คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติและการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

ขนิษฐา เจริญลาภ ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์

ทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมโครงการยกระดับศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนภายใต้โครงการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ ประจำปี 2564 (การพัฒนาชุมชนพึ่งตนเองตามแนวพระราชดำริ) จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ISBN : 978-616-588-662-8

คู่มือ
การถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ และการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม

ขนิษฐา เจริญลาภ

ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์

ทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม
โครงการยกระดับศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน
ภายใต้โครงการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ ประจำปี 2564
(การพัฒนาชุมชนพึ่งตนเองตามแนวพระราชดำริ)
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

คู่มือ
การถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ
และการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม
โดย ขนิษฐา เจริญลาภ และปิยะพร คามภีรภาพพันธ์

ราคา 0 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ หนังสือเล่มนี้ตามพระราชบัญญัติ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558
ห้ามคัดลอกเนื้อหา ภาพประกอบ รวมทั้งดัดแปลงเป็นแผ่นบันทึกเสียง ตลับวีดีทัศน์
หรือเผยแพร่ด้วยรูปแบบ และวิธีการอื่นใดก่อนได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ขนิษฐา เจริญลาภ.
คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ และการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม. -กรุงเทพฯ: ม.ป.พ., 2565.
132 หน้า.

1. สีย้อมและการย้อมสี I. ปิยะพร คามภีรภาพภันธ์, ผู้แต่งร่วม. II. ชื่อเรื่อง

667.399
ISBN 978-616-588-662-8

จัดทำโดย ขนิษฐา เจริญลาภ และปิยะพร คามภีรภาพพันธ์

เจ้าของหนังสือ ขนิษฐา เจริญลาภ และปิยะพร คามภีรภาพพันธ์

คำนำ

คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ และการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมเพื่อยกระดับคุณค่าผ้าทอพื้นเมือง เป็นเอกสารหลักที่เป็นแนวทางฝึกอบรมเพิ่มความรู้ ความเข้าใจ และทักษะปฏิบัติให้แก่ผู้เข้าอบรม ให้มีความรู้และทักษะในเรื่องการสกัดสีจากธรรมชาติ การย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ การตกแต่งผ้าสะท้อนน้ำ การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าไหมทอมือ และการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีบึงประดิษฐ์ กิจกรรมการฝึกอบรมทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างคนในชุมชน และนำไปสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ รวมทั้งเป็นกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาอาชีพให้แก่บุคลากรในท้องถิ่นให้มีรายได้เพิ่มขึ้น และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาท้องถิ่นตามนโยบายของรัฐบาล ที่จะแก้ไขปัญหาความยากจน โดยการสร้างงาน สร้างรายได้ ส่งเสริมอาชีพอิสระ และเพิ่มพูนทักษะเพื่อปรับเปลี่ยนอาชีพ บนพื้นฐานของการลดรายจ่าย สร้างรายได้ ขยายโอกาสให้แก่บุคลากรในท้องถิ่น ส่งผลให้มีการสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนตามนโยบายของภาครัฐอันเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศ

สารบัญ

		หน้า
	คำนำ	ก
	สารบัญ	ค
	สารบัญรูป	จ
บทที่ 1	การสกัดสีจากวัสดุธรรมชาติ	1
	1.1 สีธรรมชาติ	2
	1.2 แนวทางการใช้สีธรรมชาติอย่างยั่งยืน	8
	1.3 หลักการและวิธีการสกัดสีจากธรรมชาติ	9
บทที่ 2	การย้อมเส้นใยไหมด้วยสีธรรมชาติ	15
	2.1 องค์ประกอบของการย้อมสีธรรมชาติ	16
	2.2 หลักการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ	29
	2.3 การเตรียมเส้นใยไหม	33
	2.4 ขั้นตอนย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ	41
บทที่ 3	การตกแต่งผ้าสะท้อนน้ำ	65
	3.1 การตกแต่งสิ่งทอ	66
	3.2 หลักการตกแต่งสะท้อนน้ำ	66
	3.3 วิธีการตกแต่งกันน้ำ	69
	3.4 วิธีการตกแต่งสะท้อนน้ำ	73
บทที่ 4	การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์	79
	4.1 การออกแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	80
	4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเป๋า	91

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 5	การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติ	101
	5.1 มลพิษทางน้ำ	102
	5.2 ความรู้เบื้องต้นในการบำบัดน้ำเสีย	109
	5.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์	115
	เอกสารอ้างอิง	130

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อความร้อน	3
1.2	การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อการซัก	4
1.3	การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อแสง	5
1.4	ข้อดีของสีธรรมชาติ	6
1.5	ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ	7
1.6	การเก็บวัสดุพืชโดยการตากในที่ร่ม	9
1.7	การเก็บวัสดุพืชโดยการแช่แข็ง	10
1.8	อุปกรณ์การสกัดพืช	12
1.9	ขั้นตอนการสกัดสี	13
2.1	องค์ประกอบของการย้อมสีธรรมชาติ	16
2.2	เส้นใยไหม	17
2.3	ลักษณะของรังไหม	17
2.4	ส่วนประกอบของไหมดิบ	18
2.5	ชนิดของสีธรรมชาติ	23
2.6	ประเภทของสารมอร์แดนต์	25
2.7	การย้อมสีธรรมชาติร่วมกับการใช้สารมอร์แดนต์	27
2.8	กลไกการย้อมสี	30
2.9	องค์ประกอบหลักของเส้นใยไหม	34
2.10	กระบวนการลอกกาวไหม	35
2.11	วิธีการลอกกาวไหม	36

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.12	วัสดุ อุปกรณ์การลอกกาวไหมด้วยน้ำด่าง	36
2.13	การเตรียมน้ำด่าง	37
2.14	ขั้นตอนการลอกกาวไหมด้วยน้ำด่าง	38
2.15	ขั้นตอนการลอกกาวไหมด้วยสารเคมี	40
2.16	อุปกรณ์สำหรับย้อมเส้นใยไหมด้วยสีธรรมชาติ	41
2.17	การมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี (pre-mordant)	43
2.18	การมอร์แดนต์พร้อมย้อมสี (meta-mordant)	44
2.19	การมอร์แดนต์หลังการย้อมสี (post-mordant)	45
2.20	ข้อแนะนำในการย้อมสีธรรมชาติ	46
2.21	วัตถุดิบในการย้อมไหมด้วยครั่ง	47
2.22	ขั้นตอนการสกัดสีจากครั่ง	48
2.23	การเตรียมน้ำมะขามเปียก	49
2.24	ขั้นตอนการย้อมเส้นใยไหมด้วยสีจากครั่ง	50
2.25	ขั้นตอนการมอร์แดนต์ด้วยสารส้มหลังการย้อมไหมด้วยสีจากครั่ง	52
2.26	ลักษณะของครั่ง	52
2.27	ลักษณะของเส้นใยไหมที่ย้อมด้วยสีจากครั่ง	52
2.28	วัตถุดิบในการย้อมเส้นใยไหมด้วยคราม	53
2.29	ขั้นตอนการก่อคราม	54
2.30	ขั้นตอนการย้อมเส้นใยไหมด้วยคราม	55
2.31	ลักษณะของเนื้อคราม	56

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.32	การย้อมเส้นใยไหมด้วยคราม	56
2.33	ลักษณะของเส้นใยไหมที่ย้อมด้วยคราม	57
2.34	วัตถุดิบในการย้อมเส้นใยไหมด้วยสีจากแก่นเข	57
2.35	การเตรียมน้ำย้อมสีจากแก่นเข	59
2.36	ขั้นตอนการย้อมสีเส้นใยด้วยสีจากแก่นเข	60
2.37	ขั้นตอนการมอร์แดนต์ด้วยสารส้มหลังการย้อมไหมด้วยสีจากแก่นเข	61
2.38	การสกัดสีจากแก่นเข	62
2.39	การย้อมเส้นใยไหมด้วยสีจากแก่นเข	62
2.40	ลักษณะของเส้นใยไหมที่ย้อมด้วยสีจากแก่นเข	63
3.1	การทำงานของส่วนต่าง ๆ ในกระบวนการตกแต่งเชิงเคมี	67
3.2	วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเคลือบผ้าด้วยไวนิล	69
3.3	ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยไวนิล	70
3.4	วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเคลือบผ้าด้วยแวกซ์	71
3.5	ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยแวกซ์	72
3.6	วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำ	73
3.7	ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำ	74
3.8	การเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำด้วยวิธีการแช่	75
3.9	การเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนด้วยวิธีการสเปรย์	76
3.10	การอบรมเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อน	77
3.11	ลักษณะของผ้ากันน้ำที่เคลือบด้วยสารสะท้อนน้ำ	77

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.1	ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่	82
4.2	สมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ดี	86
4.3	ขั้นตอนหลักในการผลิตกระเป๋า	92
4.4	ขั้นตอนการเตรียมงานในการผลิตกระเป๋า	93
4.5	ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนในการผลิตกระเป๋า	94
4.6	การตรวจสอบคุณภาพและการตกแต่งผลิตกระเป๋า	95
4.7	แบบร่างกระเป๋าสตางค์จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ	96
4.8	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบกระเป๋าสตางค์จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ	97
4.9	แบบร่างกระเป๋าสะพายไหล่จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ	98
4.10	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบกระเป๋าสะพายไหล่จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ	99
5.1	แหล่งกำเนิดมลพิษ	103
5.2	การแบ่งประเภทของลักษณะน้ำเสีย	104
5.3	สีของน้ำเสีย	104
5.4	กลิ่นของน้ำเสีย	105
5.5	ของแข็งในน้ำเสีย	105
5.6	พีเอชของน้ำเสีย	106
5.7	น้ำเน่าเสียจากสารอินทรีย์	106

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
5.8	ออกซิเจนละลายน้ำ	107
5.9	สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำ	107
5.10	ผลกระทบของมลพิษทางน้ำ	108
5.11	กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	109
5.12	หลักการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ	111
5.13	รูปแบบการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ	112
5.14	วิธีการบำบัดน้ำเสีย	113
5.15	หลักการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์	114
5.16	ประเภทของบึงประดิษฐ์	116
5.17	บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือผิวดิน	117
5.18	บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน	118
5.19	ข้อดี และข้อด้อยของบึงประดิษฐ์	129
5.20	ถังพักน้ำเสีย	127
5.21	ระบบรางพืช	128
5.22	ระบบบำบัดน้ำเสียจากการฟอกย้อมผ้าไหมด้วยรางพืช	128
5.23	ระบบบำบัดน้ำเสียจากการฟอกย้อมผ้าไหมด้วยรางพืช ของกลุ่มทอผ้าบ้านอัดแดก ตำบลปราสาท จังหวัดสุรินทร์	129

บทที่ 1

การสกัดสีจากธรรมชาติ

1.1 สีธรรมชาติ

สีธรรมชาติเป็นสีที่ได้จาก พืช สัตว์ และแร่ธาตุ เกิดขึ้นมาโดยกระบวนการตามธรรมชาติ จึงไม่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษเมื่อนำไปใช้ย้อม นอกจากนี้น้ำทิ้งที่ได้จากการย้อมประกอบด้วยสารธรรมชาติที่สลายตัวได้ง่าย ไม่มีความเป็นพิษต่อสุขภาพของผู้ใช้งานและผู้บริโภค

1.1.1 พืชให้สี

สีย้อมที่ได้จากพืชจัดเป็นกลุ่มสารสีหลักของสีย้อมธรรมชาติ ได้จากส่วนต่าง ๆของพืช ได้แก่ ใบ ดอก ผล ลำต้น เปลือก แก่น ราก หัวหรือเหง้าใต้ดิน แต่ละส่วนของพืชจะให้สีสันที่แตกต่างกันขึ้นกับความอ่อน แก่ สด แห้ง ช่วงเวลาเดือนและฤดูกาลที่เก็บ

ส่วนประกอบต่างๆ ของพืชที่ให้สี

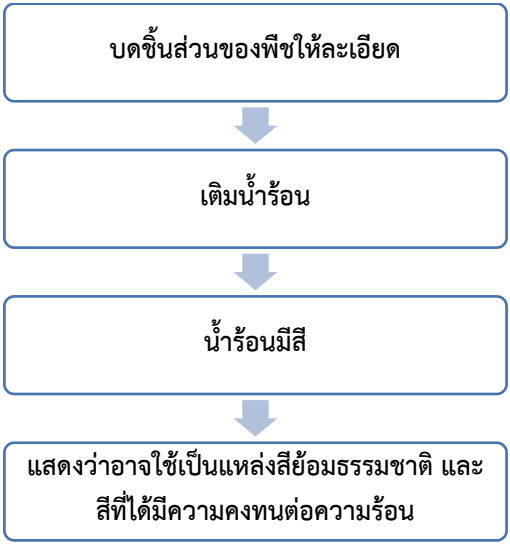
ส่วนของพืช	ชนิดพืช
ราก/หัว	ขมิ้น แมดเดอร์ หัวหอม บีตรูต รากยอ รากเข็ม
เปลือกไม้ / แก่น	ฝาง สน ตะบูน แก่นฝรั่ง แก่นขนุน แก่นแกแล แก่นฝาง
ใบ	ฮ่อม ยูคาลิปตัส ชา มะลิ แก้ว มะม่วง ใบเตย หูกวาง
ดอก	ดาวเรือง อัญชัน กระเจี๊ยบ กรรณิการ์ ดอกคำฝอย
ผล / เมล็ด	มะเกลือ มังคุด มะพร้าว หว้า

ที่มา: ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564.

1.1.2 การเลือกชนิดพืชให้สี

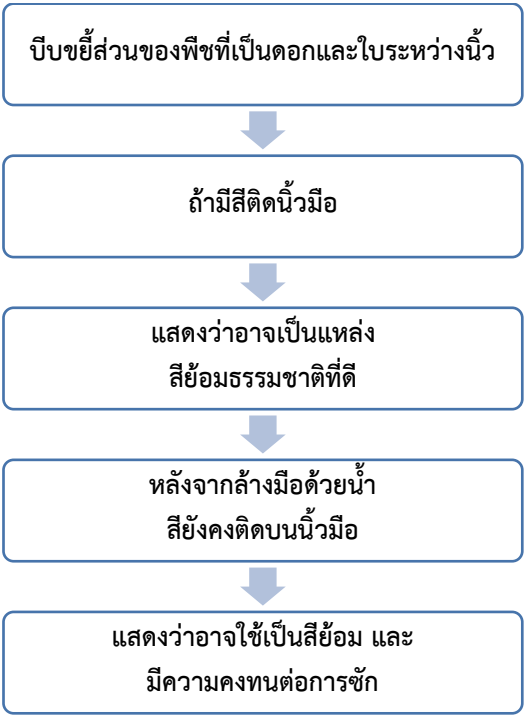
พืชแต่ละชนิดให้สีติดเส้นใยไม่เท่ากัน บางชนิดให้สีติดดี บางชนิดให้สีติดไม่ดี การเลือกพืชที่ให้สีติดผ้า มีข้อสังเกตอย่างง่าย คือ ถ้าเป็นใบหรือดอกให้เด็ดมาขยี้ที่มือ ถ้าสีติดมือดี สามารถเลือกนำไปทดลองย้อมได้ ถ้าเป็นผลหรือเปลือกให้ลองใช้มีดกรีด ถ้ายางสัมผัสอากาศแล้วเปลี่ยนสี ก็สามารถนำไปทดลองย้อมได้ แก่นและรากส่วนใหญ่จะให้สีตามที่เห็น

การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อความร้อน



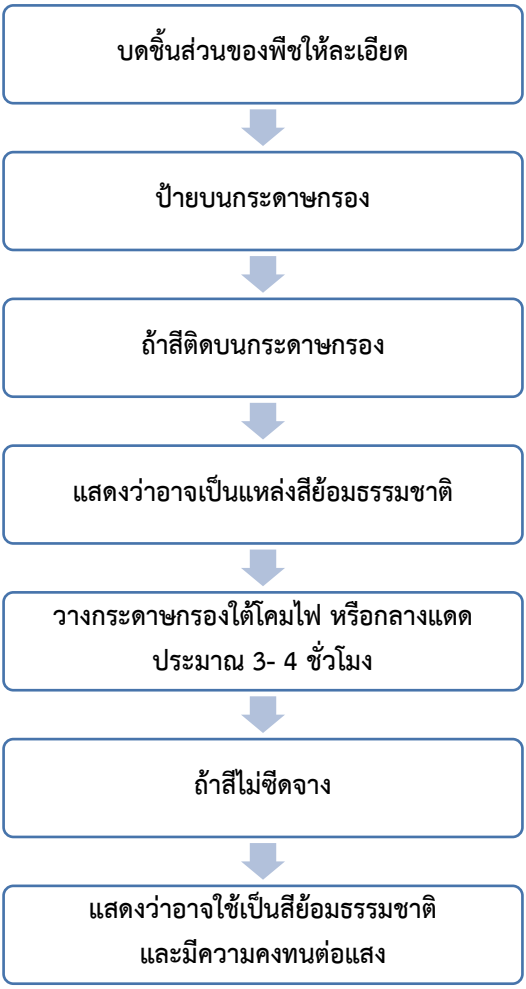
รูปที่ 1.1 การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อความร้อน

การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อการซัก



รูปที่ 1.2 การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อการซัก

การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อแสง



รูปที่ 1.3 การทดสอบชนิดพืชที่ให้สีย้อมและมีความคงทนต่อแสง

1.1.3 ข้อดีและข้อจำกัดของสีจากธรรมชาติ

ข้อดีของสีธรรมชาติ

รูปที่ 1.4 ข้อดีของสีธรรมชาติ

ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ

รูปที่ 1.5 ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ

1.2 แนวทางการใช้สีธรรมชาติอย่างยั่งยืน

การใช้อย่างประหยัด

- หั่นวัสดุให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้มากที่สุด สีที่สกัดได้จะมากกว่าวัสดุชิ้นใหญ่
- ใช้อัตราส่วนของสารสกัดกับวัสดุย้อมอย่างเหมาะสม

การทดแทน

- การใช้สิ่งทดแทนในธรรมชาติ เช่น โคลน ดินลูกรัง กากกาแฟ วัสดุเหลือทิ้ง เช่น เปลือกเงาะ โดยควรทดลองเอาวัตถุดิบธรรมชาติรอบ ๆ ตัวมาใช้ประโยชน์

การใช้อย่างฉลาด

- เลือกชนิดพืช ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น
- ไม้ยืนต้น ควรเลือกใช้ จากใบ ดอก ผล มากกว่าการใช้จากแก่น เปลือก หรือราก
- การใช้เปลือกไม้ให้ถากเพียงด้านเดียว ไม่ควรถากรอบต้น และถากลึกถึงแก่น และเมื่อถากออกแล้วต้องเอาโคลนพอกเพื่อสมานผิว และเว้นระยะ 3 เดือน
- การเลือกใช้ใบ ควรใช้ใบไม้แก่ และต้นไม้ควรมีอายุ 5 ปีขึ้นไป หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ
- เลือกใช้สีธรรมชาติตามฤดูกาล

1.3 หลักการและวิธีการสกัดสีจากธรรมชาติ

1.3.1 การเก็บพืชให้สี

พืชให้สีสามารถเก็บไว้โดยการแช่แข็ง หรือโดยการทำแห้งโดยใช้เตาอบ หรือตากในอากาศปกติ

การทำแห้ง

รูปที่ 1.6 การเก็บวัสดุพืชโดยการตากในที่ร่ม

การแช่แข็ง

รูปที่ 1.7 การเก็บวัสดุพืชโดยการแช่แข็ง

1.3.2 หลักการสกัดสี

การสกัดสี เป็นการแยกส่วนที่เป็นสีออกจากวัตถุดิบ โดยก่อนการสกัดสีจะนำวัตถุดิบมาทำให้ละเอียดที่สุด เพื่อให้สามารถสกัดสีออกมาได้มากที่สุด

การสกัดร้อน การใช้ความร้อนเป็นตัวสกัดสีจากวัตถุดิบ

- นำส่วนต่าง ๆ ของพืชมาทำให้ละเอียด ด้วยการ สับ บด ตำ หรือคั้น
- ผสมน้ำแล้วต้มสกัดสีระยะเวลา 1 – 2 ชั่วโมง
- กรองเก็บเฉพาะส่วนที่เป็นสีไว้สำหรับย้อม

การสกัดเย็น สารให้สีบางชนิดในพืชจะเสื่อมสภาพเมื่อถูกความร้อน

- นำส่วนให้สีของพรรณไม้มาโขลก หรือขยี้ให้แหลก
- นำมาคั้นน้ำหรือแช่น้ำ และหมักเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน ขึ้นกับชนิดพืช

1.3.3 วิธีการสกัดสีจากพืช

อุปกรณ์

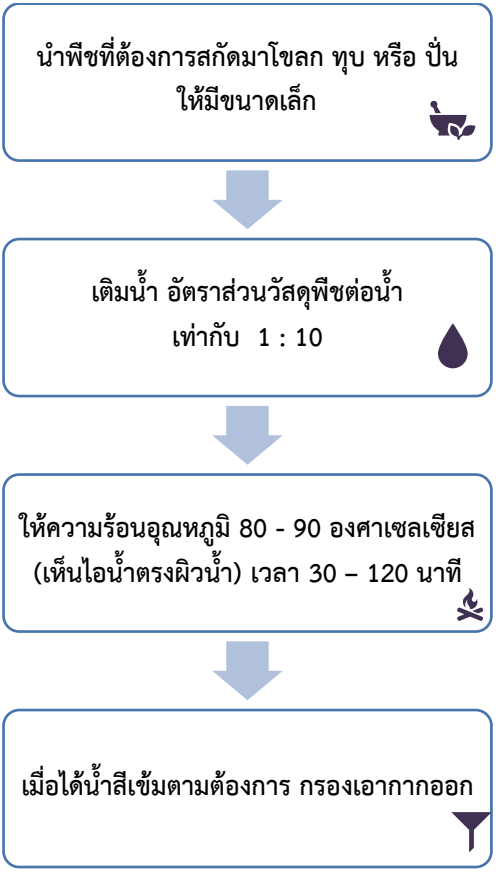
รูปที่ 1.8 อุปกรณ์การสกัดสีจากพืช

อัตราส่วน

สัดส่วนพืช (สด/แห้ง) น้ำ 10 ส่วน ต่อ พืช 1 ส่วน (ปรับได้ตามความเข้มสีที่ต้องการ)

วัสดุ	อัตราส่วน		
พืช	1 กิโลกรัม	2 กิโลกรัม	5 กิโลกรัม
น้ำ	10 ลิตร	20 ลิตร	50 ลิตร

ขั้นตอนการสกัดสี



รูปที่ 1.9 ขั้นตอนการสกัดสี

หมายเหตุ น้ำที่ได้จากการกรอง ปริมาตรที่ได้จะลดลง เติมน้ำให้ได้ปริมาตรเท่าเดิม

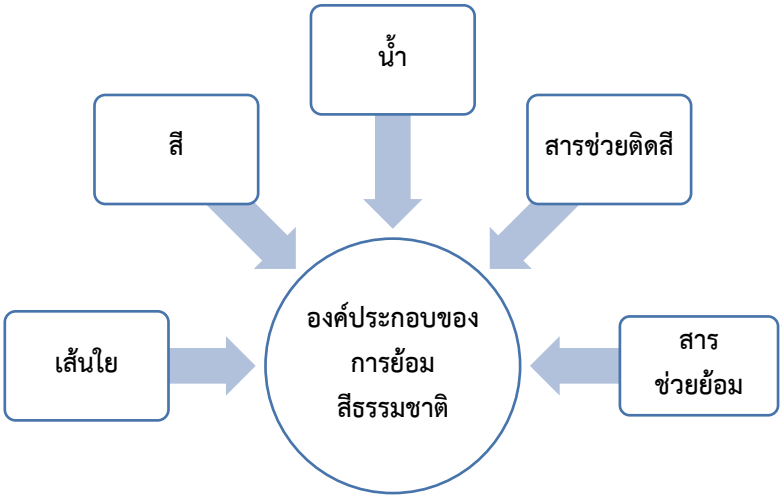
น้ำสีที่สกัดได้หากไม่นำไปใช้ทันที น้ำสีที่สกัดได้จะเสีย หรือบูด หรือขึ้นรา ภายใน 2 - 3 วัน เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง ถ้าจะเก็บน้ำสีให้สดอยู่หลายวัน ควรเก็บไว้ในที่เย็น หรือแช่แข็ง

บทที่ 2

การย้อมเส้นใยไหมด้วยสีธรรมชาติ

2.1 องค์ประกอบของการย้อมสีธรรมชาติ

การย้อมสี เป็นกระบวนการที่ทำให้สีเข้าไปติดอยู่กับวัสดุสิ่งทออย่างคงทน โดยใช้สารเคมี หรือภาวะที่เหมาะสม



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของการย้อมสีธรรมชาติ
ที่มา: ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564

2.1.1 เส้นใยไหม

ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติจากสัตว์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากเส้นใยนุ่ม เงามัน สวมใส่สบาย เปียกน้ำง่าย ย้อมสีติดได้ง่าย และมีความสดใส

รูปที่ 2.2 เส้นใยไหม

เส้นใยไหม คือเส้นใยที่พ่นจากปากของตัวหนอนไหมที่โตเต็มวัย ห่อหุ้มตัวเองเพื่อป้องกันศัตรูทางธรรมชาติในขณะที่ลอกคราบเป็นตัวดักแด้ เรียกว่ารังไหม (รูปที่ 2.3) มีลักษณะกลมรีคล้ายเมล็ดถั่ว

รูปที่ 2.3 ลักษณะของรังไหม

หากนำรังไหมมาต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 80 องศาเซลเซียสขึ้นไป จะทำให้กาวไหมอ่อนตัว และดึงเส้นใยออกมาได้ ความยาวของเส้นใยจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ และการดูแลในช่วงที่เป็นหนอนไหม

โครงสร้างเส้นใยไหม

เส้นไหมดิบประกอบด้วยเส้นใยไฟโบรอิน (fibroin) ประมาณร้อยละ 75 ใช้สำหรับทอเป็นผืนผ้า มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวต่อเนื่องจำนวน 2 เส้น ถูกเคลือบรอบ ๆ ด้วยกาวไหม หรือกาวเซริซิน (sericin) ประมาณร้อยละ 25 ของน้ำหนักไหมทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2.4

เซริซินเป็นสารแข็งสีขาว สีเหลือง หรือสีน้ำตาล มีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับพันธุ์ของไหม

รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของไหมดิบ
ที่มา: ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564.

เซริซินทำให้เส้นไหมดิบขาดความเงามัน และรู้สึกหยาบเมื่อสัมผัส เป็นตัวกันน้ำหรือสีย้อมไม่ให้ผ่านเข้าไปถึงส่วนที่เป็นเส้นใยที่แท้จริง หลังจากลอกกาวไหมออกแล้ว เส้นใยมีลักษณะเป็นเส้นใยเดี่ยว พื้นที่หน้าตัดเป็นสามเหลี่ยมมุมมน มีความเรียบและความละเอียดสูง

สมบัติของเส้นใยไหม

สมบัติทางกายภาพของเส้นใยไหม

ความยาว	ประมาณ 500 - 1,500 เมตร
ความกว้าง	ความกว้างหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของใยไหมกว้างประมาณ 9 - 11 ไมครอน
ความหนาแน่น	ไหมมีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำ เส้นไหมที่มีเซริซินมีค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,320 - 1,400 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่เมื่อกำจัดเซริซินออกความหนาแน่น จะมีค่าลดลงเล็กน้อยอยู่ในช่วง 1,300 - 1,380 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
สี	สีเหลือง สีน้ำตาล สีขาว สีเทา ขึ้นกับชนิดพันธุ์ของไหม ภาวะแวดล้อม และอาหารที่ใช้เลี้ยงดู
ความแข็งแรง	ไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีความแข็งแรงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่นๆ โดยมีความแข็งแรงตั้งแต่ 4.8 จิกะปาสคาล (GPa; $x10^9$) ขึ้นไป ความแข็งแรงของเส้นไหมขณะเปียกจะลดลงร้อยละ 15 - 20 เมื่อเทียบกับเส้นไหมแห้ง
ความมันวาว	ไหมเป็นเส้นใยที่มีความเงางามสูงที่สุดในบรรดาเส้นใยธรรมชาติทั้งหมด ไหมป่าจะมีความเงาน้อยกว่าไหมเลี้ยง
ความเหนียว	ไหมเป็นเส้นใยที่เหนียวมากชนิดหนึ่งที่ใช้ทอผ้า คือมีความเหนียว 3 - 6 กรัมต่อดีเนียร์ เมื่อเส้นใยแห้ง เมื่อเส้นใยเปียกความเหนียวของเส้นใยจะลดลงประมาณร้อยละ 15 – 20

ความยืดหยุ่นและความยืดได้	เส้นใยไหมยืดและสปริงตัวกลับที่เดิมได้ และยืดได้ปานกลาง เมื่อเส้นใยแห้งจะยืดได้ประมาณร้อยละ 10 - 25 ของความยาวเดิม และจะยืดได้มากขึ้นถึงร้อยละ 33 - 35 เมื่อเปียก
การคืนตัวจากแรงอัด	ไหมมีความสามารถคืนกลับได้ดี ไม่เกิดการยับย่นง่าย สามารถกลับรูปเดิมได้เพียงแขวนทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง แต่ไม่ดีและรวดเร็วเท่าเส้นใยขนสัตว์
การดูดความชื้น	ที่ภาวะมาตรฐาน ไหมดิบดูดความชื้นได้ประมาณร้อยละ 11 และจะดูดความชื้นได้มากถึงร้อยละ 25 - 35 เมื่ออากาศชื้นมาก ไหมที่ผ่านการลอกกาวแล้วจะดูดความชื้นได้น้อยลง โดยดูดความชื้นได้ประมาณร้อยละ 9
การนำความร้อน	ไหมนำความร้อนได้น้อยกว่าใยเซลลูโลส ฉะนั้นเมื่อทอเป็นผ้าแล้ว เวลาสวมใส่ผ้าไหมจะร้อน และอุ่นกว่าผ้าใยเซลลูโลส
การนำไฟฟ้า	ไหมเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดี และมักเกิดไฟฟ้าสถิต ซึ่งเป็นข้อเสียในระหว่างผลิตเส้นไหม
การทนต่อความร้อน	ความร้อนประมาณ 135 องศาเซลเซียส ไม่เป็นอันตรายต่อไหม ผ้าไหมจะเสียง่ายถ้ารีดด้วยความร้อนสูงกว่า 147 องศาเซลเซียสขึ้นไป และผ้าไหมสีขาวจะกลายเป็นสีเหลืองถ้ารีดด้วยเตาที่ร้อนจัด
ความทนต่อแสง	ผ้าไหมไม่ทนทานต่อแสง แสงทำให้ความแข็งแรงลดลง และเกิดสีเหลืองขึ้นที่ผิวของเส้นใยเนื่องจากการสลายตัวของโครงสร้างโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบหลัก

การติดไฟ	ใยไหมจะไหม้ไฟเมื่อจ่อในเปลวไฟ แต่เมื่อเอาออกจากเปลวไฟไฟจะดับได้เอง เถ้ามีลักษณะเป็นก้อนแข็ง กลิ่นไหม้ไฟเหมือนกลิ่นผมไหม้ไฟ

ที่มา: ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564.

สมบัติทางทางเคมีของเส้นใยไหม

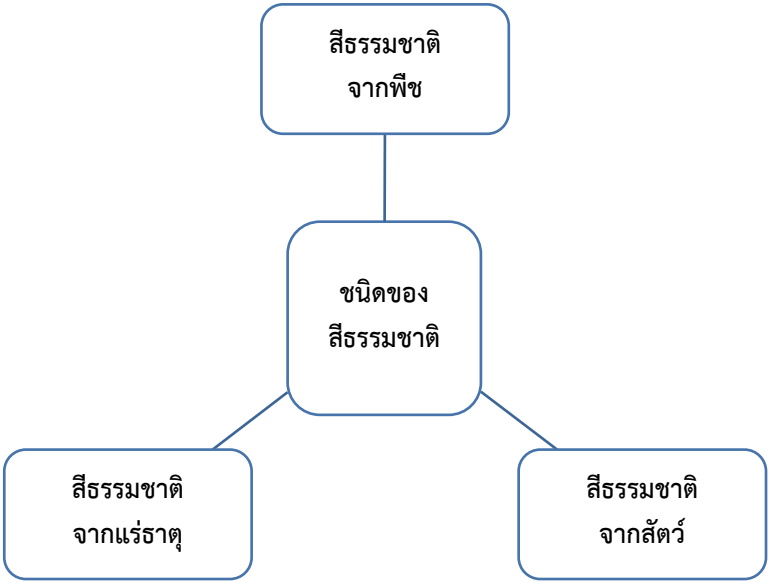
การละลาย	ไฟโบรอินไม่ละลายใน น้ำ แอลกอฮอล์ กรด หรือเบสอ่อน แต่ละลายในกรดหรือเบสแก่ ในขณะที่เซริซินสามารถสลายได้ในน้ำร้อน สารละลายกรดหรือเบส หรือเอนไซม์ย่อยโปรตีน
ปฏิกิริยากับด่าง	เส้นใยไหมถูกทำลายด้วยสารละลายด่างเข้มข้น โดยจะละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อน แต่จะเกิดปฏิกิริยาและจะละลายช้ากว่าขนสัตว์ ในด่างอ่อน เช่น สบู่ บอแรกซ์ และแอมโมเนียจะไม่เป็นอันตรายต่อไหมหากไม่ทิ้งไว้นาน
ปฏิกิริยากับกรด	ใยไหมไม่ทนต่อกรดอนินทรีย์ชนิดเข้มข้น กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจะทำให้ใยไหมละลาย และกรดของโลหะชนิดอื่น ๆ ทำให้ไหมเสื่อมคุณภาพ
เกลือคลอไรด์	ไหมถูกทำลายด้วยสารที่มีส่วนผสมของเกลือคลอไรด์ผสมอยู่ ได้แก่ เหงื่อ น้ำยาดับกลิ่น และน้ำเกลือทั่วไป โดยเฉพาะเหงื่อจะทำให้ผ้าไหมมีคราบ

สารละลายอินทรีย์	ไหมทนทานต่อตัวทำละลายอินทรีย์ได้ดี โดยเฉพาะสารซักแห้งที่นำมาใช้ทำความสะอาด
สีย้อม	ไหมมีความสามารถในการย้อมสีได้ดีมาก อาจย้อมสีได้ด้วยสีแอสิด เบสิก หรือไดเรกต์ ผ้าไหมเมื่อย้อมสีจะได้สีเข้มกว่าขนสัตว์ และสามารถย้อมได้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่า
สารฟอกขาว	ไม่ควรใช้สารฟอกขาวที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ เพราะจะทำให้เส้นใยไหมลดความเหนียว และความแข็งแรง ควรใช้สารฟอกขาวที่ไม่แรง เช่น ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และเพอร์บอเรต

ที่มา: ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564.

2.1.2 สีธรรมชาติ

สีธรรมชาติ คือ สารจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถละลายน้ำได้ และให้สีกับเส้นใย สามารถดูดติดเส้นใยได้ด้วยตัวเอง (substantivity) โดยไม่ต้องใช้สารอื่นช่วยในการย้อม เป็นสีที่ติดง่ายและหลุดง่าย มีความคงทนต่ำ และเป็นสีที่ไม่สดใส สีธรรมชาติเป็นสีที่สกัดได้จากอินทรียวัตถุ และอนินทรีย์วัตถุในธรรมชาติ (ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564) สีธรรมชาติ มี 3 ชนิดหลักดังนี้



รูปที่ 2.5 ชนิดของสีธรรมชาติ

สีย้อมธรรมชาติจากแร่ธาตุ (mineral dyes)

เป็นสีที่ได้จากโคลน และดินแดง ซึ่งมีองค์ประกอบของโลหะต่าง ๆ เช่น เหล็ก ทองแดง ตะกั่ว โครเมียม แมงกานีส โคบอลต์ และนิกเกิล

สีย้อมธรรมชาติจากสัตว์ (animal dyes)

เป็นสารสีที่ได้จากสารที่ขับออกจากตัวสัตว์ หรือตัวสัตว์เอง ได้แก่ สีจากครั่ง

สีย้อมธรรมชาติจากพืช (vegetable dyes)

สีย้อมที่ได้จากพืชจัดเป็นกลุ่มสารสีหลักของสีย้อมธรรมชาติ เป็นสีย้อมที่ได้จากทุกส่วนของพืช เช่น ราก ลำต้น เปลือก เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด

2.1.3 สารช่วยติดสี

สีธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นสีที่ละลายได้ในน้ำ (มีสีเพียงบางชนิดที่ไม่ละลายน้ำ เช่น คราม) และทำปฏิกิริยากับเส้นใยธรรมชาติได้ดีทั้งเส้นใยจากพืชและจากสัตว์ จึงเป็นสีที่ย้อมติดง่าย แต่ไม่สามารถย้อมติดวัสดุสิ่งทอได้คงทนด้วยตัวเอง เมื่อนำไปซักล้างทำให้สีละลายน้ำออกมาได้ง่าย (ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

การใช้สารช่วยติดสี หรือมอร์แดนต์ (mordants) เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มคุณภาพความคงทนของสีย้อมธรรมชาติ โดยสารช่วยติดทำหน้าที่ยึดโมเลกุลของสีให้ติดกับโมเลกุลของเส้นใยให้ดีขึ้น และทำให้เฉดสีธรรมชาติให้เปลี่ยนแปลงไปจากสีเดิม

ประเภทของสารช่วยติดสี

สารช่วยติดสี หรือมอร์แดนต์ คือ สารที่ช่วยทำให้การยึดติดของสีธรรมชาติเกิดได้ดีบนเส้นใยธรรมชาติ มีทั้งที่เป็นสารจากธรรมชาติ และจากการสังเคราะห์ การใช้มอร์แดนต์ต่างชนิดกันสำหรับสีย้อมชนิดเดียวกัน ทำให้เกิดเฉดสีบนเส้นใยที่ต่างกัน หรือสีอาจจะเปลี่ยนไป มอร์แดนต์ที่ดีควรให้ประสิทธิภาพในการย้อมติดสีที่ยึดเกาะดี ทนต่อแสงและการซัก และไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ในระหว่างกระบวนการย้อมสี (ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

สารมอร์แดนต์แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 ประเภทของสารมอร์แดนต์

เกลือของโลหะ

เกลือของโลหะ (metallic mordant) ที่นำมาใช้เป็นสารมอร์แดนต์ส่วนใหญ่จะมีประจุ +2 โดยโลหะมอร์แดนตจะรวมกับโมเลกุลสีเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับสี (metal dye complexes) ทำให้โมเลกุลของสีมีขนาดใหญ่ขึ้น และสีจะถูกผนึกอยู่ในเส้นใยได้ดีจากพันธะโควาเลนต์ และโคออร์ดิเนตโควาเลนต์ ช่วยให้มีความคงทนมากขึ้น การใช้เกลือของโลหะต่างชนิดกันในการย้อมสีธรรมชาติชนิดเดียวกัน ทำให้ได้สีที่แตกต่างกัน และมีระดับความคงทนของสีแตกต่างกันด้วย สรุปได้ดังนี้ (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

สารประกอบอลูมิเนียม ช่วยเพิ่มความสดใส ความคงทนของสีต่อแสงไม่ค่อยดี เหมาะสำหรับการย้อมสีน้ำตาล สีเหลือง สีเขียว

สารประกอบเหล็ก ช่วยทำให้สีเข้มขึ้น สีที่ได้ไม่สดใส และมีสีหม่น แต่จะมีความคงทนของสีต่อแสงและการซักดี

สารประกอบทองแดง ทำให้ได้สีที่เจือสีเขียว ช่วยเพิ่มความคงทนของสีต่อแสงและการซักดี เหมาะสำหรับการย้อมสีเขียว สีน้ำตาล

สารประกอบโครเมียม ช่วยทำให้สีเข้มขึ้น และสดใสขึ้น รวมทั้งเพิ่มความคงทนของสีได้ดี

สารประกอบดีบุก ช่วยให้สีสดใสขึ้น และเพิ่มคงทนของสีได้ดี

ข้อควรระวังในการใช้สารมอร์แดนต์โลหะ คือ ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการตกค้างของโลหะในน้ำทิ้งหลังการย้อม และโลหะบางชนิด เช่น เหล็กถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้เส้นด้ายหรือผ้าเปื่อยได้

สารแทนนิน

แทนนิน (tannins mordant) เป็นสารให้สีธรรมชาติที่นิยมใช้เป็นสารช่วยติดสีอื่น ๆ ด้วย แทนนินเป็นสารประกอบพอลิฟีนอล พบได้ทั่วไปในส่วนประกอบของพืช และผลไม้ที่มีรสฝาด เช่น เปลือกและเมล็ดของผลไม้ ใบชา ใบฝรั่ง ใบพลู ใบชุมเห็ด และในผลไม้ดิบ เช่น กล้วยดิบ องุ่น เม็ดในมะขาม และเปลือกมะพร้าว เป็นต้น (ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564) รวมทั้งมีหมู่ฟีนอลิกที่เป็นอิสระทำให้เกิดการเชื่อมโยงกับเส้นใยโปรตีน และเส้นใยเซลลูโลสได้อย่างคงตัว (Prabhu & Bhute, 2012)

น้ำมัน

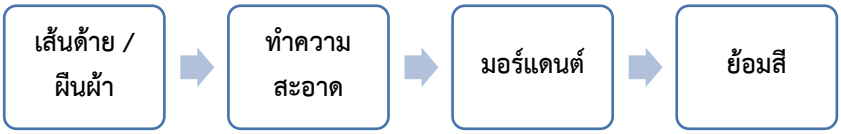
สารมอร์แดนต์น้ำมัน ได้จากการนำน้ำมันละหุ่งทำปฏิกิริยาซัลเฟชั่น (sulfated castor oil) ได้น้ำมันที่มีเฉดสีคล้ายสีแดงที่เรียกว่า turkey red จึง

เรียกกันทั่วไปว่า turkey red oil โดยนิยมใช้ร่วมกับมอร์แดนต์สารส้ม (ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

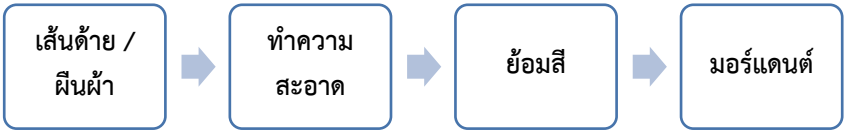
วิธีการใช้สารมอร์แดนต์

การนำสารมอร์แดนต์มาใช้ในการย้อมสีธรรมชาติ สามารถใช้ได้ทั้งก่อนย้อม หลังย้อม และขณะย้อม ดังรูปที่ 2.7

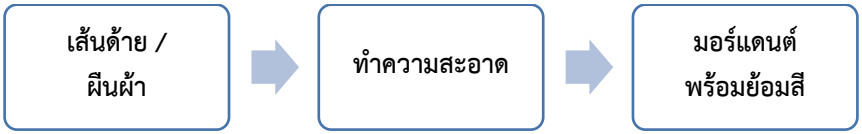
การมอร์แดนต์ก่อนการย้อม



การมอร์แดนต์พร้อมการย้อม



การมอร์แดนต์หลังการย้อม



รูปที่ 2.7 การย้อมสีธรรมชาติร่วมกับการใช้สารมอร์แดนต์

2.1.4 น้ำ

น้ำที่ใช้ในการย้อมสีสิ่งทออาจมาจากแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน เช่น น้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง น้ำฝน และน้ำบาดาล คุณภาพของน้ำจะแตกต่างกันไปตามท้องที่และฤดูกาล น้ำบางแหล่งอาจต้องมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนนำมาใช้ เช่น การทิ้งไว้ให้ตกตะกอน การใช้สารเคมีช่วยให้ตกตะกอน หรือการกรอง ขึ้นกับชนิดของแหล่งน้ำและคุณภาพของน้ำที่ต้องการ น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการย้อมสีสิ่งทอซึ่งต้องใช้ในปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพเหมาะสม โดยทั่วไปควรมีสมบัติดังนี้ (ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

(1) ความขุ่นไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร

น้ำสำหรับการย้อมควรเป็น น้ำใส ปราศจากสารแขวนลอย หรือสิ่งที่ทำให้เกิดรอยเปื้อนในกระบวนการย้อม เพราะสารแขวนลอยในน้ำทำให้เกิดการเปรอะเปื้อนบนวัสดุสิ่งทอ

(2) ค่าพีเอชเป็นกลาง

น้ำที่นำมาย้อมต้องไม่มีความเป็นกรดหรือด่างมากเกินไป

(3) น้ำอ่อน

น้ำที่นำมาใช้ย้อมต้องไม่เป็นน้ำกระด้าง เพราะอนุมูลแคลเซียม และแมกนีเซียมที่อยู่ในน้ำกระด้างจะทำปฏิกิริยากับสบู่ในการซักล้างทำให้สิ้นเปลืองสบู่ และทำให้เกิดสบู่ของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เกาะติดผ้า ทำให้ผ้าที่ย้อมมีรอยด่าง

(4) มีโลหะผสมอยู่ในปริมาณต่ำ

น้ำที่ใช้ย้อมสีสิ่งทอควรมีโลหะผสมอยู่ในปริมาณต่ำ โดยเฉพาะในกระบวนการฟอกขาว เหล็ก และทองแดงจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงมากกว่าปกติจนเกิดการทำลายเส้นใยได้ นอกจากนี้ไฮดรอกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส เมื่อรวมกับกรดไขมันจะทำให้เกิดสบู่ที่เกาะติดแน่นกับผ้าซึ่งกำจัดออกได้ยาก

(5) ไม่ปนเปื้อนน้ำมันและไขมัน

น้ำมัน ไขมัน ในน้ำทำให้เกิดรอยด่างบนวัสดุสิ่งทอ

(6) ไม่ปนเปื้อนสารเคมี

สารเคมีที่เจือปนมากับน้ำ จะต้องมีปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาในกระบวนการเตรียมวัสดุก่อนย้อมและกระบวนการย้อม

2.2 หลักการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ

สีเป็นสารที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถละลายน้ำหรือละลายในสารอื่นได้ เมื่อนำมาย้อมวัสดุจึงเข้าไปแทรกอยู่ในช่องว่างของเส้นใย และเชื่อมโยงกับโมเลกุลของเส้นใยโดยไม่ทำให้สมบัติทางเคมีของเส้นใยเปลี่ยนไป แต่ทำให้สีติดเส้นใยจนมองเห็นเป็นสีต่าง ๆ หลักการการย้อมสี คือ การให้สีกับวัสดุสิ่งทอโดยให้สีติดอย่างทั่วถึง วิธีย้อมสีที่ใช้กันทั่วไป คือ การจุ่มวัสดุสิ่งทอลงในน้ำสี และปล่อยให้วัสดุสิ่งทอนั้นดูดซึมสีเข้าไป (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

2.2.1 กลไกของการย้อมสี

กลไกการย้อมสีมี 3 ขั้นตอน (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564) ดังนี้

รูปที่ 2.8 กลไกการย้อมสี

การดูดซับสีย้อมที่ผิวของเส้นใย (adsorption)

เมื่อนำเส้นใยหรือวัสดุสิ่งทอจุ่มลงในน้ำ โมเลกุลของสีที่กระจายตัวอยู่ในน้ำจะเคลื่อนมาเกาะที่ผิวของเส้นใยหรือผิวของวัสดุที่ใช้ย้อม ทำให้เกิดการยึดเกาะขึ้น

การดูดซึมสีย้อมเข้าสู่เส้นใย (diffusion)

เมื่อโมเลกุลของสีย้อมเคลื่อนที่มาเกาะอยู่รอบผิวของเส้นใยแล้ว โมเลกุลจะแทรกซึมและแพร่เข้าสู่เส้นใย การเพิ่มอุณหภูมิในขณะย้อมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้โมเลกุลของสีย้อมแทรกตัวเข้าสู่เส้นใยใยหรือวัสดุสิ่งทอได้เร็วขึ้น

โมเลกุลสีย้อมเคลื่อนที่ไปมาในเส้นใย (migration)

เป็นการเคลื่อนที่อยู่ภายในเส้นใยเพื่อทำให้สีดูดซึม และเกิดการกระจายของสีย้อมมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งที่ผิวและภายในถึงใจกลางของเส้นใย

2.2.2 การยึดติดกับเส้นใย

การย้อมสิ่งทอแบบแช่ (exhaustion method) เป็นระบบ 2 เฟส ประกอบด้วยเฟสของแข็ง (เส้นใย) และเฟสของเหลว (น้ำย้อม) การแพร่ของสีย้อมจากน้ำย้อมเข้าสู่เส้นใย หรือจากเส้นใยออกสู่น้ำย้อมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สารช่วยย้อม อุณหภูมิ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำย้อมต่อน้ำหนักของเส้นใย (liquor ratio) สีย้อมที่เหมาะสำหรับนำมาย้อมเส้นใยนั้นควรมีสมบัติยึดติดกับเส้นใยได้ดี มีค่าร้อยละการดูดซึมของสีย้อม (%E, exhaustion) สูง ซึ่งหมายถึงสมดุลการแพร่ของโมเลกุลสีย้อมไหลไปทางด้านเส้นใย สีย้อมที่มีสมบัติชอบยึดติดกับเส้นใยได้มากกว่าสีย้อมที่ชอบละลายอยู่ในน้ำย้อม จึงเป็นสีย้อมที่มีสมบัติยึดติดกับเส้นใย (substantivity to fiber) ได้ดี แต่ในทางกลับกันสีย้อมที่ไม่ชอบยึดติดกับเส้นใยจึงจัดให้เป็นสีย้อมที่ชอบน้ำ (affinity to water) (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

2.2.3 ความคงทนของสี

ความคงทนของสีย้อมบนเส้นใย (retention) แสดงถึงความสามารถของเส้นใยในการยึดติดอยู่กับเส้นใย ซึ่งมีระดับความคงทนแตกต่างกันไป ขึ้นกับโครงสร้างเคมีของสีย้อม และโครงสร้างทางกายภาพ/เคมีของเส้นใย สีจากธรรมชาติเป็นสีย้อมที่สามารถดูดติดเข้าไปในเส้นใยและยึดอยู่กับเส้นใยธรรมชาติได้

เนื่องจากสีย้อมธรรมชาติเป็นสีที่ละลายน้ำได้ เมื่อนำเส้นใยที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติไปล้างทำความสะอาด โมเลกุลของสีที่ยึดติดกับเส้นใยจะเคลื่อนตัวออกทำให้เกิดการตกของสีขึ้น ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้แก้ไขโดยการใช้สารมอร์แดนต์ ซึ่งโมเลกุลของสารมอแดนต์จะรวมตัวกับโมเลกุลของสีย้อมธรรมชาติแล้วเกิดโครงสร้างที่ซับซ้อนขึ้น ทำให้เส้นใยที่ย้อมโดยการใช้สารมอแดนต์มีความคงทนต่อการซักเพิ่มขึ้น (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

2.2.4 กระบวนการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ

การย้อมเส้นใยธรรมชาติ แบ่งเป็นการย้อมร้อน และการย้อมเย็น (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

(1) การย้อมร้อน

สีย้อมธรรมชาติที่ใช้การย้อมแบบร้อน จะเป็นสีย้อมที่ได้จากพืชทั่วไปและครั่ง โดยนำวัตถุดิบย้อมสีมาสับให้ละเอียดแล้วต้มให้เดือดเพื่อสกัดสารสีออกจากพืช จากนั้นจึงนำไปย้อมกับเส้นใย มีการใช้ความร้อน สารช่วยย้อม และสารมอร์แดนต์

(2) การย้อมเย็น

เป็นสีย้อมที่ได้จากพืช เช่น ผลมะเกลือ ห้อม และคราม ย้อมโดยไม่ใช้ความร้อน แต่อาศัยสมบัติธรรมชาติของสารสี และปฏิกิริยาเคมีทางธรรมชาติช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย โดยหมักเส้นใยไว้ในน้ำย้อมที่อุณหภูมิปกติ

2.3 การเตรียมเส้นใยไหม

การย้อมสีไหม ต้องมีการเตรียมเส้นใยไหมด้วยการกำจัดส่วนของเซริซินที่มีลักษณะเป็นสารสีเหลืองทึบหรือมีสีขาว (ไหมดิบมีทั้งสีเหลืองและสีขาวขึ้นกับสายพันธุ์) ออกจากเส้นใยไหม และกำจัดส่วนประกอบอื่นในรังไหม เช่น ไข คาร์โบไฮเดรต สี สารอินทรีย์ และสิ่งสกปรกออกด้วย เพื่อการเตรียมเส้นใยไหมก่อนที่จะนำมาย้อมสีต่าง ๆ

หากไม่มีการกำจัด สารดังกล่าวออก และนำมาย้อมจะทำให้การย้อมติดสีต่าง ๆ ได้ยาก โดยเส้นใยไหมที่ผ่านการลอกกาวจะมีลักษณะมันวาว ผิวเรียบเนียน มีสัมผัสที่อ่อนนุ่ม สามารถย้อมติดสีต่าง ๆ ได้ดี (Feng et al., 2020; Freddi et al., 2003)

2.3.1 ส่วนประกอบของเส้นใยไหม

เส้นไหมดิบจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ดังรูปที่ 2.9 เส้นไหมที่นำมาลอกกาวหรือย้อมสีแต่ละครั้ง ต้องเป็นเส้นไหมชนิดเดียวกัน มีสี ขนาดเส้นไหมน้ำหนักต่อเข็ด และความยาวเส้นรอบวงของเข็ดสม่ำเสมอหรือใกล้เคียงกัน

รูปที่ 2.9 องค์ประกอบหลักของเส้นใยไหม
ที่มา: ขนิษฐา เจริญลาภ, 2564

ไฟโบรอิน (fibroin)

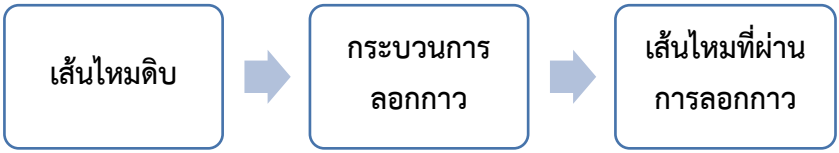
- ส่วนที่เป็นเส้นใยที่แท้จริง และไม่ละลายน้ำ

เซริซิน (sericin)

- ส่วนที่เป็นกาวไหม เคลือบเส้นใยไว้โดยรอบ เพื่อยึดติดให้ไฟโบรอิน 2 เส้น รวมกัน
- ทำให้เส้นไหมดิบขาดความเงามันและรู้สึกหยาบเมื่อสัมผัส
- ป้องกันน้ำหรือสีย้อมไม่ให้ผ่านเข้าไปถึงส่วนที่เป็นเส้นใยที่แท้จริง
- ละลายได้ในน้ำร้อน

2.3.2 การลอกกาวไหม

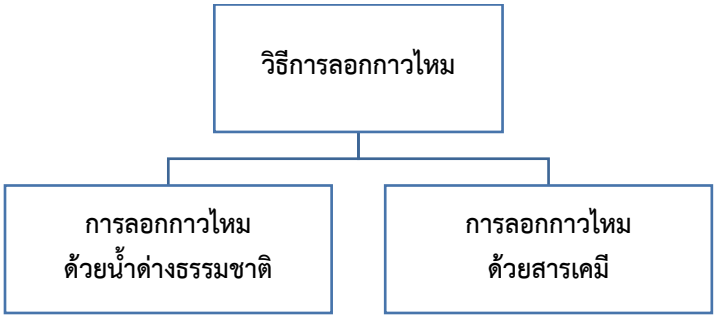
หลักการของการลอกกาวไหม คือไฟโบรอินมีสมบัติไม่ชอบน้ำ และไม่ละลายน้ำ ในขณะที่เซริซินมีสมบัติชอบน้ำและสามารถละลายได้ในน้ำ การลอกกาวไหมจะทำในลักษณะที่เป็นเข็ดเส้นใย หรือไจเส้นใย ไม่นิยมลอกกาวเมื่อเป็นผืนผ้า การลอกกาวที่ดีจะนำไปสู่การย้อมที่ดี ซึ่งต้องมีความรู้และประสบการณ์สูง เพื่อลดปัญหาลอกกาวไหมออกไม่หมด และลอกกาวออกไม่สม่ำเสมอ ทำให้เส้นไหมกระด้าง เส้นไหมฟู และทำให้ยากแก่การกรอเข้าหลอดด้าย



รูปที่ 2.10 กระบวนการลอกกาวไหม

วัตถุประสงค์ของการลอกกาวไหม เพื่อกำจัดกาวและสิ่งสกปรก โดยต้องคำนึงถึงเส้นไหมที่นำมาลอกกาวด้วย เนื่องจากเส้นไหมที่ได้จากไหมพันธุ์ต่าง ๆ มีปริมาณกาวไม่เท่ากัน

ดังนั้นระยะเวลาการต้มลอกกาวจะแตกต่างกัน ขนาดเข็ด หรือไจไหม ที่นำมาลอกกาว หรือย้อมสีต้องมีขนาดพอเพมาะ ถ้าขนาดใหญ่ไป ทำให้การลอกกาวออกจากเส้นไหมไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะเส้นไหมที่อยู่ด้านในของไจไหม จะมีกาวเหลืออยู่มากกว่าด้านนอก



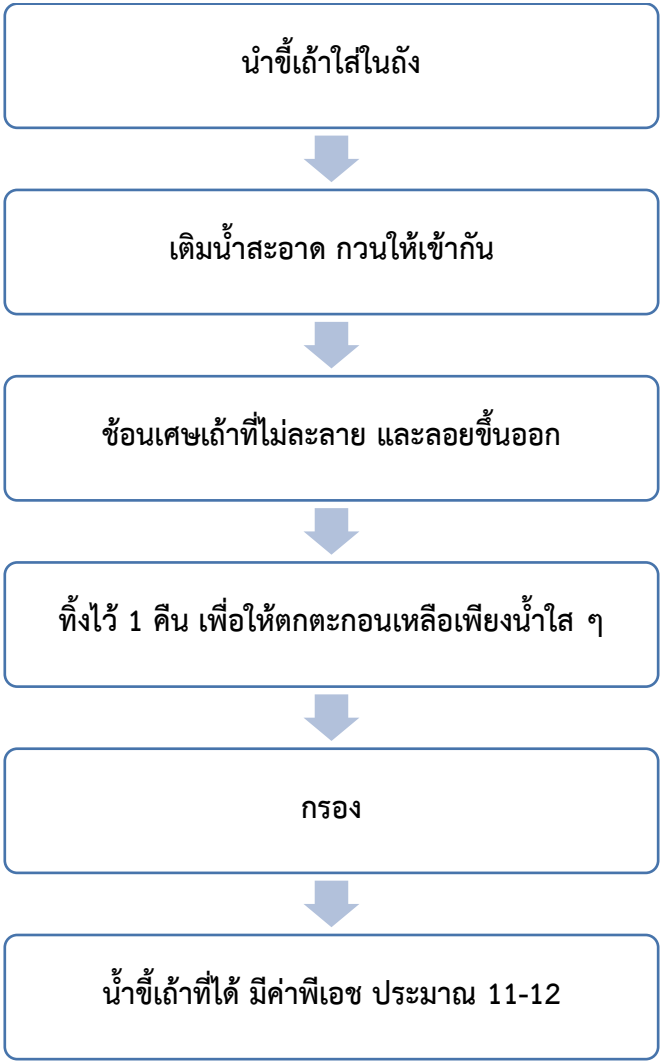
รูปที่ 2.11 วิธีการลอกกาวไหม

การลอกกาวไหมด้วยน้ำด่างธรรมชาติ

วัสดุ อุปกรณ์การลอกกาวไหมด้วยน้ำด่าง

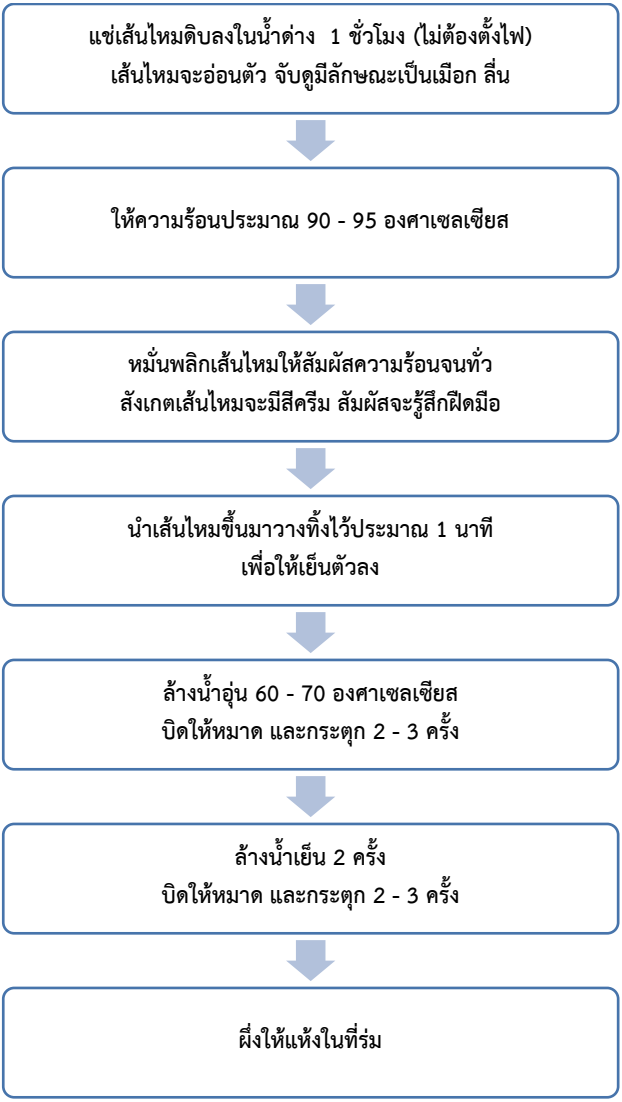
รูปที่ 2.12 วัสดุ อุปกรณ์การลอกกาวไหมด้วยน้ำด่าง

การเตรียมน้ำด่าง



รูปที่ 2.13 การเตรียมน้ำด่าง

ขั้นตอนการลอกกาวไหมด้วยน้ำด่าง



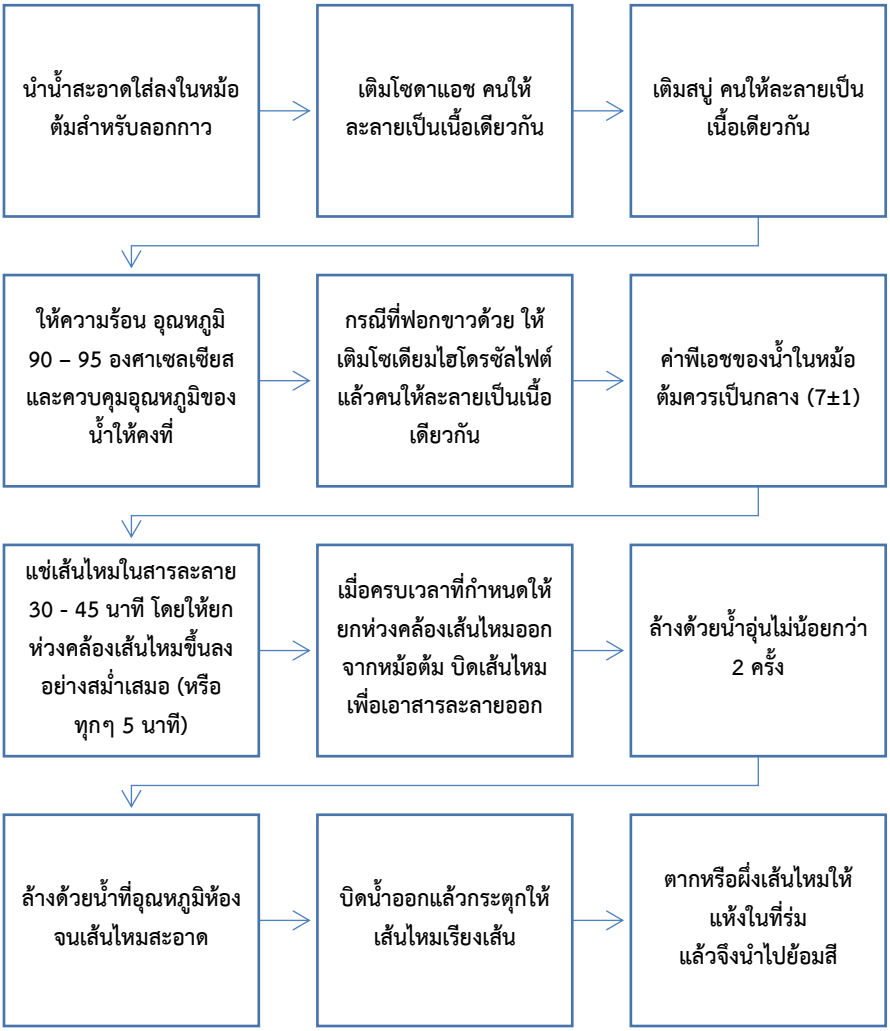
รูปที่ 2.14 ขั้นตอนการลอกกาวไหมด้วยน้ำด่าง

การลอกกาวไหมด้วยสารเคมี

เครื่องมือ อุปกรณ์การลอกกาวไหม ด้วยสารเคมี

- ภาชนะขนาดความจุ 35 ลิตร ขึ้นไป
- ไหมดิบ 1 กิโลกรัม
- สบู่แท้หรือเทียม 240 กรัม
- โซดาแอช หรือผงด่องไหม 30 กรัม
- น้ำสะอาด 30 ลิตร (อัตราส่วนระหว่างไหมต่อน้ำ 1:30)
- โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ 30 กรัม (กรณีที่จะฟอกขาวร่วมด้วย)

ขั้นตอนการลอกกาวเส้นไหม



รูปที่ 2.15 ขั้นตอนการลอกกาวไหมด้วยสารเคมี

2.4 ขั้นตอนย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ

2.4.1 อุปกรณ์ย้อมไหม

รูปที่ 2.16 อุปกรณ์สำหรับย้อมเส้นใยไหมด้วยสีธรรมชาติ

2.4.2 การเตรียมวัตถุดิบ น้ำย้อม และสารมอร์แดนต์

การเตรียมวัตถุดิบ

(1) พืชสดให้ใช้น้ำหนักประมาณ 4 เท่า ถ้าเป็นพืชแห้งใช้ประมาณ 2 เท่าของน้ำหนักผ้า หรือเส้นด้าย

(2) เปลือก เนื้อ แก่น ราก กิ่ง หรือใบไม้ทุกชนิด ควรสับให้ละเอียด ส่วนผล เมล็ด หรือเหง้าใต้ดิน หรือครั่ง ควรตำให้ละเอียด

(3) นำวัตถุดิบใส่ในหม้อย้อม เติมน้ำให้ท่วมวัตถุดิบ กะปริมาณให้น้ำท่วมผ้า หรือเส้นด้ายในตอนย้อม อาจแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน จะช่วยให้การสกัดสีทำได้ง่าย

การเตรียมน้ำย้อม

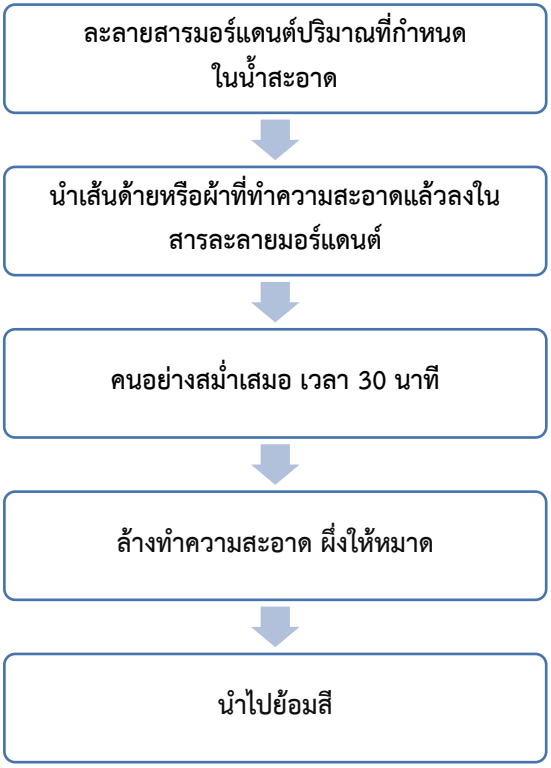
(1) ให้ความร้อนวัตถุดิบ ประมาณ 1 ชั่วโมง หรือสังเกตดูว่าน้ำสีในหม้อย้อม เข้มข้นได้ที่แล้ว

(2) ระหว่างให้ความร้อน หากน้ำลดลงให้เติมน้ำลงไปให้อยู่ในปริมาณเท่าเดิม เมื่อครบเวลาใช้กระชอนตักเปลือก/ ชิ้นไม้ออก แล้วกรองน้ำสีด้วยผ้าขาวบาง

การเตรียมสารมอร์แดนต์

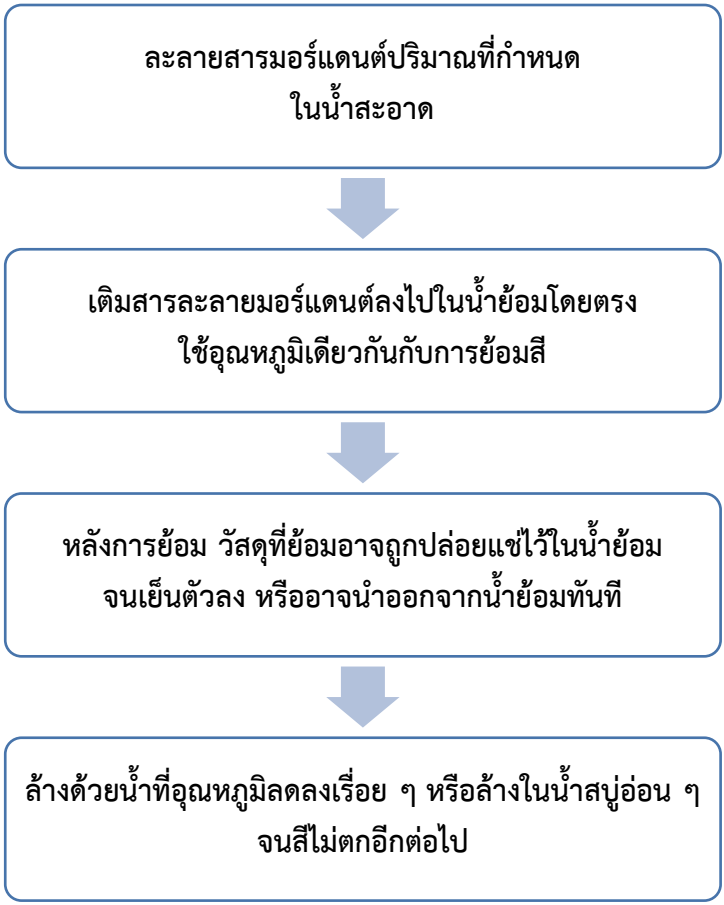
ใช้ปริมาณสารมอร์แดนต์ในกรณีที่เป็นเกลือของโลหะใช้ปริมาณ 0.5 – 5.0 กรัมต่อลิตร นำมาละลายน้ำ แล้วนำมามอร์แดนต์โดยอาจมอร์แดนต์กาอนย้อม มอร์แดนต์พร้อมกับการย้อม หรือมอร์แดนต์หลังการย้อมก็ได้

การมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี (pre-mordant)



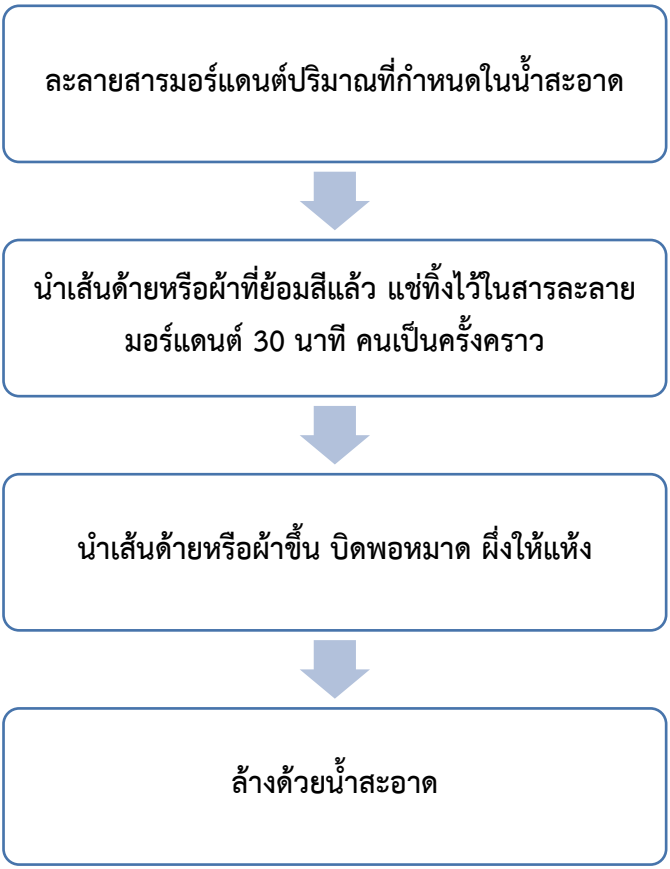
รูปที่ 2.17 การย้อมสารมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี (pre-mordant)

การย้อมสารมอร์แดนต์พร้อมย้อมสี (meta-mordant)



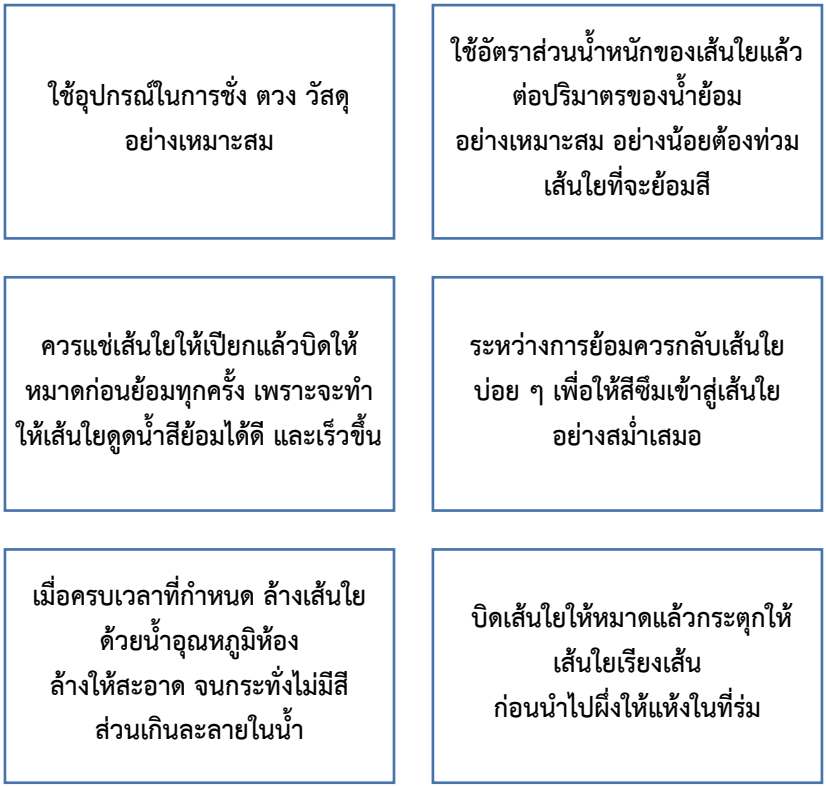
รูปที่ 2.18 การย้อมสารมอร์แดนต์พร้อมย้อมสี (meta-mordant)

การย้อมสารมอร์แดนต์หลังการย้อมสี (post-mordant)



รูปที่ 2.19 การย้อมสารมอร์แดนต์หลังการย้อมสี (post-mordant)

ข้อแนะนำในการย้อมสีธรรมชาติ



รูปที่ 2.20 ข้อแนะนำในการย้อมสีธรรมชาติ

2.4.3 วิธีการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีจากครั่ง

ตัวอย่างการย้อมไหมด้วยสีจากครั่ง โดยการใช้สารส้มเป็นมอร์แดนต์และใช้การมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี

รูปที่ 2.21 วัตถุดิบในการย้อมไหมด้วยสีจากครั่ง

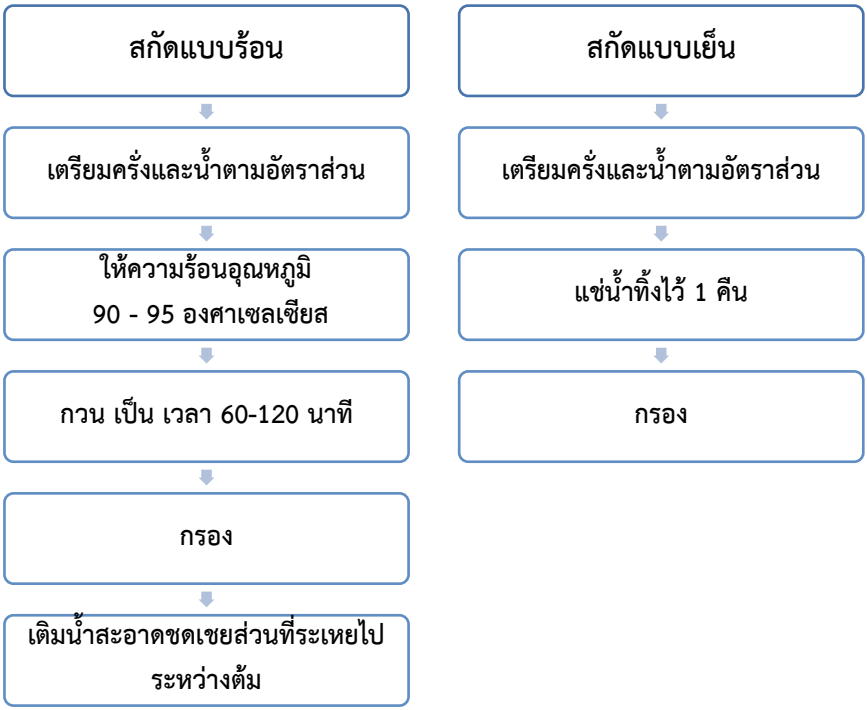
การสกัดสีจากครั่ง

อัตราส่วนครั่งต่อน้ำ

ครั่งตำละเอียด 1 ส่วน ต่อน้ำ 10 ส่วน

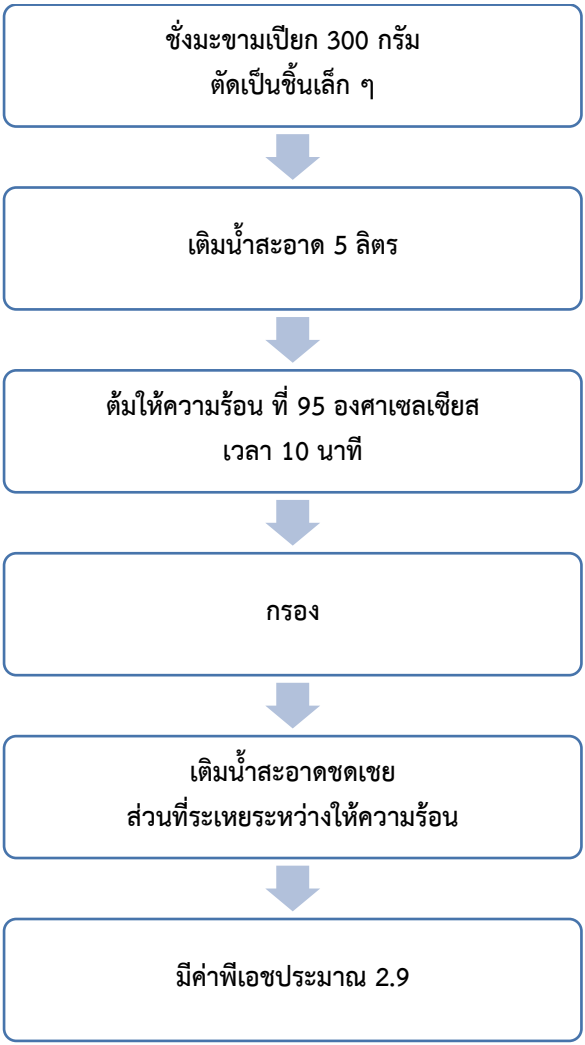
วัตถุดิบ	ปริมาณการใช้		
น้ำ	10 ลิตร	20 ลิตร	30 ลิตร
ครั่งตำละเอียด	1 กิโลกรัม	2 กิโลกรัม	3 กิโลกรัม

ขั้นตอนการสกัดสีจากครั่ง



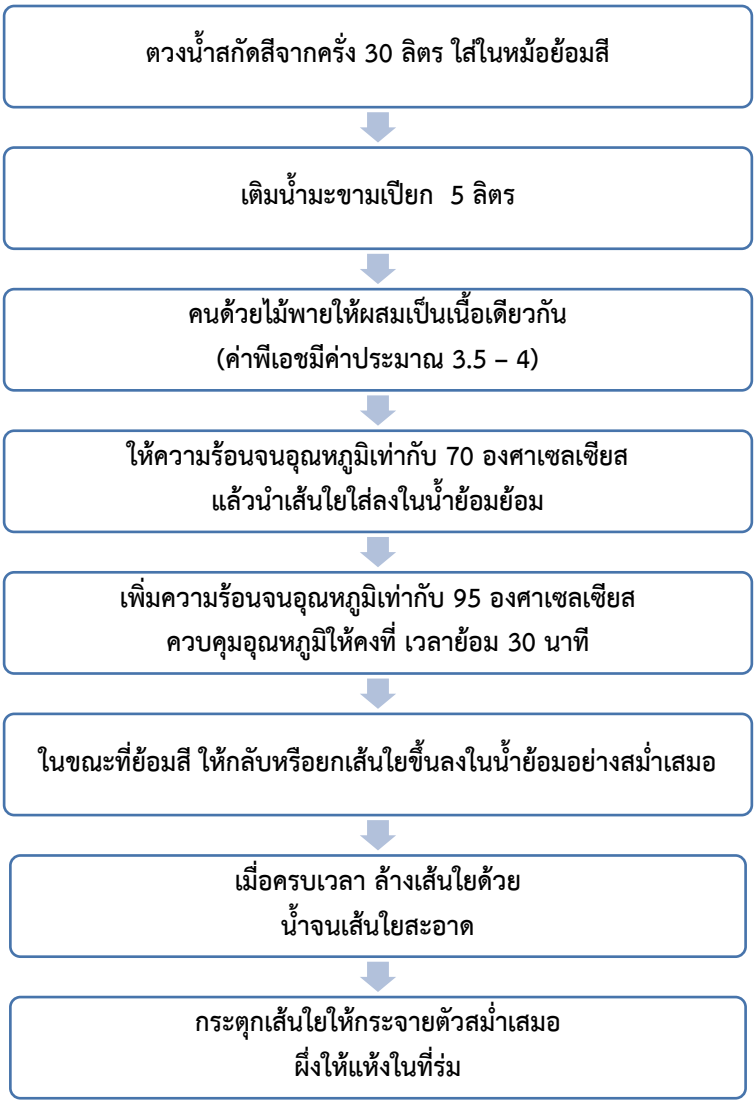
รูปที่ 2.22 ขั้นตอนการสกัดสีจากครั่ง

การเตรียมน้ำมะขามเปียก



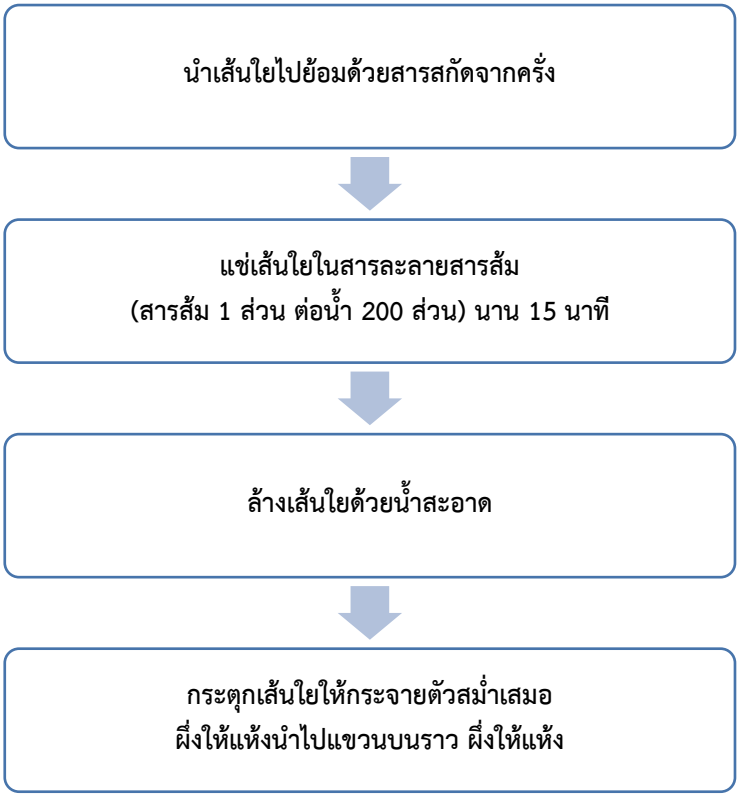
รูปที่ 2.23 การเตรียมน้ำมะขามเปียก

ขั้นตอนการย้อมสีเส้นใยด้วยครั่ง



รูปที่ 2.24 ขั้นตอนการย้อมเส้นใยไหมด้วยสีจากครั่ง

ขั้นตอนการมอร์แดนต์ด้วยสารส้มหลังการย้อมด้วยครั่ง



รูปที่ 2.25 ขั้นตอนการมอร์แดนต์ด้วยสารส้มหลังการย้อมด้วยสีจากครั่ง

ครั่ง ครั่งตำละเอียด ครั่งแช่น้ำ 1 คืน

รูปที่ 2.26 ลักษณะของครั่ง

รูปที่ 2.27 ลักษณะของเส้นใยไหมที่ย้อมด้วยสีจากครั่ง

2.4.4 วิธีการย้อมสีเส้นไหมด้วยคราม

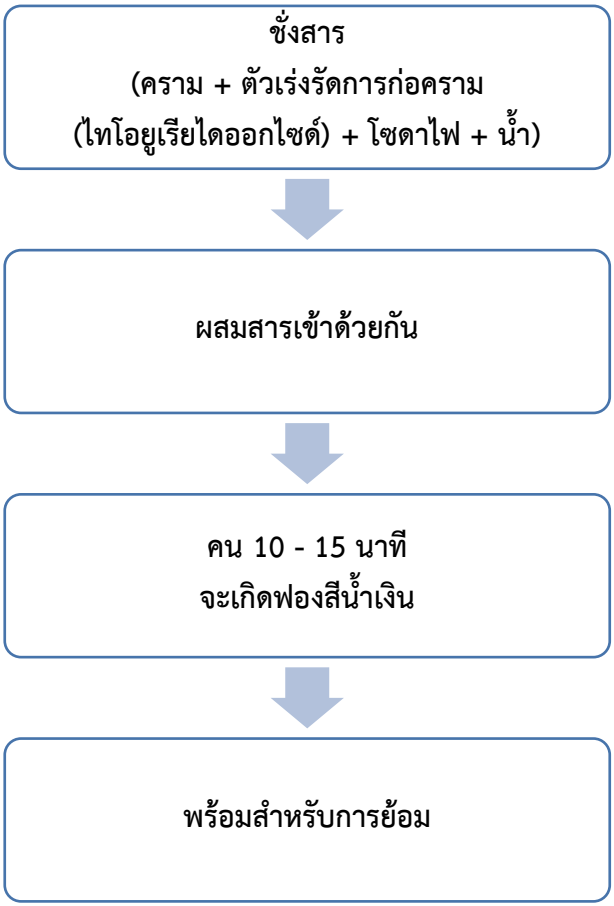
อุปกรณ์และวัตถุดิบ

รูปที่ 2.28 วัตถุดิบในการย้อมเส้นใยไหมด้วยคราม

อัตราส่วนผสม

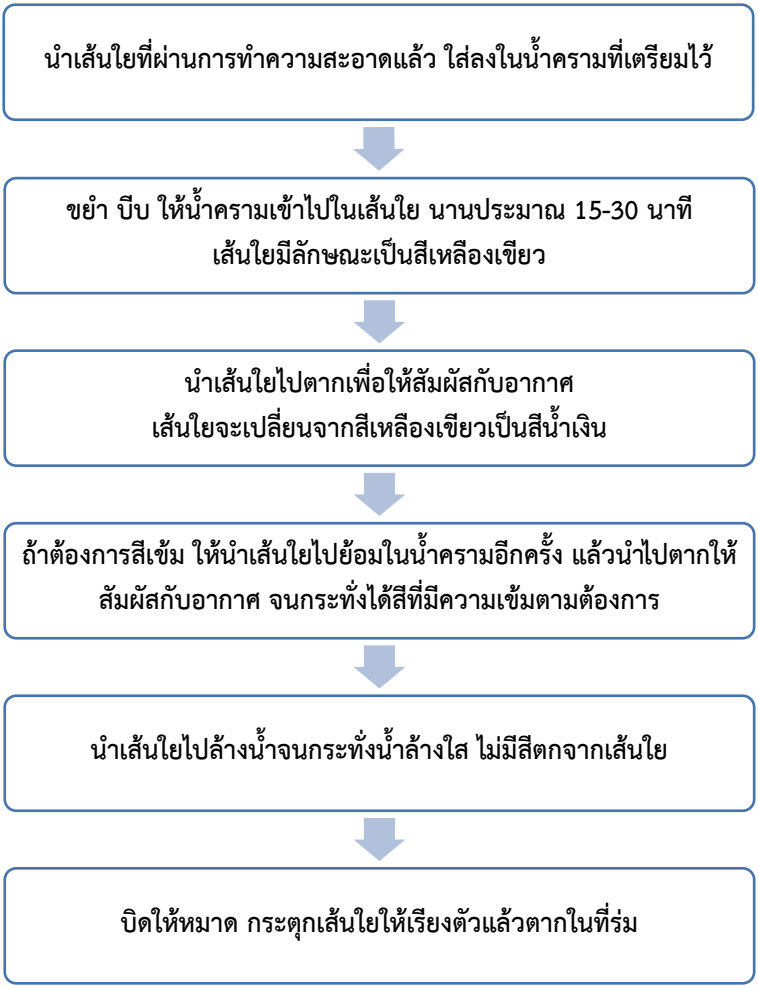
สารเคมี	ปริมาณสาร/ ปริมาตรน้ำ		
ครามธรรมชาติ	200 กรัม	400 กรัม	1000 กรัม
ตัวเร่งรัดการก่อคราม	50 กรัม	100 กรัม	250 กรัม
โซดาไฟ	2 กรัม	4 กรัม	10 กรัม
น้ำสะอาด	1 ลิตร	2 ลิตร	5 ลิตร

การก่อคราม

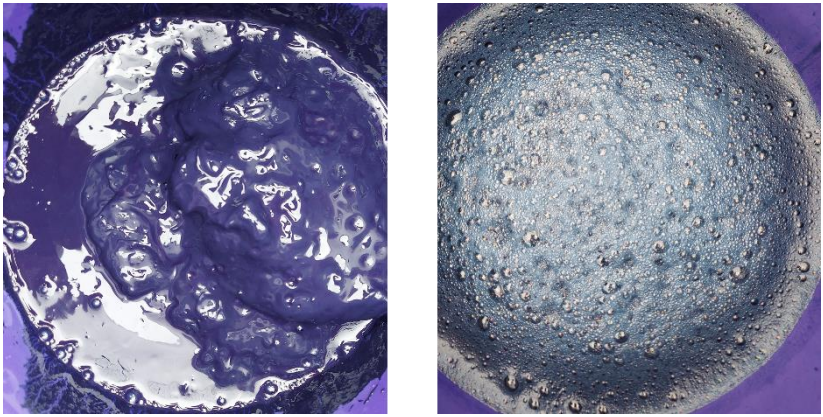


รูปที่ 2.29 ขั้นตอนการก่อคราม

การย้อมคราม



รูปที่ 2.30 ขั้นตอนการย้อมเส้นใยไหมด้วยคราม



รูปที่ 2.31 ลักษณะของเนื้อครามและฟองคราม

รูปที่ 2.32 การย้อมเส้นใยไหมด้วยคราม

รูปที่ 2.33 ลักษณะของเส้นใยไหมที่ย้อมด้วยคราม

2.4.5 วิธีการย้อมสีเส้นใยไหมด้วยสีจากแก่นเข

อุปกรณ์และวัตถุดิบ

รูปที่ 2.34 วัตถุดิบในการย้อมเส้นใยไหมด้วยสีจากแก่นเข

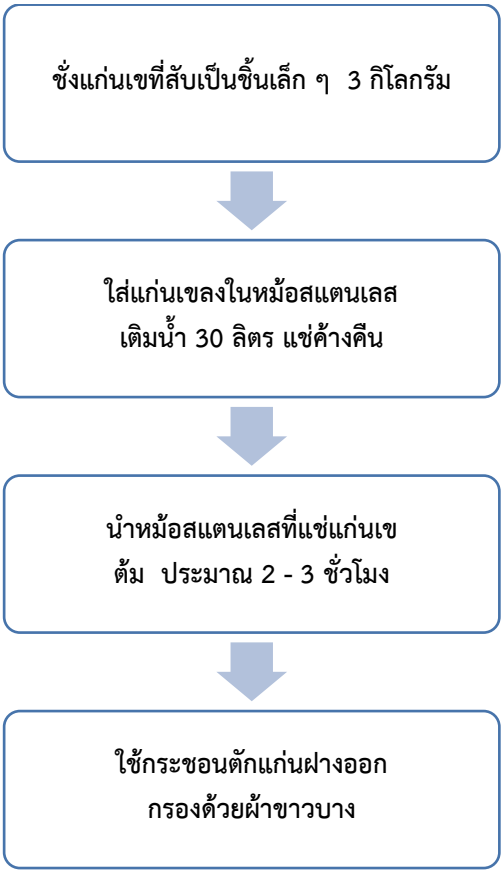
การสกัดสีจากแก่นเข

อัตราส่วนแก่นเขต่อน้ำ

สัดส่วนแก่นเข 1 ส่วน ต่อ น้ำ 10 ส่วน (ปรับได้ตามความเข้มสีที่ต้องการ)

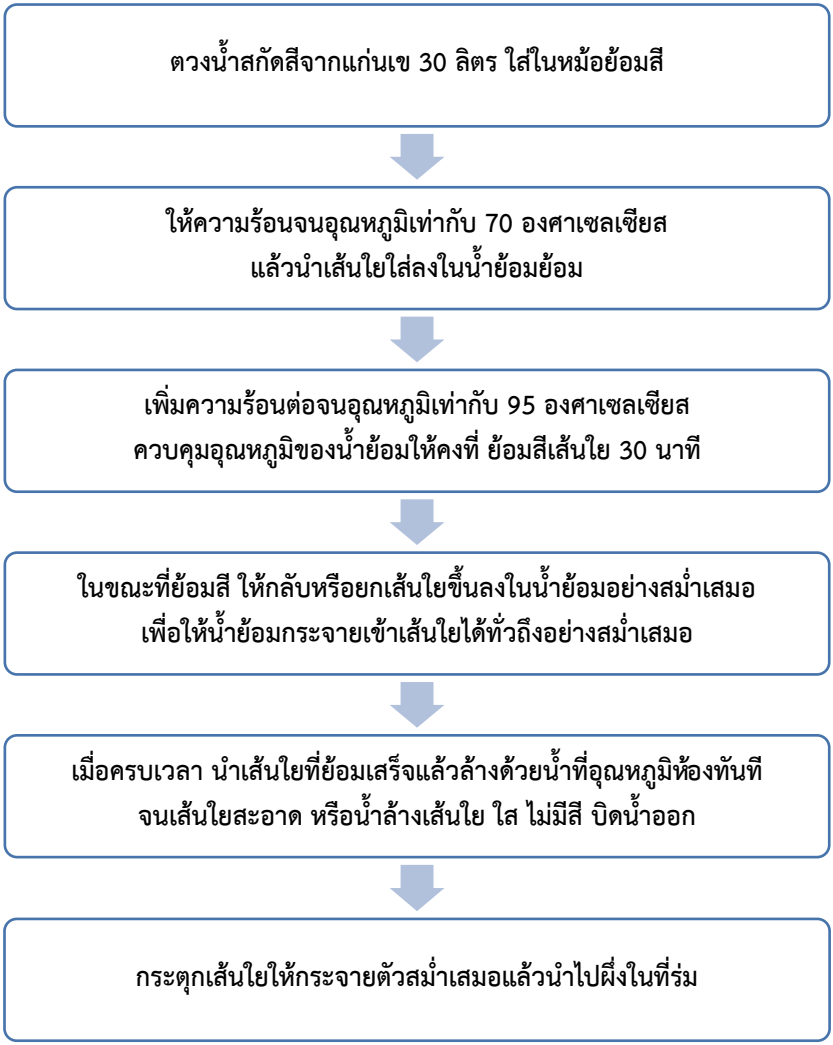
วัตถุดิบ	ปริมาณการใช้		
แก่นเข	1 กิโลกรัม	2 กิโลกรัม	5 กิโลกรัม
น้ำ	10 ลิตร	20 ลิตร	50 ลิตร

ขั้นตอนการสกัดสีจากแก่นเข



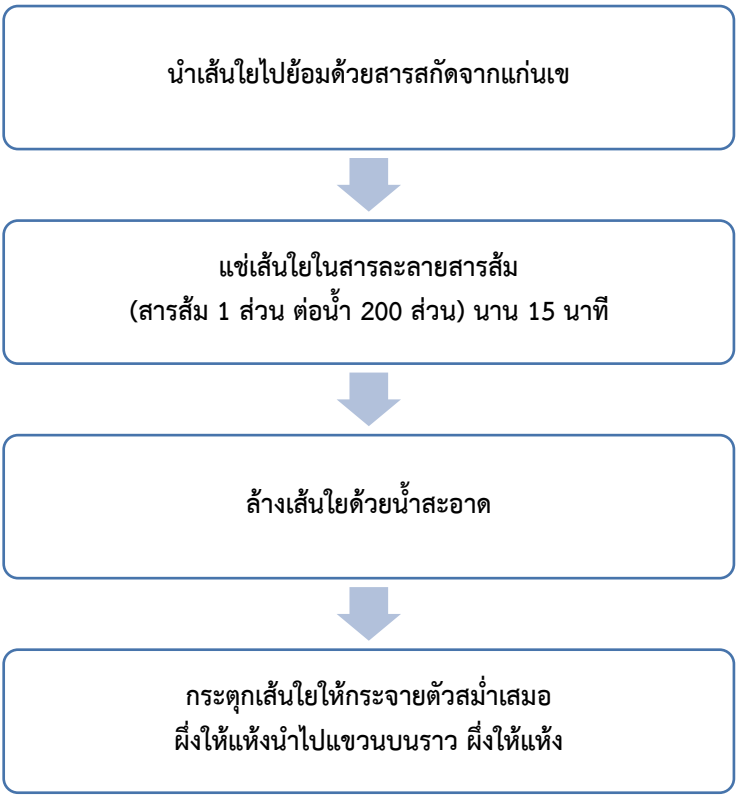
รูปที่ 2.35 การเตรียมน้ำย้อมสีจากแก่นเข

ขั้นตอนการย้อมสีเส้นใยด้วยสีจากแก่นเข

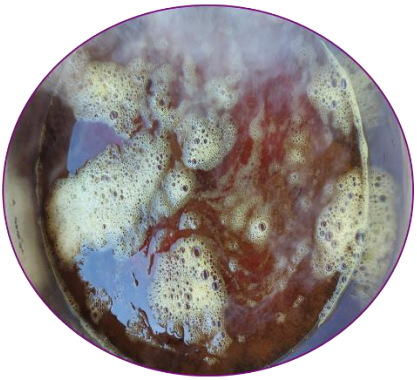


รูปที่ 2.36 ขั้นตอนการย้อมสีเส้นใยด้วยสีจากแก่นเข

ขั้นตอนการมอร์แดนต์ด้วยสารส้มหลังการย้อมด้วยสีจากแก่นเข



รูปที่ 2.37 ขั้นตอนการมอร์แดนต์ด้วยสารส้มหลังการย้อมด้วยสีจากแก่นเข



รูปที่ 2.38 การสกัดสีจากแก่นเข

รูปที่ 2.39 การย้อมสีเส้นใยไหมจากแก่นเข

รูปที่ 2.40 ลักษณะของเส้นใยไหมที่ย้อมด้วยแก่นเข

บทที่ 3

การตกแต่งผ้าสะท้อนน้ำ

3.1 การตกแต่งสิ่งทอ

การตกแต่งสิ่งทอเป็นกระบวนการปรับสมบัติของวัสดุสิ่งทอโดยใช้สารเคมี หรือกระบวนการเชิงกล เพื่อให้วัสดุสิ่งทอมีสมบัติที่พึงประสงค์ตามลักษณะการใช้งาน แบ่งเป็นสองชนิด คือ การตกแต่งเชิงกล และการตกแต่งทางเคมี

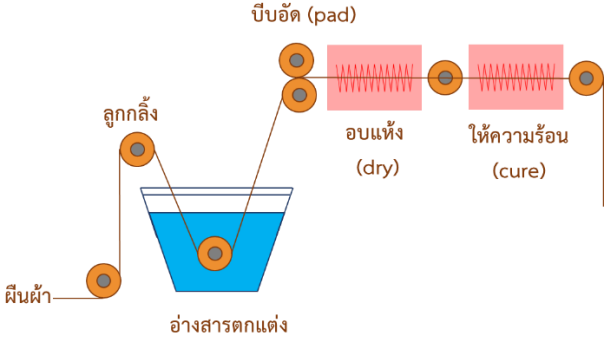
3.1.1 การตกแต่งสิ่งทอเชิงกล

การตกแต่งเชิงกล (mechanical finishing) เป็นการตกแต่งที่ช่วยเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ผิวสัมผัส และสมบัติของผ้าให้อยู่อย่างถาวร หรือชั่วคราว โดยใช้เครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การตะกุยขน การขัดมัน การอัดดอก การทำลายน้ำ เป็นต้น

3.1.2 การตกแต่งเชิงเคมี

การตกแต่งเชิงเคมี (chemical finishing) เป็นกระบวนการปรับปรุงสมบัติของผ้า โดยอาศัยสารเคมีและความร้อน เพื่อให้วัสดุสิ่งทอมีสมบัติที่พึงประสงค์ตามลักษณะการใช้งาน เช่น การตกแต่งเพื่อทำให้นุ่ม การกันยับ การกันน้ำ การหน่วงไฟ การต้านรังสียูวี และการต้านจุลินทรีย์ เป็นต้น ประเภทของสารเคมีที่ใช้จึงมีหลายประเภทตามลักษณะสมบัติที่ต้องการหลังการตกแต่ง (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

กระบวนการตกแต่งเชิงเคมีโดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีการบีบอัด (pad) ทำให้แห้ง (drying) และการทำให้เกิดปฏิกิริยาด้วยความร้อน (curing) ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.1 การทำงานของส่วนต่าง ๆ ในกระบวนการตกแต่งเชิงเคมี
ที่มา: ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564

การทำงานของกระบวนการบีบอัด-ทำให้แห้ง-ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยความร้อน (pad-dry-cure) คือ เริ่มต้นผ้าจะถูกจุ่มในอ่างสารตกแต่ง แล้วผ่านลูกกลิ้งบีบอัดจำนวน 2 ลูก ทำหน้าที่บีบอัดให้ผ้าเก็บน้ำสารเคมีได้ตามต้องการ (% pick up) จากนั้นเข้าตู้อบแห้งด้วยความร้อนไม่สูงมาก เพื่อทำให้สารเคมีที่ติดบนผืนผ้าสม่ำเสมอ ไม่เคลื่อนตัวก่อน แล้วจึงนำเข้าตู้อบแห้งด้วยความร้อนสูงเพื่อทำให้สารตกแต่งเกิดปฏิกิริยาสร้างพันธะกับตัวมันเอง หรือสร้างพันธะยึดเหนี่ยวกับเส้นใยทำให้การตกแต่งมีความคงทนต่อการซักล้างดีขึ้น

3.2 หลักการตกแต่งสะท้อนน้ำ

การตกแต่งผ้าสะท้อนน้ำ (water repellency) เป็นการปรับปรุงสมบัติผ้าทำให้ผ้ามีสมบัติไม่ชอบน้ำ นอกจากทำให้ผ้ามีสมบัติสะท้อนน้ำแล้ว ยังช่วยป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกติดบนผ้าได้ด้วย โดยทั่วไปมีสองลักษณะคือ ผ้ากันน้ำ (waterproof fabric) และผ้าสะท้อนน้ำ (water repellent fabric) (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

3.2.1 ผ้ากันน้ำ

ผ้ากันน้ำเป็นผ้าที่สามารถกันน้ำได้ทั้งหมด โดยน้ำไม่สามารถแทรกผ่านผิวผ้าเข้าสู่ด้านในของผ้า ตัวอย่างเช่นการเคลือบผ้าด้วยแวกซ์ เทียนไข ไวนิล หรือยาง มาเคลือบเพื่อป้องกันน้ำได้ แต่ผ้าที่ได้จากเคลือบนี้ เมื่อสวมใส่จะไม่สบายตัว และร้อน เพราะนอกจากกันน้ำแล้วผ้ายังกั้นอากาศ ไม่ให้ผ่านได้ด้วย

3.2.2 ผ้าสะท้อนน้ำ

ผ้าสะท้อนน้ำเป็นผ้าที่สามารถทนการแทรกซึมของน้ำได้ระดับหนึ่งแต่ไม่สามารถกันน้ำได้ทั้งหมด โดยน้ำจะซึมผ่านได้เมื่อผ้าสัมผัสกับน้ำเป็นเวลานานและมีแรงเพียงพอที่น้ำจะแทรกเข้าไปได้ รวมทั้งยังมีสมบัติที่ยอมอากาศผ่านได้ทำให้สวมใส่สบาย

3.3 วิธีการตกแต่งกันน้ำ

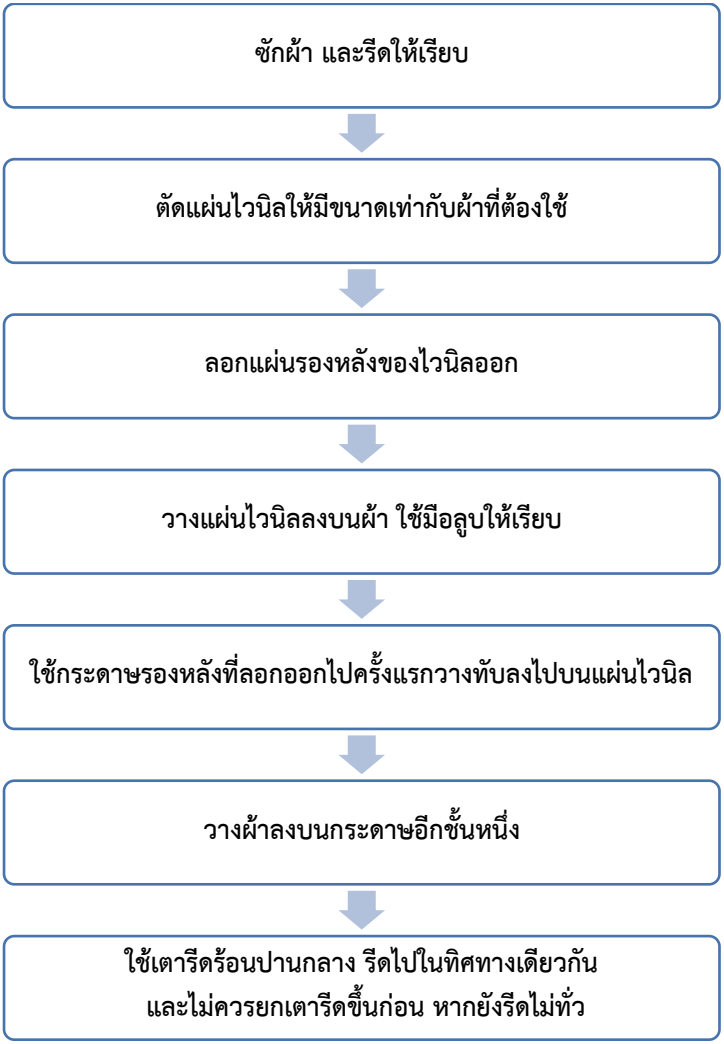
ปัจจุบันมีการพัฒนาสารเคมี และวิธีการเคลือบผ้าให้มีสมบัติกันน้ำหลายวิธี ได้แก่ การเคลือบด้วยไวนิล และการเคลือบด้วยแวกซ์

3.3.1 การเคลือบด้วยไวนิล

วัสดุและอุปกรณ์

รูปที่ 3.2 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเคลือบผ้าด้วยไวนิล

ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยไวนิล



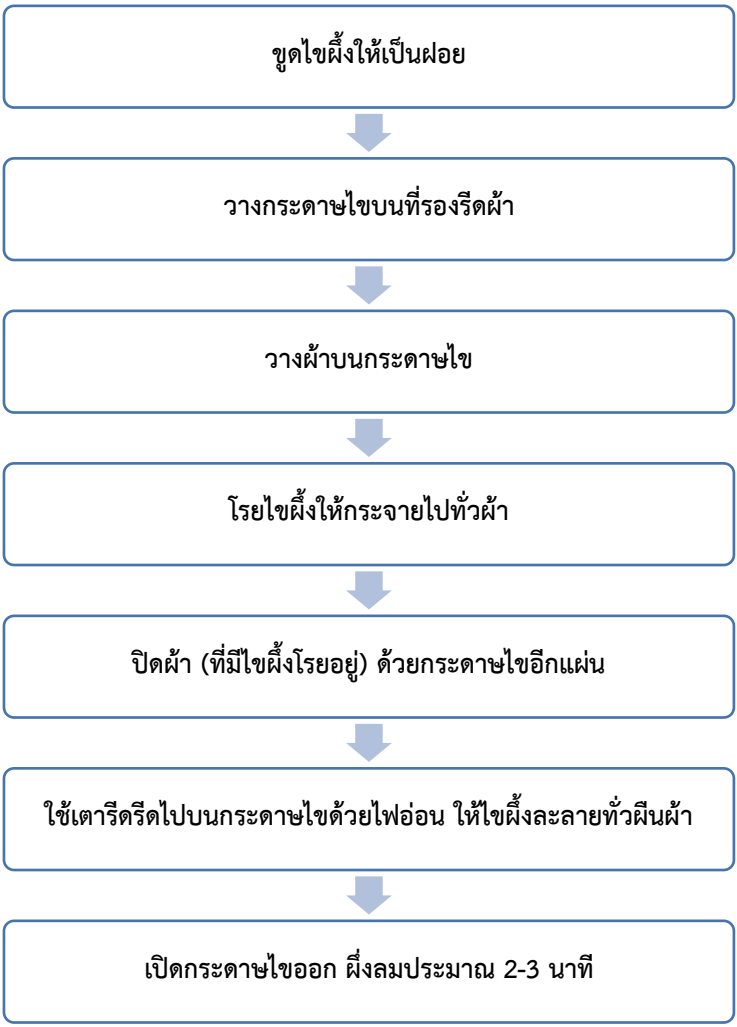
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยไวนิล

3.3.2 การเคลือบด้วยแวกซ์

วัสดุและอุปกรณ์

รูปที่ 3.4 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเคลือบผ้าด้วยแวกซ์

ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยแวกซ์



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยแวกซ์

3.4 วิธีการตกแต่งสะท้อนน้ำ

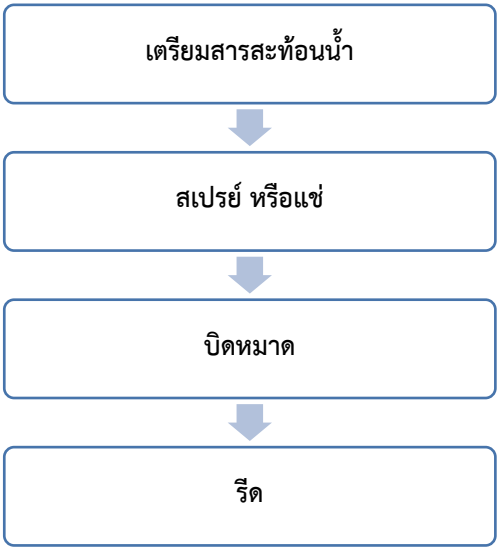
ปัจจุบันมีการพัฒนาสารเคมี เพื่อให้ผ้ามีสมบัติสะท้อนน้ำ และวิธีการเคลือบผ้าให้มีสมบัติกันน้ำหลายวิธี ได้แก่ การสเปรย์ด้วยสารเคลือบอนุภาคนาโน และการจุ่ม-บีบอัด-ทำแห้งด้วยสารเคลือบอนุภาคนาโน นอกจากนี้ลักษณะของเนื้อผ้ายังมีส่วนช่วยในสมบัติการสะท้อนน้ำได้อีกด้วย โดยผ้าที่มีความละเอียดของเส้นด้ายสูง และมีการทอที่แน่นมาก ก็จะช่วยเพิ่มสมบัติการสะท้อนน้ำให้กับผ้า (ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564)

การเคลือบด้วยสารสะท้อนน้ำ

วัสดุและอุปกรณ์

รูปที่ 3.6 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำ

ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำ



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำ

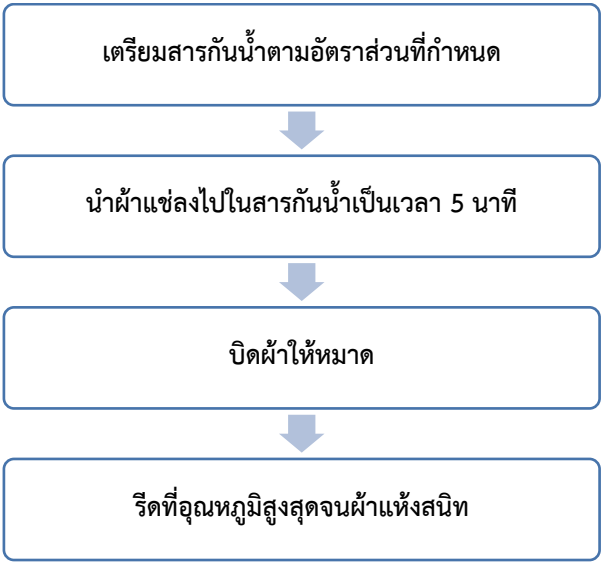
การเตรียมสารสะท้อนน้ำ

อัตราส่วนผสม

(สารกันน้ำ 1 ส่วน ต่อน้ำ 10 ส่วน)

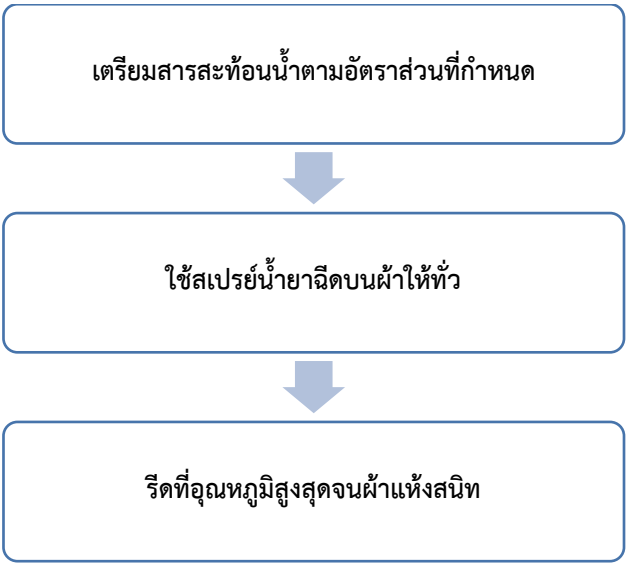
ส่วนผสม	อัตราส่วน		
ปริมาตรน้ำ	1 ลิตร	2 ลิตร	5 ลิตร
สารกันน้ำ	100 กรัม	200 กรัม	500 กรัม

การเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำด้วยวิธีการแช่



รูปที่ 3.8 การเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำด้วยวิธีการแช่

การเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำด้วยวิธีการสเปรย์



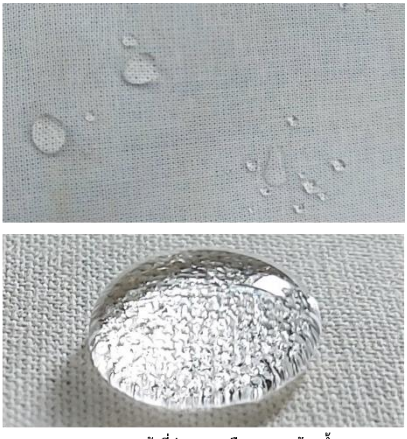
รูปที่ 3.9 การเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำด้วยวิธีการสเปรย์

การเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำโดยการแช่

การเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำโดยการสเปรย์

รูปที่ 3.10 การอบรมเคลือบผ้าด้วยสารสะท้อนน้ำ

ผ้าที่ไม่ผ่านการเคลือบสารสะท้อนน้ำ



ผ้าที่ผ่านการเคลือบสารสะท้อนน้ำ

รูปที่ 3.11 ลักษณะของผ้ากันน้ำที่เคลือบด้วยสารสะท้อนน้ำ

บทที่ 4

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

4.1 การออกแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

การเติบโตอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีในปัจจุบันมีผลทำให้พฤติกรรมของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ต้องปรับตัว ปรับปรุง พัฒนาหรือสร้างนวัตกรรม เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีนวัตกรรม และมีความสวยงามแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบเดิม

4.1.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

ผลิตภัณฑ์ใหม่ (new product) หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ หรือมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นกว่าเดิม

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (new product development) หมายถึง กระบวนการค้นคว้า การคิดออกแบบ การแก้ไข และปรับปรุง เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี และอาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความใหม่ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น นวัตกรรมอย่างแท้จริง (really innovation) การเลียนแบบ (emulation) การปรับปรุง (adaption) และการเข้าสู่ตลาดใหม่ (new market)

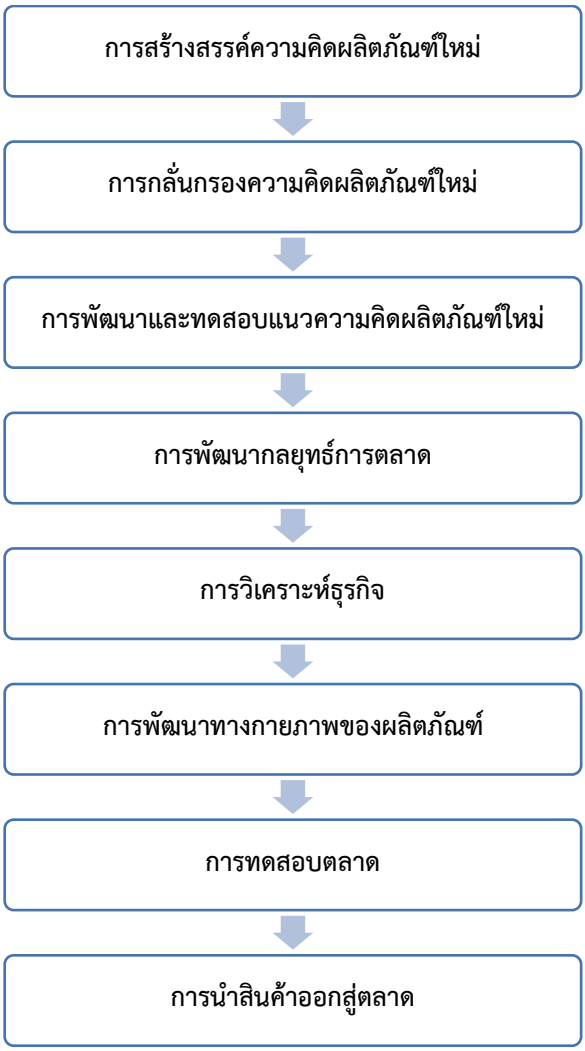
รูปแบบของผลิตภัณฑ์ใหม่ มี 3 ลักษณะ ดังนี้

(1) ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม (innovated product) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีการวิจัยพัฒนา คิดสร้างสรรค์ออกมาเป็นครั้งแรก และยังไม่มีมาก่อนในตลาด เช่น การนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในสิ่งทอ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสิ่งทอนั้นให้มีสมบัติพิเศษเพิ่มขึ้น เช่นการใช้สารประกอบฟลูออโรคาร์บอนมาตกแต่งสะท้อนน้ำบนสิ่งทอ

(2) ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงใหม่ (modified product) หมายถึง ผลิตภัณฑ์เดิมที่มีการปรับปรุงคุณสมบัติในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ทำให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดอีกครั้ง เช่น การพัฒนาสารสะท้อนน้ำจากซิลิกอนไดออกไซด์ เพื่อทดแทนการใช้สารประกอบฟลูออโรคาร์บอน ที่มีการปลดปล่อยสารพิษที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองผิวหนังและไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

(3) ผลิตภัณฑ์เลียนแบบ (me-too product) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ใหม่ของธุรกิจซึ่งเลียนแบบผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งขันที่มีอยู่แล้วในตลาด เนื่องจากเห็นว่ามีเทคโนโลยีหรือมีความต้องการของตลาดเป็นอย่างสูง เช่น ปัจจุบันมีสารสะท้อนน้ำวางจำหน่ายในตลาดมากมายหลายชนิด และมีการพัฒนาให้มีการใช้งานได้ง่ายในรูปแบบสเปรย์ฉีด และนำมาพัฒนาในผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด ทั้งเสื้อผ้า กระเป๋า รองเท้า

4.1.2 ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

การสร้างแนวความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่

การสร้างแนวความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ (Idea generation) เป็นการสร้างแนวความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการคิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่นั้น แบ่งเป็น 2 แหล่ง ดังนี้

(1) แหล่งภายในองค์กร ได้แก่

- พนักงานขาย ซึ่งเป็นบุคคลที่อยู่ใกล้ชิดกับผู้บริโภค และทราบถึงความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด
- ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ซึ่งมีความรู้ในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ
- ผู้บริหารซึ่งกำหนดทิศทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

(2) แหล่งภายนอกองค์กร ได้แก่

- ลูกค้า เป็นแหล่งข้อมูลที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่จะเสนอขายนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก
- สมาชิกช่องทางการจัดจำหน่าย ได้แก่ พ่อค้าส่ง พ่อค้าปลีก ตัวแทนจำหน่าย เป็นต้น
- คู่แข่งขัน เป็นอีกแหล่งข้อมูลหนึ่งที่ช่วยในการคิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่

การประเมินและคัดเลือกแนวความคิด (Idea screening)

เป็นการนำแนวความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ มาประเมินความเป็นไปได้ และคัดเลือกแนวความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด มาพัฒนาและทดสอบแนวความคิดต่อไป

การพัฒนาและทดสอบแนวความคิด (concept development and testing)

เป็นการนำแนวความคิดที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว มาพัฒนาให้มีความชัดเจนมากขึ้น และนำไปทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เพื่อวัดความรู้สึกและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ตัวใหม่

การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด (marketing strategy development)

เป็นการพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายทางการตลาด การทำส่วนแบ่งการตลาด การเลือกตกลุ่มเป้าหมาย และการกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์) รวมถึงการออกแบบกลยุทธ์ส่วนประสมทางการตลาด

การวิเคราะห์สภาพทางธุรกิจ (business analysis)

เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์และความเป็นไปได้ทางธุรกิจ ในการนำผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย เช่น การคาดคะเนถึงความต้องการซื้อ ต้นทุน และผลกำไรที่จะได้รับ เป็นต้น

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (product development)

เป็นการพัฒนาแนวความคิดให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นรูปเป็นร่างขึ้นมา

การทดสอบตลาด (market testing)

ก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่าย ควรมีการทดสอบตลาด (market testing) ก่อน โดยอาจจะทำในรูปของการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในขอบเขตที่จำกัด หรือให้ผู้บริโภคทดลองใช้เพื่อเป็นการวัดการยอมรับของลูกค้าเป้าหมาย ทำให้ทราบถึงจุดดี จุดด้อยของผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น และตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้มากที่สุด

การดำเนินธุรกิจ (commercialization)

เมื่อผลิตภัณฑ์ได้ผ่านการทดสอบตลาดแล้ว ในขั้นสุดท้ายก็จะเป็นการนำผลิตภัณฑ์ใหม่ออกวางจำหน่ายจริงตามแผนการตลาดที่ได้วางแผนเอาไว้

4.1.3 สมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ดี

รูปที่ 4.2 สมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ดี

ความแปลกใหม่ (innovative)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ในด้านต่าง ๆ เช่น ประโยชน์ใช้สอยที่ต่างจากเดิม รูปแบบใหม่ วัสดุใหม่ หรืออื่น ๆ ที่เหมาะสมกับสภาพความต้องการของผู้บริโภคในตลาดนั้น

มีที่มา (story)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประวัติ มีที่มา หรือเล่าเรื่องให้ผู้บริโภคทราบถึงเรื่องราวเหล่านั้นได้ เช่น ผ้าไหมทอมือจังหวัดสุรินทร์ ที่มีลวดลายโบราณแบบดั้งเดิมและมีการสืบทอดกันต่อ ๆ มาจนถึงปัจจุบัน หรือผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ

ระยะเวลาเหมาะสม (timing)

การนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด ต้องเหมาะสมตามฤดูกาล หรือตามความจำเป็น หรือเหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคในช่วงเวลานั้น ๆ

ราคาพอสมควร (price)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาขายเหมาะสมกับกำลังซื้อของผู้บริโภคในตลาดนั้น โดยอาศัยการศึกษาวิจัยกลุ่มผู้บริโภคให้ได้ข้อมูลก่อนออกแบบและผลิต

มีข้อมูลข่าวสาร (information)

ข้อมูลข่าวสารของตัวผลิตภัณฑ์ควรจะสื่อให้ผู้บริโภคได้ทราบ และเข้าใจอย่างถูกต้องในด้านประโยชน์ และวิธีการใช้งาน เพื่อเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีของผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์

เป็นที่ยอมรับ (regional acceptance)

ผลิตภัณฑ์ต้องมีความแข็งแรง คงทนต่อสภาพการใช้งาน หรือมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ และราคาที่จำหน่าย

4.1.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดองค์ประกอบของงานออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์มีปัจจัยมากมายที่นักออกแบบที่ต้องคำนึงถึง ในคู่มือเล่มนี้จะขอกล่าวถึงปัจจัยพื้นฐาน 10 ประการ ซึ่งปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ และเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของงานออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ

หน้าที่ใช้สอย (function)

ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ สามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้บริโภคต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความสวยงามน่าใช้ (aesthetics)

ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีรูปทรง ขนาด สีสันสวยงาม น่าใช้ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยม และได้ผลดี เพราะความสวยงามเป็นความพึงพอใจแรกที่คนเราสัมผัสได้ก่อน

ความสะดวกสบายในการใช้ (ergonomics)

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นต้องเข้าใจกายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับขนาด สัดส่วน ความสามารถและขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะต่างๆ ของผู้ใช้ เพื่อให้เกิดความรู้สึกที่ดีและสะดวกสบายในการใช้ผลิตภัณฑ์

ความปลอดภัย (safety)

การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินของผู้บริโภคเป็นสำคัญ ไม่เลือกใช้วัสดุ สี กรรมวิธีการผลิต ฯลฯ ที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือทำลายสิ่งแวดล้อม ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องแสดงเครื่องหมายเตือนไว้ให้ชัดเจน และมีคำอธิบายการใช้แนบมากับผลิตภัณฑ์ด้วย

ความแข็งแรง (construction)

ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานตามหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่กำหนด โครงสร้างมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติของวัสดุ ขนาด แรงกระทำในรูปแบบต่าง ๆ จากการใช้งาน

ราคา (cost)

ก่อนการออกแบบผลิตภัณฑ์ควรมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย อาชีพ ฐานะ ซึ่งจะช่วยให้นักออกแบบสามารถกำหนดแบบผลิตภัณฑ์ และประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายได้ใกล้เคียงมากขึ้น การจะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมนั้น ขึ้นกับการเลือกใช้ชนิดหรือเกรดของวัสดุ และวิธีการผลิตที่เหมาะสม ผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว

วัสดุ (materials)

การออกแบบควรเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความใส ผิวมันวาว ทนความร้อน ทนกรดด่าง ไม่ลื่น ฯลฯ ให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ รวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycle)

วิธีการผลิต (production)

ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดควรออกแบบให้สามารถผลิตได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัดวัสดุ ค่าแรง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ

การบำรุงรักษาและซ่อมแซม (maintenance)

ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดควรออกแบบให้สามารถบำรุงรักษา และแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้น ง่าย และสะดวกต่อการทำความสะอาดเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

การขนส่ง (transportation)

ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง ความสะดวกในการขนส่ง ระยะทาง การกินเนื้อที่ในการขนส่ง และการบรรจุหีบห่อต้องสามารถป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายของผลิตภัณฑ์ได้ง่าย กรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมีขนาดใหญ่ อาจต้องออกแบบให้ชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ง่าย เพื่อทำให้หีบห่อมีขนาดเล็กลง

4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเป๋า

4.2.1 แนวทางการพัฒนาแบบกระเป๋า

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทั่วไปของผ้าไหมทอมือ และรูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอไหมทอมือ ตำบลกังแอน อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ โดยกำหนดแนวคิดและขอบเขตในการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือออกแบบกระเป๋าผ้าไหมทอมือย้อมด้วยสีธรรมชาติ และมีสมบัติกันน้ำที่มีความทันสมัย สวยงาม และมีเอกลักษณ์จากลายทอดั้งเดิมของชุมชน

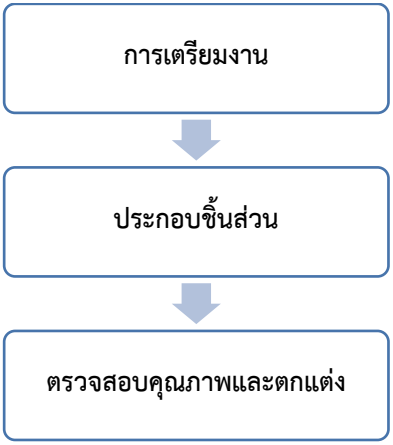
ขั้นที่ 3 การออกแบบ โดยการรวบรวมแบบ และร่างแบบตามแนวคิดในการออกผลิตภัณฑ์

ขั้นที่ 4 การคัดเลือกแบบ โดยนำแบบร่างผลิตภัณฑ์กระเป๋าผ้าทอ ให้สมาชิกกลุ่มทอผ้าคัดเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมและสามารถผลิตได้จริง

ขั้นที่ 5 การพัฒนาแบบ หลังจากได้แบบผลิตภัณฑ์กระเป๋าผ้าไหมทอมือนำแบบมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์เพื่อนำไปสู่กระบวนการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์

4.2.2 กระบวนการผลิตกระเป๋า

การผลิตกระเป๋าแต่ละประเภท มีขั้นตอนรายละเอียดในการผลิตที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ รวม ๆ แล้วมี 3 ขั้นตอนหลักดังนี้ (สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2559)



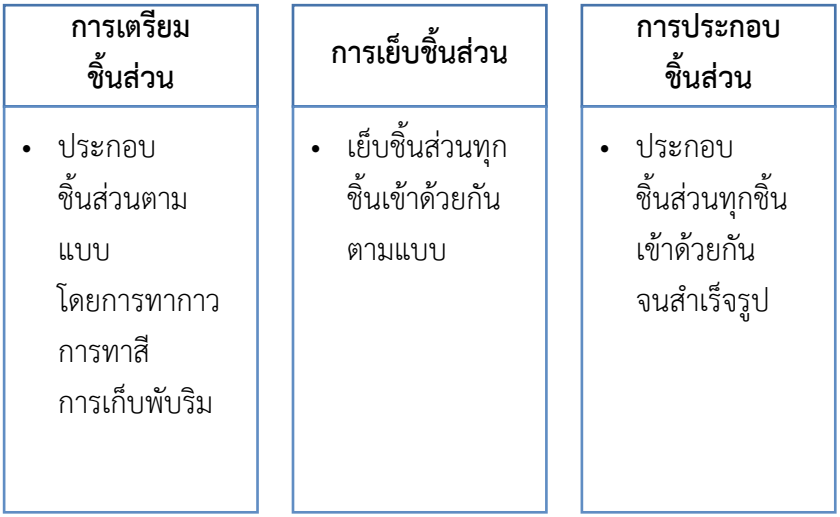
รูปที่ 4.3 ขั้นตอนหลักในการผลิตกระเป๋า
ที่มา: ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564

การเตรียมงาน

เตรียมวัตถุดิบ	ตัดผ้าและซับใน	เย็บผ้า
• เลือกใช้วัตถุดิบให้ตรงกับแบบ • ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ	• ลอกแบบ หรือถ่ายแบบลงบนผ้า ให้เป็นไปตามแบบที่เลือกไว้	• นำผ้า และผ้าซับในเย็บเข้าด้วยกัน และนำไปผลิตในขั้นต่อไป

รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการเตรียมงานในการผลิตกระเป๋า
ที่มา: ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564

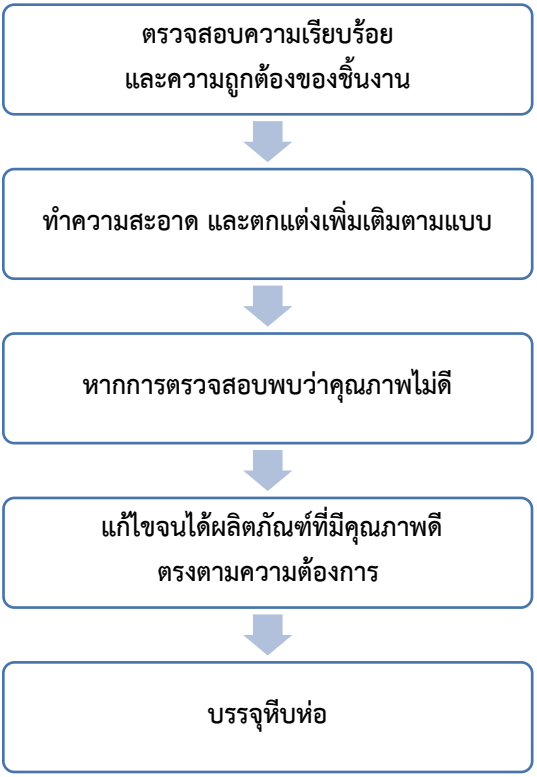
การประกอบชิ้นส่วน



รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนในการผลิตกระเป๋า

ที่มา: ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564

การตรวจสอบคุณภาพและตกแต่ง

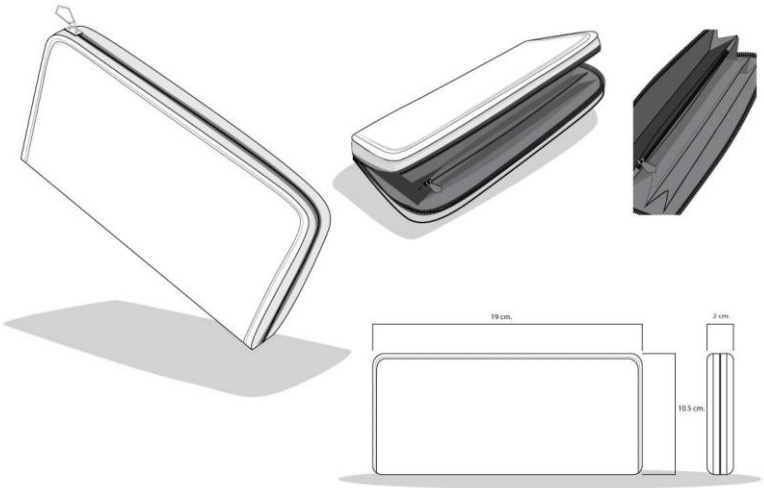


รูปที่ 4.6 การตรวจสอบคุณภาพและการตกแต่งผลิตกระเป๋า
ที่มา: ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ, 2564

4.2.3 ผลิตภัณฑ์กระเป๋าจากผ้าไหมทอมือ

นำผ้าไหมทอมือที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ จากครั่ง แก่นเข และ คราม มาผลิตกระเป๋าต้นแบบ 2 แบบ ได้แก่กระเป๋าสตางค์ และกระเป๋าสะพายไหล่

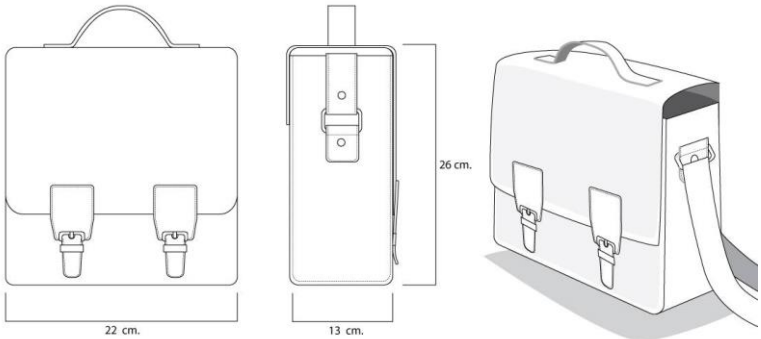
กระเป๋าสตางค์จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ



รูปที่ 4.7 แบบร่างกระเป๋าสตางค์จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ

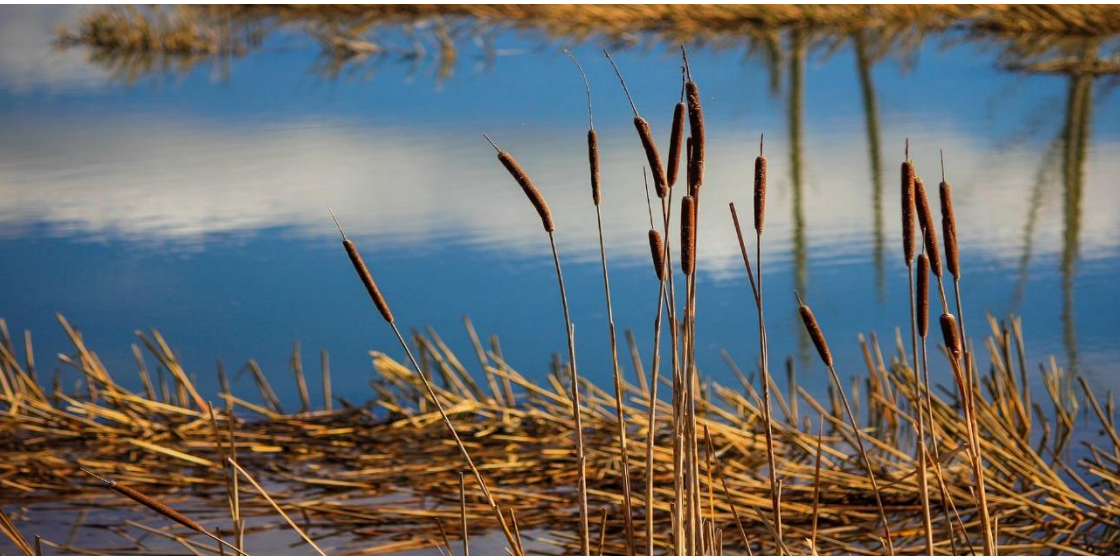
รูปที่ 4.8 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบกระเป๋าสตางค์จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ

กระเป๋าสะพายไหล่จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ



รูปที่ 4.9 แบบร่างกระเป๋าสะพายไหล่จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ

รูปที่ 4.10 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบกระเป๋าสะพายไหล่จากผ้าไหมทอมือย้อมสีธรรมชาติ



บทที่ 5

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติ

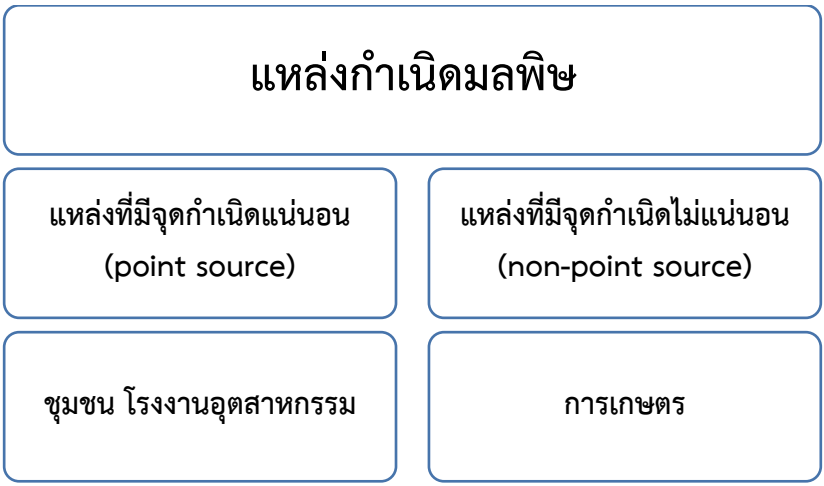
5.1 มลพิษทางน้ำ

ประเทศไทย เป็นประเทศที่มีชื่อเสียงในงานหัตถกรรมผ้าไหมทอมือ และมีการผลิตในลักษณะวิสาหกิจชุมชนอย่างแพร่หลายในทุกภาคของประเทศ นอกจากความสำคัญในงานศิลปะหัตถกรรม การพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนแล้ว การตระหนักและให้ความสำคัญต่อการรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่สำคัญ โดยปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมเมื่อเกิดขึ้นแล้ว การแก้ไขคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้กลับเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงเป็นเรื่องยาก ต้องอาศัยระยะเวลาตลอดจนเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ในส่วนของการพัฒนาหัตถกรรมผ้าไหมทอมือ ต้องผ่านกระบวนการเตรียมเส้นไหม การย้อมโดยการใช้สีย้อมธรรมชาติ และสีย้อมเคมี ซึ่งมีการใช้สารเคมี การขาดความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักถึงปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากการย้อม ทำให้มีการทิ้งน้ำที่ผ่านการย้อมลงสู่สิ่งแวดล้อม โดยไม่ผ่านการบำบัด ในระยะแรกชุมชนจะยังไม่เห็นผลกระทบที่เกิดขึ้น เนื่องจากสิ่งแวดล้อมสามารถปรับสภาพและฟื้นฟูตัวเองได้ แต่เมื่อมีการทิ้งน้ำเสียลงสู่สิ่งแวดล้อมไปเรื่อย ๆ จนถึงจุดที่เกินความสามารถที่จะรองรับได้ของสิ่งแวดล้อม จะทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ตามมา ตั้งแต่มลภาวะทางดิน แหล่งน้ำผิวดิน ไปจนถึงแหล่งน้ำใต้ดิน ส่งผลให้การพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนปรากฏออกมาในรูปของความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเป็นการผลักภาระปัญหาดังกล่าวไปสู่คนรุ่นหลัง

5.1.1 ลักษณะของน้ำเสีย

น้ำเสีย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

มลพิษทางน้ำ หมายถึงสภาพของน้ำที่ถูกเจือปนด้วยมลพิษต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสารประกอบอินทรีย์ และสารประกอบอนินทรีย์ในปริมาณมากพอที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อคุณภาพน้ำ ระบบนิเวศ รวมทั้งก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช



รูปที่ 5.1 แหล่งกำเนิดมลพิษ

ลักษณะน้ำเสีย		
ลักษณะทางกายภาพ	**ลักษณะทางเคมี**	**ลักษณะทางชีวภาพ**

รูปที่ 5.2 การแบ่งประเภทของลักษณะน้ำเสีย

ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ

สี

รูปที่ 5.3 สีของน้ำเสีย
ที่มา: (Rai, 2020)

น้ำเสียจากชุมชนมักจะมีสีเทาปนน้ำตาลจาง ๆ ถ้าปล่อยทิ้งไว้จะเกิดปฏิกิริยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน สีจะเริ่มเปลี่ยนเข้มขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะเป็นสีดำ พร้อมกับมีกลิ่นเหม็น

กลิ่น

เกิดจากแก๊ส โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ชนิดไม่ต้องการออกซิเจน

รูปที่ 5.4 กลิ่นของน้ำเสีย
ที่มา: ดัดแปลงจาก (Holmstad, 2017)

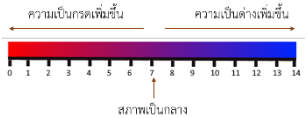
ของแข็ง

ปริมาณของสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งในลักษณะที่ไม่ละลายน้ำ และละลายน้ำ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ เช่น หลอดกาแฟ กล่องพลาสติก เศษอาหาร

รูปที่ 5.5 ของแข็งในน้ำเสีย
ที่มา: (Adityamadhav83, 2013)

ลักษณะน้ำเสียทางเคมี

พีเอช



เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย ค่าพีเอชที่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปจะทำให้ระบบนิเวศน้ำเสียหาย สัตว์และพืชน้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้

รูปที่ 5.6 พีเอชของน้ำเสีย
ที่มา: ดัดแปลงจาก (Christinelmiller, 2018)

สารอินทรีย์

เป็นของเสียที่พบในปริมาณมากที่สุด สารอินทรีย์ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ถ้าน้ำมีออกซิเจนไม่พอ จะเกิดการย่อยสลายในสภาพไร้ออกซิเจน ทำให้เกิดการเน่าเสียขึ้น

รูปที่ 5.7 น้ำเน่าเสียจากสารอินทรีย์
ที่มา: (Anefo, 1967)

ออกซิเจนละลายในน้ำ

ออกซิเจนละลายในน้ำ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ออกซิเจนจะมีความสำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

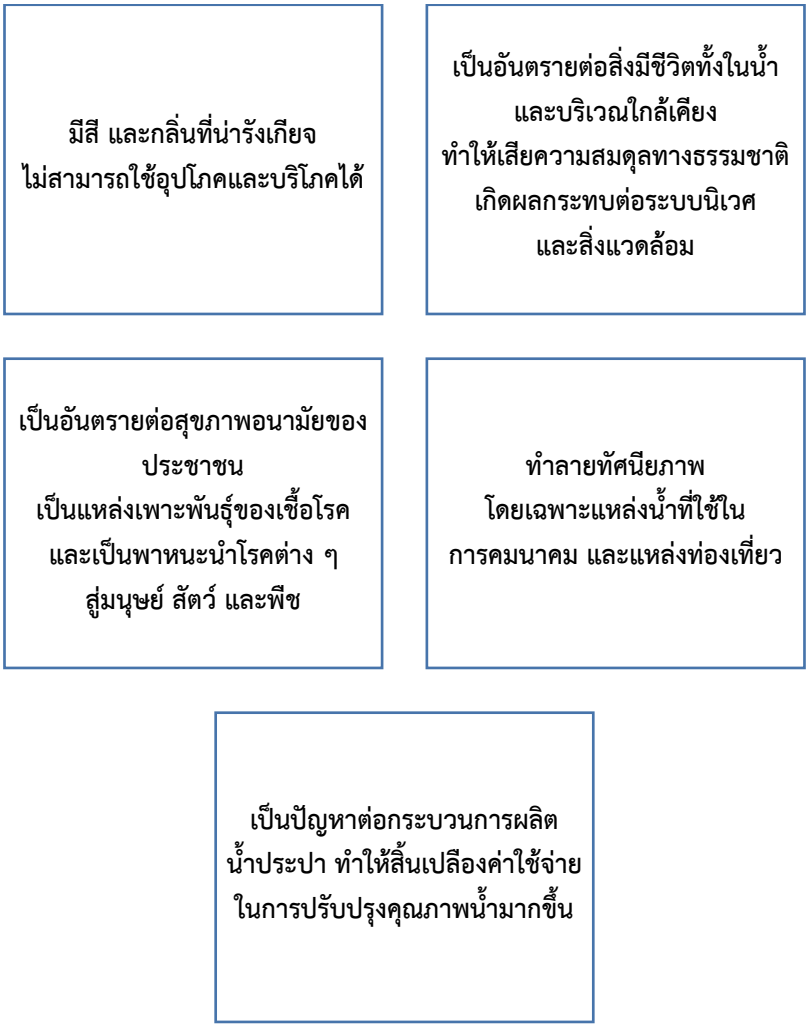
รูปที่ 5.8 ออกซิเจนละลายน้ำ
ที่มา: (Shrestha, 2020)

ลักษณะน้ำเสียทางชีววิทยา

ลักษณะของมลพิษทางน้ำที่เกิดจากการมีสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งปะปนในน้ำ และเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์น้ำได้ ดัชนีบ่งบอกลักษณะทางชีวภาพ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคติดต่อทางน้ำและอาหาร เชื้อไวรัส เชื้อราและพวกหนอนพยาธิต่าง ๆ

รูปที่ 5.9 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำ
ที่มา: (Sardet, 2017)

5.1.2 ผลกระทบของมลพิษทางน้ำ

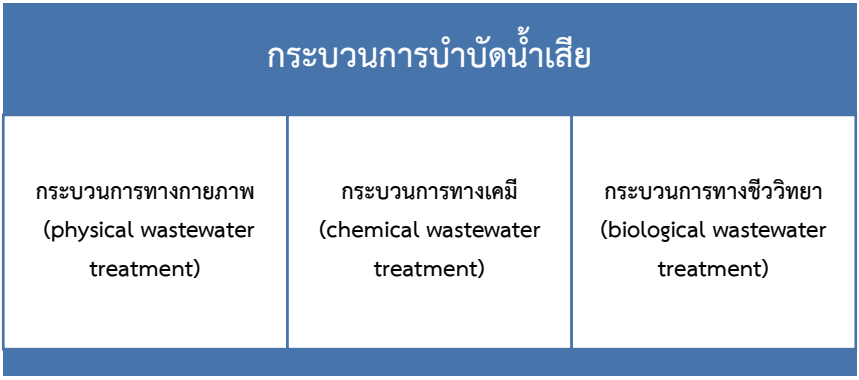


รูปที่ 5.10 ผลกระทบของมลพิษทางน้ำ

5.2 ความรู้เบื้องต้นในการบำบัดน้ำเสีย

5.2.1 หลักการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย หมายถึงการกำจัดหรือทำลายสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียให้หมดไป หรือมีปริมาณสิ่งปนเปื้อนในน้ำลดลงจนมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด



รูปที่ 5.11 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการทางกายภาพ

เป็นขั้นตอนในการดักสิ่งเจือปนในน้ำเสียที่มีขนาดใหญ่ เช่น กรวด หิน ทราย ขยะ ตลอดจนไขมัน และน้ำมันต่าง ๆ ออกจากน้ำเสียในขั้นเริ่มต้นของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย และในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อแยกตะกอนออกจากน้ำที่ผ่านขั้นตอนการบำบัดทางชีวภาพ หรือทางเคมี

อาศัยแรงต่าง ๆ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงบดตัด แรงลอยตัว การดักสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ในน้ำ การกวาดพวกน้ำมัน ไขมันต่าง ๆ เป็นต้น

กระบวนการทางเคมี

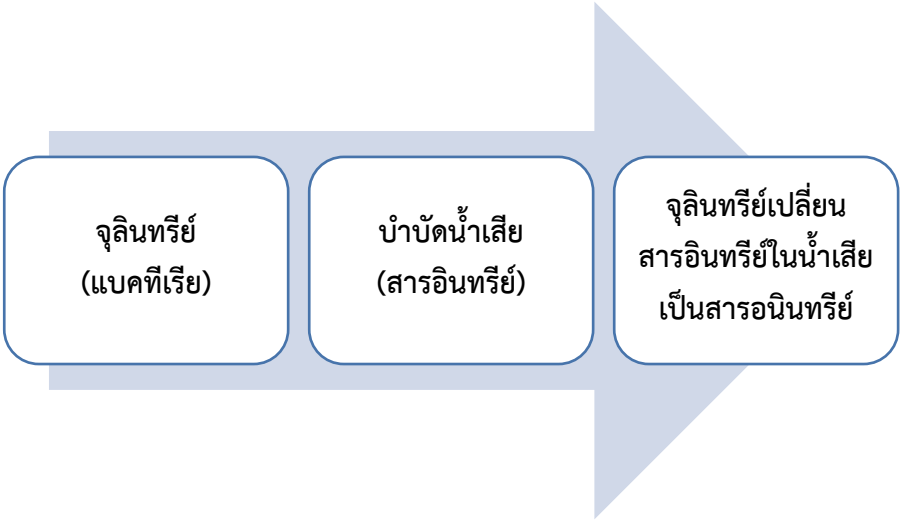
เป็นวิธีการแยกสารต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในน้ำเสียที่บำบัดโดยทางกายภาพหรือชีวภาพได้ยาก หรือไม่ได้เลย เช่น โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็นกรด-ด่างสูง การฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น ใช้สารเคมีต่าง ๆ เติมลงไปในน้ำเสีย เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้เกิดการแยกสารปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด มีข้อเสียคือ ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีค่อนข้างสูง

กระบวนการทางเคมีจะเลือกใช้ก็ต่อเมื่อน้ำเสียไม่สามารถบำบัดได้ด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือชีวภาพ

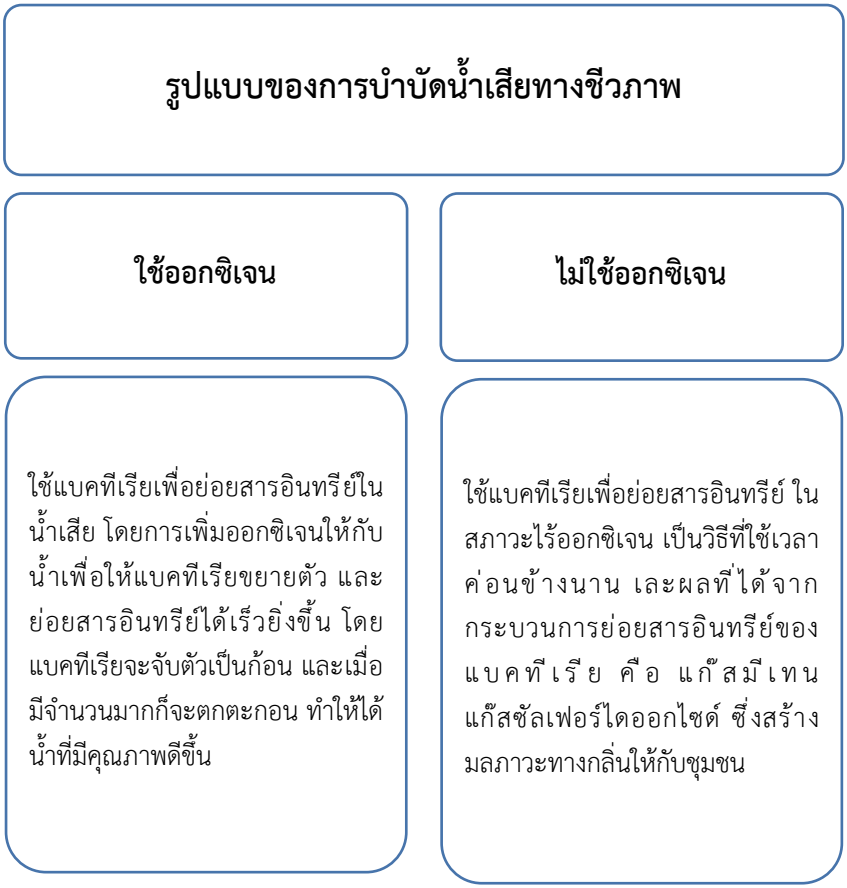
กระบวนการทางชีววิทยา

อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย ประมาณร้อยละ 95 รองลงมาได้แก่ รา สาหร่าย และโพรโทซัว ให้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย หลักการบำบัดแสดงดังรูปที่ 5.12 ผลที่ได้จากการย่อยสลายจะเป็น

ตะกอนเลน (sludge) ประกอบด้วยสารหลายชนิด รวมถึงเซลล์ของแบคทีเรียที่ตายแล้ว และแก๊สชนิดต่าง ๆ เมื่อแยกเอาตะกอนเลนออกไป ส่วนที่เหลือก็จะค่อนข้างใส เรียกว่า น้ำทิ้ง (effluent) ซึ่งมีสารอินทรีย์ลดลงมาก (ค่าบีโอดีต่ำ) ทำให้ไม่เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ



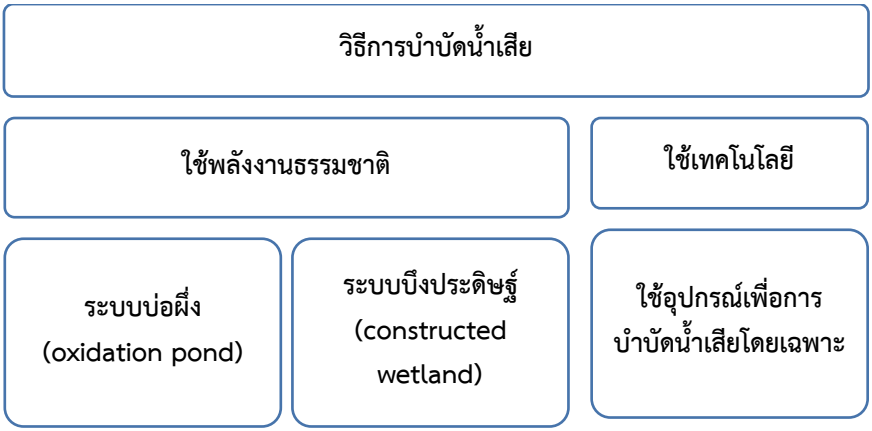
รูปที่ 5.12 หลักการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ



รูปที่ 5.13 รูปแบบการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

5.2.2 วิธีการบำบัดน้ำเสีย

วิธีการสำหรับการบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันนั้นมีมากมายหลายวิธี แบ่งออกเป็น 2 ประเภท



รูปที่ 5.14 วิธีการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบ่อผึ่ง

ลักษณะทางกายภาพของระบบนี้ คือ สระน้ำมีลักษณะตื้น มีความลึกระหว่าง 60 - 150 เซนติเมตร เพื่อให้แสงสามารถส่องลงได้ทั่วถึง

แนวคิดหลักของระบบนี้ คืออาศัยการเติมออกซิเจนลงไปในน้ำด้วยพลังงานธรรมชาติ (แดด ลม) ระบบนี้อาจใช้เครื่องกลเข้าช่วยในการเติมออกซิเจนด้วย เพื่อให้การบำบัดเป็นไปได้เร็วขึ้น และใช้เนื้อที่ของสระน้ำน้อยลง เรียกว่าสระเติมอากาศ (aerated pond) หลักการทำงานของระบบอาศัย

แบคทีเรียและออกซิเจนจากอากาศ โดยแบคทีเรียดำรงชีวิตโดยใช้ออกซิเจนจากอากาศ และกินสารอินทรีย์ซึ่งเป็นความสกปรกของน้ำ แสดงดังรูปที่ 5.15

รูปที่ 5.15 หลักการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์

ระบบบึงประดิษฐ์

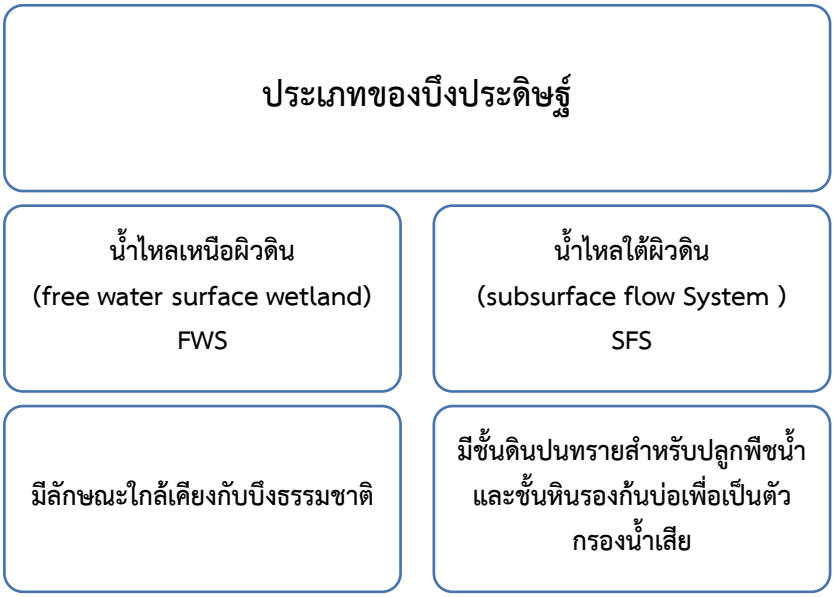
เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติ เป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว และต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

5.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์

5.3.1 หลักการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์

พื้นที่ชุ่มน้ำ (wetlands) หมายถึง ที่ลุ่ม ที่ราบลุ่ม ที่ชื้นแฉะ พรุ แหล่งน้ำทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขัง หรือ น้ำท่วมอยู่ถาวร และชั่วครั้งชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง และน้ำไหล ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม รวมไปถึงชายฝั่งทะเล และที่ในทะเลในบริเวณซึ่งเมื่อน้ำลดลงต่ำสุด มีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2018)

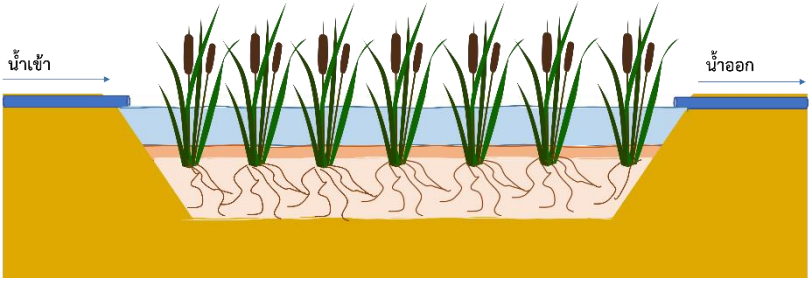
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (constructed wetlands systems) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการบำบัดด้วยวิธีธรรมชาติ โดยการจำลองภาวะให้เหมือนบึงหรือพื้นที่ชุ่มน้ำ



รูปที่ 5.16 ประเภทของบึงประดิษฐ์

บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือผิวดิน

เป็นบึงประดิษฐ์ที่มีการไหลของน้ำเหนือผิวดิน ผ่านต้นพืชที่ปลูกไว้ภายในระบบ ซึ่งน้ำจะไหลแผ่กระจายในระดับน้ำตื้น องค์ประกอบที่สำคัญของบึงประดิษฐ์แบบน้ำอยู่เหนือผิวดินมี 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนน้ำเข้า บ่อน้ำ ต้นพืช และส่วนน้ำออก ดังรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือผิวดิน

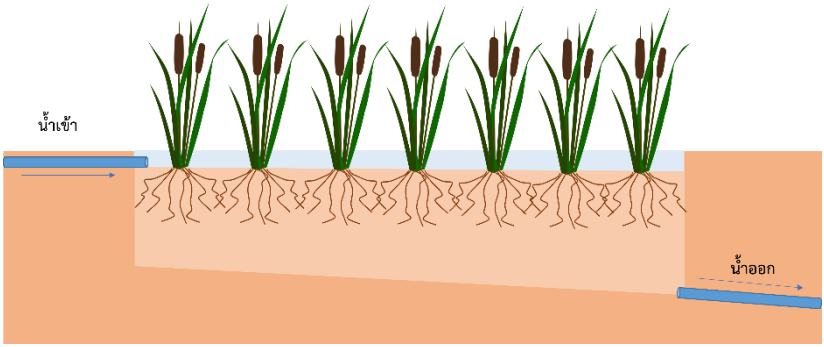
ส่วนน้ำเข้าจะเริ่มต้นที่ทางเข้าของบ่อน้ำ ออกแบบเพื่อให้มีการไหลแบบแพร่กระจายของน้ำเข้าสู่บึงประดิษฐ์ ระดับความลึกของระดับน้ำอาจออกแบบให้มีความแตกต่างกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัด

กระบวนการบำบัดจะเกิดขึ้นภายในระบบตั้งแต่น้ำเสียไหลเข้าระบบและไหลผ่านต้นพืช โดยภาพรวมการบำบัดจะเกิดจากจุลินทรีย์ในธรรมชาติทั้งแบบใช้ออกซิเจน และแบบไม่ใช้ออกซิเจน ขึ้นกับการออกแบบ และระดับความลึกของระบบ

บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน

อาศัยการไหลของน้ำทั้งแนวราบ และแนวดิ่งผ่านวัตถุตัวกลางประเภทกรวดทรายหรือวัสดุที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ พร้อมกับการไหลผ่านพืช พื้นผิวที่แบคทีเรียยึดเกาะ คือบริเวณบนผิวของวัตถุตัวกลาง และบริเวณรากพืช

องค์ประกอบของระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน ได้แก่ ระบบการกระจายน้ำเข้า รูปร่างของบ่อน้ำ ชั้นของวัตถุตัวกลาง พืช และระบบการควบคุมน้ำออก ดังรูปที่ 5.18



รูปที่ 5.18 บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน

กระบวนการบำบัดจะเกิดขึ้นภายในระบบเหมือนกับบึงประดิษฐ์แบบไหลเหนือผิวดิน แต่กระบวนการบำบัดของบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินจะเกิดมากที่ ระดับใต้ผิวดิน ซึ่งเป็นการบำบัดโดยจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่

5.3.2 พืชในบึงประดิษฐ์

พืชที่ใช้ในระบบจะเป็นพืชน้ำที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ชุ่ม หรือน้ำขังเหมือนกับบึงประดิษฐ์แบบน้ำอยู่เหนือผิวดิน มักนิยมใช้พืชที่เจริญเติบโตโดยมีเหง้าหรือรากฝังดิน ได้แก่ ธูปฤาษี กกกลม พุทธรักษา บอน เป็นต้น

หน้าที่ของพืชในบึงประดิษฐ์

ลำเลียงออกซิเจน

- ระบบรากพืชในบึงประดิษฐ์จะเจริญเติบโตอยู่ในชั้นดิน หรือแทรกตัวเข้าไปในชั้นกรองที่ระดับต่ำกว่าพื้นผิวประมาณ 50 – 150 เซนติเมตร
- ออกซิเจนจากบรรยากาศจะถ่ายเทเข้าสู่พืชทางใบ และลำเลียงออกซิเจนซึ่งใช้หลักการแพร่ (diffusion) และการไหลพาของอากาศ (convective) ลงไปยังระบบราก ทำให้สามารถลำเลียงออกซิเจนได้ดี

แพร่กระจายของออกซิเจน

- พืชน้ำจะปล่อยออกซิเจนจากรากออกสู่บริเวณรอบๆ ลำต้นใต้ดิน โดยอาศัยหลักการเคลื่อนย้ายออกซิเจนจากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงไปยังบริเวณที่ความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำ

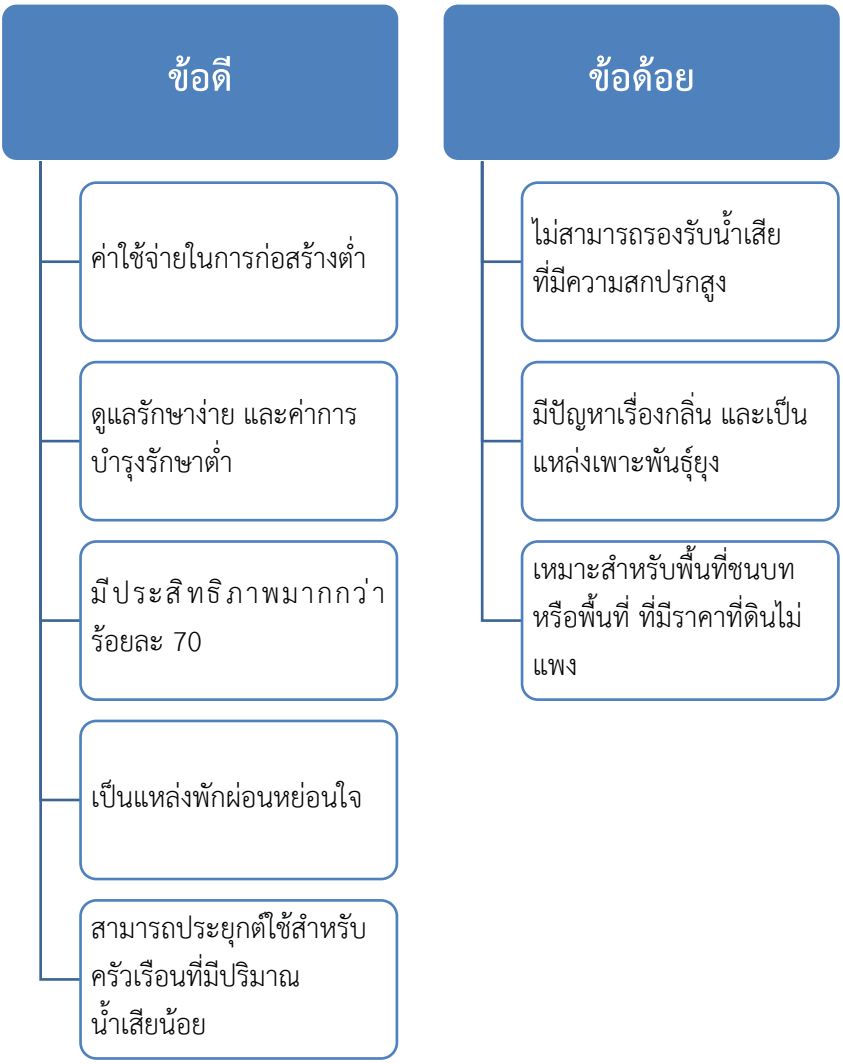
เป็นที่ยึดเกาะสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ช่วยลดความเร็วของกระแสน้ำ

- เพิ่มเวลาสัมผัสระหว่างน้ำเสียและพืชมากขึ้น
- ช่วยทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดีขึ้น

การดูดซับสารอาหาร พืชจะดูดสารอาหารจำนวนมากทางราก

5.3.2 ข้อดี และข้อด้อยของบึงประดิษฐ์



รูปที่ 5.19 ข้อดี และข้อด้อยของบึงปะดิษฐ์

5.3.3 ตัวอย่างความสำเร็จโครงการพระราชดำริด้านการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางธรรมชาติ

โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ธรรมชาติการกำจัดขยะและน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ ในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้หลัก“กลไกธรรมชาติ ช่วยธรรมชาติ ใช้เทคโนโลยีที่สร้างได้ง่าย และประหยัด” เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติ จากทฤษฎีและแนวคิดธรรมชาติช่วยธรรมชาติตามแนวพระราชดำริได้ศึกษาออกแบบการใช้เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียอย่างเรียบง่ายและหาได้ตามท้องที่ แบ่งออกเป็น 4 ระบบ ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, ม.ป.ป.)

ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (lagoon treatment)

เป็นระบบที่อาศัยการกักพักน้ำเสียไว้ในระยะเวลาที่เหมาะสมกับปริมาณความสกปรกของน้ำ การเติมออกซิเจนด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอน และสาหร่าย อาศัยแรงลมช่วยในการพลิกน้ำเติมอากาศ การย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ และระยะเวลากักพักน้ำจะช่วยฆ่าเชื้อโรค ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริประกอบด้วย ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย 3 ประเภท จำนวน 5 บ่อ ในการออกแบบโดยการสร้างบ่อดิน 3 ประเภท ความลาดชัน

1:1000 ต่อต้นแบบอนุกรม ให้น้ำเสียเติมเต็มทุกวันแล้วปล่อยน้ำดีไหลผ่านข้ามสู่บ่อถัดไป

ระบบนี้ใช้หลักการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยกลไกให้สาหร่ายสังเคราะห์แสงเพื่อให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์สำหรับการหายใจและย่อยสลายกัดกินของเสีย โดยมีลมพัดช่วยเติมอากาศลดอุณหภูมิ และแสงแดดเป็นตัวช่วยฆ่าเชื้อโรคอีกทางหนึ่ง ระบบนี้เหมาะสำหรับเมืองในเขตร้อน เช่น ประเทศไทยลดความสกปรกในรูปของบีโอดีได้ถึงร้อยละ 85-90

ข้อจำกัดของระบบนี้ คือใช้พื้นที่มาก ระยะเวลาบำบัดตากผึ่งมีระยะเวลาและอาจให้งบประมาณมากในการพักบำรุงบ่อทั้งหมด

ระบบพืชและหญ้ากรองน้ำเสีย (plant and grass filtration)

เป็นระบบที่ให้พืชช่วยดูดซับธาตุอาหารจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์ที่พืชต้องการของจุลินทรีย์ในดิน การปลดปล่อยออกซิเจนจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจากระบบราก สาหร่าย และแพลงค์ตอน โดยการปล่อยให้น้ำเสียไหลผ่านแปลงพืชหรือหญ้า โดยน้ำเสียจะไหลผ่านผิวดินและต้นพืชหรือหญ้าเป็นระยะทางอย่างน้อย 50 เมตร ระดับความสูงของน้ำเสียที่กักขังบริเวณท้ายแปลงเท่ากับ 30 เซนติเมตร สำหรับระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสม คือ ขังน้ำเสียไว้ 5 วัน แล้วปล่อยให้แห้ง 2 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ได้พักตัว สำหรับพืชและหญ้าที่ใช้ในการบำบัดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ หญ้าอาหารสัตว์ ได้แก่ หญ้าคาล์ลา หญ้าโคสครอส และหญ้าสตาร์ พืชทั่วไป ได้แก่ ธูปฤาษี กกกลม (กกจันทบูร) และหญ้าแฝกพันธุ์อินโดนีเซีย เมื่อครบระยะเวลา 45 วัน (ยกเว้นธูปฤาษี 90 วัน) จะตัดพืชและหญ้าเหล่านั้นออก เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งหญ้าเหล่านี้นำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์ได้ เนื่องจากการปนเปื้อนของมล

สารไม่เกินมาตรฐานสำหรับสัตว์ ส่วนพืชทั่วไปนำไปใช้ในการจักสานได้เป็นอย่างดี

ระบบนี้อาศัยหลักการ ให้พืชกึ่งบกกึ่งน้ำ คือ รากอยู่ในน้ำ ลำต้นอยู่บนบก เช่น ธูปฤาษี กกกลม เป็นต้น รวมถึงพืชหญ้าต่าง ๆ ที่เป็นอาหารสัตว์ และหญ้าทั่วไป ด้วยการดึงออกซิเจนผ่านใบพืชสู่ลำต้น และราก เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์บริเวณรอบ ๆ รากพืช โดยให้ดินเป็นตัวกรองของเสีย และจุลินทรีย์ในดินทำหน้าที่ย่อยของเสีย ของเสียที่ย่อยแล้วพืชจะดูดเอาไปเป็นอาหารเจริญเติบโตต่อไป ทำให้ของเสียเปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพ น้ำจะมีคุณภาพดี และสามารถระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้

ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (constructed wetland)

เป็นระบบที่ใช้หลักการและกลไกในการบำบัดน้ำเสียเช่นเดียวกับระบบพืชและหญ้ากรอง แตกต่างที่วิธีการ กล่าวคือ การปล่อยให้น้ำเสียขังในแปลงพืชน้ำ ที่ระดับความสูง 30 เซนติเมตรจากพื้นแปลง โดยให้น้ำเสียมีระยะเวลากักพักอย่างน้อย 1 วัน ใช้การเติมน้ำเสียใหม่ลงสู่ระบบให้ได้ระดับ 30 เซนติเมตร ซึ่งเท่ากับปริมาณน้ำเสียที่สูญหายไปโดยกระบวนการระเหยในแต่ละวัน

อีกวิธีการหนึ่ง คือการเติมน้ำเสียใหม่ลงสู่ระบบอย่างต่อเนื่องตลอดวัน โดยที่อัตราความเร็วของน้ำเสียเท่ากับปริมาณน้ำเสียใหม่ที่สามารถผลักดันไล่น้ำเสียเก่าออกจากระบบหมดในเวลา 1 วัน สำหรับพืชที่ใช้ในการบำบัดคือ ธูปฤาษี และกกกลม (กกจันทบูร) เมื่อครบระยะเวลาจะตัดพืชเหล่านั้นออก เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ระยะเวลาที่เหมาะสม คือ ต้องตัดใน 90 วันสำหรับธูปฤาษี และตัดใน 45 วันสำหรับกกกลม (กกจันทบูร) พืชเหล่านี้นำไปใช้ในการจักสาน เยื่อกระดาษ และเชื้อเพลิงเขียวได้

หลักการของระบบนี้คล้ายกับระบบพืชและหญ้ากรอง โดยเป็นระบบเติมออกซิเจนในดินจากใบสู่รากเช่นเดียวกัน แต่ต่างที่การกักน้ำเสียให้ขังอยู่ที่แปลงพืชให้น้ำเสียเกิดการระเหยและปล่อยน้ำเสียใหม่ให้ผลักดันน้ำเสียเก่าออกไปจากระบบ

พืชน้ำโดยทั่วไปมีความสามารถในการปรับตัวอยู่ในสภาพน้ำขังได้โดยการดึงเอาออกซิเจนจากอากาศ ส่งผ่านระบบเนื้อเยื่อในส่วนลำต้นลงสู่ระบบลำต้นใต้ดินและราก ซึ่งอากาศในส่วนนี้จะปลดปล่อยออกไปสู่บริเวณรอบรากพืช ทำให้จุลินทรีย์ในดินสามารถย่อยของเสียที่ถูกดินกรองได้แล้วเปลี่ยนไปเป็นสารอาหารที่พืชรวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ระบบแปลงพืชป่าชายเลน (mangrove forest filtration)

ระบบเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ พระองค์ทรงต้องการให้เป็นเทคโนโลยีที่ง่าย สะดวกและเป็นวิธีการที่อาศัยธรรมชาติให้ช่วยเหลือธรรมชาติด้วยกันเอง โดยอาศัยการเจือจางน้ำเสียด้วยน้ำทะเล การผสมน้ำเร่งการตกตะกอน การกักน้ำเสียที่ผสมกับน้ำทะเล ระบบรากของพืชป่าชายเลนช่วยในการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสีย กรองหรือฟอกน้ำให้สะอาดขึ้น

รูปแบบเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแปลงพืชป่าชายเลน ที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาขึ้น ยึดหลักการตามแนวพระราชดำริ โดยการทำแปลงเพื่อกักเก็บน้ำทะเลและน้ำเสียที่รวบรวมได้จากชุมชน และปลูกป่าชายเลนด้วยพันธุ์ไม้ 2 ชนิด คือ ต้นโกงกาง และต้นแสม ช่วยในการบำบัดน้ำเสีย อาศัยการเจือจางระหว่างน้ำทะเลกับน้ำเสีย การเร่งตกตะกอนของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระยะเวลาการกักพักของน้ำ ระบบรากของพืชป่าชายเลน

ช่วยการปลดปล่อยแก๊สออกซิเจนให้กับน้ำเสีย และช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ในดิน เพื่อให้การบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นจะมีการกักน้ำทะเลที่เข้าสู่แปลงในช่วงเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุดในรอบวัน (การขึ้นลง ปกติของน้ำทะเลจะมีการขึ้นลงวันละ 2 ครั้ง) ทำการเก็บกักและเพื่อหาสัดส่วน ปริมาณการให้น้ำเสียในการบำบัด เมื่อเติมน้ำเสียตามสัดส่วนแล้วปล่อยให้น้ำผสมมีการกักพักไว้ระยะเวลาหนึ่ง (ตั้งแต่ช่วงเวลาที่น้ำขึ้นครั้งแรก จนกระทั่งถึงเวลาน้ำลงครั้งที่สองในรอบวัน) จึงระบายน้ำฝนที่ผ่านการผสม (น้ำที่ผ่านการบำบัด) ออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยรางพืชร่วมกับเครื่องกลเติมอากาศ

จากการที่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชทรงคิดค้นประดิษฐ์ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยรางพืชร่วมกับเครื่องกลเติมอากาศ โดยกรมทรัพย์สินทางปัญญาได้ถวายสิทธิบัตรการประดิษฐ์เลขที่ 29091 เมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2556) โดยพบว่าระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยรางพืชร่วมกับเครื่องกลเติมอากาศ เป็นระบบที่เหมาะสำหรับแก้ไขปัญหาน้ำเสียชุมชนที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาน้ำเขียวอันเกิดจากสาหร่ายชั้นต่ำได้เมื่อใช้เครื่องกลเติมอากาศอย่างเดียว โดยเครื่องกลเติมอากาศทำหน้าที่ถ่ายเทออกซิเจนในน้ำ รางพืชทำหน้าที่กรองน้ำธรรมชาติ การวิจัยที่ผ่านมาพบว่าระบบบึงประดิษฐ์เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสียทั้งน้ำเสียชุมชน (Brix, 1994; Vymazal, 2011) น้ำเสียจากการเกษตร (Wood et al., 2007; Zhao, Sun, and Allen, 2004) น้ำเสียอุตสาหกรรม (Calheiros et al., 2009; Mbuligwe, 2005) และน้ำเสียจากการทำเหมืองแร่ (Wieder,

1989) จากการศึกษาของ (Charoenlarp et al., 2016) พบว่าระบบสวนพืชลอยน้ำมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากการฟอกย้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคุณภาพน้ำที่ได้ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้ง และจากการศึกษาประสิทธิภาพของระบบพืชกรองน้ำ ร่วมกับเครื่องกลเติมอากาศในการบำบัดน้ำเสียจากพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยขนิษฐา เจริญลาภ และธนพงศ์ ดวงมณี พบว่าระบบรางพืช และพืชลอยน้ำร่วมกับระบบเติมอากาศ ด้วยเครื่องเติมอากาศ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากการฟอกย้อมได้ดี (ขนิษฐา เจริญลาภ และ ธนพงษ์ ดวงมณี 2016) ดังนั้นเพื่อให้เหมาะกับบริบทชุมชนชนบท องค์ความรู้ในการบำบัดน้ำเสียที่นำไปถ่ายทอดจะอาศัยหลักการธรรมชาติช่วยธรรมชาติ โดยใช้ระบบรางพืชออกแบบให้มีการไหลของน้ำอยู่เหนือผิวดิน ผ่านต้นพืชที่ปลูกไว้ภายในระบบ ซึ่งน้ำจะไหลแผ่กระจายในระดับน้ำตื้น ออกแบบเทคโนโลยีอย่างง่าย ดูแลรักษาง่าย สามารถใช้งานได้จริง

5.3.4 การบำบัดน้ำเสียจากการฟอกย้อมผ้าไหมด้วยระบบบึงประดิษฐ์

น้ำเสียจากการฟอกย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรมชาติ จะมีความสกปรกจากกระบวนการลอกกาวไหม และกระบวนการย้อมสีธรรมชาติโดยการใช้สารมอร์แดนต์ การบำบัดน้ำเสียอย่างง่ายในเบื้องต้นด้วยระบบบึงประดิษฐ์ โดยออกแบบเป็นรางพืช และให้น้ำไหลเหนือผิวดิน ระบบประกอบด้วย ระบบกระจายน้ำ และระบบรางพืช

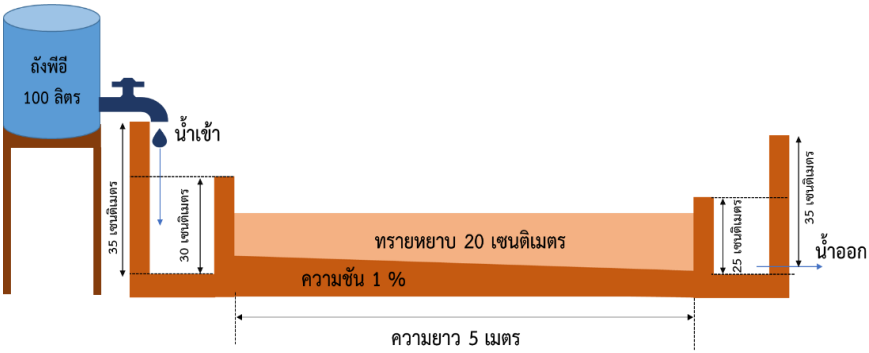
ระบบกระจายน้ำ

ประกอบด้วยถังพักน้ำเสียขนาดความจุ 100 ลิตร เจาะรูน้ำทิ้งที่ความสูง 10 เซนติเมตร (รูปที่ 5.20) โดยป้อนน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบตลอดเวลา ควบคุมอัตราการไหลที่ 1.25 ลิตรต่อชั่วโมง (30 ลิตรต่อวัน) โดยใช้วาล์วในการปรับอัตราการไหลของน้ำทิ้ง (ขนิษฐา เจริญลาภ และ ธนพงษ์ ดวงมณี, 2016)

รูปที่ 5.20 ถังพักน้ำเสีย

ระบบรางพืช

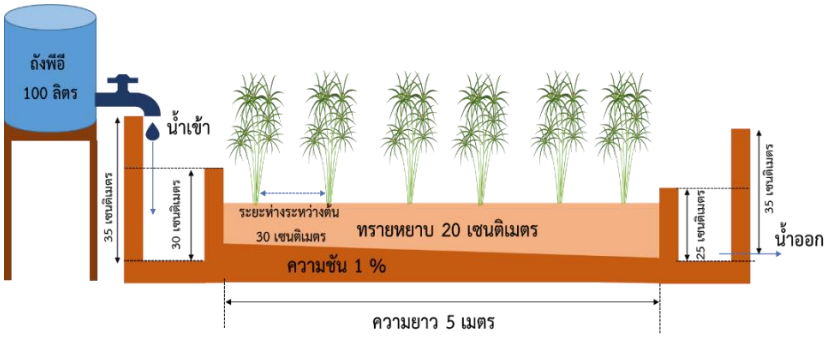
ระบบรางพืช ขนาด กว้างx ยาว x สูงเท่ากับ 0.3 x 5.0 x 0.35 เมตร ระดับความชันร้อยละ 1 ก่อปูนทางกันน้ำที่เข้าสู่บริเวณที่ปลูกพืช สูง 30 เซนติเมตร และ ทางกันน้ำออก สูง 25 เซนติเมตร รางพืชทำจากอิฐบล็อก และฉาบปูนที่ผสมสารกันซึม เพื่อป้องกันการซึมของน้ำ บริเวณที่จะปลูกพืช มีความยาว 5.0 เมตรโดยใส่ทรายให้สูง 20 เซนติเมตร แสดงในรูปที่ 5.21



รูปที่ 5.21 ระบบรางพืช

ระบบพืช

ในรางพืช ปลูกต้นกก หรือต้นพุทธรักษา หรือ ปลูกสลับกัน โดยเว้นระยะห่างระหว่างต้น ประมาณ 30 เซนติเมตร



รูปที่ 5.22 ระบบบำบัดน้ำเสียจากการฟอกย้อมผ้าไหมด้วยรางพืช

รูปที่ 5.23 ระบบบำบัดน้ำเสียจากการฟอกย้อมผ้าไหมด้วยรางพืชของกลุ่มทอผ้าบ้านอัดแดก ตำบลปราสาท จังหวัดสุรินทร์

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2561). PCD: Water Pollution. http://pcd.go.th/info_serv/water_water.htm

ขนิษฐา เจริญลาภ และ ธนพงษ์ ดวงมณี. (2016). ประสิทธิภาพของระบบพืชกรองน้ำร่วมกับเครื่องกลเติมอากาศในการบำบัดน้ำเสีย จากพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. RMUTI JOURNAL Science and Technology, 9(3), 114–126.

ขนิษฐา เจริญลาภ. (2564). 5 เรื่องควรรู้ย้อมสีธรรมชาติ. กรุงเทพฯ : [ม.ป.พ.]. 137 หน้า.

ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ และขนิษฐา เจริญลาภ. (2564). คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผ้าทอจากใยสับปะรด และพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. กรุงเทพฯ : [ม.ป.พ.]. 136 หน้า.

มูลนิธิชัยพัฒนา. 2556. “ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยรางพืช.” Retrieved October 28, 2021 (https://www.chaipat.or.th/chaipattana-water-turbine/2013-05-30-03-21-01/2013-05-30-02-18-22/item/5825-2013-05-29-17-24-36.html).

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. n.d. “การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ธรรมชาติ.” Retrieved October 28, 2021 (http://km.rdpb.go.th/Knowledge/View/76).

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. (2559). อุตสาหกรรมเครื่องหนังและรองเท้า (กระเป๋าที่ทำจากสิ่งทอ). Thaitextile.Org. https://thaitextile.org/th/insign/detail.558.1.0.html

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2018). พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย | Wetland For Thai. พื้นที่ชุ่มน้ำของไทย | Wetland for Thai. http://wetlands.onep.go.th/

Adityamadhav83. (2013). Water pollution due to domestic garbage at RK beach in Visakhapatnam. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_pollution_due_to_domestic_garbage_at_RK_Beach_01.jpg

Anefo, J. E. (1967). Collectie/Archief: Fotocollectie Anefo. https://commons.wikimedia.org /wiki/File: Vuil_in_grachten_van_Amsterdam, _Bestanddeelnr_920-7365.jpg

Christian Sardet. (2017). The staggering wealth of plankton species. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plankton_species_diversity.jpg

Christinelmiller. (2018). English: PH Scale showing neutral, acidic and basic. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PH_Scale.png

Feng, Y., Lin, J., Niu, L., Wang, Y., Cheng, Z., Sun, X., & Li, M. (2020). High molecular weight silk fibroin prepared by papain degumming. polymers, 12(9), 2105. https://doi.org/10.3390/polym12092105

Freddi, G., Mossotti, R., & Innocenti, R. (2003). Degumming of silk fabric with several proteases. Journal of Biotechnology, 106(1), 101–112. https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2003.09.006

Holmstad, Ø. (2017). A river canal of Talisay City in cebu - polluted water. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_river_canal_of_Talisay_City_in_cebu_-_polluted_water.jpg

Prabhu, K., & Bhute, A. S. (2012). Plant based natural dyes and mordnats: A review undefined/paper/plant-based-natural-dyes-and-mordnats

Rai, D. (202). Aspects of water pollution. IPleaders. https://blog.ipleaders.in/aspects-of-water-pollution/

Shrestha, S. (2020).Water bubbles. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_Bubbles.jpg

ทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม
โครงการยกระดับศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน
ภายใต้โครงการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ ประจำปี 2564
(การพัฒนาชุมชนพึ่งตนเองตามแนวพระราชดำริ)
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

978-616-588-662-8