเนื้อกระดาษจะแสดงสีของตัวเองออกมา ทำให้กระดาษมีสีเหลือง สารสีย้อมยังใช้แต่งสีกระดาษขาวให้ได้ระดับคล้ำสีที่ต้องการ หรือเพื่อให้ดูขาวขึ้น ซึ่งเรียกว่า สีแต่ง (Tintion Dye) โดยใช้สีแต่งในปริมาณน้อย ๆ เติมในส่วนผสมของน้ำเยื่อ สีที่ใช้แต่งนี้อาจเป็นสีอะไรก็ได้ แต่ในการดาษขาวจะใช้สีม่วงหรือสีน้ำเงิน

2.3.2.6 สารควบคุมจุลชีพ (Microbiological Control Agent หรือ Biocide) เป็นสารที่ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของจุลชีวะจำพวกเชื้อราหรือแบคทีเรีย เพื่อป้องกันการเกิดเมือกจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้กระดาษสกปรก และทำให้กระดาษขาดในระหว่างการผลิตได้ง่าย

2.4. คุณสมบัติที่ต้องใช้พิจารณาในการเลือกใช้กระดาษ

2.4.1 ความทึบของกระดาษ หมายถึง ความแน่นหรือความหนาของเนื้อกระดาษ เป็นคุณสมบัติของกระดาษแต่ละชนิดที่หลังจากพิมพ์แล้วไม่ทะลุหรือมองเห็นอีกด้านหนึ่ง กระดาษที่ใช้ในงานพิมพ์ควรมีความทึบสูงกว่ากระดาษบางจนบางครั้งสามารถทำให้สิ่งพิมพ์ดูมีค่ามากขึ้น เช่น โปสเตอร์ที่พิมพ์บนกระดาษบางจะมีค่าน้อยกว่าโปสเตอร์ที่พิมพ์จากกระดาษที่มีความแข็งแรงมากกว่าหนังสือที่มีจำนวนมากกว่าและบางครั้งความหนาทำให้สิ่งพิมพ์ดูแข็งแรงขึ้นด้วย

2.4.2 สีของกระดาษ กระดาษจะมีสีแตกต่างกัน เช่น กระดาษอาร์ต (มีสีสี คือ

เหลืองอ่อน ฟ้ำอ่อน เขียวอ่อน และชมพูอ่อน) แต่ส่วนใหญ่จะเป็นกระดาษขาวเพราะสามารถที่จะพิมพ์เป็นสีอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้ความขาวของกระดาษยังแตกต่างกัน เช่น ความขาวของกระดาษปอนด์จะมีความขาวใสของกระดาษปรู๊ฟ ซึ่งจะมีผลต่อการรับหมึกพิมพ์แตกต่างกันด้วย

2.4.3 ชนิดของกระดาษกับการพิมพ์สอด้สี ถ้าเป็นสีพิมพ์สีเดียวจะพิมพ์บนกระดาษหนาของขนาดเท่าใดก็ได้ แต่ถ้าเป็นการพิมพ์ 3 สีขึ้นไป ควรใช้กระดาษที่มีความหนาหรือความทึบมากพอสมควรเช่น กระดาษอาร์ต กระดาษร้อยปอนด์ เป็นต้น

2.4.4 ความแข็งและอ่อนของกระดาษ สิ่งพิมพ์บางชนิดเดียวทั้งหมด เช่น แผ่นปลิวโปสเตอร์ แผ่นพับ สิ่งพิมพ์บางชนิดต้องใช้กระดาษหลายชนิดเดียวทั้งหมด เช่น สมุด หนังสือ ส่วนที่เป็นปกจะใช้กระดาษหนาหรือแข็งกว่าส่วนที่เป็นเนื้อใน นิตยสารบางฉบับที่มีหน้าพิมพ์สอด้สีแทรกอยู่ในเนื้อใน ทำให้ต้องใช้กระดาษหนางต่างกันด้วย นอกจากนี้สิ่งพิมพ์บางชนิดที่มีการตัดเจาะ ปรับแต่งเป็นรูปทรงแปลก ๆ เพื่อความน่าสนใจ ต้องใช้กระดาษที่หนาและแข็งกว่าปกติ และขนาดของสิ่งพิมพ์ควรพิจารณาให้เหมาะสมกับความแข็งอ่อนของกระดาษอีกด้วย เช่น แผ่นพับขนาด 8 หน้ายกธรรมดา ควรใช้กระดาษ 105 แกรม แต่ถ้าเป็นขนาด 8 หน้ายกพิเศษ ควรใช้กระดาษ 128 แกรม จะดูแข็งแรงกว่า เป็นต้น

2.5. กรรมวิธีการผลิตกระดาษ (ไสว พักขาว และศรายุทธ ทรัพย์อาภารัตน์. 2540 : 141-145)

แบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.5.1 การทำเยื่อ (Pulping) เป็นขั้นตอนสกัดและแยกเส้นใยของพืชให้อยู่ในรูปเยื่อโดยใช้วิธีเชิงกลหรือใช้กระบวนการทางเคมี

2.5.2 การเตรียมเยื่อ (Stock Preparation) เป็นขั้นตอนการปรุงแต่งและผสมผสานเส้นใยและสารเคมีในสถานะที่เป็นของเหลวผสม

2.5.3. การทำกระดาษให้เป็นแผ่น (Sheet Formation) ประกอบด้วยขั้นตอนการฟอกเยื่อและการทำความสะอาด เป็นขั้นตอนการทำกระดาษให้เป็นแผ่นบนเครื่องผลิต

2.5.4 ขั้นตอนหลังกระบวนการผลิต เช่น การตัดแบ่ง การเคลือบ การขัดผิวให้มัน

2.5.5 ขั้นตอนสำหรับรูปครั้งสุดท้าย กระดาษม้วนอาจถูกตัดออกเป็นรีม

รูปที่ 1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตกระดาษ

2.6. วัตถุดิบในการทำกระดาษ

วัตถุดิบหลักในการผลิตกระดาษ คือ เซลลูโลส เป็นเส้นใยที่ได้มาจากพืชส่วนใหญ่ จากต้นไม้ยืนต้นประเภทไม้เนื้ออ่อน ได้แก่ ต้นสน ยูคาลิปตัส พืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ไม้ หน่ออ้อย ฝ้าย ฟางข้าวต่าง ๆ กล่าวได้ว่าพืชชนิดที่มีเส้นใย อาจนำมาทำกระดาษได้

กระดาษเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีการทำลายป่า การขาดแคลนวัตถุดิบในการทำเยื่อ ทำให้ต้องมีการใช้เยื่อกระดาษอย่างประหยัดและฉลาด มีการนำเศษวัสดุไม้จากอุตสาหกรรมอื่นหรือจาก

การเกษตรมาหมุนเวียนใหม่ เพื่อให้มีการใช้วัสดุอย่างคุ้มค่า และรักษาสิ่งแวดล้อมของโลก การผลิตกระดาษภายในประเทศโดยปกติจะใช้วัตถุดิบ 3 ประเภทดังนี้

2.6.1 เศษกระดาษ และเยื่อจากต่างประเทศ

ประเทศไทยมักจะนำเข้าเศษกระดาษสำเร็จรูปพร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีจากประเทศสหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ ส่วนเยื่อที่ส่งนำเข้าส่วนใหญ่จะเป็นเยื่อใยยาว

2.6.2 เศษกระดาษภายในประเทศ

2.6.3 เยื่อที่ผลิตได้ภายในประเทศ

ประเทศไทยสามารถผลิตเยื่อใยสั้นได้เท่านั้น ได้จากพืชท้องถิ่นหลายชนิด ได้แก่ เยื่อจากชานอ้อย ไม้ไผ่ และจากยูคาลิปตัส เป็นต้น

2.7. กระบวนการผลิตกระดาษ

สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.7.1 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการต้มและฟอกเยื่อ

กระบวนการต้มเยื่อ เป็นกระบวนการแยกเส้นใยออกจากเนื้อไม้ โดยใช้วิธีการทางเคมี เช่น ใช้โซดาไฟ (Sodium hydroxide ; NaOH) ผสมลงไปต้มในหม้อต้ม ภายใต้อุณหภูมิสูง จากนั้นจึงนำเส้นใยที่ได้ไปฟอก

กระบวนการฟอกเยื่อ ส่วนใหญ่จะใช้สารคลอรีน (Chlorine) จะทำให้เยื่อขาวขึ้น บางครั้งอาจเติมโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodiumhypochlorite) ลงไปเพื่อให้เยื่อกระดาษมีความขาวเพิ่มขึ้น

2.7.2 สารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำในหม้อไอน้ำ

2.7.2.1 ปูนขาว เมื่อละลายน้ำแล้วมีสภาพเป็นด่าง ใช้ลดความกระด้างของน้ำ

2.7.2.2 แมกนีเซียมออกไซด์ ใช้ลดสภาวะ ความกระด้างของน้ำ โดยสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบจำพวกซิลิกาออกไซด์ในน้ำได้

2.7.2.3 สารประกอบจำพวกฟอสเฟต เช่น โซเดียมฟอสเฟต คาลกอน เป็นต้น ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดตะกรันแข็งตัว เกาะติดผิวภายในหม้อไอน้ำ

2.7.2.4 โซเดียมซิลิไฟต์ ใช้กำจัดออกซิเจนที่เหลืออยู่ในน้ำให้หมด เพื่อป้องกันการสึกกร่อนของหม้อไอน้ำ

2.7.3 สารเคมีที่ใช้ขั้นตอนเตรียมเนื้อเยื่อและทำกระดาษ

2.7.3.1 สารกั้นซึม (Sizing agents) ช่วยทำให้กระดาษมีคุณสมบัติด้านทานการดูดซึมน้ำ ได้แก่ ชันสน แต่ต้องทำการย่อยโมเลกุลให้เล็กลงด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และเติมสารสัสมลงไปด้วย เพื่อเป็นตัวเชื่อมให้เส้นใยกับชันสนสามารถยึดติดกันได้

2.7.3.2 สารเติมเต็ม (Fillers) เป็นผงมีสีขาว ใช้อุดรู ร่อง หรือช่องว่างระหว่างเส้นใยเพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระดาษ ได้แก่ เคลย์ (Clay) แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) และผงสีอื่นๆ

2.7.3.3 แป้งมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงละเอียด เวลาใช้ผสมกับน้ำ พ่นเป็นฝอยลงบนเนื้อเยื่อบนเครื่องเดินแผ่น เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผิวกระดาษ เพิ่มน้ำหนักกระดาษ ความขาว และทำให้กระดาษเป็นมันวาวด้วย

2.7.3.4 สารสี เพื่อย้อมสีให้กระดาษมีสีตามต้องการ

2.7.3.5 สารเพิ่มความแข็งแรงของกระดาษในสถานะเปียก ส่วนมากจะเป็นสารเรซินสังเคราะห์

2.8. การเลือกและการใช้กระดาษ

การเลือกกระดาษมีหลายประเภท หลายคุณภาพ แต่ละชนิดผลิตขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้ ดังนั้น การเลือกใช้กระดาษ ประการแรกต้องทราบว่า จะใช้กระดาษทำอะไร ใช้พิมพ์ตำราเรียน หนังสือภาพ วารสาร หนังสือพิมพ์ กล่องบรรจุอาหาร หรือกล่องบรรจุเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.8.1 ลักษณะผิวกระดาษ

2.8.1.1 กระดาษเคลือบผิว

กระดาษเคลือบผิวโดยปกติก็เพิ่มให้มีผิวเรียบ ทำให้การพิมพ์สามารถพิมพ์ภาพตัวอักษรได้เรียบคมชัด น้ำหนักก็สม่ำเสมอ จึงเหมาะกับการพิมพ์ภาพที่ลงเม็ดสกรีน ภาพสีที่มีคุณภาพสูงเป็นกระดาษที่ราคาแพง แบ่งเป็น

1) กระดาษเคลือบผิวมัน เหมาะสำหรับงานพิมพ์สี เพราะทำให้ได้สีสดใส เหมาะที่จะพิมพ์หนังสือ หรือภาพโฆษณาที่ต้องการให้เห็นสีสดใสสวยงาม สีสรรษชาติ

2) กระดาษเคลือบผิวด้าน เหมาะสำหรับพิมพ์ภาพสีเช่นเดียวกัน ความสดใสของสีจะด้อยกว่ากระดาษเคลือบผิวมันแต่เหมาะสำหรับหนังสือภาพที่มีตัวอักษรมาก เพราะกระดาษชนิดนี้ไม่มันวาว ทำให้อ่านหนังสือได้ง่าย สบายตากว่าไม่มีมุมสะท้อนเหมือนผิวมัน

2.8.1.2 กระดาษไม่เคลือบผิว

กระดาษชนิดนี้มีผิวขรุขระไม่เรียบ นับเป็นกระดาษที่มีคุณภาพรองจากกระดาษเคลือบผิวมัน ในการพิมพ์ภาพสี กระดาษประเภทนี้เหมาะสำหรับพิมพ์หนังสือ และสำหรับสิ่งพิมพ์ที่มีตัวอักษรเป็นส่วนใหญ่ ราคาถูกกว่ากระดาษเคลือบผิว

2.8.1.3 ลวดลายบนผิวกระดาษ

งานพิมพ์หนังสือโดยทั่วไปนิยมใช้กระดาษผิวเรียบธรรมดา แต่ในงานบางประเภท

ที่ช่างออกแบบต้องการลดลายของผิวกระดาษ เพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับสิ่งพิมพ์จะต้องทราบข้อจำกัดของกระดาษประเภทอื่น ๆ ด้วย กระดาษประเภทนี้มักจะลดความคมชัดของรายละเอียดของภาพ และลดความสดใสของสีหมึกพิมพ์ นอกจากนี้ การพิมพ์บางระบบจะใช้กับกระดาษลดลายไม่ได้เลย เช่น ระบบเลเซอร์เพรส เนื่องจากไม่สามารถพิมพ์ไปตามร่องลึกของลดลายได้

2.8.2 สีของกระดาษ

2.8.2.1 ความขาวของกระดาษ

วัตถุดิบที่ใช้ทำกระดาษมีความขาวต่างกัน กระดาษหนังสือพิมพ์ซึ่งทำจากเยื่อไม้บดจะมีลักษณะที่ด่างๆ ทำให้สีค่อนข้างเหลืองและเปลี่ยนสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุ

กระดาษปอนด์ เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อไม้ที่ได้รับการฟอกจนปราศจาก lignin ทำให้ขาวกว่ากระดาษหนังสือพิมพ์ และเปลี่ยนสีช้ากว่า ปัจจุบันกระบวนการผลิตกระดาษ จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมอย่างมาก ดังนั้นกระบวนการฟอกกระดาษขาว จะถูกขอรับรองให้ใช้สารเคมีน้อยลง

2.8.2.2 กระดาษสี

ส่วนใหญ่ มักจะใช้เป็นกระดาษคั่นเพื่อแยกบท หรือใช้ทำสำเนาใบเสร็จรับเงิน ใบส่งของ ถ้าเป็นกระดาษสีบาง 28 g/m^2 นิยมเรียกว่ากระดาษแอร์เมล์ หรือกระดาษแมนนิโฟลด์ ชนิดที่มีน้ำหนัก 50 g/m^2 เรียกว่า กระดาษปรีฟลี และชนิดที่มีน้ำหนัก 70, 75, 80 g/m^2 เรียกว่า กระดาษปอนด์สี

3. จีเอ็ม (www.bolggang.com/biewdiary.php?id=duen&month)

การเผาไหม้เป็นกระบวนการที่เชื้อเพลิงและตัวเดิมออกซิเจน ทำปฏิกิริยาทางเคมีที่อุณหภูมิสูงจนได้เป็นสารประกอบใหม่ขึ้นมาและปล่อยพลังงานแสงและความร้อน ในเชื้อเพลิงที่เราเห็นอยู่ทั่วไป เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ และถ่าน ออกซิเจนมักจะเป็นตัวเดิมออกซิเจน พลังงานความร้อนที่ถูกสร้างขึ้นจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเหล่านี้และเป็นเชื้อเพลิงอื่น ๆ จะให้พลังงานที่เราต้องการเป็นส่วนใหญ่ รวมถึงพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนรถยนต์ และพลังงานที่จะเปลี่ยนแปลงให้เป็นความร้อนและแสงไฟในบ้านของเรา

ฟืนเป็นเชื้อเพลิงทั่วไปอย่างหนึ่งที่ใช้ในการเผาไหม้ ในอินทรีย์วัตถุทั้งหมด ท่อนไม้หรือถ่านที่เราใส่ในเตา หรือในเตาผิง จะประกอบด้วยธาตุหลัก 2 ชนิด คือ ไฮโดรเจน และคาร์บอน ธาตุเหล่านี้จะสร้างพันธะเชื่อมติดกันภายในโมเลกุล กลายเป็นเซลล์หนึ่งเซลล์ของท่อนไม้ นั่นระหว่างที่เกิดการเผาไหม้ ปฏิกิริยาเคมีจะทำลายโมเลกุลเหล่านี้และเปลี่ยนรูปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอน (ที่ถูกทำลายพันธะไปแล้ว) จะไปรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศนั่นเอง สมมติว่าท่อนฟืนประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้น และการเผาไหม้

สมบูรณ์จะมีเพียงไอน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้นซึ่งจะลอยขึ้นไป อย่างไรก็ตามฟืนประกอบไปด้วยธาตุหลายชนิดและการเผาไหม้ของมันก็มักจะไม่สามารถสมบูรณ์อีกด้วย

วิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ได้มีการตรวจสอบองค์ประกอบต่าง ๆ ในไม้ที่ใช้ทำฟืนและค้นหาธาตุและโลหะอื่น ๆ เช่น แคลเซียม อะลูมิเนียม และเหล็ก เป็นต้น หลังจากเกิดการเผาไหม้แล้วธาตุโลหะเหล่านี้จะรวมตัวกับออกซิเจนจนกลายเป็นของแข็ง ที่เรียกว่า เมทัลออกไซด์ (Metaloxides) ออกไซด์เหล่านี้เป็นส่วนประกอบหลักของผงสีเทาของฟืนเท่านั้นเอง

การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จะทำให้มีเขม่าเกิดขึ้น การเผาไหม้ของท่อนฟืนที่ลงไปในเตาผิงจะมี 3 ระยะ คือ การทำให้ท่อนฟืนแห้ง การเผาไหม้ที่ทำให้เกิดเปลวไฟ และการเผาไหม้ที่ทำให้เกิดการเรืองแสงออกมา การเรืองแสงของท่อนฟืนในระยะสุดท้าย จะมีคาร์บอนจำนวนมากและไฟที่เกิดขึ้นจะช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ แต่ขณะที่เปลวไฟกำลังลุกโชนอยู่นั้น ส่วนท่อนฟืนที่ไม่โดนเปลวไฟสามารถเย็นตัวลงทำให้ปฏิกิริยาการเผาไหม้ช้าลง ซึ่งจะส่งผลให้ไฟดับก่อนที่การเผาไหม้จะเสร็จสมบูรณ์ ท่อนฟืนที่เหลือนี้จะอยู่ในรูปของถ่านที่สามารถนำไปจุดไฟและเผาไหม้ขึ้นอีกครั้งได้ และให้เขม่าออกมา สรุปก็คือ การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดเขม่าขึ้น

4. ปูนปลาสเตอร์ (Plaster of Paris) (<http://www.mtec.or.th/th/special/cdm/articles/articles4.html>)

ปูนปลาสเตอร์ หรือเรียกทางเคมีว่า แคลเซียมซัลเฟตไฮเดรต

การผลิตปูนปลาสเตอร์ในทางการค้า ทำได้โดยให้ความร้อนแก่ผงแร่ยิปซัมที่อุณหภูมิประมาณ 160 °C ในภาชนะที่เป็นเหล็ก (Steel Pans) โดยน้ำจะระเหยออกจากแร่ยิปซัมใน 2 ช่วง นั่นคือ ที่อุณหภูมิ 128 °C เป็นช่วงแรก (First Boil) และที่อุณหภูมิ 163 °C เป็นช่วงที่ 2 (Second Boil) และถ้ากระบวนการดังกล่าวดำเนินต่อไปอีกจนกระทั่งไม่มีน้ำเหลืออยู่อีกเลย (หรือเรียกว่า "Dead-Burned") เราจะได้แคลเซียมซัลเฟตที่ไม่มีน้ำอยู่เลย หรือเรียกว่า Anhydrous Calcium Sulphate (CaSO_4)

ในกระบวนการเผาหรือให้ความร้อนแก่ยิปซัม จะสามารถผลิตปูนปลาสเตอร์ได้ 2 แบบ ถ้าเป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนแก่ปลาสเตอร์อย่างรวดเร็ว และตัวอย่างถูกกวนเพื่อให้ไอน้ำระเหยออก จะได้ปูนปลาสเตอร์ชนิดหิโนออกมา ส่วนปลาสเตอร์ชนิดธรรมดา จะผลิตโดยการให้ความร้อนแก่แร่ยิปซัมในบรรยากาศที่มีความชื้นอย่างเพียงพอ หรือโดยการเผาในสภาวะแบบไอน้ำ (Steam Treatment)

แม้พิมพ์ปลาสเตอร์โดยทั่วๆ ไปมักจะทำจากปูนปลาสเตอร์ชนิดธรรมดา แต่ก็อาจจะมีชนิดหิโนปนอยู่ด้วยบางส่วน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะในการเผา (Calcination) โดยทั่วๆ ไป ปลาสเตอร์ชนิดหิโน จะให้คุณสมบัติด้านความแข็งแรงที่มากกว่า แต่บางครั้งในแม่พิมพ์ที่มีความแข็งแรงมากเกินไป อาจจะนำไปสู่คุณสมบัติที่ไม่เป็นที่ต้องการได้ เช่น ความสามารถในการดูดซึมน้ำต่ำ

เมื่อทำการเติมน้ำลงในปูนปลาสเตอร์ จะเกิดการดึงน้ำกลับเข้าไปในโครงสร้างอีกครั้ง (Rehydrate) ซึ่งทำให้เกิดการก่อตัวเป็นผลึกยิปซัมขึ้น เมื่อปูนปลาสเตอร์เกิดการเซ็ทตัวน้ำที่อยู่ในภายนอกโครงสร้าง (Uncombined Water) จะเกิดการระเหยออกไป ทำให้ทิ้งรูพรุนเปิด (Open Pore) เอาไว้ในโครงสร้าง ดังนั้นการเติมน้ำมากขึ้นในการผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำ ก็จะทำให้แม่พิมพ์หลังการแห้งตัวแล้วมีรูพรุนมากยิ่งขึ้น และทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมน้ำของแม่พิมพ์ในระหว่างกระบวนการหล่อชิ้นงานมากขึ้นตามไปด้วย

แม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับกระบวนการหล่อน้ำดิน (Casting Slips) โดยทั่วๆ ไปจะมีความพรุนตัวสูงกว่าแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับการขึ้นรูปแบบเนื้อดินปั้น (Plastic Making) หรือเรียกว่า แม่พิมพ์สำหรับภาชนะทรงดิน (Flatware Moulds)

ปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของแม่พิมพ์ก็คือ การผสมกันของปลาสเตอร์กับน้ำ หรือเรียกว่า อัตราส่วนของปลาสเตอร์ต่อน้ำ (Plaster/Water Ratio) ในทางปฏิบัติคุณสมบัติของแม่พิมพ์อาจมีการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากความเปลี่ยนแปลงหรือไม่สม่ำเสมอของปูนปลาสเตอร์ ซึ่งเกิดมาจากบริษัทผู้ผลิตปูนเอง

สถานะการเก็บรักษาปูนปลาสเตอร์โดยการเปิดหรือไม่เปิดถุงปูนเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์

4.1 การผสมและการเซ็ทตัวของปูนปลาสเตอร์

โครงสร้าง (Microstructure) และคุณสมบัติของแม่พิมพ์ปลาสเตอร์จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมระหว่างปูนปลาสเตอร์กับน้ำ โดยอัตราในการผสมและความยาวของช่วงเวลาในการผสมเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในระหว่างเวลาที่ปลาสเตอร์กำลังเซ็ทตัว ผลึกจะกำลังเจริญเติบโต และถ้าผู้ที่ทำแม่พิมพ์ยังคงกวนผสมต่อเนื่องไป จะทำให้เกิดการทำลายการเจริญเติบโตของผลึกขึ้น นั่นหมายความว่าแม่พิมพ์จะประกอบไปด้วยผลึกหลาย ๆ ผลึก ซึ่งอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงในขนาดและรูปร่างของผลึกขึ้นอยู่กับกรรมวิธีที่ปลาสเตอร์ได้รับในระหว่างกระบวนการกวนผสม

ปูนปลาสเตอร์เป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลายาวนานมาก หลักฐานเก่าแก่ที่สุดเกี่ยวกับปูนปลาสเตอร์พบที่ดินแดนอนาโตเลีย (ปัจจุบันคือประเทศตุรกี) และซีเรียเมื่อ 9,000 ปีมาแล้ว เช่นเดียวกับชาวอียิปต์โบราณที่มีการผลิตปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้เป็นวัสดุประสานในการก่อสร้างพีระมิด ในคริสต์ศตวรรษที่ 18 กรุงปารีสได้ชื่อว่าเป็นเมืองหลวงของปูนปลาสเตอร์ เนื่องจากกษัตริย์ฝรั่งเศสได้ออกกฎหมายให้ชาวกรุงปารีสใช้ปูนปลาสเตอร์ฉาบบ้านไม้เพื่อป้องกันไฟไหม้ จนทำให้เกิดโรงงานผลิตปูนปลาสเตอร์ขนาดใหญ่ที่ชานกรุงปารีสเพื่อรองรับความต้องการใช้งานดังกล่าว จนเป็นที่มาของคำว่า Plaster of Paris อันเป็นชื่อเรียกปูนปลาสเตอร์ในภาษาอังกฤษที่ใช้กันในปัจจุบันนี้ ปูนปลาสเตอร์ทำมาจากแร่ยิปซัม ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า แคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต

ในโครงผลึกจะมีน้ำ 2 หน่วยต่อแคลเซียมซัลเฟต 1 หน่วย เมื่อนำยิปซัมมาเผาแคลไซน์ น้ำบางส่วนจะระเหยออกไปกลายเป็นปูนปลาสเตอร์ ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า แคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรต

ในโครงผลึกจะมีน้ำเพียง 1 หน่วยต่อแคลเซียมซัลเฟต 2 หน่วย ปฏิกริยาดังกล่าวนี้เป็นปฏิกิริยาผันกลับได้ ดังนั้นเมื่อเราเติมน้ำให้กับปูนปลาสเตอร์ ปูนปลาสเตอร์จะทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็นผลึกรูปเข็มของยิปซัมและกลายเป็นก้อนแข็งอีกครั้ง กระบวนการดังกล่าวนี้จะกินเวลาประมาณ 20-30 นาที ซึ่งยาวนานพอที่ปูนเหลวจะไหลตัวเต็มตัวในแบบพิมพ์ได้อย่างอิสระ ปูนปลาสเตอร์จึงเป็นวัสดุที่เหมาะสมมากกับการหล่อแบบให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ปูนปลาสเตอร์ที่เริ่มแข็งตัวใหม่ ๆ จะค่อนข้างร้อน เนื่องจากปฏิกิริยาการเซตตัวของปูนปลาสเตอร์จะคายความร้อนออกมาด้วย

ประโยชน์ของปูนปลาสเตอร์ที่สำคัญ คือ ใช้ในการหล่อแบบเป็นชิ้นงาน เช่น หน้ากากตุ๊กตา และสิ่งของประดับบ้าน ทำเปลือกสำหรับคนไข้ที่ประสบอุบัติเหตุกระดูกแขนหรือขาหัก ใช้พิมพ์รอยมือหรือเท้าสำหรับศึกษาและงานสืบสวน รวมถึงทำแบบพิมพ์สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ การใช้ปูนปลาสเตอร์ทำแบบสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์มีข้อดีหลายประการ

เนื่องจากปูนปลาสเตอร์มีความแข็งแรงและผิวหน้าเรียบ สามารถเก็บรายละเอียดต่าง ๆ ของต้นแบบได้ดี รวมถึงมีรูปทรงมาก จึงสามารถดูคาน้ำออกจากเนื้อดินได้ ทำให้เนื้อดินแห้งเร็วกว่าการใช้วัสดุอื่นทำแบบ นอกจากนั้นยังมีราคาถูกอีกด้วย ข้อควรระวังในการทำแบบปูนปลาสเตอร์คือจะต้องกำจัดฟองอากาศที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำปฏิกิริยาระหว่างปูนปลาสเตอร์กับน้ำออกให้หมด มิฉะนั้นจะทำให้เกิดรูพรุนขนาดใหญ่ซึ่งจะส่งผลต่อความแข็งแรง และการดูดซึมน้ำของแบบที่ได้

4.2 ชนิดของปูนปลาสเตอร์และกรรมวิธีการผลิต

(<http://www.nsrui.ac.th/e-learning/ceramic/lesson1.php>)

ปูนปลาสเตอร์ที่ผลิตจำหน่ายในสหรัฐอเมริกามีมากกว่า 30 ชนิดให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมกับงาน ชนิดแข็งตัวเร็ว แข็งตัวช้าหรือมีความละเอียดมากเป็นพิเศษ ได้แก่

ปูนปลาสเตอร์หินสำหรับงานแพทย์และทันตกรรม ปูนปลาสเตอร์สำหรับงานประติมากรรม (Casting Plaster) และปูนปลาสเตอร์สำหรับแบบพิมพ์เครื่องปั้นดินเผา (Pottery Plaster) โดยทั่วไปปูนปลาสเตอร์ที่ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา จะมีคุณภาพดีกว่าปูนปลาสเตอร์สำหรับงานประติมากรรม มีเนื้อละเอียดกว่าและไม่มีเม็ดทรายเจือปน

ปูนปลาสเตอร์ที่ผลิตในประเทศไทย มีเฉพาะปูนปลาสเตอร์ชนิดธรรมดา ยังไม่มีการผลิตปูนปลาสเตอร์หิน ซึ่งปัจจุบันยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการทำแบบพิมพ์อุตสาหกรรม ใช้ในงานแพทย์และทันตกรรม ปูนปลาสเตอร์หินมีเนื้อปูนละเอียดมาก เมื่อแห้งแล้วมีความแข็งแรงทนทาน และมีราคาแพงกว่าปูนปลาสเตอร์ธรรมดาหลายเท่า การที่คุณภาพแตกต่างกันไปเนื่องจาก

แรยิบซัมที่ใช้ผลิตปูนแตกต่างกัน วิธีการผลิตก็แตกต่างกัน แรยิบซัมเป็นเกลือชนิดหนึ่งเรียกเป็นภาษาไทยว่า “แก้วเกลบ หรือ เกลือจีด” ซึ่งเกิดจากการระเหยของแหล่งน้ำทะเลเดิม หรือเกลือจีดและสารต่าง ๆ ตกตะกอนรวมกันอยู่ แรยิบซัมมีหลายชนิด เช่น หินยิบซัม (Rock gypsum) และยิบไซต์ (Gypsite) ซึ่งประกอบด้วยยิบซัมและดิน ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณภาพต่างกัน ปูนปลาสเตอร์ที่มีคุณภาพดีจะเลือกก่อนแร่ที่มีความบริสุทธิ์เกิน 96 % ขึ้นไปมาใช้ในการผลิต ปูนปลาสเตอร์มีเนื้อละเอียดมาก ๆ จะมีการเติมผลึกของซิลิกาละเอียด (Crystalline silica) ผสมลงไปด้วย บางครั้งก็มีชื่อเรียกตามภาษาฝรั่งเศสว่าคริสเตลล์เซียมซัลเฟต ซึ่งนิยมใช้ดันแบบพิมพ์คุณภาพดี

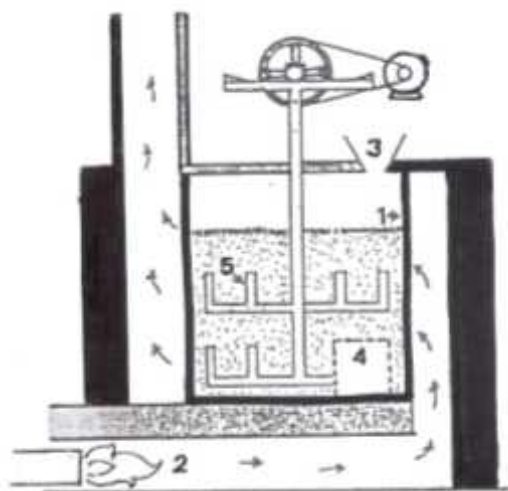
ปูนปลาสเตอร์ผลิตจากแรยิบซัม ซึ่งมีสูตรทางเคมีคือคัลเซียมซัลเฟต $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ประกอบด้วยผลึกของคัลเซียมซัลเฟตหนึ่งโมเลกุล และน้ำสองโมเลกุล โดยการนำก้อนแรยิบซัมที่คัดเลือกเกรดแล้วบดละเอียดนำมาเผาผ่านความร้อนไล่น้ำออกจากผลึกแร่ไปหนึ่งโมเลกุลครึ่ง ยังคงเหลือน้ำในผงปูนปลาสเตอร์ที่เผาแล้วอยู่ครึ่งโมเลกุล ดังนั้นสูตรเคมีของปูนปลาสเตอร์คือ $\text{CaSO}_4 \cdot 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ (หรือ $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$) ผงปูนปลาสเตอร์ที่เตรียมไว้ได้นี้ เมื่อนำมาผสมกับน้ำ ปูนก็จะแข็งขึ้นตัวกับสู่สภาพการเป็นก้อนแข็งดังเช่นก้อนแร่เดิมอีก จากการรวมตัวทางเคมีของน้ำในผลึกแรยิบซัมให้เป็นสองโมเลกุลตามทางเคมีของผลึกน้ำในแรยิบซัมให้เป็นสองโมเลกุลตามเดิม

กรรมวิธีในการผลิตปูนปลาสเตอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี วิธีการผลิตแตกต่างกันทำให้คุณภาพของปูนปลาสเตอร์ที่ได้แตกต่างกันไปด้วย คือ

1. ปูนชนิดเบตาปลาสเตอร์ (Beta-Plaster)
2. ปูนชนิดอัลฟาปลาสเตอร์ (Alpha-Plaster)

วิธีที่ 1 การผลิตปูนโดยวิธีการคว่ำให้ไอน้ำระเหยออกจากผลึกปูน

นำก้อนแรยิบซัมที่ใช้แล้ว มาบดย่อยเป็นผงละเอียดแล้วนำมาเผาผ่านความร้อนในกระทะเหล็ก ถ้าทำในปริมาณน้อยใช้พายกวนด้วยมือ ให้ไอน้ำระเหยออกไปทางด้านบน แต่ถ้าผลิตในจำนวนมากจะกวนด้วยเครื่องจักรความเร็วรอบประมาณ 15 รอบต่อนาที โดยทำเป็นถังโลหะสำหรับกวนผงปูนขณะให้ความร้อนเข้าไป 160°C น้ำในผลึกปูนระเหยตัวออกครั้งแรกที่อุณหภูมิ 128°C เป็นการเดือดครั้งแรก น้ำในผลึกปูนจะเกิดการระเหยตัวออกอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิ 163°C เป็นการเดือดครั้งที่สอง การผลิตโดยวิธีนี้เร่งอุณหภูมิความร้อนขึ้นอย่างช้า ๆ และต้องกวนปูนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ไอน้ำระเหยออกไปได้ดี



รูปที่ 2 แสดงภาพตัดของ (1) ถังโลหะ (2) ช่องไฟให้ความร้อน (3) ช่องใส่ปูนปลาสเตอร์เข้า และช่องระบายความร้อน (4) ช่องเทปูนออก (5) แกนหมุนเกลียวผสมปูนขณะเผา

โลหะซึ่งใช้ในโรงงานผลิตปูนปลาสเตอร์มีแกนหมุนติดมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่กวนผสมปูน ขณะที่เผาผ่านความร้อนโดยใช้ความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาที ปูนที่ผลิตโดยวิธีนี้จะได้ปูนปลาสเตอร์ ชนิดเบตาปลาสเตอร์ (Beta-Plaster) หรือปูนปลาสเตอร์ชนิดธรรมดาที่ใช้ทำพิมพ์โดยทั่วไปและงาน ประติมากรรม ปูนปลาสเตอร์ที่ทำจากเกลือจืดก็ผลิตโดยวิธีนี้เช่นกัน เมื่อผสมปูนเย็นตัวลงแล้วร้อนผ่าน ตะแกรงเบอร์ 80-100 รูต่อนี่ตารางนิ้ว แล้วนำไปบรรจุใส่ถุงเก็บไว้เตรียมขนส่งเพื่อจำหน่ายต่อไป กระบวนการผลิตปูนปลาสเตอร์ โดยใช้ถังโลหะขนาดความจุ 100-200 กก. ต่อการเผาแต่ละครั้ง ในถังกวนมีแกนเหล็กคอยเกลียวผสมปูนให้ได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง ถ้าผลิตเกิน 20 คันต่อวัน มักจะผลิตโดยเตาระบบโรตารีแทนซึ่งถังกวนเป็นทรงกระบอกตามแนวอนติมอเตอร์ไฟฟ้า หมุนรอบตัวเอง

วิธีที่ 2 การผลิตปูนปลาสเตอร์โดยวิธีอบด้วยแรงดันไอน้ำ

การผลิตวิธีนี้จะได้ปูนปลาสเตอร์หิน หรือยิปซัมซีเมนต์ โดยคัดเลือกคุณภาพก้อนแรยิปซัม ที่จะนำมาใช้ผลิต นำผงแรยิปซัมเผาผ่านความร้อนในหม้ออบความดันที่อุณหภูมิ 120 °C การเผา ผ่านความร้อนในหม้อความดันของไอน้ำ หรือความชื้นในหม้ออบ การใช้วิธีนี้ทำให้ได้ปูนปลาสเตอร์ ชนิดอัลฟาปลาสเตอร์ (Alpha-Plaster) ซึ่งเป็นปูนปลาสเตอร์ที่มีความแข็งเป็นพิเศษ ใช้น้ำเป็น ปริมาณน้อยในการผสมปูน มีคุณสมบัติแข็งตัวช้า แข็งตัวแล้วมีผิวเรียบมัน มีน้ำหนักมากกว่า ปลาสเตอร์ธรรมดา และยังสามารถทนความร้อนได้ดี ปูนปลาสเตอร์หินหรือยิปซัมนี้ได้ถูกผลิตขึ้น โดยนำมาผลิตกับสีฝุ่นให้เกิดสีต่าง ๆ แบ่งเป็นหลายเกรดมีคมแข็งมากหรือแข็งน้อยตามความ ต้องการของผู้ใช้ ปูนปลาสเตอร์หินหรือยิปซัมซีเมนต์มีราคาแพงมาก เหมาะสำหรับใช้งานทำ

พิมพ์ครอบ พิมพ์ต้นแบบหรือพิมพ์อัดที่ใช้แรงดันสูงในระบบไฮดรอลิก

ในประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส และเยอรมัน ต่างก็ผลิตปูนปลาสเตอร์ และปูนปลาสเตอร์หินหรือยิปซัมซีเมนต์กว่า 30 ชนิด เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ได้ตามคุณสมบัติความแข็งแรงและระยะเวลาในการแข็งตัวตามที่ต้องการในการทำงาน โดยวิธีควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ การเผาผ่านความร้อนและแรงดันไอน้ำที่แตกต่างกัน จึงผลิตได้หลากหลายคุณภาพ สำหรับประเทศไทยมีการผลิตเพียงปูนปลาสเตอร์ชนิดธรรมดาหรือเบตaplาสเตอร์เพียงอย่างเดียว ยิปซัมซีเมนต์ไม่มีการผลิตต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

ตารางที่ 1 ชนิดของปูนปลาสเตอร์และกรรมวิธีการผลิต

วัตถุดิบ	สูตรเคมี	กรรมวิธีการผลิต
Dihydrate	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ก้อนแร่ยิปซัมตามธรรมชาติ
-Hemihydrate	$\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	อบด้วยแรงดันไอน้ำ
-Hemihydrate	$\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	เผาผ่านความร้อน

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของปูนปลาสเตอร์ธรรมดากับปูนปลาสเตอร์หิน

ปูนปลาสเตอร์ธรรมดา	ปูนปลาสเตอร์หินหรือยิปซัมซีเมนต์
1. ราคาถูก	1. ราคาแพง
2. มีความละเอียดปานกลาง	2. มีความละเอียดมากกว่า
3. ความแข็งแรงน้อย	3. ความแข็งแรงมาก
4. ดูดซึมน้ำได้ดี	4. เนื้อแน่น ดูดซึมน้ำน้อย
5. ผิวมีความพรุนตัว	5. ผิวเรียบเป็นมัน
6. น้ำหนักเบา	6. น้ำหนักมากกว่า
7. การผลิตง่าย	7. การผลิตยาก
8. ใช้น้ำผสมมาก	8. ใช้น้ำปริมาณน้อย
9. แข็งตัวเร็ว	9. แข็งตัวช้า
10. มีความเหนียวมากกว่า	10. มีความเหนียวน้อยขณะเปียก
11. เมื่อแข็งตัวมีรูพรุน	11. เมื่อแข็งตัวมีลักษณะคล้ายหินผิวเรียบมัน

ประโยชน์ของปูนที่ทำจากแร่ยิบซัม

1. ผลิตวัสดุก่อสร้าง เช่น ยิปซัมบอร์ด ฝ้าเพดาน ผนัง
2. ทำแบบพิมพ์งานอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา งานประติมากรรม
3. ทำอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น เฟือก และงานทันตกรรม
4. ใช้ทำชอล์ก

5. ปูนซีเมนต์

5.1 ประวัติและประเภทของปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ คือ ผงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลึกที่เกิดจากการเผาส่วนผสมของหินปูน หินดินดานและศิลาแลงที่อุณหภูมิสูง 1,450 °C จนเกิดการรวมตัวกันสุกพอดี

วิธีการผลิตปูนซีเมนต์ถูกค้นพบโดยช่างก่อสร้างชาวอังกฤษ ชื่อ Joseph Aspdin ซึ่งได้นำเอาผงหินปูนที่เผาแล้วผสมกับผงดินเหนียว แล้วนำไปเผาในเตา จากนั้นนำผงมาบดให้ละเอียด จะได้ผงซีเมนต์มีสีเหลืองเทาคล้ายกับหินในเกาะเมืองปอร์ตแลนด์ เขาจึงตั้งชื่อว่า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) และได้ทำการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ในปี ค.ศ. 1824 (พ.ศ. 2367)

5.2 ประเภทของปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ผลิตในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะผลิตตามมาตรฐานของอเมริกา (ASTM C. 150) และของอังกฤษ (British Standard ; B.S.) ซึ่งตามมาตรฐาน มอก. 15 ของไทยได้แบ่งปูนซีเมนต์ออกเป็น 5 ประเภท คือ

5.2.1 ประเภท 1 (Normal Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา เหมาะกับงานก่อสร้างคอนกรีตทั่วๆ ไปที่ไม่ต้องการคุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติม เช่น กาน เส้า พื้นถนน เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับเกลือซัลเฟต ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่าย ได้แก่ ตราช้าง เพชร (เม็ดเขียว) พญานาคเขียว TPI (แดง) ภูเขา และดาวเทียม

5.2.2 ประเภท 2 (Modified Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ดัดแปลงเพื่อให้สามารถต้านทานเกลือซัลเฟตได้ปานกลาง และจะเกิดความร้อนปานกลางในช่วงหล่อ เหมาะกับงานโครงสร้างขนาดใหญ่ เช่น ตอม่อ สะพาน ท่าเทียบเรือ เขื่อน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่เคยมีจำหน่าย ได้แก่ ตราพญานาคเจ็ดเศียร (ปัจจุบันเลิกผลิตแล้ว)

5.2.3 ประเภท 3 (High-early Strength Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ที่สามารถให้กำลังได้รวดเร็วในเวลาอันสั้น หลังจากเทแล้วสามารถใช้งานได้ภายใน 3-7 วัน เหมาะกับงานที่เร่งด่วน เช่น คอนกรีตอัดแรง เส้าเข็ม พื้นถนนที่จราจรคับคั่ง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่าย ได้แก่ ตราเอราวัณ สามเพชร TPI(ดำ) และพญานาคแดง

5.2.4 ประเภท 4 (Low-heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ชนิดพิเศษ ที่มีอัตราความร้อนต่ำกำลังของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งส่งผลดีทำให้การขยายตัวน้อยช่วยลดการแตกร้าว เหมาะกับงานสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ในประเทศไทยยังไม่มีผลิตจำหน่าย

5.2.5 ประเภท 5 (Sulfate-resistant Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ที่ทนต่อเกลือซัลเฟตได้สูงเหมาะกับการก่อสร้างบริเวณดินเค็ม หรือใกล้กับทะเล ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่าย ได้แก่ ตราปลาฉลาม TPI(ฟ้า) และตราช้างฟ้า (ปัจจุบันเลิกผลิตแล้ว)

นอกจากปูนซีเมนต์ทั้ง 5 ประเภทแล้ว ยังมีปูนซีเมนต์ที่ผลิตขึ้นมาโดยดัดแปลงเพื่อให้เหมาะกับงาน และราคาถูกลง ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ได้แก่

ปูนซีเมนต์ผสม (Mixed Cement) เป็นการนำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ผสมกับทรายหรือหินบดละเอียดประมาณ 25-30% ซึ่งทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ลดการแตกร้าว เหมาะกับการก่ออิฐ ฉาบปูน ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่มีจำหน่าย ได้แก่ ตราเสือภูเขา นกอินทรี TPI (เขียว)

ปูนซีเมนต์ขาว (White Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่มีส่วนผสมหลัก คือ หินปูนและวัตถุดิบอื่น ๆ ที่มีปริมาณของแร่เหล็กน้อยกว่า 1% ลักษณะของผงสีปูนที่ได้จะเป็นสีขาว สามารถผสมกับสีฝุ่นเพื่อทำให้เป็นปูนซีเมนต์สีต่าง ๆ ตามต้องการ จึงนิยมใช้ในงานตกแต่งต่าง ๆ เพื่อความสวยงาม ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่ผลิตในประเทศไทย ได้แก่ ตราช้างเผือก ตราเสือเผือก และ ตรามังกร

6. ประติมากรรม (<http://www.mew6.com/composer/art/sculpture.php>)

6.1 ความหมายของประติมากรรม

การปั้น หมายถึง การนำวัสดุที่มีลักษณะค่อนข้างนิ่ม เช่น ดินเหนียว ดินน้ำมัน มาแปรรูปโดยการ บีบ กด บิด โดยการพอกเพิ่ม ดึงออกจนเป็นรูปทรงตามความต้องการ

การแกะสลัก หมายถึง การนำวัสดุที่มีลักษณะค่อนข้างแข็ง เช่น ไม้ เทียน ไม้ มาแกะขูด ส่วนที่ไม่ต้องการออก เหลือเฉพาะส่วนที่ต้องการให้ปรากฏเป็นรูปทรง

การหล่อ หมายถึง การนำดินแบบงานปั้นมาถ่ายแบบจากการสร้างแม่พิมพ์ แล้วจึงใช้วัสดุที่เป็นของเหลวเทลงในแม่พิมพ์ เมื่อของเหลวแข็งตัวจะเกิดเป็นชิ้นงานขึ้น

6.2 ประเภทของงานประติมากรรม

6.2.1 ประติมากรรมแบบนูนต่ำ (Bas Relief) เป็นรูปที่เป็นนูนขึ้นมาจากพื้นหรือมีพื้นหลังรองรับมองเห็นได้ชัดเจนเพียงด้านเดียว คือ ด้านหน้า มีความสูงจากพื้นไม่ถึงครึ่งหนึ่ง

ของรูปจริง ได้แก่ รูปนูนแบบเหรียญ รูปนูนที่ใช้ประดับตกแต่งภาชนะ หรือประดับตกแต่งอาคารทางสถาปัตยกรรม โบสถ์ วิหารต่างๆ พระเครื่องบางชนิด

6.2.2 ประติมากรรมแบบนูนสูง (High Relief) เป็นรูปต่างๆ ในลักษณะเช่นเดียวกับแบบนูนต่ำ แต่มีความสูงจากพื้นตั้งแต่ครึ่งหนึ่งของรูปจริงขึ้นไป ทำให้เห็นลวดลายที่ลึก ชัดเจน และเหมือนจริงมากกว่าแบบนูนต่ำและใช้งานแบบเดียวกับแบบนูนต่ำ

6.2.3 ประติมากรรมแบบลอยตัว (Round Relief) เป็นรูปต่างๆ ที่มองเห็นได้รอบด้านหรือตั้งแต่ 4 ด้านขึ้นไป ได้แก่ ภาชนะต่างๆ รูปเคารพต่างๆ พระพุทธรูป เทวรูป รูปตามคตินิยม รูปบุคคลสำคัญ รูปสัตว์ ฯลฯ

7. สี (Paints) (การุณี วิบูลชัย. ม.ป.ป. : 190-194)

7.1 ความหมายของสี

สี คือ วัสดุที่ใช้เคลือบผิวหน้าของวัสดุโดยมีจุดประสงค์ ดังนี้

7.1.1 เพื่อความสวยงามของวัสดุใช้งาน ซึ่งเป็นผลด้านสุขภาพจิต

7.1.2 เพื่อป้องกันหรือรักษามิให้วัสดุที่ใช้ผุกร่อนเร็วเกินไป หรือยืดอายุการใช้งานออกไป

7.1.3 เพื่อประโยชน์ในการรักษาความสะอาด

7.1.4 เพื่อเป็นสัญญาณหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ

7.1.5 เพื่อประโยชน์ด้านจิตวิทยาบางอย่าง และให้ความรู้สึกทางจิตใจ

7.2 ส่วนประกอบของสี

สีที่ใช้ทาโดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบสำคัญที่คล้าย ๆ กันดังนี้

7.2.1 ผงสีหรือเนื้อสี (Pigment) เป็นส่วนผสมที่สำคัญซึ่งทำให้เกิดสีต่าง ๆ ที่เรามองเห็น ส่วนใหญ่เม็ดสีเป็นสารประกอบออกไซด์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เม็ดสีเหลืองทำมาจาก เลด (II) โครเมต (PbCrO_4) ซิงค์โครเมต (ZnCrO_4)

เม็ดสีเขียวทำมาจาก โครเมียม (III) ออกไซด์ (Cr_2O_3) โครเมียม (III) ไฮดรอกไซด์ (Cr(OH)_3)

เม็ดสีขาวทำมาจาก ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)

เม็ดสีแดงทำมาจาก ไอร์ออน (III) ออกไซด์ (Fe_2O_3)

เม็ดสีน้ำตาลทำมาจาก ไอร์ออน (II) ออกไซด์ (FeO)

เม็ดสีดำทำมาจาก แกรไฟต์

7.2.2 ตัวประสานหรือกาว (Binder) ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเหนี่ยวประสานอนุภาคของเนื้อสีให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน และทำให้เนื้อสีเกาะติดกับชิ้นงาน ช่างสีโดยทั่วไปเรียกว่า น้ำมันผสมสี หรือน้ำมันชักแห้ง ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

7.2.2.1 ตัวประสานจากธรรมชาติ ได้แก่ ครั่ง ขางพารา น้ำมันพืช ชันสน หนังสัตว์ น้ำมันลินสีด น้ำมันปลาเมฮาเดน

7.2.2.2 ตัวประสานจากการสังเคราะห์ ได้แก่ อะมิโนเรซิน ฟีนอลิกเรซิน อีพอกซีเรซิน ไวนิลเรซิน ซิลิโคนเรซิน เอมีลแอซีเตต

7.2.3 ตัวทำละลาย (Solvent) ทำหน้าที่ละลายผงสีและตัวประสานให้เข้ากัน ส่วนใหญ่เป็นของเหลวระเหยง่าย ทำหน้าที่ลดความหนืดของสีเพื่อทำให้เหมาะต่อการนำไปใช้ทาบนผิววัสดุ หรือสะดวกต่อการฉีด พ่น เมื่อทาหรือพ่นสีบนชิ้นงานแล้วตัวทำละลายจะระเหยไป ทิ้งให้เนื้อสีและตัวประสานเกาะอยู่ที่ตัวชิ้นงาน ตัวอย่างตัวทำละลายสำหรับสีชนิดต่าง ๆ มีดังนี้

สีน้ำมัน ใช้ น้ำมันแก๊สโซลีนหรือน้ำมันสนหรือแอลกอฮอล์

สีน้ำ หรือสีพลาสติกใช้น้ำ

สีเซลลูโลส ใช้เอมีลแอซีเตต

การเลือกใช้ตัวทำละลายต้องเลือกให้ถูกต้องกับประเภทของสี และใช้ในปริมาณที่เหมาะสมโดยมีข้อสังเกต คือ

7.2.3.1 ถ้าเลือกตัวทำละลายได้ถูกต้องลักษณะเนื้อสีจะละลายเข้าด้วยกันเป็นเนื้อเดียวกัน

7.2.3.2 ถ้าเลือกตัวทำละลายที่ไม่ถูกต้องลักษณะเนื้อสีจะเกาะกันเป็นก้อนไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

7.2.3.3 สีที่ทาแล้วแห้งเร็วเกินไปจะทำให้สีเป็นฝ้าขาวไม่สวย เนื่องจากใช้ตัวทำละลายน้อยเกินไป สีที่ทาแล้วแห้งช้าเกินไปสีจะหยดเป็นทางไม่เรียบเนื่องจากใช้ตัวทำละลายมากเกินไป ต้องปรับโดยเติมตัวทำละลายให้เหมาะสม

7.2.4 สารปรุงแต่งหรือสารเพิ่มคุณภาพ (Additive) เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพของสีให้ดีขึ้น เช่น สารกันเชื้อรา สารกันบูด สารกันความร้อน สารทำให้แห้ง สังกะสี โคบอลต์ แคลเซียม สารทำให้แห้งทำมาจากสารประกอบของโลหะพวกเบเรียม แมงกานีส ตะกั่ว และเหล็ก ตัวอย่างเช่น แบเรียมซัลเฟต (BaSO_4) ซิงค์ซัลเฟต (ZnSO_4) เลด (II) โครเมต (PbCrO_4) เลด (II) แอซีเตต ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) เป็นต้น

การแห้งของสีเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันผสมสีที่ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเหนี่ยวกับออกซิเจนในอากาศโดยมีขั้นตอนดังสมการ

ขั้นที่หนึ่ง น้ำมันผสมสี + O_2 ในอากาศ --- ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ---> Oxyd

ขั้นที่สอง --- $[Oxyd]_n$ --- ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ---> Oxyd Polymer

ออกซินพอลิเมอร์ (Oxyd Polymer) หรือฟิล์มบาง ๆ ทำให้สีจับเข้าด้วยกันเป็นแผ่น
คลุมพื้นผิววัสดุในที่สุด

7.3 ประเภทของสี

ในการแบ่งประเภทของสีมีเกณฑ์ในการแบ่งหลายเกณฑ์ ดังนี้

7.3.1 แบ่งตามลักษณะการปรากฏของสีบนผิววัสดุ แบ่งได้ 2 ประเภทดังนี้

7.3.1.1 สีประเภทที่ทำให้ผิวของวัสดุมีสีแตกต่างไปจากสีของผิววัสดุจริง ๆ เช่น
สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีประเภทนี้เรียกว่าสีโอปติเทรติง (Oblitrating Surface Coating Paints)
ซึ่งมีเนื้อสีเป็นสีต่าง ๆ

7.3.1.2 สีประเภทที่ทาหรือฉาบบนผิววัสดุใช้งานแล้วสีผิววัสดุยังเหมือนเดิม
สีประเภทนี้เรียกว่าสีแทรนสพารেন্ট (Transparent Surface Coating Paints) ซึ่งมีเนื้อสีที่ใสและไม่มี
สีอื่นเหมือนสีโอปติเทรติง

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างสีโอปติเทรติง และสีแทรนสพารেন্ট

สีโอปติเทรติง	สีแทรนสพารেন্ট
สีน้ำมันชนิดต่าง ๆ (Oil Paints)	สีแล็กเกอร์ (Lacquer Paints)
สีน้ำ (Water Paints)	ทินเนอร์ (Thinner)
สีอิมัลชัน (Emulsion Paints)	น้ำมันชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำมันปลา
สีเคลือบหรือสีอีนาเมล (Enamel Paints)	น้ำมันดองอิ
สียาง (Bituminous Paints)	น้ำมันสน
สีเมทัลลิก (Metallic Paints)	พลาสติกต่าง ๆ เช่น พอลิยูรีเทน พอลิเอสเตอร์

7.3.2 แบ่งตามลักษณะของการใช้สีบนผิวของวัสดุ แบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

7.3.2.1 สีที่ใช้ทาฉาบบนผิวของวัสดุ เช่น สีน้ำมัน สีน้ำ สีอิมัลชัน

7.3.2.2 สีที่ใช้พ่นลงบนผิววัสดุ เช่น สีกันสนิม สีแล็กเกอร์ สีอีนาเมล สีรองพื้น
สีทึบหน้า

7.3.2.3 สีที่ใช้วิธีการทางเคมีไฟฟ้าทำให้สีติดผิวของวัสดุ เช่น สีกันสนิม สีลูโซต์
สีเมทัลลิก โดยใช้หลักการเกี่ยวกับการชุบโลหะ

7.3.3 แบ่งตามลักษณะของการใช้งาน แบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

7.3.3.1 สีกันสนิม ใช้ป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กกล้าและเหล็กหล่อ ซึ่งได้แก่
สีต่อไปนี

สีเสน ทำจากตะกั่วแดง (Pb_3O_4) ผสมกับน้ำมันลินสีด

สีเกรไฟต์ ทำจากเกรไฟต์เป็นส่วนผสมหลัก

สียาง ทำจากยางมะตอยผสมกับน้ำมันดิบ

7.3.3.2 สีโลหะ เป็นสีที่ทำจากโลหะผสมกับน้ำมันวานิช เช่น สีบรอนซ์เงินและทองสีดูไฮต์ เป็นต้น สีชนิดนี้นอกจากใช้เพื่อป้องกันสนิมของโลหะแล้วยังทำให้ผิวมีความสวยงามอีกด้วย

7.3.3.3 สีกันไฟ ใช้ทาผิววัสดุที่ติดไฟง่าย เช่น แผ่นไม้ แผ่นยิปซัม กระดานปิดฝาผนัง เพื่อป้องกันไฟไหม้ สีชนิดนี้ทำจากสีน้ำมันธรรมดาเพียงแต่บดสารเคมีที่เป็นฉนวนไฟฟ้าลงไป เช่น ผงแร่ใยหิน ผงบอแรกซ์ ผงพัมมิช เป็นต้น

7.4 ตัวอย่างสีที่ควรรู้จัก

7.4.1 สีน้ำมัน (Oil Paints) ประกอบด้วยผงสี ตัวประสานใช้น้ำมันชักแห้ง สารปรุงแต่ง และตัวทำละลายใช้น้ำมันสน ได้แก่

สีรองพื้นหรือสีไพรเมอร์ (Primer Paints) เป็นสีน้ำมันที่ใช้ทาบนพื้นเหล็ก เพื่อป้องกันสนิมก่อนที่จะทาสีจริง

สีอะลูมิเนียม (Aluminium Paints) เป็นสีที่ผสมผงอะลูมิเนียมกับน้ำมันวานิชใช้ทาถังบรรจุน้ำมัน ท่อลมร้อน ท่อน้ำร้อนเพื่อป้องกันความร้อนไม่ให้หนีออกจากท่อได้ง่าย

สีทากันเรือ (Ship-bottom Paints) ใช้ทากันเรือเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของน้ำทะเลและป้องกันตัวเฟรียง

สียาง (Bituminous Paints) ใช้ทาโลหะและผนังตึก

7.4.2 สีอีนาเมล (Enamel Paints) ประกอบด้วยผงสีซึ่งเป็นสารสังเคราะห์พอลิเมอร์ สารปรุงแต่ง ตัวประสานและตัวทำละลาย ตัวประสานใช้น้ำมันวานิชเป็นสีที่แห้งช้า ต้องใช้ความร้อนจากหลอดไฟสปอร์ตไลท์ 100 วัตต์ อบเป็นเวลาประมาณ 20-25 นาที จึงจะแห้งสนิท

7.4.3 สีแล็กเกอร์ (Lacquer Paints) ประกอบด้วยผงสี ตัวประสานใช้ในไตรเซลลูโลส และตัวทำละลายใช้ทินเนอร์ สารปรุงแต่งเป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในด้านความยืดหยุ่นสูง มีความแวววาว เป็นต้น

7.4.4 สีน้ำหรือสีพลาสติก ประกอบด้วยผงสี ตัวประสานใช้เรซิน ตัวทำละลายใช้น้ำ เรซินที่นิยมใช้คือพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ประเภทพลาสติกที่ละลายได้

ในน้ำ ข้อดีของสีน้ำคือมีสีให้เลือกมาก ทำให้เจือจางง่ายเพราะใช้น้ำเป็นตัวทำละลายติดแน่นกับผนัง ได้ดีมีความชื้นต่ำเพราะเม็ดสีมีขนาดเล็กมาก

7.4.5 สีอิมัลชัน (Emulsion Paints) สีอิมัลชันเกิดจากการพัฒนารูปแบบของสีขึ้นมาใหม่ เพื่อให้ใช้งานได้สะดวก โดยการนำเอาสีมาทำให้อยู่ในรูปของอิมัลชันคือทำให้เนื้อสีเม็ดสี และ ตัวประสานรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน โดยการเพิ่มตัวยึดเกาะหรือสารที่เป็นตัวอิมัลซิฟายอิงเอเจนต์ (Emulsifying Agent) ลงไปด้วย ข้อดีของสีอิมัลชันคือดูดติดผิววัสดุได้ดี แห้งเร็วจนทาทับได้หลาย ครั้งในระยะเวลาสั้น แห้งตัวเร็ว ใช้เวลาเพียง 2-3 นาที ก็สามารถทำความสะอาดได้

7.5 การทาสีหรือพ่นสี

การทาสีหรือพ่นสี เพื่อให้เกิดความสวยงามและคงทน จะต้องมีการเตรียมผิววัสดุก่อน ทาสี โดยการทำความสะอาดผิวงานให้เรียบร้อยก่อนลงมือทาสีหรือพ่นสี โดยใช้แปรงลวดขัด ทรายหยาบ หรือใช้ทรายพ่นแล้วแต่ลักษณะชิ้นงาน ดังนี้

7.5.1 วัสดุที่เป็นคอนกรีต ปูนฉาบ หรืออิฐ

7.5.1.1 พื้นผิวใหม่ หลังจากเสร็จงานแล้วต้องทิ้งไว้ประมาณ 1-6 สัปดาห์ เพื่อให้ ปูนแห้งก่อนจึงจะลงมือทาสีได้ พื้นที่จะทาสีควรปราศจากน้ำ ความชื้นและคราบไขมัน

7.5.1.2 พื้นผิวเก่าที่เคยทาสีมาแล้ว ต้องขจัดเศษผง และคราบฝุ่นออกให้หมด หรือ ขูดสีเดิมออกก่อน ล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งให้แห้ง แล้วจึงทาสีใหม่ได้

7.5.2 วัสดุที่เป็นไม้

7.5.2.1 พื้นผิวใหม่ ไม้ที่จะทาต้องเป็นไม้ที่แห้งมีความชื้นไม่เกิน 20 % ขจัดฝุ่นออก แล้วจึงทาสีได้

7.5.2.2 พื้นผิวเก่าที่เคยทาสีมาแล้ว ต้องล้างพื้นผิวให้สะอาด ขัดด้วยกระดาษทราย ให้เรียบ แล้วล้างออกด้วยน้ำอีก ทิ้งให้แห้งจึงทาสีใหม่ได้

7.5.3 วัสดุที่เป็นโลหะ

7.5.3.1 พื้นผิวใหม่ ต้องขัดสนิม กำจัดคราบไขมันออกก่อนจึงทาสีได้

7.5.3.2 พื้นผิวเก่าที่เคยทาสีมาแล้ว ต้องขจัดสีเก่าออก กำจัดคราบไขมัน ขัดด้วย กระดาษทราย ล้างด้วยน้ำ ทิ้งให้แห้ง จึงทาสีใหม่ได้

8. โฟม (<http://www.chancharnfoam.com/knowledge.htm>)

8.1.ความหมายของโฟม

โฟม หมายถึง พลาสติกที่ฟูหรือขยายตัว พลาสติกมากมายหลายประเภท และในบรรดา พลาสติกหลายประเภทที่มีในโลกนั้น หากผ่านกระบวนการที่ใช้สารขยายตัว (Blowing Agent) ก็จะมี

ทำให้พลาสติกนั้นกลายเป็นโฟมได้ ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า Foam Plastic ตัวอย่างของโฟมพลาสติกที่รู้จักกันทั่วไป เช่น ฟองน้ำ กล่องโฟมใส่อาหาร โฟมแผ่น โฟมฉนวนเพื่อเป็นฉนวน เป็นต้น ซึ่งโฟมพลาสติกเหล่านี้ล้วนแต่ผลิตจากพลาสติกแตกต่างกันไป

โฟมที่ผลิตจากพลาสติกประเภท Polystyrene/PS ใช้ทำกล่องโฟมใส่อาหาร และโฟมลอยกระทง เป็นต้น ซึ่งโฟมพลาสติกประเภท Polystyrene/PS มี 2 ประเภท คือ

1) Expandable Polystyrene/EPS ซึ่งใช้บรรจุสินค้ามีค่าต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์ ตู้เย็น เครื่องใช้ไฟฟ้า และหมวกกันน็อก โฟมกล่องน้ำแข็ง รวมถึงโฟมแผ่นและโฟมก้อนที่ใช้ทำถนน เป็นต้น

2) Polystyrene Paper/PSP ที่ใช้ทำถาดหรือกล่องโฟมบรรจุอาหาร

8.2 กระบวนการผลิตโฟม

8.2.1 Expandable หรือ EPS คือ โฟม PS ที่ใช้ก๊าซ Pentane (C_5H_{12}) ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับก๊าซหุงต้ม หรือ Butane (C_4H_{10}) เป็นสารที่ทำให้ขยายตัว (Blowing Agent) ในระหว่างกระบวนการผลิตวัตถุดิบที่เรียกว่า Polymerization เนื้อพลาสติก PS จะทำปฏิกิริยากับก๊าซ Pentane เอาไว้ภายในเมื่อนำมาผลิตโฟม EPS วัตถุดิบจะขยายตัว และเมื่อได้รับความร้อนจากไอน้ำ ก็จะกลายเป็นเม็ดโฟมขาว ๆ จากนั้นจึงนำไปขึ้นรูป (Molding) ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

8.2.1.1 อัดขึ้นรูปเป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามลักษณะแม่พิมพ์ที่ทำ (Shape Molding) เช่น เป็นกล่องน้ำแข็ง และบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ

8.2.1.2 อัดขึ้นรูปเป็นก้อนสี่เหลี่ยม (Block Molding) แล้วนำมาตัดตามขนาดและรูปร่างที่ต้องการ โดยทั่วไปโฟม EPS จะขยายตัวประมาณ 50 เท่าและเมื่อขยายตัวแล้วจะมีอากาศเข้ามาแทนที่ถึง 98% ของปริมาตรมีเพียง 2% เท่านั้นที่เป็นเนื้อพลาสติก PS และนี่คือสาเหตุที่ทำให้โฟมมีขนาดใหญ่แต่กลับมีน้ำหนักเบา คุณลักษณะที่ทำให้โฟม EPS สามารถรองรับแรงกระแทกได้อย่างดีเหมาะสำหรับใช้ในการบรรจุสินค้าและยังรองรับถ่ายเทน้ำหนักในแนวดิ่งโดยไม่เสียรูปทรงจึงใช้เป็นวัสดุฉนวนในการทำถนนเพื่อแก้ปัญหาดินทรุด และยังใช้เป็นฉนวนรักษาความร้อนและเย็นเนื่องจากอากาศที่มีอยู่ภายในถึง 98% ทำหน้าที่เป็นฉนวนได้อย่างดี

8.2.2 Paper/PSP คือ โฟม PS ที่ใช้ก๊าซหุงต้ม หรือ Butane (C_4H_{10}) เป็นสารที่ทำให้ขยายตัววัตถุดิบที่ใช้ก็คือเม็ดพลาสติก PS ทั่วไปซึ่งเข้าสู่กระบวนการฉีดโดยใช้สกรูซึ่งมีความร้อนจากไฟฟ้า เช่นเดียวกับการฉีดพลาสติกทั่วไป (Screw Extrusion) เมื่อเม็ดพลาสติก PS ผ่านสกรู ความร้อนก็จะหลอมตัว ขณะที่ออกจากปลายสกรูก็จะถูกฉีดก๊าซ Butane (C_4H_{10}) ซึ่งก็คือ แก๊สหุงต้มที่ใช้ตามครัวเรือนผสมเข้าไปทำปฏิกิริยาให้พลาสติกที่กำลังหลอมนั้นเกิดการขยายตัวประมาณ

20 เท่า นี้ออกเป็นแผ่นแล้วม้วนเข้าคล้ายม้วนกระดาษ เรียกว่า Paper/PSP จากนั้นก็นำม้วนโฟม PSP ที่ได้ไปขึ้นรูปด้วยความร้อนตามลักษณะแม่พิมพ์ (Thermal Forming) เช่น เป็นกล่องใส่อาหาร หรือถาด เป็นต้น

8.3 การรีไซเคิลโฟม

เนื่องจากโฟม EPS และ PSP ทั้งสองประเภท คือ พลาสติกโพลีสไตรีน ซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) ทั้ง EPS และ PSP จึงสามารถนำกลับมารีไซเคิล เป็นพลาสติกโพลีสไตรีนได้อีก

กระบวนการรีไซเคิลโฟมทั้งสองประเภท เริ่มด้วยการบดเศษโฟมให้มีขนาดเล็กลง จากนั้นจึงนำเศษโฟมบดไปหลอมหรืออัดการหลอม ทำได้โดยใช้สกรูความร้อน (Screw Extrusion) ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวการอัดทำได้ด้วยใบมีดระบบ Agglomeration โดยได้รับความร้อนจากแรงดัน และแรงเสียดทาน ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของพลาสติก

พลาสติก PS ที่ได้จากการรีไซเคิลโฟมสามารถนำมาผลิตเป็นสินค้าพลาสติกทั่วไป เช่น ถังเก็บน้ำพลาสติก ม้วนวีดีโอเทป ไม้บรรทัด กล่องดินสอ จานรองแก้ว เป็นต้น นอกจากนั้นเศษโฟม EPS ที่บดแล้วสามารถนำไปใช้ผสมกับเม็ดโฟมใหม่ แล้วนำไปผลิตเป็นโฟมซ้ำได้อีก

9. กาว (โสร ผักขม และศรายุทธ ทรัพย์อารักษ์. 2540 : 136-140)

9.1 ความหมายของกาว

กาว (Glue) คือ วัสดุประสาน เพราะสามารถใช้ติดวัสดุชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันได้ โดยเฉพาะในงานไม้ บางประเภทสามารถใช้กาวแทนตะปู แม้แต่การยึดติดโลหะก็ทำได้ดี เมื่อเอากาวมาทาวัตถุ 2 ชิ้น แล้วนำมาประกบกัน กาวจะเปลี่ยน

9.2 ประเภทของกาว

กาวที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แบ่งตามที่มาของวัตถุที่ใช้กันได้ดังนี้

9.2.1 กาวธรรมชาติ

กาวธรรมชาติได้จากพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุตามธรรมชาติได้รับความนิยมน้อยลง

9.2.1.1 กาวสัตว์ วัตถุดิบที่นำมาทำกาวสัตว์ คือ

- 1) ใช้เศษหนังวัว หนังหมู และหนังควาย เศษหนังที่นำมาทำกาว จะได้กาวเหนียว 18-50% ที่เหลือเป็นพวกไขมันและเศษเยื่อหนัง
- 2) ใช้เอ็นสัตว์ทำอย่างเดียวกับหนังสัตว์
- 3) ใช้กระดูกสัตว์ต้มในหม้อปิดฝา

9.2.2 กาวเคซิน เป็นกาวโปรตีน ทำจากกากถั่ว จากนมวัวแห้ง จำหน่ายในลักษณะของผงซึ่งสามารถละลายน้ำได้ กาวชนิดนี้สามารถทนต่อความชื้น การแห้งและการแข็งตัวจะช้า เหมาะสำหรับงานไม้ภายในที่มีสภาพอากาศไม่รุนแรงเท่านั้น เพราะมันไม่กันน้ำ

9.2.3 กาวแป้ง เป็นการที่ทำจากแป้งมันสำปะหลัง มีราคาถูก แต่ให้แรงประสานไม่ดี กาวแป้งมักใช้ผสมกับกาวอื่นเป็นการลดต้นทุน ชิ้นงานที่ติดด้วยกาวแป้งสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย

9.2.4 กาวยาง (Rubber Cement) เป็นกาวที่ทำจากยางพารา เหมาะสำหรับใช้ประสานหนัง ยาง ผ้าใบ และกระดาษแข็ง ลักษณะก่อนใช้เป็นของเหลวข้นใส ไม่ทนความร้อนมีแรงประสานสูง เมื่อใช้ถูกต้องกับวัสดุงาน

9.3 กาวสังเคราะห์

กาวสังเคราะห์ คือ กาวที่ผลิตจากสารเคมี เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามต้องการ พลาสติกหลายชนิดเป็นสารสังเคราะห์ที่นำมาเป็นกาวสังเคราะห์ โดยการผสมสารละลาย ส่วนมากกาวสังเคราะห์มีชื่อเรียกตามชนิดของพลาสติกที่นำมาใช้ผลิต

กาวสังเคราะห์เมื่อแบ่งตามคุณสมบัติการทนต่อความร้อน ได้ดังนี้

9.3.1 เทอร์โมเซตติง (Thermosetting) กาวชนิดนี้เมื่อได้รับความร้อนจะทนความร้อนได้สูง ได้แก่ พวกอีพอกซี ซิลิโคน ฟิโวลิก ยูเรีย เป็นต้น

9.3.2 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) กาวชนิดนี้เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว กาวประเภทนี้ใช้ในงานที่อุณหภูมิสูงไม่เกิน 80 °C ได้แก่ กาวยาง ฮอทเมลท์ ไซยาโนอะคริเลทและกาวพีวีเอ

9.4 กาวไซยาโนอะคริเลท (Cyanoacrylate)

กาวชนิดนี้แข็งตัวเร็วมากใช้เวลาเพียง 2-3 นาที หลังจากการสัมผัสกับไอน้ำหรือความชื้น และสามารถใช้ต่อรอยต่อของวัสดุเกือบทุกชนิด เมื่อแข็งตัวแล้วไม่สามารถกลับกลายสภาพได้อีก ข้อเสียก็มีมาก เช่น เปราะรับแรงกระแทกได้น้อย ทนต่ออุณหภูมิสูงๆ ไม่ดี นอกจากนี้ยังต้องคอยระวังเวลาใช้ เพราะสามารถติดผิวหนังได้ทันที กาวชนิดนี้ใช้กับวัสดุได้เกือบทุกชนิด

การแบ่งกาวตามคุณสมบัติการแข็งตัว แบ่งได้เป็น

9.4.1 กาวที่แข็งตัวจากการระเหยของน้ำ หรือสารเคมีที่ระเหยง่าย ได้แก่ กาวน้ำ กาวลาเท็กซ์ กาวยาง คอนแทกซีเมนต์ กาวแบบนี้มีข้อเสียคือ เมื่อระเหยแล้วกาวจะหดตัว

9.4.2 กาวที่แข็งตัวจะเปลี่ยนสถานะ ปกติจะเป็นของแข็งแต่เมื่อจะใช้ต้องให้ความร้อนจนกลายเป็นของเหลว เมื่อทิ้งไว้จะกลายเป็นของแข็งอย่างรวดเร็วได้แก่พวก ฮอทเมลท์ (Hotmelt)

9.4.3 กาวที่แข็งตัวจากปฏิกิริยาเคมี เช่น พวกอีพอกซี ไซยาโนอะคริเลท เป็นต้น

กาวพวกนี้มีคุณสมบัติที่ดี คือ เมื่อแข็งตัวจะไม่หดตัว และแข็งตัวได้ 100%

9.5 ประโยชน์ของกาว

- 9.5.1 การติดกาวทำให้วัสดุเรียบ แลดูสวยงาม ไม่ต้องมีเนื้อหรือตะปูโผล่ออกมา
- 9.5.2 สามารถติดวัสดุต่างชนิดกันได้
- 9.5.3 ทำให้การผลิต และออกแบบในงานอุตสาหกรรมทำได้ง่ายขึ้น
- 9.5.4 สามารถติดวัสดุที่เปราะบางหรือขนาดเล็กได้ดี

9.6 ข้อดีของการใช้กาว

- 9.6.1 สามารถติดวัสดุต่างชนิดกันได้ เช่น ไม้กับพลาสติก เป็นต้น
- 9.6.2 ติดวัสดุเปราะบาง หรือมีขนาดเล็ก ๆ ซึ่งยึดติดกันด้วยวิธีอื่นไม่ได้หรือกระทำ
ได้ยาก

9.6.3 ทำให้เกิดความสวยงาม โดยไม่ต้องอาศัยตะปู เนื้อ โผล่ออกมาให้เห็น เช่น
เฟอร์นิเจอร์งานไม้ โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น

9.7 ข้อเสียในการใช้กาว

- 9.7.1 ทนแรงสูง ๆ ไม่ได้ เนื้อกาวไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกันกับวัสดุ
- 9.7.2 ทนอุณหภูมิสูง ๆ ไม่ได้ กาวบางชนิดเมื่อถูกความร้อนจะเสื่อมคุณภาพหรือ
กลายเป็นของเหลว
- 9.7.3 เมื่อวัสดุติดกาวแล้ว จะแยกหรือแกะออกมา ทำได้ลำบาก เพราะจะมีเศษกาวติดอยู่
ที่ผิวหน้าของวัสดุ
- 9.7.4 การทำความสะอาดของผิววัสดุลำบาก เพราะวัสดุแต่ละชนิดจะมีผิวที่แตกต่างกัน
จึงต้องใช้วิธีที่แตกต่างกัน
- 9.7.5 กาวมีมากมายหลายชนิด ทำให้การเลือกใช้ลำบาก

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.1 วัสดุที่ใช้ในการดำเนินการ

1.1.1 พงจีเลื้อย

1.1.2 เขื่อกระดาษ

1.1.3 พงจีเถ้า

1.1.4 ปูนปลาสเตอร์

1.1.5 ปูนซีเมนต์

1.1.6 กาวลาเท็กซ์

1.1.7 น้ำ

1.1.8 สีนํ้ามัน

1.1.9 โฟม

1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการ

1.2.1 ตาชั่ง CENT-OGRAM

1.2.2 กะละมัง

1.2.3 ปีกเกอร์

1.2.4 พู่กัน

1.2.5 แม่แบบบล็อกไม้ ขนาด ก×ข×ส = 9.5×9.5×1.5 cm³ สำหรับทำผลิตภัณฑ์

1.2.6 แม่แบบซิลิโคนสำหรับทำประติมากรรม

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1 ครูแผนกศิลปกรรม จำนวน 4 คน

2.2 นักเรียนสาขาวิชาศิลปกรรม จำนวน 26 คน

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

4. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นที่ 1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสม วิธีการทำ ทดสอบคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน ดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาและทดลองทำงานได้สูตรที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงสูตรในการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน

สูตร	วัสดุ (g)	ปูนปลาสเตอร์ (g)	ปูนซีเมนต์ (g)	กาวลาเท็กซ์ (cm ³)	น้ำ (cm ³)
1 (ผงจีเลื้อย)	10	50	50	15	100
2 (เยื่อกระดาษ)	10	50	50	15	100
3 (ผงจีเถ้า)	10	50	50	15	100

1.2 ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน มีดังนี้

1.2.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง

1.2.1.1 การเตรียมวัสดุต่าง ๆ

- 1) การเตรียมผงจีเลื้อย นำจีเลื้อยที่ได้จากโรงเลื่อยไม้ มาร่อนโดยใช้กระชอนร่อนแบ่งเกล็ดชนิดละเอียด ร่อนให้ได้ผงจีเลื้อยที่มีเนื้อละเอียดมากที่สุด
- 2) การเตรียมเยื่อกระดาษ นำเศษกระดาษที่ใช้แล้วฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ไปแช่น้ำไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ใช้มือขยำและตีให้เยื่อกระดาษกระจายตัว
- 3) การเตรียมผงจีเถ้า นำจีเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้มาร่อนจนได้ผงจีเถ้าละเอียด

1.2.1.2 การเตรียมส่วนผสมดินนอกเหนือจากวัสดุ ได้แก่ ปูนปลาสเตอร์ ปูนซีเมนต์ กาวลาเท็กซ์ และน้ำ

- 1) เตรียมปูนปลาสเตอร์ โดยนำปูนปลาสเตอร์มาชั่งให้ได้น้ำหนัก 50 g จำนวน 3 ชุด
- 2) เตรียมปูนซีเมนต์ โดยนำปูนซีเมนต์มาชั่งให้ได้น้ำหนัก 50 g จำนวน 3 ชุด

3) เตรียมกาวลาเท็กซ์ โดยนำกาวลาเท็กซ์มาตวงให้ได้ปริมาตร 20 cm^3

จำนวน 3 ชุด

4) เตรียมน้ำ โดยนำน้ำมาตวงให้ได้ปริมาตร 100 cm^3 จำนวน 3 ชุด

1.2.1.3 การเตรียมแม่แบบบล็อกไม้ โดยนำไม้อัดมาต่อเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด กว้าง×ยาว×สูง = $9.5 \times 9.5 \times 1.5 \text{ cm}^3$

2.2.2 วิธีการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน

2.2.2.1 ทำผลิตภัณฑ์มวลเบาสูตร 1 (ผงจีเลื้อย) ตามสูตรในตารางที่ 4

1) นำผงจีเลื้อย ปูนปลาสเตอร์ และปูนซีเมนต์ ผสมรวมกันในกะละมังพลาสติก คนส่วนผสมให้เข้ากัน

2) เทกาวลาเท็กซ์ลงไปในส่วนผสมข้อ 1) คนให้เข้ากัน

3) เทน้ำลงไปในส่วนผสมข้อ 1) คนให้เข้ากัน

4) นำส่วนผสมที่ได้เทลงในแม่แบบ ทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที จึงลอกออก

จากแบบ นำไปตากแดดให้แห้ง

2.2.2.2 ทำผลิตภัณฑ์มวลเบา สูตร 2 (เยื่อกระดาษ) ทำเช่นเดียวกับสูตร 1 แต่เปลี่ยนจากผงจีเลื้อยเป็นเยื่อกระดาษ

2.2.2.3 ทำผลิตภัณฑ์มวลเบา สูตร 3 (ผงจีเลื้อย) ทำเช่นเดียวกับสูตร 1 แต่เปลี่ยนจากผงจีเลื้อยเป็นผงจีเลื้อย

2.2.3 การทดสอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.3.1 ลักษณะเนื้อ ทำได้โดยการสังเกตและใช้มือสัมผัส

2.2.3.2 การทดสอบน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน ทำได้โดย นำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุแต่ละชนิดที่เลือกจากข้อ 2.2.2. นำมาชนิดละ 3 ก้อน มาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเปรียบเทียบกัน

2.2.3.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน โดยนำผลิตภัณฑ์มวลเบาแต่ละชนิดมาแช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สังเกตแล้วบันทึกผล

ขั้นที่ 2 นำสูตรการทำผลิตภัณฑ์มวลเบามาทำเป็นประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน โดยคำนวณอัตราส่วนของส่วนผสมในขั้นที่ 1 (ตารางที่ 4) แล้วเปรียบเทียบกับประติมากรรมในห้องตลาด

2.1 วิธีการทำประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน มีวิธีทำเช่นเดียวกับขั้นที่ 1 แต่ใช้แม่แบบประติมากรรมภาพปูนดำแทนแม่แบบบล็อกไม้

2.2 ทดสอบคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน และประติมากรรมในท้องตลาด ทำเช่นเดียวกับขั้นที่ 1

2.3 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาดในด้านลักษณะเนื้อ และการคิดสี ทำได้โดย

2.3.1 นำตัวอย่างประติมากรรมมวลเบาของวัสดุแต่ละชนิดและประติมากรรมในท้องตลาดไปให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน คือ ครูแผนกวิชาศิลปกรรม 4 คน นักเรียนสาขาวิชาศิลปกรรม 26 คน สังเกตและใช้มือสัมผัสประติมากรรมมวลเบาของวัสดุแต่ละชนิดและประติมากรรมในท้องตลาด แล้วประเมินให้คะแนนเป็นระดับต่าง ๆ ดังนี้ (ภาคผนวกหน้า 53)

- 1 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับน้อยที่สุด
- 2 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับน้อย
- 3 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับปานกลาง
- 4 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับมาก
- 5 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับมากที่สุด

2.3.2 นำคะแนนของการตอบในแต่ละข้อไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยแล้วแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

- 1.00-1.50 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับน้อยที่สุด
- 1.51-2.00 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับน้อย
- 2.51-3.50 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับปานกลาง
- 3.51-4.50 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับมาก
- 4.51-5.00 คะแนน หมายถึง มีความเนียนเรียบ,การติดสีอยู่ในระดับมากที่สุด

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน

3.1 ศึกษาและทดลองนำโฟมมาเป็นส่วนผสมในปริมาณที่ต่างกันในแต่ละสูตร

สูตร ก ใช้โฟมเป็นส่วนผสม 3 ชิน

สูตร ข ใช้โฟมเป็นส่วนผสม 6 ชิน

สูตร ค ใช้โฟมเป็นส่วนผสม 9 ชิน

สูตร ง ใช้โฟมเป็นส่วนผสม 12 ชิน

3.2 ทำผลิตภัณฑ์มวลเบาทั้ง 4 สูตร ในส่วนของผงซีเมนต์ ยีเออร์คาส และผงซีเมนต์สังเกตุคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์มวลเบาทุกสูตร พบว่า

สูตร ก ของผงขี้เถ้า ยี่เอกราช และผงขี้เถ้า มีน้ำหนักเบาว่าผลิตภัณฑ์มวลเบาที่ไม่ใส่โฟม แต่มากกว่า สูตร ข, ค และ ง โดยมีลักษณะเนื้อเช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์มวลเบาที่ไม่ใส่โฟม คือ มีความเนียนเรียบมาก มีรูพรุนเล็กน้อย

สูตร ข ของวัสดุทั้ง 3 ชนิด มีน้ำหนักเบาว่าสูตร ก และผลิตภัณฑ์มวลเบาที่ไม่ใส่โฟม แต่มากกว่า สูตร ค และ ง โดยมีลักษณะเนื้อเช่นเดียวกันกับสูตร ก

สูตร ค ของวัสดุทั้ง 3 ชนิด มีน้ำหนักเบาว่าสูตร ก, ข และผลิตภัณฑ์มวลเบาที่ไม่ใส่โฟม แต่มากกว่า สูตร ง โดยมีลักษณะเนื้อเช่นเดียวกันกับสูตร ก

สูตร ง ของวัสดุทั้ง 3 ชนิด มีน้ำหนักเบาว่าทุก แต่ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์จับกันได้ไม่ดี มีรูพรุนเป็นจำนวนมาก

ดังนั้น คณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้สูตร ก ของวัสดุแต่ละชนิด ไปประยุกต์ทำเป็นประติมากรรมมวลเบา เพื่อให้มีน้ำหนักเบา ลักษณะเนื้อยังเหมือนเดิม โดยเทียบสัดส่วนของส่วนผสม

3.3 ทำประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันเช่นเดียวกับขั้นที่ 2 โดยเทส่วนผสมแต่ละสูตรลงในแม่แบบเพียงครั้งหนึ่งก่อน แล้ววางโฟมซึ่งตัดเป็นชินรูปลูกเต๋า จำนวน 9 ชิน วางลงในแม่แบบ กดให้โฟมจมลงไปในส่วนผสมที่เทไว้ก่อนแล้ว จึงค่อยเทส่วนผสมที่เหลือลงไปให้เต็มแม่แบบ ทิ้งไว้ให้แข็งตัว เป็นเวลา 30 นาที ลอกออกจากแบบ นำไปตากแดดให้แห้ง

3.2 นำมาทดสอบคุณลักษณะในด้านลักษณะเนื้อ น้ำหนัก การดูดซึมน้ำ และสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ และการติดสี ซึ่งทำเช่นเดียวกับขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันกับราคาขายของประติมากรรมในท้องตลาด โดยคำนวณต้นทุนของวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ทำประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน นำมาเปรียบเทียบกับราคาขายของประติมากรรมในท้องตลาด

บทที่ 4
ผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน ได้ผลการศึกษา แบ่งเป็น 3 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 การศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน ได้ผลการศึกษา ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อ น้ำหนัก การดูดซึมน้ำของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน

สูตร	ลักษณะเนื้อ	น้ำหนัก (g)	ทดสอบการดูดซึมน้ำ (นำไปแช่น้ำ 1 ชั่วโมง)		
			น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (g)	ลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำ	
				เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน
1 (ผงซีเมนต์)	เนียนเรียบมาก	220	125	-	/
2 (เชือกกระดาน)	เนียนเรียบมาก	220	140	-	/
3 (ผงซีเมนต์)	เนียนเรียบมาก	220	125	-	/

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลิตภัณฑ์มวลเบาทุกสูตรมีความเนียนเรียบมาก มีน้ำหนักเท่ากันคือ 220 g เมื่อนำไปทดสอบการดูดซึมน้ำ โดยการนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สูตร 1 และ 3 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 125 g ส่วนสูตร 2 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 140 g ลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำไม่เปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 2 นำสูตรการทำผลิตภัณฑ์มวลเบามาทำเป็นประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันแล้วเปรียบเทียบกับประติมากรรมในท้องตลาด ได้ผลการศึกษาดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อ น้ำหนัก การดูดซึมน้ำของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาด

สูตร	ลักษณะเนื้อ	น้ำหนัก (g)	ทดสอบการดูดซึมน้ำ (นำไปแช่น้ำ 1 ชั่วโมง)		
			น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (g)	ลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำ	
				เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน
1 (ผงซีลี้อย)	เนียนเรียบมาก	2,400	1,360	-	/
2 (เยื่อกระดาษ)	เนียนเรียบมาก	2,400	1,580	-	/
3 (ผงซีเถ้า)	เนียนเรียบมาก	2,400	1,360	-	/
ในท้องตลาด	เนียนเรียบมาก	4,600	850	-	/

จากตารางที่ 6 พบว่า ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันทุกสูตรมีน้ำหนักเท่ากัน คือ 2,400 g แต่ประติมากรรมในท้องตลาดมีน้ำหนัก 4,600 g เมื่อนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ประติมากรรมมวลเบาสูตร 1 และ 3 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1,360 g สูตร 2 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1,580 g ส่วนประติมากรรมในท้องตลาด มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 850 g ลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ และการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาด

สูตร	วัสดุ	ความคิดเห็น			
		ลักษณะเนื้อ		การติดสี	
		ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย	ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย
1	ผงซีลี้อย	4.58	มากที่สุด	4.73	มากที่สุด
2	เยื่อกระดาษ	4.61	มากที่สุด	4.77	มากที่สุด
3	ผงซีเถ้า	4.83	มากที่สุด	4.86	มากที่สุด
ท้องตลาด	-	4.75	มากที่สุด	4.84	มากที่สุด

หมายเหตุ

- 1.00-1.50 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด
 1.51-2.00 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
 2.51-3.50 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
 3.51-4.50 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก
 4.51-5.00 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 7 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อหาของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร สูตร 1 (ค่าเฉลี่ย 4.58) สูตร 2 (ค่าเฉลี่ย 4.61) สูตร 3 (ค่าเฉลี่ย 4.83) และประติมากรรมในท้องตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.75) ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร สูตร 1 (ค่าเฉลี่ย 4.73) สูตร 2 (ค่าเฉลี่ย 4.77) สูตร 3 (ค่าเฉลี่ย 4.86) และประติมากรรมในท้องตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.84)

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดโดยการใส่โฟมเป็นส่วนผสมแล้วเปรียบเทียบประติมากรรมในท้องตลาด ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบลักษณะเนื้อ น้ำหนัก การดูดซึมน้ำของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใส่โฟมเป็นส่วนผสมและประติมากรรมในท้องตลาด

สูตร	ลักษณะเนื้อ	น้ำหนัก (g)	ทดสอบการดูดซึมน้ำ		
			น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (g)	ลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำ	
				เปลี่ยน	ไม่เปลี่ยน
1 (ผงซีเมนต์)	เนียนเรียบมาก	1,500	850	-	/
2 (เชือกกระดา)	เนียนเรียบมาก	1,500	980	-	/
3 (ผงซีเมนต์)	เนียนเรียบมาก	1,500	850	-	/
ในท้องตลาด	เนียนเรียบมาก	4,600	850	-	/

จากตารางที่ 8 ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใช้โฟมเป็นส่วนผสมมีน้ำหนักเท่ากัน คือ 1,500 g ประติมากรรมในท้องตลาดมีน้ำหนัก 4,600 g เมื่อนำไปทดสอบการดูดซึมน้ำ โดยการแช่น้ำไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าสูตร 1, 3 และประติมากรรมในท้องตลาดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 850 g ส่วนสูตร 2 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 980 g ลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อและการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใช้โฟมเป็นส่วนผสมและประติมากรรมในท้องตลาด

สูตร	วัสดุ	ความคิดเห็น			
		ลักษณะเนื้อ		การติดสี	
		ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย	ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย
1	ผงซีลี้อย	4.57	มากที่สุด	4.74	มากที่สุด
2	เยื่อกระดาษ	4.71	มากที่สุด	4.80	มากที่สุด
3	ผงซีเถ้า	4.85	มากที่สุด	4.89	มากที่สุด
ท้องตลาด	-	4.78	มากที่สุด	4.85	มากที่สุด

จากตารางที่ 9 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใช้โฟมเป็นส่วนผสมและประติมากรรมในท้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร สูตร 1 (ค่าเฉลี่ย 4.57) สูตร 2 (ค่าเฉลี่ย 4.71) สูตร 3 (ค่าเฉลี่ย 4.85) และประติมากรรมในท้องตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.78) ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใช้โฟมเป็นส่วนผสมและประติมากรรมในท้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร สูตร 1 (ค่าเฉลี่ย 4.74) สูตร 2 (ค่าเฉลี่ย 4.80) สูตร 3 (ค่าเฉลี่ย 4.89) และประติมากรรมในท้องตลาด (ค่าเฉลี่ย 4.85)

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่อง “การศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน” สรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 1 การศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน ได้ผลการศึกษาดังนี้

1.1 สูตรที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันมี 3 สูตร ดังนี้ (ของเหลวใช้หน่วยเป็น g ของแข็งใช้หน่วยเป็น cm³)

สูตรที่ 1 ผงซีเมนต์ : ปูนปลาสเตอร์ : ปูนซีเมนต์ : กาวลาเท็กซ์ : น้ำ = 10 : 50 : 50 : 15 : 100

สูตรที่ 2 ใยกระดาษ : ปูนปลาสเตอร์ : ปูนซีเมนต์ : กาวลาเท็กซ์ : น้ำ = 10 : 50 : 50 : 15 : 100

สูตรที่ 3 ใยแก้ว : ปูนปลาสเตอร์ : ปูนซีเมนต์ : กาวลาเท็กซ์ : น้ำ = 10 : 50 : 50 : 15 : 100

1.2 คุณลักษณะด้านลักษณะเนื้อ น้ำหนัก และการดูดซึมน้ำของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน

1.2.1 ลักษณะเนื้อ ทุกสูตรมีความเนียนเรียบมาก

1.2.2 ผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน สูตร 1, 2 และ 3 มีน้ำหนักเท่ากันทุกสูตร คือ 220 g

1.2.3 การดูดซึมน้ำของผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน เมื่อนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์มวลเบาสูตร 1 และ 3 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 125 g สูตร 2 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 140 g โดยลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำของผลิตภัณฑ์มวลเบาทั้ง 3 สูตรไม่เปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 2 นำสูตรการทำผลิตภัณฑ์มวลเบามาทำเป็นประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันแล้วเปรียบเทียบกับประติมากรรมในท้องตลาด ได้ผลการศึกษาดังนี้

2.1 คุณลักษณะด้านลักษณะเนื้อ น้ำหนัก และการดูดซึมน้ำของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาด

2.1.1 ลักษณะเนื้อของประติมากรรมมวลเบาสูตร 1, 2 และ 3 และประติมากรรมมวลเบาในห้องตลาดมีความเนียนเรียบมาก

2.1.2 ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน มีน้ำหนักเท่ากัน คือ 2,400 g และประติมากรรมในห้องตลาดมีน้ำหนัก 4,600 g

2.1.3 การดูดซึมน้ำของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในห้องตลาด เมื่อนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า ประติมากรรมมวลเบาสูตร 1 และ 3 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1,360 g สูตร 2 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1,580 g และประติมากรรมในห้องตลาด มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 850 g โดยลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำของประติมากรรมมวลเบาทั้ง 3 สูตร และประติมากรรมในห้องตลาดไม่เปลี่ยนแปลง

2.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อและการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในห้องตลาด

2.2.1 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในห้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร (ค่าเฉลี่ย 4.58-4.83) เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ ผงซีลี้อย เขียวกระดาศ ห้องตลาด และผงซีเถ้า (ค่าเฉลี่ย 4.58, 4.61, 4.78, และ 4.83 ตามลำดับ)

2.2.2 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในห้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร (ค่าเฉลี่ย 4.73-4.86) เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ ผลซีลี้อย เขียวกระดาศ ห้องตลาด และผงซีเถ้า (ค่าเฉลี่ย 4.73, 4.77, 4.84, และ 4.86 ตามลำดับ)

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดโดยการใส่โฟมเป็นส่วนผสมแล้วเปรียบเทียบประติมากรรมในห้องตลาด ได้ผลการศึกษาดังนี้

3.1 คุณลักษณะด้านลักษณะเนื้อ น้ำหนัก การดูดซึมน้ำของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใส่โฟมเป็นส่วนผสมและประติมากรรมในห้องตลาด

3.1.1. ลักษณะเนื้อของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใส่โฟมเป็นส่วนผสมและประติมากรรมในห้องตลาดมีความเนียนเรียบมาก

3.1.2 ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน มีน้ำหนักเท่ากันทุกสูตร คือ 1,500 g และประติมากรรมในห้องตลาดมีน้ำหนัก 4,600 g

3.1.3 การดูดซึมน้ำของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใส่โฟมเป็นส่วนผสมและประติมากรรมในห้องตลาด เมื่อนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า ประติมากรรมมวลเบาสูตร 1, 3 และประติมากรรมในห้องตลาด มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 850 g สูตร 2

มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 980 g โดยลักษณะเนื้อหลังแช่น้ำของประติมากรรมมวลเบาทั้ง 3 สูตรและประติมากรรมในท้องตลาดไม่เปลี่ยนแปลง

3.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อและการติดสีของประติมากรรมมวลเบา

3.2.1 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันและประติมากรรมในท้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร (ค่าเฉลี่ย 4.57-4.85) เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ ผงซีลี้อย เขียวกระดาช ท้องตลาด และผงซีเถ้า (ค่าเฉลี่ย 4.57, 4.71, 4.78, และ 4.85 ตามลำดับ)

3.2.2 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันที่ประยุกต์โดยใช้โฟมเป็นส่วนผสมและประติมากรรมในท้องตลาดอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร (ค่าเฉลี่ย 4.71-4.89) เรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ ผงซีลี้อย เขียวกระดาช ท้องตลาด และผงซีเถ้า (ค่าเฉลี่ย 4.74, 4.80, 4.85, และ 4.89 ตามลำดับ)

ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันกับราคาขายของประติมากรรมในท้องตลาด พบว่า ต้นทุนการผลิตของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันต่ำกว่าประติมากรรมในท้องตลาดร้อยละ 326.83 ของต้นทุน

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

1. คุณลักษณะด้านลักษณะเนื้อ น้ำหนัก และการดูดซึมน้ำ

1.1 ลักษณะเนื้อ (ความเนียนเรียบ) ผลัดกันมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 1 ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 2 และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 3 (ใส่โฟม) มีความเนียนเรียบมากทุกสูตร เนื่องจากใช้ปูนปลาสเตอร์เป็นส่วนผสมและวัสดุที่ใช้มีเนื้อละเอียด

1.2 น้ำหนัก ผลัดกันมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 1 เท่ากันทุกสูตร คือ 220 g ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 2 เท่ากันทุกสูตร คือ 2,400 g ส่วนประติมากรรมในท้องตลาดมีน้ำหนักมากกว่าขั้นที่ 2 คือ 4,600 g อาจเป็นเพราะว่าประติมากรรมในท้องตลาดใช้ปูนซีเมนต์ ทราย และน้ำ เป็นส่วนผสมหลัก และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในขั้นที่ 3 (ใส่โฟม) มีน้ำหนักเบากว่าประติมากรรมมวลเบาในขั้นที่ 2 และประติมากรรมในท้องตลาด คือมีน้ำหนัก 1,500 g เนื่องจากโฟมเป็นพลาสติกที่ผ่านกระบวนการผลิตวัตถุดิบที่เรียกว่า พอลิเมอร์เรซิน เมื่อพลาสติกจะทำปฏิกิริยากับแก๊สเอาไว้ภายใน เมื่อนำมาผลิตโฟมวัตถุดิบจะขยายตัวขยายตัว แล้วจะมีอากาศเข้ามาแทนที่ถึง 98% ของปริมาณ มีเพียง 2% เท่านั้นที่เป็นเนื้อพลาสติก จึงทำให้โฟมมีน้ำหนักเบา (<http://www.chancharnfoam.com/knowledge.htm>)

1.3 การดูดซึมน้ำ ผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในชั้นที่ 1 ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในชั้นที่ 2 และประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันในชั้นที่ 3 (ใส่โฟม) สูตร 1 และ 3 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากัน ส่วนสูตร 2 น้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่า เนื่องจากกระดาษเป็นวัสดุแบนราบ 2 มิติ เยื่อกระดาษได้มาจากเส้นใยของพืช เหมาะสำหรับการรองรับน้ำหนักให้ปรากฏเป็นภาพ ตัวอักษรหรือข้อความตามแม่พิมพ์หรือตัวพาพิมพ์ (ขนิษฐา ชัยรัตนวรรณ และมนนภา เทพสุต. 2547 : 133) ผงซีลี้อยู่ได้จากการเลื่อยไม้ และผงซีเถ้า ได้จากการเผาไหม้ของไม้ จึงทำให้มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ช้ากว่าเยื่อกระดาษ

2. ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อและการคิดสี

2.1 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้ออยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร เนื่องจากส่วนผสมที่ใช้มีความแตกต่างกันในหลายด้าน แต่เมื่อนำมาผสมกันทำให้ได้ประติมากรรมมวลเบาที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสม

2.2 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดสีอยู่ในระดับมากที่สุดทุกสูตร เนื่องจากวัสดุที่นำมาทำจะคิดสีได้โดยธรรมชาติของวัสดุอยู่แล้ว เมื่อนำมาทำเป็นประติมากรรมจึงคิดสีน้ำมันได้ดี และมีความสวยงาม

3. เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันกับราคาขายประติมากรรมในห้องตลาด ซึ่งมีกำไรที่ได้จากการขายประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันต่อชิ้นมากถึงร้อยละ 326.83 ของต้นทุน เพราะว่าส่วนผสมที่ใช้ทำประติมากรรมมวลเบา มีราคาถูกมาก จึงทำให้ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกันมีต้นทุนการผลิตต่ำ แต่งานประติมากรรมเป็นผลงานที่ให้คุณค่าทางจิตใจ ซึ่งราคายิ่งขึ้นกับความพึงพอใจของลูกค้าเป็นสำคัญ

ประโยชน์

1. ได้ผลิตภัณฑ์มวลเบาที่มีลักษณะเบา ขนย้ายสะดวก
2. ผู้สนใจสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในการทำประติมากรรมมวลเบาที่มีรูปแบบที่หลากหลาย และทำเป็นอาชีพได้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำแบบปูนปลาสเตอร์ คือ จะต้องกำจัดฟองอากาศที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำปฏิกิริยาระหว่างปูนปลาสเตอร์กับน้ำออกให้หมด มิฉะนั้นจะทำให้เกิดรูพรุนขนาดใหญ่ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความแข็งแรง และการดูดซึมน้ำของแบบที่ได้
2. ควรเลือกวัสดุอย่างอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงมาเป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบา

บรรณานุกรม

การุณี วิบูลชัย. เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 (3000-1403). สุรินทร์ : ม.ป.ป.

(เอกสารจัดสำเนา)

ขนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ และมนนภา เทพสุต. วิทยาศาสตร์ 5 (3000-1424). กรุงเทพฯ : เอ็มพันธ์, 2547

จันทร์ารักษ์ บวรพัฒนานุกิจ และคณะ. กระเบื้องมุงหลังคาจากเส้นใยธรรมชาติ. สุรินทร์ : 2539.

จิรายุ อิศรางกูร. “เศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริ.” อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ปีที่ 4, ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม - กันยายน 2549) : 26

เพชร อนุลีจันทร์ และคณะ. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปคนรุ่นใหม่ “ศิลปะจากเส้นใย”. สุรินทร์, วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ : 2546.

วันชัย สีนสวัสดิ์. เอกสารการสอนเทคโนโลยีคอนกรีต. ปากเกร็ด นนทบุรี : ฝ่ายคอนกรีตและวัสดุก่อสร้างกองวิจัยและทดลอง กรมชลประทาน, ม.ป.ป.

สุนนา ไชยสุกumar. ร้าน SUMANA Home & Garden. สัมภาษณ์, 1 เมษายน 2550.

ไสว พิกขาว และศรายุทธ ทรัพย์อารักษ์. วิทยาศาสตร์ 3 (3000-1403). กรุงเทพฯ : เอ็มพันธ์, 2540

ศุภชัย พ่อนา สราวุธ คงสิงห์ และทิฆัมพร เลื่องเชื่อง. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อัญมณีเลียน. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยเทคนิคคูสิต, 2545.

หัตถยुทธ ชื่นใจ ศักรินทร์ นาคนวล และพัชรีย์ เครือวัลย์. การศึกษาคูณลักษณะพลาสติกหล่อจากวัสดุต่างชนิดกัน. สุรินทร์ : 2550.

ไอยรา พงษ์สุวรรณ. ชุดอุปกรณ์และคู่มือการสอน Slump Test. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

“จีเถ้า” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <<http://bolggang.com/biewdiary.php?id=duen&month>>. 22 มิถุนายน 2551.

“เข็ญกระดาย” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://thairecycle.com/forum/forum_posts.asp?TID=41>. 20 มิถุนายน 2551.

“โฟม” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <<http://www.chancharnfoam.com/knowledge.htm>>. 15 มิถุนายน 2551.

“ภัทรวรรณ เฉยเจริญ, วิศวกร กลุ่มการผลิตและออกแบบสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกส์, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ” : <<http://www.mtec.or.th/th/special/cdm/articles/articles4>>.

22 มิถุนายน 2551.

บรรณานุกรม

บทสัมภาษณ์เรื่อง ประติมากรรม

ร้าน SUMANA Home&Garden

“ประติมากรรมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทำมาจากปูนซีเมนต์ ทราย และน้ำ เป็นส่วนผสมหลัก จึงทำให้มีน้ำหนักมาก ขนย้ายไม่สะดวก ลูกค้าที่มาซื้อสินค้าในร้าน มักจะให้คำแนะนำว่า ประติมากรรมควรจะมีน้ำหนักเบา เพื่อให้ง่ายต่อการขนย้าย ซึ่งการขนย้ายในแต่ละครั้งจะทำให้ขนย้ายได้จำนวนมาก และเหมาะต่อการติดตั้ง โดยเฉพาะภาพที่ติดฝาผนัง ดังนั้น ถ้าเราสามารถทำประติมากรรมที่มีน้ำหนักเบา น่าจะได้รับความนิยมจากลูกค้ามากขึ้น”

บทสัมภาษณ์

ลงชื่อ.....ผู้ให้สัมภาษณ์

(.....)

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

ลงชื่อ.....ผู้สัมภาษณ์

(.....)

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

**แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ (ความเนียนเรียบ) และการติดสีของ
 ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน เพื่อการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
 เรื่อง การศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และประติมากรรมมวลเบา
 จากวัสดุต่างชนิดกัน**

.....
 ผู้ตอบแบบสอบถาม () นักเรียน () ครู

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องระดับความคิดเห็นให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด
ความหมายของระดับคะแนน

1. ระดับคะแนนในการประเมิน

- 1 คะแนน หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ/การติดสีอยู่ในระดับน้อยที่สุด
- 2 คะแนน หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ/การติดสีอยู่ในระดับน้อย
- 3 คะแนน หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ/การติดสีอยู่ในระดับปานกลาง
- 4 คะแนน หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ/การติดสีอยู่ในระดับมาก
- 5 คะแนน หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ/การติดสีอยู่ในระดับมากที่สุด

สูตรที่	วัสดุ	ความคิดเห็น									
		ลักษณะเนื้อ (ความเนียนเรียบ)					การติดสี				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	ผงซีลี้อย										
2	เยื่อกระดาษ										
3	ผงซีเถ้า										

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เรื่องการศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และ
ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

เรื่องการศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และ
ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

เรื่องการศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และ
ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

การศึกษาคุณลักษณะและความนิยมของโถกข้าวกล้องหอมมะลิถึงสำเร็จรูป
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

การศึกษาคุณลักษณะและความนิยมของโถกข้าวกล้องหอมมะลิถึงสำเร็จรูป
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

การศึกษาคุณลักษณะและความนิยมของโถกข้าวกล้องหอมมะลิถึงสำเร็จรูป
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

การศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และ

ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน

งบกำไรขาดทุน

สำหรับวันที่ 21 มิถุนายน - 10 กรกฎาคม 2551 (จำหน่ายที่ร้าน SUMANA Home&Garden)

รายได้ :-

หน่วย : บาท

ขายประติมากรรมมวลเบาจาก

- พงจีเดี่ยว	2,130.-	
- เยื่อกระดาษ	1,850.-	
- พงจีเดี่ยว	<u>2,980.-</u>	6,960.-

ค่าใช้จ่าย :-

ค่าวัตถุดิบการผลิต	1,985.-	
ค่าบรรจุภัณฑ์	520.-	
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	<u>310.-</u>	<u>2,815.-</u>

กำไรสุทธิ :-

4,145.-

ภาคผนวก ง

งบกำไรขาดทุนจากการดำเนินงานจำหน่ายประติมากรรมมวลเบา

ภาคผนวก ค

แผนธุรกิจโครงการจัดทำประติมากรรมมวลเบาจำหน่าย

การศึกษาคุณลักษณะและความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และ

ประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน

งบกำไรขาดทุน

สำหรับวันที่ 21 มิถุนายน - 10 กรกฎาคม 2551 (จำหน่ายที่ร้าน SUMANA Home&Garden)

รายได้ :-

หน่วย : บาท

ขายประติมากรรมมวลเบาจาก

- พงจีเลื้อย	2,130.-	
- เขื่อกระดาษ	1,850.-	
- พงจีเต้า	<u>2,980.-</u>	6,960.-

ค่าใช้จ่าย :-

ค่าวัตถุดิบการผลิต	1,985.-	
ค่าบรรจุภัณฑ์	520.-	
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	<u>310.-</u>	<u>2,815.-</u>

กำไรสุทธิ :-

4,145.-

แผนธุรกิจ “โครงการจัดทำประติมากรรมมวลเบาจำหน่าย”

โดย “ห้างหุ้นส่วนสามัญบุคคลธรรมดาประติมากรรมมวลเบา”

วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

รหัส 5022010025

1. ภาพรวม

วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ เป็นสถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนทางด้านวิชาชีพ โดยเปิดสอนประเภทวิชาพาณิชยกรรม ศิลปกรรม คหกรรม อุตสาหกรรมท่องเที่ยว บริหารธุรกิจ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งได้จัดการเรียนการสอนตามนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้เรียนเป็นเรื่อง/ ชิ้นงาน/ โครงการ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานธุรกิจของตนเองได้

จากนโยบายและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น นักเรียนระดับปวช. 2 สาขาวิชาการบัญชี และ ปวช. 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีศิลปกรรม จึงรวมตัวในการดำเนินธุรกิจในรูปแบบของ “ห้างหุ้นส่วนสามัญบุคคลธรรมดาประติมากรรมมวลเบา” เพื่อผลิตและจำหน่ายประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุเหลือใช้ที่มีรูปแบบที่หลากหลายจำหน่าย โดยมุ่งมั่นที่จะเป็นผู้นำทางธุรกิจ ประติมากรรมมวลเบาที่มีลักษณะเบา ขนย้ายง่าย ราคาถูก

นอกจากนี้การดำเนินงานโครงการจัดทำประติมากรรมมวลเบาจำหน่าย ยังสามารถเสริมสร้างประสบการณ์วิชาชีพทั้งทางด้านการผลิต การจำหน่าย การตลาด การเงิน และการบัญชี สำหรับเป็นฐานในการคิดวางแผนดำเนินงานธุรกิจในอนาคต โดยไม่ต้องไปสมัครงานเป็นลูกจ้างธุรกิจอุตสาหกรรมอื่น ๆ ซึ่งขณะดำเนินงานโครงการมีจำนวน 6 คน เป็นนักเรียนระดับ ปวช. 2 ห้อง บช. 2/5 และนักเรียนระดับปวช. 3 ห้อง ทศ.3/1 โดยแต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ ดังนี้

1. นางสาวพัชรี	เครือข่าย	ผู้จัดการโครงการ
2. นางสาวณัฐพร	เสาทอง	ฝ่ายการตลาด
3. นางสาวพัชตรา	บุตรลักษณ์	ฝ่ายการบัญชี
4. นางสาวศิริพร	พะนิรัมย์	ฝ่ายการเงิน
5. นายกิตติกร	สุธีรพันธ์	ฝ่ายจัดซื้อ
6. นายหัตถยุทธ	ชินใจ	ฝ่ายผลิต

การดำเนินงานครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนจากร้านเทคนิคยนต์ อนุญาตให้ใช้สถานที่เป็นโรงงานจัดทำประติมากรรมมวลเบาจำหน่ายให้แก่ นักเรียน นักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

และบุคคลทั่วไป โดยประติมากรรมมวลเบานี้เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นของตกแต่งภายในบ้านหรือเป็นของชำร่วยในงานต่าง ๆ

2. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางธุรกิจ

2.1 จุดแข็ง

2.1.1 ประติมากรรมมวลเบามีลักษณะเฉพาะตัว น้ำหนักเบา

2.1.2 มีความสวยงาม

2.1.3 ราคาถูก

2.2 จุดอ่อน

2.2.1 การส่งเสริมการขายยังไม่มีดีเท่าที่ควร

2.2.2 ผลิตได้ปริมาณน้อย ขาดตลาด

2.2.3 รูปแบบผลิตภัณฑ์ยังไม่หลากหลาย

2.2.4 การประสานงานระหว่างคณะทำงานอาจจะยังไม่มีดีเท่าที่ควร เนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์

2.3 โอกาส

2.3.1 ยังไม่มีคู่แข่ง

2.3.2 ได้ประติมากรรมที่มีน้ำหนักเบาและมีรูปแบบที่หลากหลาย

2.4 ข้อจำกัด

2.4.1 สินค้ายังไม่ติดตลาด ผู้บริโภคอาจจะยังไม่รู้จัก

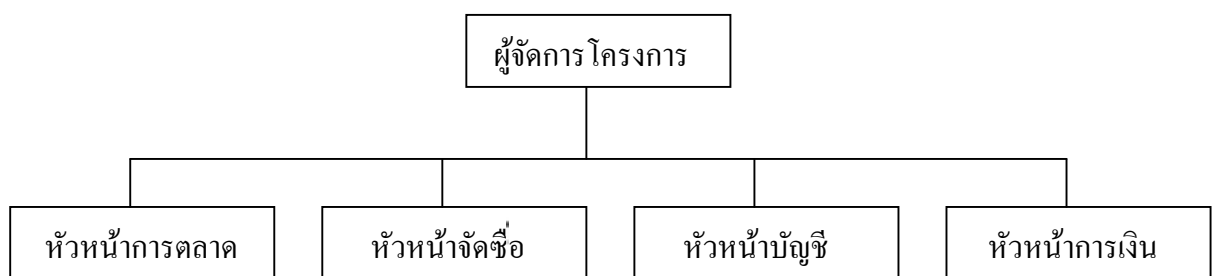
3. การจัดการ

3.1 การวางแผน

วัน เดือน ปี	กิจกรรม / การดำเนินงาน	ผู้รับผิดชอบ
มิถุนายน 2550	กำหนดเป้าหมาย / วัตถุประสงค์การดำเนินงาน - ผลิต / จำหน่ายประติมากรรมมวลเบาให้ได้ไม่ต่ำกว่า 250 ชิ้น ในเวลา 20 วัน - เพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพธุรกิจ	นางสาวพัชรี เครือวัลย์ และ สมาชิกทุกคน
กรกฎาคม 2550	ผลิต / จำหน่ายประติมากรรมมวลเบาในวันทำการ สัปดาห์ละ 5 วัน ภายในวิทยาลัย และส่งจำหน่ายที่ร้าน SUMANA Home&Garden สัปดาห์ละครั้ง	นางสาวพัชรี เครือวัลย์ นางสาวณัฐพร เสาทอง นายหัตถยุทธ ชื่นใจ นายกิตติกร สุธีรพันธ์
กรกฎาคม 2550	จัดทำงบการเงิน	นางสาวพัชรา บุตรลักษณ์
กรกฎาคม 2550	รายงานสรุปผลการดำเนินงาน	นางสาวพัชรี เครือวัลย์ และสมาชิกทุกคน

3.2 การจัดองค์การและบุคลากร

แบ่งโครงสร้างการบริหารโครงการ เป็น 4 สายงาน ดังนี้



ผู้จัดการโครงการ มีหน้าที่ กำกับดูแลให้การดำเนินการโครงการและประสานงานกับฝ่ายต่างๆ

หัวหน้าการตลาด มีหน้าที่ กระจายสินค้าไปสู่ผู้บริโภคตามช่องทางต่างๆ

หัวหน้าจัดซื้อ มีหน้าที่ จัดซื้อวัตถุดิบและทำการผลิต

หัวหน้าบัญชี มีหน้าที่ จัดทำบัญชีเกี่ยวกับเอกสารและงบการเงินต่างๆ

หัวหน้าการเงิน มีหน้าที่ เก็บรักษาเงินสด รับเงินค่าสินค้า และจ่ายเงินค่าวัตถุดิบ

3.3 การอำนวยการ

การอำนวยการจะยึดหลักการประสานงานแบบไม่เป็นทางการ เพราะเป็นองค์กรขนาดเล็กจึงอาศัยการติดต่อกันด้วยวาจาเป็นหลัก โดยมีผลกำไรและโอกาสที่จะเป็นผู้ประกอบการรายใหม่ เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญ

3.4 การควบคุมมีแนวทางการควบคุม ดังนี้

3.4.1 การจัดซื้อวัตถุดิบการผลิต

3.4.2 การรับ-จ่ายเงิน จะต้องมีการออกใบเสร็จรับเงินและใบสำคัญทุกครั้ง

3.4.3 ใบสำคัญจ่ายทุกฉบับต้องมีลายมืออนุมัติการจ่ายของผู้จัดการโครงการและครูที่ปรึกษา

3.4.4 จะต้องจัดทำงบกำไรขาดทุนทุก ๆ วันสิ้นเดือน และสิ้นสุดโครงการจะต้องจัดทำงบดุลประกอบการรายงานด้วย

4. แผนการตลาด

กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยนักเรียน นักศึกษาภายในวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ และบุคคลทั่วไป

4.1 ลักษณะสินค้า (Product) เป็นประติมากรรมที่มีน้ำหนักเบา มีรูปแบบที่หลากหลาย ใช้ประดับตกแต่งภายในบ้านและเป็นของจำหน่ายในงานต่าง ๆ ได้

4.2 ราคา (Price) จีนใหญ่จำหน่ายชิ้นละ 350 บาท จีนเล็กจำหน่ายชิ้นละ 15 บาท

4.3 ช่องทางการจำหน่าย (Place) นักเรียน นักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ และบุคคลทั่วไป

4.4 การส่งเสริมการขาย (Promotion) ดำเนินการ ดังนี้

4.4.1 ประชาสัมพันธ์กิจกรรมหน้าเสาธง จัดนิทรรศการร่วมกับกิจกรรมต่าง ๆ ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

4.4.2 มีส่วนลดการค้าให้กับลูกค้า 20% เมื่อซื้อตั้งแต่ 10 ชิ้นขึ้นไป และ 10% เมื่อซื้อตั้งแต่ 5 ชิ้นขึ้นไป

5. แผนการเงิน

การผลิตและจำหน่ายประติมากรรมมวลเบา จะจัดหาเงินทุนใน 2 ลักษณะ

5.1 งบประมาณการลงทุน

5.1.1 สมาชิกลงทุนร่วมกันคนละ 300 บาท จำนวน 6 คน เป็นเงิน	1,800 บาท
5.1.2 กู้ยืมจากคุณครูที่ปรึกษาโครงการ	2,500 บาท
รวม	4,300 บาท

5.2 งบประมาณรายจ่าย

5.2.1 ปูนปลาสเตอร์	660 บาท
5.2.2 ปูนซีเมนต์	195 บาท
5.2.3 กาวลาเท็กซ์	115 บาท
5.2.4 วัสดุธรรมชาติ	30 บาท
5.2.5 โฟม	75 บาท
5.2.6 แม่แบบ	80 บาท

5.3 งบประมาณการงบการเงิน

5.3.1 ประติมากรรมมวลเบาจำหน่ายเดือนละ 20 วัน
5.3.2 ราคาประติมากรรมมวลเบาชิ้นใหญ่ชิ้นละ 350 บาท ชิ้นเล็กชิ้นละ 15 บาท
5.3.3 ขายประติมากรรมมวลเบาได้วันละ 20 ชิ้น
5.3.4 ใช้อัตราดอกเบี้ยวันละ 320 บาท
5.3.5 บรรจุภัณฑ์เฉลี่ยวันละ 30 บาท

แผนธุรกิจ “โครงการจัดทำประติมากรรมมวลเบาจำหน่าย”

โดย “ห้างหุ้นส่วนสามัญบุคคลธรรมดาประติมากรรมมวลเบา”

วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

รหัส 5022010025

1. ภาพรวม

วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ เป็นสถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนทางด้านวิชาชีพ โดยเปิดสอนประเภทวิชาพาณิชยกรรม ศิลปกรรม คหกรรม อุตสาหกรรมท่องเที่ยว บริหารธุรกิจ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งได้จัดการเรียนการสอนตามนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้เรียนเป็นเรื่อง/ ชิ้นงาน/ โครงการ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานธุรกิจของตนเองได้

จากนโยบายและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น นักเรียนระดับปวช. 2 สาขาวิชาการบัญชี และ ปวช. 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีศิลปกรรม จึงร่วมตัวในการดำเนินธุรกิจในรูปแบบของ “ห้างหุ้นส่วนสามัญบุคคลธรรมดาประติมากรรมมวลเบา” เพื่อผลิตและจำหน่ายประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุเหลือใช้ที่มีรูปแบบที่หลากหลายจำหน่าย โดยมุ่งมั่นที่จะเป็นผู้นำทางธุรกิจ ประติมากรรมมวลเบาที่มีลักษณะเบา ขนย้ายง่าย ราคาถูก

นอกจากนี้การดำเนินงานโครงการจัดทำประติมากรรมมวลเบาจำหน่าย ยังสามารถเสริมสร้างประสบการณ์วิชาชีพทั้งทางด้านการผลิต การจำหน่าย การตลาด การเงิน และการบัญชี สำหรับเป็นฐานในการคิดวางแผนดำเนินงานธุรกิจในอนาคต โดยไม่ต้องไปสมัครงานเป็นลูกจ้างธุรกิจอุตสาหกรรมอื่น ๆ ซึ่งขณะดำเนินงานโครงการมีจำนวน 6 คน เป็นนักเรียนระดับ ปวช. 2 ห้อง บช. 2/5 และนักเรียนระดับปวช. 3 ห้อง ทศ.3/1 โดยแต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ ดังนี้

1. นางสาวพัชรี	เครือวัลย์	ผู้จัดการโครงการ
2. นางสาวณัฐพร	เสาทอง	ฝ่ายการตลาด
3. นางสาวพัชตรา	บุตรลักษณ์	ฝ่ายการบัญชี
4. นางสาวศิริพร	พะนิรัมย์	ฝ่ายการเงิน
5. นายกิตติกร	สุธีรพันธ์	ฝ่ายจัดซื้อ
6. นายหัตถยุทธ	จีนใจ	ฝ่ายผลิต

การดำเนินงานครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนจากร้านเทคนิคยนต์ อนุญาตให้ใช้สถานที่เป็นโรงงานจัดทำประติมากรรมมวลเบาจำหน่ายให้แก่ นักเรียน นักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

และบุคคลทั่วไป โดยประติมากรรมมวลเบานี้เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นของตกแต่งภายในบ้านหรือเป็นของชำร่วยในงานต่าง ๆ

2. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางธุรกิจ

2.1 จุดแข็ง

2.1.1 ประติมากรรมมวลเบามีลักษณะเฉพาะตัว น้ำหนักเบา

2.1.2 มีความสวยงาม

2.1.3 ราคาถูก

2.2 จุดอ่อน

2.2.1 การส่งเสริมการขายยังไม่มีดีเท่าที่ควร

2.2.2 ผลิตได้ปริมาณน้อย ขาดตลาด

2.2.3 รูปแบบผลิตภัณฑ์ยังไม่หลากหลาย

2.2.4 การประสานงานระหว่างคณะทำงานอาจจะยังไม่มีดีเท่าที่ควร เนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์

2.3 โอกาส

2.3.1 ยังไม่มีคู่แข่ง

2.3.2 ได้ประติมากรรมที่มีน้ำหนักเบาและมีรูปแบบที่หลากหลาย

2.4 ข้อจำกัด

2.4.1 สินค้ายังไม่ติดตลาด ผู้บริโภคอาจจะยังไม่รู้จัก

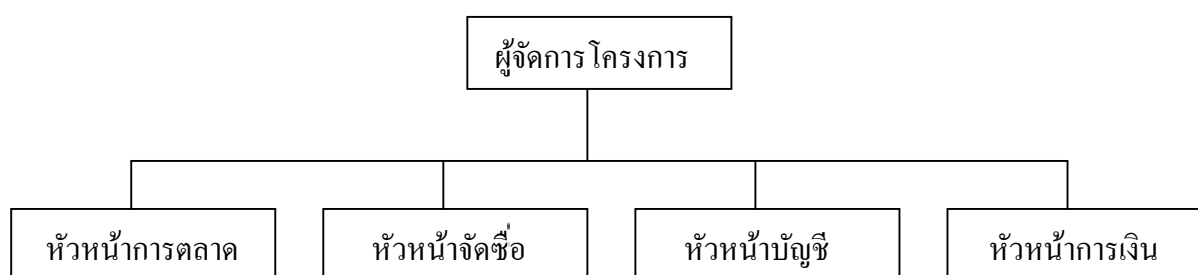
3. การจัดการ

3.1 การวางแผน

วัน เดือน ปี	กิจกรรม / การดำเนินงาน	ผู้รับผิดชอบ
มิถุนายน 2550	กำหนดเป้าหมาย / วัตถุประสงค์การดำเนินงาน - ผลิต / จำหน่ายประติมากรรมมวลเบาให้ได้ไม่ต่ำกว่า 250 ชิ้น ในเวลา 20 วัน - เพื่อฝึกประสบการณ์วิชาชีพธุรกิจ	นางสาวพัชรี เครือวัลย์ และ สมาชิกทุกคน
กรกฎาคม 2550	ผลิต / จำหน่ายประติมากรรมมวลเบาในวันทำการ สัปดาห์ละ 5 วัน ภายในวิทยาลัย และส่งจำหน่ายที่ร้าน SUMANA Home&Garden สัปดาห์ละครั้ง	นางสาวพัชรี เครือวัลย์ นางสาวณัฐพร เสาทอง นายหัตถยุทธ ชื่นใจ นายกิตติกร สุธีรพันธ์
กรกฎาคม 2550	จัดทำงบการเงิน	นางสาวพัชรา บุตรลักษณ์
กรกฎาคม 2550	รายงานสรุปผลการดำเนินงาน	นางสาวพัชรี เครือวัลย์ และสมาชิกทุกคน

3.2 การจัดองค์การและบุคลากร

แบ่งโครงสร้างการบริหารโครงการ เป็น 4 สายงาน ดังนี้



ผู้จัดการโครงการ มีหน้าที่ กำกับดูแลให้การดำเนินการโครงการและประสานงานกับฝ่ายต่างๆ

หัวหน้าการตลาด มีหน้าที่ กระจายสินค้าไปสู่ผู้บริโภคตามช่องทางต่างๆ

หัวหน้าจัดซื้อ มีหน้าที่ จัดซื้อวัตถุดิบและทำการผลิต

หัวหน้าบัญชี มีหน้าที่ จัดทำบัญชีเกี่ยวกับเอกสารและงบการเงินต่างๆ

หัวหน้าการเงิน มีหน้าที่ เก็บรักษาเงินสด รับเงินค่าสินค้า และจ่ายเงินค่าวัตถุดิบ

3.3 การอำนวยการ

การอำนวยการจะยึดหลักการประสานงานแบบไม่เป็นทางการ เพราะเป็นองค์กรขนาดเล็กจึงอาศัยการติดต่อกันด้วยวาจาเป็นหลัก โดยมีผลกำไรและโอกาสที่จะเป็นผู้ประกอบการรายใหม่ เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญ

3.4 การควบคุมมีแนวทางการควบคุม ดังนี้

3.4.1 การจัดซื้อวัตถุดิบการผลิต

3.4.2 การรับ-จ่ายเงิน จะต้องมีการออกใบเสร็จรับเงินและใบสำคัญทุกครั้ง

3.4.3 ใบสำคัญจ่ายทุกฉบับต้องมีลายมืออนุมัติการจ่ายของผู้จัดการโครงการและครูที่ปรึกษา

3.4.4 จะต้องจัดทำงบกำไรขาดทุนทุก ๆ วันสิ้นเดือน และสิ้นสุดโครงการจะต้องจัดทำงบดุลประกอบการรายงานด้วย

4. แผนการตลาด

กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยนักเรียน นักศึกษาภายในวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ และบุคคลทั่วไป

4.1 ลักษณะสินค้า (Product) เป็นประติมากรรมที่มีน้ำหนักเบา มีรูปแบบที่หลากหลาย ใช้ประดับตกแต่งภายในบ้านและเป็นของจำหน่ายในงานต่าง ๆ ได้

4.2 ราคา (Price) จีนใหญ่จำหน่ายชิ้นละ 350 บาท จีนเล็กจำหน่ายชิ้นละ 15 บาท

4.3 ช่องทางการจำหน่าย (Place) นักเรียน นักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์ และบุคคลทั่วไป

4.4 การส่งเสริมการขาย (Promotion) ดำเนินการ ดังนี้

4.4.1 ประชาสัมพันธ์กิจกรรมหน้าเสาธง จัดนิทรรศการร่วมกับกิจกรรมต่าง ๆ ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุรินทร์

4.4.2 มีส่วนลดการค้าให้กับลูกค้า 20% เมื่อซื้อตั้งแต่ 10 ชิ้นขึ้นไป และ 10% เมื่อซื้อตั้งแต่ 5 ชิ้นขึ้นไป

5. แผนการเงิน

การผลิตและจำหน่ายประติมากรรมมวลเบา จะจัดหาเงินทุนใน 2 ลักษณะ

5.1 งบประมาณการลงทุน

5.1.1 สมาชิกลงทุนร่วมกันคนละ 300 บาท จำนวน 6 คน เป็นเงิน	1,800 บาท
5.1.2 กู้ยืมจากคุณครูที่ปรึกษาโครงการ	2,500 บาท
รวม	4,300 บาท

5.2 งบประมาณรายจ่าย

5.2.1 ปูนปลาสเตอร์	660 บาท
5.2.2 ปูนซีเมนต์	195 บาท
5.2.3 กาวลาเท็กซ์	115 บาท
5.2.4 วัสดุธรรมชาติ	30 บาท
5.2.5 โฟม	75 บาท
5.2.6 แม่แบบ	80 บาท

5.3 งบประมาณการงบการเงิน

5.3.1 ประติมากรรมมวลเบาจำหน่ายเดือนละ 20 วัน
5.3.2 ราคาประติมากรรมมวลเบาชิ้นใหญ่ชิ้นละ 350 บาท ชิ้นเล็กชิ้นละ 15 บาท
5.3.3 ขายประติมากรรมมวลเบาได้วันละ 20 ชิ้น
5.3.4 ใช้อัตราดอกเบี้ยวันละ 320 บาท
5.3.5 บรรจุภัณฑ์เฉลี่ยวันละ 30 บาท

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเนื้อ (ความเนียนเรียบ)
และการติดสีของประติมากรรมมวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน

ภาคผนวก ข บทสัมภาษณ์ เรื่อง ประติมากรรม
ร้าน SUMANA Home&Garden

ภาคผนวก จ ภาพประกอบ



วัสดุอุปกรณ์



การคนส่วนผสม



เทส่วนผสมลงในแม่แบบ



ผลิตภัณฑ์ที่ลอกออกจากแบบ



1 ผงจี๋เลื่อย



2 เชื้อกระดาศ



3 ผงจี๋เถ้า

ผลิตภัณฑ์มวลเบาจากวัสดุต่างชนิดกัน 3 สูตร



สูตร 1
(ผงจีเลื้อย)



สูตร 2
(เขือกระดาก)



สูตร 3
(ผงจีเฒ่า)



ภาพประติมากรรมมวลเบาไม้ลงสี

ภาพประติมากรรมมวลเบาลงสี

ผลิตภัณฑ์ที่ลอกจากแบบ 3 สูตร



ประติมากรรมมวลเบาใส่โฟมไม่ลงสี



ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในการลงสี



ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำในการลงสี



ฝึกการลงสีตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ



ประติมากรรมมวลเบาใส่โฟมลงสี



ภาพประติมากรรมที่เสร็จสมบูรณ์



วัสดุอุปกรณ์