



เครื่องประดับจากการหล่อดอกไม้สด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุ
ธรรมชาติเพื่อผู้ประกอบการขนาดย่อม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการออกแบบเครื่องประดับ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาออกแบบเครื่องประดับ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

เครื่องประดับจากการหล่อดอกไม้สด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับ
จากวัสดุธรรมชาติเพื่อผู้ประกอบการขนาดย่อม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการออกแบบเครื่องประดับ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาออกแบบเครื่องประดับ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

JEWELRY FROM FRESH FLOWERS CASTING: EXPANDING KNOWLEDGE ON
CASTING THROUGH THE USE OF NATURAL RESOURCES FOR MICRO
ENTREPRENEURS



By
MR. Korrakoch SAMRIT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Fine Arts JEWELRY DESIGN
Department of Jewelry Design
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2019
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	เครื่องประดับจากการหล่อดอกไม้สด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติเพื่อผู้ประกอบการขนาดย่อม
โดย	กรรช สัมฤทธิ์
สาขาวิชา	การออกแบบเครื่องประดับ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญา มหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. สุภาวี ศิรินคราภรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย
.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมภรณ์ ประพิศพงศ์วานิช)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวี ศิรินคราภรณ์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร.โชคอนันต์ บุษราคัมภากร)

58157309 : การออกแบบเครื่องประดับ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโท

คำสำคัญ : เครื่องประดับ, การหล่อ, วัสดุธรรมชาติ

นาย กรกช สัมฤทธิ์: เครื่องประดับจากการหล่อดอกไม้สด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติเพื่อผู้ประกอบการขนาดย่อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. สุภาวี ศิรินคราภรณ์

การหล่อเครื่องประดับโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติแทนเทียนขี้ผึ้ง (wax) เป็นการสร้างนวัตกรรมเชิงกระบวนการของอุตสาหกรรมเครื่องประดับ โดยนำความงามจากธรรมชาติที่มนุษย์ไม่สามารถลอกเลียนแบบได้ก่อให้เกิดรูปลักษณ์ใหม่ วัสดุทางธรรมชาติแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เนื่องจากความหนาบางการเสื่อมสภาพและความซับซ้อนของพื้นผิววัตถุ ทำให้เทคนิคที่ใช้ในการหล่อแตกต่างกัน การประยุกต์วัสดุทางธรรมชาติสามารถสร้างประโยชน์ต่อผู้ประกอบการขนาดย่อม (micro enterprise) นำองค์ความรู้ไปต่อยอดทางธุรกิจ สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าและพัฒนาฝีมือแรงงานให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล พัฒนารูปแบบของสินค้าและสร้างเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมโดยมีฐานความคิดหลัก คือ เปลี่ยนจากการผลิตสินค้าแบบ “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้า “นวัตกรรมเชิงกระบวนการ”

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1 : ศึกษาและวิเคราะห์การหล่อเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ เพื่อสร้างนวัตกรรมเชิงกระบวนการในการหล่อเครื่องประดับ 2 : ศึกษาอัตลักษณ์และรูปแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ เพื่อค้นหาแนวคิดในการถ่ายทอดความรู้สึกผ่านเครื่องประดับจากการหล่อวัสดุจากธรรมชาติ

ผลการวิจัยพบว่า

1. ด้านเทคนิค : ดอกไม้ต่างๆจากธรรมชาติ สามารถทำการหล่อเป็นเครื่องประดับได้และแบ่งโครงสร้างเป็น 3 ระดับ คือ ดอกไม้ที่มีโครงสร้างแข็งแรง , ดอกไม้ที่มีโครงสร้างไม่แข็งแรง , ดอกไม้ที่มีโครงสร้างซับซ้อน วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ รูปร่าง รูปทรง ความหนา ความแข็งแรงของวัสดุมีผลต่อคุณภาพของโพรงแบบปูน (เบ้าหล่อ) และส่งผลกระทบต่อชิ้นงานโลหะโดยตรง

2. ด้านการสื่อสาร : วิเคราะห์และสร้างเครื่องประดับแนวคิดเรื่อง ทุกข์ คือ เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็ไม้อาจที่จะทนตั้งอยู่ในสภาพนั้นๆได้ตลอดไป สะท้อนในความคิดเพื่อให้ผู้คนตระหนักถึงความงามในอดีตเพราะในชีวิตของการเจริญเติบโตของมนุษย์นั้น ไม่ต่างกับการเจริญเติบโตของดอกไม้

3. ด้านการส่งเสริม : พัฒนาเพิ่มมูลค่าในงานเครื่องประดับ สามารถสร้างประโยชน์สร้างรายได้ให้กับกลุ่มผู้ประกอบการขนาดย่อม (micro enterprise) ผลิตภัณฑ์ที่สร้างสรรค์ขึ้นเกิดจากการนำวัสดุธรรมชาติที่เป็นทรัพยากรสิ่งแวดล้อมรอบตัวเหล่านี้ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

58157309 : Major JEWELRY DESIGN

Keyword : Jewelry, Casting, Building

MR. KORRAKOCH SAMRIT : JEWELRY FROM FRESH FLOWERS CASTING:
EXPANDING KNOWLEDGE ON CASTING THROUGH THE USE OF NATURAL RESOURCES
FOR MICRO ENTREPRENEURS THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR SUPAVEE
SIRINKRAPORN

Casting flowers by using wax lost technic is a new innovation in jewelry industries. To bring Beauties and uniques that human cant make and get the most of it. All kind of flower are different by delicate of shapes or layers, thickness and deterioration that causing to use different casting techniques. This innovation brings benefits to SME who can use to develop their product and labor skill. Casting result will bring natural beauties to jewelry pieces and change commodity product to be Innovative products.

Research tools is 1. Study and analysis of jewelry casting from natural materials. To create innovations in casting jewelry 2. Study art And forms of jewelry made from natural materials. to find ideas for expressing feelings through jewelry

Research results

1. technical side. Various flowers can be used in the casting process. We dividing the flowers into 3 groups, Flowers that are rigid and not rigid in structure, And flower with complex structure. Physical analysis such as shape, thickness, material hardness all affect to mold and directly affect in the jewelry pieces.

2. feelling side. Analyze and make jewelry according to the concept “Duhkha” mean when it happened It not like that forever. Make an idea about past beauty because when human growth that not different from the growth of flowers.

3. promotion side. Increase the value of jewelry and make benefit to SME businese. Because it is made from things around and to make the most of it.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตา,กรุณาจากท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวี ศิรินคราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมภรณ์ ประพิศพงศวานิช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.โชคอนันต์ บุชราคัมภากร ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูง

ผมขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการออกแบบเครื่องประดับ คณะมัณฑนศิลป์ทุกท่านที่ให้ความรู้ต่อผู้วิจัย ขอขอบคุณเพื่อนๆ บ.โทรุ่นที่ 5 ที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขกันมาจนมีวันนี้ได้ ขอขอบคุณพี่จิว ที่คอยชี้แนะภาษาอังกฤษ พี่วีที่เป็นแนวทางให้น้องให้การค้นคว้าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณอาจารย์โกศล สุวรรณภูฏ ที่รักผมเหมือนลูกและบอกให้ผมทำ Thesis แทบทุกวันผ่าน Facebook

ขอบคุณแม่และภรรยา รวมไปถึงสมาชิกในครอบครัวทุกคนในส่วนตัวกำลังใจที่มอบให้ ด้านเทคนิคการผลิตคือทีมงานร้านสัมฤทธิ์แหวนรุ่น ช่างวุธ ทีมงานโรงหล่อ Vr. บางพลัด เขียวประสงค์ (เจ้าของโรงงานหล่อ) และพี่อู๋ที่ช่วยให้การทดลองและเล่มวิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้

ขอบคุณที่ดึงผมมาจากความสิ้นหวัง บุญคุณครั้งที่ยิ่งใหญ่จากท่านแม่ รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวี ศิรินคราภรณ์ ผมจะจดจำตลอดไป

กรกช สัมฤทธิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา.....	2
1.5 วิธีการศึกษาและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการหล่อโลหะ และเครื่องประดับ.....	4
2.2 ปัญหาการหล่อเครื่องประดับอุตสาหกรรมในปัจจุบัน.....	20
2.3. แนวทางนวัตกรรมเชิงกระบวนการ.....	27
2.4 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	38
3.1 หลักการและทฤษฎีการหล่อวัสดุธรรมชาติที่ใช้ในงานวิจัย.....	38
3.2 ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย.....	43

3.3 การคัดเลือกวัสดุ.....	43
3.4 การติดทางเดินน้ำโลหะ.....	60
3.5 การทำแม่พิมพ์ปูนหล่อ.....	64
3.6 การอบเข้าปูนหล่อ.....	67
3.7 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติและชิ้นงานหล่อ.....	75
3.8 สรุปผลการทดลอง.....	91
บทที่ 4 การนำเสนอข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
4.1 แนวทางการออกแบบเครื่องประดับ.....	97
4.2 วิเคราะห์การออกแบบ.....	99
4.3 สรุปกระบวนการออกแบบ.....	100
4.5 กระบวนการผลิตเครื่องประดับ.....	108
4.6 การวิเคราะห์เครื่องประดับ.....	118
4.7 สรุปผลการวิเคราะห์.....	130
บทที่ 5 สรุปผลการสร้างสรรค์เครื่องประดับ.....	131
5.1 ธุรกิจขนาดย่อม (micro enterprise).....	131
5.2 การสร้างสรรค์เครื่องประดับกับกลุ่มธุรกิจขนาดย่อม.....	136
5.3 จากการทดลองในหัวข้อ เครื่องประดับจากการหล่อวัสดุสด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อ ต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ.....	139
5.4 สรุป.....	151
ข้อเสนอแนะ.....	152
รายการอ้างอิง.....	153
ประวัติผู้เขียน.....	155

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา.....	2
ตารางที่ 2 ความถ่วงจำเพาะของโลหะที่ใช้ในการหล่อเครื่องประดับ	19
ตารางที่ 3 ระดับอุณหภูมิจุดหลอมเหลว (Melting point) และ ระดับอุณหภูมิจุดไหลของโลหะ (Flowing point).....	20
ตารางที่ 4 ตัวอย่างกรณีศึกษาด้านปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขในส่วนกระบวนการผลิตที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้.....	22
ตารางที่ 5 กรณีศึกษาด้านปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขในส่วนกระบวนการผลิต	24
ตารางที่ 6 กรณีศึกษาด้านปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขในส่วนกระบวนการผลิต	25
ตารางที่ 7 เกณฑ์การคัดเลือกดอกไม้ต่างๆ.....	45
ตารางที่ 8 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกไม้กล้วยไม้หวายเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ	46
ตารางที่ 9 เกณฑ์การคัดเลือกดอกอัญชันเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ.....	47
ตารางที่ 10 เกณฑ์การคัดเลือกดอกเข็มเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ.....	48
ตารางที่ 11 เกณฑ์การคัดเลือกดอกก้ามปูเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ.....	49
ตารางที่ 12 เกณฑ์การคัดเลือกดอกลีลาวดีเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ.....	50
ตารางที่ 13 เกณฑ์การคัดเลือกดอกไม้กล้วยไม้เหลืองเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ.....	51
ตารางที่ 14 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกดาวเรืองเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ	52
ตารางที่ 15 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกกุหลาบเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ	53
ตารางที่ 16 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกทานตะวันเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ.....	54
ตารางที่ 17 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกเบญจมาศเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ	55
ตารางที่ 18 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกคัตเตอร์เพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ	56
ตารางที่ 19 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกจำปีเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ	57

ตารางที่ 20	แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกปีบเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ.....	58
ตารางที่ 21	แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกเดซี่เพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ	59
ตารางที่ 22	สรุปการคัดเลือกดอกไม้	60
ตารางที่ 23	ขั้นตอนปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติ.....	69
ตารางที่ 24	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกกล้วยไม้หวาย.....	75
ตารางที่ 25	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกอัญชัน	76
ตารางที่ 26	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกเข็ม	77
ตารางที่ 27	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกก้ามปู	78
ตารางที่ 28	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกลีลาวดี	79
ตารางที่ 29	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกกล้วยไม้เหลือง	80
ตารางที่ 30	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกดาวเรือง.....	81
ตารางที่ 31	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกกุหลาบ.....	82
ตารางที่ 32	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกทานตะวัน	83
ตารางที่ 33	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกเบญจมาศ	84
ตารางที่ 34	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกคัตเตอร์.....	85
ตารางที่ 35	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกจำปี.....	86
ตารางที่ 36	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกปีบ	87
ตารางที่ 37	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ใบโพธิ์แห้ง.....	88
ตารางที่ 38	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ใบโพธิ์สด.....	89
ตารางที่ 39	การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ใบโพธิ์ที่เสริมความหนา.....	90
ตารางที่ 40	การสรุปผลของงานหล่อวัสดุธรรมชาติทั้งหมด	91
ตารางที่ 41	ตัวอย่างลำดับช่วงเวลาการเหี่ยวเฉาของวัสดุธรรมชาติ.....	102
ตารางที่ 42	ขั้นตอนเปรียบเทียบการหล่อเครื่องประดับแบบเก่าและแบบใหม่	105
ตารางที่ 43	ข้อดี ข้อเสียของการหล่อแบบเก่าและแบบใหม่.....	107

ตารางที่ 44 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกกล้วยไม้หวาย	120
ตารางที่ 45 การวิเคราะห์เครื่องประดับดอกเข็ม	121
ตารางที่ 46 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกลีลาวดี.....	122
ตารางที่ 47 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกกล้วยไม้เหลือง.....	123
ตารางที่ 48 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกเบญจมาศ	124
ตารางที่ 49 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกคัตเตอร์	125
ตารางที่ 50 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกจำปี	126
ตารางที่ 51 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกเดซี่	127
ตารางที่ 52 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกปีบ.....	128
ตารางที่ 53 การวิเคราะห์เครื่องประดับใบโพธิ์.....	129



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงองค์ประกอบหลักในการหล่อโอง่งสำริดในยุคสมัย 1,400-1,300 ก่อนคริสตกาล ขนาด ความสูง 54 ซม. ความกว้าง 40.7 ซม. น้ำหนัก 9.6 กก.	5
ภาพที่ 2 ใบหอกสำริด รูปสามเหลี่ยม เป็นเครื่องสำริดที่เก่าแก่ที่สุดของบ้านเชียง.....	6
ภาพที่ 3 กำไลและกำไลแขนสำริด ลูกกระพรวนสำริดสำหรับใส่ที่เท้า เบ้าดินเผาสำหรับใช้งานหล่อ หัวขวานสำริดพร้อมเบ้า	7
ภาพที่ 4 การขึ้นแม่พิมพ์โลหะด้วยมือ และการขึ้นแม่พิมพ์แว็กซ์ด้วยมือ	9
ภาพที่ 5 การเขียนต้นแบบด้วยโปรแกรม 3 มิติ และการผลิตต้นแบบเรซิน แวกซ์ เครื่อง RP & CNC	9
ภาพที่ 6 การอัดพิมพ์ยาง และการผ่าพิมพ์ยาง.....	10
ภาพที่ 7 เครื่องฉีดเทียน การฉีดเทียน และแบบเทียน.....	11
ภาพที่ 8 การติดต้นเทียน และต้นเทียนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	11
ภาพที่ 9 เครื่องดูดสุญญากาศ การเทปูน เบ้าปูนหล่อ สภาพต้นเทียนภายในเบ้าปูน	12
ภาพที่ 10 การไล่เทียนอบแห้ง เตาอบปูนด้วยก๊าซ การไล่เทียนด้วยไอน้ำ.....	12
ภาพที่ 11 เครื่องหล่อเหรียญ ระบบการทำงานของเครื่องหล่อเหรียญ และการหลอมเนื้อโลหะ	13
ภาพที่ 12 เครื่องหล่อระบบสุญญากาศ ภาพแสดงการทำงานระบบสุญญากาศ	14
ภาพที่ 13 ต้นซ้อ ตัวเรือนโลหะ และชิ้นงานสำเร็จ	15
ภาพที่ 14 ทองก้อน และทองแท่ง	15
ภาพที่ 15 เม็ดเงิน และเงินแท่ง.....	16
ภาพที่ 16 เม็ดทองแดง และแท่งทองแดง.....	17
ภาพที่ 17 เม็ดทองเหลือง และผลิตภัณฑ์ทองเหลือง	17
ภาพที่ 18 ขั้นตอนกระบวนการหล่อแบบเก่า-ใหม่.....	31
ภาพที่ 19 การทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคนหน้าเดียว Pouring Block Mold.....	33

ภาพที่ 20 Stages of the Lost Wax Process for molding glass.....	34
ภาพที่ 21 การหล่อแบบโฟมหาย.....	34
ภาพที่ 22 ต้นแบบธรรมชาติ ชิ้นงานโลหะ และต้นเทียนธรรมชาติ.....	35
ภาพที่ 23 Casting Organics in 13 Simple Steps.....	37
ภาพที่ 24 ตัวอย่างผลงานของ Raku Inoue.....	39
ภาพที่ 25 ตัวอย่างผลงานของ Susanna Bauer.....	39
ภาพที่ 26 ภาพแสดงตัวอย่างผลงานของ Don Tompkins	40
ภาพที่ 27 ตัวอย่างผลงานของ Richard Mawdsley.....	40
ภาพที่ 28 ตัวอย่างผลงานของ J. Fred Woell.....	41
ภาพที่ 29 ตัวอย่างผลงานของ J. Fred Woell.....	41
ภาพที่ 30 ภาพแผนภูมิแสดงการคัดเลือกวัสดุธรรมชาติ.....	43
ภาพที่ 31 การเข้าวัสดุธรรมชาติในปูนหล่อ.....	44
ภาพที่ 32 ทิศทาง ตำแหน่ง และจำนวนในการติดทางเดินน้ำโลหะ.....	61
ภาพที่ 33 ติดชิ้นงานวัสดุธรรมชาติเข้ากับต้นเทียน.....	62
ภาพที่ 34 ตำแหน่งการจัดวางต้นเทียนในเบ้าหล่อปูน.....	63
ภาพที่ 35 การเทปูนหล่อ.....	64
ภาพที่ 36 ปูนที่ใช้หล่อเครื่องประดับ.....	65
ภาพที่ 37 แผนภูมิแสดงการอบปูนหล่อ.....	67
ภาพที่ 38 ดอกไม้ และใบไม้จากวัสดุธรรมชาติ.....	68
ภาพที่ 39 การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
ภาพที่ 40 ผลงานของศิลปินและภาพศิลปิน Mr. Ron Ho.....	97
ภาพที่ 41 ผลงานของศิลปินและภาพศิลปิน Richard Shilling.....	98
ภาพที่ 42 ผลงานของศิลปินและภาพศิลปิน Zadok Ben-David.....	98
ภาพที่ 43 ตัวอย่างผลงานของ สุชา ศิลปชัยศรี.....	99

ภาพที่ 44 ใบไม้ที่ร่วงหล่นจากต้น.....	99
ภาพที่ 45 เปรียบเทียบดอกไม้ที่สวยงามและดอกไม้ที่เหี่ยวเฉา	100
ภาพที่ 46 การเสื่อมสลายไปตามธรรมชาติ.....	101
ภาพที่ 47 แผนภูมิแสดงการคัดเลือกวัสดุธรรมชาติ	104
ภาพที่ 48 ต้นเทียนวัสดุธรรมชาติ.....	107
ภาพที่ 49 แผนภูมิแสดงวัสดุธรรมชาติที่หล่อเป็นเครื่องประดับ.....	108
ภาพที่ 50 แผนภูมิแสดงวัสดุธรรมชาติที่หล่อเป็นเครื่องประดับ.....	109
ภาพที่ 51 แผนภูมิแสดงวัสดุธรรมชาติที่หล่อเป็นเครื่องประดับ.....	110
ภาพที่ 52 การตัดทางเดินน้ำโลหะและตกแต่ง.....	111
ภาพที่ 53 ขั้นตอนการติดเข็มกลัด.....	112
ภาพที่ 54 ภาพแสดงการทำความสะดวกขึ้นงาน.....	113
ภาพที่ 55 นำใบโพธิ์แห้งมาหล่อเป็นเครื่องประดับ	114
ภาพที่ 56 นำใบโพธิ์สดมาหล่อเป็นเครื่องประดับ	115
ภาพที่ 57 นำใบโพธิ์สดพ่นด้วยสีสเปรย์มาหล่อเป็นเครื่องประดับ	116
ภาพที่ 58 ขั้นตอนการติดเข็มกลัด.....	117
ภาพที่ 59 ความงามทางสุนทรียภาพ ผลงานของ Vincent van Gogh.....	118
ภาพที่ 60 ดอกไม้ และใบไม้จากวัสดุธรรมชาติ.....	119
ภาพที่ 61 การขาดทุน.....	132
ภาพที่ 62 รูปสินค้าเครื่องประดับมีความจำเจ.....	134
ภาพที่ 63 แผนภูมิพีระมิดเรื่อง the elements of value model	134
ภาพที่ 64 การเชื่อมโยงธุรกิจต่างๆ.....	136
ภาพที่ 65 การศึกษาในวัสดุธรรมชาติ.....	137
ภาพที่ 66 ภาพรวมเครื่องประดับ.....	138
ภาพที่ 67 ผลชิ้นบันไดที่ได้จากการทดลอง.....	140

ภาพที่ 68 เครื่องประดับดอกกล้วยไม้หวาย.....	141
ภาพที่ 69 เครื่องประดับดอกคัตเตอร์.....	142
ภาพที่ 70 เครื่องประดับดอกเบญจมาศ	143
ภาพที่ 71 เครื่องประดับดอกลีลาวดี	144
ภาพที่ 72 เครื่องประดับดอกกล้วยไม้หวาย.....	145
ภาพที่ 73 เครื่องประดับดอกจำปี.....	146
ภาพที่ 74 เครื่องประดับดอกปีบ	147
ภาพที่ 75 เครื่องประดับดอกกล้วยเหลือง	148
ภาพที่ 76 เครื่องประดับดอกเดซี่	149



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องประดับในประเทศไทย ได้นำเทคโนโลยีต่างๆ มาเป็นเครื่องทุ่นแรง ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีที่เพิ่มความรวดเร็วหรือการสร้างสรรค์แบบที่เสมือนจริงในการผลิตเครื่องประดับ มีความเชื่อมโยงกันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องด้วยผู้คนในปัจจุบันต้องการสินค้าแบบจำนวนมาก ทำให้ผู้ผลิตเครื่องประดับจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาปรับใช้เพื่อให้เกิดความรวดเร็วและสมจริงในการสร้างเครื่องประดับ การผลิตเครื่องประดับในปัจจุบันนิยมผลิตโดยการหล่อแบบเผาเทียนขึ้นผึ้งออก (lost-wax casting) วิธีการทำคือ สร้างต้นแบบที่ต้องการ, นำไปอัดยางชนิดแผ่น, ฉีดเทียนขึ้นผึ้งเข้าไปในบล็อกยางยาง, นำเทียนขึ้นผึ้งที่ฉีดได้ไปติดกับเสาเทียนที่ปักอยู่กับฐานยาง, นำกระบอกลูกกลมมาสวมต้นเทียน, ผสมปูนปลาสเตอร์แล้วนำไปเทลงในกระบอกลูกกลม, รอปูนจับตัวแล้วนำไปอบไล่เทียนออก ให้เป็นโพรงแบบ, อบเข้าปูนด้วยเตาอบ (preheat), หลอมโลหะที่ต้องการจะให้เป็นวาสตุดขึ้นงาน, นำเข้าปูนที่ผ่านการอบด้วยเตาอบ (preheat) เข้าเครื่องหล่อ, ดูดน้ำโลหะให้เข้าไปยังโพรงเข้าปูนปลาสเตอร์ด้วยเครื่องหล่อ, รอโลหะเย็นตัวนำไปล้างปูนออกพร้อมกับแช่น้ำกรดทำความสะอาดของผลิตขึ้นงาน แม้ว่าวิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่นิยม แต่กลับพบปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งต้องใช้เวลาในการผลิตและพบปัญหาที่เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ การสร้างแม่พิมพ์สำหรับการหล่อที่ใช้ต้นทุนสูง, รูปแบบของสินค้ามีความจำเจ, ขาดเทคนิคใหม่ๆ เข้ามาเป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาสินค้า กระทั่งการออกแบบโดยการขึ้นด้วยมือหรือเครื่องจักร ทำให้ขึ้นงานไม่เหมือนรูปทรงตามธรรมชาติอย่างที่ต้องการ ประกอบกับปัญหาที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ผู้คนปฏิเสธสินค้าในลักษณะทุนนิยมและยอมรับสินค้าในรูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์มากขึ้น จึงเป็นเหตุที่ต้องการพัฒนารูปแบบเครื่องประดับให้กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องประดับในขนาดกลางให้มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน

ผู้ทำการวิจัยจึงสร้างองค์ความรู้ของการหล่อเครื่องประดับโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติแทนเทียนขึ้นผึ้ง (wax) เพื่อพัฒนารูปแบบของสินค้าและนำความงามจากธรรมชาติสร้างให้เกิดความงามใหม่ของเครื่องประดับ สร้างเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมโดยมีฐานความคิดหลัก คือ เปลี่ยนจากการผลิตสินค้าแบบ “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้า “นวัตกรรมเชิงกระบวนการ” การหล่อเครื่องประดับโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติแทนเทียนขึ้นผึ้ง เป็นการสร้างนวัตกรรมเชิงกระบวนการของอุตสาหกรรมเครื่องประดับ นำความงามจากธรรมชาติที่มนุษย์ไม่สามารถลอกเลียนแบบได้ ก่อให้เกิดรูปลักษณะใหม่ สิ่งแปลกใหม่และเป็นการนำเอาสิ่งรอบตัวก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด วัสดุทางธรรมชาติแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เนื่องจากความหนาบางไม่เท่ากัน การเสื่อมสภาพของวัตถุและความซับซ้อนของ

พื้นผิววัตถุ ทำให้เทคนิคที่ใช้ในการหล่อแตกต่างกัน การหล่อวิธีดังกล่าวช่วยลดปัญหาการใช้เทคโนโลยีในการทำแม่พิมพ์ที่มีต้นทุนสูง ช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนในการผลิต

การประยุกต์งานหล่อเครื่องประดับและวัสดุทางธรรมชาติทำให้ผู้ประกอบการขนาดย่อม (micro enterprise) สามารถนำองค์ความรู้ไปต่อยอดทางธุรกิจ สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าและพัฒนาฝีมือแรงงานให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เพิ่มขีดความสามารถในด้านการผลิตสินค้าให้มีรูปแบบที่หลากหลายตามความต้องการของผู้คน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 สร้างองค์ความรู้ด้านเทคนิคการหล่อต้นแบบจากวัสดุธรรมชาติ โดยการนำความงามจากธรรมชาติสร้างสรรค์เป็นความงามใหม่ในรูปแบบเครื่องประดับอย่างมีเอกลักษณ์

1.2.2 สามารถลดต้นทุนในการผลิต และพัฒนารูปแบบสินค้าไปยังกลุ่มธุรกิจขนาดย่อม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาข้อมูลด้านการหล่อเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ

1.3.2 ศึกษาและทดลองการลดต้นทุนในการผลิตเครื่องประดับ

1.3.3 ศึกษาปัญหาของกลุ่มธุรกิจขนาดย่อม

1.4 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

ตารางที่ 1 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
1. ปัญหาด้านเทคนิค คือ การขาดเทคนิคใหม่ที่เป็นองค์ความรู้ในการพัฒนารูปแบบสินค้า	การพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ นำเอาวัสดุทางธรรมชาติมาหล่อเป็นเครื่องประดับ
2. ปัญหาอัตลักษณ์ คือ เครื่องประดับมีความจำเจเกิดการคัดลอกรูปแบบซ้ำไปซ้ำมา เช่น คัดลอกรูปแบบให้คล้ายใบไม้ ดอกไม้	ความงามจากธรรมชาติเป็นสิ่งที่มนุษย์ไม่สามารถลอกเลียนแบบได้ ก่อให้เกิดรูปลักษณ์แปลกใหม่เป็นการนำเอาสิ่งรอบตัวก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด
3. ปัญหาด้านธุรกิจ คือ ผู้ประกอบการขนาดย่อมเริ่มขาดทุนเพราะการผลิตเครื่องประดับมีต้นทุนสูง รูปแบบมีความจำเจทำให้จำหน่ายสินค้ายาก	นำองค์ความรู้ไปต่อยอดทางธุรกิจให้กับกลุ่มผู้ประกอบการขนาดย่อมสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า

1.5 วิธีการศึกษาและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1.5.1 ศึกษาแนวคิด วิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหาจากทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

- 1.5.1.1 ทฤษฎีเรื่องการหล่อเครื่องประดับ
- 1.5.1.2 ทฤษฎีจากการหล่อวัสดุธรรมชาติ
- 1.5.1.3 วัสดุจากธรรมชาติที่ใช้ในการทดลอง
- 1.5.1.4 แนวคิดการพัฒนาการหล่อ
- 1.5.1.5 ทักษะการออกแบบ
- 1.5.1.6 องค์ความรู้ ทักษะจำเป็น และความงามในศตวรรษที่21
- 1.5.2 ทดลองการหล่อวัสดุจากธรรมชาติ
- 1.5.3 สร้างเครื่องประดับ
- 1.5.4 สรุปผลการวิจัย
- 1.5.5 จัดทำโครงการวิจัยเป็นรูปเล่มและนำเสนอโครงการ

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถหล่อเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติด้วยการหล่อแบบเหวี่ยง เพิ่มมูลค่าและคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภคได้มากขึ้น ลดระยะเวลาและลดขั้นตอนในการผลิตเครื่องประดับ นำผลวิจัยไปสู่การพัฒนาในธุรกิจอุตสาหกรรมเครื่องประดับขนาดย่อม

บทที่ 2

เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการสร้างองค์ความรู้ด้านการหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ เป็นกระบวนการทดลองเพื่อศึกษาถึงการปรับเปลี่ยนต้นแบบหล่อจากเทียนขี้ผึ้ง ที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของมนุษย์มาเป็นต้นแบบหล่อจากวัสดุธรรมชาติเช่นใบไม้และดอกไม้ที่มีรูปทรงและลวดลายสวยงามตามแบบธรรมชาติ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบเครื่องประดับเชิงนวัตกรรม ที่ลดขั้นตอน ลดต้นทุนในการผลิตต้นแบบหล่อ เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าสำหรับผู้ประกอบการขนาดย่อม ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์บนพื้นฐานหลักวิชาทางศิลปะและวิทยาศาสตร์ อันเป็นทักษะที่จำเป็นในสังคมโลกศตวรรษที่ 21 ด้วยความต้องการเพิ่มความรวดเร็วในการผลิตสามารถผลิตได้จำนวนมาก และเป็นการสร้างต้นแบบที่เสมือนจริง เปลี่ยนแปลงได้ตามสมัยนิยม และมีความหลากหลายด้านรูปแบบของเครื่องประดับแฟชั่น กระบวนการหล่อแบบเผาขี้ผึ้งออก จึงเป็นที่นิยมในการผลิตตัวเรือนเครื่องประดับ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการหล่อโลหะ และเครื่องประดับ

2.1.1 คุณลักษณะและความสำคัญของงานหล่อโลหะ

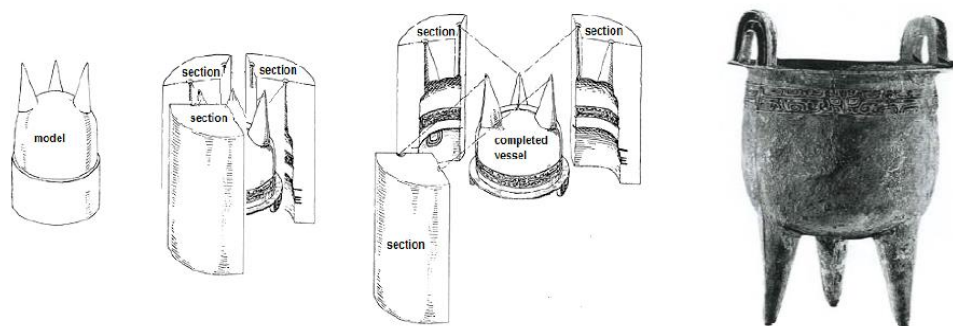
งานหล่อโลหะเป็นกระบวนการหนึ่งที่ยอมรับผลิตตัวเรือนเครื่องประดับที่ได้ชิ้นงานจากการเทน้ำโลหะที่หลอมเหลวเข้าไปในโพรงแบบหล่อหรือแม่พิมพ์ แล้วทิ้งให้เย็นจนแข็งตัว ซึ่งจะได้ชิ้นงานเหมือนโพรงแบบหล่อ โดยไม่ต้องอาศัยแรงกลอย่างการตีขึ้นรูป การรีด หรือวิธีการเชื่อมประกอบแต่อย่างใด ข้อดีของการหล่อโลหะมีดังต่อไปนี้

1. การใช้กระบวนการหล่อในการผลิตสามารถทำปริมาณชิ้นงานได้จำนวนมาก (mass production) ทำให้ต้นทุนในการผลิต และกระจายสินค้าไปสู่ลูกค้าผู้บริโภคได้กว้าง
2. สามารถผลิตชิ้นงานที่มีขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมากยากในการผลิตด้วยมือ หรือรูปแบบงานที่ยุ่งยาก ทั้งด้านนอกที่เป็นพื้นผิวและส่วนด้านในที่ซับซ้อน
3. สามารถกำหนดและเห็นชิ้นงานก่อนการผลิตจริงจากต้นแบบที่สร้างหรือจัดทำตามความต้องการของลูกค้า
4. สามารถผลิตชิ้นงานให้เสร็จในคราวเดียวกันในขณะที่วิธีอื่นอาจต้องสร้างชิ้นส่วนหลายชิ้นแล้วมาเชื่อมประกอบให้เป็นงานเดียวกัน
5. คุณสมบัติของโลหะบางชนิดไม่เหมาะสมหรือไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีอื่นได้ มีเพียงการหล่อเท่านั้นที่สามารถผลิตได้

6. สามารถนำมาหล่อเป็นชิ้นงาน จากการสร้างต้นแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 มิติ (CAD) ที่มีความแม่นยำ รวดเร็ว โดยการปรีน และแกะแวกซ์ด้วยเครื่อง cnc
7. ลดการสูญเสียเศษโลหะมีค่าที่เกิดจากขั้นตอนการตัดแต่งประกอบชิ้นงาน
8. สามารถทดลองผสมโลหะชนิดต่างๆ กลายเป็นองค์ความรู้ที่ต่อยอดได้อย่างไม่สิ้นสุด

2.1.2 ความเป็นมาของการหล่อโลหะ

วิทยาการการหล่อโลหะของมนุษย์นั้นได้ปรากฏเป็นหลักฐานขึ้นเมื่อประมาณ 5,000 ปีก่อนคริสตกาล เป็นหัวขวานหล่อในแบบหินทราย ต่อมาในช่วงเวลาประมาณ 3,000 ปีก่อนคริสตกาล ยุคสมัยของอาณาจักรเมโสโปเตเมียได้มีการหล่อสำริดขึ้นเป็นครั้งแรก และความรู้นี้ได้แพร่สู่เอเชียกลาง อินเดีย และจีน ในเวลาต่อมา ราว 1,500-1,400 ก่อนคริสตกาล บริเวณพื้นที่ของยุโรป ได้มีการผลิต ดาบ หอก ภาชนะ และเครื่องประดับต่างๆ ด้วยเทคนิคการหล่อ วิธีการนี้ได้ถ่ายทอดสู่ญี่ปุ่นและเอเชียอาคเนย์ในที่สุด (ทริส สุตตะบุตร, 2543: 1, อ้างถึงใน ปริศนา บุญศักดิ์, 2556: 7)



ภาพที่ 1 แสดงองค์ประกอบหลักในการหล่อโอง์สำริดในยุคสมัย 1,400-1,300 ก่อนคริสตกาล ขนาด ความสูง 54 ซม. ความกว้าง 40.7 ซม. น้ำหนัก 9.6 กก.

ที่มา: Behzad Bavarian and Lisa Reiner, **Piece Mold Lost Wax & Composite Casting Techniques of the Chinese Bronze Age**, 2006 (Northridge : California State University Northridge, 2006), 9.

โดยหลักฐานทั่วไปยังไม่เป็นที่แน่นอนว่า ได้มีการเริ่มต้นเมื่อใด ที่ไหน ในการใช้กรรมวิธีการหล่อแบบการเผาซีเมนต์หยาบ สำหรับประเทศไทยนั้นได้ปรากฏหลักฐานที่แน่ชัด ราว 4,500 ปี โดยแรกเริ่มเป็นการนำทองแดงมาผสมหลอมหล่อในแบบพิมพ์หินทราย ส่วนใหญ่จะหล่อจานจำพวกอาวุธ เช่น หัวขวาน ใบหอก เป็นต้น ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการด้วยการนำซีเมนต์มาขึ้นรูปเป็นแบบหล่อที่เรียกว่า “กระสวน” โดยมีดินเป็นแกนกลางและทำการหล่อด้วยดินอีกชั้น นำไปเผาไฟให้ซีเมนต์ละลาย แล้วเทน้ำโลหะเข้าไปแทนที่ซีเมนต์ จึงเป็นที่มาของคำว่า ซีเมนต์หยาบ หรือแทนที่ซีเมนต์ ได้มีการค้นพบใบหอกสำริดที่เกิดจากการหล่อซึ่งมีความเก่าแก่ที่สุด ราว 4,000 ปี ในหลุมฝังศพของบ้านเชียง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า เป็นใบหอกสำริดที่มีส่วนผสมของดีบุกในระดับสัดส่วนที่ต่ำ และจากการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างภายใน ทำให้ทราบว่า เกิดจากการใช้แม่พิมพ์ชนิด 2 ชั้น ประกอบกัน มีการตีไล่รูปทรงเพื่อความสมบูรณ์ และลดความเปราะด้วยวิธีการอบอ่อน (annealing) คือการให้ความร้อนสูงๆ และปล่อยให้โลหะค่อยๆ เย็นตัวลงเอง จากข้อมูลเบื้องต้นทำให้ทราบว่าช่างสำริดของบ้านเชียงราว ปี 3,000-4,000 ได้ใช้วิธีการหล่อโลหะแบบการเผาซีเมนต์หยาบในการขึ้นรูปโลหะ นอกจากนี้ในสมัยนั้นเครื่องประดับต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น กำไล กระพรวน ต่างหู นิยมผลิตด้วยกรรมวิธีนี้ทั้งสิ้น วิธีการดังกล่าวได้รับการถ่ายทอดมาถึงปัจจุบัน และได้มีการพัฒนาด้านความประณีต สวยความ ความสะดวก รวดเร็ว ทั้งเพื่อเพิ่มปริมาณการผลิต และลดต้นทุนการผลิต (ปริศนา บุญศักดิ์, 2556: 9)



ภาพที่ 2 ใบหอกสำริด รูปสามเหลี่ยม เป็นเครื่องสำริดที่เก่าแก่ที่สุดของบ้านเชียง
ที่มา : Janthimablog[นามแฝง], **สำริดบ้านเชียง**, เข้าถึงเมื่อ 17 กันยายน 2560, เข้าถึงได้จาก <https://janthimablog.wordpress.com/category>



ภาพที่ 3 กำไลและกำไลแขนสำริด ลูกกระพรวนสำริดสำหรับใส่ที่เท้า เบ้าดินเผาสำหรับใช้งานหล่อ หัวขวานสำริดพร้อมเบ้า

ที่มา : ปริศนา บุญศักดิ์, “การวิจัยปัญหาในงานหล่อและการพัฒนาแนวทางแก้ไขปัญหาในงานเครื่องประดับสมัยใหม่” (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2556)

2.1.3 ประเภทการหล่อโลหะ

วิธีการหล่อที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมผลิตโลหะภัณฑ์มีหลายวิธี โดยสามารถแบ่งตามชนิดวัสดุต้นแบบ และวัสดุแม่พิมพ์ ดังนี้

1. การหล่อในแบบหล่อทราย (Sand Casting)
2. การหล่อในแบบหล่อขี้ผึ้ง (Investment Casting or lost wax casting)
3. การหล่อในแบบหล่อโลหะ (Permanent Mold Casting)
4. การหล่อในแบบหล่อปูนพลาสเตอร์ (plaster mould casting)
5. การหล่อโดยวิธีการแกว่งชิ้นงานหนีศูนย์กลาง (centrifugal casting)
6. การหล่อในแบบหล่อทรายที่เติมเรซิน (shell mould casting)
7. การหล่อในแบบหล่อถาวรร่วมกับการอัดน้ำโลหะ (die casting)

จากประเภทการหล่อที่กล่าวมา วิธีการที่ได้รับความนิยมใช้อย่างกว้างขวาง และเหมาะสมในการผลิตเครื่องประดับคือ การหล่อในแบบหล่อขี้ผึ้ง (Investment Casting or lost wax casting)

2.1.4 กระบวนการผลิตเครื่องประดับในระบบอุตสาหกรรมด้วยการหล่อ

การหล่อขี้ผึ้งหาย (Investment Casting) คือ กระบวนการหล่อโลหะที่นิยมใช้ในการผลิตเครื่องประดับ เนื่องจากรูปทรงที่เป็นต้นแบบได้มาจากการสร้างสรรค์ของช่างที่ใช้วัสดุประเภทเทียนขี้ผึ้งที่มีสถานะเป็นของแข็ง และจะละลายเมื่อได้รับความร้อนจากกระบวนการหล่อ เกิดเป็นโพรงแบบไว้ในปูน

2.1.4.1 การขึ้นแม่พิมพ์หรือต้นแบบ

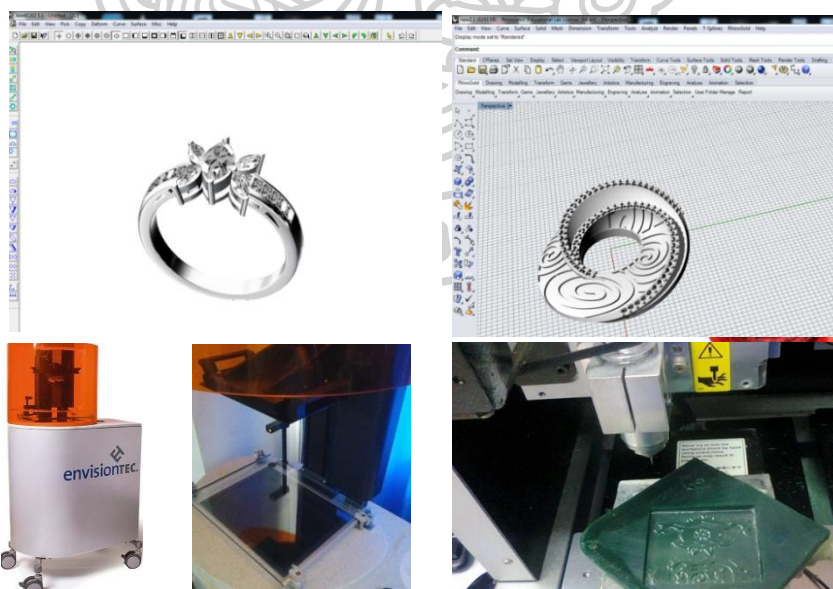
วัสดุสำหรับสร้างต้นแบบส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อเทียนขี้ผึ้ง ซึ่งแต่เดิมนั้นเป็นขี้ผึ้งจริง ด้วยสมบัติอันโดดเด่นด้านการละลาย และการขึ้นรูป ต่อมามีการพัฒนาขี้ผึ้งที่มีความเหมาะสมสำหรับการหล่อมากขึ้น เช่น เทียนสีเขียว เทียนสีน้ำเงิน เทียนสีฟ้า หรือวัสดุต้นแบบประเภทโฟมที่ทำจากโพลีสไตรีน (Polystyrene) ซึ่งสามารถระเหยเมื่อสัมผัสกับน้ำโลหะ

การขึ้นแม่พิมพ์ แบ่งได้ 3 แบบ คือ การขึ้นด้วยโลหะ (Metal) การขึ้นด้วยเทียน และการขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAD) การขึ้นมือด้วยโลหะ สามารถทำการอัดพิมพ์อย่างได้ทันที การขึ้นพิมพ์ด้วยเทียนขี้ผึ้งต้องผ่านกระบวนการหล่อให้เป็นชิ้นงานโลหะเสียก่อน จึงจะเข้าสู่ขั้นตอนการอัดพิมพ์ได้ ขั้นตอนขึ้นแม่พิมพ์มีความสำคัญอย่างยิ่งต้องอาศัยช่างที่ชำนาญการมีความละเอียด รอบคอบ แม่นยำในการแกะสลัก ในการอ่านแบบและขึ้นแบบ นอกจากต้องอาศัยความเชี่ยวชาญเชิงช่างแล้วยังต้องอาศัยจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างรูปทรงและมิติของงานได้ให้ผลงานที่สวยงาม ประณีต ตรงตามแบบ ขั้นตอนการขึ้นพิมพ์เริ่มจากการอ่านแบบวิเคราะห์ลักษณะงานในเรื่อง ขนาด ประเภท จำนวน รูปร่างรูปทรง โลหะที่ใช้ในการผลิต จากนั้นทำการแกะพิมพ์ตามแบบร่าง (sketch) ด้วยเทียนสีเขียว (green wax) ใช้วิธีการแกะสลัก ฉลุ ตะไบ คว้านกรอ ด้วยเครื่องมือแกะแว็กซ์ ตะไบ สวาน เม็ดมะยม ฯลฯ ขั้นตอนการขึ้นพิมพ์ต้องไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด มิฉะนั้นจะส่งผลต่อขั้นตอนถัดไปอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 4 การขึ้นแม่พิมพ์โลหะด้วยมือ และการขึ้นแม่พิมพ์แว็กซ์ด้วยมือ

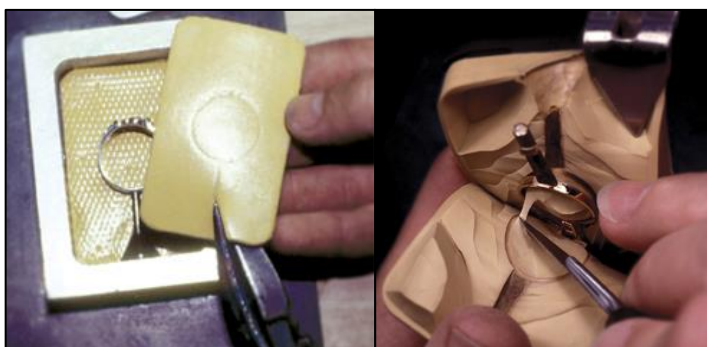
ปัจจุบันวิวัฒนาการการขึ้นพิมพ์ได้พัฒนาตามเทคโนโลยีจึงมีการใช้คอมพิวเตอร์ระบบ CAD/CAM เข้ามาช่วยในการเขียนต้นแบบด้วยโปรแกรม 3 มิติ เช่น Jewel CAD, Rhinoceros, Matrix เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่แม่นยำและรวดเร็ว การผลิตระบบ CNC ที่ใช้หลักการแกะสลักออก ส่วน RP นั้นใช้ระบบการเพิ่มชั้นผิวที่ละชั้นจนได้งานที่สมบูรณ์



ภาพที่ 5 การเขียนต้นแบบด้วยโปรแกรม 3 มิติ และการผลิตต้นแบบเรซิน แวกซ์ เครื่อง RP & CNC

2.1.4.2 การอัด และผ่าพิมพ์ยาง

ก่อนจะทำการอัดพิมพ์ยางต้องทำความสะอาดต้นแบบให้ดีเสียก่อน นำชิ้นงานไปอัดบล็อกยางในที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส (307 F) ช่วงเวลาที่เหมาะสม คือ 30-75 นาที จึงจะได้พิมพ์ยางที่สมบูรณ์ จากนั้นทำการผ่าพิมพ์ยางด้วยมีดผ่าตัดหมอในลักษณะฟันปลาเพื่อป้องกันไม่ให้โพรงแบบพิมพ์ยางเลื่อนจากตำแหน่งปกติ มิฉะนั้นจะได้แบบเทียนที่ไม่สมบูรณ์



ภาพที่ 6 การอัดพิมพ์ยาง และการผ่าพิมพ์ยาง

2.1.4.3 การฉีดเทียนและการขึ้นต้นข้อเทียน

นำแม่พิมพ์ยางที่ได้ฉีดเทียนเหลวเรียบร้อยแล้วเข้าโพรงแบบด้วยเครื่องฉีดเทียนสูญญากาศเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศกับตัวแบบเทียน ทั้งไว้สักครู่แล้วแกะเทียนออกทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นงาน ตัดแต่งแบบเทียนให้เรียบร้อยเพราะจะทำให้ได้ง่ายกว่าตอนเป็นชิ้นงานโลหะ นำแบบเทียนไปติดกับต้นเทียนเป็นข้อที่วางอยู่บนฐานยาง โดยใช้หัวแร้งช่วยในการละลายจุดเชื่อม องศาที่เหมาะสมในการติด ควรเอียงขึ้นประมาณ 30-60 องศา การติดต้นเทียนนี้จะมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงาน เช่น ถ้างานใหญ่จะติดแบบสลับฟันปลาหรือเรียงกันเป็นแถวในแนวตั้ง หากชิ้นงานเล็กจะติดเป็นเกรียวหรือเป็นชั้นๆ ในแนวนอน และก่อนการติดต้นเทียนต้องมีการชั่งน้ำหนักของฐานยางและเขียนติดไว้ให้ชัดเจนเพื่อใช้คำนวณหาน้ำหนักของโลหะในการหล่อ (ปริศนา บุญศักดิ์, 2556: 18)



ภาพที่ 7 เครื่องฉีดเทียน การฉีดเทียน และแบบเทียน



ภาพที่ 8 การติดต้นเทียน และต้นเทียนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว
ที่มา : เอกสิทธิ์ นิสารัตนพรวัน, “เทคโนโลยีโลหะและวัสดุที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ” (ณ โรงแรม เฟลิกซ์ ริเวอร์แคว จ.กาญจนบุรี, 19 กรกฎาคม 2553).

2.1.4.4 การหล่อแม่พิมพ์ปูนหล่อ

การทำแม่พิมพ์ปูนหล่อเป็นขั้นตอนที่ส่งผลต่อชิ้นงานโลหะโดยตรงจะถ่ายทอดลักษณะ เฉพาะของต้นแบบไม่ว่าจะเป็นรูปทรง ลวดลาย ความประณีตสวยงาม จึงต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมาก ปูนที่ใช้ในการหล่อมีลักษณะพิเศษ คือ ทนความร้อนสูง เนื้อละเอียด แข็งแรง และเมื่อได้ต้นซ่อเทียนให้ครอบด้วยเบ้าโลหะ เทปูนที่ผสมกับน้ำ แล้วทำการดูดอากาศออกด้วยเครื่องหล่อปูนสุญญากาศที่มีการสันตลอดเวลาเพื่อไล่อากาศที่อยู่ภายในปูนออก



ภาพที่ 9 เครื่องดูดสุญญากาศ การเทปูน เบ้าปูนหล่อ สภาพต้นเทียนภายในเบ้าปูน
 ที่มา : Pathamaphorn Praphitphongwanit, “Jewelry Making Process” (Material and Process in Jewelry Production 2 Department of Jewelry Design, Faculty of Decorative Arts, Silpakorn University, 2011)

2.1.4.5 การอบเผาแม่พิมพ์ปูนหล่อไล่เทียน

หลังจากที่เทปูนหล่อแม่พิมพ์ปูนเรียบร้อยแล้วให้ทิ้งไว้ประมาณ 1- 2 ชั่วโมงตามขนาดของเบ้า จากนั้นนำไปเผาไล่เทียนเพื่อให้เกิดโพรงแบบด้วยเตาอบพร้อมกับอบปูนให้สุก การอบปูนเป็นขั้นตอนการเตรียมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ปูนหล่อให้เหมาะสมกับการฉีดทำโลหะเข้าไปในโพรงแบบ ความผิดพลาดในเรื่องอุณหภูมิจะทำให้เกิดปัญหาชิ้นงานหล่อโลหะ เช่น อุณหภูมิของแม่พิมพ์ปูนที่เย็นเกินไปจะทำให้ น้ำโลหะที่ฉีดเข้าไปแข็งตัวเกินไปที่จะไปถึงส่วนรายละเอียดทำให้เกิดปัญหาการหล่อไม่เต็มแบบ ส่วนอุณหภูมิที่ร้อนเกินไปทำให้น้ำโลหะอยู่ในโพรงแบบในรูปของเหลว นานเกินไปจะทำให้เกิดปัญหารูพรุนหรือตามดที่ผิวงานได้



ภาพที่ 10 การไล่เทียนอบแห้ง เตาอบปูนด้วยก๊าซ การไล่เทียนด้วยไอน้ำ
 ที่มา: เอกสิทธิ์ นิสารัตนพรวัน, “เทคโนโลยีโลหะและวัสดุที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ” (ณ โรงแรม เฟลิกซ์ ริเวอร์แคว จ.กาญจนบุรี, 19 กรกฎาคม 2553)

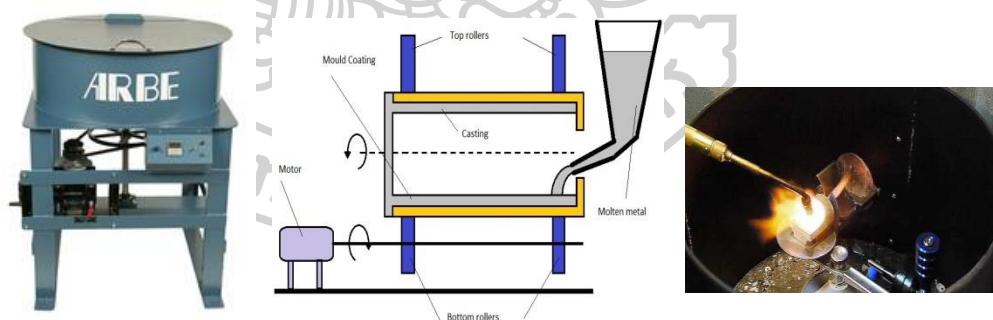
2.1.4.6 การหล่อโลหะ

การหล่อโลหะคือการฉีดหรือนำโลหะเข้าไปในโพรงแบบ เมื่อเย็นตัวลงจะได้ชิ้นงานโลหะเหมือนโพรงแบบที่เหมือนกับต้นแบบอีกที เครื่องหล่อที่ใช้มี 2 ระบบ คือ

1. เครื่องหล่อแบบเหวี่ยง

เครื่องหล่อแบบเหวี่ยงจะมีหลักการทำงานโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง กรรมวิธีในการหล่อ (Centrifugal Casting Process) คือ จะวางเข้าโพรงแบบแนวนอนติดกับเข้าหลอมโลหะที่มีช่องทางเดินโลหะเชื่อมกันแล้วทำการหลอมโลหะให้ละลายกลายเป็นน้ำโดยระหว่างการหลอมจะใช้แท่งแกรไฟต์(graphite) คนน้ำโลหะพร้อมเขี่ยสิ่งสกปรกออกจนได้อุณหภูมิที่เหมาะสม ทำการปิดฝาเครื่องหล่อแล้วเปิดเครื่องให้หมุนแรงเหวี่ยงเครื่องจะดันน้ำโลหะเข้าสู่โพรงแบบจนเต็ม รอให้น้ำโลหะแข็งตัวจึงทำการเอาชิ้นงานออกจากเข้าปูน

หลักการควบคุมคุณภาพการหล่อแบบหล่อเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ได้แก่ การควบคุมความเร็วในการหมุนโพรงแบบ เพราะจะมีผลต่อโครงสร้างผลึกโลหะ แรงหมุนรอบต่ำจะทำให้ชิ้นงานออกมาไม่ดีเท่าแรงหมุนมาก ซึ่งผลึกเม็ดละเอียดมีคุณภาพกว่า อุณหภูมิการเทหล่อที่ต่ำมีผลทำให้เม็ดโครงสร้างมีลักษณะเล็กละเอียดหลายเหลี่ยมหลายมุม ขณะที่อุณหภูมิสูงจะทำให้โครงสร้างผลึกเป็นแท่ง แต่ในทางปฏิบัติมีโอกาสได้รูปแบบผลึกแข็งหายาบ จากการรักษาอัตราความเร็วในการเทหล่อ คือ ต้องทำการเทให้เสร็จสิ้นก่อนที่น้ำโลหะจะแข็งตัว ควรให้ความร้อนโพรงแบบหล่อก่อนจะช่วยลดการเสี่ยงต่อการฉีกตัวของโลหะขณะร้อน

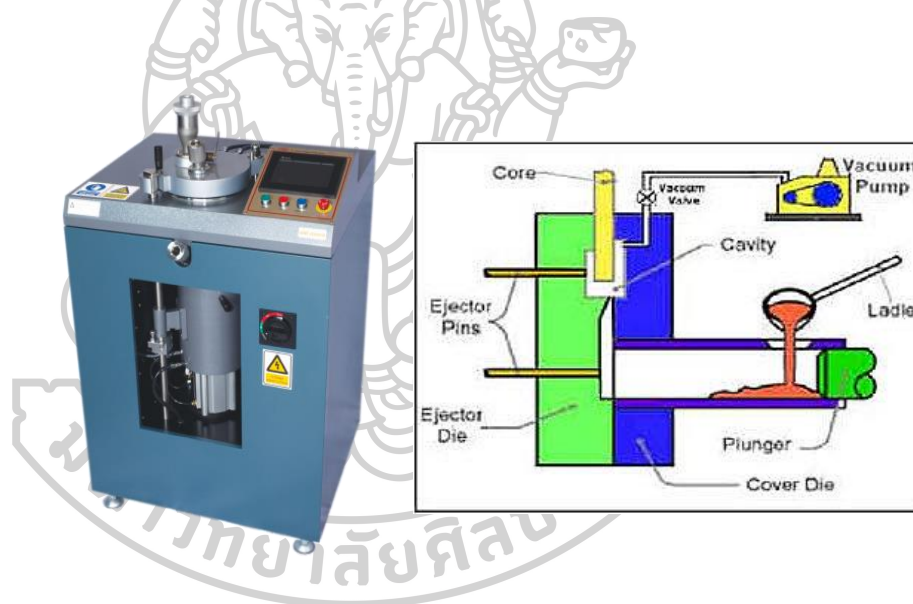


ภาพที่ 11 เครื่องหล่อเหวี่ยง ระบบการทำงานของเครื่องหล่อเหวี่ยง และการหลอมเนื้อโลหะ

ที่มา : Arbe, Centrifugal Floor Model Casting Machine, accessed October 10, 2017, available from <http://www.arbemachine.com/Centrifugal-Floor-Model-CastingMachine>

2. เครื่องหล่อแบบสุญญากาศ (Vacuum Casting Machines)

เครื่องหล่อระบบสุญญากาศ (Vacuum Casting Process) จะอาศัยแรงดึงดูดของโลกในการดึงให้น้ำโลหะไหลเข้าสู่โพรงแบบและมีการใช้ระบบสุญญากาศที่ดูดอากาศออก ทำให้ในโพรงแบบมีสภาพแรงดันอากาศเกือบเป็นศูนย์ ทำให้แรงดันอากาศภายนอกที่มีค่าเป็น 14.7 ปอนด์/ตารางนิ้ว ดันน้ำโลหะเข้าไปในโพรง ทำให้เมื่อเทน้ำโลหะไหลตามแรงดึงดูดของโลกลงภายในโพรงแบบที่ไม่มีแรงต้านเพราะเป็นสุญญากาศหรือเกือบเป็น อีกทั้งยังมีแรงดันจากภายนอก ทำให้เครื่องหล่อระบบนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องหล่อเหวี่ยงบางประการ เช่น ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์กว่าไม่ค่อยมีคราบสนิมติดตัวเรือน อีกทั้งยังมีความปลอดภัยและสะดวกมากยิ่งขึ้น ถึงแม้จะมีราคาแพงกว่าเครื่องหล่อเหวี่ยงก็ตาม สำหรับกรรมวิธีในการหล่อ คือ โลหะจะถูกหลอมละลายในบ่หลอมแล้ว น้ำโลหะจะไหลสู่แม่พิมพ์ร้อนที่เปิดไว้ ขณะเดียวกันระบบสุญญากาศจะทำการดูดอากาศออกช่วยให้ น้ำโลหะไหลเข้าสู่โพรงแบบของแม่พิมพ์แทนที่อากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 12 เครื่องหล่อระบบสุญญากาศ ภาพแสดงการทำงานระบบสุญญากาศ

ที่มา : Oldmoon, เครื่องหล่อสุญญากาศแบบมีแรงดัน, เข้าถึงเมื่อ 13 ตุลาคม 2560, เข้าถึงได้จาก <https://www.oldmoon-th.com/web/th/6-pressure-vacuum-casting-machine>

เมื่อได้ต้นซ้อหลังกระบวนการหล่อแล้ว จะทำการตัดก้านชิ้นงานออก ชัดแต่ง ตกแต่ง พื้นผิว ลงยาสี หรือประดับด้วยอัญมณีจนเป็นชิ้นงานสำเร็จตามแบบที่กำหนด



ภาพที่ 13 ต้นซ้อ ตัวเรือนโลหะ และชิ้นงานสำเร็จ

2.1.5 วัสดุที่ใช้ในการหล่อชิ้นงานโลหะเครื่องประดับ

วัสดุที่ได้รับความนิยมในการผลิตชิ้นงานเครื่องประดับ ได้แก่ ทองคำ เงิน ทองเหลือง ทองแดง จัดเป็นวัสดุประเภทธาตุ และโลหะผสม มีสมบัติเหมาะสมสำหรับการหล่อเครื่องประดับ



ภาพที่ 14 ทองก้อน และทองแท่ง

ที่มา : S money, ราคาทองคำวันนี้ , เข้าถึงเมื่อ 17 สิงหาคม 2560, เข้าถึงได้จาก <https://money.sanook.com/174050/>

ทองคำ ชื่อภาษาอังกฤษ Gold (Au) จัดเป็นโลหะ จุดหลอมเหลว 1063°C จุดเดือด 2808°C ความหนาแน่น 19.32 g/cc

สันนิษฐานว่าทองคำเป็นโลหะแรกที่มนุษย์เรารู้จัก ตั้งแต่ 4,000 ปี ก่อนคริสตกาล กล่าวกันว่าในยุคสมัยอียิปต์ได้มีการให้สัญลักษณ์แก่ทองคำ คือ วงกลม หมายถึงเป็นโลหะสมบูรณ์แบบ (ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์, 2560ข)

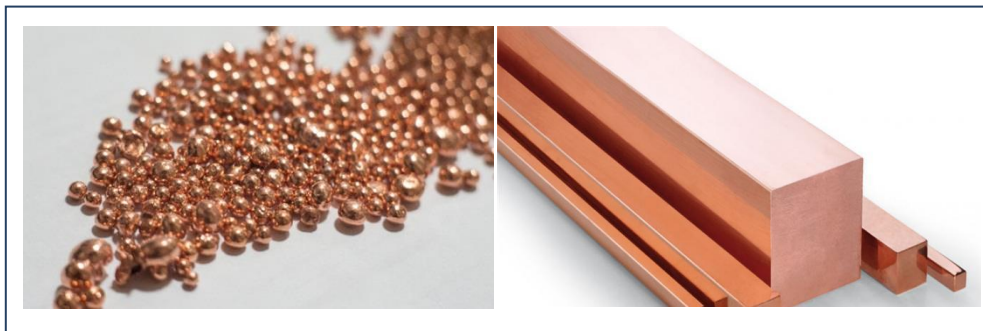


ภาพที่ 15 เม็ดเงิน และเงินแท่ง

ที่มา : NAN SILVER, เม็ดเงิน แท่งเงิน, เข้าถึงเมื่อ 17 สิงหาคม 2560, เข้าถึงได้จาก <http://xn--42cga6eaa9d3d4br3a9hf3ih.com/tag/%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B9%87%E>

เงิน ชื่อภาษาอังกฤษ Silver (Ag) จัดเป็นโลหะและโลหะทรานซิชัน จุดหลอมเหลว 960.8°C จุดเดือด 2210°C ความหนาแน่น 10.5 g/cc ที่ 20°C

โลหะเงินได้มีการค้นพบมาตั้งแต่สมัยโบราณ ในพระคัมภีร์เก่าของอียิปต์ถือว่าเป็นโลหะที่มีความสมบูรณ์รองลงมาจากทองคำ มีสัญลักษณ์เป็นครึ่งวงกลม ยังหมายถึงดวงจันทร์อีกด้วย ด้วยความเป็นโลหะขาวที่มีความแวววาวสว่างคล้ายดวงจันทร์ ชาวโรมันเรียกโลหะเงินว่า argentum ซึ่งเป็นที่มาของสัญลักษณ์เงิน (Ag) เงินถูกใช้ในการซื้อขายแลกเปลี่ยนสินค้าจนเป็นที่มาของคำว่า เงิน ในทุกวันนี้ (ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์, 2560ค)



ภาพที่ 16 เม็ดทองแดง และแท่งทองแดง

ที่มา : Copper, ทองแดง, เข้าถึงเมื่อ 17 พฤษภาคม 2557, เข้าถึงได้จาก <http://www.brastechcompany.com/casting-product.html>

ทองแดง ภาษาอังกฤษ คือ Copper (Cu) จัดเป็นโลหะและโลหะทรานซิชัน จุดหลอมเหลว 1083°C จุดเดือด 2582°C ความหนาแน่น 8.94 g/cc ที่ 20°C มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงกว่าโลหะเงิน ทองแดงเป็นโลหะที่ใช้มากที่สุดโลหะหนึ่งในรูปของโลหะอิสระ และมีความเชื่อว่าทองแดงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยพัฒนา วัฒนธรรมในสมัยโบราณ (ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์, 2560ก)



ภาพที่ 17 เม็ดทองเหลือง และผลิตภัณฑ์ทองเหลือง

ที่มา : Brass, เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2559, เข้าถึงได้จาก <https://www.chi.co.th/article/article-847/>

ทองเหลือง (Brass) เป็นโลหะผสมที่เกิดจากการผสมกันระหว่างทองแดงและสังกะสี ทองเหลืองเคยเป็นโลหะที่เชื่อกันว่าแข็งแกร่งที่สุดในยุคสำริด ทองเหลืองเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ เพราะทั้งทองแดงและสังกะสี ต่างเป็นส่วนประกอบของทองเหลือง ผลิตขึ้นมาด้วยกระบวนการที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และทองเหลืองจัดเป็นโลหะประเภทหนึ่งที่น่ามาหมุนเวียนใช้ใหม่ (Recycled) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2560)

2.1.6 ทฤษฎี และสูตรคำนวณที่ใช้ในการหล่อโลหะ

ในการหล่อโลหะต้องมีการคำนวณหาน้ำหนักโลหะที่จะใช้ในการหล่อ โดยใช้สูตรการหาความถ่วงจำเพาะ ด้วยย่อ คือ ถ.พ. ความถ่วงจำเพาะเป็นอัตราส่วนที่เปรียบเทียบกันระหว่างน้ำหนักของวัตถุต่อน้ำหนักของน้ำในปริมาตรที่เท่ากัน ตามทฤษฎีของ “อาร์คิมิดีส” (Archimedes) ที่ว่า วัตถุใดๆ เมื่ออยู่ในน้ำ วัตถุนั้นจะสูญเสียน้ำหนักไปเท่ากับน้ำหนักของปริมาตรที่วัตถุนั้นเข้าไปแทนที่ (ปริศนา บุญศักดิ์, 2556: 19)

การหาน้ำหนักโลหะที่ต้องใช้ในการหล่อ มีหลักการดังนี้

1. ต้องชั่งน้ำหนักฐานอย่างก่อนติดตั้งต้นเทียนโดยเขียนตัวเลขน้ำหนักไว้ที่ฐานอย่างให้ชัดเจน
2. ในการชั่งน้ำหนักต้นเทียนต้องลบน้ำหนักฐานอย่างที่เขียนติดไว้ ออกจึงจะได้น้ำหนักที่แท้จริงของต้นเทียน

สูตรการคำนวณ

$$\text{การหาน้ำหนักของโลหะที่ต้องใช้} = (\text{ถ.พ. ของโลหะ} \times \text{น้ำหนักต้นเทียน}) + (\text{ถ.พ. ของโลหะ} \times \frac{\text{น้ำหนักต้นเทียน}}{100}) \times 20$$

ตัวอย่างการคำนวณ

จงหาน้ำหนักของโลหะที่ต้องใช้ในการหล่อตัวเรือนทองคำ 18k

น้ำหนักฐานยาง = 30 กรัม

น้ำหนักดินเทียนพร้อมฐานยาง = 40 กรัม

ถ.พ. ของทองคำ 18k Yellow Gold = 15.50 กรัม

น้ำหนักดินเทียน = 10 กรัม (น้ำหนักฐานยางพร้อมเทียน - น้ำหนักฐานยางคือ

$40 - 30 = 10$)

น้ำหนักโลหะที่ต้องการ = $15.50 \times 10 = 155$ กรัม (ถ.พ.ของโลหะ \times น้ำหนักดินเทียน)

การเผื่อน้ำหนัก 20% $155 \times 20/100 = 31$ กรัม

ดังนั้น น้ำหนักโลหะทั้งหมดที่ต้องใช้ = $155 + 31 = 186$ กรัม

(น้ำหนักโลหะที่ต้องการ + น้ำหนักโลหะเผื่อ)

ตารางที่ 2 ความถ่วงจำเพาะของโลหะที่ใช้ในการหล่อเครื่องประดับ

ตัวย่อ (Code)	ธาตุ/โลหะผสม (Element/Alloy)	ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)
Cu	Copper	8.96
Au	Gold	19.30
Pt	Platinum	21.45
Ag	Silver	10.49
Ti	Titanium	4.51
BRAS	Brass	8.50
WAX	Wax	1.00
PHBR	Phosphor Bronze	8.80
SIBR	Silicon Bronze	8.50

การหล่อโลหะจะมีเกณฑ์วัดอุณหภูมิ 2 ระดับ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะที่นำมาหล่อ

1. ระดับอุณหภูมิจุดหลอมเหลว (Melting point)
2. ระดับอุณหภูมิจุดไหลของโลหะ (Flowing point)

ตารางที่ 3 ระดับอุณหภูมิจุดหลอมเหลว (Melting point) และ ระดับอุณหภูมิจุดไหลของโลหะ (Flowing point)

Element/Alloy		Melting point (celsius)	Flowing point (celsius)
Yellow Gold	9.5-10k	787	890
	13.5-14k	815	885
	17.5-18k	882	935
White Gold	9.5-10k	885	1057
	13.5-14k	882	1000
	17.5-18k	850	954
Silver	Sterling Silver	857	900

2.2 ปัญหาการหล่อเครื่องประดับอุตสาหกรรมในปัจจุบัน

การหล่อมีความสำคัญและจำเป็นในการผลิตเครื่องประดับระบบอุตสาหกรรมที่มี ความต้องการในเชิงปริมาณมาก ที่มีรูปลักษณะเหมือนกัน เพื่อกระจายสินค้าไปยังความต้องการของผู้บริโภค ในวงกว้าง ทั้งนี้หากเราพิจารณาตามขั้นตอนกระบวนการผลิต สามารถแบ่งปัญหาได้ 2 ข้อ

2.2.1. ปัญหาด้านอุตสาหกรรมการผลิต

ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับมีค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการจ้างงาน และการเสียเวลาในการดำเนินการ จนกลายเป็นปัญหา ซึ่งมีที่มาจาก 3 ด้าน คือ

2.2.1.1. ปัญหาด้านการจ้างทำต้นแบบ

ต้นแบบ(Master) จะถูกว่าจ้างให้ช่างผู้ชำนาญการทำ ต้นทุนจากค่าจ้างทำต้นแบบค่อนข้างสูง โดยทั่วไปวิธีการสร้างต้นแบบ มี 2 รูปแบบ คือ

1. การผลิตต้นแบบด้วยมือ

1.1 การสร้างต้นแบบจากโลหะ หรือบางที่เรียกว่าทำมือ (Hand Made)

ซึ่งต้องใช้ช่างที่มีทักษะสูง ค่าจ้างค่อนข้างแพง และหายาก อาจได้งานไม่ตรงตามเวลาที่กำหนด

หรือไม่ตรงตามต้องการ สามารถเข้าสู่กระบวนการหล่อโดยเริ่มต้นจากการอัดพิมพ์ยาง แล้วดำเนินการตามขั้นตอนกระบวนการหล่อ

1.2 การสร้างต้นแบบด้วยเทียนหรือขี้ผึ้ง คือ การจ้างช่างแกะเทียน หรือช่างแว็กซ์ทำงานต้นแบบขึ้นมา อาจหาช่างกลุ่มนี้ง่ายกว่าช่างโลหะ แต่ค่าจ้างฝีมือค่อนข้างสูง และอาจได้งานช้ากว่ากำหนด หรือไม่ตรงตามความต้องการ

2. การผลิตต้นแบบด้วยคอมพิวเตอร์ แบ่งการจ้างงานได้ 2 ส่วน คือ ส่วนของสร้างไฟล์งานต้นแบบด้วย CAD กับส่วนของการผลิตต้นแบบขึ้นงานด้วย CAM แม้ทุกวันนี้ การหาผู้รับจ้างสร้างต้นแบบลักษณะดังกล่าวจะง่ายขึ้น แต่เมื่อรวมทั้ง 2 ส่วนแล้ว จัดว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ซึ่งในส่วนของ CAD อัตราค่าจ้างขึ้นอยู่กับความละเอียดและความยากง่ายของงาน ส่วนด้าน CAM นั้นขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นงาน

หากเจ้าของงานต้องการทำเองต้องใช้เวลา และความอดทนอย่างมากในการฝึกฝน ถ้าเป็นคนที่เคยเรียนหรือทำงานเชิงช่างเครื่องประดับมาก่อนมีโอกาสจะประสบความสำเร็จ แต่หากเป็นผู้ที่ไม่เคยมีทักษะด้านนี้ สุดท้ายการจ้างช่างผู้ชำนาญน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

2.2.2 ปัญหาด้านกระบวนการผลิต

ปัญหาที่พบในอุตสาหกรรมเครื่องประดับลำดับแรก คือปัญหาด้านกระบวนการผลิต รองลงมาเป็นปัญหาด้านบุคลากร วัสดุดิบ และเครื่องมือเครื่องจักร ตามลำดับ โดยปัญหาที่พบบ่อยที่สุดในกระบวนการผลิตจะเป็นขั้นตอนการทำแม่พิมพ์หล่อ และการหล่อโลหะ เป็นลำดับแรก รองลงมาเป็นปัญหาการฉีดยาเทียน การติดต้นเทียน และสุดท้ายเป็นปัญหาการทำต้นแบบและแม่พิมพ์ยาง (เพ็ญศรี ทองนพคุณ, 2560: 2) ตามต รุพ รุน รอยแตก และผ้าที่ผิวงาน ฯลฯ เป็นปัญหาที่มักพบในกระบวนการผลิต และเมื่อเกิดปัญหาในลักษณะเช่นนี้แล้ว บ่อยครั้งต้องใช้เวลาในการแก้ไข และอาจมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแก้ไข จึงกลายเป็นอีกสาเหตุของปัญหาด้านทุนราคาสูง


ตารางที่ 4 ตัวอย่างกรณีศึกษาด้านปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขในส่วนกระบวนการผลิตที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้

	<p>กรณีศึกษาที่ 1 ปัญหาชิ้นงานเทียนเกิดครีบ</p>
<p>ปัญหาที่เกิด</p>	<p>ชิ้นงานเทียนมีครีบเกิดขึ้น ทำให้เสียเวลาในการแต่งเทียน</p>
<p>สาเหตุของปัญหา</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. เกิดจากการกรีดพิมพ์ยางในขั้นตอนแม่พิมพ์ยาง คือการผ่าพิมพ์ยางตรงตำแหน่งของชิ้นงาน ทำให้เกิดรอยตะเข็บขึ้นอย่างชัดเจนหลังฉีดเทียนแล้ว 2. ฉีดเทียนโดยใช้แรงดันสูงเกินไป และกดแม่พิมพ์ยางขณะฉีดด้วยแรงไม่สม่ำเสมอ เป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้เห็นตะเข็บชัดเจนมากขึ้น
<p>แนวทางแก้ไข</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ควรผ่าพิมพ์ยางกินขอบด้านใดด้านหนึ่ง เช่น ขอบบนหรือขอบล่าง 2. กดแม่พิมพ์ยางขณะฉีดเทียนด้วยแรงที่สม่ำเสมอ หรืออาจใช้ตัวรัดแบบยางในลักษณะประแจกึ่งอัตโนมัติล็อกแม่พิมพ์ยางไว้ โดยเฉพาะกรณีชิ้นงานขนาดใหญ่
	<p>กรณีศึกษาที่ 2 ปัญหาชิ้นงานโลหะบ่มเป็นแอ่ง เกิดรูพรุนตามดจากการหดตัว</p>
<p>ปัญหาที่เกิด</p>	<p>ชิ้นงานจู่รูปกางเขนภายหลังการหล่อมีลักษณะบ่มเป็นแอ่ง มีรูพรุนตามดจากการหดตัวของโลหะ รวมถึงผิวชิ้นงานไม่เรียบสวยงาม</p>
<p>สาเหตุของปัญหา</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. เกิดจากการหดตัวของชิ้นงานเทียน แบบเทียนบ่มเป็นแอ่ง 2. ปัญหาการนั่งเทียนและอบปูนไม่เหมาะสม ทำให้แบบปูนไม่สุกทั้งกระบอก ปูนทำให้ผิวของแบบปูนไม่สวยงาม โดยสาเหตุหลักเกิดจากอุปกรณ์การนั่งไม่ได้มาตรฐาน ทำให้การส่งไอน้ำให้แบบปูนไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งการใส่กระบอกปูนจำนวนมากนั่งพร้อมกัน ทำให้ปูนสุกไม่ทั่วถึง 3. การติดทางน้ำไม่เหมาะสม

ตารางที่ 4 ตัวอย่างกรณีศึกษาด้านปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขในส่วนกระบวนการผลิตที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ (ต่อ)

แนวทางแก้ไข	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปรับอุณหภูมิและความดันของเครื่องฉีดเทียนให้เหมาะสม โดยลดอุณหภูมิลงเพราะหากใช้ความร้อนของเทียนสูงเกินไป จะทำให้เทียนเกิดการหดตัวมาก และควรเพิ่มความดันของเครื่องฉีดเทียนขึ้นเพื่อให้สามารถดันเทียนเข้าไปเต็มเต็มขณะที่เทียนหดตัว หรือ ใช้เครื่องฉีดเทียนอัตโนมัติที่มีอยู่ เพื่อลดปัญหาแรงกดไม่สม่ำเสมอของช่างเทียน และสามารถฉีดสองจังหวะ เพื่อลดการหดตัวของเทียนขณะเทียนเย็นตัว ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดเทียนบวมได้ และนำไปสู่ชิ้นงานหลังการหล่อบวมเป็นแอ่งด้วย 2. เพิ่มทางน้ำเข้าไปในตำแหน่งที่มีการหดตัวมาก เพื่อลดการยุบตัวจากการหดตัวของเทียน 3. ปรับปรุงอุปกรณ์การนึ่งเทียนให้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง และปรับขั้นตอนการนึ่งและอบปูนให้เหมาะสม ได้แก่ นึ่งกระบอบปูนเพื่อให้เทียนไหลออกก่อนที่อุณหภูมิ 180 ° C ประมาณ 1.5 ชั่วโมง แล้วพักปูน 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงอบปูนตามตารางการอบปูน จากอุณหภูมิต่ำไปสูง ตามคำแนะนำของผู้ขายปูน โดยควรอบปูนนานอยู่ในช่วง 12 ถึง 14 ชั่วโมง และไม่ควร อบปูนคราวละมากเกินไปควรคำนึงถึงการถ่ายเทความร้อนในเตาอบให้ทั่วถึงและสม่ำเสมอ เพื่อให้ปูนสุกทั่วกัน
-------------	--

ตารางที่ 5 กรณีศึกษาด้านปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขในส่วนกระบวนการผลิต

	<p>กรณีศึกษาที่ 3 ปัญหาชิ้นงานหล่อไม่เต็มแบบ</p>
<p>ปัญหาที่เกิด</p>	<p>หล่อไม่เต็มแบบเกิดโพรงขึ้นภายใน ผิวชิ้นงานไม่เรียบแบบ Dendrite surface และเกิดการแตกร้าวในชิ้นงาน</p>
<p>สาเหตุของปัญหา</p>	<p>ติดทางน้ำกับต้นเทียนเพียง 2 ทาง ในตำแหน่งตามซ้อนและหัวซ้อน ทำให้หล่อไม่เต็มแบบ และเกิดความร้อนที่บริเวณส่วนหนาของชิ้นงานสูงเกินไป ทำให้มีก๊าซเกิดขึ้นเป็นชั้นบาง น้ำโลหะไม่สามารถสัมผัสผนังแบบได้ก่อให้เกิดการแข็งตัวของน้ำโลหะขึ้น</p>
<p>แนวทางแก้ไข</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปรับเปลี่ยนทางน้ำโลหะและเพิ่มจำนวนทางน้ำโลหะให้มากขึ้นเป็น 9 ทางในแต่ละชิ้นงาน 2. ติดชิ้นงานเทียนแทนต้นเทียน และโยงทางเดินน้ำโลหะให้เหมาะสม โดยใช้ต้นเทียนติดซ้อนได้ 3 คั่น 3. ลดอุณหภูมิการหลอมลง ทั้งกระบอกร้อนและเข้าหลอมโลหะ

ที่มา : เพ็ญศรี ทองนพคุณ, “การวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการหล่อในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ” สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, (2554), 2-18

ตารางที่ 6 กรณีศึกษาด้านปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไขในส่วนกระบวนการผลิต

	<p>กรณีศึกษาที่ 4 รูพรุนเนื่องจากการหดตัวของโลหะ</p>
<p>ปัญหาที่เกิด</p>	<p>ชิ้นงานมีรูพรุนเกิดขึ้น ทำให้เสียเวลาในการแต่งตัวเรือนหรือหล่อใหม่</p>
<p>สาเหตุของปัญหา</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. การติดทางน้ำโลหะที่ไม่ถูกต้อง 2. ใช้ขนาดทางเดินน้ำโลหะที่ไม่เหมาะสม
<p>แนวทางแก้ไข</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ติดทางน้ำโลหะเข้ากับส่วนที่มีปริมาตรมากที่สุดในชิ้นงานซึ่งเป็นพื้นที่ที่แข็งตัวช้าที่สุด เพื่อให้มีน้ำโลหะเพียงพอต่อการหดตัวของโลหะขณะที่แข็งตัว และควรใช้ทางน้ำโลหะแบบหน้าตัดกลม 2. เพิ่มทางน้ำโลหะหรือใช้ทางเดินน้ำโลหะที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
	<p>กรณีศึกษาที่ 5 รูพรุนเนื่องจากแก๊ส</p>
<p>ปัญหาที่เกิด</p>	<p>ชิ้นงานมีรูพรุนคล้ายรูเข็ม ทำให้เสียเวลาในการแต่งตัวเรือนหรือหล่อใหม่</p>
<p>สาเหตุของปัญหา</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้ความร้อนแก่โลหะมากเกินไป 2. เวลาอบปูนหล่อไม่พอเพียง อะตอมคาร์บอนที่เหลือจากเทียนอาจจะทำปฏิกิริยากับโลหะในขณะไหลสู่แม่พิมพ์และทำให้เกิดแก๊สขึ้น จะทำให้เกิดรูพรุนได้
<p>แนวทางแก้ไข</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ลดอุณหภูมิของโลหะระหว่างการหล่อ การลดอุณหภูมิของโลหะจะทำให้สามารถลดเวลาที่น้ำโลหะสัมผัสกับปูนหล่อได้ 2. เพิ่มเวลาในการอบปูนที่อุณหภูมิสูงสุดในการอบ

ที่มา : นายโอรส พิณีจรัตน์พันธ์, “การควบคุมคุณภาพการหล่อเครื่องประดับทองด้วยวิธีการออกแบบการทดลอง”(วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2556), 17-18

2.2.3 ปัญหาด้านเวลา

ในกระบวนการผลิตเครื่องประดับชั้นตอนที่จัดว่าใช้เวลาามากที่สุด คือ ขั้นตอนการสร้างต้นแบบ ปัญหาเรื่องของเวลานั้นเป็นสิ่งปกติที่เกิดขึ้นได้เสมอ การสูญเสียเวลาเป็นผลสืบเนื่องมาจาก ปัญหาด้านกระบวนการผลิต และปัญหาด้านการจ้างทำต้นแบบเป็นสำคัญ กรณีตัวอย่าง เช่น เมื่อจ้างช่างทำต้นแบบแล้วบางครั้งอาจเกิดปัญหาการส่งงานล่าช้าไม่ตรงตามเวลาที่กำหนด หรือไม่ตรงตามความต้องการ จึงต้องมีการแก้ไข แน่นอนว่าสิ่งที่ตามมาคือ การเสียเวลานอกจากเวลาแล้วอาจยังเสียความรู้สึกระหว่างช่างกับผู้จ้างอีกด้วย จนทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ไม่ดีต่อกันได้ในที่สุด ดังนั้น ถ้าไม่มีปัญหาใดๆ ในขั้นตอนการสร้างต้นแบบจะทำให้การดำเนินงานต่อไปยังขั้นตอนอื่นได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ยิ่งสามารถข้ามขั้นตอนการสร้างต้นแบบนี้ได้จะยิ่งทำให้สามารถประหยัดเวลาได้มาก นอกจากนี้ยังมีอีกขั้นตอนที่ใช้เวลามากพอสมควร คือ การขัดแต่งพื้นผิว โดยเฉพาะการขัดแต่งพื้นผิวที่มีลักษณะเรียบเงาคมชัด บางครั้งจะเป็นเรื่องยาก เนื่องจากพื้นผิวชิ้นงานอาจมีรูพรุน ตามด รอยแตก การแก้ไขต้องใช้เวลา หากสามารถข้ามขั้นตอนดังกล่าวหรือขัดแต่งพอประมาณหนึ่งจะเร่งเวลาการทำงานให้จบเร็วมากขึ้น ซึ่งจะดีกับผู้ประกอบการโดยรวม

2.2.4 ปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และสังคม

นับจากอดีตสังคมมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาแต่เป็นไปในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป แต่ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสังคมเป็นไปอย่างก้าวกระโดดจากหน้ามือเป็นหลังมือโดยมีสาเหตุหลักมาจากความเจริญด้านเทคโนโลยี และอินเทอร์เน็ต เช่น การเกิดระบบเครือข่ายสังคมโซเชียล (Social network) ทำให้คนทุกชาติทุกภาษาติดต่อสื่อสารเป็นเพื่อนกันได้ กลายเป็นช่องทางดำเนินธุรกิจออนไลน์ ที่ไม่จำเป็นต้องมีสถานที่หน้าร้านเหมือนในอดีตที่ผ่านมา ไม่ต้องออกไปซื้อของตามห้างร้านให้เสียเวลา เจอสภาพรถติด อากาศร้อน เพราะมีการบริการส่งถึงบ้านเมื่อสั่งซื้อผ่านระบบออนไลน์ อีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) การนำระบบ Artificial Intelligence (AI) หรือปัญญาประดิษฐ์ทำให้สามารถเรียนรู้พฤติกรรมผู้บริโภค วิเคราะห์ความต้องการ และทิศทางแนวโน้มทางการตลาดได้อย่างแม่นยำ และตรงกลุ่มเป้าหมาย ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้มีแต่เพียงข้อดีอันน่าตื่นตะลึง แต่ยังส่งผลเสียกับธุรกิจ และสังคมที่ไม่เตรียมรับกับการเปลี่ยนแปลง ทำให้เห็นว่ามีสื่อสิ่งพิมพ์ขนาดใหญ่หลายแห่งต้องปิดตัวลง หรือปรับเปลี่ยนไปอยู่ในระบบออนไลน์ อย่าง ยูทูบ (YouTube) เฟสบุค (Facebook) มากขึ้น เพราะแม้สังคมปัจจุบันมีความเป็นอิสระ และเปิดกว้างจนกลายเป็นสังคมโลก (Global Society) ของมนุษยชาติ แต่กลับมีความเป็นปัจเจกชนสูงมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การเปลี่ยนแปลงอีกอย่างที่เกิดขึ้น และกลายเป็นกระแสไปทั่วโลก คือ การที่มนุษย์ยังมีความสัมพันธ์ และใกล้ชิดกับเทคโนโลยีมากขึ้นเท่าไร ยิ่งทำให้จิตใจกลับโหยหาอยากเข้าถึงธรรมชาติที่แท้ จริง สด และดีงามต่อชีวิตของตนเองมากขึ้น

ดังนั้นการสร้างธุรกิจที่เข้าถึงผู้บริโภคซึ่งมีความต้องการแตกต่างกัน ส่งเสริมลักษณะความเป็นตัวตน เป็นรูปแบบที่ไม่ได้ให้แต่เพียงมูลค่าทางวัตถุ แต่ยังมีเรื่องราวความเป็นมา (Content) กระบวนการสร้างสรรค์ (Process) มาประกอบ จะเป็นการสร้างงานที่สอดคล้องกับสภาพสังคมที่เกิดขึ้นอยู่ในขณะนี้ การสร้างงานที่แฝงด้วยมุมมองการรักและเคารพธรรมชาติ ให้แง่คิด สร้างปัญญา เป็นอีกทางที่น่าสนใจ เพราะผู้คนในยุคนี้ไม่ได้เป็นผู้บริโภคแต่เพียงสิ่งภายนอก แต่ยังเสพความงามที่อยู่ภายใน ให้คุณค่าทางจิตใจอีกด้วย

2.3. แนวทางนวัตกรรมเชิงกระบวนการ

2.3.1 เหตุที่มาของการล่อวีศุทธรรษชาติประหัดต้นแบบ

2.3.1.1 เหตุที่มาจากปัญหาการจ้างทำต้นแบบสู่ความต้องการลดต้นทุน และประหยัดเวลาในการผลิต

การทำต้นแบบเป็นขั้นตอนที่ต่อจากการออกแบบเขียนแบบ เป็นการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ แต่โดยทั่วไปผู้ออกแบบหรือเจ้าของชิ้นงานมักจะต้องจ้างช่างผู้ชำนาญการขึ้นต้นแบบ สิ่งสำคัญที่ตามมาซึ่งเจ้าของชิ้นงานต้องจ่าย มี 2 ส่วนคือ ค่าจ้างที่ต้องจ่าย กับเวลาที่ใช้ไป ราคาชิ้นงานจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับรูปแบบ รายละเอียด ความซับซ้อน และขนาดของชิ้นงาน ส่วนเวลาที่ใช้มักจะเกี่ยวกับการตกลงเรื่องราคาชิ้นงาน รูปแบบของงาน รวมถึงระยะเวลาในการทำงานของช่าง นอกจากนี้แล้วการจ้างทำต้นแบบเจ้าของงานอาจต้องพบกับลักษณะชิ้นงานสำเร็จที่ไม่เรียบร้อย หรือไม่ตรงตามความต้องการ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความเข้าใจไม่ตรงกันในเรื่องของแบบระหว่างช่างกับเจ้าของงาน การไม่ถนัดในรูปแบบงานของช่างแต่ละคนหรืออาจเป็นเพราะการขาดความชำนาญของช่าง ปัญหาเหล่านี้อาจเกิดขึ้นได้ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดๆ ทั้งวิธีการสร้างต้นแบบด้วยมือจากเทียนขี้ผึ้ง และโลหะ หรือการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ จนกลายเป็นอุปสรรคในการแล้วเสร็จของชิ้นงานต้นแบบตามกำหนดเวลา อาจมีผลให้ต้องจ่ายเงินมากขึ้น หรือต้องเสียเวลาในการแก้ไขงาน ฉะนั้นวิธีการล่อวีศุทธรรษชาติประหัดต้นแบบที่เป็นวิธีการใช้วัสดุจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติมาผลิตเป็นชิ้นงาน โดยการเลือกวัสดุที่มีอยู่ในธรรมชาติจำพวก ดอกไม้ ใบไม้ ที่มีรูปร่างลักษณะ พื้นผิว สวยงาม นำมาเข้าสู่กระบวนการล่อเครื่องประดับ มีการควบคุมระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมกับประเภทของวัสดุธรรมชาติในการเผาไหม้ อุณหภูมิเบาปูนแม่พิมพ์ และอุณหภูมิการไหลของน้ำโลหะ การนำวัสดุที่หาเก็บได้จากธรรมชาติโดยไม่ต้องซื้อหา ไม่ต้องจ้างช่างขึ้นต้นแบบ สามารถนำเข้าสู่กระบวนการล่อได้ทันที จึงกลายเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ช่วยลดต้นทุน และประหยัดเวลาในการผลิตชิ้นงานได้ในระดับหนึ่ง

2.3.1.2 เหตุที่มาจากปัญหาด้านกระบวนการผลิตสู่ความต้องการลดต้นทุน และประหยัดเวลาในการผลิต

ในกระบวนการผลิตเครื่องประดับเชิงอุตสาหกรรมปัญหาที่พบมากที่สุดจะเป็น ขั้นตอนการทำแม่พิมพ์หล่อ และการหล่อโลหะ ได้แก่ ตามด รูพรุน รอยแตก หรือผ้าที่ผิวงาน ฯลฯ เมื่อเกิดปัญหาในลักษณะเช่นนี้แล้ว บ่อยครั้งต้องใช้เวลาในการแก้ไขปรับแต่งชิ้นงานให้ผ่านตามาตรฐาน และอาจมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแก้ไข จึงกลายเป็นอีกสาเหตุของปัญหาด้านต้นทุนราคาสูงขึ้น สิ้นเปลืองเวลามากขึ้น ฉะนั้นรูปลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการหล่อวัสดุธรรมชาติประหยัดต้นทุน สามารถปรับเปลี่ยนพื้นผิวงานที่มีลักษณะรูพรุน รอยแตกร้าว เป็นผ้าให้กลายเป็นส่วนหนึ่งของพื้นผิวจากธรรมชาติที่ไม่จำเป็นต้องขัดแต่งมากนัก แต่มีความงามตามแบบฉบับธรรมชาติ สามารถช่วยลดต้นทุนในการแก้ไขชิ้นงาน และประหยัดเวลาในการนำเข้าสู่ขั้นตอนถัดไปได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

2.3.1.3 เหตุที่มาจาก การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคมสู่ความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ยั่งยืน

การเจริญเติบโตของเทคโนโลยีที่นับวันจะมีบทบาทและกระทบต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นทุกขณะ ซึ่งมาพร้อมกับ 2 กระแสสังคมที่กำลังมาแรง แผ่ขยายไปทั่วโลก คือ แนวคิดการพัฒนาด้านจิตใจ และแนวคิดการรักและหวนกลับไปสู่ธรรมชาติ ดังจะเห็นได้จากการลดจำนวนลงของร้านหนังสือ หรือจำนวนเล่ม ในหลายๆ แขนงความรู้ แต่น่าแปลกใจว่า หนังสือว่าด้วยเรื่องการพัฒนาตนเองจากภายในจิตใจและระบบความคิด กลับไม่ลดถอยลงมีแต่จะเพิ่มมูลค่า การซื้อขายมากขึ้นทุกวัน แสดงให้เห็นว่าทุกวันนี้ผู้คนต่างให้ความสำคัญกับเนื้อหา หรือสิ่งที่อยู่ภายในมากกว่าที่จะเป็นการมองเพียงเปลือกนอก สนใจที่จะเรียนรู้ และเข้าใจตนเอง พร้อมกับการสร้างมุมมองใหม่ที่มีต่อสิ่งรอบข้างให้ลึกลงไปในระดับแนวคิด อารมณ์ และความรู้สึก เพื่อประโยชน์ในด้านธุรกิจ และจิตใจ โดยจะเห็นได้จากครั้งหนึ่งในอดีตการโฆษณาสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ แคมีเพียงภาพ ชื่อและข้อความที่เกี่ยวกับสินค้าเพียงเล็กน้อยก็เพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้านั้นๆ แต่ทุกวันนี้ การทำเช่นนั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคอีกต่อไป จึงเกิดกระแสสินค้าต้องมี Content หรือเรื่องราวที่มาที่ไป อาจกล่าวถึง Inspiration และ Concept ของงานด้วยจึงจะจับอารมณ์และเข้าถึงใจคนได้ ดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่า ไม่เพียงแต่วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเท่านั้น ศิลปะ และวาทกรรม ก็ได้เพิ่มบทบาทการดำเนินธุรกิจ และชีวิตประจำวันมากขึ้น เทคโนโลยีอาจให้ความสะดวกสบาย ความทันสมัย แต่ศิลปะและวาทกรรมให้ความคิดที่ทรงคุณค่าเติมพลังให้กับชีวิต อีกแนวคิดหนึ่งที่กลายเป็นกระแสไปทั่วโลกเช่นกัน คือ การหันกลับไปสู่ชีวิตที่ให้ความสำคัญ สัมผัสกับธรรมชาติมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกระแสการใช้พลังงานทางเลือกที่เป็นพลังงานบริสุทธิ์เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ความนิยมรับประทานอาหารที่ไม่มีสารพิษตกค้าง อย่างผักออร์แกนิก (Organic) เพื่อให้มีสุขภาพที่แข็งแรง การท่องเที่ยวเชิงนิเวศวิทยาเพื่อสัมผัสกับผืนป่าและชีวิตในธรรมชาติให้เกิดความรัก

เข้าใจถึงชีวิตมนุษย์ว่าจำเป็นต้องพึ่งพาธรรมชาติ ดังคำกล่าวที่ว่า ยิ่งมนุษย์มีความสัมพันธ์ และใกล้ชิดกับเทคโนโลยีมากขึ้นเท่าไร จิตใจก็ยิ่งโหยหาอยากเข้าถึงธรรมชาติที่แท้จริง และสิ่งดึงดูดชีวิตมากขึ้นเท่านั้น ปรากฏการณ์เหล่านี้อาจมีสาเหตุที่ต้องการหลีกเลี่ยงจากความวุ่นวายของเมือง หรือจากแรงกดดันที่กำลังเผชิญอยู่ การนำเสนอวิธีการผลิตที่ใช้วัสดุธรรมชาติ สร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ให้มุมมองต่อชีวิต ตระหนักถึงคุณค่าของธรรมชาติ ย่อมเป็นการก้าวทันกระแสสังคมที่กำลังเปลี่ยนไป และในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา Creative Economy หรือเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่หลายๆ ประเทศทั่วโลก กำลังใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจของตน เพราะการพึ่งพาอุตสาหกรรมแบบการผลิตเน้นจำนวนมาก หรือ Mass Production ที่แข่งขันลดต้นทุน และแรงงานให้ต่ำที่สุดเท่าที่ทำได้กำลังมาถึงจุดเปลี่ยน แนวทางเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยระบบความคิดสร้างสรรค์จึงกลายเป็นหนทางก้าวสู่เศรษฐกิจยุคใหม่ ศตวรรษที่ 21 ในปี พ.ศ. 2557 อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ (Creative Industries) ของประเทศไทย มีมูลค่ากว่า 1.61 ล้านล้านบาท คิดเป็น 13.18 เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ในส่วนของกลุ่มงานฝีมือและหัตถกรรมมีมูลค่า 87,306 ล้านบาท จึงเกิดเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาโครงสร้างเศรษฐกิจและระบบตลาดภายในประเทศของภาครัฐ โดยจะให้มีการจัดตั้ง Innovation Hub เพื่อผลักดันผลงานสร้างสรรค์ ที่เน้นการเพิ่มมูลค่าจากศิลปะ วัฒนธรรม อาหาร การออกแบบ และความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้อุตสาหกรรมบริการเป็นฐานและเสริมด้วยเทคโนโลยี ประสานกับอัตลักษณ์ของแต่ละภูมิภาค ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการผลิตแบบใหม่ที่เข้ากับทักษะฝีมือดั้งเดิมอย่างเหมาะสม

ดังนั้นแนวทางการนำเสนอวิธีการหล่อวัสดุธรรมชาติประหยัดต้นแบบจึงเป็นรูปแบบงานที่สอดคล้องแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติในปัจจุบัน ที่เป็นการนำเทคโนโลยีการหล่อโลหะแบบซีฟิงผสานกับข้อดีของวัสดุธรรมชาติ ออกมาเป็นชิ้นงานสร้างสรรค์เชิง “นวัตศิลป์” ซึ่งจัดว่าเป็นผลิตผลจากการใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์เชิงศิลปะ สอดคล้องแนวคิดกับความต้องการพัฒนาด้านจิตใจให้สูงขึ้นเพื่อสัมผัสความสุขภายใน ตระหนักถึงคุณค่าและความงามของธรรมชาติ นอกจากนี้การนำเสนอกระบวนการหล่อโลหะที่สามารถตัดขั้นตอนการทำต้นแบบ หรือมองข้ามข้อบกพร่องบางประการของผลิตภัณฑ์ได้ย่อมเป็นผลดีต่อการดำเนินธุรกิจ โดยเฉพาะกลุ่มผู้ประกอบการขนาดเล็ก และกลุ่มผู้ประกอบการใหม่ อย่าง Start Up ซึ่งจะสามารถลดต้นทุนการผลิต และประหยัดเวลา เพิ่มโอกาสในการประสบความสำเร็จธุรกิจได้มากขึ้น

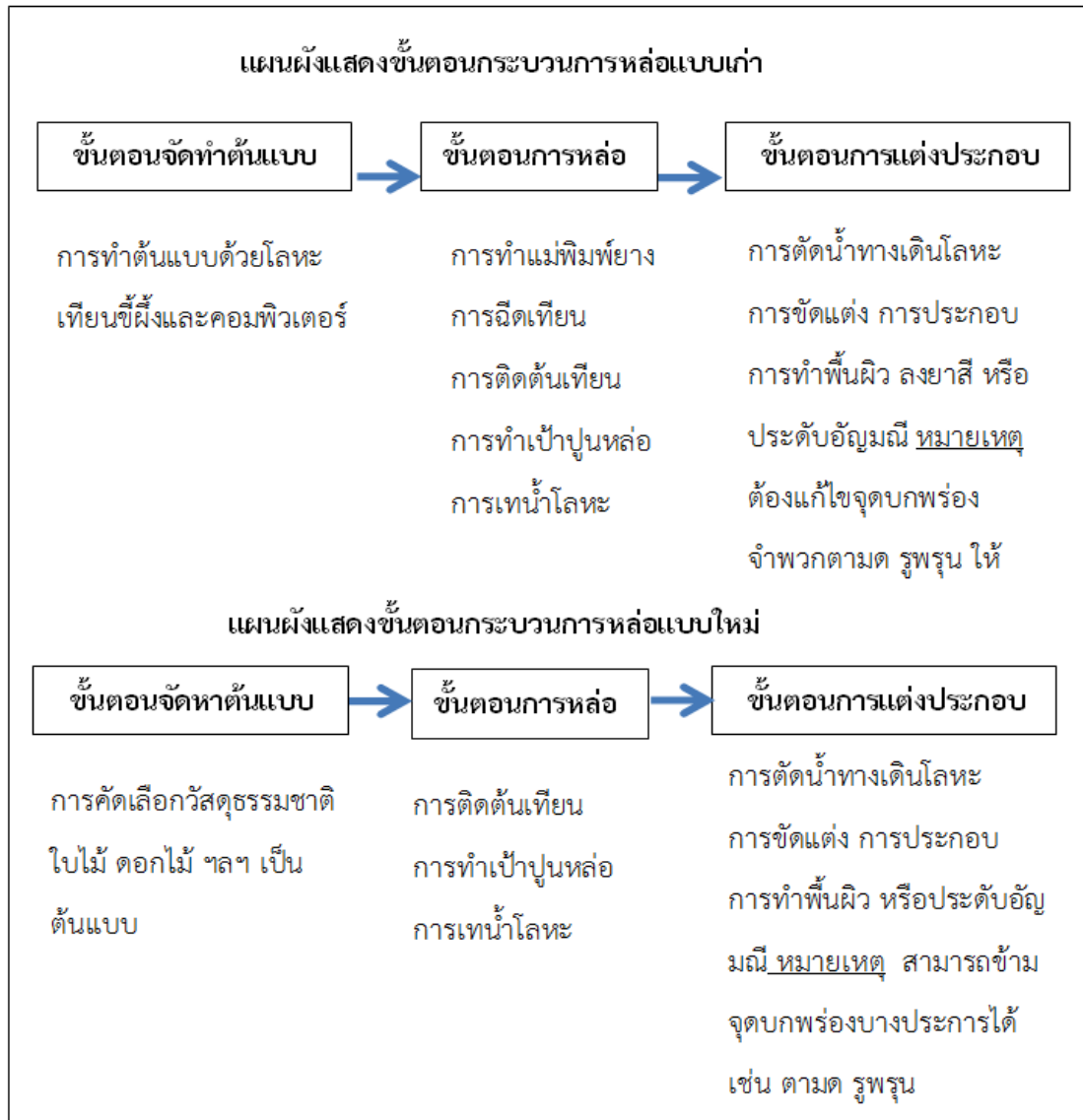
2.3.2 แนวคิดและคุณค่าการหล่อวัสดุธรรมชาติประหยัดต้นแบบ

2.3.2.1 แนวคิดและคุณค่าด้านธุรกิจ

การหล่อวัสดุธรรมชาติประหยัดต้นแบบ เป็นการนำเสนอวิธีการหล่อโลหะแบบการนำวัสดุจากธรรมชาติมาหล่อแทนต้นแบบที่ถูกสร้างขึ้นจากช่างฝีมือ เป็นการลดต้นทุน และเวลาใน

การผลิต วิธีการศึกษา และคัดเลือกสมบัติที่เหมาะสมของวัสดุธรรมชาติจำพวกใบไม้ ดอกไม้ และอื่นๆ ใช้หลักการวิจัยเชิงทดลอง สังเกต และบันทึกผลที่เกิดขึ้นจากการผลิตแต่ละขั้นตอน จนสามารถระบุได้ว่าวัสดุธรรมชาติชนิดใด ลักษณะใด มีสมบัติเหมาะสมกับการหล่อ เช่น รูปทรง ลวดลาย ความสวยงาม ความแข็งแรง ไม่บางหรืออ่อนเกินไป ซึ่งเมื่อให้ความร้อนแล้วถูกเผาไหม้ไม่เหลือกากผง ได้โพรงแบบที่สมบูรณ์ หล่อแล้วได้ชิ้นงานเหมือนต้นแบบจากธรรมชาติทุกประการ และเนื่องจากเป็นรูปแบบและโครงสร้างเหมือนธรรมชาติอาจสามารถมองข้ามข้อบกพร่องบางจุดที่เกิดขึ้นจากการหล่อ เช่น ตามด รุพูน ฝ้า รอยแตกรอยร้าว ให้ปรับมุมมองเป็นว่าข้อบกพร่องเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของความเป็นธรรมชาติที่ไม่อาจหาความสมบูรณ์แบบได้ ส่งผลให้สามารถนำชิ้นงานเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตชิ้นงานอื่นได้รวดเร็วประหยัดเวลาได้มากขึ้น ลดความยุ่งยากในขั้นตอนได้ในระดับหนึ่ง แนวคิดการนำวัสดุธรรมชาติมาใช้เป็นต้นแบบสำหรับการหล่อชิ้นงานโลหะโดยตรง ผนวกเข้ากับการใช้เทคนิคเชิงช่างเครื่องประดับหรือเทคนิคพื้นบ้าน เป็นรูปแบบการหล่อที่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก สามารถนำไปพัฒนาเป็นสินค้าสำหรับธุรกิจเชิงสร้างสรรค์ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ (Thailand 4.0) ที่ผลักดันให้มีการใช้เทคโนโลยี ร่วมกับศิลปะและความคิดสร้างสรรค์เป็นฐานในการพัฒนา อีกทั้งยังเป็นวิธีการผลิต และรูปแบบชิ้นงานที่ส่งเสริมธุรกิจขนาดย่อม หรือกลุ่มธุรกิจใหม่ เพราะจะช่วยลดต้นทุน และเวลาในการผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างความสนใจให้กับผู้บริโภคที่ต้องการเครื่องประดับร่างกาย ของตกแต่งบ้านเรือนในรูปแบบดอกไม้ใบไม้โลหะปักแจกัน หรือเป็นของประดับตกแต่งผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีรูปลักษณะและกลิ่นอายจากธรรมชาติ

ผู้วิจัยได้จัดรูปแบบการผลิตเครื่องประดับเชิงอุตสาหกรรมด้วยกระบวนการหล่อไว้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการจัดทำต้นแบบ ขั้นตอนการหล่อ และขั้นตอนการแต่งประกอบ โดยวิธีการผลิตแบบทั่วไปจะครบ 3 ขั้นตอนดังที่กล่าวมา แต่สำหรับวิธีการใหม่แบบการหล่อวัสดุธรรมชาติ ประหยัดต้นแบบที่นำเสนอนี้จะตัดขั้นตอนแรก คือ ขั้นตอนการจัดทำต้นแบบ จากการจ้างช่างฝีมือเป็นการจัดหาวัสดุจากธรรมชาตินำมาศึกษาและทดลองหล่อจนได้ชิ้นงานโลหะที่สมบูรณ์เหมือนต้นแบบ สามารถเพิ่มความเข้าใจรูปแบบกระบวนการหล่อวัสดุธรรมชาติประหยัดต้นแบบ โดยการเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตรูปแบบเก่า ดังที่ปรากฏในแผนผังด้านล่างนี้



ภาพที่ 18 ขั้นตอนกระบวนการหล่อแบบเก่า-ใหม่

2.3.2.2 แนวคิดและคุณค่าเชิงด้านสังคม

รูปแบบกระบวนการผลิต และผลงานสำเร็จของกระบวนการหล่อวัสดุธรรมชาติประหยัดต้นแบบ เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สอดคล้อง ส่งเสริมกระแสแนวคิดเกี่ยวกับการนำคุณค่าและความงามจากทรัพยากรในธรรมชาติมาทำให้กลายเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตผู้คนในสังคม สร้างมุมมองเกี่ยวกับการดำเนินชีวิตที่เข้าใจ เข้าถึง เคารพ และเห็นความจำเป็นในการอยู่ร่วมกับธรรมชาติ ปราบกฎการณ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นจากแนวคิดทำนองนี้มีให้เห็นมากมาย ตัวอย่างเช่น กิจกรรมท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เพื่อให้ผู้คนได้เข้าไปเรียนรู้ สัมผัสชีวิตในป่า เกิดทัศนคติที่ดี รัก และ

หวงแหงนธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือจากการที่เจ้าของสินค้าบางแบรนด์นำไม้มาทำเป็นเครื่องครัวต่างๆ เกิดเป็นความนิยมชมชอบในความเป็นธรรมชาติของผู้บริโภคจนกลายเป็นสินค้าที่มีมูลค่าหลายร้อยล้านบาท รวมทั้งกลุ่มสินค้าเฟอร์นิเจอร์มีขายกันในห้างร้านชั้นนำต่างๆ เช่น โคมโพรที่มีการนำโต๊ะเก้าอี้ ชั้นวางของที่มีลักษณะเป็นสีเนื้อไม้ ทั้งๆที่เนื้อแท้เป็นเพียงไม้อัดแต่การทำให้วัสดุสังเคราะห์อย่างลามิเนตให้มีสีสันทันและลวดลายเหมือนธรรมชาติกลายเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แม้แต่เรื่องของอาหารกับความนิยมรับประทานผักปลอดสารพิษ อันเป็นผลมาจากความชื่นชอบเห็นถึงคุณค่าของผลผลิตจากธรรมชาติไร้ซึ่งสิ่งเจือปนที่เป็นพิษต่อร่างกายอันเป็นผลมาจากฝีมือมนุษย์ เป็นต้น ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าผู้ที่จะสามารถทำให้สิ่งรอบตัวเกิดประโยชน์ สร้างคุณค่าสำหรับตัวเองและสังคมนั้นต้องเป็นผู้ที่แสวงหาความรู้ พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่เสมอ

นอกจากนี้แล้วยังเป็นวิธีการอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ที่แฝงไปด้วยปรัชญาที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังของงาน ว่าทุกสิ่งในธรรมชาติเป็นอนันตตา คือ เกิดขึ้น ตั้งอยู่ และดับไป ไม่มีสิ่งใดยั่งยืนเหมือนกับดอกไม้ ใบไม้ ไม่นานจะเหี่ยวเฉา และสูญสลายไป จะเหลือก็แต่เพียงรูปลักษณะที่สวยงามของธรรมชาติจากการสำเนาไว้ด้วยวิธีหล่อวัสดุธรรมชาติ เป็นการบันทึกช่วงเวลาหนึ่ง สภาพหนึ่ง สถานะหนึ่ง ก่อนที่มันจะสูญสลายไปตามกาลเวลา เป็นการทำให้เรามีเวลาได้มองเห็นได้สัมผัส ณ ช่วงเวลานั้นเหมือนกับการหยุดช่วงเวลาไว้ ให้เราได้สังเกตและเรียนรู้รายละเอียดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติ การยอมรับความจริงในธรรมชาติ หันกลับมามองตัวเอง และเข้าใจความเป็นจริงของโลกว่า ทุกสิ่งบนโลกนี้ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่เป็นรูปธรรมอย่างร่างกาย นามธรรมอย่างตำแหน่งยศถาบรรดาศักดิ์ไม่สามารถคงอยู่เป็นอมตะ ย่อมเป็นหนทางของการมีชีวิตอยู่อย่างมีความสุขอัมเมใจ

ท้ายที่สุดแล้วความรู้ ทักษะ และแนวคิดเหล่านี้จะกลายเป็นสิ่งที่ทำให้รู้จักพึ่งพาตัวเอง เคารพตัวเอง ภูมิใจในตัวเอง เป็นพลัง และภูมิใจกันสำหรับการดำเนินชีวิตที่นับวันจะต้องพบกับการแข่งขัน การเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่รุนแรงอย่างไม่เคยเป็นมาในเหมือนครั้งในอดีต

2.3.3 หลักการและทฤษฎีการหล่อวัสดุธรรมชาติ

การสร้างองค์ความรู้ด้านการหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ เป็นกระบวนการทดลองเพื่อศึกษาถึงการปรับเปลี่ยนต้นแบบหล่อจากเทียนขี้ผึ้ง ที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของมนุษย์มาเป็นต้นแบบหล่อจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ใบไม้ ดอกไม้ ก้อนหิน หรือเปลือกหอยที่ต้องการถ่ายทอดรูปลักษณะทางกายภาพไม่ว่าจะเป็น รูปร่างรูปทรงหรือลวดลายไปสู่แม่พิมพ์หล่อทุกประการ เพื่อถ่ายทอดความงดงามจากการสร้างสรรค์ของธรรมชาติ วิธีการนำวัสดุธรรมชาติมาเป็นต้นแบบในการทำแม่พิมพ์แบบหล่อ แบ่งได้ 2 รูปแบบ

2.3.3.1 การหล่อแม่พิมพ์แบบไม่ทำลายต้นแบบ คือ การนำวัสดุต้นแบบมา เททับต้นแบบแม่พิมพ์ที่มีสถานะเป็นของแข็ง หรือคงรูปทรง อาจจะเป็นต้นแบบจากวัสดุธรรมชาติ เช่น เมล็ดพืช เปลือกหอย หรืออาจเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น จำพวกโมเดลต่างๆ เช่น โมเดลซูเปอร์ฮีโร่ แมลง สัตว์ ผลไม้ ฯลฯ เมื่อแม่พิมพ์แห้งแล้วจะสามารถแกะออกมาโดยไม่ทำลายต้นแบบ สามารถเก็บไว้ใช้ต่อได้ตัวอย่างเช่น การหล่อแม่พิมพ์แบบหล่อจากยางซิลิโคน เป็นต้น



ภาพที่ 19 การทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคนหน้าเดียว Pouring Block Mold

ที่มา : รุ่งอรุณ, ทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคนหน้าเดียว, เข้าถึงเมื่อ 25 กันยายน 2560, เข้าถึงได้จาก <https://www.resinrungart.com/content/15081>

2.3.3.2 การหล่อแม่พิมพ์แบบทำลายต้นแบบ เป็นการใช้แบบหล่อครั้งเดียว กระสวนใช้ครั้งเดียว คือ การนำต้นแบบมนุษย์สร้างขึ้น หรือต้นแบบจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถเผาหรือต้มให้ละลายหรือละลายอย่างสิ้นซาก จนได้แม่พิมพ์สำหรับการหล่อชิ้นงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแม่พิมพ์สำหรับหล่อโลหะ มีตัวอย่าง 3 วิธี ดังนี้

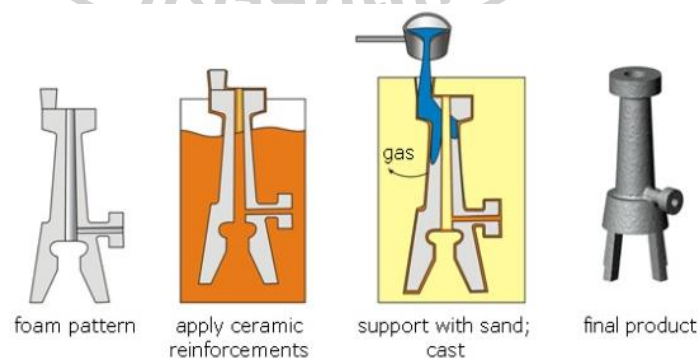
1. Lost wax casting หรือที่เรียกว่า การหล่อเผาขี้ผึ้งหาย เป็นการนำปูนมา เททับต้นแบบหรือกระสวน จากนั้นทำการเผาหรือนึ่งไอน้ำทำให้เทียนละลายให้เหลือแต่แม่พิมพ์แบบหล่อหรือโพรงแบบเพื่อทำการหล่อโลหะต่อไป



ภาพที่ 20 Stages of the Lost Wax Process for molding glass.

ที่มา : D&L art glass supply, **Stages of the Lost Wax Process for molding glass**, accessed October 12, 2017, available from <https://www.dlartglass.com/product/detail/casting-wax-slab>

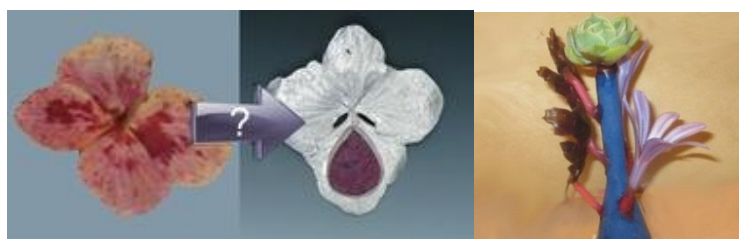
2. Lost foam casting หรือที่เรียกว่า การหล่อแบบโฟมหาย เป็นการใช้ กระสวนซึ่งทำมาจากโฟมแบบโพลีสไตรีน (Polystyrene) สามารถระเหยเมื่อสัมผัสกับน้ำโลหะ เมื่อนำมาใช้ในการหล่อโลหะ จะเป็นการใช้แล้วทิ้ง เพราะเมื่อทำแบบหล่อทรายขึ้นมา กระสวนจะ ยังคงอยู่ในแบบหล่อทรายนั้น จนกระทั่งถึงเวลาเทน้ำโลหะลงในแบบทราย น้ำโลหะจะทำลาย กระสวนสลายกลายเป็นไอ ข้อดีคือ ได้ขนาดที่แม่นยำ ไม่มีครีบ ผิวเรียบสวย ลดขั้นตอน ต้นทุน และ แรงงาน ในการตกแต่งชิ้นงาน (ไพศาล สมประกิจ, 2556: 3)



ภาพที่ 21 การหล่อแบบโฟมหาย

ที่มา : www.slideshare.net, **Lost Foam Casting**, accessed October 12, 2017, available from <https://www.slideshare.net/aslam1992/u2-p-casting-processes>

3. Organic casting คือการหล่อจากแม่พิมพ์ต้นแบบธรรมชาติ โดยการนำต้นแบบจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ใบไม้ ดอกไม้ มาติดกับต้นเทียน แล้วเข้าสู่กระบวนการหล่อ เช่นเดียวกับ การหล่อเผาซีเมนต์ ซึ่งจะได้แม่พิมพ์หล่อหรือโพรงแบบหล่อเหมือนต้นแบบวัสดุธรรมชาตินั้นๆ แต่โอกาสเกิดความเสียหายระหว่างหล่อสูง ขึ้นอยู่กับความชำนาญ เทคนิคเฉพาะตัวของช่างหล่อ (Carina Rossner, Organics Casting Organics in 13 Simple Steps)



ภาพที่ 22 ต้นแบบธรรมชาติ ชิ้นงานโลหะ และต้นเทียนธรรมชาติ

ที่มา : Rossner Carina, **Organics Casting Organics in 13 Simple Steps**, accessed October 5, 2017, available from <http://carinarossner.com/caor1.html>

2.4 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 การวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการหล่อในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ

เพ็ญศรี ทองนพคุณ (2554) การหล่อแบบอินเวสต์เมนต์ หรือการหล่อแบบเผาซีเมนต์ขึ้นหอยเป็นกระบวนการผลิตตัวเรือนในอุตสาหกรรมเครื่องประดับที่นิยมใช้มากที่สุด ประเด็นปัญหาที่มักเกิดขึ้น คือ ผิวชิ้นงานมัวหมอง ผิวงานผุ เป็นรูตามด ผิวงานเป็นคราบน้ำ เป็นต้น โดยประเด็นปัญหาเหล่านี้ ไม่มีการวิเคราะห์หาสาเหตุอย่างจริงจัง แต่จะเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของพนักงานในแต่ละวัน โดยไม่คำนึงถึงต้นทุนแรงงาน พลังงาน และเวลาที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีข้อเสียจากกระบวนการหล่อก็นำมาหล่อใหม่ งานวิจัยนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสภาพการผลิต ปัญหาการผลิต ข้อบกพร่องในชิ้นงานการผลิตที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการ ใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาชิ้นงานหล่อที่เกิดขึ้น และเป็นแนวคิดในการหาทางป้องกันปัญหาข้อบกพร่องที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อลดข้อเสีย ลดต้นทุนการผลิต และพัฒนาคุณภาพชิ้นงาน จากผลการวิจัยพบว่า ปัญหาการผลิตส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก ปัญหากระบวนการผลิตที่เป็นปัญหาหลัก คือ การทำแม่พิมพ์หล่อและการหล่อโลหะ กรณีการฉีดเทียนและติดต้น การทำต้นแบบและแม่พิมพ์ยาง เป็นปัญหาลำดับรองลงมาตามลำดับ สำหรับข้อบกพร่องในชิ้นงานการผลิตที่พบมาก เป็นข้อบกพร่องที่พบในชิ้นงานหล่อ มีถึง 12 ลักษณะ ข้อบกพร่องที่พบในชิ้นงานเทียน 6 ลักษณะ และข้อบกพร่องที่พบในชิ้นงานต้นแบบและแม่พิมพ์ยาง

2 ลักษณะ โดยข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละลักษณะ และทั้งได้จัดทำตัวอย่างกรณีศึกษาสำหรับข้อบกพร่องในชิ้นงานการผลิตลักษณะต่าง ๆ รวม 25 กรณีศึกษา

2.4.2 การพัฒนาการหล่อโลหะให้ผิวเรียบโดยกรรมวิธี Lost Foam

บรรเลง ศรีนิล และคณะ (2533) เนื่องจากประเทศไทยประสบปัญหาขาดดุลการค้าเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำเข้าสินค้าทุน อันได้แก่ เครื่องมือ เครื่องจักรกล มาใช้ในกระบวนการผลิตต่าง ๆ มีเครื่องมือเครื่องจักรกลหลายรายการที่น่าจะสามารถผลิตขึ้นใช้เองในประเทศ และสามารถพัฒนาต่อไปเป็นสินค้าส่งออกได้ ปัญหาสำคัญในการผลิตเครื่องจักรกล ก็คือการผลิตชิ้นส่วนประกอบให้มีความละเอียดแม่นยำ และต้นทุนต่ำ มีชิ้นส่วนเครื่องจักรกลหลายรายการสามารถผลิตได้โดยการหล่อโลหะ ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็วประหยัดเวลาในการตัดเฉือน (Machining) แต่คุณภาพในงานหล่อในประเทศไทยในปัจจุบันยังไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร สำหรับงานหล่อผิวเรียบที่ทำกันมาดั้งเดิมใช้กรรมวิธีหล่อซีพิง แต่ก็มีปัญหาในเรื่องความคงรูป เนื่องจากอุณหภูมิสูง ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเอาโฟมมาทำกระสวนแทนซีพิง ซึ่งมีความทนต่ออุณหภูมิได้สูงกว่ามีความคงรูปดีกว่า ซึ่งเรียกว่า หล่อโดยวิธี Lost Foam

2.4.3 Casting Organics in 13 Simple Steps

เว็บไซต์ Carina Rossner Organics ได้เขียนถึงขั้นตอนหล่อต้นแบบจากวัสดุธรรมชาติพร้อมแสดงตัวอย่างชิ้นงานสำเร็จ ในชื่อเรื่อง Casting Organics in 13 Simple Steps เป็นการเขียนบรรยายถึงขั้นตอนการหล่อวัสดุธรรมชาติ ตัวอย่างในที่นี้เป็นดอกไม้สด และใบไม้ มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกวัสดุต้นแบบธรรมชาติ ที่มีลักษณะทางกายภาพ เช่นพื้นผิว ลวดลาย และรูปร่างรูปทรง น่าสนใจ
 2. เพิ่มความหนาให้กับวัสดุทดลองกรณีบางเกินไป ซึ่งต้องมีความหนาน้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร จึงจะได้ผลดีในการหล่อ
 3. ตัดก้านทางเดินนำโลหะให้กับใบไม้ ดอกไม้ แล้วนำไปติดกับต้นเทียน
 4. ครอบต้นช่อเทียนดอกไม้ด้วยเปลือกโลหะหล่อบนฐานยาง
 5. ทำการเทปูน
 6. นึ่งไล่เทียนหรือเผาไล่เทียน และอบเข้าปูน
 7. หลอมโลหะ
 8. หล่อโลหะ
 9. ทำลายพิมพ์ปูน
 10. แกะงาน
 11. ตัดก้านออกและทำความสะอาด
 12. ตัดแต่งเก็บน้ำหนัก
 13. ชัดเงา ชุบ ผึงพลอย
- ชิ้นงานสำเร็จ



ภาพที่ 23 Casting Organics in 13 Simple Steps

ที่มา <http://carinarossner.com/caor1.html>



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 หลักการและทฤษฎีการหล่อวัสดุธรรมชาติที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีว่าด้วยการหล่อวัสดุธรรมชาติด้วยวิธีการหล่อแบบเหวี่ยง ทำให้พบว่าการหล่อวัสดุธรรมชาตินั้นมีกระบวนการที่ใช้วิธีเดียวกับการหล่อแบบทำลายต้นแบบ เช่น การหล่อแบบซีเมนต์หยาบ และการหล่อแบบโฟมหยาบ คือ การนำต้นแบบมาเททับด้วยปูน และเมื่อปูนได้รับความร้อนถึงจุดหนึ่ง จะทำให้ต้นแบบประเภทเทียนละลายออกจากโพรงแบบทางช่องทางเดินน้ำโลหะ ส่วนต้นแบบโฟมนั้นจะเผาไหม้กลายเป็นไอหรือก๊าซเมื่อได้รับความร้อนจากน้ำโลหะ สำหรับต้นแบบจากธรรมชาติจะเป็นการให้ความร้อนที่ปูนเหมือนวิธีการหล่อซีเมนต์และจะถูกเผาไหม้กลายเป็นไอหรือก๊าซเหมือนกับการหล่อต้นแบบโฟม เพราะฉะนั้นวัสดุต้นแบบและอุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้กระบวนการเผาไหม้ต้นแบบวัสดุธรรมชาติเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

3.1.1 การสร้างสรรค์ศิลปะจากวัสดุธรรมชาติ

ศิลปะกับธรรมชาติ ธรรมชาติ (Natural) หมายถึง สิ่งที่ปรากฏให้เห็นตามวัฏจักรของระบบสุริยะ โดยที่มนุษย์มิได้เป็นผู้สรรค์สร้างขึ้น เช่น กลางวัน กลางคืน เดือนมืด ค่ำเดือนเพ็ญ ภูเขา น้ำตก ถือว่าเป็นธรรมชาติ หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติความหมายของศิลปะ การแสดงออกมาให้ปรากฏขึ้นได้อย่างน่าพิงชม และเกิดอารมณ์สะเทือนใจศาสตราจารย์ศิลป์ พีระศรี ให้ความหมายของศิลปะ หมายถึง งานที่ต้องใช้ความพยายามด้วยฝีมือและความคิด เช่น ตัดเสื้อ สร้างเครื่องเรือน ปลูกต้นไม้ เป็นต้น และเมื่อกล่าวถึง งานทางวิจิตรศิลป์ หมายถึงงานอันเป็นความภาคภูมิใจของมนุษย์ นอกจากต้องใช้ความพยายามด้วยมือ ด้วยความคิด แล้วต้องมีการพวยพุ่งแห่งพุทธิปัญญาและจิตออกมา

3.1.1.1 Raku Inoue ศิลปินชาวญี่ปุ่น ได้สร้างสรรค์งานศิลปะจากวัสดุธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นดอกไม้ ใบไม้ รวมไปถึงวัสดุธรรมชาติอื่นๆ เขาได้นำวัสดุเหล่านี้มาจัดเรียงให้เหมือนแมลง สายพันธุ์ต่าง ๆ และได้แบ่งปันภาพชิ้นงานผ่านทางอินสตาแกรม reikan_creations



ภาพที่ 24 ตัวอย่างผลงานของ Raku Inoue

ที่มา : <http://realmetro.com>

4.3.2 Susanna Bauer เธอใช้เทคนิคการถักโครเชทในการสร้างผลงานประติมากรรมจากใบไม้ที่บอบบาง ซึ่งรูปลักษณะของผลงานแสดงถึงสมดุล ระหว่าง ความบอบบาง และความแข็งแกร่ง โดย Bauer ได้เขียนไว้ในเว็บไซต์ของตัวเอง “ความอ่อนโยน และความตึงเครียด ในความสัมพันธ์ของมนุษย์ เป็นความงดงามของธรรมชาติ ที่ไม่จืดจางยั่งยืน สามารถพบได้ในรายละเอียดที่เล็กที่สุด มีช่องโหว่ และความยืดหยุ่นที่สามารถถ่ายโอนไปยังธรรมชาติโดยรวม”

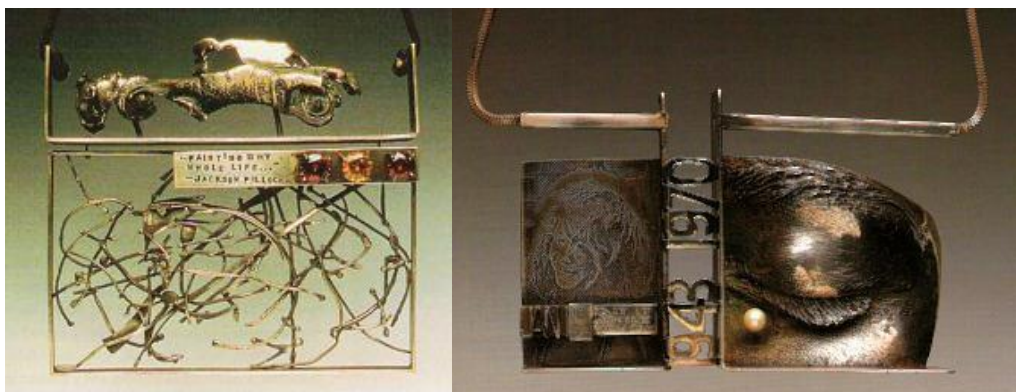


ภาพที่ 25 ตัวอย่างผลงานของ Susanna Bauer

ที่มา : <https://www.ignant.com/2015/06/19/crocheted-leaf-art-by-susanna-bauer/>

3.1.2 การสร้างสรรค์ผลงานจากงานหล่อโลหะ เป็นการนำโลหะมาหลอม,หล่อและสร้างสรรค์ให้เกิดมุมมองทางศิลปะ พบตั้งแต่สมัยอดีตจนถึงปัจจุบันจนกลายเป็นเครื่องประดับได้แก่

3.1.2.1 Don Tompkins ศิลปินเครื่องประดับชาวอเมริกันที่รู้จักจากผลงานไหวพริบและการเสียดสีของเขานับพื้นฐานของวัตถุการแกะสลักภาพองค์ประกอบการหล่อ ผลงานส่วนใหญ่เป็นการหล่อโลหะแล้วนำเสนอผลงานในรูปแบบเครื่องประดับ



ภาพที่ 26 ภาพแสดงตัวอย่างผลงานของ Don Tompkins

ที่มา : <https://www.ganoksin.com/article/work-don-tompkins/>

3.1.2.2 Richard Mawdsley ชาร์ตมัลส์เลย์เป็นศิลปินชาวอเมริกันที่รู้จักกันในงาน Metalmithing โดยเฉพาะเรื่องเล่าเกี่ยวกับประติมากรรมและภาชนะที่ทำจากท่อโลหะมีค่าพื้นเพองเกียร์และส่วนประกอบทางกล มาหล่อและประกอบให้เกิดเป็นเครื่องประดับในรูปแบบใหม่



ภาพที่ 27 ตัวอย่างผลงานของ Richard Mawdsley

ที่มา : <https://americanart.si.edu/artwork/feast-bracelet-16609>

3.1.2.3 J. Fred Woell เป็นช่างโลหะชาวอเมริกันผู้เชี่ยวชาญในการรวบรวมวัตถุที่พบในงานโลหะของเขา เขาได้รับปริญญาด้านเศรษฐศาสตร์จากมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ นำของเล่นพลาสติก กิ่งไม้และอื่นๆ มาหล่อและประกอบสร้างร่วมกับวัสดุอื่นๆ เป็นเครื่องประดับ



ภาพที่ 28 ตัวอย่างผลงานของ J. Fred Woell

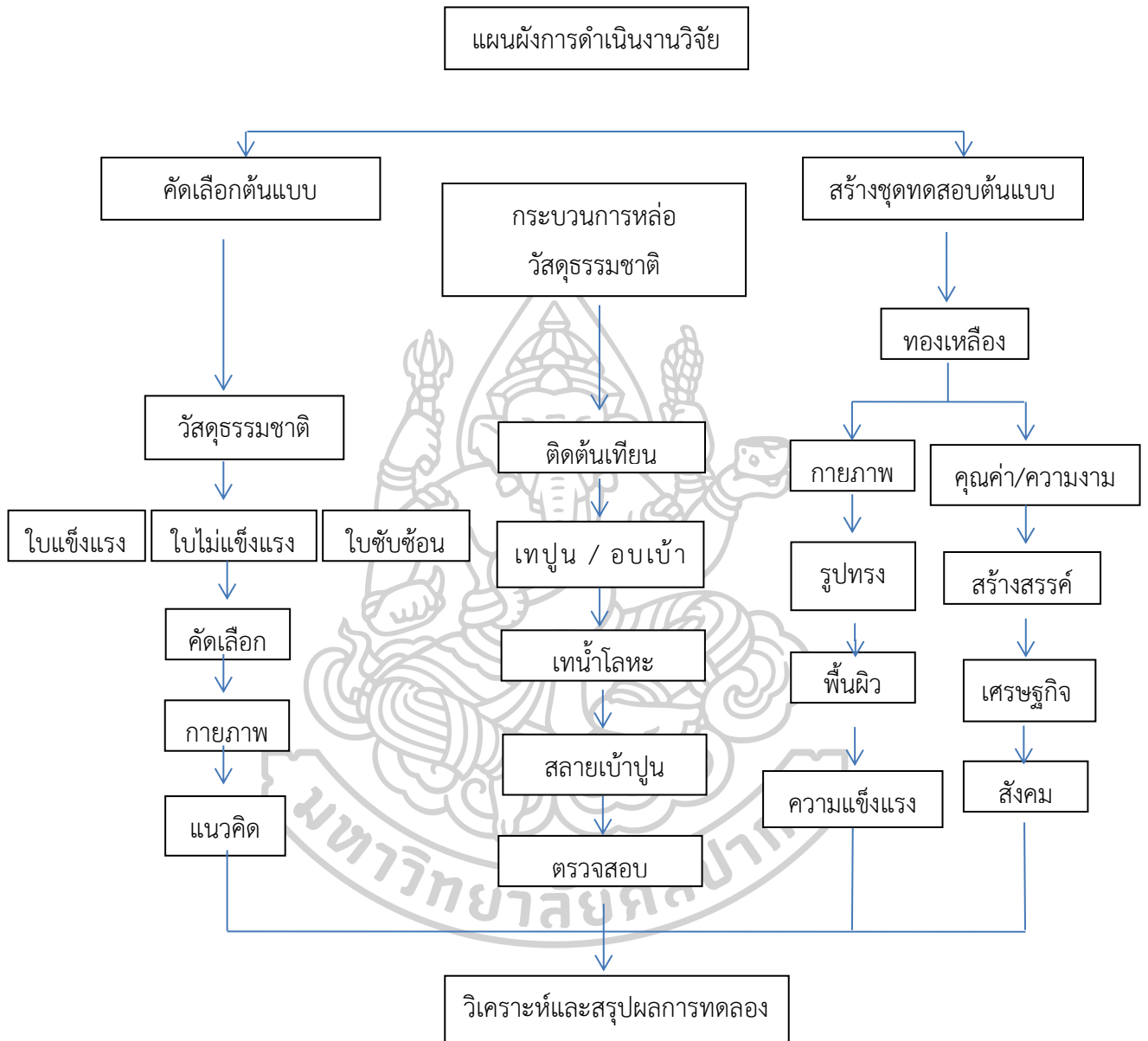
ที่มา : <https://artjewelryforum.org/articles-series/in-memory-of-j-fred-woell>



ภาพที่ 29 ตัวอย่างผลงานของ J. Fred Woell

ที่มา : <https://americanart.si.edu/artwork/american-scene-32463>

แผนผังแสดงกระบวนการดำเนินงาน การหล่อวัสดุธรรมชาติ



3.2 ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

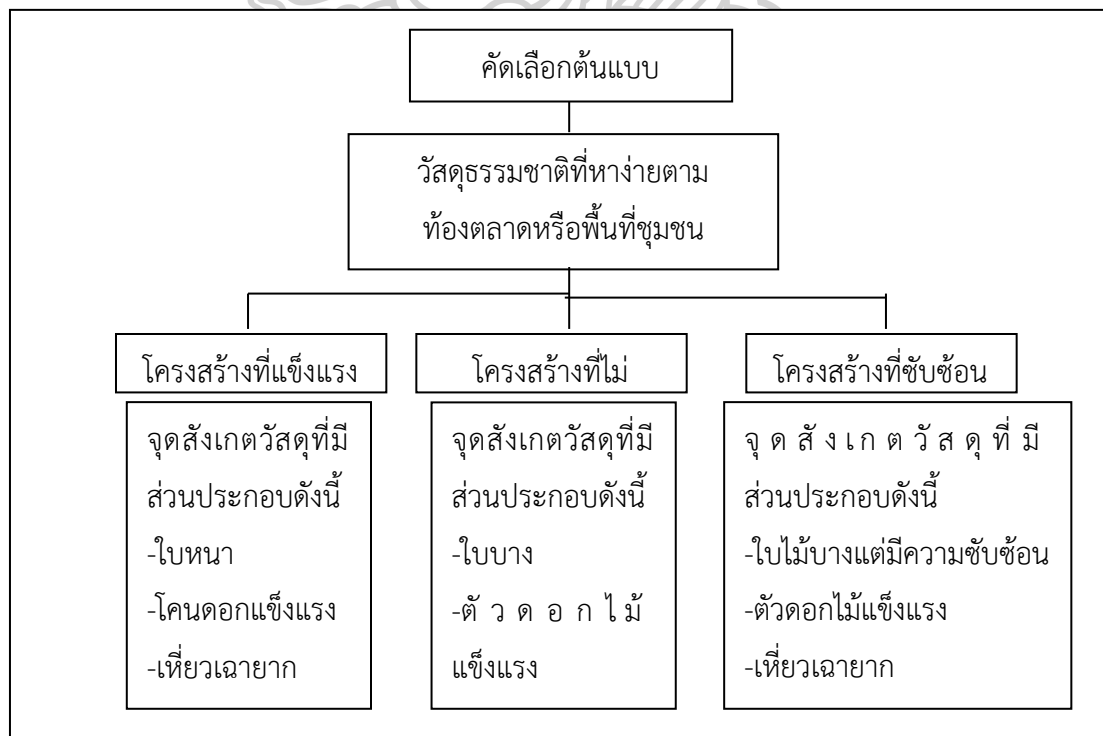
ในการศึกษาทดลองครั้งนี้วัสดุหลักที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

3.2.1 วัสดุหล่อขึ้นงาน คือ ทองเหลือง ซึ่งเป็นวัสดุที่นิยมมาทำเป็นเครื่องประดับทั้งกรรมวิธีแบบขึ้นมือและแบบหล่อ จะมีสมบัติที่อุณหภูมิจุดหลอมเหลวการหดตัวหลังน้ำโลหะเย็นตัวที่คงที่ และความสมบูรณ์ของรูปทรงและพื้นผิวงาน จึงต้องมีการทำความเข้าใจ จดบันทึกขณะปฏิบัติการหล่อ และสรุปผลลัพธ์ที่ได้รับจากโลหะได้

3.2.2 วัสดุต้นแบบจากธรรมชาติ คือ ใบไม้ และดอกไม้ นอกจากจะเป็นวัสดุที่มีรูปร่างรูปทรง และพื้นผิวสวยงามตามธรรมชาติแล้วยังเป็นวัสดุที่มีการเผาไหม้ดี รวดเร็ว จนกลายเป็นไอหรือก๊าซได้ อย่างไรก็ตามควรมีการคัดเลือกต้นแบบธรรมชาติจะเป็นไปตามคุณสมบัติพื้นฐานเพื่อประสิทธิภาพในการเผาไหม้ และได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์

3.3 การคัดเลือกวัสดุต้นแบบจากธรรมชาติ

วัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นวัสดุกลุ่มธรรมชาติซึ่งตัวอย่างทดลองที่ใช้ในที่นี้ คือ ดอกไม้ และใบไม้ เนื่องจากดอกไม้และใบไม้มีรูปร่างรูปทรง รวมทั้งพื้นผิวที่สวยงามตามแต่ละชนิด แต่เหตุผลสำคัญ คือ ทั้งดอกไม้และใบไม้เป็นวัสดุธรรมชาติที่หาง่ายตามท้องตลาดหรือพื้นที่ชุมชน



ภาพที่ 30 ภาพแผนภูมิแสดงการคัดเลือกวัสดุธรรมชาติ

3.3.1 วิธีการทดสอบวัสดุธรรมชาติ

เมื่อวัสดุธรรมชาติบางชนิดเกิดความเสียหายค่อนข้างไว ผู้วิจัยจึงดำเนินการนำวัสดุธรรมชาติทุกชนิดแช่ในปูนหล่อเป็นเวลา 3 ชั่วโมงเพื่อสังเกต พื้นผิวของวัสดุและการหดตัวที่เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการหล่อเครื่องประดับแบบเหรียญ



ภาพที่ 31 การแช่วัสดุธรรมชาติในปูนหล่อ

3.3.2 สาเหตุในการเลือกวัสดุธรรมชาติ



เนื่องจากวัสดุธรรมชาติบนโลกใบนี้มีมากมาย ดอกไม้เป็นสิ่งสวยงามแต่ก็เปราะง่ายจึงเป็นเหตุผลที่ทำการเลือกดอกไม้และใบไม้ ใช้ทำการทดลองในครั้งนี้ ประเด็นรองคือ หาง่ายตามท้องตลาดหรือชุมชน โดยเบื้องต้นใช้ดอกไม้และใบไม้ดังนี้

ตารางที่ 7 เกณฑ์การคัดเลือกดอกไม้ต่างๆ

ลำดับ	ชื่อดอกไม้	สาเหตุที่เลือก
1.	ดอกกล้วยไม้หวาย	ดอกไม้มีความแข็งแรง ทนทานต่อความเสียหายจัดให้อยู่ในกลุ่มโครงสร้างที่แข็งแรง
2.	ดอกอัญชัน	ดอกไม้ไม่แข็งแรงและเสียหายง่าย ส่วนใบมีความบางสูง จึงเหมาะแก่การทดสอบเพื่อดูพื้นผิววัสดุจัดให้อยู่ในกลุ่ม โครงสร้างที่ไม่แข็งแรง
3.	ดอกเข็ม	ดอกเข็มเป็นดอกไม้ที่มีขนาดเล็กแต่ มีความแข็งแรง เหี่ยวเฉายาก
4.	ดอกขำปู	เป็นดอกไม้ขนาดใหญ่ ทดสอบเพื่อหาการเผาไหม้ของวัสดุธรรมชาติ
5.	ดอกลีลาวดี	ดอกไม้ความงาม แต่เหี่ยวเฉาอย่างรวดเร็วหลังจากเด็ดออกจากต้น
6.	ดอกกล้วยไม้เหลือง	ดอกไม้มีความแข็งแรง ทนทานต่อความเสียหายจัดให้อยู่ในกลุ่มโครงสร้างที่แข็งแรง
7.	ดอกดาวเรือง	ดอกดาวเรืองช่วงใบมีความซับซ้อนมาก ช่วงก้านมีความแข็งแรงจัดให้อยู่ในกลุ่ม โครงสร้างที่ซับซ้อน
8.	ดอกกุหลาบ	ใบของดอกไม้มีความบาง แต่ดอกไม้ชนิดนี้เหี่ยวเฉายาก จึงจัดให้อยู่ในกลุ่ม โครงสร้างที่ซับซ้อน
9.	ดอกทานตะวัน	เป็นดอกไม้ขนาดใหญ่ ทดสอบเพื่อหาการเผาไหม้ของวัสดุธรรมชาติ
10.	ดอกเบญจมาศ	ใบมีลักษณะเด่น หาง่ายตามท้องตลาด
11.	ดอกคัตเตอร์	เป็นดอกไม้ขนาดเล็ก หาง่ายตามท้องตลาด
12.	ดอกจำปี	เป็นดอกไม้ที่แตกต่างจากดอกชนิดอื่น หาง่ายตามชุมชน
13.	ดอกปีบ	ดอกไม้มงคล หาง่ายตามพื้นที่ชุมชน ตัวดอกบางน่าสนใจในการหล่อ
14.	ดอกเดซี่	เป็นดอกไม้ขนาดเล็ก หาง่ายตามท้องตลาด
15.	ใบโพธิ์	เป็นใบไม้มีลวดลายเสียเยและหาง่ายตามชุมชน

3.3.3 ขั้นตอนการทดสอบวัสดุธรรมชาติ

ตารางที่ 8 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกกล้วยไม้หวายเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	สมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
ดอกกล้วยไม้หวาย (Dendrobium Orchids)		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		มีโครงสร้างดอกค่อนข้างใหญ่และแข็งแรง เนื้อกลีบดอกมีความหนาไม่ซ้อนกันเกินไป ลวดลายดอกชัดเจน	ความแข็งแรง	✓
			ความหนา	✓
			ลวดลายบนพื้นผิว	✓
	ทดสอบเทปูนหล่อดูสมบัติกายภาพ			
	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแช่วัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ลักษณะใบไม้แข็งแรงและไม่มี การหดตัวเหมาะสำหรับการหล่อเป็นอย่างยิ่ง	สามารถหล่อได้ ✓	แนวโน้มน่าจะสามารถหล่อได้

ตารางที่ 9 เกณฑ์การคัดเลือกดอกอัญชันเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	สมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		ลักษณะเป็นดอกเดี่ยวและบางบางมากสีสันที่ใบสวยงามรูปดอกเป็นลักษณะพิเศษที่ไม่เหมือนชนิดอื่น	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
			ลวดลายบนพื้นผิว	-
			ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ 1 ชั่วโมง	
ดอกอัญชัน (Butterfly pea flowers)	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแล้ววัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ดอกไม้หุดตัวอย่างมากเพราะใบค่อนข้างบางส่งผลให้ติดทางเดินน้ำยาก	สามารถหล่อได้	แนวโน้มไม่ สามารถหล่อได้ ✓



ตารางที่ 10 เกณฑ์การคัดเลือกดอกเข็มเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
ดอกเข็ม (spike flower)		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		ดอกรวมกันเป็นช่อ ดอกตูมจะคล้ายกับหัวปลีย่อส่วน คือ โคนใหญ่ปลายแหลม ส่วนดอกบานจะมี 4 กลีบ โครงสร้างแข็งแรงและหนา	ความแข็งแรง	✓
			ความหนา	-
			ลวดลายบนพื้นผิว	✓
	ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ			
	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแช่วัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ภายนอกลักษณะของตุ่มเล็กเกินไปแต่ถือได้ว่าเป็นดอกไม้ที่แข็งแรงที่สุดแทบจะไม่เหี่ยวเฉา	สามารถหล่อได้ ✓	แนวโน้มไม่ สามารถหล่อได้

ตารางที่ 11 เกณฑ์การคัดเลือกดอกกำมปูเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	สมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		มีโครงสร้างดอก	ความแข็งแรง	✓
		ค่อนข้างใหญ่ และแข็งแรงมาก เนื้อกลีบดอก และเกสรดอกไม้มีความหนาค่อนข้างมาก แต่ไม่ซ้อนกันเกินไป	ความหนา	✓
			ลวดลายบนพื้นผิว	✓
			ทดสอบเทปูนหล่อดูสมบัติกายภาพ	
ดอกกำมปู (Heliconia)	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแช่วัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ดอกไม้ชนิดนี้ก้านใหญ่และใบหนามีความทนทานในทุกสภาวะถือได้ว่าเป็นดอกไม้ที่ใหญ่ที่สุดในการทดลองครั้งนี้	สามารถหล่อได้ ✓	
			แนวโน้มไม่ สามารถหล่อได้	



ตารางที่ 12 เกณฑ์การคัดเลือกดอกลีลาวดีเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	สมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
ดอกลีลาวดี (Plumeria)		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		ลักษณะดอกเป็น มีกลีบ 5 ใบเรียงทับ ซ้อนกัน โครงสร้าง ดอกค่อนข้างหนา และแข็งแรง	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
			ลวดลายบน พื้นผิว	-
ทดสอบเทปูนหล่อดูสมบัติกายภาพ				
	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแช่วัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ภายนอกดูแข็งแรงแต่หลังจาก เด็ดออกจากต้นดอกไม้เหี่ยว เฉาอย่างรวดเร็วเป็นอุปสรรค ต่อการติดต้นเทียน	สามารถหล่อได้	แนวโน้มไม่ สามารถหล่อได้ ✓

ตารางที่ 13 เกณฑ์การคัดเลือกดอกกล้วยไม้เหลืองเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	สมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
ดอกกล้วยไม้เหลือง (Orchids)		โครงสร้างดอกค่อนข้างใหญ่และแข็งแรง เนื้อกลีบดอกมีความหนา ไม่ซ้อนกันเกินไป ลวดลายดอกชัดเจน	ความแข็งแรง	✓
			ความหนา	✓
			ลวดลายบนพื้นผิว	✓
		ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ		
	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแช่วัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ลักษณะปูนแข็งแรงและไม่มี การหดตัวเหมาะสำหรับการหล่อเป็นอย่างยิ่ง	สามารถหล่อได้ ✓	
			แนวโน้มไม่ สามารถหล่อได้	



ตารางที่ 14 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกดาวเรืองเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		ดาวเรืองเป็นดอกไม้ที่นิยมในประเทศไทยมีใบที่หนาแน่นเกาะตัวกันเป็นก้อน	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
			ลวดลายบนพื้นผิว	-
			ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ	
ดอกดาวเรือง (Marigold)		หลังจากได้ทดลองเทปูนแห้งวัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : กลุ่มใบเรียงตัวกันอย่างซับซ้อนทำให้ปูนหล่อเข้ายากมาก	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	สามารถหล่อได้
				แนวโน้มไม่ สามารถหล่อได้ ✓

ตารางที่ 15 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกกุหลาบเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
ดอกกุหลาบ (Rose)		เป็นดอกไม้ที่สื่อแทนความรักกลีบใบห่อหุ้มเกสรใบดอกไม้ถูกแบ่งออกเป็นชั้นๆ	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
			ลวดลายบนพื้นผิว	-
		ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ		
		ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแช่วัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : กลุ่มใบห่อตัวเกสรเกาะตัวกันอย่างหนาแน่นทำให้ปูนหล่อเข้ายากมาก	สามารถหล่อได้	แนวโน้มไม่ สามารถหล่อได้ ✓



ตารางที่ 16 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกทานตะวันเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
ดอกทานตะวัน (Sunflower)		<p>ดอกทานตะวัน ถือได้ว่าเป็นดอกไม้ที่ใหญ่ที่สุดใน การทดลอง ลำต้นแข็งแรง และใบหนา</p>	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
			ลวดลายบนพื้นผิว	-
			ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ	
	ภาพ	กายภาพ	สามารถทำ การหล่อได้	
	<p>หลังจากได้ทดลองเทปูนแล้ววัสดุ ธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ดอกใหญ่และแข็งแรงทนทานทุก สภาวะ เหมาะสมในการทดลอง</p>	สามารถหล่อ ได้ ✓	แนวโน้มไม่ สามารถหล่อ ได้	



ตารางที่ 17 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกเบญจมาศเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
ดอกเบญจมาศ (Chrysanthemum)		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		ดอกเบญจมาศมีใบที่เล็กและเรียวยาวหนาแน่นเกาะตัวกันเป็นก้อน	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
			ลวดลายบนพื้นผิว	-
ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ				
	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแห้งวัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ใบเล็กและยาวเกาะตัวกันเป็นกลุ่มแต่ความหนาแน่นต่ำ	สามารถหล่อได้	
			แนวโน้มไม่ สามารถหล่อได้ ✓	

ตารางที่ 18 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกคัตเตอร์เพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		ใบเล็กและบางมีการทับซ้อนระหว่างใบและเกสรแต่ลักษณะดอกเล็กทำให้ดูงดงาม	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
		ลวดลายบนพื้นผิว	-	
ดอกคัตเตอร์	ทดสอบเทปูนหล่อดูสมบัติกายภาพ			
(Cutter flower)	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแห้งวัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ใบเล็กที่เรียงตัวหลุดออกแต่ก้านและเกสรยังคงทนต่อน้ำและปูน		สามารถหล่อได้
				แนวโน้มไม่สามารถหล่อได้ ✓



ตารางที่ 19 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกจำปีเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
ดอกคัตเตอร์ (Cutter flower)		<p>ใบมีความแข็งแรงเรียวยาว จัดอยู่ในกลุ่มที่มีโครงสร้างที่แข็งแรง</p>	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
			ลวดลายบนพื้นผิว	-
	ทดสอบเทปูนหล่อดูสมบัติกายภาพ			
	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		<p>หลังจากได้ทดลองเทปูนแช่วัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : มีการเหี่ยวตัวแต่ยังทนต่อสภาพน้ำและปูนได้</p>	สามารถหล่อได้ ✓	แนวโน้มไม่สามารถหล่อได้

ตารางที่ 20 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกป๊อบเพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		ใบเล็กและบางมีการทับซ้อนระหว่างใบและเกสรแต่ลักษณะดอกเล็กทำให้ดูงดงาม	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
		ลวดลายบนพื้นผิว	-	
ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ				
ดอกคัตเตอร์ (Cutter flower)	ภาพ	กายภาพ		ความเป็นไปได้ในการหล่อ
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแช่วัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง :		สามารถหล่อได้
		ใบของดอกป๊อบมีความอ่อนมาก มีแนวโน้มที่ไม่สามารถหล่อได้แต่ถ้าทำขั้นตอนการหล่อด้วยความรวดเร็วน่าจะหล่อได้		แนวโน้มไม่สามารถหล่อได้ ✓

ตารางที่ 21 แสดงเกณฑ์การคัดเลือกดอกเดซี่เพื่อเป็นต้นแบบในการหล่อ

วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คุณสมบัติต้นแบบธรรมชาติ		
ดอกคัตเตอร์ (Cutter flower)		กายภาพ	ความเหมาะสมเป็นต้นแบบหล่อ	
		อยู่ในกลุ่มดอกชัชช้อนเป็นดอกไม้ขนาดเล็กแต่มีใบที่เรียงตัว 360 องศาสวยงาม	ความแข็งแรง	-
			ความหนา	-
			ลวดลายบนพื้นผิว	-
ทดสอบเทปูนหล่อคุณสมบัติกายภาพ				
	ภาพ	กายภาพ	ความเป็นไปได้ในการหล่อ	
		หลังจากได้ทดลองเทปูนแล้ววัสดุธรรมชาติเป็นเวลา 3 ชั่วโมง : ใบมีขนาดบางและเหี่ยวเฉาอย่างรวดเร็ว		<div style="background-color: green; color: white; padding: 5px; text-align: center;">สามารถหล่อได้</div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">แนวโน้มไม่สามารถหล่อได้ ✓</div>

3.3.4 สรุปผลการคัดเลือก

ตารางที่ 22 สรุปการคัดเลือกดอกไม้

ลำดับ	ชื่อดอกไม้	สามารถหล่อได้	แนวโน้มไม่สามารถหล่อได้
1.	ดอกกล้วยไม้หวาย	✓	
2.	ดอกอัญชัน		✓
3.	ดอกเข็ม	✓	
4.	ดอกขำมปู	✓	
5.	ดอกลีลาวดี		✓
6.	ดอกกล้วยไม้เหลือง	✓	
7.	ดอกดาวเรือง		✓
8.	ดอกกุหลาบ		✓
9.	ดอกทานตะวัน	✓	
10.	ดอกเบญจมาศ		✓
11.	ดอกคัตเตอร์		✓
12.	ดอกจำปี	✓	
13.	ดอกปีบ		✓
14.	ดอกเดซี่		✓
15.	ใบโพธิ์	✓	

3.4 การติดทางเดินน้ำโลหะ

ทางเดินน้ำโลหะเป็นช่องทางเชื่อมต่อระหว่างต้นเทียนกับต้นแบบ เป็นช่องทางเข้าของน้ำโลหะเพื่อไปยังโพรงแบบชิ้นงานในเข้าปูน รูปแบบที่ใช้ คือ ทางเดินน้ำโลหะแบบกลม เนื่องจากเป็นรูปทรงที่มีการถ่ายเทความร้อนได้ช้า ทำให้น้ำโลหะไหลเข้าโพรงแบบชิ้นงานก่อนการแข็งตัวของก้านจึงได้ชิ้นงานที่เต็มสมบูรณ์

3.4.1 หลักการวางทางเดินน้ำโลหะต้นแบบวัสดุธรรมชาติกับต้นเทียน

ในการหล่อเครื่องประดับ โดยทั่วไปการติดต้นแบบเทียนเข้าเป็นต้นข้อนั้นใช้วิธีการนำชิ้นงานไปติดกับต้นเทียนเป็นข้อที่วางอยู่บนฐานยาง แล้วใช้หัวแร้งช่วยละลายจุดเชื่อมให้ติดกัน ระดับองศาความเอียงที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 30 - 60 องศา โดยหลักพื้นฐานในการจัดเรียงคือ งานใหญ่จะติดแบบสลับฟันปลาหรือเรียงกันเป็นแถวในแนวตั้ง หากชิ้นงานเล็กจะติดเป็นแถว

หรือเป็นชั้นๆ ในแนวนอน และก่อนการติดต้นเทียนต้องมีการชั่งน้ำหนักของฐานยางเพื่อใช้คำนวณหา น้ำหนักของโลหะในการหล่อ

แต่สำหรับการหล่องานต้นแบบธรรมชาติเป็นการยากที่จะคำนวณเรื่องน้ำหนักของ ต้นแบบแต่ใช้วิธีการสังเกตขนาดและปริมาตรว่าต้นแบบนั้นควรจะใช้ น้ำโลหะแค่ไหนจึงจะเต็มโพรง แบบ ในการทดลองผู้วิจัยได้ใช้ต้นแบบวัสดุธรรมชาติที่เป็นช่อ เช่น ช่อดอกเข็ม ดอกเฮลิโคเนียหรือ ธรรมชาติรักษา ซึ่งมีขนาดใหญ่ ทำให้มีรูปแบบการติดตั้งที่แตกต่างจากต้นแบบประเภทเทียน หรือ ต้นแบบที่มีขนาดเล็กกว่า การติดทางเดินน้ำโลหะมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นช่องทางสำหรับให้ น้ำโลหะไหลผ่านไปสู่โพรงแบบจนเต็มหากตำแหน่งการติดไม่ถูกต้องเหมาะสม อาจทำให้ชิ้นงานที่ได้ ไม่สมบูรณ์ดังนั้น ผู้ที่ติดต้นเทียนและทางเดินน้ำโลหะ ต้องวิเคราะห์ วางแผนทิศทาง ตำแหน่ง และ จำนวนทางเดินน้ำโลหะให้ดีขึ้นกลายเป็นความชำนาญ ซึ่งจะดีต่อคุณภาพของชิ้นงาน สิ่งที่ควร คำนึงถึงในการติดทางเดินน้ำโลหะ คือ ชนิดของโลหะที่จะหล่อ เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวต่างกัน วัสดุ ธรรมชาติประเภทดอกไม้ใบไม้ควรมีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.4 มิลลิเมตร หากต้นแบบมีขนาดใหญ่ มี เนื้อใบบาง และแผ่อกด้านข้าง เช่น ดอกกล้วยไม้ควรวางทางเดินน้ำโลหะทุกกลีบดอก เพื่อเป็นการ เพิ่มช่องทางการวิ่งของน้ำโลหะไปสู่กลีบดอกที่มีความอ่อน และบาง จะได้ชิ้นงานเต็มและสมบูรณ์ขึ้น



ภาพที่ 32 ทิศทาง ตำแหน่ง และจำนวนในการติดทางเดินน้ำโลหะ

หลักการติดต้นแบบธรรมชาติเข้ากับต้นเทียนมีข้อควรระวังหลายประการเพราะมีความ แตกต่างจากวิธีการติดต้นแบบเทียนทั่วไป เนื่องจากเป็นวัสดุสดประกอบด้วยน้ำที่มีโอกาสจะเกิดความ เสียหายกับรูปทรงระหว่างกระบวนการเทปูน หรือขณะเกิดกระบวนการถ่ายเทน้ำโลหะเข้าสู่โพรง แบบ ดังนั้นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึง คือ ก้านทางเดินน้ำโลหะ หรือ Support ของชิ้นงานที่เป็นเทียนต้อง เชื่อมติดสนิทกับต้นแบบธรรมชาติ จำนวนและตำแหน่งการวางก้านทางเดินน้ำโลหะต้องมีจำนวนที่

เพียงพอ และอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เช่น ถ้าต้นแบบมีขนาดใหญ่ รายละเอียดซับซ้อนอาจต้องมีทางเดินน้ำโลหะหลายทาง และติดตั้งในตำแหน่งที่ส่งเสริมให้น้ำโลหะสามารถเข้าสู่โพรงแบบได้เต็มปริมาณ โดยวิเคราะห์จากทิศทางการวิ่งของน้ำโลหะ คือจะวิ่งจากโคนต้นช่อสู่ปลายต้นช่อ เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นที่งานทุกชิ้นต้องมีส่วนเชื่อมประสานติดกับก้านทางเดินน้ำโลหะอย่างดีทุกชิ้น และควรหลีกเลี่ยงต้นแบบที่มีความเปราะบาง เพราะนอกจากจะไม่สามารถติดทางเดินน้ำโลหะแล้ว จะเกิดความเสียหายกับรูปทรงได้ง่าย ซึ่งอาจได้ชิ้นงานที่ไม่สมบูรณ์

3.4.2 วิธีการติดตั้งแบบธรรมชาติเข้ากับต้นเทียน

1. ทำความสะอาดต้นแบบธรรมชาติด้วยน้ำสะอาด แล้วนำไปผึ่งให้แห้ง
2. เตรียมก้านทางเดินน้ำโลหะตามจำนวนที่เหมาะสมกับขนาด และความซับซ้อนของรูปทรง
3. เปิดหัวแร้งบัดกรีให้ร้อนโดยใช้อุปกรณ์ Dimmer หรือตัวหรี่ไฟ ช่วยในการควบคุมระดับความร้อนให้เหมาะสมกับการละลายของเนื้อแว็กซ์ โดยสังเกตจากเนื้อแว็กซ์ที่ละลายต้องไม่หนืดหรือเหลวจนเกินไป โดยกำหนดความร้อนอยู่ที่ ประมาณ 90 – 100 องศาเซลเซียส
4. ติดตั้งแท่งเทียนบนฐานยาง โดยกำหนดให้มีความยาวนับจากฐานยาง ประมาณ 2-5 เซนติเมตร แล้วใช้หัวแร้งละลายปลายแท่งเทียน จากนั้นนำต้นแบบวัสดุธรรมชาติปักลงบนแท่งเทียนทิ้งให้แห้ง
5. ใช้ปลายหัวแร้งจี้ปลายก้านทางเดินน้ำโลหะประสานให้ละลายแล้วติดเข้ากับดอกไม้ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ ส่วนอีกด้านหนึ่งเชื่อมติดกับแท่งเทียน โดยคำนึงถึงขนาดต้นแบบ และทิศทางการวิ่งของน้ำโลหะ
6. ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนจะนำต้นช่อเทียนเข้าสู่กระบวนการเทปูน



ภาพที่ 33 ติดชิ้นงานวัสดุธรรมชาติเข้ากับต้นเทียน

3.4.3 ข้อควรระวังในการติดตั้งเตียน การติดตั้งต้นแบบวัสดุธรรมชาติมีข้อควรระวัง ดังนี้

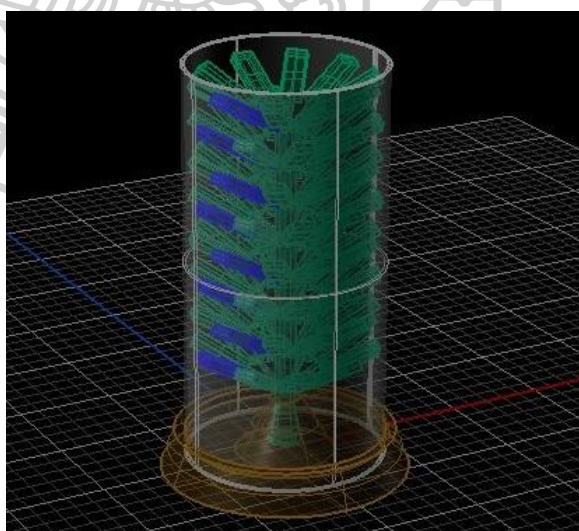
1. ขนาดต้นแบบวัสดุธรรมชาติต้องไม่เลยขอบในของฐานยาง มิฉะนั้นจะเกิดปัญหา ต้นแบบล้นขอบเข้าปูน ตัวแบบเตียนต้องห่างจากผนังกระบอกล้อมนั้ยกว่า ¼ นิ้ว

2. ความสูงต้นแบบวัสดุธรรมชาติต้องไม่เกินเข้าโลหะเช่นเดียวกัน เพราะฉะนั้นก่อนจะทำการติดตั้งต้นข้อควรพิจารณาในเรื่องนี้เสียก่อน ควรห่างจากขอบด้านบนของกระบอกล้อมนั้ยกว่า ½ นิ้ว

3. ลักษณะทางกายภาพเช่นรูปร่าง รูปทรง ความหนา ความแข็งความอ่อน เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการคัดสรรต้นแบบวัสดุธรรมชาติก่อนจะเข้าสู่ขั้นตอนการติดก้านทางเดินน้ำโลหะ

4. ในการติดตั้งต้นข้อต้นแบบแต่ละชิ้นต้องไม่สัมผัสกัน โดยเฉพาะดอกเข็มที่มีลักษณะดอกเรียงต่อกันเป็นข้อจำเป็นต้องจัดรูปแบบ ช่องว่างให้เหมาะสม

ทางเดินน้ำโลหะที่มีหน้าตัดรูปวงกลม และผิวเรียบเป็นทางเดินน้ำโลหะที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด หลีกเลี่ยงการใช้ทางเดินน้ำโลหะที่ทำให้การไหลของน้ำโลหะไม่ราบรื่น หรือทางน้ำที่มีความโค้งมาก นอกจากนี้การมีเหลี่ยมมุมต่างๆ ในทางน้ำโลหะจะเสี่ยงต่อการที่ปูนหล่อแตกหักในขณะที่น้ำโลหะไหลเข้าโพรงแบบ เศษปูนหล่อที่แตกหักจะลอยอยู่ที่ผิวของน้ำโลหะ เมื่อโลหะแข็งตัวแล้วจะเกิดรูที่ผิว การไหลแบบปั่นป่วนนั้นจะทำให้เกิดการกัดกร่อนของแบบ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้งานหล่อที่ได้มีผิวหยาบ ดังนั้นจำเป็นต้องให้ความใส่ใจอย่างดีต่อการติดทางเดินน้ำโลหะกับเข้ากับชิ้นงาน



ภาพที่ 34 ตำแหน่งการจัดวางต้นเตียนในเข้าหล่อปูน

3.5 การทำแม่พิมพ์ปูนหล่อ

ในกระบวนการหล่อเครื่องประดับนั้นจะทำการหล่อ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกจะทำการหล่อแม่พิมพ์ปูนหรือโพรงแบบ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการทดลองจากต้นแบบเทียนหรือแว็กซ์ เปลี่ยนเป็นต้นแบบจากวัสดุธรรมชาติ จากนั้นจึงนำแม่พิมพ์ปูนไปทำการหล่อชิ้นงานโลหะอีกครั้ง ขั้นตอนการทำแม่พิมพ์ปูนหล่อ ซึ่งเป็นแม่พิมพ์สุดท้ายก่อนที่จะนำไปหล่อโลหะ และเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ หากเกิดเหตุผิดพลาดขึ้นจะไม่สามารถแก้ไขได้ และที่สำคัญผู้ปฏิบัติอาจไม่ทราบว่าได้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นภายในโพรงแบบแม่พิมพ์ปูน ซึ่งเป็นการสูญเสียแรงงาน ค่าใช้จ่าย และเวลาในการผลิต ทั้งนี้เมื่อทำการเทปูนหล่อแบบหุ้มต้นเทียนแล้ว ผู้ปฏิบัติไม่อาจทราบว่าแม่พิมพ์นั้นมีสภาพเป็นอย่างไร เช่น ต้นแบบอาจหลุดออกจากต้นช่อ หรือต้นแบบอาจถูกปูนหล่อซึ่งมีน้ำหนักมากบีบให้เสียรูปทรง ดังนั้น การหล่อเครื่องประดับจึงต้องการความประณีต ความสวยงาม และลวดลายละเอียดของพื้นผิวแม่พิมพ์ปูนหล่อจะต้องถ่ายทอดลักษณะพิเศษดังกล่าวจากต้นแบบ ไปสู่ชิ้นงานหล่อ ด้วยเหตุนี้การหล่อเครื่องประดับจึงมีผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์ และคิดขั้นตอนการทำแม่พิมพ์ปูนขึ้นมาใช้เฉพาะสำหรับการหล่อตัวเรือนเครื่องประดับ ปูนหล่อเป็นปูนชนิดที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำแม่พิมพ์โดยเฉพาะ มีลักษณะพิเศษคือทนความร้อนสูง ผิวละเอียด มีความแข็งแรงมาก แต่สามารถทุบทำลายได้ง่าย ซึ่งเป็นลักษณะของแม่พิมพ์ที่ดี ในปัจจุบันมีผู้ผลิตจำนวนมากได้ผลิตปูนหล่อแบบออกจำหน่าย มีข้อดีข้อเสียในการใช้งานแตกต่างกันไปตามสูตรการหาอัตราส่วนของปูนหล่อ



ภาพที่ 35 การเทปูนหล่อ

3.5.1 ชนิดของปูนหล่อ

การใช้วัสดุสุดจากธรรมชาติเป็นแม่พิมพ์ในการหล่อโพรงแบบนั้น วัสดุเหล่านี้จะยังคงมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ เมื่อความร้อนขึ้นถึงระดับน้ำเดือดอาจทำให้ผนังปูนหล่อแตกหลุดร้อนเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นปูนหล่อที่ได้ต้องเป็นปูนชนิดที่ใช้หล่อทองหรือหล่อแพลทินัม เป็นปูนชนิดมีเนื้อละเอียด แข็งแรง และมีความทนทานสูง



ภาพที่ 36 ปูนที่ใช้หล่อเครื่องประดับ

3.5.2 การผสมปูนและเทปูน

การผสมปูนต้องใช้อัตราส่วนผสมตามที่ผู้ผลิตระบุไว้ โดยจะแตกต่างกันตามแต่ชนิดของปูน ซึ่งอัตราส่วนผสมที่มีน้ำมากเกินไปจะกลายเป็นสาเหตุหลักของการเกิดพื้นผิวชิ้นงานหยาบ แต่สำหรับการหล่อที่ใช้วัสดุธรรมชาติเป็นต้นแบบนั้นจำเป็นจะต้องมีการระมัดระวังอย่างมาก เพราะเทียนที่ติดทางเดินน้ำโลหะสามารถ ดัดตัวออกจากชิ้นงานได้ตลอดเวลา

3.5.3 ขั้นตอนการผสมปูนแบบทั่วไป

1. คำนวณหาปริมาตรของปูนหล่อแบบ โดยใช้สูตร ปริมาตรของกระบอกหล่อ (V) $\times 1.2 + 20$ เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักปูนหล่อทั้งหมด ซึ่ง 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักปูนหล่อทั้งหมด คือ การเผื่อสำหรับความสูญเสียของส่วนผสมที่เกิดจากการดูดอากาศออกจากเนื้อปูนและส่วนที่ติดกับภาชนะ หรือสามารถคิดคำนวณได้จากสายตาให้ปริมาณเพียงพอติดกับกระบอกหล่อ จากนั้นหาอัตราส่วนน้ำโดยปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ข้างผลิตภัณฑ์ หรือคิดเป็นอัตราส่วน 37 – 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปูนหล่อ

2. เทน้ำสะอาดลงในชามอย่างช้าๆ สำหรับผสม ค่อยๆ เทปูนลงในน้ำสะอาด และใช้พายพลาสติกคนผสมให้ทั่วกัน ข้อควรระวัง คือ ห้ามเทน้ำลงในปูนขณะผสม เนื่องจากปูนหล้อมีลักษณะเป็นผงละเอียดแห้งสนิท เมื่อเทน้ำลงไปบริเวณหนึ่งของปูนหล่อแบบ ปูนจะซึมซับน้ำไว้อย่างรวดเร็วทำให้ส่วนอื่นๆ ของปูนที่ไม่ได้รับน้ำจะทำการผสมได้ยาก และส่วนผสมมักจะเสียหาย เนื่องจากน้ำไม่สามารถกระจายไปผสมกับปูนทั้งหมด

3. นำส่วนผสมเข้ากวนในเครื่องผสมปูนหล่อใช้เวลา 1 - 1.30 นาที
4. นำปูนที่ผสมแล้วเข้าเครื่องดูดสุญญากาศ เพื่อนำฟองอากาศออกจากเนื้อปูนหล่อ ด้วยระบบการสั่นสะเทือน ใช้เวลาประมาณ 1 - 2 นาที

3.5.3.1 อัตราส่วนผสมปูนของดอกไม้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ดอกไม้ที่มีโครงสร้างแข็งแรง โดยจะใช้ปูน 1,000 กรัม ต่อการผสมน้ำ 380 มิลลิลิตร
2. ดอกไม้ที่มีโครงสร้างไม่แข็งแรง โดยจะใช้ปูน 1,000 กรัม ต่อการผสมน้ำ 400 มิลลิลิตร
3. ดอกไม้ที่มีโครงสร้างซับซ้อน โดยจะใช้ปูน 1,000 กรัม ต่อการผสมน้ำ 430 มิลลิลิตร

3.5.4 ขั้นตอนการเทปูนหล่อแม่พิมพ์

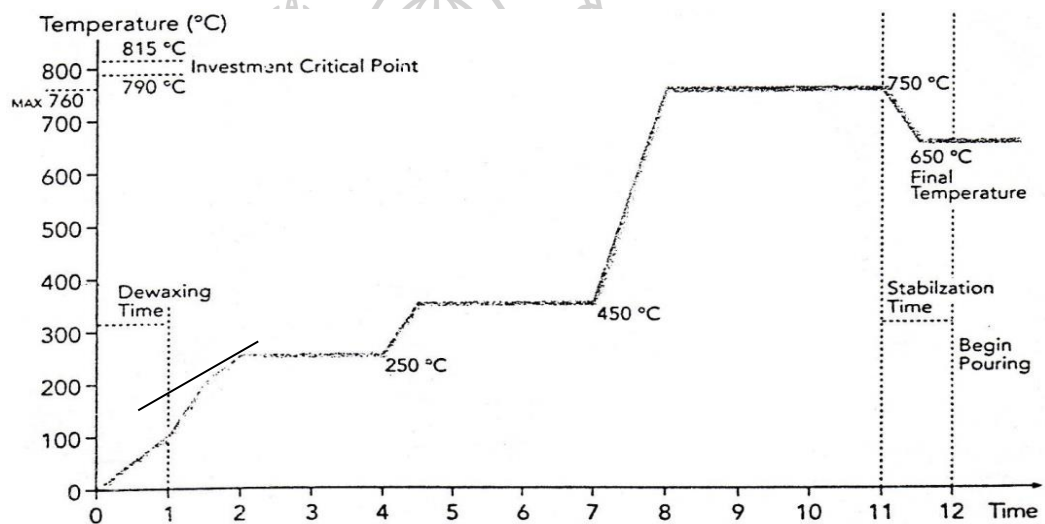
1. นำส่วนผสมลงในกระบอกรับที่มีต้นแบบติดตั้งอยู่ภายใน และประกอบเข้ากับฐานยางเรียบร้อยแล้ว เทส่วนผสมของปูนลงในกระบอกรับโดยเทลงทางด้านข้างของกระบอกรับ หากเทลงตรงกลางบนต้นแบบโดยตรง ปูนหล่ออาจทำให้ต้นแบบเสียหายได้
2. กระบอกรับที่เทปูนหล่อแล้วเข้าเครื่องดูดสุญญากาศใช้เวลาประมาณ 3 - 5 นาที
3. เติมนูนส่วนที่เหลือให้เต็มกระบอกรับหล่อ เนื่องจากดูดอากาศออกจากเนื้อปูนทำให้ส่วนผสมของปูนหล่อบางส่วนกระเด็นออกจากกระบอกรับหล่อ จึงต้องเติมให้เต็ม
4. เมื่อมีการเทปูนหล่อแบบลงในกระบอกรับเรียบร้อยแล้วให้นำกระบอกรับหล่อไปตั้งฝั่งไว้ในที่ร่ม เมื่อปูนหล่อเริ่มแห้งให้ตกแต่งปูนหล่อแบบให้เรียบร้อยเสมอขอบกระบอกรับหล่อ การผสมปูนหล่อแบบตามขั้นตอนดังกล่าวมีความสำคัญมากต้องรีบดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในระยะเวลาประมาณ 10 - 20 นาที เพราะปูนหล่อแบบจะแห้งและแข็งตัวเร็ว การดูดอากาศออกจากเนื้อปูนหล่อจะกระทำได้อย่าง

3.5.5 ข้อควรระวังในการผสม และเทปูนหล่อ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมปูนหล่อ ควรเลือกอุปกรณ์ที่ทำจากวัสดุที่ไม่มีเศษหรือเสี้ยนที่จะหลุดเข้าไปผสมกับส่วนผสมของปูน
2. การลัดหรือการข้ามขั้นตอน อาจทำให้เกิดความเสียหายต่องานหล่อได้ เช่น การดูดฟองอากาศน้อยเกินไป เป็นต้น
3. ในขณะดูดอากาศออกจะต้องมีการสั่นสะเทือนตลอดเวลา เพื่อให้อากาศที่แทรกตัวอยู่ลึกๆ ถูกกระตุ้นให้ลอยขึ้นมาที่ผิวหน้า และถูกดูดออกไป

3.6 การอบเข้าปูนหล่อ

ในการอบแม่พิมพ์ปูน ควรเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างช้าๆ ในระยะแรกจนถึงประมาณ 200 °C เนื่องจากแม่พิมพ์วัสดุสดจากธรรมชาติจะมีน้ำจำนวนมากเป็นส่วนประกอบสำคัญ เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 100 °C น้ำจะกลายเป็นไอน้ำ และแทรกตัวออกตามช่องว่างของเนื้อปูนหล่อ หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ไอน้ำจะขยายตัว โดยมีอัตราการขยายตัวเร็วกว่าปูนหล่อ การขยายตัวอย่างรวดเร็วนี้อาจทำให้เกิดแรงดันภายในปูนหล่อ ลวดลายต่าง ๆ ของแม่พิมพ์จะเกิดความเสียหาย และร้ายแรงที่สุดถึงขั้นทำให้แม่พิมพ์แตกร้าวได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากน้ำในแม่พิมพ์ส่วนผสมของสารเคมีจากปูนหล่อ มีโซอยู่ในรูปของน้ำบริสุทธิ์ ดังนั้นจุดที่น้ำจะกลายเป็นไอ อาจต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 200 °C



ภาพที่ 37 แผนภูมิแสดงการอบปูนหล่อ

การอบเข้าปูน โดยจะทำการอุ่นเตาอบที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง และเพิ่มอุณหภูมิทุกๆ 1 ชั่วโมง ครั้งละ 100 องศาเซลเซียส และรักษาอุณหภูมิที่ 720 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง และจึงลดอุณหภูมิลง สิ่งสำคัญเมื่อเริ่มทำการอบเข้าปูนแล้ว ห้ามทำการเคลื่อนย้ายใดๆ จนกว่าจะแล้วเสร็จกระบวนการอบเข้าปูน

3.7 การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ

การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติผู้วิจัยได้ศึกษาชนิด และลักษณะดอกไม้ ใบไม้ชนิดต่างๆ ทำการคัดเลือกตามสมบัติที่กำหนดไว้ ได้แก่ ความแข็งแรงและความหนาของใบ การมีลวดลาย ความสามารถเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ วัสดุธรรมชาติที่นำมาทดลองได้แก่ ดอกกล้วยไม้ ดอกเข็ม ดอกลีลาวดี ดอกรำเพย ดอกก้ามปู และใบต้นแสยก เมื่อได้ต้นแบบตามสมบัติแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการหล่อวัสดุธรรมชาติ



ภาพที่ 38 ดอกไม้ และใบไม้จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอนการหล่อวัสดุธรรมชาติประหยัดต้นแบบ จะมีรูปแบบการดำเนินการเหมือนกับการหล่อต้นแบบซีฟิ่งหาย หากแต่จะมีความต่างกันในกรณีของต้นแบบซีฟิ่งนั้นจะเป็นการให้ความร้อนด้วยการนึ่งเทียนให้ละลายออกมาจากช่องทางเดินน้ำโลหะกลายเป็นโพรงแบบในแม่พิมพ์ปูน ส่วนการนำวัสดุธรรมชาติมาเป็นต้นแบบนี้จะใช้วิธีการเผาไหม้ให้วัสดุนั้นกลายเป็นก๊าซหายไปสู่อากาศ โดยมีขั้นตอนตามตารางปฏิบัติการด้านล่างนี้

ตารางที่ 23 ขั้นตอนปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติ

ภาพ	คำอธิบายวิธีการ
	<p>1. การคัดเลือกต้นแบบจากวัสดุธรรมชาติ</p> <p>1.1 คัดเลือกดอกไม้ที่มีโครงสร้างแข็งแรง , ดอกไม้ที่มีโครงสร้างไม่แข็งแรง , ดอกไม้ที่มีโครงสร้างซับซ้อน</p> <p>1.2 ง่ายตามท้องถิ่นหรือชุมชน</p>
	<p>2. การติดทางเดินน้ำโลหะและการติดตั้งต้นช่อบนฐาน</p> <p>2.1 พิจารณาถึงรูปแบบดอกไม้ ใบไม้ ทางเดินน้ำโลหะ วิเคราะห์ คำนวณตำแหน่ง จำนวน รูปแบบ ในการวางทางเดินน้ำโลหะ</p> <p>2.2 ติดตั้งต้นช่อบนฐานอย่างโดยติดทางเดินน้ำโลหะเข้ากับต้นแบบธรรมชาติ ใช้หัวแร้งละเทียนเพื่อยึดติด</p>

ตารางที่ 23 ขั้นตอนปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติ (ต่อ)

ภาพ	คำอธิบายวิธีการ
	<p>3. การชั่งน้ำหนักปูน</p> <p>3.1 นำผงปูนชั่งน้ำหนัก โดยดูจากจำนวนเบ้าที่จะทำการหล่อในแต่ละครั้ง</p> <p>3.3 ตวงน้ำ และเทตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ข้างถุงปูน</p>
	<p>4. การผสมปูน</p> <p>4.1 นำปูนที่ผสมกับน้ำแล้ว ปั่นกับเครื่องผสมปูนเป็นเวลา 2 นาที จนน้ำและเนื้อปูนเข้ากันเป็นหนึ่งเดียว</p> <p>4.2 ทำการตรวจสอบเนื้อปูนก่อนจะไปยกลง</p>
	<p>5. การดูดสุญญากาศออกจากปูนเบื้องต้น</p> <p>5.1 ยกถังเทปูนลงในถังยาง ใส่ลงในเครื่องดูดสุญญากาศ</p> <p>5.2 เปิดเครื่องดูดสุญญากาศเป็นเวลา 2 นาที เพื่อดูดฟองอากาศในเบื้องต้น เปิดฝาแล้วนำปูนออก</p>

ตารางที่ 23 ขั้นตอนปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติ (ต่อ)

ภาพ	คำอธิบายวิธีการ
	<p>6. การเทปูน และดูดอากาศออกจากเบ้าปูน</p> <p>6.1 นำเบ้าปูนใส่ลงในเครื่องดูดสุญญากาศ จากนั้นเทน้ำปูนลงในเบ้าที่มีต้นแบบวัสดุธรรมชาติตั้งอยู่ อย่างระมัดระวัง ไม่ให้กระทบรูปทรงต้นแบบจนเกิดความเสียหาย</p>
	<p>6.2 ทำการเปิดเครื่องดูดสุญญากาศ เป็นเวลา 3 นาที เพื่อทำการดูดฟองอากาศ</p> <p><u>ข้อควรจำ</u> ต้องทำการพันปิดรูกระบอกโลหะก่อนเทปูน</p>
	<p>7. การรอให้แห้งหลังจากทำการดูดอากาศออก</p> <p>7.1 ยกเบ้าปูนออกจากเครื่องดูดสุญญากาศ รอปูนแข็งตัว ประมาณ 2 ชั่วโมง</p> <p><u>ข้อควรระวัง</u> ขณะรอการเซตตัวของปูนห้ามขยับหรือกระทบตัวเบ้าเพราะอาจทำให้ปูนแตกร้าว และเกิดครีบเมื่อหล่องานออกมา</p>
	<p>8. การเอาผ้าใบที่พันเบ้าออก</p> <p>8.1 นำผ้าใบที่พันเบ้าออกเมื่อปูนเซตตัวแล้ว</p> <p>8.2 ขูดเศษปูนบริเวณด้านข้างและด้านบนปากกระบอกปูนให้เรียบ พร้อมทั้งเขียนหมายเลขลำดับต้นช่อไว้ที่หน้ากระบอกปูน</p>

ตารางที่ 23 ขั้นตอนปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติ (ต่อ)

ภาพ	คำอธิบายวิธีการ
 	<p>9. การจัดเรียงลำดับเข้าปูนเพื่อทำการอบ</p> <p>9.1 นำเอาฐานยางออก แล้วนำเข้าปูนเข้าเตาอบ โดยเรียงแยกประเภทโลหะที่จะหล่อ และเรียงตามลำดับต้นตามความต้องการหล่อ</p> <p>9.2 เปิดสวิตช์ Power ของเตาแล้วเส็ตเครื่องตาม Step เพื่อทำการอบเข้าปูน เมื่อกดปุ่ม Run เครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติ ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้</p> <p>ข้อเสนอแนะ ชั้นล่างวางเรียงกัน ส่วนชั้นบนวางสับหว่างกับชั้นล่าง</p> <p>9.3 ตั้งอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นการไล่ความชื้นที่อยู่ในเนื้อปูน แล้วค่อยๆ เพิ่มไปถึงระดับที่ 550 องศาเซลเซียส ซึ่ง ณ ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส จะไม่สามารถตั้งอุณหภูมิไปที่ 550 องศาเซลเซียส ทันทีไม่ได้ เพราะจะเกิดปัญหาปูนแตกร้าว เทียนเตีอด ปูนทะลุ เนื่องจากเป็นการเพิ่มอุณหภูมิที่มีระดับต่างกันเกินไป ดังนั้นต้องค่อยๆ ปรับเพิ่มอุณหภูมิ</p> <p>9.4 ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จะเป็นการเริ่มเผาผลาญเทียนและต้นแบบวัสดุธรรมชาติ จากนั้นปรับขึ้นไปจนถึงระดับอุณหภูมิ ที่ 730 องศาเซลเซียส เพราะที่</p>
	<p>อุณหภูมิ 730 องศาเซลเซียส นั้นพันธะของปูนจะมีความแข็งแรงสูง อีกทั้งเทียนและต้นแบบวัสดุธรรมชาติถูกเผากลายเป็นก๊าซจนหมดสิ้น</p> <p>9.5 จากนั้นลดอุณหภูมิลงมาที่ 550 องศาเซลเซียส เพื่อให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำโลหะ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาเรื่องรูพรุนที่เกิดจากการหดตัวของน้ำโลหะ</p>

ตารางที่ 23 ขั้นตอนปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติ (ต่อ)

ภาพ	คำอธิบายวิธีการ
	<p>10. การคีบเข้าออกจากเตาอบ</p> <p>10.1 เมื่อได้โครงแบบในแม่พิมพ์ปูนแล้ว ให้ทำการคีบเข้าปูนออกจากเตาอบ</p> <p>10.2 เตรียมย้ายเข้าปูนออกจากเตาอบสำหรับการหลอมหล่อโลหะ</p>
	<p>11. การหล่อโลหะแบบเหวี่ยง</p> <p>การหล่อแบบเหวี่ยง จะใช้แรงโน้มถ่วงโดยอาศัยหลักการของแรงหนีศูนย์กลางโดยการเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเป็นกรรมวิธีหล่อโลหะที่มีลักษณะพิเศษ คือ ฝิ่งหนึ่งจะมีเข้าหลอมโลหะและจุดวางเข้าหล่อ อีกฝิ่งจะเป็นเหล็กถ่วงน้ำหนัก ขั้นตอนมีดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.นำโลหะมาวางที่เข้าหลอมในเครื่องหล่อ 2.เมื่อโลหะเข้าสู่จุดหลอมเหลวตามกำหนดเตรียมเปิดเตาอบเข้าโดยรักษาอุณหภูมิโลหะให้คงที่ 3.ใช้เหล็กคีบเข้ามาวางฝิ่งตรงข้ามของเข้าหล่อ 4.เปิดระบบเหวี่ยงโดยการให้ เข้าหล่อและเข้าหลอมหมุนเป็นลักษณะวงกลม 5.นำโลหะเข้าสู่เข้า 6.ให้เหล็กคีบนำเข้าออก
	<p>12. การนำเข้าปูนออก และการพักเข้าปูน</p> <p>12.1 นำเข้าที่หล่อออกมาพักไว้ก่อนการจุ่มน้ำประมาณ 5 - 10 นาที แต่สำหรับงานฝิ่งพลอยในเทียน ต้องตั้งพักไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อป้องกันพลอยแตกจากการเย็นตัวลงโดยฉับพลัน</p>

ตารางที่ 23 ขั้นตอนปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติ (ต่อ)

ภาพ	คำอธิบายวิธีการ
	<p>11. การจุ่มน้ำเพื่อให้ต้นข่อยหลุดออกมา</p> <p>11.1 รอจนครบเวลาในการตั้งพัก คือ 5 - 10 นาที</p> <p>11.2 นำเข้าปูนจุ่มลงในน้ำ จากนั้นทำการเขย่าให้ต้นข่อยหลุดออกมาจากกระบอกเหล็ก</p>
	<p>12. การฉีดน้ำแรงดันสูงล้างชิ้นงานหล่อ</p> <p>12.1 ทำการฉีดน้ำล้างชิ้นงาน โดยใช้ น้ำแรงดันสูง เพื่อขจัดเศษปูนออกจากต้นข่อยชิ้นงาน</p>



3.7 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติและชิ้นงานหล่อ

ขั้นตอนนี้จะเป็นการอธิบายการติดทางเดินน้ำโลหะของวัสดุธรรมชาติและการวิเคราะห์สมบัติของโลหะหลังจากทำการหล่อ

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกกล้วยไม้หวาย

เข้าหล่อที่ 1		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกกล้วยไม้หวาย (Dendrobium Orchids)		ด้วยกล้วยไม้คือดอกไม้ชนิดแรกที่ทำกรทดลองในการหล่อครั้งนี้การติดทางเดินน้ำโลหะติดได้ง่าย คำแนะนำ : จุดสำคัญในการติดคือ ส่วนใบแต่ละใบ1จุดและส่วนฐานล่าง1จุด
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
		หลังจากการหล่อดอกกล้วยไม้หวายสภาพโลหะความสมบูรณ์ 95% ลวดลายของดอกไม้เป็นตรงเรียงไปตามองศาของกลีบดอกไม้ทุกกลีบขึ้นชัดและได้รูปทรงตรงตามธรรมชาติ จะมีกรอบแตกตามขอบใบ ข้อเสีย : ไม่มี

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกอัญชัน

เข้าหล่อที่ 2		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกอัญชัน (Butterfly pea flowers)		<p>ดอกอัญชันเป็นดอกไม้ที่มีความบางและเหนียวเฉาอย่างรวดเร็วทำให้การติดทางเดินน้ำโลหะเป็นไปได้ยากและต้องทำอย่างรวดเร็วสำหรับขั้นตอนนี้</p> <p>คำแนะนำ : จุดสำคัญในการติดคือให้ตัวก้านดอกไม้พันรอบๆ เสาเทียนแล้ววางแผนทางเดินน้ำอย่างรวดเร็ว</p>
		หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง
	ภาพ	คำอธิบาย
		<p>หลังทำการหล่อดอกอัญชันโลหะวิ่งได้เต็มที่การเผาไหม้สมบูรณ์แต่ด้วยที่ดอกไม้ชิ้นนี้เหนียวเฉาอย่างรวดเร็วทำให้ไม้ได้รูปแบบตามที่ต้องการ</p> <p>ข้อเสีย : ไม่เหมาะสำหรับการทดลองเพราะรูปทรงของชิ้นงานไม่ตรงตามรูปแบบวัสดุธรรมชาติ</p>

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกเข็ม

เข้าหล่อที่ 3		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกเข็ม (spike flower)		<p>ดอกเข็มเป็นดอกไม้ที่เล็กที่สุดในการทดลองแต่ดอกเข็มมีความแข็งแรงและทนทานเป็นอย่างมาก เทคนิคการติดทางเดินน้ำง่ายไม่ซับซ้อน</p> <p>คำแนะนำ : การติดทางเดินน้ำโลหะของดอกเข็ม ติดแค่ส่วนก้านของดอกไม้และส่วนใบไม้เท่านั้น</p>
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
		<p>หลังจากทำการหล่อดอกเข็ม คุณภาพของโลหะขึ้นชัด 95% พื้นผิวและเกสรของดอกเข็มที่เป็นชิ้นเล็ก ขึ้นครบตามรูปแบบของวัสดุต้นแบบ เหมาะสมที่จะทำการทดลองต่อไป</p> <p>ข้อเสีย : ควรเลือกดอกที่มีก้านเกสรห่างๆกันเพราะถ้าติดกันเกินไปจะทำให้โลหะติดกันหลังจากการหล่อ</p>

ตารางที่ 27 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกก้ามปู

เข้าหล่อที่ 4		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
		<p>ดอกก้ามปูเป็นดอกไม้ที่ใหญ่ที่สุดสำหรับการทดลองครั้งนี้ดอกเท่ากับ1ใบในการหล่อกลีบดอกแข็งแรงแต่มีความหนาเกินไป</p> <p>คำแนะนำ : การติดทางเดินน้ำเป็นไปอย่างง่ายไม่ซับซ้อนต้นเทียนต่ำ 2-3 เซนติเมตร จากนั้นให้โยงก้านทางเดินน้ำโลหะไปยังจุดสำคัญของใบ พยายามให้ส่วนก้านตั้งฉากกับพื้น</p>
		หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง
ดอกก้ามปู (Heliconia)		<p>ดอกก้ามปูมีขนาดใหญ่ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ สังเกตได้ว่าช่วงกลีบดอกบางจุดจะมีรอยแตกแต่ความงามของวัสดุชิ้นซัดลักษณะเด่นคือเส้นหยาบตามใบ ถือได้ว่าเป็นการหล่อที่สมบูรณ์90%</p> <p>ข้อเสีย : เนื่องจากดอกก้ามปูเป็นดอกไม้ที่มีขนาดใหญ่ทำให้มีน้ำหนักมากสำหรับการหล่อและการเผาไหม้เป็นไปได้อย่างควรหาชนิดปูนหล่อที่แข็งแรงกว่าชนิดปูนหล่อที่ทำการทดลอง</p>

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกลีลาวดี

เข้าหล่อที่ 5		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
		<p>ดอกลีลาวดีดอกไม้ชนิดนี้ภายนอกมีความงามเพราะสีของดอกมีสีขาวโคนดอกมีสีเหลืองอ่อน แต่ข้อเสียของดอกไม้ชนิดนี้คือหลังจากที่เด็ดออกมาจากต้นแล้วจะมีการเหี่ยวเฉาอย่างรวดเร็ว</p> <p>คำแนะนำ : ดอกลีลาวดีเหี่ยวเฉาอย่างรวดเร็วทำให้การติดทางเดินน้ำโลหะเป็นไปได้ลำบากและต้องทำอย่างรวดเร็วสำหรับขั้นตอนนี้</p>
		หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง
ดอกลีลาวดี (Plumeria)		<p>หลังจากการหล่อโลหะการวิ่งตัวของโลหะเป็นไปได้สมบูรณ์ การเผาไหม้สมบูรณ์แต่รายละเอียดของดอกไม้ขึ้นไม่ชัดเท่าที่ควรเพราะดอกไม้ไม่มีลวดลายหรือพื้นผิวที่เป็นจุดเด่นปลายดอกไม้หดตัวก่อนที่ปูนหล่อจะเซตตัวจึงส่งผลให้ชิ้นงานออกมาไม่ตรงตามแบบ</p> <p>ข้อเสีย : ดอกลีลาวดีหดตัวเร็วเกินไปจึงคิดว่าไม่เหมาะสำหรับการทดลอง และขั้นตอนการปฏิบัติงานควรทำอย่างต่อเนื่องไม่ควรทิ้งช่วงไว้นานจนเกินไป</p>

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกกล้วยไม้เหลือง

เข้าหล่อที่ 7		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกกล้วยไม้ เหลือง (Orchids)		<p>ด้วยกล้วยไม้คือดอกไม้ชนิดแรกที่ทำกรทดลองในการหล่อ ครั้งนี้การติดทางเดินน้ำโลหะติดได้ง่าย</p> <p>คำแนะนำ : จุดสำคัญในการติดคือ ส่วนใบแต่ละใบ1จุดและส่วนฐานล่าง1จุด</p>
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
		<p>หลังจากการหล่อดอกกล้วยไม้ หวายสภาพโลหะความสมบูรณ์ 95% ลวดลายของดอกไม้เป็นตรง เรียงไปตามองศาของก้านดอกไม้ ทุกก้านขึ้นชัดและได้รูปทรงตรงตามธรรมชาติ จะมีก้านรอบแตกตามขอบใบ</p> <p>ข้อเสีย : ไม่มี</p>


ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกดาวเรือง

เข้าหล่อที่ 8		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกดาวเรือง (Marigold)		<p>ดอกดาวเรืองติดทางน้ำโลหะค่อนข้างง่ายไม่มีอะไรที่ซับซ้อนโยงเข้าที่โคนดอกไม้และที่ปลายก้าน 2 จุดส่วนตัวใบสีเหลืองบางมากจนไม่สามารถติดทางเดินน้ำโลหะได้</p> <p>คำแนะนำ : ในขั้นตอนการเทปูนหล่อลงเข้าควรผสมปูนให้มีความเหลวกว่าปกติ เพื่อให้ปูนเข้าตามซอกของดอกดาวเรืองได้ดี</p>
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
		<p>ในด้านงานหล่อของดอกดาวเรืองถือว่าการหล่อที่สมบูรณ์ 90% การวิ่งตัวของโลหะได้ดีจะมีส่วนโคนดอกที่การเผาไหม้ได้ไม่ตินัก การทับซ้อนกันของใบดาวเรืองถือได้ว่าเป็นเส้นของดอกไม้ชนิดนี้</p> <p>ข้อเสีย เนื่องจากโคนดอกดาวเรืองมีความหนาทำให้หลังจากการหล่อเป็นโลหะจะมีน้ำหนักมาก ส่วนใบซับซ้อนมากจนยากต่อการตกแต่ง</p>

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกกุหลาบ

เข้าหล่อที่ 9		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกกุหลาบ (Rose)		<p>ดอกกุหลาบเป็นดอกไม้ที่มีลักษณะเด่นที่สุดการติดทางเดินน้ำโลหะง่าย สามารถโยงทางเดินน้ำโลหะเข้ากับต้นเทียนได้เลย</p> <p>คำแนะนำ : เนื่องจากกลีบดอกกุหลาบห่อหุ้มนั้นห่อหุ้มเกสรหลายชั้น ดังนั้นควรเลือกดอกไม้กลีบที่ไม่ทับซ้อนก่อนเกินไป</p>
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
		<p>หลังจากที่หล่อดอกกุหลาบนั้นได้พบว่าการหล่อดอกไม้ชนิดนี้ค่อนข้างยากเพราะปูนหล่อไม่สามารถไหลเข้าไปตามซอกกลีบดอกได้ทำให้โลหะเกาะตัวกันเป็นก้อน ความสมบูรณ์ของการหล่อได้ 70% ได้รูปทรงภายนอกที่ดูรูปเป็นดอกไม้ชนิดนี้ แต่ไม่สามารถให้กลีบแยกออกจากกันได้</p> <p>ข้อเสีย : การหล่อดอกไม้ชนิดนี้จะมีน้ำหนักมากเนื่องด้วยกลีบดอกรวมตัวกันเป็นก้อน</p>

ตารางที่ 32 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกทานตะวัน

เข้าหล่อที่ 10		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกทานตะวัน (Sunflower)		<p>ดอกไม้ชนิดนี้มีหน้ากว้างที่สุดใน การทดลอง ตัวใบและเกสรเด่นชัด การติดทางเดินน้ำคือการใช้ก้าน ดอกไม้เหี่ยวต้นเหี่ยวได้เลย</p> <p>คำแนะนำ : ควรดองศาให้ตั้งฉากกับ พื้นไม่ควรให้ตัวดอกเอียงเกินไป ใน ขั้นตอนการเทปูนหล่อลงเข้าควรผสม ปูนให้มีความเหลวกว่าปกติ เพื่อให้ ปูนเข้าตามซอกของ ดอกทานตะวันได้ดี</p>
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
	ภาพ	คำอธิบาย
		<p>หลังจากทำการหล่อโลหะวิ่งได้ดี ในส่วนที่เป็นกลีบใบและเกสรขึ้น ชัดเจนความงามของเกสรเรียงตัวอย่าง หน้าเหลือเชื่อ</p> <p>चनाของดอกทานตะวันตามก้าน ดอกนั้นขึ้นชัดเจนความสมบูรณ์ในการ หล่อ 95%</p> <p>ข้อเสีย : ดอกทานตะวันมีขนาดใหญ่ เกินไปทำให้การหล่อของดอกไม้ชนิดนี้ มีน้ำหนักมากที่สุด</p>


ตารางที่ 33 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกเบญจมาศ

เข้าหล่อที่ 11		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกเบญจมาศ (Chrysanthemum)		<p>ดอกเบญจมาศเป็นดอกไม้ที่ติดทางเดินน้ำโลหะได้ง่ายอีกชนิดหนึ่งสามารถนำดอกไม้ชนิดนี้ไปติดต้นเทียนได้เลย ควรติดดอกไม้ให้ตั้งฉากกับพื้นไม่ให้เอียงจนเกินไป</p> <p>คำแนะนำ : ดอกไม้เหี่ยวเฉาง่าย ดังนั้นควรทำขั้นตอนการหล่ออย่างรวดเร็ว</p>
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
		<p>หลังจากการหล่อดอกเบญจมาศโลหะจึงตัวได้ไม่ดีมากนัก เนื่องจากใบของดอกเบญจมาศมีความยาวและบางเกินไป ความสมบูรณ์ของการหล่อ 40% การเผาไหม้ไม่ดีเท่าที่ควรอาจจะไม่เหมาะแก่การทดลอง ควรเลือกดอกไม้ที่ใหญ่จนเกินไป</p> <p>ข้อเสีย : ดอกมีขนาดใหญ่และใบของดอกไม้ชนิดนี้เรียวบางทำให้น้ำโลหะจึงตัวได้ไม่ดี</p>


ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกคัตเตอร์

เข้าหล่อที่ 6		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกคัตเตอร์ (Cutter flower)		<p>ดอกคัตเตอร์เป็นดอกไม้ที่มีขนาดเล็กจึงทำให้ไม่สามารถติดทางเดินน้ำโลหะที่ดอกไม้ได้แต่ก้านของดอกไม้มีความแข็งแรงในการทดลองจึงจำเป็นต้องติดทางเดินน้ำในลักษณะที่เป็นข้อ</p> <p>คำแนะนำ : ควรเลือกดอกไม้ที่มีการเจริญเติบโตระดับกลางจะเห็นว่ายากกว่าดอกไม้แบ่งบาน</p>
		หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง
		



ตารางที่ 35 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกจำปี

เข้าหล่อที่ 12		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
		<p>ดอกจำปีเป็นดอกไม้ที่สวยงามมีกลีบดอกมีความยาวและหนา ไม่หยาบง่าย</p> <p>คำแนะนำ : การติดทางเดินน้ำโลหะคือใช้เทียนติดช่วงโคนดอกแล้วสามารถนำไปเสียบกับต้นเทียนได้เลย องศาในการติดต้นเทียนประมาณ 45 องศาจะทำให้โลหะวิ่งตัวได้ดี</p>
		หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง
ดอกจำปี (Champa flower)	ภาพ	คำอธิบาย
		<p>หลังจากทำการหล่อดอกจำปี โลหะวิ่งตัวได้ดี ความสมบูรณ์ของการหล่อ 95% โลหะดึงความเด่นของดอกจำปีได้ดี ความหนาของใบดอกจำปีทำให้ไม่มีปัญหาในการหล่อ</p> <p>ข้อเสีย : ควรเลือกดอกที่มีความบานเพื่อให้ปูนหล่อเข้าตามซอกได้ดี</p>

ตารางที่ 36 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ดอกป๊อบ

เข้าหล่อที่ 13		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
		<p>ดอกป๊อบเป็นดอกไม้ที่มีความงามในลักษณะรูปทรงที่เรียว สามารถนำก้านดอกมาปักที่ต้นเทียนได้เลยแทนการติดทางเดินน้ำโลหะ</p> <p>คำแนะนำ : ดอกไม้เหี่ยวเฉาง่ายดังนั้นควรทำขั้นตอนการหล่ออย่างรวดเร็ว</p>
		หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง
	ภาพ	คำอธิบาย
ดอกป๊อบ (Millingtonia hortensis)		<p>หลังจากการหล่อเป็นโลหะ ให้ความสมบูรณ์ในการหล่อ 85%</p> <p>ถือว่าโลหะวิ่งตัวได้ดี ลักษณะเด่นของดอกออกมาได้เด่นชัดโดยเฉพาะดอกตูมจะหล่อได้ชัดเจน</p> <p>ข้อเสีย ใบของดอกป๊อบเหี่ยวเฉาเร็วทำให้การหล่อไม่สมบูรณ์แต่โดยรวมก็ถือว่าสมบูรณ์ จะมีบางใบที่หุหรือแห้ว</p>



ตารางที่ 37 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ใบโพธิ์แห้ง

เข้าหล่อที่ 14		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ใบโพธิ์แห้ง (Pho leaf)		<p>ใบโพธิ์แห้งเป็นใบไม้ชนิดเดียวในการทดลองครั้งนี้ การติดทางเดินน้ำโลหะติดประมาณ 5-6 จุด เพื่อให้โลหะได้วิ่งอย่างเต็มที่</p> <p>คำแนะนำ : ควรเลือกใบไม้ที่เหมาะสมกับขนาดเข้าหล่อ</p>
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
		<p>เนื่องจากใบโพธิ์เป็นใบไม้ที่ลักษณะแบนมีความหนา 0.3 มิลลิเมตร ทำให้การไหลตัวของโลหะได้ไม่เต็มที่ ความสมบูรณ์ของการหล่อ 5%</p>

ตารางที่ 38 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ใบโพธิ์สด

เข้าหล่อที่ 15		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ใบโพธิ์สด (Pho leaf)		<p>การทดลองใบโพธิ์ครั้งที่ 2 การติดทางเดินน้ำโลหะติดประมาณ 5 - 6 จุด เพื่อให้โลหะได้วิ่งอย่างเต็มที่ จุดเด่นคือ ใบโพธิ์สดมีความหนามากกว่าใบโพธิ์แห้ง</p> <p>คำแนะนำ : ควรเลือกใบไม้ที่เหมาะสมกับขนาดเข้าหล่อ</p>
		หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง
	ภาพ	คำอธิบาย
		<p>การหล่อใบโพธิ์ครั้งที่ 2 ถือได้ว่าเกือบสมบูรณ์สังเกตได้ว่าในส่วนที่เกิดรูหลังจากการหล่อ เพราะจุดนั้นไม่มีทางเดินน้ำโลหะ</p>

ตารางที่ 39 การเปรียบเทียบวัสดุธรรมชาติก่อนหล่อและหลังหล่อ ใบโพธิ์ที่เสริมความหนา

เข้าหล่อที่ 16		
วัสดุธรรมชาติ	ภาพ	คำอธิบาย
ใบโพธิ์เสริมความหนาด้วยสีสเปรย์ (Pho leaf)		ใบโพธิ์สด+ใช้สีสเปรย์เพิ่ม เนื่องจากการทดลอง 2 ครั้งที่ผ่านมาเกิดปัญหาหลายจุด ครั้งนี้จึงแก้ไขปัญหาในจุดที่บกพร่อง คือ เรื่องความหนาของใบโดยใช้สีสเปรย์พ่นด้านหลังของใบและเพิ่มทางเดินน้ำโลหะประมาณ 12 จุดทั่วทั้งใบ
	หลังหล่อด้วยโลหะทองเหลือง	
		การหล่อครั้งนี้ถือได้ว่าเป็นการหล่อที่สมบูรณ์ที่สุดเป็นเพราะการเสริมความหนาของใบและเพิ่มทางเดินน้ำโลหะทำให้โลหะทองเหลืองวิ่งตัวได้ดี รายละเอียดของใบที่เป็นเส้นเล็กขึ้นชัดเจน จะมีบางจุดที่เป็นรูหรือรอยแตก
		ข้อเสีย : ทำให้แตกแต่งยากหลังจากการหล่อ

3.8 สรุปผลการทดลอง



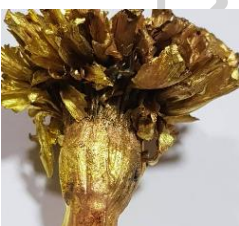

จากการวิเคราะห์ผลปฏิบัติการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าวัสดุธรรมชาติ เช่น ดอกไม้ ใบไม้ ต่างๆ ที่อยู่ในธรรมชาติสามารถนำมาหล่อเป็นชิ้นงานโลหะได้ ซึ่งโลหะทองเหลืองสามารถตอบสนองการทดลองครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี เพราะเหตุปัจจัยสำคัญที่สามารถนำวัสดุธรรมชาติประเภทดอกไม้ เข้าสู่กระบวนการหล่อโลหะเช่นเดียวกับต้นแบบแว็กซ์นั้น คือ การทำให้โครงแบบและทางเดินน้ำโลหะมีสภาพที่สมบูรณ์เหมือนต้นแบบจากธรรมชาติ ซึ่งไม่ว่าจะใช้วัสดุต้นแบบประเภทใด หากสามารถหล่อทำให้ต้นแบบนั้นออกมาจากเข้าปูนได้ แล้วทิ้งให้เกิดโครงแบบแม่พิมพ์ที่สมบูรณ์ แล้วทำการเทน้ำโลหะเข้าสู่โครงแบบก็จะได้ชิ้นงานหล่อที่สมบูรณ์ แต่หากโครงแบบที่สร้างขึ้นด้วยต้นแบบจากวัสดุธรรมชาตินั้นไม่สมบูรณ์ชิ้นงานที่ได้จะไม่สมบูรณ์เช่นเดียวกัน

3.8.1 สรุปผลการปฏิบัติงานหล่อ

ตารางที่ 40 การสรุปผลของงานหล่อวัสดุธรรมชาติทั้งหมด

ชื่อวัสดุธรรมชาติ	สามารถพัฒนาเป็นเครื่องประดับ	การเผาไหม้	ความสมบูรณ์ของโลหะ	ความแข็งแรงของชิ้นงาน
ดอกกล้วยไม้หวาย 	✓ เพราะ ดอกกล้วยไม้สร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัวได้	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 95%	มีความแข็งแรง ลวดลายหล่อขึ้นชัดเจน
ดอกอัญชัน 	X เพราะ ดอกอัญชันมีความบางมากเกินไป	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้ไม่สมบูรณ์ 10%	มีความแข็งแรง ลวดลายหล่อขึ้นชัดเจน
ดอกเข็ม 	✓ เพราะ ดอกเข็มมีขนาดเล็กแต่เหนียว ฉายาก	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 90%	มีความแข็งแรง ถึงแม้จะถูกหล่อในรูปแบบข้อ

ตารางที่ 40 การสรุปผลของงานหล่อวัสดุธรรมชาติทั้งหมด (ต่อ)

ชื่อวัสดุธรรมชาติ	สามารถพัฒนาเป็นเครื่องประดับ	การเผาไหม้	ความสมบูรณ์ของโลหะ	ความแข็งแรงของชิ้นงาน
ดอกขำมปู 	X เพราะมีขนาดใหญ่เกินไปและน้ำหนักโลหะมากเกินไป	การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เพราะมีขนาดใหญ่	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 85%	มีความแข็งแรง ลวดลายชัดเจน
ดอกลีลาวดี 	✓ ดอกไม้ที่เย็บเฉาะอย่างรวดเร็วแต่สามารถหล่อได้	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 80%	มีความแข็งแรง แต่ปลายดอกมีการหดตัว
ดอกกล้วยไม้เหลือง 	✓ เพราะ ดอกกล้วยไม้สร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัวได้	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 95%	มีความแข็งแรง ลวดลายหล่อขึ้นชัดเจน
ดอกดาวเรือง 	✓ ใบของดอกดาวเรืองมีความซับซ้อนสร้างเป็นเครื่องประดับได้	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 85%	มีความแข็งแรง ความซับซ้อนของใบเป็นเอกลักษณ์
ดอกกุหลาบ 	X กลีบดอกกุหลาบห่อตัวมากเกินไปและโลหะมีน้ำหนักเยอะ	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 80%	มีความแข็งแรงแต่น้ำหนักอาจจะมีมากเกินไป

ตารางที่ 40 การสรุปผลของงานหล่อวัสดุธรรมชาติทั้งหมด (ต่อ)

ชื่อวัสดุธรรมชาติ	สามารถพัฒนาเป็นเครื่องประดับ	การเผาไหม้	ความสมบูรณ์ของโลหะ	ความแข็งแรงของชิ้นงาน
ดอกทานตะวัน 	X มีขนาดใหญ่ไปและน้ำหนักโลหะมากเกินไป	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 95%	มีความแข็งแรงแต่น้ำหนักอาจจะมากเกินไป
ดอกเบญจมาศ 	✓ เป็นเครื่องประดับได้ดอกไม้มีใบที่เรียวยาว	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 80%	มีความแข็งแรงแต่ส่วนใบจะหล่อไม่สมบูรณ์
ดอกคัตเตอร์ 	✓ การหล่อเป็นลักษณะข้อ	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 90%	ไม่แข็งแรงแต่สร้างเป็นเอกลักษณ์ได้
ดอกจำปี 	✓ เป็นเครื่องประดับได้ ระวังเรื่องการจับตัวของโลหะ	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 90%	ตัวดอกแข็งแรงแต่ช่วงใบจะมีความบาง
ดอกปีป 	✓ เป็นเครื่องประดับได้แต่ใบของดอกไม้บางมาก	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นดอกไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 90%	มีความแข็งแรงลวดลายชัดเจน
ใบโพธิ์แห้ง 	X ใบโพธิ์บางเกินไป	การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์	เป็นใบไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 10%	ลักษณะใบบางเกินไป

ตารางที่ 40 การสรุปผลของงานหล่อวัสดุธรรมชาติทั้งหมด (ต่อ)

ชื่อวัสดุธรรมชาติ	สามารถพัฒนาเป็นเครื่องประดับ	การเผาไหม้	ความสมบูรณ์ของโลหะ	ความแข็งแรงของชิ้นงาน
ใบโพธิ์สด 	X ใบโพธิ์สดจะมีความหนากว่าใบแห้ง	การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์	เป็นใบไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 50%	ลักษณะใบบางเกินไป
ใบโพธิ์เสริมความหนา 	✓ เสริมความหนาทำให้ชิ้นงานหล่อออกมาได้	การเผาไหม้สมบูรณ์	เป็นใบไม้ที่หล่อออกมาได้สมบูรณ์แบบ 90%	มีความแข็งแรง ลวดลายชัดเจน

3.8.2 สรุปการปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติ

จากการทดลองปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติผู้วิจัยพบว่า สามารถนำวัสดุจากธรรมชาติมาเป็นต้นแบบและเข้าสู่กระบวนการหล่อโลหะจนได้ชิ้นงานหล่อที่มีลักษณะทางกายภาพสมบูรณ์ในระดับดีตามแต่ละชนิดของดอกไม้และใบไม้ โดยมีเหตุปัจจัยอื่น ได้แก่ ความแข็งแรง ความหนา ขนาด และชนิดของโลหะที่ใช้ในการหล่อ รวมทั้งปริมาณน้ำในวัสดุธรรมชาติ นอกจากนี้เหตุปัจจัยจากความสามารถของมนุษย์ ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ การปรับระดับแรงดูดฟองอากาศ ระยะเวลาที่เหมาะสมในปฏิบัติการแต่ละขั้นตอน และที่สำคัญ คือ ตำแหน่งการติดตั้งทางเดินน้ำโลหะ รูปแบบ และจำนวนทางเดินน้ำโลหะ ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลโดยตรงกับชิ้นงานหล่อทั้งสิ้น จากคุณภาพของชิ้นงานที่ได้รับทำให้เห็นว่าดอกกล้วยไม้กับดอกเข็ม เป็นต้นแบบจากธรรมชาติที่ทำการหล่อได้ชิ้นงานสมบูรณ์ที่สุด เหตุเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสม คือ มีความหนา ความแข็งแรง รูปร่าง รูปทรง ขนาด ที่เอื้อต่อการขึ้นต้นแบบด้วยวิธีการหล่อ ท้ายที่สุดได้ข้อสรุปดังนี้

1. วัสดุธรรมชาติสามารถนำมาเป็นต้นแบบเพื่อทำการหล่อชิ้นงานโลหะได้ และแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดอกไม้ที่มีโครงสร้างแข็งแรง , ดอกไม้ที่มีโครงสร้างไม่แข็งแรง , ดอกไม้ที่มีโครงสร้างซับซ้อน ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ รูปร่าง รูปทรง ความหนา ความแข็งแรงของวัสดุมีผลต่อคุณภาพของโพรงแบบปูน และส่งผลต่อชิ้นงานหล่อโดยตรง

2. ประเด็นหลักในการวิจัย คือ ทำให้ได้โพรงแบบแม่พิมพ์ปูนมีคุณภาพสมบูรณ์ที่สุดจากการนำวัสดุธรรมชาติมาเป็นต้นแบบ ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพชิ้นงานในกระบวนการหล่อ

คือ คุณภาพและชนิดของปูน คุณภาพและชนิดของโลหะ รูปแบบและตำแหน่งการติดตั้งเดินน้ำ โลหะนั้นสำคัญ อุณหภูมิและเวลาในการหล่อ จำเป็นต้องตรวจสอบและควบคุมอย่างเหมาะสม

3. สามารถเสริมความหนาของวัสดุธรรมชาติด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น สีสเปรย์ เพื่อให้การหล่อวัสดุธรรมชาติออกมาอย่างสมบูรณ์แบบ วัสดุธรรมชาติบางชนิดหล่อออกได้ไม่สมบูรณ์แบบแต่ อาจเกิดความงามในรูปแบบความงามด้านสุนทรียภาพ

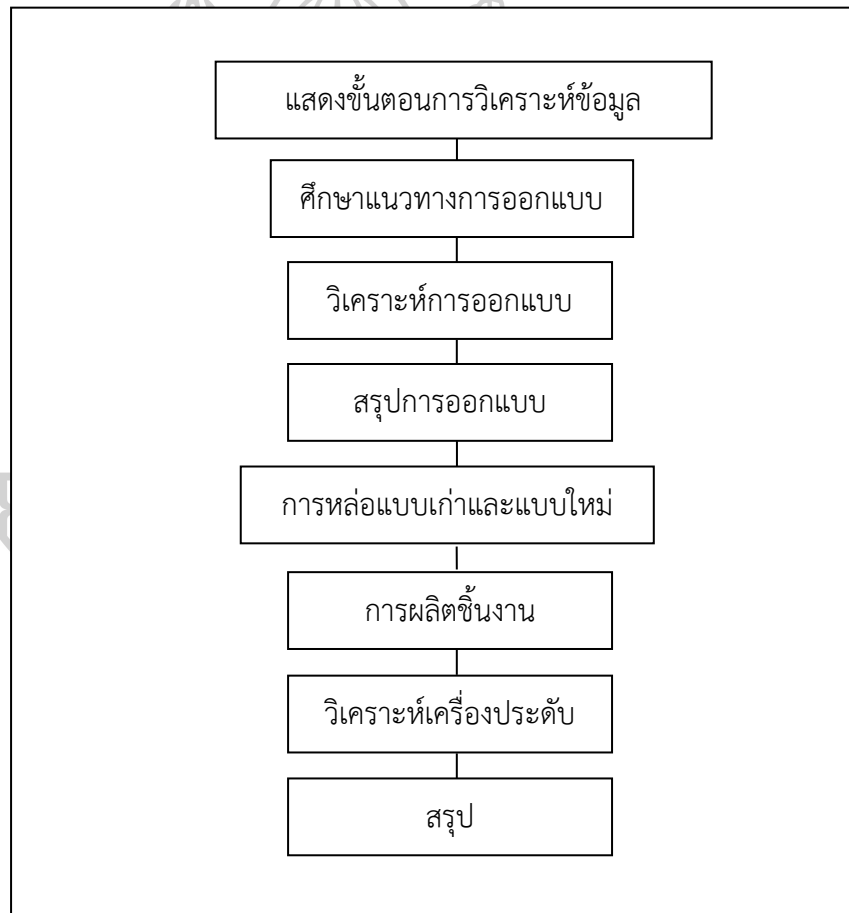
4. มีการสังเกตุวัสดุจากธรรมชาติแล้วเลือกช่วงเวลาการเหี่ยวเฉาของดอกไม้ ใบไม้แล้ว นำมาหล่อเป็นเครื่องประดับพร้อมกับสะท้อนบางอย่างเกี่ยวกับหลักธรรมในพระพุทธศาสนาเพื่อให้ ผู้คนตระหนักถึงการเสื่อมสลายและไม่ยึดติด



บทที่ 4

การนำเสนอข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยในหัวข้อ เครื่องประดับจากการหล่อวัสดุสด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากการหล่อวัสดุจากธรรมชาติ ให้เกิดความงามใหม่และเชื่อมโยงการนำเสนอเครื่องประดับในรูปแบบใหม่เพื่อให้ผู้คนที่ตระหนักความหมายของเครื่องประดับและธรรมชาติมากขึ้น พร้อมสร้างเครื่องประดับจากการหล่อวัสดุจากธรรมชาติ



ภาพที่ 39 การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 แนวทางการออกแบบเครื่องประดับ

แนวทางการออกแบบเครื่องประดับในหัวข้อ เครื่องประดับจากการหล่อวัสดุ : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดของศิลปินหลายท่านที่แสดงผลงานจากวัสดุธรรมชาติและสิ่งรอบๆตัว ไปในทิศทางต่างๆ

4.1.1 Mr. RON HO ศิลปินชาวญี่ปุ่นได้สร้างผลงานโดยงานนำสิ่งรอบๆตัวมาทำเครื่องประดับ ผลงานส่วนใหญ่เป็นการต้นสดโดยใช้ปัจจัยหลักคือวัสดุที่หาได้ตามท้องถิ่นผสมผสานโลหะเงินกันอย่างลงตัว แนวคิดที่บ่งบอกถึงการใช้วัสดุทางธรรมชาติและให้ผู้คนรักษาในสิ่งแวดล้อมก่อนที่จะหมดไปบนโลกใบนี้



ภาพที่ 40 ผลงานของศิลปินและภาพศิลปิน Mr. Ron Ho

ที่มา <https://www.nwdesignercraftsmen.org/obituary-ron-ho>

4.1.2 Richard Shilling ศิลปินชาวอังกฤษที่มีชื่อเสียงเรื่องการทำงานศิลปะร่วมกับธรรมชาติ เป็นศิลปินแนวภูมิศิลป์ที่ถนัดงานประติมากรรม (Sculpture) แม้ชิ้นงานของเขาไม่ได้ใหญ่โตอลังการ แต่ก็สะท้อนความงามอันยิ่งใหญ่ของธรรมชาติได้อย่างดี ผลงานทุกชิ้นจะถูกถ่ายภาพเก็บไว้ ภายใต้แสงธรรมชาติ ด้วยกล้องฟิล์มธรรมดา คำว่า Ephemeral แปลว่า ไม่จีรัง ไม่ยั่งยืน ส่วนคำว่า Art แปลว่า ศิลปะ สองคำที่ความหมายดูจะห่างไกลแต่เมื่อจับคู่กันกลับกลายเป็นคำอธิบายถึงงานศิลปะ ที่งดงาม เรียบง่าย แผงความหมายลึกซึ้ง



ภาพที่ 41 ผลงานของศิลปินและภาพศิลปิน Richard Shilling

ที่มา <https://www.creativemove.com/art/ephemeral-art/>

4.1.3 Zadok Ben-David ศิลปินชาวอิสราเอลซึ่งย้ายถิ่นฐานมาจากสาธารณรัฐเยเมน มาทำงานศิลปะในกรุงลอนดอน มุ่งเน้นการสื่อสารความรู้สึกและมุมมองของศิลปินเกี่ยวกับธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ และ มนุษย์ผ่านเทคนิคของงานประติมากรรมจากโลหะกัดกรวด (etching) ส่วนประกอบหลักในงานประติมากรรมของเขาจึงมักเป็นเรื่องราวของคน และธรรมชาติรอบตัว อย่าง ต้นไม้ พันธุ์พืช และ สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ชิ้นงานด้านหนึ่งถูกระบายด้วยสีดำ ส่วนอีกด้านหนึ่งถูกแต้มด้วยสีเส้นต่างๆ สะท้อนแนวคิดในเรื่องชีวิตมีเกิดย่อมมีสลายไปตามวัฏธรรต มีความปรารถนา และความสิ้นหวัง



ภาพที่ 42 ผลงานของศิลปินและภาพศิลปิน Zadok Ben-David

ที่มา <https://www.baanlaesuan.com>

4.1.4 สุชา ศิลปชัยศรี ARTEYE VIEW การสร้างสรรค์งานศิลปกรรมที่เกี่ยวข้องเนื่องในความเชื่อทางพระพุทธศาสนา ซึ่งใช้ความรู้สึกถึงเรื่องไตรลักษณ์ “อนิจจัง” ความไม่เที่ยง ความไม่แน่นอน “ทุกขัง” ความทุกข์ “อนัตตา” ความไม่ยึดถือว่ามีตัวตน อันเป็นความรู้สึกที่มนุษย์สามารถเข้าถึง

และสื่อสารได้อย่างชัดเจน จนนำไปสู่กระบวนการสร้างสรรค์โดยจินตนาการก่อรูปความคิดขึ้นมาใหม่ ซึ่งประกอบกับการระลึกถึงสังขารแห่งชีวิตการเจริญเติบโตของทุกสรรพสิ่ง ล้วนเกิดจากการดับสลายของรูปทรงๆ หนึ่ง และก่อตัวเป็นรูปทรงใหม่ซึ่งเติบโตและสืบชีวิตไปเป็นวัฏจักร



ภาพที่ 43 ตัวอย่างผลงานของ สุชา ศิลปชัยศรี

ที่มา : <http://oknation.nationtv.tv/blog/vinnapatra/2018/01/03/entry-6>

4.2 วิเคราะห์การออกแบบ

ธรรมชาติคือความเป็นจริง โดยมีไตรลักษณ์เป็นลักษณะ คือ อนิจจา ทุกขัง อนัตตา อนิจจา-ทุกอย่างมีเกิด ตั้งอยู่ และดับ ทุกขัง-ทุกอย่างเป็นทุกข์ แม้แต่ความสุขหากเรายึดติดมันความสุขดับไปแล้วแต่เราไม่ปล่อยมันอยากได้มันอีกก็ทุกข์ อนัตตา-ทุกอย่างไม่มีตัวตน เกิดจากการผสมของเหตุและปัจจัยทั้งนั้น หาตัวแท้ไม่ได้การรู้จักธรรมชาติ คือการไม่ยึดติดกับทุกอย่างเข้าใจตามความเป็นจริง แต่ทุกคนไม่สามารถถอดแวนสีต่างๆ ที่แต่ละคนสวมอยู่ได้ จึงไม่เห็นธรรมชาติของทุกสิ่งได้ สิ่งที่ศาสนาสอน คือให้ฝึกจิตตัวเองให้เห็นตามความเป็นจริงของธรรมชาติให้ได้

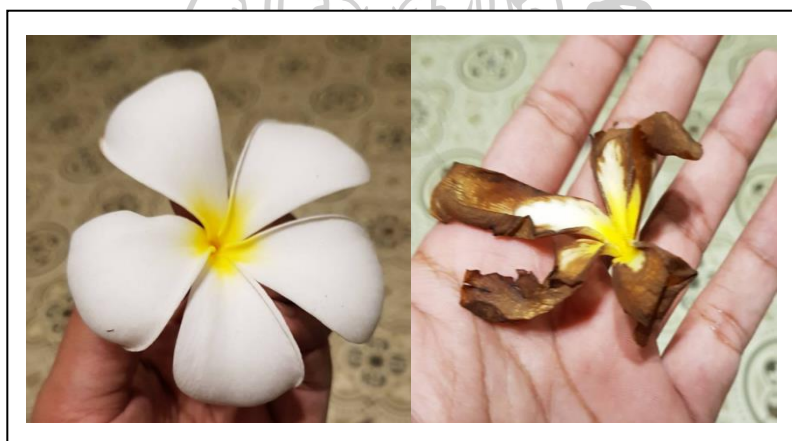


ภาพที่ 44 ใบไม้ที่ร่วงหล่นจากต้น

ที่มา http://palomita-in-stars.blogspot.com/2015/03/blog-post_14.html

4.2.1 การวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบ

ทุกข์ ได้แก่ "สภาพที่ทนอยู่ในสภาพเดิมไม่ได้" ทุกข์ ในที่นี้ไม่ได้หมายความว่า เป็นความทุกข์กายทุกใจเท่านั้น แต่การทุกข์กายทุกใจก็เป็นลักษณะส่วนหนึ่งของทุกข์ในที่นี้ สรรพสิ่งทั้งหลายอันเป็นสังขารธรรม เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็ไม้อาจที่จะทนตั้งอยู่ในสภาพนั้นๆ ได้ตลอดไป ไม่อาจจะทรงตัวและต้องเปลี่ยนแปลงตลอดไป เพียงแต่จะช้าหรือเร็วเท่านั้น เมื่อได้เกิดมาเป็นเด็กจะให้ทรงสภาพเป็นเด็กๆ เช่นนั้นตลอดไปหาได้ไม่ จะต้องเปลี่ยนแปลงไปเป็นคนหนุ่มและสาวแล้วก็เฒ่าแก่จนในที่สุดก็ต้องตายไป แม้แต่ชั้นที่เป็นนามธรรมอันได้แก่เวทนา สัญญา สังขาร และวิญญาณ ก็ไม่มีสภาพทรงตัวเช่นเดียวกัน เช่นชั้นที่เรียกว่าเวทนา อันได้แก่ความทุกข์กายทุกข์ใจ และความไม่สุขไม่ทุกข์ ซึ่งเมื่อมีเกิดเป็นอารมณ์ดังกล่าวอย่างใดขึ้นแล้ว จะให้คงทรงอารมณ์เช่นนั้นให้ตลอดไปย่อมไม่ได้ นานไปอารมณ์เช่นนั้นหรือเวทนาเช่นนั้นก็ค่อยๆ ว่างไปแล้วเกิดอารมณ์ใหม่ชนิดอื่นขึ้นมาแทน



ภาพที่ 45 เปรียบเทียบดอกไม้ที่สวยงามและดอกไม้ที่เหี่ยวเฉา

4.3 สรุปกระบวนการออกแบบ

ผู้วิจัยได้เห็นว่าการเสื่อมสภาพของวัสดุธรรมชาติสามารถเกิดขึ้นได้ทุกชนิดแตกต่างกันอยู่ตามระยะเวลาเท่านั้น ดังนั้นการนำเอาความเหี่ยวเฉาของวัสดุธรรมชาติมาสะท้อนอะไรให้บ้างสิ่ง เพื่อให้ผู้สวมใส่หรือผู้พบเห็นได้ตระหนักถึงกฎแห่งธรรมชาติที่เรามิอาจจะหลีกเลี่ยงหนีไปได้ จึงได้ศึกษาให้หลักของ "ไตรลักษณ์" ที่แตกออกเป็น " ทุกข์ " หมายถึง สภาพที่ทนอยู่ในสภาพเดิมไม่ได้



ภาพที่ 46 การเสื่อมสลายไปตามธรรมชาติ

ในส่วนของการออกแบบผู้วิจัยไม่สามารถออกแบบได้ว่าเครื่องประดับจะต้องมีรูปลักษณะหรือหน้าตาทางกายภาพแบบไหน แต่สามารถเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการนำเสนอเรื่องราวให้อยู่ในรูปแบบของเครื่องประดับได้ ดังนั้นการดึงเอาความเหี่ยวเฉาของวัสดุธรรมชาตินำมาหล่อเป็นเครื่องประดับเพื่อให้ผู้คนตระหนักถึงหลักธรรมให้เรื่องทุกซัง คือ สภาพที่ทนอยู่ในสภาพเดิมไม่ได้ เพราะทุกวันนี้คนทั่วไปติดวัตถุนิยมจนเกินไป หลงใหลใน รูป รส กลิ่น เสียง จนลืมไปว่าชีวิตมนุษย์ก็คือธรรมชาติ ยิ่งไงก็หนีเรื่องนี้ไม่พ้นทุกชีวิต

4.3.1 การสังเกตวัสดุธรรมชาติในช่วงเวลาต่างๆ

ในลำดับของขั้นตอนการเลือกวัสดุธรรมชาติ ในการทำเครื่องประดับเพื่อสอดคล้องหลักธรรมในพระพุทธศาสนา เรื่อง ทุกซัง จึงมีการสังเกตวัสดุธรรมชาติในช่วงเวลาต่างๆ ให้สอดคล้องกับคำว่าสภาพที่ทนอยู่ในสภาพเดิมไม่ได้คือ วัสดุธรรมชาติที่เหี่ยวเฉาเป็นสิ่งที่มนุษย์ไม่ต้องการ นำกลับมาหล่อเป็นเครื่องประดับและพัฒนาให้เครื่องประดับชิ้นนี้เป็นสิ่งที่มีค่า

ตารางที่ 41 ตัวอย่างลำดับช่วงเวลาการเหี่ยวเฉาของวัสดุธรรมชาติ

ภาพวัสดุธรรมชาติ	คำอธิบาย
	<p>วัสดุธรรมชาติแสดงถึงการเกิด, กำเนิดเปรียบตั้งมนุษย์คือ วัยทารก</p> <p>ดอกไม้จะมีลักษณะตูมจะ ไม่มีความงามจากใบและเกสรไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้</p>
	<p>วัสดุธรรมชาติแสดงถึงการเริ่มเจริญเติบโตเปรียบตั้งมนุษย์คือ วัยเด็ก</p> <p>ดอกไม้จะมีลักษณะของใบที่งอกออกมาจากเกสรเป็นการเริ่มเจริญเติบโตสู่วัยเจริญพันธุ์เตรียมพร้อมผลิตดอกออกใบ</p>
	<p>วัสดุธรรมชาติแสดงถึงการเจริญพันธุ์, กำเนิดเปรียบตั้งมนุษย์คือ วัยรุ่น</p> <p>ดอกไม้จะมีลักษณะจะอยู่ในช่วงที่เจริญพันธุ์ถึงขีดสุด อยู่ในช่วงเวลาที่ยิ่งงามและเป็นที่ต้องการ ทุกส่วนคือความงามที่ทุกคนต้องการ</p>

ตารางที่ 41 ตัวอย่างลำดับช่วงเวลาการเหี่ยวเฉาของวัสดุธรรมชาติ (ต่อ)

ภาพวัสดุธรรมชาติ	คำอธิบาย
	<p>วัสดุธรรมชาติแสดงถึงการเข้าสู่ความเหี่ยวเฉาเปรียบดั่งมนุษย์ คือ วัยผู้ใหญ่</p> <p>ดอกไม้จะมีลักษณะเจริญพันธุ์และเริ่มเหี่ยวเฉาอยู่ในดอกเดียวกัน เป็นการเริ่มเข้าสู่ความไร้ค่า</p>
	<p>วัสดุธรรมชาติแสดงถึงการเหี่ยวเฉาเปรียบดั่งมนุษย์คือ วัยชรา</p> <p>ดอกไม้จะมีลักษณะเฉาเต็มตัวอยู่ในช่วงเวลาไร้ค่าและไม่เป็นที่ต้องการ ไม่มีส่วนไหนที่คนต้องการ</p>
	<p>วัสดุธรรมชาติแสดงถึงการเหี่ยวเฉาเปรียบดั่งมนุษย์คือ การตายไปแล้ว</p> <p>ดอกไม้ไม่มีลักษณะบางละแห่งมากจึงไม่สามารถนำมาทำเป็นเครื่องประดับได้</p>

4.3.2 ขั้นตอนการคัดเลือกวัสดุเพื่อทำการหล่อเครื่องประดับ

ในกระบวนการออกแบบนั้นผู้วิจัยไม่สามารถกำหนดให้เครื่องประดับเป็นไปตามจินตนาการของผู้ออกแบบได้ เพราะไม่สามารถกำหนดกฎเกณฑ์ของธรรมชาติได้ แต่กำหนดทิศทางความน่าจะเป็นตามช่วงเวลาที่ต้องการได้ คือ เลือกช่วงเวลาที่ยอดไม้แต่ละชนิดเหี่ยวเฉา



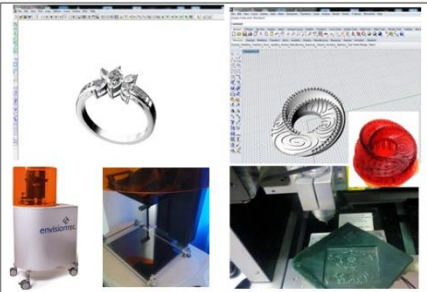
ภาพที่ 47 แผนภูมิแสดงการคัดเลือกวัสดุธรรมชาติ

4.4 การเปรียบเทียบต้นเทียนการหล่อเครื่องประดับแบบเก่าและแบบใหม่







การหล่อในที่นี้ไม่ใช่ความแตกต่างที่เทคโนโลยี แต่เป็นการหล่อที่ลดต้นทุนในการผลิต พร้อมใช้เทคนิคความชำนาญของการตีทางเดินน้ำโลหะสร้างชิ้นงานในการทดลอง

4.4.1 การแสดงขั้นตอนเปรียบเทียบการหล่อเครื่องประดับแบบเก่าและแบบใหม่

ตารางที่ 42 ขั้นตอนเปรียบเทียบการหล่อเครื่องประดับแบบเก่าและแบบใหม่

ลำดับขั้นตอน	การหล่อเครื่องประดับแบบเก่า	การหล่อเครื่องประดับแบบใหม่
1		
	ออกแบบเครื่องประดับ	คัดเลือกวัสดุธรรมชาติ
2		X
	ผลิตแม่พิมพ์	
3		X
	อัดบล็อกคยง	

ตารางที่ 42 ขั้นตอนเปรียบเทียบการหล่อเครื่องประดับแบบเก่าและแบบใหม่ (ต่อ)

4		
ฉีดเทียน		
5		
ติดต้นเทียนก่อนหล่อ		
6		
ต้นเทียนก่อนหล่อ		

4.4.2 วิเคราะห์การติดต้นเทียนช่วยลดต้นทุน



ภาพที่ 48 ต้นเทียนวัสดุธรรมชาติ

การหล่อด้วยวิธีเดิมๆซึ่งนิยมใช้กันตั้งแต่ยุคสมัยเก่าจนถึงปัจจุบัน ต่างแค่เครื่องมือ ของใช้ที่มีปรับเปลี่ยนให้ทันสมัย สะดวกสบายขึ้น ข้อดีคือสามารถผลิตชิ้นงานที่เหมือนกันได้หลายชิ้นในระยะเวลาอันสั้นแต่ข้อเสียคือค่าใช้จ่ายในการสร้างแม่พิมพ์มีแพง จนทำให้การผลิตชิ้นงานบางชิ้นถึงกับขาดทุน ในส่วนที่ผู้วิจัยใช้เทคนิคการติดต้นเทียนด้วยความความชำนาญ เพราะผู้ติดทางเดินน้ำโลหะจะต้องวางแผนในการเดินทางของน้ำโลหะอย่างรอบคอบ

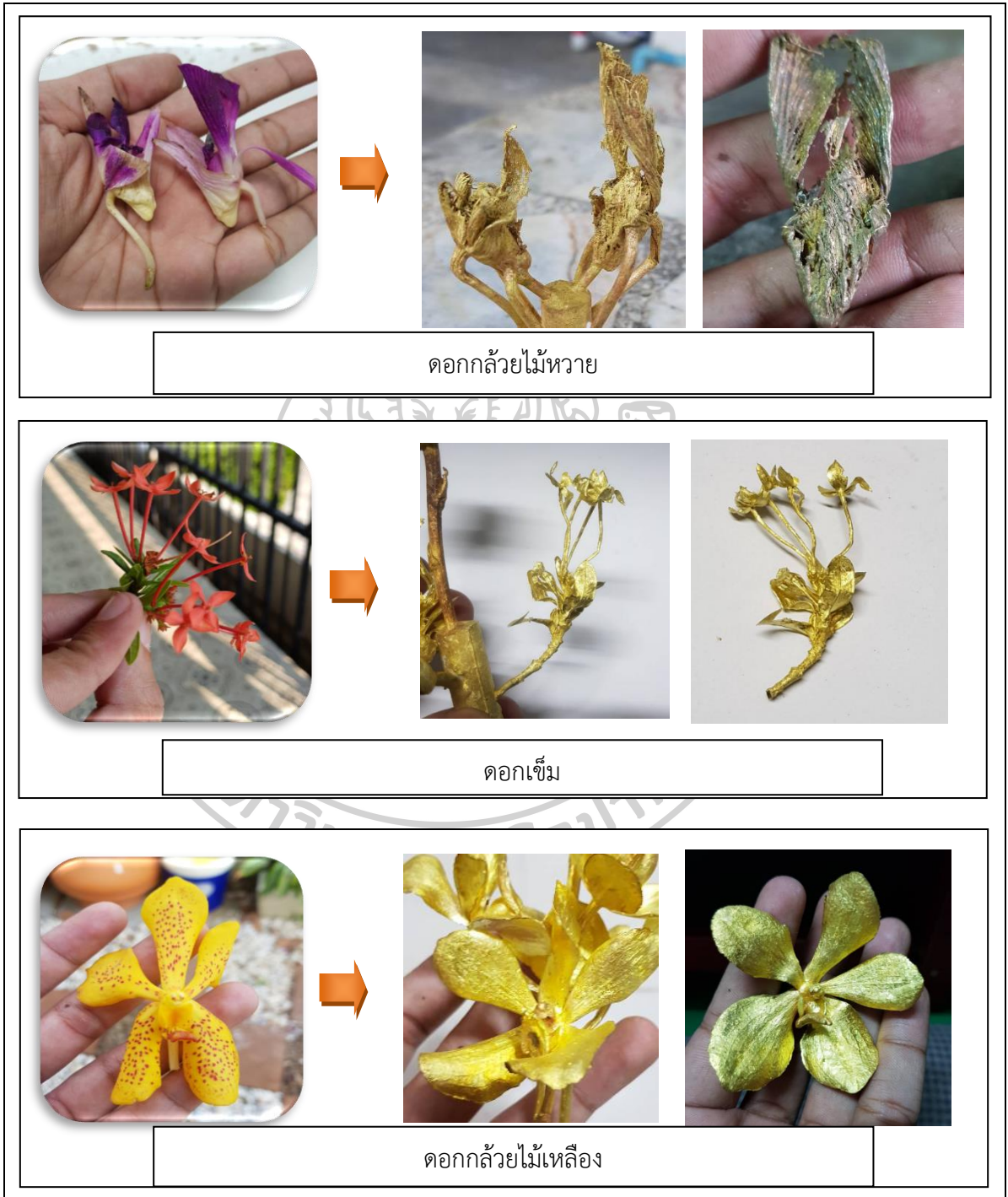
ตารางที่ 43 ข้อดี ข้อเสียของการหล่อแบบเก่าและแบบใหม่

	การหล่อเครื่องประดับแบบเก่า	การหล่อเครื่องประดับแบบใหม่
ข้อดี	ข้อดีของการหล่อแบบเก่าคือสามารถผลิตชิ้นงานได้หลายชิ้นและที่มีรูปแบบเหมือนกัน เหมาะกับกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องประดับ	ข้อดีของการหล่อแบบใหม่คือประหยัดเวลา ต้นทุน ชิ้นงานไม่มีความจำเจ สามารถสร้างมูลค่าให้กับชิ้นงานได้ กลุ่มธุรกิจขนาดย่อมสามารถนำสินค้าวางขายได้
ข้อเสีย	ข้อเสียของการหล่อแบบเก่าขั้นตอนการทำแม่พิมพ์ถึงแม้จะมีเทคโนโลยีมาช่วยแต่ต้นทุนสูงและขั้นตอนการผลิตเยอะ ทำให้เสียเวลาและต้นทุน	ข้อเสียของการหล่อแบบใหม่คือ จะต้องใช้ความชำนาญในการติดต้นเทียนและผลิตได้จำนวนน้อยกว่าแบบเก่า การหล่ออาจจะมีรูพรุน ตามดและการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

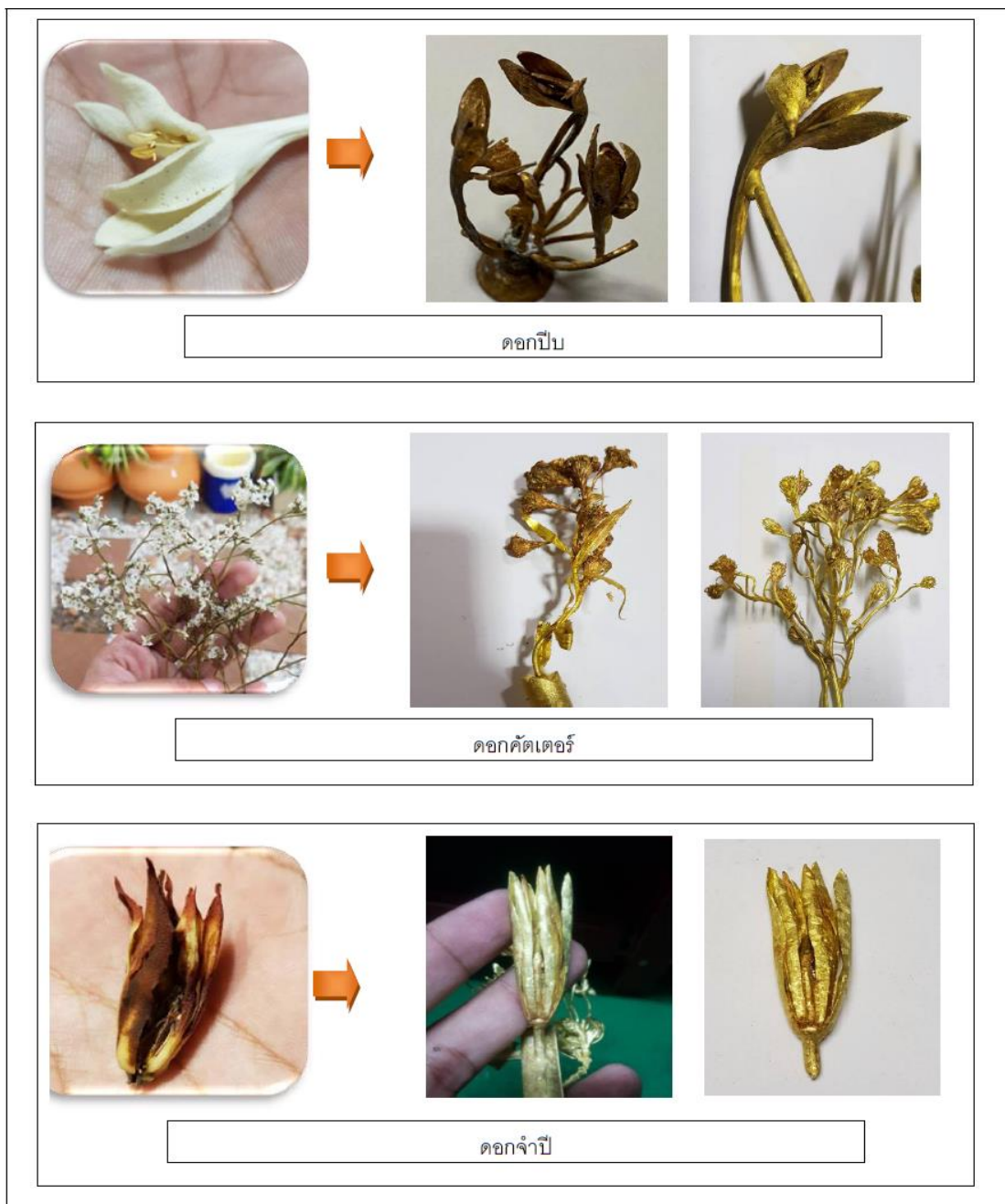
4.5 กระบวนการผลิตเครื่องประดับ

4.5.1 วัสดุธรรมชาติชนิดดอกไม้

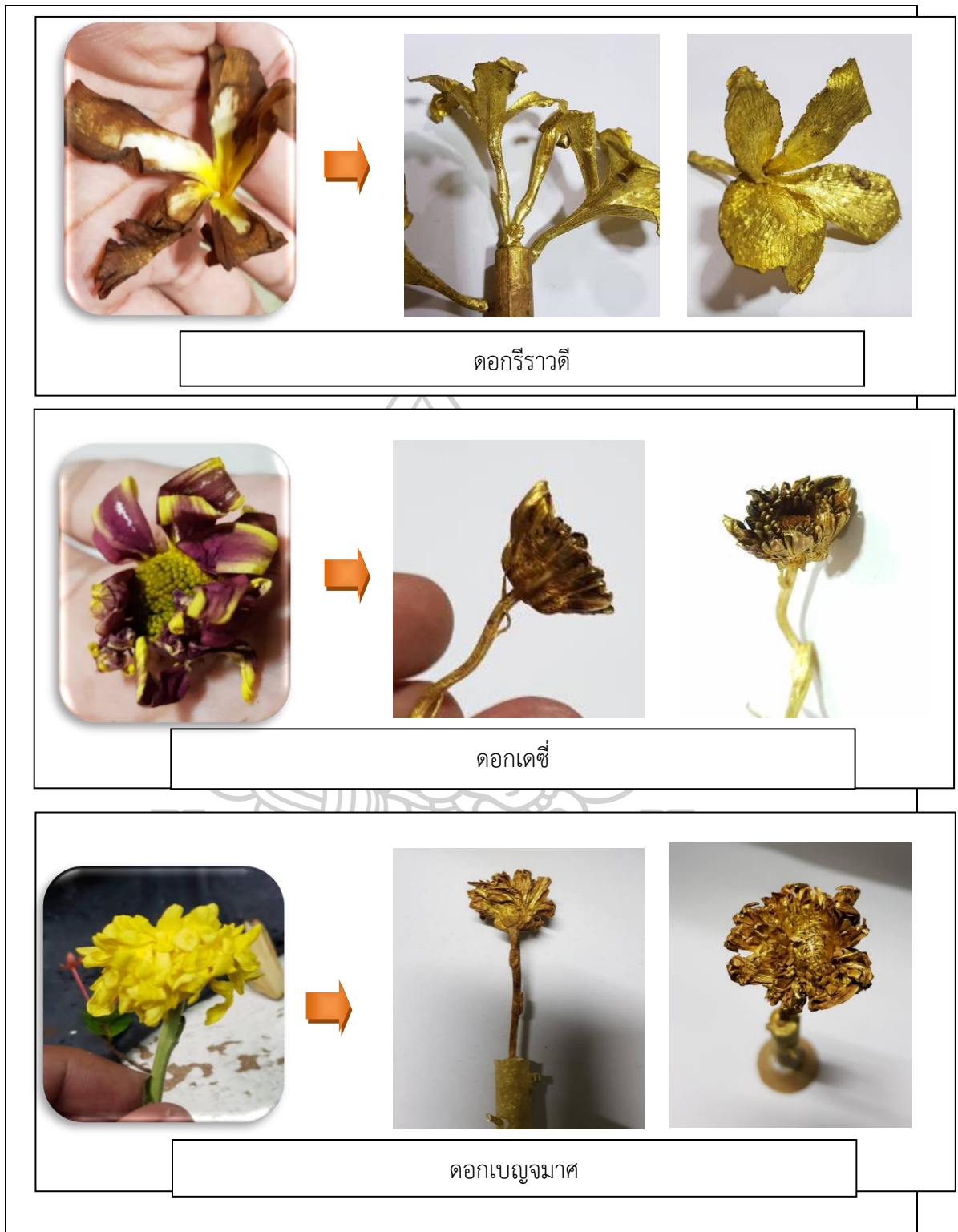
4.5.1.1 การผลิตเครื่องประดับจากการหล่อด้วยต้นแบบวัสดุธรรมชาติ



ภาพที่ 49 แผนภูมิแสดงวัสดุธรรมชาติที่หล่อเป็นเครื่องประดับ



ภาพที่ 50 แผนภูมิแสดงวัสดุธรรมชาติที่หล่อเป็นเครื่องประดับ



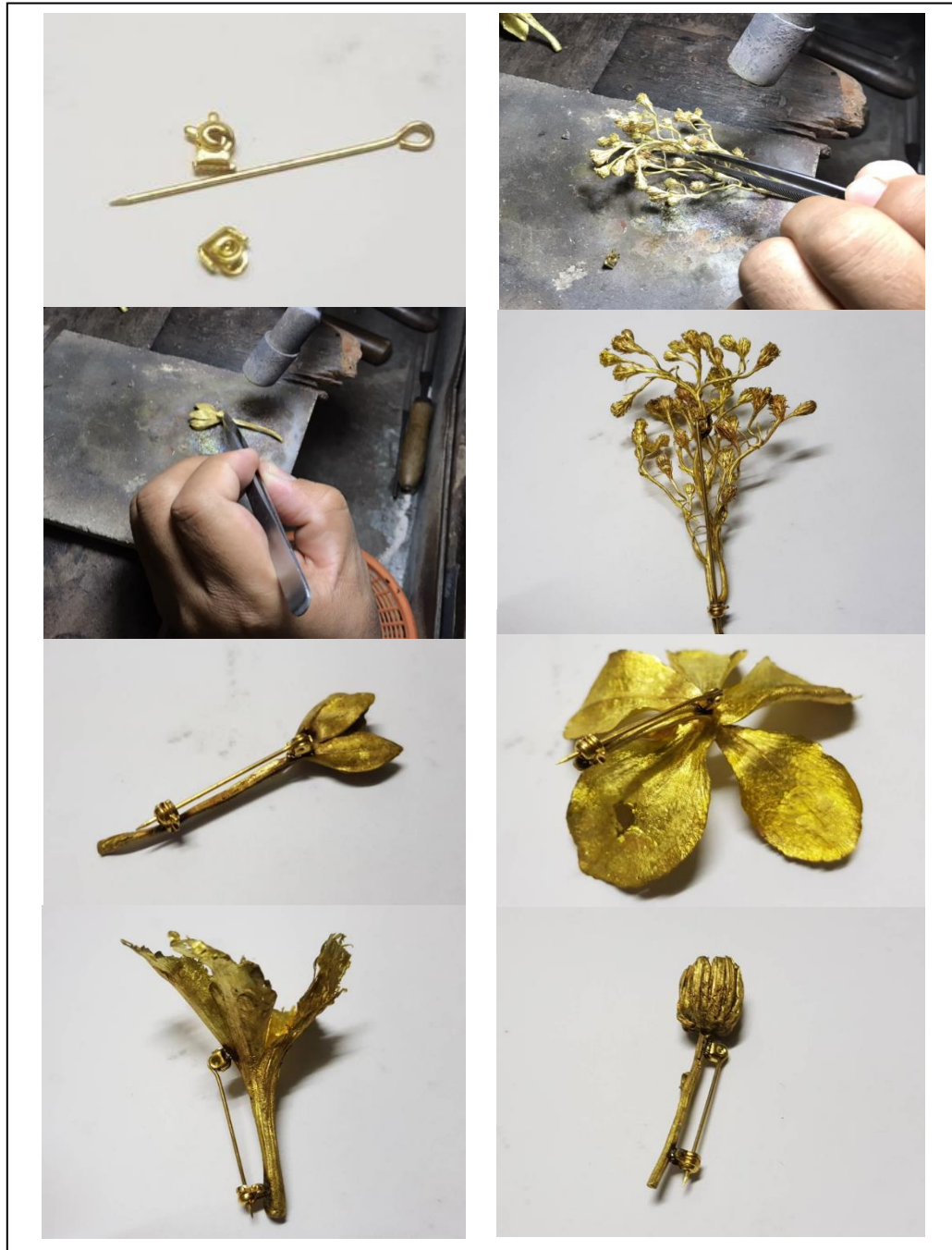
ภาพที่ 51 แผนภูมิแสดงวัสดุธรรมชาติที่หล่อเป็นเครื่องประดับ

ขั้นตอนตัดตกแต่งทางเดินน้ำโลหะ ในขั้นตอนนี้หล่อจากที่หล่อเสร็จแล้ว ใช้เลื่อยช่วงทางเดินน้ำโลหะ เพื่อให้ชิ้นงานออกจากต้นโลหะและใช้การตกแต่งชิ้นงาน ด้วย ตะไบและกระดาษทรายเพื่อให้ชิ้นงานดูสมบูรณ์



ภาพที่ 52 การตัดทางเดินน้ำโลหะและตกแต่ง

ขั้นตอนการติดเข็มกลัด ในขั้นตอนนี้ต้องเตรียมชิ้นงานให้เรียบร้อยก่อนที่ดำเนินการติดเข็มกลัด โดยจะต้องติดหัวเข็มก่อนที่จะติดตัวล๊อคเข็ม หลักในการติดต้องคำนึงถึงความยาวและน้ำหนักของชิ้นงาน



ภาพที่ 53 ขั้นตอนการติดเข็มกลัด

ขั้นตอนการติดเข็มกลัดและขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงาน



ชิ้นงานมีที่หล่อจากวัสดุธรรมชาติมี ซอกและรายละเอียดหลายจุด จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องขัดเข็มเข้ามาช่วยในการทำความสะอาด



เครื่องประดับที่หล่อจากวัสดุธรรมชาติไม่จำเป็นต้องขัดให้เงามาก เพราะจะทำให้ลวดลายหายไปดังนั้นการขัดจากเครื่องขัดเข็มสามารถ ตอกลงสนองได้ดี

ภาพที่ 54 ภาพแสดงการทำความสะอาดชิ้นงาน

4.5.2 ขั้นตอนการทดลองหล่อใบโพธิ์

4.5.2.1 วิเคราะห์การหล่อใบโพธิ์แห้ง

ชุดทดลองที่ 1 ใบโพธิ์แห้ง	
	<p>ใบโพธิ์มีลวดลายที่สวยงามเส้นใยที่อยู่ในใบค่อนข้างโดดเด่นและแตกต่างจากวัสดุธรรมชาติชนิดอื่น ในการทดลองครั้งที่ 1 จึงได้เลือกใบโพธิ์แห้งมาหล่อเป็นเครื่องประดับครั้งนี้</p>
	<p>การติดทางเดินน้ำโลหะใช้การติดแบบแถว โดยตรงช่วงกลางจะติดประมาณ 3 จุด และด้านซ้ายและขวา 1 จุด ให้ใบไม้ตั้งฉากกับพื้นเพื่อการไหลตัวของโลหะได้ง่ายขึ้น</p>
	<p>เมื่อหล่อเป็นโลหะกลับพบว่า ไม่สามารถทำหล่อให้ชิ้นงานสำเร็จได้ เนื่องด้วยปัจจัยดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตัวแบบวัสดุธรรมชาติบางเกินไป 2. การติดทางเดินน้ำน้อยเกินไป 3. ไม่ควรดูอากาศเพราะใบไม้จะแตก 4. ควรทำขั้นตอนต่างๆ อย่างรวดเร็ว

ภาพที่ 55 นำใบโพธิ์แห้งมาหล่อเป็นเครื่องประดับ

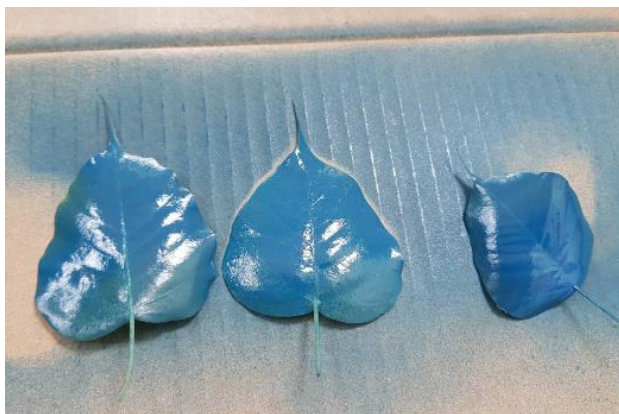
4.5.2.2 วิเคราะห์การหล่อใบโพธิ์สด

ชุดทดลองที่ 2 ใบโพธิ์สด	
	<p>การทดลองที่ 2 ใช้โพธิ์ใบสด ใบไม้สดจะมีความหนากว่าใบแห้งแต่รายละเอียดจะเป็นจุดต่อยกว่า ผู้วิจัยคิดว่าการทดลองจะสามารถทำให้โลหะวิ่งได้ดีกว่าครั้งแรก</p>
	<p>ใบไม้สดเมื่อติดทางเดินน้ำโลหะแล้วพบว่าสามารถติดได้ง่ายกว่าใบแห้ง จากข้อมูลการทดลองชุดแรกทำให้ผู้ทดลองจำเป็นต้องเพิ่มทางเดินน้ำโลหะ</p>
	<p>การทดลองที่ 2 สรุปได้ว่ามีรอยผุและเล็กน้อยแต่จุดที่หายไปคือไม่มีทางเดินน้ำโลหะ การแก้ไขควรเพิ่มทางเดินน้ำให้มากขึ้นและเพิ่มความหนาของใบไม้</p>

ภาพที่ 56 นำใบโพธิ์สดมาหล่อเป็นเครื่องประดับ

4.5.2.3 วิเคราะห์การหล่อใบโพธิ์สดเสริมความหนาด้วยสียสเปรย์

ชุดทดลองที่ 3 ใบโพธิ์สดเสริมความหนาด้วยสียสเปรย์



ในการทดลองครั้งที่3 จำเป็นต้อง
เพิ่มความหนาของใบโพธิ์เพราะครั้งที่
1 และ 2 จะพบได้ว่างานหล่อจะมี
ปัญหามาจากความบางของวัสดุ สี
สเปรย์เกาะตัวได้ดี ฉีดซ้ำประมาณ 8
รอบ



การติดตามเดินน้ำโลหะของการ
ทดลองที่ 3 คือ เพิ่มการติดแบบทุกจุด
เรียกว่าถ้ามีพื้นที่ว่าง ที่นั้นจะเชื่อม
ทางเดินน้ำโลหะทันที



การทดลองให้ชุดที่3 ค้นพบว่า
ชิ้นงานออกมาได้สมบูรณ์ที่สุด การ
แก้ไขข้อบกพร่องได้ตรงตามปัญหา
ดังกล่าว จึงทำให้เป็นการหล่อที่
สมบูรณ์แบบ

ภาพที่ 57 นำใบโพธิ์สดพ่นด้วยสียสเปรย์มาหล่อเป็นเครื่องประดับ

4.5.3. การผลิตเครื่องประดับชุดที่ 2 ขั้นตอนการทำเข็มกลัดจากการหล่อใบโพธิ์



หลังจากที่หล่อเสร็จแล้วดำเนินการตัดทางเดินน้ำโลหะออกจากต้นโลหะ



ใช้ตะไบทางเดินน้ำโลหะออกจากชิ้นงานและใช้ดอกมะยมเก็บงานให้เรียบร้อย



เนื่องจากชิ้นงานมีขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องออกแบบให้เข็มกลัดมี 2 หัว

ภาพที่ 58 ขั้นตอนการติดเข็มกลัด

4.6 การวิเคราะห์เครื่องประดับ

การทดลองหาช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเกี่ยวเอาวัสดุธรรมชาติ เพื่อสื่อความหมายในเครื่องประดับจากนั้นทำการหล่อและผลิตเป็นเครื่องประดับ ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากการหล่อและผลิตเครื่องประดับโดยเนื้อหาจะแสดงออกไป 2 ทิศทางคือ 1.ความงามด้านสุนทรียะและ 2.ความงามด้านกายภาพ

4.6.1 ความงามด้านสุนทรียภาพของธรรมชาติ

สุนทรียภาพ เป็นความรู้สึกและรับรู้ได้ถึงความงดงามทั้งที่อยู่ในธรรมชาติและเกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ จึงเป็นสภาพการณ์และความสัมพันธ์ของอารมณ์ และจิตใจที่มีต่อการรับรู้และชื่นชมความงดงามของแต่ละบุคคล ซึ่งอาจพัฒนาต่อไปถึงขั้นซาบซึ้ง ชื่นชม หลงใหล และส่งผลต่อบุคลิกภาพ รสนิยม ความรู้สึกนึกคิด การตัดสินใจคุณค่า รวมทั้งการตัดสินใจและพฤติกรรมของผู้คนต่อไป การรับรู้ทางความรู้สึกจึงเน้นย้ำที่ความรู้สึกและอารมณ์ของแต่ละบุคคล หรือกลุ่มบุคคลที่ให้คุณค่าสุนทรียภาพแตกต่างกันไปเป็นผลมาจากการเกิดประสบการณ์ที่เป็นสุนทรียะ และวิทยาการทางด้านนี้เรียกว่า สุนทรียศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาว่าด้วยความนิยมความงาม จะเห็นได้ว่า “สุนทรียภาพ” และ “สุนทรียศาสตร์” เป็นคำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน เป็นเรื่องราวที่ว่าด้วยความงามที่เกี่ยวกับความรู้สึกที่ละเอียดอ่อน มีอารมณ์และความรู้สึกถึงความงามสุนทรียศาสตร์เป็นปรัชญาศิลปะที่มีเนื้อหาสาระ คือ การค้นหาธรรมชาติของความงาม

สุนทรียภาพจากธรรมชาตินับเป็นแหล่งประสบการณ์ที่มีขอบเขตอันกว้างไกลสำหรับมวลมนุษย์ที่สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้และสัมผัสเอาคุณค่าทางสุนทรียะได้อย่างไม่สิ้นสุด เหตุการณ์ทางธรรมชาติทำให้มนุษย์เกิดอารมณ์ เกิดความรู้สึกได้หลายลักษณะเช่น ความเพลิดเพลิน ความเหงา ความประทับใจ เป็นต้น ลักษณะสุนทรียภาพในธรรมชาติ เป็นสิ่งที่มีลักษณะเด่นมีคุณค่าสิ่งดีในตัวเองถึงแม้จะมีความแตกต่างกับสิ่งที่มีมนุษย์ได้สร้างขึ้น ทั้งในด้านวิถีทาง กระบวนการผลิต

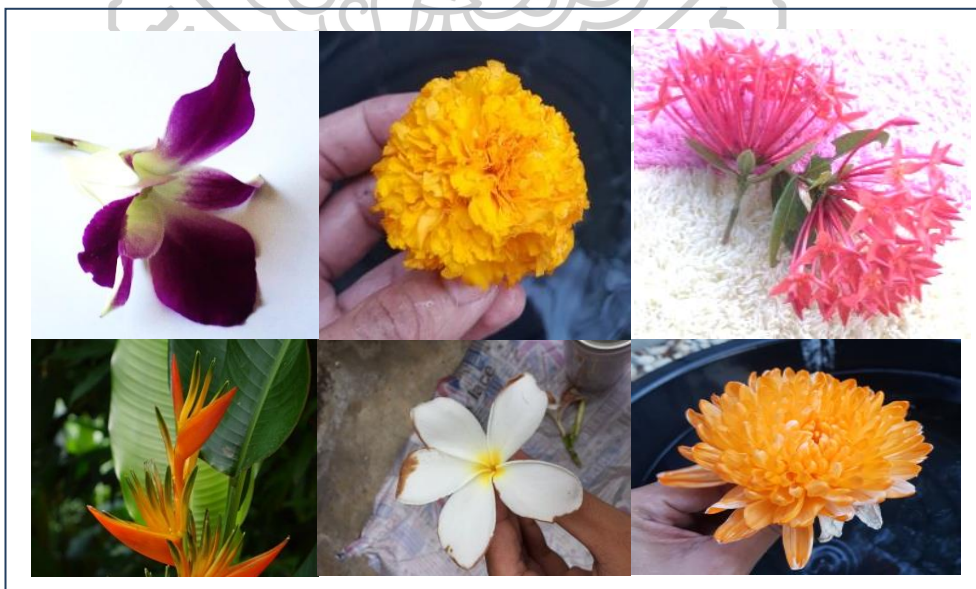


ภาพที่ 59 ความงามทางสุนทรียภาพ ผลงานของ Vincent van Gogh

ที่มา : <https://artsandculture.google.com/asset/the-starry-night/bgEuwDxel93-Pg>

4.6.2 ความงามด้านกายภาพของธรรมชาติ

ความงามในธรรมชาตินั้นมักจะไม่นิ่งคง เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา ดังหลักธรรมที่ว่าเกิดขึ้น ตั้งอยู่และดับไป เพราะฉะนั้นการจะให้ดอกไม้ใบไม้ที่อยู่ในธรรมชาติให้คงอยู่ตามวิถีทางคงเป็นไปไม่ได้ หากต้องการให้คงอยู่จำต้องหาวิธีการเพื่อรักษาสภาพนั้นไว้ ดังนั้นชิ้นงานที่ได้จากการหล่อต้นแบบวัสดุธรรมชาตินั้นเป็นความงามจากดอกไม้ ใบไม้ที่อยู่ในธรรมชาติแล้วส่งต่อไปยังชิ้นงานหล่อโลหะชนิดต่างๆ ให้คงสภาพความงามนั้นไว้ให้ปรากฏเป็นความงามตามแบบฉบับธรรมชาติ ทั้งความงามด้านรูปทรงที่อาจพลิ้วไหว มีมิติ และช่องว่างที่ลงตัว อีกทั้งยังมีรูปแบบบางอย่างที่จะมีลักษณะเฉพาะยากที่จะเลียนแบบได้ นอกจากนี้ความงามที่ปรากฏทางกายภาพแล้วยังมีความงามที่ซ่อนเร้นอยู่ภายในธรรมชาติ ความงามทางกายภาพที่ปรากฏทั้งรูปร่างรูปทรง พื้นผิว ช่องว่าง จังหวะ เป็นความงามเชิงทัศนธาตุที่สัมผัสรับรู้ได้ด้วยสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ ซึ่งชิ้นงานหล่อโลหะอาจใช้เพียงสัมผัสทางตา คือมองเห็นรูปร่างรูปทรง ลวดลายบนพื้นผิว จังหวะการบิดงอ ความงามหลังการขัดแต่งและผัสสะทางกายด้วยการสัมผัสถึงความแข็งอ่อน ขรุขระ เรียบเนียนบนพื้นผิวชิ้นงาน ส่วนความงามที่สะท้อนอยู่ในชิ้นงานเมื่อมองแล้วทำให้เห็นถึงคุณค่าธรรมชาติ เข้าใจสัจธรรมของชีวิตว่าไม่มีอะไรยั่งยืนตลอดไป แค่เปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสิ่งหนึ่งเหมือนกับดอกไม้สด ใบไม้เป็นพืชในธรรมชาติ แล้วเปลี่ยนไปเป็นชิ้นงานหล่อซึ่งเป็นโลหะที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรือการมองเห็นความงามทำให้จิตใจสงบ ผ่อนคลาย ระลึกรู้ถึงบางสิ่งบางอย่างที่มีคุณค่าในชีวิต ซึ่งการที่เราจะสัมผัสถึงความงามที่มีอยู่ดอกไม้ใบไม้ ต้องใช้จิตใจ และความรู้สึก เข้าใจถึงความสัมพันธ์ในฐานะที่เราเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ เพราะความสวยงามเป็นที่ต้องการของทุกชีวิตบนโลกใบนี้



ภาพที่ 60 ดอกไม้ และใบไม้จากวัสดุธรรมชาติ

ตารางที่ 44 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกกล้วยไม้หวาย

เข็มกลัดดอกกล้วยไม้หวาย	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้าน กายภาพ	<p>ถึงแม้ดอกกล้วยไม้จะเหี่ยวเฉาแต่สามารถนำมาหล่อเป็นเครื่องประดับได้ ความเหี่ยวเฉานั้นสามารถดึงลวดลายออกมาได้อย่างชัดเจน เมื่อสังเกตในด้านกายภาพยังให้ความรู้สึกซับซ้อนของเส้นใยในใบไม้ที่มนุษย์ไม่สามารถเลียนแบบได้ พร้อมกับซุบทองคำและประดับเพชรเพื่อสร้างมูลค่าให้กับเครื่องประดับ</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ดอกกล้วยไม้หวายเมื่อเหี่ยวเฉาแล้วให้ความรู้สึกเป็นสิ่งที่ไร้ค่า เพราะไม่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ แต่เมื่อนำมาหล่อเป็นเครื่องประดับกับสร้างความงามในรูปแบบใหม่ เส้นใยของธรรมชาติให้ความรู้สึกที่อ่อนววย เปรียบเสมือนความคิดที่ดูยุ่งเหยิง ในส่วนที่ประดับเพชรให้แสดงถึงการนำสิ่งไร้ค่ามาสร้างใหม่ให้ดูเป็นสิ่งที่มีความหมาย ในภาพรวมต้องการแสดงถึงการสะท้อนให้เห็นถึงหลักไตรลักษณ์และตระหนักถึงการคงอยู่และดับไป ทุกสิ่งล้วนเป็นไปตามวัฏจักรของมัน</p>


ตารางที่ 45 การวิเคราะห์เครื่องประดับดอกเข็ม

เข็มกลัดดอกเข็ม	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้านกายภาพ	<p>ดอกเข็มมีลักษณะคล้ายเข็มอยู่รวมกันเป็นก้อน แต่เมื่อเหยวเฉาแล้วทำให้กระบวนการหล่อเป็นไปได้อย่างยากเพราะดอกเข็มจะหลุดง่ายมาก เมื่อหล่อเป็นเครื่องประดับแล้วพบว่าคุณภาพโลหะจากต้นแบบนั้นสมบูรณ์ จะมีรูและรอยบุบเล็กน้อยที่ได้จากการเหยวเฉาของต้นแบบ สามารถนำไปพัฒนาและต่อยอดได้อย่างไม่รู้จบ</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ต้นเข็ม เป็นไม้พุ่มขนาดเล็กที่นิยมปลูกเพื่อประดับรั้วบ้าน อีกทั้งยังเป็นต้นไม้ที่เปรียบเสมือนเป็นสัญลักษณ์แห่งพิธีไหว้ครูอีกด้วย ด้วยลักษณะดอกที่แหลมเล็ก สีสันสดใสทั้งสีแดง ชมพู หรือสีส้ม พร้อมกับความหมายดี ๆ ที่เป็นมงคล ดอกเข็มเป็นดอกไม้ที่มีความหมาย คือ ความฉลาดหลักแหลม สดใส เมื่อนำไปหล่อเป็นโลหะ ทำให้เรามองเห็น ถึงความสามัคคีที่ทรงพลัง สวยงาม มั่นคง ทำลายยากเมื่ออยู่รวมกัน ด้วยลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์ของดอกเข็ม ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพไหนยังคงไว้ซึ่งความ เป็นเอกลักษณ์ที่สวยงามของดอกเข็มอยู่เสมอ สามารถนำมาทำเป็นเครื่องประดับที่เก๋ไก๋ ทันสมัย และมีสไตล์เป็นของตัวเองได้ เมื่อนำดอกเข็มที่เหยวเฉามาหล่อเป็นเครื่องประดับแสดงถึงอารมณ์ความโดดเด่นและความเหงา เพราะจำนวนดอกเข็มนั้นเหลือแค่4ดอก จากจำนวนที่มีมากมายแต่รากฐานช่วงโคนดอกยังคงเดิม เมื่อมองภาพรวมดอกเข็มที่เหลือยังคงตอบสนองถึงความแข็งแรงที่ทนต่อสภาพความเหยวเฉา</p>

ตารางที่ 46 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกลีลาวดี

เข็มกลัดดอกลีลาวดี	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้านกายภาพ	<p>ดอกลีลาวดีเป็นดอกไม้ที่มีความงาม มีสีส้มที่สวยงามโดยโคนดอกจะมีสีเหลืองดอกจะมีสีขาวนวล ดอกไม้ชนิดนี้เป็นดอกไม้พิเศษที่เด็ดออกจากต้นเพียงไม่ถึง 1 ชั่วโมง ดอกไม้จะเหี่ยวเฉาได้ทันทีและยังให้อยู่ในสภาพเหี่ยวเฉาแล้วทำให้การหล่อเป็นเครื่องประดับเป็นไปได้ยากทำให้การหล่อไม่สมบูรณ์ ลักษณะดอกสีขาวนวลไม่มีรายละเอียด แต่เมื่ออยู่ในรูปแบบโลหะแล้วกลับดึงรายละเอียดออกมาได้อย่างชัดเจน</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ต้นลีลาวดีเป็นต้นไม้ยืนต้นขนาดกลางนิยมปลูกประดับตามบ้านเพราะเมื่อต้นไม้ชนิดนี้ผลิติดอกจะออกเป็นช่อและมีจำนวนมาก แต่เมื่อถูกเด็ดออกจากต้นดอกไม้จะเหี่ยวเฉาอย่างรวดเร็ว เมื่อนำมาหล่อในรูปแบบเครื่องประดับกับให้ความรู้สึกตรงข้ามกับความงามของดอกไม้ ความหดหู่และความสิ้นหวังได้ถูกแสดงขึ้นในรูปแบบเครื่องประดับ ในความไม่สมบูรณ์ของการหล่อกับเป็นความงามในรูปแบบใหม่ การหล่อดอกไม้ชนิดนี้ของแต่ละครั้งจะได้ผลลัพธ์ที่ไม่เหมือนเดิม รอยแตกของปลายใบสะท้อนถึงความต่อสู้น้ำของน้ำโลหะที่จะพยายามวิ่งให้เต็ม มองด้านโคนดอกแสดงถึงความเป็นหนึ่งเดียวและพร้อมจะแบ่งบาน แต่เมื่อตระหนักถึงความไม่เที่ยงจะส่งผลให้ผู้สวมใส่งาน แสดงออกในด้านของการตั้งอยู่และดับไปไม่มีสิ่งใดที่ยึดติดหรือคงอยู่ได้อย่างถาวร</p>

ตารางที่ 47 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกกล้วยไม้เหลือง

เข็มกลัดดอกกล้วยไม้เหลือง	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้านกายภาพ	<p>ดอกกล้วยไม้เหลืองมีใบค่อนข้างใหญ่เมื่อเหี่ยวเฉาแล้วจะเริ่มแยกตัวออกจากเกสรแต่เมื่อทำการหล่อเป็นเครื่องประดับทำให้ลวดลายเส้นใยออกมาได้เด่นชัด การกระจายออกจากใบเปรียบดั่งก้านกลมหรือใบพลัด ความงดงามของชุดการทดลองนี้คือเกสรตรงกลางของดอกไม้ที่เด่นเป็นสง่าของเครื่องประดับชุดนี้</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ในส่วนดอกกล้วยไม้เหลืองนั้นถือว่าเป็นดอกไม้ที่มีความนิยมในตลาดขายดอกไม้ลักษณะของใบเป็นจุดเด่นแต่เมื่อดอกไม้มีความเหี่ยวเฉากับถูกพบว่าผู้ค่านำมาทิ้งเป็นจำนวนมาก เมื่อนำมาหล่อเป็นเครื่องประดับแสดงถึงการนำดอกไม้ที่ถูกทิ้งกลับมาให้เกิดความงามใหม่อีกครั้งและเกสรของดอกไม้คือจุดเด่นของชิ้นงานสะท้อนถึงการดำรงอยู่แบบยั่งยืน</p>

ตารางที่ 48 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกเบญจมาศ

เข็มกลัดดอกเบญจมาศ	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้านกายภาพ	<p>ดอกเบญจมาศเมื่อเหี่ยวเฉาแล้วพบว่าเป็นดอกไม้ที่หล่อนอกอีกชนิดหนึ่ง เมื่อหล่อนเป็นโลหะพบว่าลักษณะของดอกไม้จะมีความซับซ้อนมากทำให้ปูนหล่อเข้าไม่ถึง ช่วงบริเวณโคนดอกจะเป็นส่วนที่มีความหนามากที่สุดทำให้มีน้ำหนักเยอะมาก อาจจะเป็นข้อเสียของการหล่อดอกไม้ชนิดนี้ แต่โดยรวมแล้วเมื่อพบว่างานคู่มือมีดี เป็นสิ่งสวยงามจากธรรมชาติที่มนุษย์ไม่สามารถลอกเลียนแบบได้</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ดอกเบญจมาศ เป็นดอกไม้แห่งความรื่นเริงและความบริสุทธิ์ใจ ผู้ที่ชอบให้ดอกไม้นี้ แสดงว่าเป็นคนมองโลกในแง่ดีเสมอ หากอยากแสดงถึงความรื่นเริงขึ้นบานให้ใช้ดอกไม้นี้มอบแก่ผู้รับ เป็นดอกไม้แห่งความรัก นิยมมอบดอกเบญจมาศสีแดง เพื่อแสดงถึงความรักใคร่ชอบพอ ดอกเบญจมาศสีเหลือง เป็นดอกไม้แห่งความโชคดี เมื่อนำดอกไม้ชนิดนี้มาหล่อนเป็นเครื่องประดับพบว่าแสดงถึงอารมณ์ที่วุ่นวายและสับสน ส่วนใบของดอกไม้ชนิดนี้มีความซับซ้อนเป็นอย่างมากทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์ แต่ได้ความงามในมิติใหม่ของความไม่สมบูรณ์</p>

ตารางที่ 49 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกคัตเตอร์

เข็มกลัดดอกคัตเตอร์	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้านกายภาพ	<p>ดอกคัตเตอร์เป็นดอกไม้ที่เล็กที่สุดในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยจึงทำการทดลองในการหล่อแบบซ้อและการทดลองในการหล่อเครื่องประดับชุดนี้ออกมาได้สมบูรณ์แบบ จากใบเล็กๆที่มีความงามได้เขียวแห้งเหลือแต่ฐานดอกแต่เมื่อที่มีหลายดอกรวมกันทำให้เกิดความงามในมิติใหม่ที่ไม่มีทางคัดลอกได้</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ดอกคัตเตอร์นิยมใช้กันในรูปแบบซ้อหรือนำไปประดับตกแต่งกับดอกไม้ชนิดอื่น เมื่อนำมาหล่อเป็นเครื่องประดับพบว่าสามารถสร้างความงามในมิติใหม่ของเครื่องประดับได้ ชิ้นงานให้ความรู้สึกพลิ้วไหวเหมือนมีกระแสลมพัดอยู่ตลอดเวลา ความอ่อนไหวของก้านดอกไม้ส่งผลให้ชิ้นงานดูอ่อนหวาน แคมองก็รู้สึกถึงความสนุกสนาน ความเปลิดเปล็น รูปทรงที่ไร้ขีดจำกัดสามารถจัดตำแหน่งของดอกไม้แต่ละดอกได้ตลอดเวลา ตามความพอใจของผู้ใช้งาน จากดอกไม้ที่ถูกลำนำไปรวมกับดอกไม้ชนิดอื่น แต่เมื่อเป็นเครื่องประดับสามารถนำความงามให้โดดเด่น จนเป็นดอกไม้ชนิดที่พิเศษได้</p>

ตารางที่ 50 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกจำปี

เข็มกลัดดอกจำปี	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้าน กายภาพ	<p>ดอกจำปีขึ้นชื่อเป็นดอกไม้ที่นิยมใช้มาประกอบเป็นพวงมาลัย ให้กลิ่นหอมถือว่าเป็นดอกไม้มงคล เมื่อถูกหล่อเป็นเครื่องประดับสามารถหล่อได้แต่เนื่องด้วยลักษณะใบที่เรียวยาว พออยู่ในรูปแบบโลหะทำให้ไม่มีรายละเอียด ช่วงกลางดอกจะมีความหนาและน้ำหนักเยอะเพราะปูนเข้าไปไม่ถึง แต่โดยรวมแล้วสามารถนำเอกลักษณ์และภาพรวมของดอกจำปีออกมาได้ดี</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ดอกจำปีเป็นดอกไม้ที่พูดถึงชื่อก็นึกถึงความหอม เมื่อถูกมาหล่อเป็นเครื่องประดับพบว่าโดดเด่นเพราะใบของดอกไม้ชนิดนี้ตรงยาวและไม่มีลวดลาย แต่โดยรวมแล้วรูปร่างของดอกไม้ชนิดนี้ยังคงเป็นเอกลักษณ์ที่ไม่มีใครเหมือน ภาพรวมที่สังเกตได้ถึงการป้องกันแม้จะเป็นดอกเดี่ยวแต่ยังคงมองว่าเป็นดอกไม้ที่มีความแข็งแรง ปลายแหลมๆของแต่ละใบแสดงถึงปัญญาที่พุ่งไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด</p>

ตารางที่ 51 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกเดซี่

เข็มกลัดดอกเดซี่	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้าน กายภาพ	<p>ดอกเดซี่เป็นดอกไม้ที่นิยมในการแสดงความยินดีและหาถ่ายตามท้องตลาด เมื่อหล่อเป็นเครื่องประดับพบว่า มีรูปทรงตามโคนดอกเพราะ ก่อนหล่อเป็นเครื่องประดับติดทางเดินน้ำโลหะน้อยเกินไป ในส่วนของรายละเอียดและเส้นใยของใบไม้ขึ้นได้ชัดเจน ใบของดอกไม้อ่อนเกินไปทำให้เวลานำไปหล่อใบไม้ปรับสภาพไปตามปูนหล่อดังกล่าวลักษณะตามภาพ</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ดอกเดซี่เป็นดอกไม้ที่งดงาม เมื่อถูกหล่อในรูปแบบเครื่องประดับแล้วให้ความรู้สึกถึงการปกป้องและการป้องกัน ส่วนใบที่เหี่ยวเฉาถูกตั้งฉากรวมตัวกันเป็นก้อนโอบล้อมเกสรอย่างน่าอัศจรรย์ มองภาพรวมมีลักษณะคล้ายคบเพลิงที่กำลังจุดไฟ เครื่องประดับชิ้นนี้จึงให้ความหมายเกี่ยวซึ่งให้ความหวังหรือพลังงาน ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนจะเป็นแสงสว่างได้เสมอเช่นเดียวกับการนำดอกไม้ที่ถูกทิ้งอย่างไร้ค่า มาหล่อเป็นเครื่องประดับให้เกิดความงามใหม่ในรูปแบบเครื่องประดับ</p>

ตารางที่ 52 การวิเคราะห์เครื่องประดับ ดอกป๊อบ

เข็มกลัดดอกป๊อบ	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้านกายภาพ	<p>ดอกป๊อบเป็นดอกไม้ที่มีใบประกอบ 5 ใบเมื่อเหี่ยวเฉาทำให้ใบหลุดออกไปเหลือเพียง 3 ใบเมื่อหล่อเป็นโลหะแล้วใบของดอกป๊อบจะไม่มีลวดลายของเส้นใยแต่รูปทรงและเกสรจะบ่งบอกความเป็นดอกป๊อบ สิ่งสำคัญคือเกสรที่ยึดตัวออกมาจากโคนดอกมีลักษณะคล้ายรูปถั่วงอก ทำให้เป็นจุดเด่นของดอกป๊อบ</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>ต้นป๊อบถือว่าเป็นพืชยืนต้นขนาดใหญ่และผลิดอกไม้ซึ่งเรียกว่าดอกป๊อบ เมื่อเด็ดดอกป๊อบออกจากต้นพบว่าการเหี่ยวเฉาอย่างรวดเร็ว เมื่อนำมาหล่อเป็นเครื่องประดับได้ความรู้สึกโดดเด่นเดี่ยว แต่เมื่อมีเกสรส่วนเล็กที่ออกมาทำให้มีความรู้สึกถึงการปกป้องรักษา จากดอกไม้ที่หล่นตามพื้นให้เป็นปุ๋ยไปตามธรรมชาติ กลับมาหล่อเป็นเครื่องประดับ เพื่อให้ความงามคงอยู่กับเราตลอดไป หลายคนให้กลิ่นหอมเหนือความงาม หลายคนให้ความหมายเหนือความงาม แต่ผู้วิจัยให้ความงามของวัตถุที่เสื่อมสภาพคือความงามที่แท้จริง เมื่อมองตามกายภาพอาจจะไม่สวย แต่เมื่อมองในความหมายของมันกลับส่งผลให้เครื่องประดับชิ้นนี้เป็นที่เดือนใจในการเปลี่ยนแปลงตามโลก</p>

ตารางที่ 53 การวิเคราะห์เครื่องประดับใบโพธิ์

เข็มกลัดใบโพธิ์	
ภาพ เครื่องประดับ	
ด้านกายภาพ	<p>ต้นโพธิ์ถือว่าเป็นต้นไม้ที่มีความสำคัญต่อศาสนาพุทธและคนไทย เพราะมีความเชื่อว่าเป็นต้นไม้ของพระพุทธเจ้า ลักษณะของต้นโพธิ์จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ผลัดใบ แตกกิ่งก้านสาขาออกเป็นพุ่มตรงส่วนยอดของลำต้น ปลายกิ่งคู้ลง กิ่งอ่อนเกลี้ยงตามกิ่งมีรากอากาศห้อยลงมาบ้าง ลำต้นมีความสูงประมาณ 20-30 เมตร เปลือกต้นเรียบเป็นสีน้ำตาลปนเทา โคนต้นเป็นพูพอนขนาดใหญ่ ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ด ใช้กิ่งชำ หรือใช้กระโดงจากราก แต่ส่วนมากแล้วจะเจริญเติบโตจากสัตว์นำพา เช่น นกมากินเมล็ดและไปถ่ายทิ้งไว้ก็จะเกิดเป็นต้นใหม่ขึ้นมา นิยมปลูกกันทั่วไปในวัดทุกภาคของประเทศไทย</p>
ด้าน สุนทรียภาพ	<p>เป็นการทดลองแบบเก็บข้อมูลเพราะการหล่อใบโพธิ์เป็นสิ่งที่ยาก ดังนั้นการทดลองแต่ละครั้งจะเริ่มพัฒนาวัสดุธรรมชาติไปเรื่อยๆ จนสำเร็จ ใบโพธิ์มีลักษณะพิเศษคือ จะมีการเจริญเติบโตหลายระดับ คือ ใบอ่อน, ใบแก่, ใบแห้ง สิ่งเดียวที่คงอยู่ในทุกสภาพ จะเป็นลวดลายของใบโพธิ์เส้นใยต่างๆ ที่ดูซับซ้อน ดังนั้นเพื่อต้องการเก็บช่วงเวลาความงามของใบโพธิ์ไว้ให้คงอยู่ตลอดไป จึงทำให้เป็นเหตุผลในการทดลองหล่อเป็น ทุกสรรพสิ่งที่เปลี่ยนไปเป็นไปตามกาลเวลาอยู่ในหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา เรื่อง ทุกขัง</p>

4.7 สรุปผลการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์เครื่องประดับในหัวข้อเครื่องประดับจากการหล่อดอกไม้สด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติเพื่อผู้ประกอบการขนาดย่อม นอกจากแสดงถึงการสร้างนวัตกรรมเชิงกระบวนการ ในการหล่อเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ ผู้วิจัยต้องการสร้างเครื่องประดับที่สะท้อนถึงหลักธรรมของพระพุทธศาสนาในเรื่อง ทุกขัง คือ สภาพที่ทนอยู่ในสภาพเดิมไม่ได้ ทั้งนี้จึงวิเคราะห์เห็นว่าดอกไม้ที่ทำการทดลองเมื่ออยู่ในภาวะของการเหี่ยวเฉาสามารถสะท้อนถึงหลักธรรมได้ดีที่สุด เมื่อดอกไม้เหี่ยวเฉาก็หมดประโยชน์และนำไปทิ้งในที่สุด การนำสิ่งที่ไม่ต้องการมาสร้างมิติใหม่ในรูปแบบเครื่องประดับและพัฒนาให้เกิดความงามอีกครั้ง จะสะท้อนในความคิดเพื่อให้ผู้คนตระหนักถึงความงามในอดีตเพราะในชีวิตของการเจริญเติบโตของมนุษย์นั้น ไม่ต่างกับการเจริญเติบโตของดอกไม้

ในส่วนขั้นตอนต่อไปเป็นการพัฒนาเพิ่มมูลค่าในงานเครื่องประดับ ผลิตภัณฑ์ที่สร้างสรรค์ขึ้นเกิดจากการนำวัสดุธรรมชาติที่เป็นทรัพยากรสิ่งแวดล้อมรอบตัว เป็นการสร้างจิตสำนึกให้เห็นถึงคุณค่าของทรัพยากรทางธรรมชาติที่อาศัยอยู่ร่วมกัน วิธีการนำสิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดสามารถสร้างประโยชน์สร้างรายได้ให้กับกลุ่มธุรกิจขนาดย่อม การศึกษาปัญหาและแนวทางการแก้ไขในกลุ่มธุรกิจความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องประดับและแนวคิดการพัฒนา(Value creation)



บทที่ 5

สรุปผลการสร้างสรรค์เครื่องประดับ

การสร้างมูลค่าสินค้าที่เกิดจากความคิด คือ แนวคิดหลัก (Concept) ของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative Economy) ซึ่งอยู่บนพื้นฐานการใช้องค์ความรู้ การศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ การใช้ทรัพย์สินทางภูมิปัญญาและวัฒนธรรมท้องถิ่น ร่วมกับการใช้นวัตกรรมเชิงกระบวนการอันจะก่อให้เกิดผลกำไร ลดต้นทุน ประหยัดเวลา และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันเชิงธุรกิจ

5.1 ธุรกิจขนาดย่อม (micro enterprise)

วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ได้ครอบคลุมกิจการ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. **กิจการผลิตสินค้า** ครอบคลุมถึง การผลิตที่เป็นลักษณะของการประกอบการอุตสาหกรรมทุกประเภท กิจการผลิตสินค้าในที่นี้ยังรวมถึงการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรอย่างง่ายที่มีลักษณะเป็นการอุตสาหกรรม วิสาหกิจชุมชน และการผลิตที่เป็นการประกอบอุตสาหกรรมในครัวเรือนอีกด้วย

2. **กิจการบริการ** ครอบคลุมถึง การศึกษา การสุขภาพ การบันเทิง การขนส่ง การก่อสร้างและอสังหาริมทรัพย์ การโรงแรมและที่พัก การภัตตาคาร การขายอาหาร การขายเครื่องดื่มของภัตตาคารและร้านอาหาร การให้บริการเช่าสิ่งบันเทิงและการพักผ่อนหย่อนใจ การให้บริการส่วนบุคคล บริการในครัวเรือน บริการที่ให้กับธุรกิจ การซ่อมแซมทุกชนิด และการท่องเที่ยวและธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว

3. **กิจการค้าส่งและค้าปลีก** ครอบคลุมถึง การให้บริการเกี่ยวกับการค้า ซึ่งแบ่งออกเป็น การค้าส่ง หมายถึง การขายสินค้าใหม่และสินค้าใช้แล้วให้แก่ ผู้ค้าปลีก ผู้ใช้ในงานอุตสาหกรรม งานพาณิชย์กรรม สถาบัน ผู้ใช้ในงานวิชาชีพ และรวมทั้งการขายให้แก่ผู้ค้าส่งด้วยตนเอง การค้าปลีก หมายถึง การขายโดยไม่มีการเปลี่ยนรูปสินค้าทั้งสินค้าใหม่และสินค้าใช้แล้วให้กับประชาชนทั่วไปเพื่อการบริโภคหรือการใช้ประโยชน์เฉพาะส่วนบุคคลในครัวเรือน การค้าในที่นี้มีความหมายรวมถึง การเป็นนายหน้าหรือตัวแทนการซื้อขาย สถาบันบริการน้ำมัน และสหกรณ์ผู้บริโภค

วิสาหกิจขนาดย่อมได้แก่กิจการที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. กิจการ ผลิต สินค้าที่มีจำนวนการจ้างงานไม่เกิน 50 คนหรือมีมูลค่าสินทรัพย์ถาวรไม่เกิน 50 ล้านบาท

2. กิจการให้ บริการ ที่มีจำนวนการจ้างงานไม่เกิน 50 คนหรือมีมูลค่าสินทรัพย์ถาวรไม่เกิน 50 ล้านบาท

3. กิจการ ค้าส่ง ที่มีจำนวนการจ้างงานไม่เกิน 25 คนหรือมีมูลค่าสินทรัพย์ถาวรไม่เกิน 50 ล้านบาท

4. กิจการค้า ปลีก ที่มีจำนวนการจ้างงานไม่เกิน 15 คนหรือมีมูลค่าสินทรัพย์ถาวรไม่เกิน 30 ล้านบาท

1.1 ปัญหาทางด้านธุรกิจขนาดย่อม

เมื่อพูดถึงธุรกิจขนาดย่อม กิจการเหล่านี้ถือเป็นกำลังสำคัญที่จะขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทยก้าวไปข้างหน้า โดยได้รับการส่งเสริม สนับสนุน ตลอดจนการออกนโยบายต่างๆ จากหน่วยงานภาครัฐ อย่างไรก็ตามจากข้อมูลของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมที่มีการศึกษาวิจัย พบว่าธุรกิจขนาดย่อมในประเทศไทย ยังประสบปัญหาด้วยกันหลายด้านด้วยกัน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 61 การขาดทุน

ที่มาจาก <http://muegao.blogspot.com/2016/02/vi.html>

1.ปัญหาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม : เทคโนโลยีเป็นองค์ประกอบและปัจจัยที่สำคัญในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งธุรกิจขนาดย่อม ยังขาดความรู้พื้นฐานด้านเทคนิคอันทันสมัยที่นำมาสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์และบริการ ซึ่งหากมีการประยุกต์นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้สามารถยกระดับธุรกิจ สร้างมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ นำมาสู่การอยู่รอดของธุรกิจในสภาวะการแข่งขันที่รุนแรงได้

2.ปัญหาด้านการผลิต : ธุรกิจขนาดย่อมส่วนใหญ่มักจะเสียเวลาไปกับเรื่องกระบวนการผลิตที่ไร้ประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีการใช้ทรัพยากรได้ไม่เต็มที่ รวมไปถึงการขาดแคลนเงินทุนสำหรับการซื้อ/ปรับปรุง เครื่องจักร เข้ามาเพิ่มศักยภาพในการผลิต ทำให้ไม่สามารถสนองความต้องการของตลาดได้ดีเท่าที่ควร

3.ปัญหาด้านการตลาด : ธุรกิจขนาดย่อม มักขาดข้อมูลทางด้านการตลาด ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลคู่แข่ง ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค รวมถึงช่องทางการเข้าถึงผู้บริโภค ทำให้การกระจาย

สินค้าเป็นอุปสรรค การทำการตลาดเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้คุณภาพผลิตภัณฑ์ยังมีความโดดเด่นไม่เพียงพอ ส่งผลให้ไม่เกิดการจดจำผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

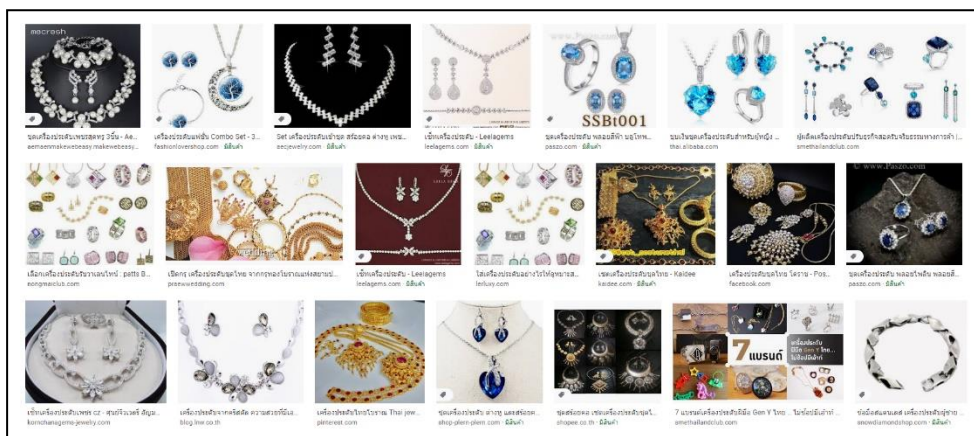
4.ปัญหาการอยู่ร่วมกับสังคม : ธุรกิจที่ดีคือธุรกิจที่อยู่ร่วมกับสังคมในอย่างสงบสุข สามารถพึ่งพาอาศัยได้ซึ่งกันและกัน ธุรกิจขนาดย่อมหลายรายยังขาดการจัดการจัดสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบในบริเวณรอบๆสถานประกอบการ ทำให้เกิดความไม่สมดุลและไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนในระบบเศรษฐกิจที่ต้องการ

5.ปัญหาด้านการเงิน : ธุรกิจขนาดย่อมยังขาดทักษะการบริหารการเงินและบัญชีที่ถูกต้องตลอดจนการเข้าถึงแหล่งเงินทุน ซึ่งสาเหตุดังกล่าวมากจากการขาดประสบการณ์และความน่าเชื่อถือของธุรกิจขนาดย่อมทำให้สถาบันทางการเงินและธนาคารพาณิชย์ต่างๆ ต้องมีข้อจำกัดในการเข้าถึงแหล่งเงินทุน และการพิจารณาอนุมัติสินเชื่อธุรกิจ

6.ปัญหาด้านบุคลากร : แรงงานที่มีทักษะ ฝีมือมีจำนวนค่อนข้างจำกัดรวมถึงยังขาดบุคลากรที่มีความชำนาญด้านการตลาด ประกอบกับระบบการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคลขาดการพัฒนาที่สม่ำเสมอ ทำให้ส่งผลต่อการผลิตและคุณภาพสินค้า

7.ปัญหาด้านการจัดซื้อและปัจจัยการผลิต : ธุรกิจขนาดย่อมยังขาดการจัดหาวัตถุดิบที่มีคุณภาพเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค รวมทั้งกระบวนการเพื่อใช้ในการตรวจสอบตัดสินใจเลือกวัตถุดิบ ตัดสินใจเลือกผู้จัดจำหน่ายในราคาที่สามารถยอมรับกันได้ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตาม ซึ่งการขาดการปรับตัวในเรื่องดังกล่าวทำให้ประสิทธิภาพของสินค้า และบริการไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่จำเป็นมากนัก

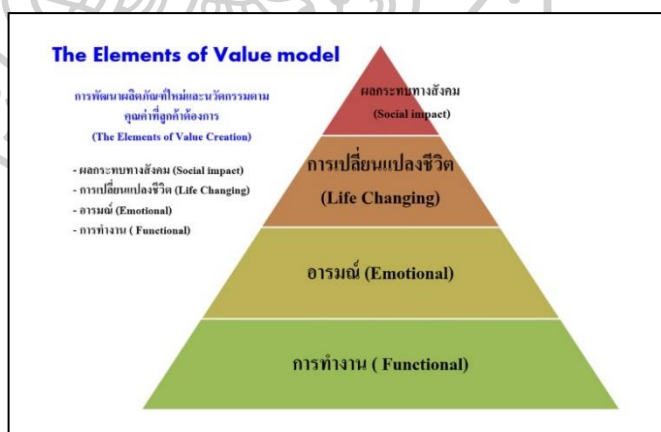
8.ปัญหาด้านการบริหารองค์กรและกลยุทธ์ : ธุรกิจขนาดย่อมไม่ค่อยให้ความสำคัญกับการเปรียบเทียบมาตรฐานการปฏิบัติงานองค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรคู่แข่ง ทำให้ไม่สามารถสร้างกลยุทธ์ กำหนดทิศทาง เป้าหมาย และระยะเวลาในการปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการปฏิบัติงาน จึงไม่สามารถวัดผลความสำเร็จของการทำธุรกิจได้ การเข้าสู่ Industry 4.0 นั้นธุรกิจขนาดย่อมจำเป็นต้องมีการปรับตัวตามกับยุคที่เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามการก้าวไปสู่จุดนั้นได้ทุกภาคส่วนต้องให้ความสำคัญ มีการทำงานร่วมกันไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ ภาคเอกชน และผู้ประกอบการธุรกิจขนาดย่อม



ภาพที่ 62 รูปสินค้าเครื่องประดับมีความจำเริญ
ที่มา www.google.com/searchรูปเครื่องประดับ

5.1.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาทางด้านธุรกิจขนาดย่อม

ในการแก้ไขปัญหาทางด้านธุรกิจมีหลายปัจจัยด้วยกันที่ประกอบกัน ในมุมมองของงานวิจัยที่จะต่อให้กับกลุ่มธุรกิจขนาดย่อมจะสื่อสารในเรื่องของ Value Creation คือ การสร้างมูลค่าในกระบวนการผลิตจะเกิดขึ้นเมื่อผลผลิตที่ได้มีมูลค่าสูงกว่าวัตถุดิบที่ใส่ลงไปในการกระบวนการ เมื่อใช้แนวความคิดนี้กับองค์กร การสร้างมูลค่าขององค์กรจึงหมายถึงการสร้างผลประโยชน์ผลผลิตให้มีมูลค่าสูงกว่าต้นทุน (หรือวัตถุดิบ)



ภาพที่ 63 แผนภูมิพีระมิดเรื่อง the elements of value model
ที่มา <https://www.sasimasuk.com>

5.1.2.1 การสร้างมูลค่า Value Creation

การสร้างคุณค่าสินค้าให้แก่ผู้บริโภคมีกรอบความคิด เรียกว่า ปัญจทัศน์ ซึ่งเป็นกรอบความคิดขั้นตอนในการวางยุทธศาสตร์ของการสร้างคุณค่า 5 ขั้นตอนมีดังนี้

1. การค้นพบ (Discovery) ว่ากลุ่มเป้าหมายที่ต้องการเข้าไปตอบสนองความต้องการของพวกเขาเหล่านั้น ต้องการคุณค่าอะไรจากสินค้าบางคนอาจจะต้องการความสะดวก บางคนอาจจะต้องการคุณภาพชีวิต บางคนอาจจะต้องการความมีชื่อเสียง เป็นคนเด่นดัง เป็นคนสำคัญ บางคน อาจจะต้องการความสนุกสนาน ความบันเทิง ความสบาย

2. ความมุ่งมั่น (Commitment) ในการที่จะสร้างคุณค่าให้แก่ผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมายตามที่ได้ค้นพบในขั้นตอนแรกของปัญจทัศน์ ความมุ่งมั่นดังกล่าวจะต้องแสดงออกให้เห็นเป็นประจักษ์ในข้อความว่าด้วยพันธกิจขององค์กรว่าเราต้องการให้อะไรแก่ผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมาย ต้องปรากฏในข้อความว่าด้วยวิสัยทัศน์ขององค์กรว่าลูกค้าของเราจะได้คุณค่าอะไรจากเราเรื่อยไปในอนาคต คุณภาพชีวิตของพวกเขาจะเป็นอย่างไร เมื่อได้รับคุณค่าจากสิ่งที่เราแนะนำ และจะต้องปรากฏในนโยบายการดำเนินงานขององค์กรที่มุ่งมั่นวิจัยและพัฒนาเพื่อแสวงหานวัตกรรมที่จะนำเสนอให้แก่ลูกค้า

3. การสร้างสรรค์คุณค่า (Creation) คือการผลิต การตลาด การขาย และการบริการ เพื่อที่จะส่งมอบคุณค่าให้ผู้บริโภคตามที่ได้ประกาศเป็นความมุ่งมั่นไว้ แผนงานการผลิตจะต้องเป็นไปตามพันธกิจ วิสัยทัศน์และนโยบายขององค์กร การตลาดก็ต้องสื่อสารคุณค่าของสินค้าที่องค์กรได้สร้างสรรคไว้ การขายจะต้องนำเอาจุดเด่น คุณประโยชน์ และคุณค่าของสินค้ามาใช้ในการจูงใจให้ผู้บริโภคซื้อสินค้า และการบริการจะต้องเป็นการสร้างคุณค่าเพิ่มให้แก่สินค้า ต้องทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่าได้รับประสบการณ์ที่น่าประทับใจจากการทำธุรกรรมกับ

4.การประเมิน (Assessment) เมื่อดำเนินการไปแล้วก็จะต้องมีการวัดผล เพื่อที่จะประเมินว่าคุณค่าที่เรามอบให้แก่ผู้บริโภคไปนั้นเป็นสิ่งที่เขาต้องการจริงหรือไม่ สามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่พวกเขาได้หรือไม่ การหาทางที่จะรับรู้การตอบรับของผู้บริโภคว่ามีความพึงพอใจต่อคุณค่าที่เราแนะนำมาน้อยเพียงใด มีอะไรที่จะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงบ้าง ต้องตระหนักว่าพลวัตของการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นสิ่งที่ผู้บริโภคเคยชื่นชมเมื่อวันวาน อาจจะไม่มีความน่าสนใจแล้วในวันนี้ หรือบางครั้งสิ่งที่เราเคยเชื่อว่าผู้บริโภคอยากได้อาจจะเป็นการเข้าใจผิดก็ได้ หากมีการวัดผลเราก็จะประเมินได้

5.การปรับปรุงแก้ไข (Improvement) คือการหาทางปรับปรุงแก้ไข องค์ประกอบของธุรกิจให้เป็นที่พอใจของลูกค้าให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เมื่อมีการวัดผล ประเมินผล และวิเคราะห์ต้นเหตุของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น เราต้องพร้อมที่จะปรับปรุงองค์ประกอบของธุรกิจไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างองค์กร ผลิตภัณฑ์ การตั้งราคา การกระจายสินค้า การสื่อสาร

การตลาด การบริการ บุคลากร ภาพลักษณ์ของสินค้าบรรจุภัณฑ์ จุดครองใจของสินค้ากระบวนการทำงานประสิทธิภาพในการทำงาน การสร้างเครือข่ายธุรกิจมองให้ครบด้านทำความเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ พิจารณาเหตุปัญหาด้วยใจเที่ยงธรรมและพร้อมที่จะปรับปรุงแก้ไขทั้งในระยะสั้น และระยะยาว



ภาพที่ 64 การเชื่อมโยงธุรกิจต่างๆ

ที่มา <https://www.sasimasuk.com/16934399>

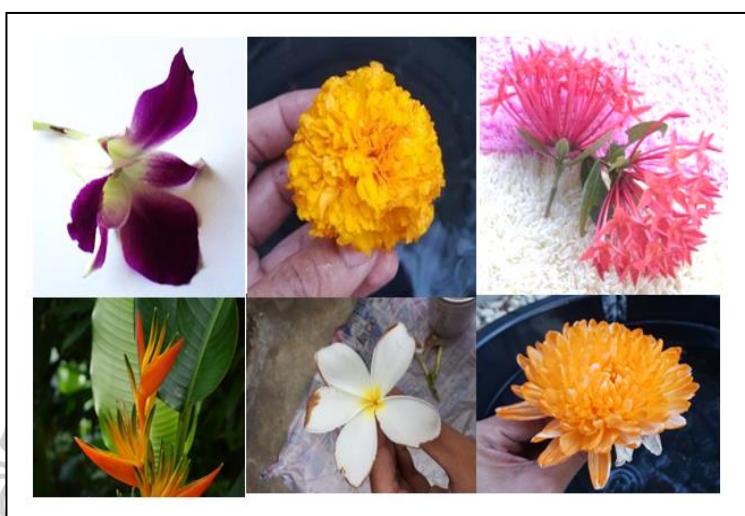
5.2 การสร้างสรรค์เครื่องประดับกับกลุ่มธุรกิจขนาดย่อม

รูปแบบของการทำธุรกิจมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งในแง่ของการวิจัยคิดค้นและยกระดับการผลิต ซึ่งผู้ประกอบการต่างรังสรรค์สินค้าและผลิตภัณฑ์ เพื่อเข้ามาแข่งขันในตลาด แต่ในปัจจุบันเรื่องของสินค้าที่มีคุณภาพไม่ได้ตอบโจทย์ทั้งหมด แต่การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงต่างหาก คือ การนำเอาเทคโนโลยีนวัตกรรม มาปรับใช้ต่างหากจะทำให้เข้าถึงผู้บริโภคได้มากกว่า อีกหนึ่งมิติที่มีผลต่อการตัดสินใจต่อการเลือกซื้อของผู้บริโภคในยุคนี้ หลากหลายคนอาจคิดว่าราคาต้องถูกสิ แต่ความเป็นจริง คือ การตระหนักถึงสังคม โดยหลากหลายผู้ประกอบการหันมาโฟกัสในเรื่องดังกล่าว และนำเอาแนวคิด Value Creation มาเป็นแกนหลักในการเชื่อมโยงนโยบายและกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ ดังนี้

- 1) การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีจำกัดอย่างแรงงาน หุ่น ทักษะ ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด
- 2) การทดลองโมเดลและเทคโนโลยีใหม่ๆ
- 3) การลงทุนในนวัตกรรมเพื่อสร้างเศรษฐกิจที่สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีได้
- 4) การขยายเครือข่ายการค้า การลงทุน การเคลื่อนไหวของแรงงานที่เปี่ยมทักษะ

5.2.1 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีจำกัดอย่างแรงงาน หุ่น ทักษะให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด

การที่ทรัพยากรมีอยู่จำกัดหรือทรัพยากรอย่างหนึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายทาง จำเป็นต้องเลือกตัดสินใจว่าจะนำทรัพยากรนี้ไปผลิตอะไร ซึ่งควรเลือกผลิตในสิ่งที่มีคนต้องการและมีความจำเป็นก่อนสิ่งที่มีความต้องการและความจำเป็นรองลงมา ควรเลือกวิธีการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเลือกที่จะกระจายสินค้าและบริการที่ผลิตได้ให้แก่ใคร โดยวิธีใด ซึ่งนอกจากจะคำนึงถึงผลที่เกิดกับตนเองและผู้บริโภคอีกด้วย



ภาพที่ 65 การศึกษาในวัสดุธรรมชาติ

จากการทดลองในหัวข้อ เครื่องประดับจากการหล่อวัสดุ : การสร้างองค์ความรู้ การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ การนำวัสดุธรรมชาติมาทดลองในการหล่อเป็นเครื่องประดับแทนเทียนหรือขี้ผึ้งช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาในการผลิตเป็นอย่างมาก เพราะขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับนั้นถือว่าการทำแม่พิมพ์จะมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ทำให้ราคาเครื่องประดับสูงตามไปด้วย ยิ่งเป็นในส่วนการตัดลอกให้เหมือนดอกไม้แต่ละชนิดยังคงเป็นไปได้ยากเพราะสิ่งที่ธรรมชาติสร้างขึ้น คือความงามที่ผู้ใดมีอาจลอกเลียนได้

5.2.2 การทดลองโมเดลและเทคโนโลยีใหม่ๆ

จากการทดลองปฏิบัติการหล่อวัสดุธรรมชาติผู้วิจัยพบว่า สามารถนำวัสดุจากธรรมชาติมาเป็นต้นแบบและเข้าสู่กระบวนการหล่อโลหะจนได้ชิ้นงานหล่อที่มีลักษณะทางกายภาพสมบูรณ์ในระดับดี เป็นการสร้างนวัตกรรมเชิงกระบวนการ ชนิดของวัสดุธรรมชาติคือดอกไม้และ

ใบไม้ โดยมีเหตุปัจจัยอัน ได้แก่ ความแข็ง ความหนา ขนาด และชนิดของโลหะที่ใช้ในการหล่อ รวมทั้งปริมาณน้ำในวัสดุธรรมชาติ นอกจากนี้เหตุปัจจัยจากความสามารถของมนุษย์ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ การปรับระดับแรงดูดฟองอากาศ ระยะเวลาที่เหมาะสมในปฏิบัติการแต่ละขั้นตอน และที่สำคัญคือการกำหนดทิศทางของทางเดินน้ำโลหะ ที่จะให้ชิ้นงานสมบูรณ์แบบ

5.2.3 การลงทุนในนวัตกรรมเพื่อสร้างเศรษฐกิจที่สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีได้

การพัฒนานวัตกรรมขึ้นมา นั้น จะต้องคำนึงถึงคุณค่าที่จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน หรือกลุ่มเป้าหมายของเรา การที่จะได้มาซึ่งกระบวนการพัฒนานี้ต้องเริ่มจากการสังเกต การดู การฟัง หรือการไปสวมบทบาทของผู้บริโภค เขาต้องการอะไร เขามีปัญหาอะไร หรือ Pain point อะไรซึ่งเมื่อสามารถพบแล้ว และสามารถพัฒนาสร้างสรรค์เป็นนวัตกรรมจะช่วยแก้ปัญหาให้กับกลุ่มเป้าหมายได้ และในอนาคตจะเป็นที่ประจักษ์ในสังคมอย่างยั่งยืน ความคิดสร้างสรรค์และความคิดเชิงนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง จะสามารถทำให้พนักงานมีแนวทางใหม่ๆในการทำงาน แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมองปัญหาเป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถ ท้าทายความคิด ความสามารถพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลง และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในโลกที่มีความไม่แน่นอนอย่างต่อเนื่องพร้อมกับพัฒนาไอเดียใหม่ๆ ที่มีประโยชน์และคุณค่าต่อองค์กรซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างเศรษฐกิจ

ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาเครื่องประดับให้เหมาะแก่การค้าในระดับย่อย เครื่องประดับจากการหล่อวัสดุธรรมชาติ พร้อมทั้งพัฒนาการทดลอง จะเป็นการชุปสีในโทนต่างๆ เช่น สีทองคำ สีเงิน สีดำแบล็คโรเดียม พร้อมทั้งการประดับเสริมองค์ประกอบด้วยเพชร เพื่อให้เครื่องประดับเกิดความงามตามที่ต้องการ



ภาพที่ 66 ภาพรวมเครื่องประดับ

5.2.4 การขยายเครือข่ายการค้า การลงทุน การเคลื่อนไหวของแรงงานที่เปี่ยม

ทักษะ

องค์ประกอบต่างๆ ของการขายออนไลน์หรือแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นสิ่งสำคัญผู้ประกอบการซึ่งมีหน้าร้านบนโลกไซเบอร์จะต้องทำความเข้าใจเป็นอย่างดี เพื่อจะได้จัดกิจกรรมทางการตลาดได้อย่างเหมาะสม และเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้น การมีเว็บไซต์เพื่อจำหน่ายสินค้าจึงไม่ใช่เครื่องรับประกันความสำเร็จทางธุรกิจ เพราะยังมีองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรสำคัญ คือ " การตลาด "จากการซื้อสินค้าของคนในยุคใหม่ นิยมซื้อสินค้าต่างๆผ่านโลกออนไลน์มากขึ้น ดังนั้น ผู้ที่สนใจในการค้าหรือการลงทุนของเครื่องประดับ มีความจำเป็นที่จะต้องปรับตัวตามโลก โดยการขายสินค้าผ่านโลกออนไลน์ การนำเสนอสินค้าในบริบทต่างๆ สามารถสร้างรายได้และเข้าถึงผู้คนได้มากขึ้นด้วย

5.3 จากการทดลองในหัวข้อ เครื่องประดับจากการหล่อวัสดุสด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ

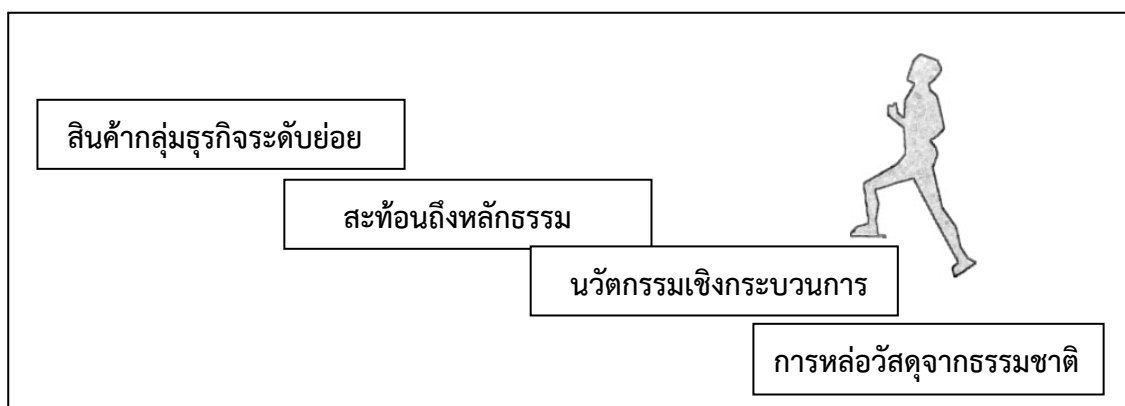
สามารถสร้างเป็นเครื่องประดับได้ โดยแบ่งความรู้ได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ 1.ความรู้ด้านการหล่อวัสดุธรรมชาติ 2.ความรู้ด้านการสร้างเครื่องประดับที่สะท้อนถึงหลักธรรม 3.ความรู้ด้านการค้าในกลุ่มธุรกิจระดับย่อย

การนำวัสดุธรรมชาติมาหล่อเป็นเครื่องประดับแทนเทียนหรือขี้ผึ้ง ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาในการผลิตเป็นอย่างมาก เพราะขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับนั้นถือว่าการทำแม่พิมพ์จะมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ในส่วนของเทคนิคการหล่อดอกไม้ต่างๆ สามารถได้ความรู้ของดอกไม้แต่ละชนิดที่ไม่เหมือนกัน บางชนิดเหี่ยวเฉาไว บางชนิดมีปัญหาด้านการเผาไหม้ยาก

เครื่องประดับนอกจากทำหน้าที่บ่งบอกถึงความงามและฐานะของผู้สวมใส่ แต่ยังทำหน้าที่บ่งบอกถึงแนวคิดหรือนัยยะที่แอบแฝง โดยเครื่องประดับของการทดลองครั้งนี้ต้องการแสดงถึงสัจธรรมของชีวิตคือ ใช้แนวคิดของหลักธรรมในพระพุทธศาสนา เรื่อง ทุกขัง คือ เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็ไม่อาจที่จะทนตั้งอยู่ในสภาพนั้นๆได้ตลอดไป จึงมีการสังเกตุวัสดุธรรมชาติในช่วงเวลาต่างๆ ก่อนที่จะผลิตเป็นเครื่องประดับ หลังจากที่ทำกรทดลองเบื้องต้นแล้วพบว่า ดอกไม้ที่ทำการทดลองเมื่ออยู่ในภาวะของการเหี่ยวเฉา สามารถสะท้อนถึงหลักธรรมได้ดีที่สุดเมื่อดอกไม้เหี่ยวเฉาก็หมดประโยชน์และนำไปทิ้งในที่สุด การนำสิ่งที่คนไม่ต้องการมาสร้างมิติใหม่ในรูปแบบเครื่องประดับและพัฒนาให้เกิดความงามอีกครั้ง จะสะท้อนในความคิดเพื่อให้ผู้คนตระหนักถึงความงามในอดีตเพราะในชีวิตของการเจริญเติบโตของมนุษย์นั้น ไม่ต่างกับการเจริญเติบโตของดอกไม้

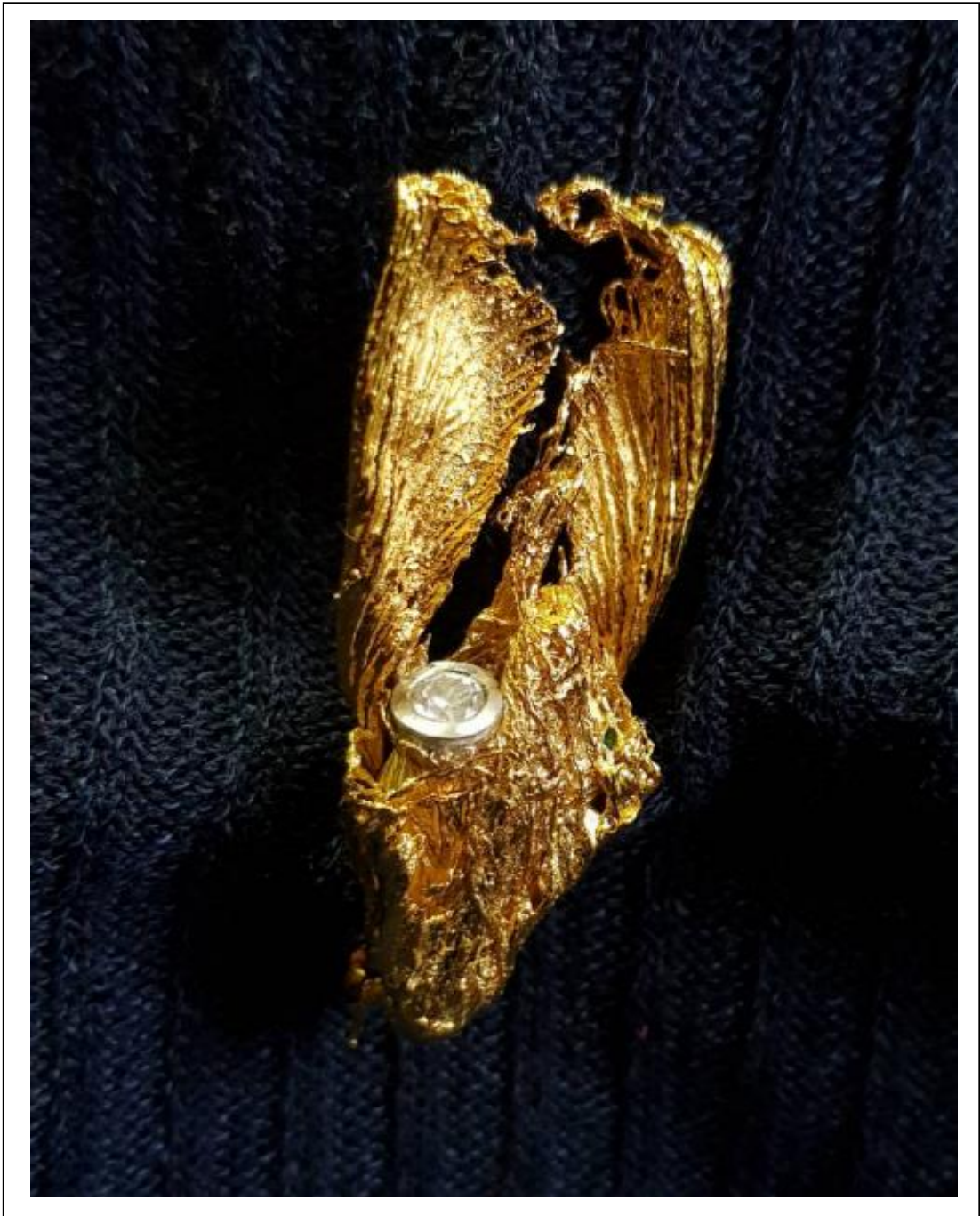
การนำเอาเทคโนโลยีนวัตกรรม มาปรับใช้ต่างหากจะทำให้เข้าถึงผู้บริโภคได้มากกว่า อีกหนึ่งมิติที่มีผลต่อการตัดสินใจต่อการเลือกซื้อของผู้บริโภคในยุคนี้ หลากหลายคนอาจคิดว่าราคาต้องถูกสิ

แต่ความเป็นจริง คือ การตระหนักถึงสังคม โดยหลากหลายผู้ประกอบการหันมาโฟกัสในเรื่องดังกล่าว และนำเอาแนวคิด Value Creation มาเป็นแกนหลักในการเชื่อมโยงนโยบายและกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ

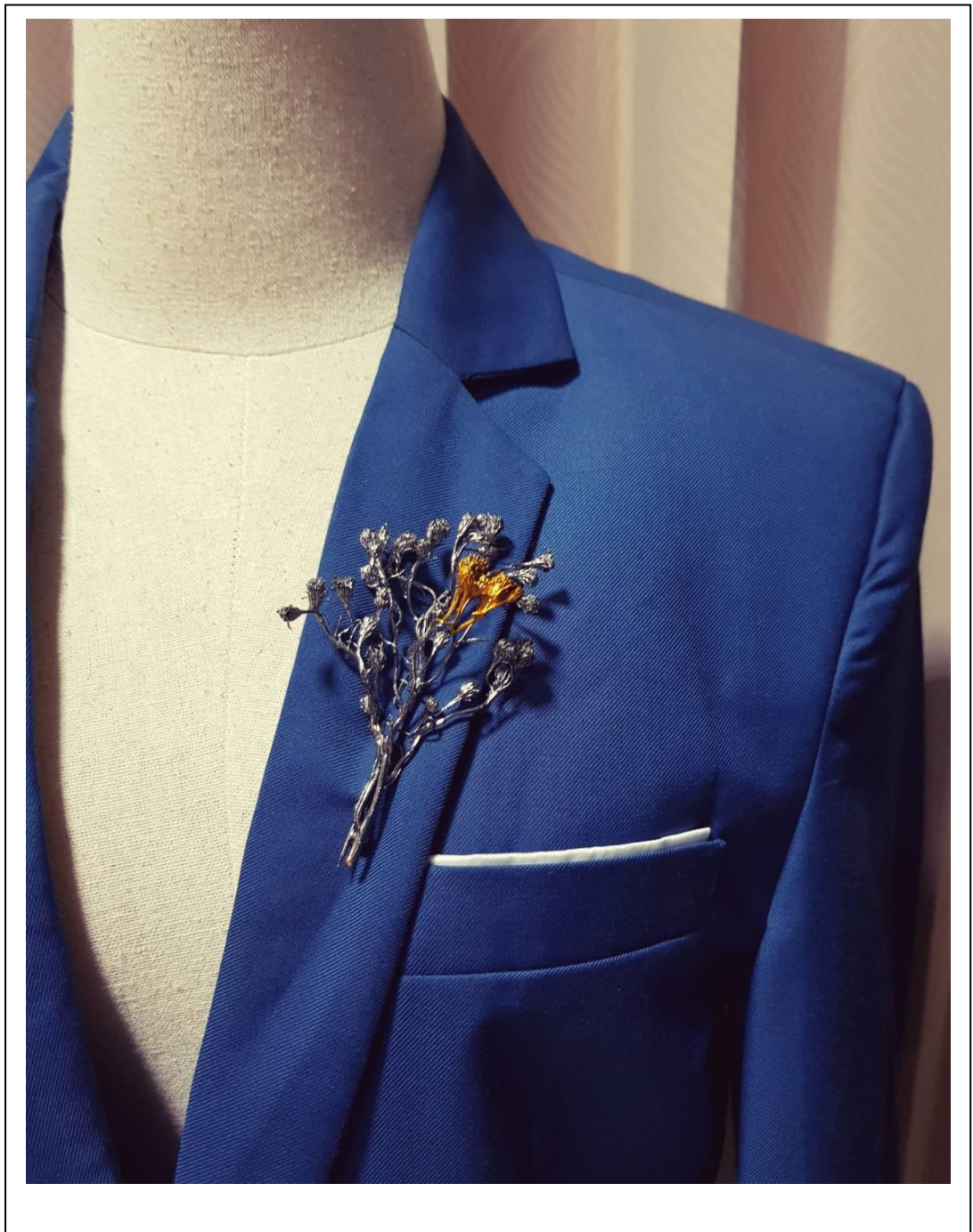


ภาพที่ 67 ผลขั้นบันไดที่ได้จากการทดลอง





ภาพที่ 68 เครื่องประดับดอกกล้วยไม้หวาย



ภาพที่ 69 เครื่องประดับดอกคัตเตอร์



ภาพที่ 70 เครื่องประดับดอกเบญจมาศ



ภาพที่ 71 เครื่องประดับดอกกลีลาวดี



ภาพที่ 72 เครื่องประดับดอกกล้วยไม้หาย



ภาพที่ 73 เครื่องประดับดอกจำปี



ภาพที่ 74 เครื่องประดับดอกปีบ



ภาพที่ 75 เครื่องประดับดอกกล้วยเหลือง



ภาพที่ 76 เครื่องประดับดอกเดซี่



ภาพที่ 73 เครื่องประดับใบโพธิ์

5.4 สรุป

การนำวัสดุจากธรรมชาติมาสร้างสรรค์ด้วยวิธีการหล่อเพื่อประหยัดต้นแบบ เกิดจากการใช้องค์ความรู้เดิมในเรื่องงานหล่อเครื่องประดับที่มักจะใช้ต้นแบบจากเทียนหรือแว็กซ์เป็นหลัก เปลี่ยนเป็นดอกไม้สด ใบไม้สดจากธรรมชาติเพื่อทำแม่พิมพ์ปูน กระบวนการเหล่านี้เป็นไปตามหลักการใช้ความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม คือ การนำองค์ความรู้เดิมสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยการคิดนอกกรอบ ความสัมพันธ์ของแนวคิดนี้เริ่มจาก ความต้องการนำความงามของดอกไม้ ใบไม้ที่มีอยู่ในธรรมชาติให้ปรากฏบนชิ้นงานโลหะด้วยการหล่อที่มีความคงทนถาวรและสามารถลดต้นทุนทางการเงิน และประหยัดเวลาในการสร้างต้นแบบ จึงได้ค้นหาวิธีการที่มีความเป็นไปได้ คือ การหล่อเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ การวิจัยในหัวข้อ เครื่องประดับจากการหล่อดอกไม้สด : การสร้างองค์ความรู้การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติเพื่อผู้ประกอบการขนาดย่อม ซึ่งผลลัพธ์ได้จากการศึกษาและทดลองในกระบวนการหล่อเครื่องประดับสามารถแบ่งข้อมูลได้ 2 ส่วนสำคัญ คือ เทคนิคในกระบวนการผลิตและแนวคิดด้านการออกแบบ

5.4.1 เทคนิคในกระบวนการผลิต

ผู้วิจัยได้ทำการหล่อเครื่องประดับโดยใช้วัสดุธรรมชาติ เกิดจากการใช้องค์ความรู้เดิมในเรื่องงานหล่อเครื่องประดับที่มักจะใช้ต้นแบบจากเทียนหรือแว็กซ์เป็นหลัก เปลี่ยนเป็นดอกไม้สด ใบไม้สดจากธรรมชาติเพื่อทำแม่พิมพ์ปูน กระบวนการเหล่านี้เป็นไปตามหลักการใช้ความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม คือ การนำองค์ความรู้เดิมสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยการคิดนอกกรอบ จึงมีการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการหล่อวัสดุธรรมชาติ ดังนี้

1.1 ลดต้นทุน การที่ใช้วัสดุธรรมชาติสามารถตัดขั้นตอนในการออกแบบหรือทำแม่พิมพ์ได้ ยังเป็นการลงทุนซื้อเครื่องทำแม่พิมพ์แล้วถือว่าเป็นการลงทุนได้สูงมาก

1.2 ประหยัดเวลา ช่างต้นลดขั้นตอนการผลิตได้ 3 ขั้นตอน คือการทำแม่พิมพ์ , อัดบล็อกยาง , ฉีดเทียน สามารถประหยัดเวลาได้ 2-4 วัน(หรืออาจจะมากกว่านี้ในกรณีใช้เวลาเขียนแบบ3D)

1.3 ความสมบูรณ์ของชิ้นงานโลหะ ถือว่าทำได้ดี 85%-90% แตกต่างที่ขนาดของชนิดดอกไม้และความหนา,บาง ที่ไม่เท่ากัน การเผาไหม้ของวัสดุธรรมชาติส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน

1.4 เทคนิคต่างๆช่วยให้ผลลัพธ์การหล่อวัสดุธรรมชาติได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น การติดต้นเทียน, การผสมปูน,การอบเบ้า,การใช้สีสเปรย์เสริมความหนาของวัสดุ

5.4.2 แนวคิดด้านการออกแบบ

ด้านการออกแบบใช้วิธีการทดลองโดยการสังเกตการเหี่ยวเฉาของวัสดุธรรมชาติเพื่อสอดรับหลักธรรมในพระพุทธศาสนา เรื่อง ทุกขัง คือ เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็ไม่อาจที่จะทนตั้งอยู่ในสภาพนั้นๆ ได้

ตลอดไป ใช้วัสดุธรรมชาติที่เกี่ยวเนื่องเป็นเครื่องประดับ โดยรูปแบบของผลงานสามารถสะท้อนถึงความหมายตามสังขารมโดยได้ผลลัพธ์ทางการออกแบบดังนี้

2.1 การออกแบบเครื่องประดับใช้การสังเกตความเกี่ยวเนื่องของวัสดุธรรมชาติ ตามช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อสื่อความหมายเรื่อง ทุกข์

2.2 ลักษณะไตรลักษณ์ เรื่อง ทุกข์ มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวัสดุธรรมชาติและผู้วิจัยสามารถนำความหมายของลักษณะออกมาในรูปแบบเครื่องประดับได้

2.3 ลักษณะองค์ประกอบศิลป์ของเครื่องประดับคือการประดับตกแต่งสีของเครื่องประดับ เช่น การชุบ การทำสี การประดับอัญมณี การทำสีเครื่องประดับให้เกิดความขัดแย้งจะช่วยให้เครื่องประดับสะท้อนความหมายได้ชัดเจนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเครื่องประดับในกลุ่มของผู้ประกอบการธุรกิจขนาดย่อม (micro enterprise) มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนอาจจะมีปัญหาเยอะในหลายๆด้าน แต่การแก้ไขปัญหาและพัฒนาได้ง่าย เข้าถึงการค้าได้ทุกระดับ เช่น การค้าระดับชุมชน การค้าปลีก-ค้าส่ง และพัฒนาไปเป็นการค้าระดับอุตสาหกรรม ผู้ประกอบการควรหันมาเน้นย้ำในเรื่องการเข้าถึงผู้บริโภค และนำเอาแนวคิดการสร้างสรรคเพื่อเพิ่มมูลค่า (Value Creation) มาเป็นแกนหลักในการเชื่อมโยงนโยบายและกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ และสามารถเพิ่มสินค้าวัสดุธรรมชาติชนิดอื่นๆ มากขึ้น รูปแบบทางเลือกเครื่องประดับที่มากกว่าเข้มกลัด เช่น จี้สร้อยคอ แหวน ต่างหู เป็นต้น ความหลากหลายของเครื่องประดับให้เข้าถึงผู้บริโภคได้มากขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. (2560ก). **Copper (Cu) ทองแดง**. เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560. เข้าถึงได้จาก http://www.sesa10.go.th/e-learning/digital_library/snet5/topic2/Cu.html
- ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. (2560ข). **Gold (Au) ทองคำ**. accessed 15 พฤษภาคม 2560. available from <http://oho.ipst.ac.th/bookroom/snet5/topic2/Au.html>
- ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. (2560ค). **Silver (Ag) เงิน**. accessed 15 พฤษภาคม 2560. available from http://www.sesa10.go.th/e-learning/digital_library/snet5/topic2/Ag.html
- นายโอรส พิณจรัตน์พันธ์. (2556). "การควบคุมคุณภาพการหล่อเครื่องประดับทองด้วยวิธีการออกแบบการทดลอง." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บรรเลง ศรีนิล วันชัย ตาลานนท์ ภากร นนทะสร และรุ่งโรจน์ รัตนวารินทร์. (2533). **การพัฒนาและสร้างเครื่องฉีดพลาสติกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์**. เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560. เข้าถึงได้จาก <http://www.tnrr.in.th/>
- ปริศนา บุญศักดิ์. (2556). "การวิจัยปัญหาในงานหล่อและการพัฒนาแนวทางแก้ไขปัญหาในงานเครื่องประดับสมัยใหม่", มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- เพ็ญศรี ทองนพคุณ. (2554). **การวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการหล่อในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ**. สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
- ไพศาล สมประกิจ. (2556). **การหล่อแบบโฟมหาย เป็นการใช้กระสวนซึ่งทำมาจากโฟมแบบโพลีสไตรีน (Polystyrene) สามารถระเหยเมื่อสัมผัสกับน้ำโลหะ เมื่อนำมาใช้ในการหล่อโลหะ** ร้าน Sync Innovation : ขั้นตอนการขึ้นต้นแบบโดยใช้การเขียนแบบ 3D และปรี้นแม่พิมพ์. เข้าถึงเมื่อ 23 มกราคม 2560. เข้าถึงได้จาก <https://www.sync-innovation.com/3d-printing-technology/making-jewelry-3d/>
- รุ่งอรุณ. **ทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคนหน้าเดียว**. เข้าถึงเมื่อ 25 กันยายน 2560. เข้าถึงได้จาก <https://www.resinrunggart.com/content/15081>
- เอกสิทธิ์ นิสารัตนพรวัน. (2563). **เทคโนโลยีโลหะและวัสดุที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ**. กาญจนบุรี.

ภาษาอังกฤษ

Arbe. **Centrifugal Floor Model Casting Machine**. accessed October 10, 2017. available from [http://www.arbemachine.com/Centrifugal-Floor-Model-Casting Machine](http://www.arbemachine.com/Centrifugal-Floor-Model-Casting-Machine)

Behzad Bavarian and Lisa Reiner. (2006). **Piece Mold Lost Wax & Composite Casting Techniques of the Chinese Bronze Age**. Northridge: California State University Northridge.

Brass. **เม็ดทองเหลือง และผลิตภัณฑ์ทองเหลือง**. เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2559. เข้าถึงได้จาก <https://www.chi.co.th/article/article-847/>

Copper. **ทองแดง**. เข้าถึงเมื่อ 17 พฤษภาคม 2557. เข้าถึงได้จาก <http://www.brastech-company.com/casting-product.html>

D&L art glass supply. **Stages of the Lost Wax Process for molding glass**. accessed October 12, 2017. available from <https://www.dlartglass.com/product/detail/casting-wax-slab>

Janthimablog. **สำริดบ้านเชียง**. เข้าถึงเมื่อ 17 กันยายน 2560. เข้าถึงได้จาก <https://janthimablog.wordpress.com/category>

NAN SILVER. **เม็ดเงิน แท่งเงิน**. เข้าถึงเมื่อ 17 สิงหาคม 2560. เข้าถึงได้จาก <http://xn-42cga6eaa9d3d4br3a9hf3ih.com/tag/%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B9%87%E>

Oldmoon. **เครื่องหล่อสูญญากาศแบบมีแรงดัน**. เข้าถึงเมื่อ 13 ตุลาคม 2560. เข้าถึงได้จาก <https://www.oldmoon-th.com/web/th/6-pressure-vacuum-casting-machine>

Pathamaphorn Praphitphongwanit. (2011). "Jewelry Making Process." Material and Process in Jewelry Production 2 Department of Jewelry Design, Faculty of Decorative Arts, Silpakorn University.

Rossner Carina. **Organics Casting Organics in 13 Simple Steps**. accessed October 5, 2017. available from <http://carinarossner.com/caor1.html>

S money. **ราคาทองคำวันนี้**. เข้าถึงเมื่อ 17 สิงหาคม 2560. เข้าถึงได้จาก <https://money.sanook.com/174050/>

www.slideshare.net. **Lost Foam Casting**. accessed October 12, 2017. available from <https://www.slideshare.net/aslam1992/u2-p-casting-processes>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายกรกช สัมฤทธิ์
วัน เดือน ปี เกิด	16 กรกฎาคม 2533
สถานที่เกิด	จ.นครสวรรค์
วุฒิการศึกษา	ระดับปวช. - กาญจนานิเทศวิทยาลัยช่างทองหลวง (สาขาออกแบบเครื่องประดับ) ระดับปริญญาตรี - มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (สาขาเทคโนโลยีแม่พิมพ์เครื่องประดับ)
ที่อยู่ปัจจุบัน	89/1503 ซ.70 ม.เพอเฟคพาร์ค ต.บางแม่นาง อ.บางใหญ่ จ.นครสวรรค์
ผลงานตีพิมพ์	บทความเรื่อง “ เครื่องประดับจากการหล่อวัสดุสด : การสร้างองค์ความรู้ การหล่อต้นแบบเครื่องประดับจากวัสดุธรรมชาติ ”การประชุมวิชาการ บัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 10 เรื่อง “การยกระดับคุณภาพการศึกษา และพัฒนามนุษย์ในศตวรรษที่ 21”

