บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง การพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การวิจัยและพัฒนา

1.1 ความหมายของการวิจัยและพัฒนา

1.2 ลักษณะความสำคัญและประโยชน์ของการวิจัยและพัฒนา

1.3 กระบวนการ/ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยและพัฒนา

ตอนที่ 2 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.1 ความเป็นมาของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.2 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.3 จุดมุ่งหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

2.4 ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.5 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.6 รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ตอนที่ 3 การสร้างรูปแบบ

3.1 ความหมายของรูปแบบ

3.2 องค์ประกอบของรูปแบบ

3.3 รูปแบบการเรียนการสอน

3.4 ลักษณะของรูปแบบ

3.5 การสร้างรูปแบบ

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 4 กระบวนการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย

4.1 วัสดุที่ใช้ในการทอผ้า

4.2 เส้นใยไหม

4.3 เส้นใยฝ้าย

4.4 สีสังเคราะห์หรือสีเคมี

4.5 สีจากธรรมชาติ

4.6 องค์ประกอบทางเคมีของสี

4.7 สารช่วยย้อม

4.8 อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อการย้อม

4.9 เทคนิคและกระบวนการย้อมเส้นด้าย

4.10 การฟอกย้อมสี

ตอนที่ 5 มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม

5.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

5.2 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง

5.3 วงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

5.4 มอเตอร์เกียร์

5.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้า

5.6 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์

5.7 สวิตซ์

5.8 ไฟแสดงสถานะ

ตอนที่ 6 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

6.1 ขดลวดความร้อน

6.2 หลักการทำงานของขดลวดความร้อน

6.3 ชนิดของขดลวดความร้อน

6.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ตอนที่ 7 การสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

ตอนที่ 8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 การวิจัยและพัฒนา

1.1 ความหมายของการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีนักการศึกษา และนักวิชาการได้ให้ความหมายในแง่มุมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2550 : 52-75) ได้ให้ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา หมายถึง กระบวนการเพื่อการค้นพบ พัฒนาและยืนยันข้อค้นพบ รวมทั้งวิธีปฏิบัติใหม่ ๆ ว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนได้จริง ส่วนนงลักษณ์ วิรัชชัยและสุวิมล ว่องวาณิช (2544 : 58) ได้ให้ความหมายของการวิจัยและพัฒนา (research and development) ไว้ว่าการวิจัยและพัฒนา เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ใหม่ประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ หรือใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักตรรกวิทยาเป้าหมายหลัก คือ ใช้เป็นกระบวนการพัฒนาและการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา (Education Product) ประกอบด้วยการวิจัย (Research-R) และกระบวนการพัฒนา (Development-D) และมีขั้นตอนการดำเนินงาน และอุทัย บุญประเสริฐ (2542 : 48-54) กล่าวว่า การวิจัยและพัฒนาสามารถดำเนินการตามขั้นตอนซ้ำๆ กันหลายรอบได้เพื่อปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพพัฒนาระบบและวิธีทำงาน (System and Procedures) และเทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research Based Development) สำหรับการพัฒนาสิ่งที่ต้องการ

สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม (2540 : 18) ได้ให้ความหมายของการวิจัยและพัฒนาว่าเป็นการพัฒนารูปแบบหนึ่งที่ใช้การวิจัยเป็นเครื่องมือ หรือเป็นวิถีทางกลยุทธ์ในการดำเนินงาน ทั้งนี้เพราะเชื่อว่าการพัฒนาจะเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสม ถ้าใช้ข้อมูลที่มีคุณภาพเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจรวมทั้งเชื่อว่าการพัฒนาจะเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวา หากนักพัฒนาใช้กระบวนการวิจัยในการพัฒนางาน เพราะจะทำให้

นักพัฒนาเห็นภาพของงานโดยตลอดอย่างชัดเจน และนักพัฒนาจะมั่นใจในทิศทางและลักษณะการพัฒนาที่ดำเนินการไปแต่ละขั้นว่าจะตรงเป้าหมาย

จรรยา สุวรรณทัต (2537 : 1-10) ได้กล่าวถึงการวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ในทางสังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ใช้ในการพัฒนาและตรวจสอบความเที่ยงของผลิตผลในด้านสังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ซึ่งครอบคลุมหลายสาขาวิชา เช่น การศึกษาและจิตวิทยา

วรรณี โสมประยูร (2546:10-14) ได้ให้ความหมายของการวิจัยและพัฒนาออกเป็น 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 ให้เป็นชื่อของหน่วยงาน สำนักงาน ศูนย์ หรือสถาบันที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องเรื่องงานการวิจัยหลาย ๆ ประเภท โดยมุ่งที่จะนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนากิจกรรมงานต่าง ๆ ที่วงการประชาสังคมนั้น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือบางแห่งก็จัดเป็นโครงการเฉพาะกิจเพื่องานวิจัยอย่างใดอย่างหนึ่ง

แบบที่ 2 ใช้เป็นชื่อของงานวิจัยใด ๆ ก็ตามที่ผู้วิจัยเรียกชื่อหรือระบุว่าเป็นการวิจัยและพัฒนา โดยมุ่งหมายเฉพาะเจาะจงว่าจะนำผลการวิจัยที่ได้ไปพัฒนา หรือแก้ไขปัญหาของงานที่กำลังดำเนินการอยู่เป็นประจำ เช่น การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน การวิจัยเชิงปฏิบัติการระดับโรงเรียน รวมทั้งอาจจะมีการวิจัยประยุกต์อีกหลายรูปแบบที่มีการอธิบายนำว่า ในการวิจัยครั้งนั้นเป็นการวิจัยและพัฒนา

แบบที่ 3 ใช้เป็นชื่อประเภทของการวิจัย ที่มีลักษณะหรือรูปแบบโดยเฉพาะที่แตกต่างไปจากการวิจัยประเภทอื่น ๆ ที่นำผลวิจัยหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่เดิมมาต่อยอดด้วยการใช้ผลวิจัย เป็นทิศทางของการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีศักยภาพสูงยิ่งขึ้น แล้วทำการเผยแพร่และขยายผลให้เป็นที่ยอมรับและเกิดประโยชน์แก่สังคมอย่างกว้างขวางต่อไป

จากความหมายของการวิจัยและพัฒนาทั้ง 3 แบบนี้ การวิจัยและพัฒนาจึงเป็นการวิจัยที่นำองค์ความรู้เดิมจากผลการวิจัยประเภทต่าง ๆ หรือนำสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วไปพัฒนาต่อยอดอย่างต่อเนื่องทั้งในกระบวนการวิจัย และกระบวนการพัฒนาที่เชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นชุดโครงการวิจัย ที่มีหลายโครงการวิจัยย่อยอย่างสมบูรณ์ เพื่อเป็นการต่อยอดของเดิมให้เพิ่มผลผลิตที่มีคุณค่าสูงส่งเด่นชัด อันเป็นที่เชื่อถือหรือยอมรับทางวิชาการ และเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในสังคมได้อย่างแท้จริง กล่าวคือ มีจุดเน้นที่สำคัญอย่างน้อย 3 ประการคือ การต่อยอดของเดิม การยอมรับและประโยชน์ที่สังคมพึงได้รับ

Gall and Gall (1996 : 227) ได้ให้ความหมายของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาไว้ว่าเป็นการวิจัย และกระบวนการพัฒนา โดยใช้วิจัยเครื่องมือ หรือกลยุทธ์ในการหาความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบเพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือใช้ในการพัฒนาเพื่อให้ได้นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ องค์ความรู้ที่มีศักยภาพมีมาตรฐานเกิดประโยชน์แก่สังคมอย่างกว้างขวาง

จากการศึกษานิยามความหมายการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายได้ว่าการวิจัยและพัฒนาหมายถึง กระบวนการแสวงหาความรู้ใหม่ เพื่อใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและพัฒนาเพื่อให้ได้นวัตกรรมใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ใช้กระบวนการอย่างเป็นระบบให้ได้มาซึ่งการค้นพบใหม่ และยืนยันข้อค้นพบนั้นเป็นการพัฒนารูปแบบที่ใช้การวิจัยเป็นเครื่องมือเป็นวิถีทางกลยุทธ์ในการดำเนินงานได้เป็นอย่างดี

1.2 ลักษณะความสำคัญ และประโยชน์ของการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนานั้นปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทในสาขาวิชาต่าง ๆ เป็นที่แพร่หลายทั่วไป การวิจัยประเภทนี้มีความสำคัญ ความจำเป็นและมีประโยชน์ ดังนี้

อุทัย บุญประเสริฐ (2542 : 48-54) ได้กล่าวถึงบทบาทสำคัญของการวิจัยและพัฒนาว่า เกิดจากความต้องการสิ่งใหม่ ประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ ๆ และนวัตกรรมสำหรับการแก้ปัญหาและพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพราะต้องการผลิตภัณฑ์ใหม่ ระบบงานและกระบวนการดำเนินงาน เทคโนโลยีขั้นสูงที่ก้าวหน้าที่มีประสิทธิภาพสูงออกสู่ผู้ใช้ที่เหมาะสมสำหรับงานแต่ละเรื่อง และการวิจัยและพัฒนาเป็นการวิจัยที่มุ่งเน้นอยู่กับการแสวงหาผลิตภัณฑ์ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ กระบวนการใหม่ รูปแบบ ระบบและวิธีทำงานใหม่ และสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐานสำหรับการพัฒนาสิ่งที่ต้องการเหล่านั้น การวิจัยและพัฒนาจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นและมีบทบาทสำคัญ

วรรณี โสมประยูร (2546 : 10-14) ได้กล่าวถึงบทบาทสำคัญของการวิจัยและพัฒนาว่า เกิดจากความต้องการสิ่งใหม่ ประดิษฐ์กรรมใหม่ ๆ และนวัตกรรมสำหรับการแก้ปัญหาและพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพราะต้องการผลิตภัณฑ์ใหม่ ระบบงานและกระบวนการดำเนินงานเทคโนโลยีขั้นสูงที่ก้าวหน้าที่มีประสิทธิภาพสูงออกสู่ผู้ใช้ที่เหมาะสมสำหรับงานแต่ละเรื่อง และการวิจัยและพัฒนาเป็นการวิจัยที่มุ่งเน้นอยู่กับการแสวงหาผลิตภัณฑ์ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ กระบวนการใหม่ รูปแบบ ระบบและวิธีทำงานใหม่ และการสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐานสำหรับการพัฒนาสิ่งที่ต้องการเหล่านั้น การวิจัยและพัฒนาจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นและมีบทบาทสำคัญ

วรรณี โสมประยูร (2546 : 10-14) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

1. เป็นการนำผลวิจัยเดิมหรือสิ่งประดิษฐ์เดิมมาสร้างใหม่แล้วพัฒนาหรือต่อยอด เพื่อเพิ่มศักยภาพให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติอย่างแท้จริงกล่าวคือ “วิจัยพัฒนา และพัฒนาโดยใช้วิจัย” การวิจัยจึงเปรียบเสมือนหนึ่งเป็นหัวใจของการพัฒนา

2. เป็นการศึกษาค้นคว้าทดลองและตรวจสอบเพิ่มเติมของเดิมให้สมบูรณ์และเป็นไปอย่างครบวงจรด้วยการจัดกระทำซ้ำ ๆ หลายครั้ง รวมทั้งสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้แล้วนำผลมาปรับปรุงเป็นระยะ ๆ จนกระทั่งเกิดความเชื่อมั่นและแน่ใจในผลผลิตขั้นสุดท้าย

3. เป็นการนำกระบวนการวิจัยต่าง ๆ จากทั้งประเภทการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพมาใช้ในโครงการวิจัยและโครงการพัฒนา โดยจัดแบ่งให้มีโครงการวิจัยย่อยหรือโปรแกรมการวิจัยจำนวนมากเพื่อเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นชุดโครงการวิจัย

4. มุ่งพัฒนาความรู้ความสามารถหรือทักษะทางวิชาการ ทั้งทางด้านการวิจัยการพัฒนาและการปฏิบัติหน้าที่ในงานประจำให้แก่ทีมผู้ร่วมดำเนินการวิจัย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการยอมรับผลผลิตและเผยแพร่หรือขยายผลต่อไปด้วยพร้อม ๆ กัน

5. สามารถยืดหยุ่นหรือปรับเปลี่ยนทั้งกระบวนการวิจัย และกระบวนการพัฒนาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ที่ใช้ผลการวิจัยได้เสมอ เนื่องจาการวิจัยและพัฒนามุ่งที่ผู้ใช้ผลผลิตเป็นเป้าหมายสำคัญที่สุด

6. ในระหว่างที่กำลังดำเนินงานวิจัยและพัฒนาอยู่นั้น จำเป็นต้องเปิดโอกาสให้ผู้ร่วมผลิตและ/หรือผู้ใช้ผลผลิตจากภาครัฐและเอกชนทั่วไป ได้มีส่วนร่วมดำเนินการด้วยเช่น ร่วมลงทุนในการผลิต

สนับสนุนในด้านงบประมาณ รวมทั้งช่วยเหลือให้บริการความสะดวกต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการยอมรับในความสำคัญของผลิตผลิต และเป็นการเผยแพร่ผลวิจัยไปด้วยตัว

7. ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาจะต้องเป็นช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกันยาวนานมากพอที่จะทำให้เกิดผลผลิตที่ได้มาตรฐานตามความต้องการของสังคม เช่น อาจจะต้องใช้ระยะเวลานานหลายปี โดยอาจจะต้องมีโครงการระยะสั้นและโครงการระยะยาวประกอบเข้าด้วยกันให้ครบวงจร

8. การเผยแพร่และการขยายผลของผลผลิตที่ได้จากการวิจัยและพัฒนา ควรจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง ทั้งในขณะกำลังดำเนินการวิจัยอยู่และหลังจากการวิจัยได้เสร็จสิ้นลงทั้งหมดหรือบางส่วนก็ตาม เพื่อให้ผลผลิตไปสู่ผู้ใช้อย่างกว้างขวางและเป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง

9. เนื่องจากผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาอาจจะมีมูลค่าสูง และมีการถือครองลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตรได้ ผู้วิจัยจึงควรจะได้มีการจดทะเบียนเพื่อคุ้มครองสิทธิบัตรให้เป็นไปตามระเบียบและเงื่อนไขของพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์และพระราชบัญญัติสิทธิบัตร ทั้งภายในประเทศและนานาชาติ

ธเนศ ขำเกิด (2542:13-17) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการวิจัยและพัฒนาไว้ว่า การบริหารหรือการทำงานใด ๆ ที่มุ่งแก้ปัญหาหรือพัฒนาให้เกิดคุณภาพนั้น เมื่อผู้บริหารหรือผู้ปฏิบัติงานค้นพบปัญหาและเกิดความตระหนักในปัญหาก็จะคิดค้นรูปแบบสื่อ หรือรูปแบบการพัฒนาที่มักเรียกว่า “นวัตกรรม” เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานดังกล่าว โดยที่รูปแบบสื่อหรือรูปแบบการพัฒนาที่คิดขึ้นจะต้องมีเหตุผลหลักการหรือทฤษฎีรองรับ ทั้งนี้อาจเลือกใช้วิธีการปรับปรุงในสิ่งที่ผู้อื่นได้ศึกษาหรือเคยใช้ได้ผลในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเช่นเดียวกันมาก่อน หรืออาจคิดวิธีการขึ้นใหม่ก็ได้ แต่การกระทำให้รู้หรือมั่นใจได้ว่าวิธีการที่คิดค้นขึ้นนั้นดีหรือไม่จึงจำเป็นต้องนำมาทดลองจริง มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพิสูจน์ว่าสามารถแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้ ถ้าไม่ประสบผลสำเร็จก็มีร่องรอยให้เห็นถึงการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนได้ผลดี และสามารถนำไปเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้ทราบหรือนำไปใช้ได้ต่อไป

กระบวนการวิจัยและพัฒนามีความสำคัญและจำเป็นในการพัฒนาสิ่งใหม่ หรือต่อยอดจากสิ่งเดิมสำหรับการแก้ปัญหา พัฒนาผลผลิต รวมถึงกระบวนการดำเนินการเป็นการผสมผสานด้วยวิธีวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยใช้หลักการ ทฤษฎีรองรับเป็นการพัฒนาทั้งความรู้และทักษะของนักวิจัย ผลที่ได้จากการวิจัยและพัฒนานี้ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการนำผลไปใช้และเผยแพร่ความรู้ต่อไป

จากการนิยามความหมายลักษณะความสำคัญ และประโยชน์ของการวิจัยและพัฒนาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความหมายได้ว่าเกิดจากความต้องการสิ่งใหม่ ประดิษฐ์กรรมใหม่ ๆ และนวัตกรรมสำหรับการแก้ปัญหาและพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพราะต้องการผลิตภัณฑ์ใหม่ มีระบบงานและกระบวนการดำเนินงาน เทคโนโลยีขั้นสูงที่ก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพสูงออกสู่ผู้ใช้ที่เหมาะสมสำหรับงานมุ่งแก้ปัญหาหรือพัฒนาให้เกิดคุณภาพ การนำผลวิจัยเดิมหรือสิ่งประดิษฐ์เดิมมาสร้างใหม่ แล้วพัฒนาหรือต่อยอดมีเหตุผลหลักการหรือทฤษฎีรองรับ ใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐานยอมรับผลผลิตและเผยแพร่หรือขยายผลเป็นการศึกษาค้นคว้าทดลอง และตรวจสอบนำกระบวนการวิจัยต่าง ๆ เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ยืดหยุ่นหรือปรับเปลี่ยนทั้งกระบวนการวิจัยและกระบวนการพัฒนาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการ เปิดโอกาสให้ผู้ร่วมผลิตและหรือผู้ใช้ผลผลิตได้มีส่วนร่วมดำเนินการ ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาจะต้องเป็นช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน ผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาสามารถนำไปจดสิทธิบัตรได้

1.3 กระบวนการ ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยและพัฒนา

กระบวนการและขั้นตอนในการวิจัยและพัฒนานั้นได้มีนักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญได้เสนอไว้หลายลักษณะ ดังต่อไปนี้

สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม (2540:18) ได้เสนอลำดับขั้นของการวิจัยและพัฒนาไว้ 4 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2-1 ลำดับขั้นของการวิจัยและพัฒนา

ตารางที่ 2-1 ลำดับขั้นของการวิจัยและพัฒนา

ขั้นตอนการพัฒนา	การใช้วิจัยเป็นเครื่องมือ
D_1 กำหนดเป้าหมายในการพัฒนา	R_1 การวิจัยเอกสาร R_2 สำรวจ
D_2 ประเมินสภาวะเริ่มต้น	R_3 ประเมิน baseline
D_3 วางกระบวนการดำเนินการและปรับปรุงพัฒนาไปเรื่อย ๆ	R_4 วิจัยเอกสาร/สำรวจ R_5 ทดลอง 1 R_6 ทดลอง 2
D_4 ถึงเป้าหมาย	R_7 ทดลอง 3 R_8 ประเมินสภาวะสิ้นสุด

จากตารางที่ 2-1 สรุปได้ว่า ลำดับขั้นของการวิจัยและพัฒนานั้นเริ่มจากการกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาด้วยวิธีการวิจัยเอกสารและการสำรวจ จากนั้นมีการประเมินสภาวะเริ่มต้น แล้ววางแผนกระบวนการดำเนินการและปรับปรุงพัฒนา ด้วยวิธีการวิจัยเอกสาร สำรวจอีกครั้ง พร้อมทั้งมีการดำเนินการทดลอง จนกระทั่งบรรลุถึงเป้าหมายด้วยการทดลองอีกครั้งและประเมินสภาวะสิ้นสุด

จรรยา สุวรรณทัต (2537:1-10) ได้เสนอขั้นตอนสำคัญในวัฏจักรของการวิจัยและการพัฒนาทางสังคมพฤติกรรมศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การรวบรวมการวิจัยและข้อมูล เป็นการรวบการทบทวนวรรณกรรมการวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสังเกตภายในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. การเตรียมการ รวมทั้งให้คำนิยมทักษะการระบุวัตถุประสงค์ การกำหนดลำดับขั้นตอน และการทดสอบความเป็นไปได้ในสเกลเล็ก ๆ

3. การพัฒนาผลิตผลในรูปแบบขั้นต้น ขั้นนี้จะรวมการเตรียมวัสดุอุปกรณ์หรือเนื้อหาในเชิงการสอนหรือการถ่ายทอด คู่มือและเครื่องมือประเมิน

4. การทดสอบขั้นต้น โดยรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตและแบบสอบถาม

5. การปรับปรุงผลิตผลในด้านสำคัญ ๆ โดยอาศัยการเสนอแนะจากผลที่ได้จากการทดลองภาคสนาม

6. การทดสอบภาคสนามขั้นสำคัญ ๆ โดยอาศัยการเสนอแนะจากผลที่ได้จากการทดลองภาคสนาม

7. การปรับปรุงผลิตผลในขั้นนำไปใช้ แก้ไขปรับปรุงโดยอาศัยผลที่ได้รับจากการทดลองภาคสนามขั้นสำคัญ

8. การทดลองภาคสนามเพื่อการปฏิบัติเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสังเกตและแบบสอบถาม

9. การปรับปรุงผลิตผลขั้นสุดท้ายปรับปรุงผลิตผลโดยใช้ผลจากเสนอแนะในขั้นที่ 8

10. การเผยแพร่และการจำหน่ายจ่ายแจก โดยรายงานเกี่ยวกับผลิตผลให้แก่ที่ประชุมวิชาการและวิชาชีพ และนำรายงานลงในวารสาร ทำงานกับสำนักพิมพ์เพื่อการจำหน่ายเชิงพาณิชย์ และมีการควบคุมเพื่อให้เกิดคุณภาพจากลำดับขั้นตอนทั้ง 10 นี้จะสามารถให้ผลผลิตที่มีคุณภาพซึ่งวางอยู่บนพื้นฐานของการวิจัยได้

อุทัย บุญประเสริฐ (2542:48-54) ได้กล่าวถึงขั้นตอนกระบวนการในการวิจัยและพัฒนาโดยต้นแบบมาจากการวิจัยเชิงทดลองประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. การศึกษาวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน (Situaiton Analysis) และกำหนดเป้าหมายหรือลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (Product Desired)

2. การออกแบบต้นแบบ (Prototype Design) หรือระบบในขั้นต้น (System Desing)

3. การทดสอบต้นแบบในขั้นทดลองใช้ (Trial Test) หรือในการทดลองแบบนำร่อง (Pilot Test)

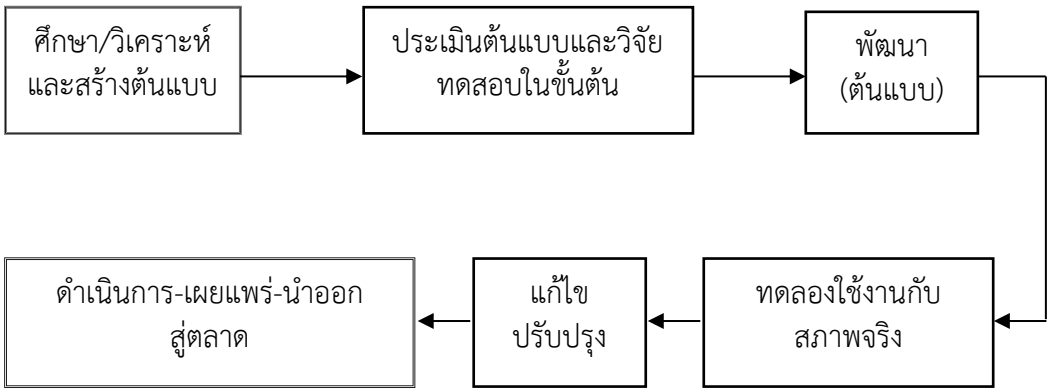
4. การปรับปรุงต้นแบบหรือพัฒนาระบบจากผลการทดลอง (Product หรือ System Improvement)

5. การทดสอบภาคสนามหรือทดสอบระบบ (Field Test หรือ System Improvement)

6. ปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น (Improvement)

7. ดำเนินการผลิตและเผยแพร่ หรือนำออกสู่ตลาด

จากกระบวนการดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-1 ดังนี้



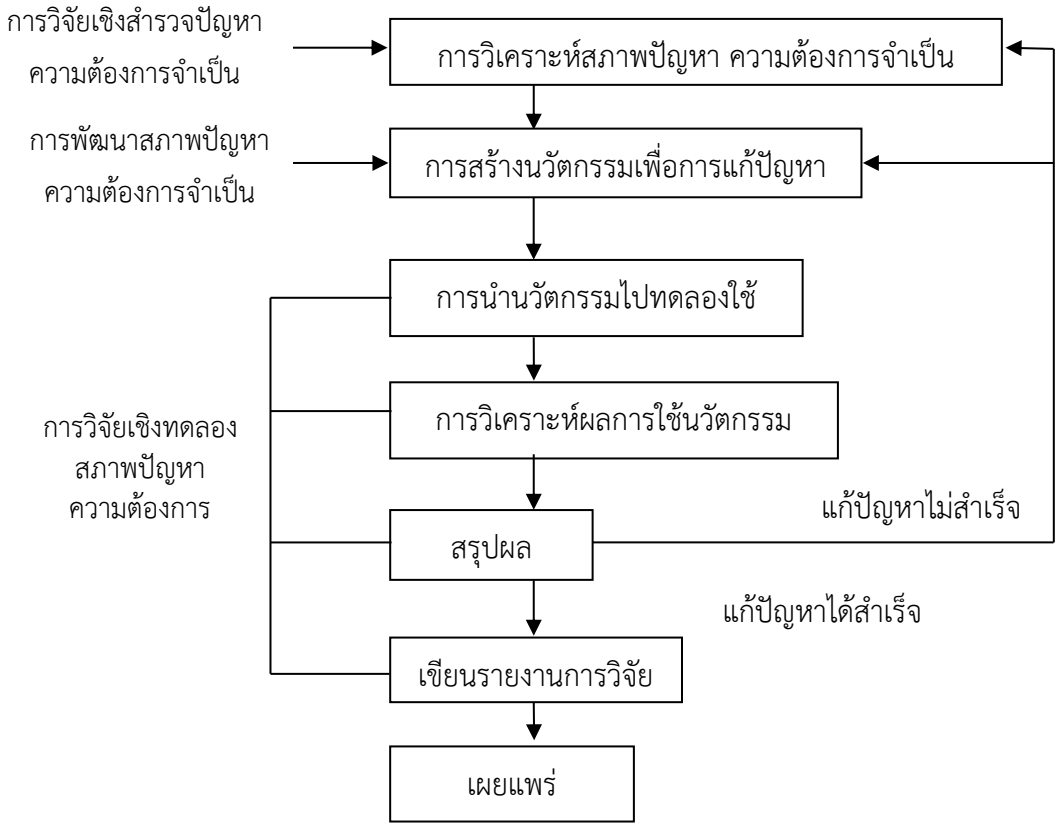
แผนภูมิที่ 2-1 แสดงขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนา
(ที่มา : อุทัย บุญประเสริฐ, 2542:48-54)

วรรณี โสมประยูร (2546 : 10-14) ได้กล่าวถึงกระบวนการวิจัยและพัฒนาไว้ว่า เป็นกระบวนการพัฒนาที่มีขอบเขตค่อนข้างกว้าง สมบูรณ์แบบและครบวงจร รวมทั้งจะต้องมีการทดลอง ทดสอบ ตรวจสอบทดลองซ้ำ ประเมินผล และติดตามผลทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติที่แน่นอนและเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง

เมื่อถึงช่วงกำลังดำเนินการวิจัยอยู่และหรือเมื่อได้ผลสรุปของการวิจัยออกมาแล้ว ผู้วิจัยมักจะต้องเสริมหรือต่อยอดการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ด้วยการเผยแพร่หรือขยายผลไปสู่ผู้ใช้ (Dissemination) เพื่อให้ผลการวิจัยเป็นที่ยอมรับ รวมทั้งเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้หรือสังคมอย่างแท้จริง

จากขั้นตอนของกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่นำเสนอมาในรูปแบบต่าง ๆ นี้ จะเห็นได้ว่าการวิจัยและพัฒนามีขั้นตอนหลักอยู่ 6 ขั้นตอน คือ การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ การศึกษาสภาพและประเมินความต้องการจำเป็น การสร้างและพัฒนานวัตกรรม การดำเนินการทดลอง ทดสอบ การปรับปรุง/ดำเนินการซ้ำ การประเมินผล การเผยแพร่อาจดำเนินการซ้ำไปเรื่อย ๆ เพื่อให้ผลการพัฒนามีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2555: 66-67) ได้กล่าวถึงกระบวนการวิจัยและพัฒนาไว้ว่า การวิจัยและพัฒนา เป็นการนำเอากระบวนการวิจัยที่มีขั้นตอนที่เป็นระบบโดยเริ่มต้นด้วยการวิจัยเชิงสำรวจ เมื่อทราบข้อค้นพบสภาพปัญหา แล้วยังสามารถจัดทำนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาและทำการวิจัยด้วยกระบวนการวิจัยเชิงทดลอง เมื่อแก้ปัญหาไม่สำเร็จยังสามารถปรับปรุงนวัตกรรมแล้วทดลองใหม่จนแก้ปัญหาได้สำเร็จแล้วเผยแพร่ นั้นคือลักษณะของการวิจัยและพัฒนา โดยสรุปได้ดังภาพที่ 2-2 นี้



แผนภูมิที่ 2-2 แสดงรูปแบบการวิจัยและพัฒนา
(ที่มา : ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2555: 66-67)

กล่าวได้ว่ากระบวนการวิจัยและพัฒนาที่นำเสนอมาในรูปแบบต่าง ๆ เป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง มีการสะท้อนผลการวิจัยจากข้อค้นพบในวัตถุประสงค์การวิจัยต่าง ๆ ทำให้สามารถ

นำไปสู่กระบวนการสร้างและพัฒนานวัตกรรม ยังสามารถปรับแก้นวัตกรรมให้มีคุณภาพ และนำไปสู่การพัฒนามาตรฐานการผลิตในด้านต่างๆ เช่น ด้านคุณภาพการจัดทำสิ่งประดิษฐ์อย่างมีคุณค่า

Borg and Gall (1979:662-670) ได้เสนอการวิจัยและพัฒนาการสอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางประกอบไปด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดจุดมุ่งหมาย สำรวจความพร้อมและประเมินความต้องการจำเป็น (Assess Needs to Identify Goal(s))

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์กระบวนการเรียนการเสนอ (Conduct Instructional Analysis)

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ผู้เรียนและบริบท (Analyze Learners and Contexts)

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (write Performance Objectives)

ขั้นตอนที่ 5 พัฒนาเครื่องมือในการประเมินผล (Develop Assessment Instruments)

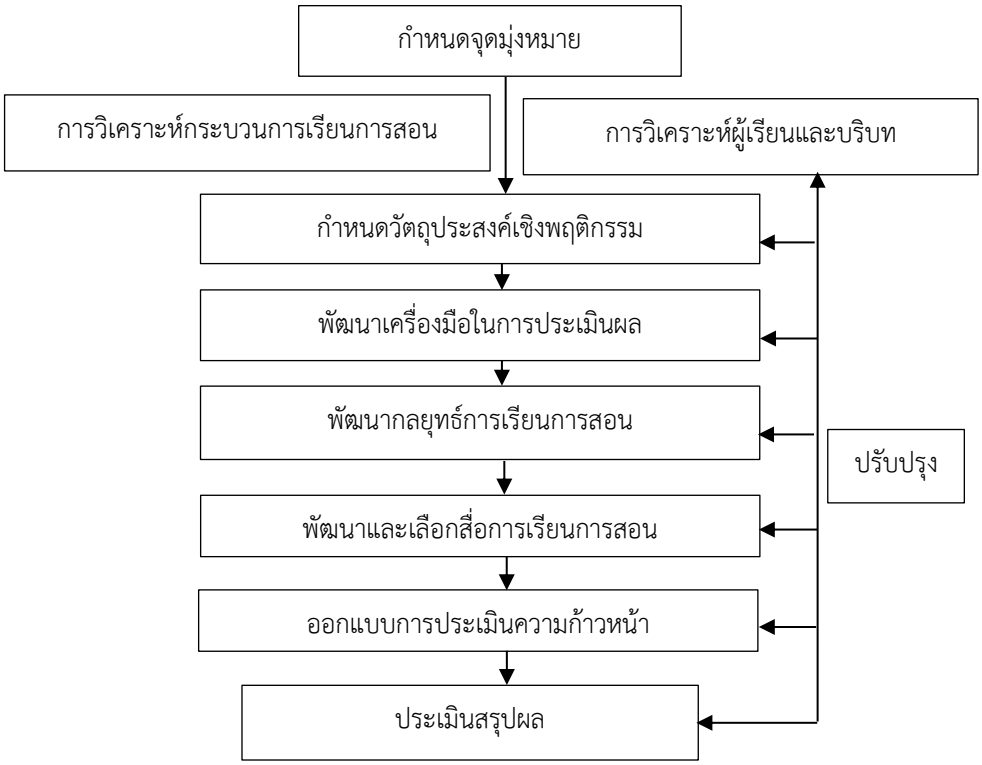
ขั้นตอนที่ 6 พัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอน (Develop Instructional Strategy)

ขั้นตอนที่ 7 พัฒนาและเลือกสื่อการเรียนการสอน (Develop and Select Instructional Materials)

ขั้นตอนที่ 8 ออกแบบและประเมินความก้าวหน้า (Design and Conduct the Formative Evaluation of Instruction)

ขั้นตอนที่ 9 ปรับปรุงการเรียนการสอน (Revise Instruction)

ขั้นตอนที่ 10 ประเมินสรุปผล (Design and Conduct Summative Evaluation) ทั้ง 10 ขั้นตอน ดังนี้



แผนภูมิที่ 2-3 แสดงการวิจัยและพัฒนาการสอนอย่างเป็นระบบ
(ที่มา : Borg and Gall, 1979: 662)

จากการสังเคราะห์กระบวนการขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยและพัฒนาพบว่า ในแต่ละกระบวนการและขั้นตอนจะต้องมีการศึกษาวิเคราะห์สภาพปัจจุบันประเมินสภาวะเริ่มต้น การกำหนดเป้าหมายระบุวัตถุประสงค์ วางแผนกระบวนการดำเนินการและปรับปรุงพัฒนาด้วยวิธีการวิจัยเอกสาร สำรวจการรวบรวมการวิจัยและข้อมูล พัฒนาเครื่องมือในการประเมินผล เลือกสื่อนวัตกรรมที่เหมาะสม กำหนดลำดับขั้นตอนและการทดสอบ การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ดำเนินการทดลอง การทดสอบต้นแบบ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ปรับปรุงผลิตผลการปรับปรุงต้นแบบ ทดสอบภาคสนาม การทดลองภาคสนามเพื่อการปฏิบัติ การปรับปรุงผลิตผลขั้นสุดท้าย ประเมินสภาวะสิ้นสุด ดำเนินการผลิตและเผยแพร่

สรุปได้ว่ากระบวนการวิจัยและพัฒนา ไม่ว่าจะเป็นวิธีการของนักวิชาการท่านใดดังได้กล่าวมาแล้วนั้น หากผู้ทำวิจัยดำเนินการตามกระบวนการแนวคิดของนักวิชาการนั้น ๆ ก็จะสามารถปฏิบัติการวิจัยได้บรรลุผล ซึ่งกระบวนการวิจัยและพัฒนาจะเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องเริ่มจากการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหา แนวทางในการแก้ปัญหา การทดลองและพัฒนา การประเมินผลและการสรุปผล มีการสะท้อนผลการวิจัยจากข้อค้นพบในวัตถุประสงค์การวิจัยต่าง ๆ ทำให้สามารถนำไปสู่กระบวนการสร้างและพัฒนานวัตกรรม และยังสามารถปรับแก้นวัตกรรมให้มีคุณภาพและนำไปสู่การพัฒนามาตรฐานการผลิตในด้านต่าง ๆ ได้เช่น ด้านการพัฒนาคุณภาพ ด้านการสร้างและพัฒนานวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น

ตอนที่ 2 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

2.1 ความเป็นมาของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1944 โดย Kurt Lewin (วิชัย วงษ์ใหญ่ 2537: 11 และยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537 ก : 11-12)

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2546: 12-13) กล่าวถึงการวิจัยปฏิบัติการว่า มีจุดกำเนิดจากการแสวงหาแนวทางแก้ไขปัญหาทางสังคมของ Kurk Lewin ต่อมาได้มีการนำกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการไปประยุกต์ใช้กับวงจรต่าง ๆ ของการศึกษา ต่อมา Stephen M Corey ได้นำเอาวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในลักษณะการปรังปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอนในช่วงทศวรรษ 1970 ประเทศอังกฤษและออสเตรเลียได้นำเอาวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนระดับโรงเรียน เปลี่ยนบทบาทครูผู้สอนเป็นครูในฐานะนักวิจัย และในปี ค.ศ. 1972-1975 Elliott and Adelman ได้นำการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้กับการดำเนินตามโครงการสอน Ford Teaching Project เป็นโครงการที่ประกอบด้วยครูจากโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา จำนวน 40 คน ทำการตรวจสอบผลปฏิบัติงานของตนเองโดยผ่านกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ ซึ่งมีจุดเน้นเพื่อช่วยให้ครูได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน แล้วนำผลงานปฏิบัติการมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์กันคนอื่น ๆ โดยใช้วิธีการติดตามผลการการกระทำที่เกิดจากช่องว่างระหว่างความคาดหวังกับการปฏิบัติงานครู

ต่อมาในประเทศออสเตรเลีย Kemmis and McTaggart ได้กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นส่วนสำคัญต่อการปรับปรุงโรงเรียนและการวิจัยการศึกษา โดยมีสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ ความก้าวหน้าเกี่ยวกับการตรวจสอบ และการพัฒนาการเรียนรู้ระดับโรงเรียนและความตระหนักทางด้านวิชาชีพเพิ่มขึ้นระหว่างผู้แสวงหาวิธีการใหม่ ๆ ในการทำงานและการทำความเข้าใจงานซึ่ง Kemmis and McTaggart ได้พัฒนากระบวนการวิจัยปฏิบัติการทางการศึกษาจากแนวคิด

พื้นฐานของ Lewin มาใช้กำหนดขั้นตอนของการวิจัยให้อยู่บันไดเวียน (Action Research Spirals) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต การสะท้อนกลับ

2.2 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้น นักการศึกษาหรือนักวิจัยแต่ละท่านอาจจะเรียกแตกต่างกัน เช่น การวิจัยในชั้นเรียน การวิจัยเชิงปฏิบัติการ การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน การวิจัยของครู การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้า การวิจัยเพื่อพัฒนางาน การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน โดยมีผู้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ ดังนี้

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2545: 33) ได้ให้ความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การศึกษาค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหา ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง เพื่อพัฒนาคุณภาพของงานที่ตนกำลังปฏิบัติอยู่ และขณะเดียวกันสร้างความเข้าใจถึงสภาพปัญหาและกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยผ่านกระบวนการของวงจรบันไดเวียน ข้อมูลที่รวบรวมได้ระหว่างดำเนินงานเป็นฐานของการปรับแก้ไขในขั้นถัดไป

Kemmis & Mc Taggart (1988, อ้างถึงในคงศักดิ์ ธาตุทอง 2542: 41) ได้อธิบายความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการรวบรวมปัญหาหรือคำถามจากการสะท้อนการปฏิบัติการของผู้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการในสังคมใดสังคมหนึ่ง เพื่อต้องการที่จะพัฒนาหลักการ เหตุผล และวิธีการปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้รูปแบบหรือแนวทางไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานนั้น

คงศักดิ์ ธาตุทอง (2542: 40) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า

1. เป็นการวิจัยอย่างมีระบบ เกี่ยวข้องกับความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสะท้อนที่ได้อย่างมีพินิจพิเคราะห์ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องจนเป็นที่พอใจของผู้วิจัย

2. เป็นการค้นหาปัญหาเพื่อการปรับปรุงและทำความเข้าใจปัญหาด้วยการกระทำและเรียนรู้จากผลการกระทำนั้น ๆ

3. เป็นการทำวิจัยในงานของผู้วิจัยและงานที่กลุ่มวิจัยเป็นการทำงานของกลุ่มที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยพัฒนางานของผู้วิจัยไปพร้อม ๆ กัน และช่วยกระตุ้นให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างมีจุดหมาย

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการใช้แนวคิดทางสังคมศาสตร์ เกี่ยวข้องกับบุคคลและการพัฒนาให้ดีขึ้นจะเป็นระบบที่หมุนไปเรื่อย ๆ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ตัวผู้ทำวิจัยเองและสถานการณ์แวดล้อม

ประวิต เอราวรรณ์ (2542: 3) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ผู้ปฏิบัติงานมุ่งศึกษาทำความเข้าใจในงานหรือกิจกรรมในหน้าที่เพื่อค้นหาวิธีการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนางานหรือกิจกรรม และการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการศึกษาค้นคว้าของครู ซึ่งจัดว่าเป็นผู้ปฏิบัติงานในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือพฤติกรรมของนักศึกษาและคิดวิเคราะห์เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2544: 6) ได้ให้ความหมายของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยที่ทำโดยครูในชั้นเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหา

ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน มีการดำเนินการที่มีแผนชัดเจนกระทำอย่างรวดเร็ว สามารถนำผลมาใช้ได้ทันที ในระหว่างการทำวิจัยจะมีการสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ซึ่งผลที่ได้นั้นจะนำมาปรับปรุงการเรียนรู้ โดยมีจุดเน้นเป็นประโยชน์ต่อตัวนักศึกษามากที่สุด กระบวนการทำวิจัยในชั้นเรียนจะมีการทำอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการ

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2546: 4) กล่าวถึงความหมายของวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการศึกษารวบรวมหรือแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันจะไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งในประสิทธิภาพและประสิทธิผล การปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ วิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานในสาขาต่าง ๆ เช่น การศึกษา สังคมวิทยา

สรุปได้ว่าความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหาโดยผ่านการวางแผนและการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ มุ่งเน้นเอาผลที่ได้มาใช้แก้ปัญหาบางประการที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน โดยหาสาเหตุเพื่อให้มีความเข้าใจในเหตุการณ์ต่าง ๆ และดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่อ ๆ ไป เป็นวงจรต่อเนื่องกันโดยผู้วิจัยคือผู้ปฏิบัติงานจริงหรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น

2.3 จุดมุ่งหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537: 13) กล่าวไว้ว่าจุดมุ่งหมายสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือมีความมุ่งหมายที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานประจำให้ดีขึ้นโดยนำงานที่ปฏิบัติอยู่มาวิเคราะห์สาระสำคัญของสาเหตุที่เป็นปัญหา อันเป็นเหตุให้งานที่ปฏิบัตินั้นไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จากนั้นจะใช้แนวคิดทางทฤษฎีและประสบการณ์การปฏิบัติที่ผ่านมาเสาะหาข้อมูลและวิธีการที่คาดว่าจะแก้ปัญหาได้ แล้วนำวิธีการดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่างเพราะกลุ่มตัวอย่างคือ ประชากรของเรื่องที่ศึกษาและเป็นหน่วยงานหรือห้องเรียนซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่นักและประการสำคัญการวิจัยชนิดนี้ไม่ต้องการผลที่ไปสรุปอ้างอิง (Generalization) ถึงกลุ่มอื่น ๆ ด้วย

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2546: 5) กล่าวว่า การนำวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้กับการเรียนรู้มีจุดประสงค์ที่สำคัญคือ เพื่อให้ครูได้ปรับเปลี่ยนบทบาทของตนเองจากการเป็นผู้บริโภคงานวิจัยไปเป็นผู้ทำการวิจัยด้วยตนเอง และเพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2536: 11-15) เสนอกรอบแสดงลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา (Action Research in Education) ดังนี้

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and Collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกัน ในทุกกระบวนการของการวิจัย ทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติ ตลอดจนการวางนโยบายการวิจัย

2. เน้นการปฏิบัติการ (Action Orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) การวิเคราะห์การปฏิบัติการอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผล เพื่อการปรับแผนการปฏิบัติการ

4. ใช้วงจรการปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & Mc Taggart คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกตและการสะท้อนการปฏิบัติการ ตลอดจนการปรับปรุงแผนเพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไป จนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติงานพึงพอใจและได้ข้อเสนอเชิงทฤษฎีเพื่อเผยแพร่ต่อไป

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล (2543: 28) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. เป็นการวิจัยที่เรียกว่า“Self-Reflective Inquiry” กล่าวคือ ไม่ใช่มุ่งพัฒนาความรู้ใหม่แต่จุดเน้นอยู่ที่การมองสะท้อนกลับสภาพการณ์หรือปัญหาที่ตนเผชิญอยู่ เช่น ปัญหาที่ครูพบในการสอน ซึ่งเป็นปัญหาใกล้ตัวไม่ใช่ปัญหาที่เริ่มจากภายนอก

2. เป็นการวิจัยที่ดำเนินการโดยผู้มีส่วนร่วมโดยตรงในหน่วยงานหรือองค์กรนั้น เช่น ในกรณีของโรงเรียนจะเป็นการวิจัยโดยครูในโรงเรียนนั้น และถ้าจะให้ดีที่สุดควรจะเป็นการวิจัยร่วมกันของบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Collaborative/Participatory Research) ในกรณีการวิจัยในชั้นเรียนอาจจะเป็นการวิจัยร่วมกันระหว่างครู และนักวิจัยสนับสนุนภายนอกด้วยก็ได้

3. เป็นการวิจัยเพื่อหวังผลในการปรับปรุง/พัฒนาวิธีการปฏิบัติในหน่วยงานหรือองค์กรนั้น ๆ โดยตรง ในกรณีการวิจัยในชั้นเรียนนั้นจะเป็นการดำเนินการเพื่อปรับปรุงหลักสูตรโครงการหรือการเรียนการสอนของครูผู้ดำเนินการวิจัยนั้น ซึ่งเป็นการมุ่งผลในการปฏิบัติอย่างแท้จริง เพื่อการพัฒนาตามแนวทางใดแนวทางหนึ่งคือ การปรับวิธีการเดิมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น หรือการเปลี่ยนแปลงไปสู่แนวทางปฏิบัติใหม่ ๆ

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2545: 33) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นวิธีการวิจัยที่มุ่งถึงการกระทำเพื่อปรับปรุง การปฏิบัติด้วยการศึกษาผลจากการกระทำอย่างเป็นระบบ โดยเน้นปัญหาและความต้องการเฉพาะของผู้วิจัยที่ต้องการแก้ปัญหาหรือเปลี่ยนแปลงการวิจัยจะประกอบด้วย

1. การสืบค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
2. การร่วมมือระหว่างผู้เชี่ยวชาญในการปฏิบัติการวิจัย
3. การเปลี่ยนแปลงระหว่างวิจัย
4. การสร้างความกระจ่างในทฤษฎี

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยในสภาพจริงตามธรรมชาติเป็นวงจรของการศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียนอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ การวางแผน การปฏิบัติ การคิดทบทวนและการประเมินผล

2.5 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล (2543: 29-31) ได้เสนอองค์ประกอบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 3 ประการ คือ

1. การวางแผนโดยพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น สิ่งที่ต้องการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงคืออะไร จะเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงอย่างไร มีขั้นตอนอย่างไร จะประสานกับผู้เกี่ยวข้องอย่างไร จะต้องใช้ทรัพยากรอะไรบ้าง มีข้อควรคำนึงในแง่จรรยาบรรณของการวิจัยอย่างไรบ้าง (บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการพินิจพิเคราะห์)

2. การปฏิบัติตามแผนที่ที่กำหนดไว้จะประกอบด้วยการดำเนินตามขั้นตอนที่วางไว้ การกำกับดูแลวิธีการปฏิบัติให้เป็นไปตามแผน

3. การประเมินผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาผลจากการทดลองปฏิบัติ โดยพิจารณาผลที่มุ่งหวัง (Intended Effects) และผลข้างเคียง (Unintended Effects) พิจารณาข้อมูลหลายด้าน หลายมุมมอง เพื่อช่วยให้ประเมินได้เที่ยงตรงมากที่สุด ผลจากการประเมินนักวิจัยจะนำมาสรุปร่วมกัน เพื่อตัดสินใจว่าการปฏิบัตินั้นได้ผลน่าพอใจ หรือควรทดลองปฏิบัติใหม่ ซึ่งในกรณีที่ต้องทดลองปฏิบัติใหม่ ก็จะนำไปสู่การเริ่มต้นวงจรใหม่ของการวิจัยในประเด็นปัญหาเดิมต่อไป ซึ่งลักษณะเด่นของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือวงจรของการวิจัยที่อาจต่อเนื่องเป็นเสมือนเกลียว (Spiral) กล่าวคือ ผลของการประเมินอาจนำไปสู่การวางแผนและทดลองปฏิบัติใหม่จนกว่าจะบรรลุ

2.6 รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537 ข: 12) เสนอกรอบแสดงลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา ดังนี้

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and Collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกัน ในทุกกระบวนการของการวิจัย ทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติ ตลอดจนการวางนโยบายการวิจัย

2. เน้นการปฏิบัติ (Action Orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และศึกษาผลการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3. การใช้วิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) การวิเคราะห์การปฏิบัติอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อปรับแผนการปฏิบัติการ

4. ใช้วงจรการปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนกลับตลอดจนการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไป จนกว่าจะได้รูปแบบของการทำงานที่พึงพอใจและได้ข้อเสนอเชิงทฤษฎีเพื่อเผยแพร่ต่อไป

สุวิมล ว่องวาณิช (2544: 17) กล่าวถึงรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า มีการจัดประเภทของรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 2 ประเภท คือ

1. การวิจัยแบบเป็นทางการ (Formal Research) เป็นงานวิจัยที่มีแบบแผน การวิจัยที่เคร่งครัด การดำเนินงานและการนำเสนอเหมือนงานวิจัยเชิงวิชาการ (Academic Research) ของนักวิจัยมืออาชีพมีการออกแบบที่รัดกุมเพื่อตอบคำถามวิจัยได้ชัดเจน

2. การวิจัยแบบไม่เป็นทางการ (Informal Research) เป็นงานวิจัยที่ไม่ยึดรูปแบบการวิจัยอย่างเคร่งครัดเหมือนการวิจัยเชิงวิชาการ มุ่งเน้นตอบคำถามวิจัยมากกว่าการยึดรูปแบบข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยพยายามใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วจากการเรียนการสอนปกติ นำเสนอผลการวิจัยเพียงประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการนำเสนอ

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2546: 34-44) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่สำคัญเท่าที่ปรากฏอยู่ในขณะนี้คือ ขั้นตอนของ Lewin ขั้นตอนของ Elliot ขั้นตอนของ Ebbutt และขั้นตอนของ Cohen and Manion ถึงแม้จะมีหลายรูปแบบแต่ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ เป็นการวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อพัฒนา ปรับปรุงสิ่งใด สิ่งหนึ่งให้มีคุณภาพดีกว่าที่เป็นอยู่ และขั้นตอนในการดำเนินงาน

เป็นวัฏจักร สามารถดำเนินการซ้ำได้หลาย ๆ ครั้งประเด็นสำคัญคือ ก่อนที่จะลงมือดำเนินงานในครั้งต่อไป จะต้องมีการรวบรวมวิเคราะห์ข้อเท็จจริงที่เกิดจากการปฏิบัติของครั้งที่ผ่านมาด้วย เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการปรับแก้จุดประสงค์ดำเนินการ

สรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบบันไดเวียนตามแนวคิดของ Lewin เน้นที่ความจำเป็นสำหรับการวางแผนการปฏิบัติงานที่ต้องมีความยืดหยุ่น และมีการสนองตอบแต่ในสภาพความเป็นจริงทางสังคม ต้องยอมรับว่าในการปฏิบัตินั้นไม่สามารถทำทุกสิ่งได้ตามความต้องการซึ่งพอจะขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะทำในจุดเล็ก ๆ ไม่เกี่ยวพันกันจะเริ่มต้นจากการวางแผนซึ่งได้มาจากการตรวจสอบแนวความคิดอย่างละเอียด รอบคอบ โดยพิจาณาจากความเป็นไปได้รวมทั้งแสวงหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ด้วย จากนั้นจึงนำแผนงานที่ได้ไปปฏิบัติจริง คือ การติดตามผลการปฏิบัติและการสังเกต โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติงานตามแผน นำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไข แผนงาน คือการสะท้อนกลับ การปรับปรุงแผนแล้วดำเนินการตามขั้นตอนเดิมซ้ำอีก โดยนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานได้

ตอนที่ 3 การสร้างรูปแบบ

3.1 ความหมายของรูปแบบ

Kaplan (1964: 264); Keeves (1988:559); Good (1973: 70) ได้ให้ความหมายของคำว่ารูปแบบ (Model) หมายถึง การออกแบบโครงสร้างอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อแสดงให้เห็นถึงความต่อเนื่องความสอดคล้องและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายใต้การออกแบบเป็นการย่อส่วนหรือจำลองปรากฏการณ์ของตัวแปรนั้น ๆ เพื่อเป็นแนวทางหรือแบบอย่างสำหรับทำตามรูปแบบ คือ ตัวแทนของการใช้แนวความคิดของโปรแกรมที่กำหนดเฉพาะ หรือรูปย่อของความจริงของปรากฏการณ์ ซึ่งแสดงด้วยข้อความ จำนวน หรือภาพ โดยการลดทอนเวลา ทำให้เข้าใจความจริงของปรากฏการณ์ได้ดียิ่งขึ้น สามารถทำตามและลอกเลียนแบบได้

ทิศนา แขมมณี (2550: 220) และ เชาวรัตน์ เตมียกุล (2552: 14) กล่าวว่า รูปแบบเป็นรูปธรรมของความคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งบุคคลแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น เป็นคำอธิบาย เป็นแผนผังไดอะแกรมหรือแผนภาพ เพื่อให้ตนเองหรือบุคคลอื่นสามารถเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น รูปแบบหมายถึง โครงสร้าง โปรแกรม แบบจำลอง หรือตัวแบบที่จำลองสภาพความเป็นจริง ที่สร้างขึ้นจากการลดทอนเวลาทำให้เข้าใจง่าย

สรุปได้ว่ารูปแบบหมายถึง รูปย่อของความจริงของปรากฏการณ์ ซึ่งแสดงด้วยข้อความจำนวน หรือภาพสำหรับปรากฏการณ์ทำให้เข้าใจความจริงของปรากฏการณ์ได้ดียิ่งขึ้น และพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่จะต้องนำมาศึกษา เพื่อใช้ทดแทนแนวความคิดหรือปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง โดยอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบนั้น

3.2 องค์ประกอบของรูปแบบ

Keeves (1988: 559); Brown and Moberg Keeves (1980: 15-18) กล่าวว่ารูปแบบโดยทั่วไปมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

3.2.1 รูปแบบจะต้องนำมาสู่การทำนาย (Prediction) ผลที่ตามมาซึ่งสามารถพิสูจน์ทดสอบได้ กล่าวคือสามารถนำไปสร้างเครื่องมือเพื่อไปพิสูจน์ทดสอบได้โดยกรณีศึกษาสภาพแวดล้อม

3.2.2 โครงสร้างของรูปแบบจะต้องประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationship) หรือการนำเทคโนโลยีมีกระบวนการจัดการที่นำมาอธิบายปรากฏการณ์เรื่องนั้นได้

3.2.3 รูปแบบจะต้องสามารถช่วยสร้างจินตนาการ (Imagination) ความคิดรวบยอด (Concept) และความสัมพันธ์ (Interrelations) รวมทั้งช่วยขยายขอบเขตของการสืบเสาะความรู้และสามารถนำไปสู่อำนาจการตัดสินใจได้

3.2.4 รูปแบบควรจะประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (Structure Relationships) มากกว่าความสัมพันธ์เชิงเชื่อมโยง (Associative Relationships)

3.3 รูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอน คือ สภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ

ทิศนา แขมมณี (2550: 221-222) ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนต้องได้รับการพิสูจน์ทดสอบ สามารถทำนายผลได้ และมีศักยภาพในการสร้างความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ได้ ซึ่งกล่าวว่ารูปแบบการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีองค์ประกอบสำคัญ ๆ ดังนี้

3.3.1 มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3..3..2 มีการบรรยายหรืออธิบายสภาพ ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3.3.3 มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

3.3.4 มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการสอน และเทคนิคการสอนต่างๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

Eggen And Kauchak (2001: 14-15) กล่าวว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ดียังสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตร หรือประกอบการพิจารณาและวางโครงสร้างของสื่อการสอนได้อีกด้วย

3.4 ลักษณะของรูปแบบ

Kaplan (1964: 264) กล่าวว่ารูปแบบ (Model) ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 5 แบบ หรือ 5 ลักษณะ คือ

3.4.1 รูปแบบเชิงเปรียบเทียบ (Analogue Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกในลักษณะของการเปรียบเทียบสิ่งต่างๆ อย่างน้อย 2 สิ่งขึ้นไปรูปแบบนี้ใช้กันมากทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ สังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์

3.4.2 รูปแบบเชิงภาษา (Semantic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางการใช้ภาษา (พูดและเขียน) รูปแบบนี้ใช้กันมากทางด้านศึกษาศาสตร์

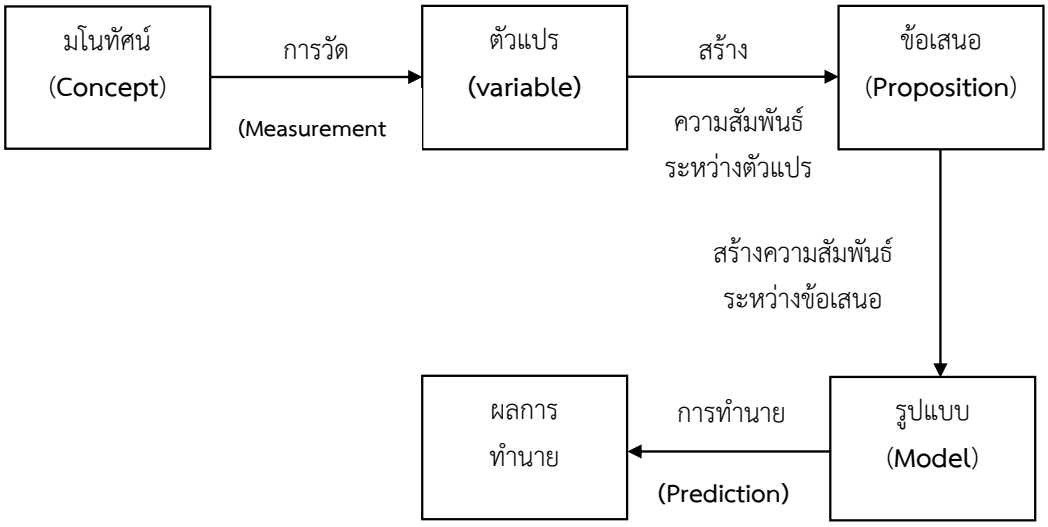
3.4.3 รูปแบบเชิงคณิตสาสตร์ (Mathematical Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางสูตรคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนมากจะเกิดขึ้นหลังได้รูปแบบเชิงภาษาแล้ว

3.4.4 รูปแบบเชิงแผนผัง (Schematic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางแผนผัง แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ เป็นต้น

3.4.5 รูปแบบเชิงสามเหตุ (Causal Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของสภาพการณ์ปัญหาใดๆ

3.5 การสร้างรูปแบบ

Eggen And Kauchak (2001: 16-17); Moore (1994: 15-20); Calhoun and Finch (1976: 153,192) การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มการงานอาชีพและเทคโนโลยี จะต้องให้ครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย โดยพุทธิพิสัยเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาสติปัญญา ขณะที่จิตพิสัยมีความสำคัญต่อการพัฒนาด้านอารมณ์ ส่วนทักษะพิสัยช่วยในการพัฒนาการเคลื่อนไหวอย่างถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้นการเรียนวิชาชีพ จึงจำเป็นจะต้องจัดรูปแบบการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความถนัดของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในอาชีพที่ตนสนใจส่วน Keeves (1988 : 560) กล่าวว่า การสร้างรูปแบบคือ การกำหนดมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบเพื่อชี้ให้เห็นชัดเจนว่า รูปแบบเสนออะไร เสนออย่างไร เพื่อให้ได้อะไร และสิ่งที่ได้นั้นอธิบายปรากฏการณ์อะไรและนำไปสู่ข้อค้นพบอะไรใหม่ ดังรายละเอียดการสร้างรูปดังภาพที่ 2-4 แสดงขั้นตอนการสร้างรูปแบบ



แผนภูมิที่ 2-4 แสดงขั้นตอนการสร้างรูปแบบ
(ที่มา : Eggen And Kauchak, 2001: 16-17)

กล่าวโดยสรุปจากภาพที่ 2-4 แสดงขั้นตอนการสร้างรูปแบบสำหรับนำไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดนั้น รูปแบบต้องประกอบด้วยลักษณะสำคัญคือ มีความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง สามารถทำนายผลได้ สามารถขยายความผลการทำนายได้กว้างขวางขึ้น และสามารถนำไปสู่แนวคิดใหม่ ๆ สำหรับการพัฒนารูปแบบนั้น ผู้วิจัยจะต้องศึกษาแนวคิดทฤษฎีในการสร้างรูปแบบนำเอาข้อมูลมาจัดเก็บมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบ กำหนดโครงสร้างและข้อเสนอของรูปแบบอย่างชัดเจนเพื่อนำไปสู่ผลการสรุปอธิบายปรากฏการณ์ที่มุ่งหวังของการวิจัย วิธีการทดสอบและปรับปรุงรูปแบบก่อนนำรูปแบบไปใช้งานจริง

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสร้างรูปแบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยการสร้างรูปแบบจากงานวิจัยภายในประเทศจำนวน 7 เรื่องในระหว่างปี พ.ศ. 2550-2554 โดยมีนักวิจัยดังนี้ วีระ ทองประสิทธิ์ 2550: 127-136; กนก สารสิทธิธรรม 2551: 142-147; ฉัตรชาญ ทองจับ 2552: 185-192; ประวิทย์ สิมมาทัน 2552: 107-116; สุรพล ชยภพ 2552: 303-354; สิริพงศ์ เพชรนาค 2553: 267-281; สิทธิพล อาจอินทร์ 2554: 72 โดยมีผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

วีระ ทองประสิทธิ์ (2550: 127-136) การศึกษารูปแบบการจัดการประสบการณ์วิชาชีพสาขางานยานยนต์ในสถานประกอบการ กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้อำนวยการวิทยาลัย หัวหน้าแผนก และนักศึกษา โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบการฝึกงานของนักศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน หลังจากนั้นได้พัฒนารูปแบบและนำรูปแบบที่ปรับปรุงแล้วนำไปจัดประสบการณ์และเก็บข้อมูลผลการศึกษาการจัดรูปแบบประสบการณ์วิชาชีพสาขางานยานยนต์ในสถานประกอบการที่สร้างขึ้นมีความแตกต่างกันจากการฝึกแบบเดิมเนื่องจากรูปแบบการฝึกงานแบบเดิมมีคู่มือ นักเรียน คู่มือครู มีครูนิเทศก์ออกติดตามตลอดจนมีครูฝึกในสถานประกอบการดูแลให้ความรู้แนะนำการทำงานในด้านต่าง ๆ มีการจัดทำเอกสารประกอบการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาที่เห็นด้วยกับรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

กนก สารสิทธิธรรม (2551: 142-147) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพแบบบูรณาการของหลักสูตร โดยวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพแบบบูรณาการของหลักสูตร มีองค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่ ด้านการจัดองค์กร ด้านบุคลากร ด้านขั้นตอนการดำเนินการ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านงบประมาณ และด้านหลักสูตรการฝึกอบรม ดำเนินการฝึกอบรมผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า หลักสูตรอบรมมีความเหมาะสมมากทุกองค์ประกอบ จากการนำไปใช้งานพบว่า มีประสิทธิภาพร้อยละ 84.18/80.91 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด การติดตามผลการฝึกอบรมด้านการนำความรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติงานด้านทฤษฎี ด้านปฏิบัติ อยู่ในระดับดี และดีเลิศ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลการประเมินจากความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา ผู้ร่วมงานโดยสรุปเห็นด้วยในการนำหลักสูตรฝึกอบรมมาใช้อบรมครูในสถานศึกษาอยู่ในระดับมาก

ฉัตรชาญ ทองจับ (2552: 185-192) ได้ทำวิจัยเรื่องรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะแรงงานในสถานประกอบการ โดยกำหนดสมรรถนะแรงงาน 6 ข้อ คือความรู้ในการปฏิบัติงาน คุณภาพและผลสำเร็จของงาน การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือ การปรับตัวในการทำงาน ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน และจิตพิสัยในการทำงานได้พัฒนาหลักสูตรในการฝึกอบรมจากการนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมาใช้ผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะแรงงานมีความสำคัญระดับมาก และมีความสอดคล้องตามข้อกำหนดของรูปแบบทุกรายการ ส่วนผลการวิเคราะห์หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นพบว่า สมรรถนะมีความจำเป็นอย่างมากจะต้องมีการฝึกอบรมและมีการประเมินการทำงาน คือประเมินปฏิกิริยาตอบสนอง ประเมินผลการเรียน ประเมินพฤติกรรม และประเมินผลที่เกิดขึ้นต่อหน่วยงาน ผลที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันเปรียบเทียบกับระดับที่ผู้บริหารคาดหวัง

ประวิทย์ สิมมาทัน (2552: 107-116) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยอาศัยแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยอาศัยแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีประสิทธิภาพ 2) เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยอาศัยแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีประสิทธิภาพ 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในรูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยอาศัยแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนในรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นและ 5) เพื่อเปรียบเทียบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นกับการเรียนแบบปกติ

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนได้รูปแบบที่มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบด้านทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทฤษฎีการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ แนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ องค์ประกอบด้านหลักการ ได้แก่ บทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน ระบบของบทเรียนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ องค์ประกอบด้านกิจกรรมการเรียนการสอน มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นปฐมนิเทศ ขั้นกระตุ้นความคิดและปรับโครงสร้างทางปัญญา ขั้นวางแผนกรเรียนรู้ ขั้นเรียนรู้ผ่านสื่อ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นสรุปความคิด ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ องค์ประกอบด้านการประเมิน ได้แก่ ประเมินการเรียนรู้ ประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญพบว่า 1) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับสูงสุด 2) การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อบทเรียนอยู่ในระดับสูง 3) ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 4) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับสูง

สุรพล ชยภพ (2552: 303-354) ได้ทำการวิจัยการพัฒนารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโดยการมีส่วนร่วมชุมชน เพื่อศึกษาประวัติการดูแลผู้สูงอายุในจังหวัดนครราชสีมา สภาพการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุ และเพื่อศึกษารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุโดยการมีส่วนชุมชน ประวัติการดูแลผู้สูงอายุในจังหวัดนครราชสีมามี 4 ยุค คือ ยุคก่อตั้งชุมชน ยุคชุมชน ยุคสถานีอนามัย และยุคพัฒนา สภาพการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุพบว่า มีการดำรงชีวิตที่แตกต่างกันในหลายด้านเช่นด้านการศึกษา ด้านเศรษฐกิจ มีทั้งฐานะร่ำรวย ปานกลางและยากจนและยังพบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่ดูแลสุขภาพและสุขภาพจิต การเข้าไม่ถึงการดูแลและให้บริการสุขภาพ ไม่มีปัญหาถูกทอดทิ้งเนื่องจากการดูแลของครอบครัว ญาติพี่น้อง โดยสรุปแล้วรูปแบบในการดูแลผู้สูงอายุมีรูปแบบทางสังคมแบบพหุภาคี โดยเกิดจากทุนทางสังคม คนในครอบครัว คนในชุมชน ที่มีปฏิสัมพันธ์กับปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก การมีส่วนร่วมของภาครัฐ ชุมชน องค์การเอกชน ประสานความร่วมมือซึ่งกันและกัน เป็นเครือข่ายดูแลผู้สูงอายุด้วยกัน

สิริพงศ เพชรนาค (2553: 267-281) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาโครงการ โดยมีวัตถุประสงค์ สร้างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาโครงการ เพื่อสร้างหลักสูตรการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาโครงการ เพื่อประเมินรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาโครงการ ขั้นการสร้างรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาโครงการผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบ

ให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้อง 36 คนเห็นด้วยกับรูปแบบที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก ขั้นการสร้างหลักสูตรการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาโครงการ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 11 คน ผลการพัฒนาหลักสูตร พบว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วย กับหลักสูตรว่ามีความเหมาะสมระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้ ขั้นการดำเนินการการทดลอง ครูผู้สอนวิชาโครงการ ที่ผ่านการอบรมตามหลักสูตร มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันโดยใช้สถิติ One-Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 การประเมินรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาโครงการพบว่า คู่มือการจัดทำเอกสารและการประเมิน มีความเหมาะสมอยู่ในกระดับมาก

สิทธิพล อาจอินทร์ (2554: 72) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและความต้องการด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และประเมินผลของการพัฒนา เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบโดยศึกษาการคิดวิเคราะห์ที่เกิดกับนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า สภาพปัจจุบันครูมีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ จุดมุ่งหมาย สาระการเรียนรู้ขั้นตอนการสอนและการวัดและประเมินผลโดยมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอนคือ ปฐมนิเทศ นำเสนอบทเรียน ฝึกการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งออกเป็นฝึกการคิดเป็นรายบุคคลและฝึกการคิดแบบกลุ่มย่อยนำเสนอ และอภิปรายผลการคิด และสรุปบทเรียน ผลการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นการคิดวิเคราะห์พบว่า ครูผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ครูผู้ได้รับการฝึกอบรมสามารถจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ได้ระดับดีมาก ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบพบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 70 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

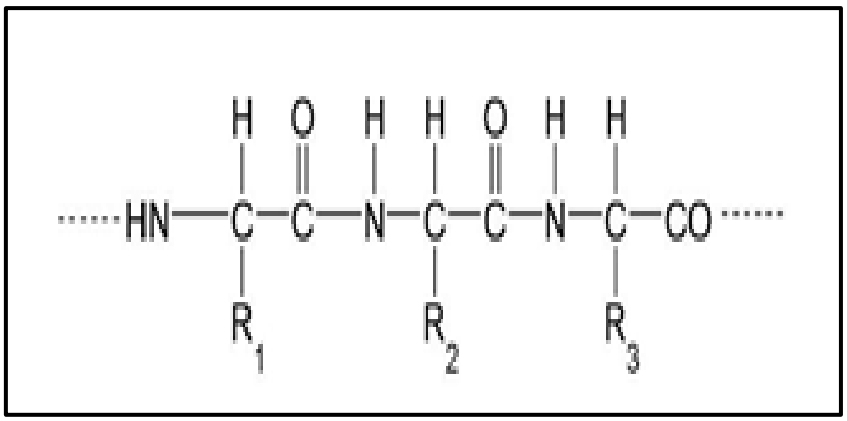
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดในประเด็นสำคัญ ๆ เพื่อนำไปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย หลักการ ที่มีความสัมพันธ์ อธิบายขั้นตอนการทำงาน ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ไดอะแกรม สัญลักษณ์ ด้านองค์ประกอบของรูปแบบ จากการศึกษาแนวคิดและผลงานวิจัยองค์ประกอบมีทั้งที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระ และกลุ่มเป้าหมาย ด้านขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ จากแนวคิดการพัฒนารูปแบบ ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการพัฒนามีขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหาและความต้องการ ขั้นตอนที่ 2 สร้างและตรวจสอบรูปแบบ ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้รูปแบบ ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผลอย่างไรก็ตามกระบวนการพัฒนารูปแบบนี้สามารถปรับปรุงและพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งผลการทดลองบรรลุวัตถุประสงค์ทำให้สามารถนำมาใช้สร้างรูปแบบการพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ได้เป็นอย่างดี

ตอนที่ 4 กระบวนการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย

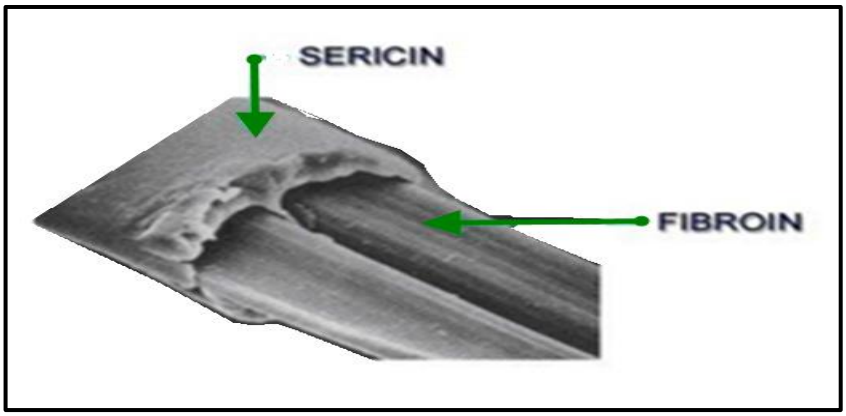
ผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหนึ่งในภูมิปัญญาไทยที่สืบทอดมาแต่โบราณ มีการคัดสรรพันธุ์พืชหรือสัตว์ที่มีหลากหลายในท้องถิ่น ใช้เป็นวัตถุดิบให้สีแต่ละพันธุ์พืชที่ได้รับการพัฒนาจนใช้ย้อมได้สีคุณภาพดีสีไม่ตก และไม่ซีดจางง่าย มีจำนวนไม่กี่ชนิด และเริ่มไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ในขณะที่ความนิยมในผลิตภัณฑ์ผ้าย้อมสีธรรมชาติเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีกระบวนการผลิตจากวัสดุธรรมชาติ และผ้าย้อมสีธรรมชาติมีลักษณะเด่นที่สีนุ่มนวล ไม่ฉูดฉาด เป็นที่ต้องการของตลาดโดยเฉพาะในต่างประเทศ

4.1 วัสดุที่ใช้ในการทอผ้า รัตนะ อุทัยผล (2523) กล่าวถึงวัสดุที่ใช้ในการทอว่า สิ่งที่นำมาใช้ในงานถักทอต้องเป็น วัสดุจำพวกที่มีลักษณะเป็นเส้นใยซึ่งอาจจะได้จากสัตว์และมนุษย์บ้างเป็นบางโอกาส เช่น เส้นขน และเส้นผมเป็นต้น แต่ส่วนมากแล้วจะได้มาจากเส้นใยของพืชซึ่งก็จะได้มาจากส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชแล้วแต่ประเภทของพืชว่าจะสามารถนำส่วนใดมาใช้ได้อย่างเหมาะสม พืชบางชนิดอาจให้ดอก ต้น เปลือก หรือส่วนต่าง ๆ ที่สามารถจะให้เส้นใยได้ อย่างไรก็ตามวัสดุหลักที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ผ้าทั่วไปแยกออกได้เป็น 2 ชนิด คือไหมและฝ้าย

4.2 เส้นใยไหม คือ เส้นใยโปรตีนธรรมชาติเส้นไหมประกอบด้วยโปรตีน 2 ชนิด คือ ไฟโบรอิน (Fibroin, C16-26N606) ซึ่งใช้ในการทอเป็นผืนผ้าและกาวไหมเรียกว่า เซริซิน (Sericin, C1625NsO8) ที่ทำหน้าที่เป็นกาวเคลือบเส้นไฟโบรอน ซึ่งเป็นเส้นใยต่อเนื่องจำนวน 2 เส้นให้ยึด ติดกัน นอกจากนั้นคือส่วนประกอบอย่างอื่น ได้แก่ ไขมัน น้ำมัน แร่ธาตุต่าง ๆ และสีที่ปรากฏตามธรรมชาติ เป็นต้น องค์ประกอบหลักของเส้นไหม มีดังนี้ คือ ไฟโบรอิน (Fibroin) 70 - 80% เซริซิน (Sericin) 20 – 30% ไขมันแว็กซ์ (Cere) 0.4 - 0.8% สารไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) 1.2 - 1.6% สารสี (Pigment) 0.2% และปริมาณเถ้า (Ash) 0.7% โดยศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 6 กรมส่งเสริม อุตสาหกรรมร่วมกับภาควิชาวิทยาการสิ่งทอมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งก่อนการย้อมสีเส้นใยไหมต้องทำการกำจัดกาวและสารประกอบอื่นๆ ออกเสียก่อน มิฉะนั้นจะทำให้การติดสีไม่ดี เส้นใยไหมมีความแข็งแรงสูงสุดในบรรดาเส้นใยธรรมชาติ มีสูตร โครงสร้างดังภาพที่ 2-5 และมีลักษณะทางกายภาพดังภาพที่ 2-6 จะย้อมติดสีได้ดีแต่มีปัญหาเรื่องความคงทนของสีต่อการซักล้างและแสงแดด (B.P. Coroman. 1983) โดยก่อนการย้อมสีเส้นใยไหม ต้องทำการกำจัดกาวและสารประกอบอื่น ๆ ออกเสียก่อน มิฉะนั้นจะทำให้การติดสีไม่ดี เส้นใยไหมมีความแข็งแรงสูงสุดในบรรดาเส้นใยธรรมชาติ มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2-5 และมีลักษณะทางกายภาพดังภาพที่ 2-6 จะย้อมติดสีได้ดีแต่มีปัญหาเรื่องความคงทนของสีต่อการซักล้างและแสงแดด (B.P. Coroman. 1983)



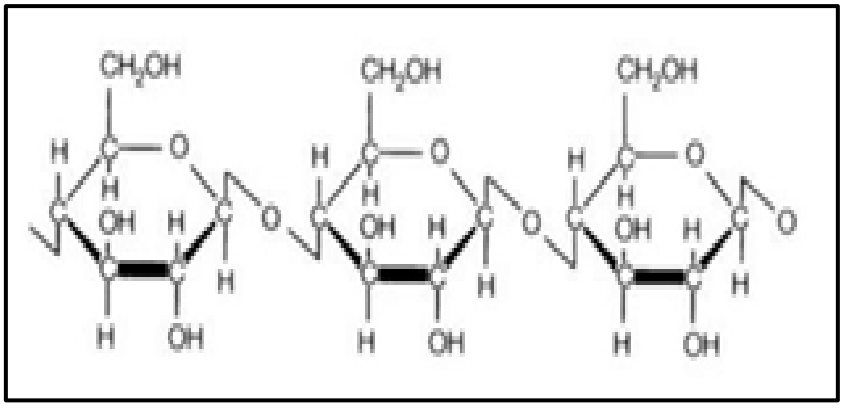
ภาพที่ 2-1 แสดงสูตรโครงสร้างของเส้นใยไหม
(ที่มา : ชนิตา พงษ์ลิมานนท์, 2547)



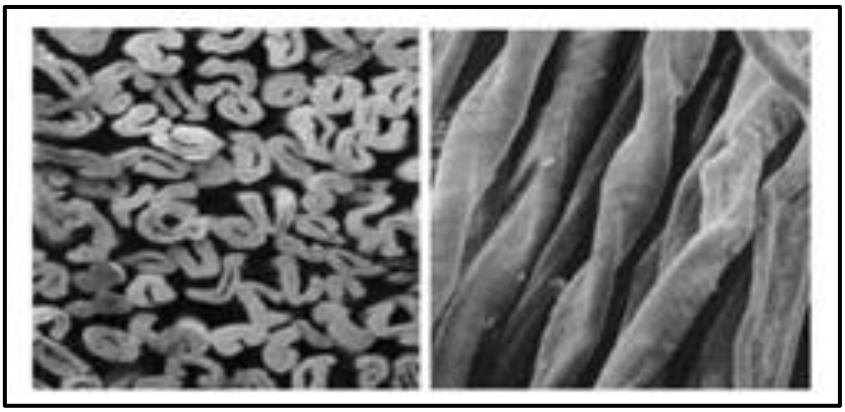
ภาพที่ 2-2 ลักษณะทางกายภาพเส้นใยไหม
(ที่มา : บริษัทจูนแลบบอราทอรีส์ จำกัด เดอร์มาโซลูชั่น)

การใช้ประโยชน์ เส้นไหมใช้ประโยชน์ได้มากเมื่อนำไปทอหรือถักเป็นผืนผ้าหนาหรือบางได้ตามความต้องการ เช่น ผ้าชนิดบางเหมาะสำหรับใช้ทำเสื้อผ้า เนื้อละเอียดบางเบา ผ้าพันคอ ผ้าคลุมผม เนคไท โบล์ไท ผ้าชนิดหนาเหมาะใช้ตัดเสื้อกางเกงหรือ เสื้อผ้าเมืองหนาว

4.3 เส้นใยฝ้าย เป็นเส้นใยเก่าแก่ชนิดหนึ่งซึ่งรู้จักและใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณจนกระทั่งถึงปัจจุบัน แม้จะมีเส้นใยชนิดใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากแต่ฝ้ายก็ยังคงเป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด เราจะพบผ้าฝ้ายหรือผ้าผสมใยฝ้ายอยู่ทั่วไปรอบ ๆ ตัวเรา เช่น เสื้อกระโปรง ผ้าปูที่นอน ผ้าห่ม ผ้าเช็ดตัว ผ้าเช็ดหน้า หรือผ้าม่าน ฝ้ายจัดเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากพืชเป็นเส้นใยของเซลลูโลสซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2-7 และมีลักษณะทางกายภาพ ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-3 แสดงสูตรโครงสร้างพอลิเมอร์ของกลูโคส
(ที่มา : ชนิตา พงษ์ลิมานนท์, 2547)



ภาพที่ 2-4 แสดงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยฝ้าย
(ที่มา : ดรรชนี พัทธวรากรม, 2555)

ฝ้าย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Gossypium spp มีทั้งหมด 20 ชนิด แต่ที่นำมาปลูกเพื่อ การค้า คือ G. HerbaceumL. G. Arboreum. G. HirsutumL. และ G. BarbadenesL. ในปัจจุบัน ประเทศที่ผลิตฝ้ายที่สำคัญคือ สหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียต สาธารณรัฐประชาชนจีน อินเดีย ตุรกี ปากีสถาน บราซิล ในประเทศไทยปลูกฝ้ายกันมากทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง จังหวัดที่มีการปลูกฝ่ายมากคือ จังหวัดเลย นครสวรรค์ ลพบุรี เพชรบูรณ์ ปราจีนบุรี สุโขทัย จันทบุรี อุทัยธานี

การใช้ประโยชน์ ฝ้ายมีความเหมาะสมที่จะใช้ประโยชน์หลายด้านทั้งการทำเป็นเสื้อผ้า เครื่องใช้ในบ้าน งานอุตสาหกรรมสำหรับการใช้ทำเสื้อผ้ามีความเหมาะสมอย่างยิ่ง เนื่องจากผ้าฝ้ายให้ความ สบายในการสวมใส่หลายประการ เช่น เป็นตัวนำความร้อนที่ดีจึงไม่สะสมความร้อน ดูดความเปียกชื้นได้ดี และระเหยไปได้เร็วผ้าจึงดูดซับความเปียกชื้นได้อยู่เรื่อย ๆคล้ายไส้ตะเกียงดูดซับน้ำมัน คุณสมบัตินี้เรียกว่า Wickability ฝ้ายไม่สะสมประจุไฟฟ้าสถิตจึงเหมาะจะสวมใส่ในขณะที่อากาศเย็นและมีความชื้นต่ำ (ดรรชนี พัทธวรากรม, 2555)

4.4 สีสังเคราะห์หรือสีเคมี เป็นสีที่ได้จากการที่นักวิทยาศาสตร์นำเอาสารเคมีต่าง ๆ มาทำปฏิกิริยากันหรือเกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นในห้องปฏิบัติการ สีเคมีหรือสีสังเคราะห์เป็นสีที่มีเนื้อสีอยู่ในปริมาณที่เข้มข้นมาก ทำให้ได้สีที่เข้มเมื่อนำไปใช้ย้อมและสามารถใช้ในปริมาณที่น้อย ๆ ได้ทำให้สะดวกในการใช้งาน สีสังเคราะห์อาจมีสารเคมีที่ป้องกันการตกสีผสมอยู่ด้วย การใช้สีสังเคราะห์มีผลเสียหลายประการ เช่น ทำให้เกิดมลพิษสูงในกระบวนการผลิตน้ำทิ้งที่เกิดจากการย้อมสีเคมี ทำให้ดินและน้ำเสียส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สีเคมีหลายชนิดเมื่อสลายตัวจะมีพิษต่อผิวหนังและสีเคมีส่วนใหญ่เป็นสีที่ต้องซื้อมาเพราะไม่มีการผลิตภายในประเทศ สีเคมีมีมากมายทั้งเฉดสีและคุณภาพของสี มีราคาแตกต่างกันตามคุณภาพของสีปัจจุบันพบว่า สีเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อทั้งผู้ย้อมและผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงมีการห้ามใช้และในบางประเทศแถบยุโรป มีกฎหมายเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์บางชนิดและหรือทุกชนิดที่ย้อมสีดังกล่าวเข้าประเทศ ส่วนในประเทศไทยยังคงมีการใช้สีเคมีในงานย้อมระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กในครัวเรือน ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนของราคาของสีต่ำและยังไม่มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องบังคับใช้ ตลอดจนการขาดความรู้ความเข้าใจของผู้ประกอบการทำให้มีการใช้ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้และไม่มีการจัดการที่ไม่ดีพออาจจะส่งผลกระทบต่อธุรกิจสิ่งทอพื้นบ้านต่อไปได้

4.5 สีจากธรรมชาติ เป็นสีที่ได้จากแหล่งในธรรมชาติ ได้แก่พืช สัตว์และแร่ธาตุ สีชนิดนี้เกิดขึ้นมาโดยกระบวนการตามธรรมชาติ ซึ่งเชื่อกันว่าไม่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษใด ๆ เมื่อนำไปใช้ย้อมน้ำทิ้งที่ได้ก็ประกอบด้วยสารธรรมชาติที่สลายตัวได้ง่าย และสารที่เกิดจากการสลายตัวยังมีความเป็นพิษต่ำหรือไม่มีความเป็นพิษต่อสภาวะแวดล้อม มีความเป็นพิษต่ำต่อผิวหนังหรือสุขภาพของผู้ใช้งานข้อด้อยที่สำคัญของสีธรรมชาติ ได้แก่ ปริมาณของตัวสีในวัสดุให้สีมีน้อยส่งผลให้ย้อมสีได้ไม่เข้ม เมื่อย้อมสิ่งทอไปแล้วสีซีดง่ายโดยเฉพาะเมื่อโดนแสง การย้อมกลับมาให้เป็นสีเดิมทำได้ยากและในกรณีที่แหล่งตามธรรมชาติที่ให้สีหมดไปทำให้ขาดแคลนวัสดุให้สี

ในประเทศไทย ส่วนใหญ่แหล่งของสีจากธรรมชาติที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ พืช ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ให้สี ได้แก่ เปลือก ราก ลำต้น เปลือกต้น แก่นไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด สีจากสัตว์เป็นสีที่ได้จากแมลง เช่น ครั่ง เป็นแหล่งของกลุ่มที่ให้สีแดงซึ่งขับออกมาจากตัวแมลง Lucciferalacca นิยมใช้ย้อมไหมและขนสัตว์และใช้เป็นสีผสมอาหาร สีจากจุลินทรีย์ พบมากในรา ยีสต์และแบคทีเรีย ความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สีย้อมธรรมชาติที่ได้จากพืชและสัตว์ได้ถูกบันทึกไว้ในเอกสารต่าง ๆ รวมทั้งถ่ายทอดด้วยปากเปล่าสืบมาจนถึงปัจจุบันเช่น บันทึกของพิพิธภัณฑ์แห่งชาติเกี่ยวกับสีที่ใช้ย้อมผ้าดังแสดงในตารางที่ 2-2

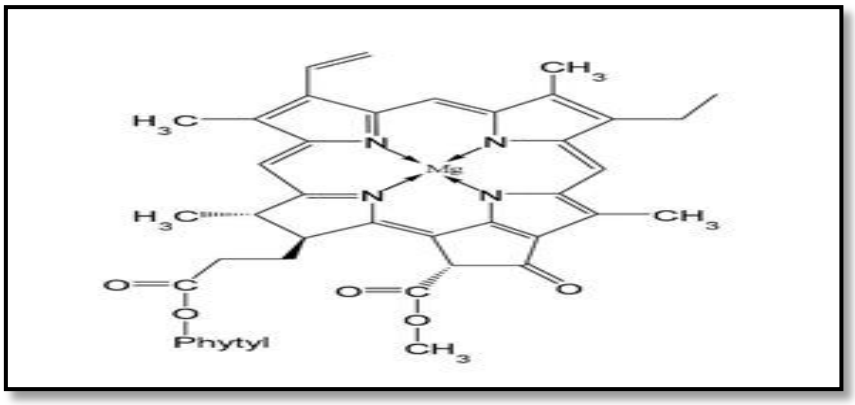
ตารางที่ 2-2 สีย้อมที่ได้จากวัสดุธรรมชาติ

วัสดุธรรมชาติ	สีที่ปรากฏ
ขมิ้นชัน ใบสักและเปลือกไม้	สีกากี
แก่นขนุน	สีเหลืองแก่
ใบสมอป่า แก่นขนุน เปลือกเพกา	สีกากีแกมเขียว หรือเขียวแก่
ใบแค	สีเขียวอ่อน
เปลือกสมอกับใบสมอ	สีเขียวแก่
ใบสับปะรดอ่อนกับน้ำมะนาวหรือน้ำมะกรูด ขมิ้น แก่นไม้	เขียวตองอ่อน
แกแล แก่นขนุน ลูกมะกาย	สีเหลือง
แก่นแกแล รากยอป่ากับผิวมะกรูด	สีเหลืองอ่อน
ดอกคำแสด	สีจำปา
แก่นยอป่า	สีไพร
รากยอป่า	สีนวล
ผลและใบแสด	สีแสด
เปลือกสมอ	สีแดงยอ
รากยอป่า ต่างไม้เหมือด ผลคำแสด	สีแดง
ใบครามและใบซ่อม	สีน้ำเงิน
สมอมะเกลือ	สีดำ
ต้นมหากาฬ และต้นฝาง	สีชมพู
เปลือกนุ่น	สีน้ำตาลแก่-ดำ
ใบขี้เหล็ก	สีเขียวแก่

นอกจากการใช้พืชชนิดเดียวมาสกัดเอาสีย้อมแล้ว ยังมีการนำพืชหลายชนิดมาผสมกันเพื่อให้เกิดเฉดสีเพิ่มขึ้น เช่น แก่นแกแลกับต้นครามให้สีเขียว ใบแคสดกับขมิ้นผงให้สีตองอ่อน ผลหมากสุกกับแก่นแกแลให้สีกากีแกมเหลือง ใบส้มป่อยกับขมิ้นให้สีเขียว เป็นต้น รงควัตถุหรือสารสีที่ได้จากสิ่งมีชีวิตจะพบอยู่ในเซลล์หรือภายนอกเซลล์ของสิ่งมีชีวิต รงควัตถุที่พบในพืชโดยทั่วไปจะเป็นสารในกลุ่มเบต้าเมลานิน แอนทราควิโนน รงควัตถุที่พบได้ในพืชบางสกุล เช่น คาโรทีนอยด์ แซนโธฟิลล์ และฟลาโวนอยด์ ส่วนแอนทราควิโนนเป็นสารสีที่พืชจะสังเคราะห์ในบางสภาวะเท่านั้น เช่น ในผลไม้สุก เป็นต้น

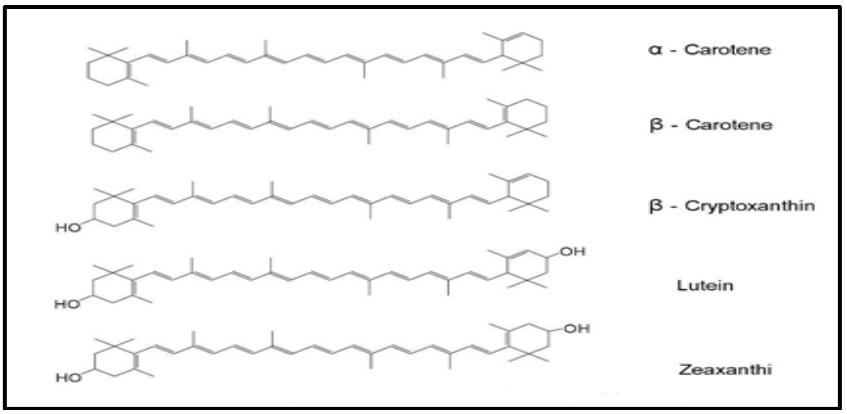
4.6 องค์ประกอบทางเคมีของสี สีย้อมที่พบในโครงสร้างส่วนต่างๆ ของพืชสามารถแบ่งองค์ประกอบทางเคมีออกได้เป็น 4 กลุ่ม (ภาควิชาเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539) ดังนี้

4.6.1 เป็นสารสีเขียว พบทั่วไปในโครงสร้างส่วนต่างๆ ของพืชมีการใช้สีเขียวจากใบพืชเป็นสีผสมอาหารและเครื่องดื่ม เช่น ใบเตยหอม (Pandanusamary liforius Roxb) สีเขียวจากใบหูกวางใช้ในการย้อมผ้า



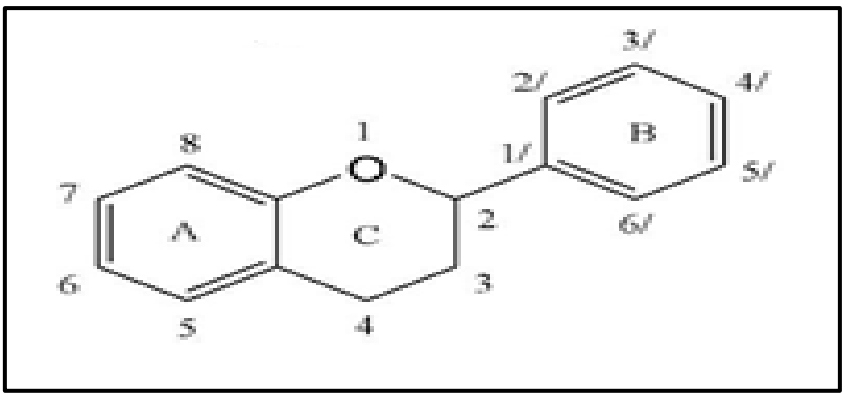
ภาพที่ 2-5 คลอโรฟิลล์มีโครงสร้างเป็นวงโพรไพริน (prophyrin)
(ที่มา :ชนิตา พงษ์ลิมานนท์,2547)

4.6.2 แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) เป็นสารสีที่มีโมเลกุลต่อกันเป็นโซ่ยาว ประกอบด้วยหน่วยของไอโซพรีนหลาย ๆ หน่วยมาเชื่อมต่อกันได้แก่ สีเหลือง ส้ม แดง และ ม่วงแดง ตัวอย่างเช่น สารไบซิน (bixin) สีส้ม ม่วงแดง ได้จากเมล็ดของต้นคำแสด (Bixaorellana L.) สารโครซิน (crocin) ซึ่งมีสีเหลือง-แดง ได้จากเนื้อผลของพุดจีน (Gardenia jasminoides Ellis)



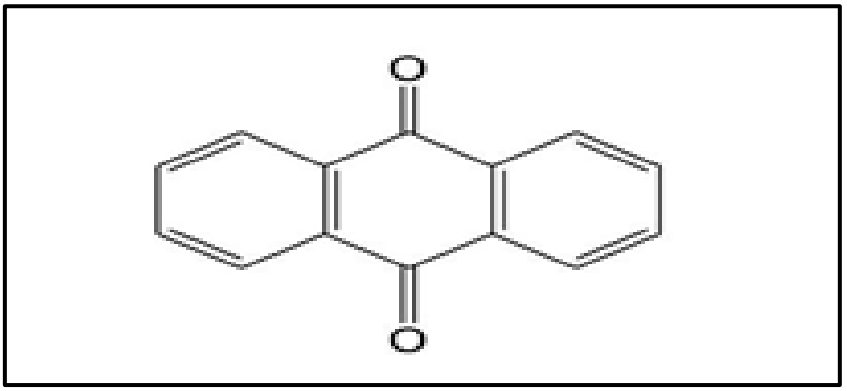
ภาพที่ 2-6 แสดงโครงสร้างสารแคโรทีนอยด์ (Carotenoids)
(ที่มา : ชนิตา พงษ์ลิมานนท์, 2547)

4.6.3 ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ประกอบด้วยกลุ่มของสารชนิดต่าง ๆ ดังนี้ คือ ชาลโคน (chalcones) ฟลาวาโนน (flavanones) ฟลาโวน (flavones) ฟลาโวนอล (flavonols) แอนโทไซยานิน (anthocyanins) และไอโซฟลาโวนอยด์ (isoflavonoids) ตัวอย่างของสารสีใน กลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ มอริน (morin) ซึ่งให้สีเหลืองพบในพืชวงศ์ขนุน คือ MORACEAE และรูทิน (rutin) ซึ่งให้สีเหลืองพบในดอกของ Japanese pagoda tree หรือแปลเป็นภาษาไทยว่า ต้นเจดีย์ญี่ปุ่น นอกจากนี้สารอนุพันธ์ของฟลาโวนอยด์แทนนิน (flavonoid tannins) ยังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมฟอกและย้อมหนังสัตว์



ภาพที่ 2-7 โครงสร้างพื้นฐานของฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)
(ที่มา : ชนิตา พงษ์ลิมานนท์, 2547)

4.6.4 ควิโนน (Quinones) เป็นสารสีที่ให้สีเหลืองถึงสีแดง แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่ เบนโซควิโนน (benzoquinones) แนพโทควิโนน (naphthoquinones) และแอนทราควิโนน (anthraquinones) สารสีในกลุ่มเบนโซควิโนน ได้แก่ ลอว์โซน (lawsone) ให้สีเหลือง พบในใบของเทียนข้าว (Henna, LawSoniainermis L.) และสีในกลุ่มแอนทราควิโนน ได้แก่ อะลิซาริน (alizarin) ให้สีส้ม-แดง พบในพืชวงศ์กาแฟหรือ RUBIACEAE



ภาพที่ 2-8 แสดงโครงสร้างสารแอนทราควิโนน
(ที่มา : ชนิตาพงษ์ ลิมานนท์, 2547)

4.7 สารช่วยย้อม พืชแต่ละชนิดที่นำมาย้อมใช้เส้นใยธรรมชาติมีการติดสีและคงทนต่อการขัดถูหรือแสงไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและเส้นใยที่นำมาใช้ย้อม จึงมีการใช้สารประกอบต่าง ๆ มาเป็นตัวช่วยในการทำให้เส้นใยดูดซับสีให้สีเกาะเส้นใยได้แน่นขึ้น มีความ ทนทานต่อแสงและการขัดถูเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่าสารช่วยย้อมและสารช่วยให้สีติด สารเหล่านี้นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสีและเพิ่มการติดสีในเส้นใยแล้ว ยังช่วยเปลี่ยนเฉดสีให้เข้มจาง หรือสดใส สว่างขึ้นมีรายละเอียด ดังนี้

4.7.1 สารช่วยย้อม หรือ สารกระตุ้นสี เป็นสารที่ช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายดีขึ้น และเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติให้เปลี่ยนแปลงไปจากสีเดิม ในสมัยโบราณจะใช้การเติมมูลหรือ ปัสสาวะสัตว์

ลงไปในถังย้อม ปัจจุบันมีการใช้สารที่ได้จากทั้งสารเคมีและสารธรรมชาติ

4.7.2 สารช่วยย้อมเคมี (มอร์แดนท์) หมายถึง วัตถุธาตุที่ใช้ผสมสีเพื่อให้ สีติดแน่นกับผ้าที่ย้อม ส่วนใหญ่เป็นเกลือของโลหะพวกอลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง ดีบุก โครเมียม สำหรับมอร์แดนท์ที่แนะนำให้ใช้สำหรับการย้อมระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน เป็นสารเคมีเกรดการค้าซึ่งมีราคาถูก คุณภาพเหมาะสมกับงาน มีวิธีการใช้งานที่สะดวกโดยการชั่ง ตวง วัดพื้นฐาน แล้วนำไปละลายน้ำตามอัตราส่วนที่ต้องการและหาซื้อได้ง่ายจากร้านค้า สารเคมีทางวิทยาศาสตร์หรือทางการแพทย์ทั่วไป สารมอร์แดนท์ที่ใช้กันทั่วไป คือ

1. สารส้ม (มอร์แดนท์อลูมิเนียม) จะช่วยจับยึดสีกับเส้นด้ายและช่วยให้สีสด สว่างขึ้นมักใช้กับการย้อมสีน้ำตาล เหลือง เขียว

2. จุนสี (มอร์แดนท์ทองแดง) ช่วยให้สีติดและเข้มขึ้น ใช้กับการย้อมสีเขียว น้ำตาล ข้อแนะนำสำหรับการใช้มอร์แดนท์ทองแดงคือ ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการตกค้างของทองแดงในน้ำทิ้งหลังการย้อมได้

3. เฟอรัสซัลเฟต (มอร์แดนท์เหล็ก) เหล็กจะช่วยให้สีติดเส้นด้ายและช่วยเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติเดิมจากพืชเป็นสีโทนเทา-ดำ ซึ่งมอร์แดนเหล็กมีข้อดีคือ สามารถควบคุมปริมาณการใช้ได้แต่มีข้อควรระวัง คือไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะเหล็กจะทำให้เส้นด้ายเปื่อย

4.7.3 สารช่วยย้อมธรรมชาติ (มอร์แดนท์ธรรมชาติ) หมายถึง สารประกอบน้ำหมักธรรมชาติที่ช่วยในการยึดสีและบางครั้งทำให้เฉดสีเปลี่ยน เช่น น้ำปูนใส น้ำด่าง น้ำโคลนและน้ำบาดาล

1. น้ำปูนใส ได้จากปูนขาวที่ใช้กินกับหมาก ทำจากปูนจากการเผาเปลือกหอย โดยละลายปูนขาวในน้ำสะอาดทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจะได้น้ำปูนใส มาใช้เป็นสารช่วยย้อมต่อไป

2. น้ำด่างหรือน้ำขี้เถ้า ได้จากขี้เถ้าพืช เช่น จากส่วนต่าง ๆ ของกล้วย ต้นผักขม เปลือกของผลนุ่น กากมะพร้าว เป็นต้น เลือกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ยังสด ๆ นำมาผึ้งแดดให้หมาด จากนั้นเผาให้เป็นขี้เถ้าสีขาว นำขี้เถ้าไปใส่ในอ่างที่มีน้ำอยู่กวนให้ทั่วทิ้งไว้ 4 - 5 ชั่วโมง ขี้เถ้าจะตกตะกอนนำน้ำที่ได้ไปกรองให้สะอาดแล้วจึงนำไปใช้งานเรียกว่า “น้ำด่างหรือน้ำขี้เถ้า” อีกวิธีหนึ่งนำขี้เถ้าที่ได้ไปใส่ในกระป๋องที่เจาะรูเล็ก ๆ รองก้นด้วยปุยฝ้ายหรือใย มะพร้าวใส่ขี้เถ้าจนเกือบเต็ม กดให้แน่นเติมน้ำให้ท่วมขี้เถ้าแขวนกระป๋องทิ้งไว้รองเอาแต่น้ำด่างไปใช้งาน

3. กรด ได้จากพืชที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำใบหรือฝักส้มป่อยน้ำมะขามเปียก

4. น้ำบาดาลหรือ น้ำสนิมเหล็กจะใช้น้ำบ่อบาดาลที่เป็นสนิมหรือนำเหล็กไปเผาไฟให้แดงแล้วนำไปแช่ในน้ำ ทิ้งไว้ 3 วัน จึงนำน้ำสนิมมาใช้ได้น้ำสนิมจะช่วยให้สีเข้มขึ้น ให้เฉดสีเทา-ดำเหมือนมอร์แดนท์เหล็ก แต่ถ้าสนิมมากเกินไปจะทำให้เส้นใยเปื่อยได้เช่นกัน

5. น้ำโคลน เตรียมจากโคลนใต้สระหรือบ่อที่มีน้ำขังตลอดปีใช้ดินโคลนมาละลายในน้ำเปล่าสัดส่วนน้ำ 1 ส่วนต่อดินโคลน 1 ส่วนจะช่วยให้ได้โทนสีเข้มขึ้น หรือโทนสีเทาดำเช่นเดียวกับน้ำสนิม การใช้สารช่วยย้อมในการย้อมผ้ามี 3 วิธี คือ

- การใช้ก่อนการย้อมสีซึ่งต้องนำเส้นด้ายไปชุบสารช่วยย้อมก่อนนำไปย้อมสีธรรมชาติ
- การใช้พร้อมกับการย้อมสีเป็นการใส่สารช่วยย้อมไปในน้ำสีแล้วจึงนำเส้นด้ายลงย้อม
- การใช้หลังย้อมสีนำเส้นด้ายไปย้อมสีก่อนแล้วจึงนำไปย้อมกับสารช่วยย้อม

4.7.4 สารช่วยให้สีติด ในการย้อมสีธรรมชาติมีการใช้สารช่วยให้สีติดเส้นด้าย โดยสารดังกล่าวจะใช้ย้อมเส้นด้ายก่อนการย้อมสี หรือใช้ผสมในน้ำสีย้อม

4.7.5 สารฝาด หรือแทนนิน สารแทนนินจะมีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีรสฝาดและขม เช่น ลูกหมาก เปลือกเพกา เปลือกสีเสียด เปลือกผลทับทิม เปลือกประดู่ ใบยูคาลิปตัส ใบเหมือดแอ เป็นต้น ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายได้ดีขึ้น โดยการต้มสกัดน้ำฝาด หรือแทนนินจากพืชดังกล่าว แล้วนำเส้นด้ายต้มย้อมกับน้ำฝาดก่อน จากนั้นจึงนำเส้นด้ายไปย้อมกับน้ำสีย้อมอีกครั้ง

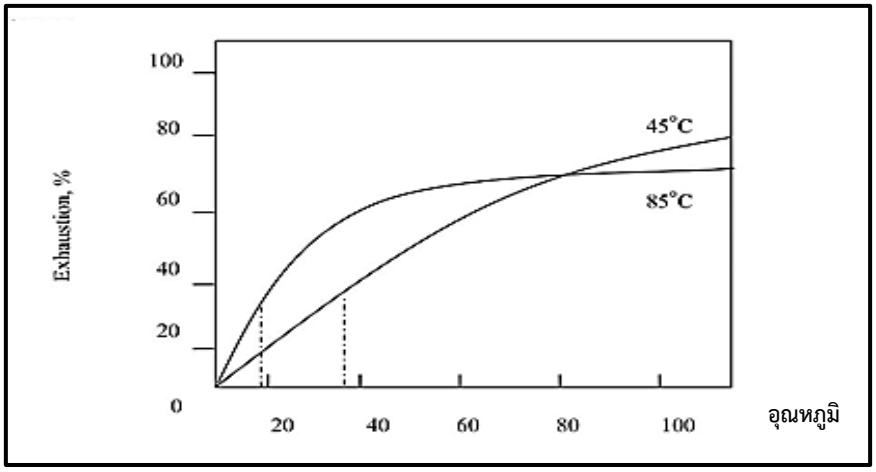
4.7.5 โปรตีนจากน้ำถั่วเหลือง ใช้ต้มกับเส้นด้ายก่อนการย้อมสีเพื่อช่วย ในการเพิ่มโปรตีนบนเส้นด้ายทำให้สามารถย้อมสีติดได้ดีมากขึ้นทางญี่ปุ่นจะชุบฝ้ายไหมด้วย น้ำถั่วเหลืองก่อนเสมอ โดยแช่ไว้ 1 คืนยิ่งทำให้สีติดมาก

4.7.6 เกลือแกง จะใช้ผสมกับน้ำสีย้อมเพื่อช่วยให้สีติดเส้นด้ายได้ง่ายขึ้น

4.8 อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อการย้อม

4.8.1 อิทธิพลของความร้อนต่อการย้อม การเพิ่มอุณหภูมิจะเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น ถ้าเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 10 องศาเซลเซียส จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าผลของการเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้เกิดผล ดังนี้

1) อัตราการย้อมเพิ่มขึ้น
2) สีที่ซึมเข้าไปในเส้นใยช่วงท้ายของสมดุลจะลดลง



กราฟที่ 2-1 แสดงการดูดซับสีที่อุณหภูมิต่างกัน
(ที่มา : ดรรชนี พัทธวรากรม, 2555)

จากภาพที่ 2-1 จะเห็นว่าในช่วงเวลาการย้อมที่เท่ากัน การย้อมที่อุณหภูมิต่ำจะติดสีดีกว่าแต่การย้อมที่อุณหภูมิสูงจะติดสีได้เร็วกว่า แต่อย่างไรก็ตามการย้อมที่อุณหภูมิต่ำจะช้าและประสิทธิภาพการดูดซับสีก็ขึ้นกับการเพิ่มอุณหภูมิ ส่วนมากมักจะใช้อุณหภูมิจุดเดือดหรือใกล้เคียงกับจุดเดือด

4.8.2 อิทธิพลของสารช่วยย้อม เนื่องจากน้ำย้อมสามารถซึมเข้าไปภายในเส้นใยได้แต่ค่อนข้างช้าใช้เวลานาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีเพิ่มลงไปในน้ำย้อมเพื่อเร่งปฏิกิริยาให้เร็วขึ้นและทำให้สีติดทนทานสม่ำเสมอ สารจำพวกนี้เรียกว่าสารช่วยย้อม (dye auxiliaries) สารช่วยย้อมที่สำคัญและนิยมใช้กันมากกับน้ำย้อมสีธรรมชาติ ได้แก่ เกลือ ซึ่งหาได้ง่ายมีราคาถูกและโซเดียม อิ ออนของเกลือจะทำหน้าที่ลดประจุลบของเส้นใยส่งผลให้อิออนของสีสามารถซึมเข้าไปใกล้เส้นใยจนกระทั่งเกิดแรงแวนเดอวาลส์มีประสิทธิภาพทำให้เกิดการติดสีบนเส้นใยได้

4.8.3 อิทธิพลของความเป็นกรด-เบส สีส่วนใหญ่มักทำการย้อมในสภาวะที่เป็นกลาง การย้อมในสภาวะที่เป็นกรดไม่ทำให้เกิดผลดีต่อการย้อม และอาจทำให้เฉดสีเปลี่ยนไปการย้อมในสภาวะที่เป็นด่างอ่อนอาจทำได้เช่นกันแต่จะมีผลของการหน่วง (retarding effect) ต่ออัตราการดูดซึมสี (rate of absorption) การเติมโซดาแอชอาจเติมได้มากถึง 3 เปอร์เซ็นต์เพื่อลดความกระด้างของน้ำ หรือมิฉะนั้นก็เป็นการช่วยละลายสี เช่น การย้อมสีไดเร็กท์ซึ่งสีไดเร็กท์มีสมบัติเป็นเกลือโซเดียมของกรดซัลโฟนิค ในการเตรียมสีไดเร็กท์นั้นปฏิกิริยาอาจเกิดไม่สมบูรณ์กรดซัลโฟนิคอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นเกลือโซเดียมไม่หมดทำให้สิ้นเปลืองสีในขณะทำการย้อมสี ดังนั้นจึงนิยมใส่โซดาแอชลงในปริมาณเล็กน้อยเพื่อเปลี่ยนซัลโฟนิคที่เหลือให้เป็นเกลือโซเดียมของกรด

4.8.4 อิทธิพลของวิธีการย้อม

วิธีการย้อมโดยไม่ใช้มอร์แดนท์ โดยนำเส้นด้ายฝ้ายที่จะย้อมที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วไปใส่ในภาชนะที่บรรจุน้ำย้อมที่สกัดได้แล้วทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมออกหมักไว้ 1 คืน บิดให้หมาดแล้วนำออกมาตากให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นจึงล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดจนน้ำที่ล้างใสแล้วกระตุกเส้นด้ายฝ้ายจึงนำไปตากในที่ร่มให้แห้งอีกครั้ง

วิธีการย้อมด้วยมอร์แดนท์ คำว่า Mordant มาจากภาษาฝรั่งเศสโบราณ Mordre ซึ่งหมายถึง การกัดหรือการกร่อนซึ่งนำมาใช้โดยหมายถึง การกระทำของมอร์แดนท์ที่ช่วยกัดกร่อนเส้นใยให้เกิดรูเล็ก ๆ เพื่อให้อนุภาคของสีย้อมเข้าไปติดได้ง่าย ทำให้การติดสีของสีย้อมบนเส้นใยดีขึ้น มอแดนท์มี 3 ชนิดคือ

1. Metallic mordant 6%40 chrome, alum, bluestone, coppers, tin salt
2. Tannin mordant 1927 cutch, sumac, tannin acid
3. Oil mordantเช่น turkey – red oil, galipoli oil, fatty acid

การย้อมแบบนี้การติดสีจะเกิดเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 สีย้อมจะซึมเข้าสู่ภายในเส้นใย

ขั้นที่ 2 มอร์แดนท์จะดูดซึมเข้าเส้นใย

ขั้นที่ 3 สีและมอร์แดนท์จะทำปฏิกิริยากันภายในเส้นใย กลายเป็นสารประกอบสีตัวใหม่ (อาจเกิดในน้ำย้อมก็ได้) ซึ่งเป็นสารประกอบสมบูรณ์หรือละอองสี (Lake) แล้วซึมผ่านช่องว่างของเส้นใยเข้าไปภายในการย้อมที่ต้องใช้มอร์แดนท์เป็นการย้อมสีพวกสารประกอบที่มีลักษณะเฉพาะ คือ

ทำให้เกิดสีเมื่อทำปฏิกิริยากับเกลือไฮดรอกไซด์ของโลหะ โดยหมู่ไฮดรอกซิลจะเกาะอยู่ที่ตำแหน่ง ortho ในโมเลกุลของ chromophor การใช้มอร์แดนท์ต่าง ๆ กันทำให้ได้สีต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะเช่น สีย้อมที่ชื่อ haemaein ซึ่งได้จากต้นไม้ชนิดหนึ่งซึ่งมีชื่อสามัญว่า Logwood และมี

ชื่อพฤกษศาสตร์ว่า Haematoxyloncompechianum เมื่อย้อมโดยใช้เกลือของอลูมิเนียมเป็นมอร์แดนท์จะได้สีน้ำเงิน ถ้าใช้เกลือของโครเมียมจะให้สีดำอมน้ำเงิน สีย้อมที่มีชื่อว่า Alizalin เมื่อย้อมโดยใช้เกลืออลูมิเนียมเป็นมอร์แดนท์จะได้สีแดง ถ้าใช้เกลือของเหล็กจะให้สีม่วง มอร์แดนท์สมัยโบราณมักใช้เกลือของเหล็ก ดีบุก อลูมิเนียม ส่วนมอร์แดนท์สมัยใหม่ใช้เกลือของโครเมียมในรูปเกลือของโครเมท (chromate) และไบโครเมท (bichromate) ซึ่งใช้ได้ง่าย การจำแนกประเภทมอร์แดนท์ไม่มีข้อกำหนดชัดเจนบ้างกำหนดมอร์แดนท์ไว้ว่าหมายความถึงเกลือของโลหะเท่านั้น นอกจากนี้ในการย้อมสีบางอย่าง อาจมีการใช้สารอื่นเพิ่มเติมหลังจากการย้อมสีแล้ว เพื่อช่วยให้สีติดทนยิ่งขึ้นสารประเภทหลังนี้เรียกว่าสารฟิกซิ่งหรือสารช่วยตรึงสี (Fixing agents) ตัวอย่างสารเหล่านี้ได้แก่ แทนนินหรือกรดแทนนิก กรดแลคติก กรดอะซิติก น้ำมะขาม เป็นต้น

กระบวนการย้อมมอร์แดนท์ มีด้วยกัน 3 วิธี ดังนี้

1. การย้อมมอร์แดนท์ก่อนการย้อมสี (Pre-mordanting) วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไปโดยนำสิ่งที่จะย้อมที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว ไปใส่ในภาชนะที่บรรจุสารละลายมอร์แดนท์ส่วนมากจะทำให้ร้อนนาน 15 นาทีก่อนปล่อยแช่ทิ้งไว้ในสารละลายต่ออีก 15 นาที ถึง 1/2 ชั่วโมง จากนั้นนำสิ่งที่จะย้อมออกไปย้อมน้ำย้อมสีต่ออีก 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาหมักไว้ 1 คืน และทำให้แห้งจากนั้นจึงล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและทำให้แห้งอีกครั้ง

2. การย้อมมอร์แดนท์พร้อมการย้อมสี (Simultaneous mordanting) การย้อมสีวิธีการนี้สารละลายของมอร์แดนท์จะเติมลงไปโดยตรงในการย้อม การย้อมใช้อุณหภูมิเดียวกันกับการย้อมสี ทั้งนี้การเติมมอร์แดนท์มีทั้งที่เติมในน้ำย้อมก่อนย้อม เติมหลังการย้อม ผ่านไประยะเวลาหนึ่ง เติมเป็นช่วง ๆ ระหว่างการย้อมและการเติมก่อนการย้อมสีใกล้สิ้นสุด การย้อมแบบนี้มีข้อเด่นที่ลดขั้นตอนของกระบวนการลง แต่สีที่ได้มักไม่คงทนเท่าการย้อมแบบแรก หลังการย้อมแล้วสิ่งที่ย้อมอาจถูกปล่อยแช่ไว้ในน้ำย้อมจนเย็นตัวลง หรืออาจถูกนำออกจากน้ำย้อมทันที ส่วนมากจะล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิลดลงเรื่อย ๆ หรือล้างในน้ำสบู่อ่อน ๆ จนกว่าสีย้อมไม่ตกอีกต่อไป จากนั้นจึงนำไปทำให้แห้ง การย้อมแบบนี้มีข้อด้อยที่น้ำย้อมที่ใช้แล้วอาจไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ นอกจากจะทำให้เกิดการสูญเสียสิ่งที่มีคุณค่าในน้ำย้อมแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาในการบำบัดน้ำเสียตามมาอีกด้วย

3. การย้อมมอร์แดนท์หลังการย้อมสี (Post-mordanting) มอร์แดนท์บางอย่างสามารถย้อมหลังการย้อมสีได้ เช่น เกลือของดีบุก เกลือของเหล็ก แทนนินหรือกรด แทนนิก การย้อมมอร์แดนท์แบบนี้อาจใช้วิธีย้อมแยกอิสระหรือในบางกรณี มอร์แดนท์จะถูกเติมลงไปในน้ำย้อมในช่วง 5 ถึง 10 นาทีสุดท้ายก่อนนำวัสดุที่แช่ในน้ำย้อมออก บางกรณีผู้ย้อมจะแช่วัสดุในสารละลายเกลือดีบุกหรือเกลือของเหล็กหลังการย้อมสีเพื่อช่วยในการเปลี่ยนแปลงเฉดสี

อย่างไรก็ตามการย้อมเส้นไหมด้วยสีธรรมชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนากระบวนการย้อมให้ได้สีคุณภาพดี คงทนต่อแสงและการซักผ้าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาหาพันธุ์ไม้ย้อมสีใหม่ ๆ ที่หาง่ายโตเร็ว และสามารถพัฒนาได้ในเชิงพาณิชย์

4.9 เทคนิคและกระบวนการย้อมเส้นด้าย ไม่ว่าจะเป็นการย้อมเส้นด้าย (ฝ้าย) หรือย้อมผ้าผืนที่ทอเสร็จแล้วนั้น นับเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจในเรื่องคุณสมบัติด้านต่างๆ ของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการย้อม รวมทั้งเทคนิคที่จำเป็นในกระบวนการย้อมที่จะใช้กับวัสดุสำหรับย้อมแต่ละชนิดด้วย ทั้งนี้เพื่อทำให้เส้นด้ายหรือผ้าผืนที่นำมาย้อมนั้นสามารถดูดซึมวัสดุย้อมหรือสีได้

อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียวัสดุที่นำมาใช้ในการย้อมโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้น เนื้อหาของกระบวนการย้อมผ้าจึงสามารถที่จะแบ่งรายละเอียดได้เป็น 2 ส่วน สีที่ได้จากวัสดุธรรมชาติ และวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี หรือสีวิทยาศาสตร์

4.9.1 สีที่ได้จากวัสดุธรรมชาติ วัสดุหรือสีย้อมที่ได้จากธรรมชาติส่วนใหญ่ทำจากส่วนประกอบของพืชตั้งแต่ส่วนของเปลือก ใบ ดอก เกสร ผล เมล็ด และรากของต้นไม้ รวมทั้งสารที่ได้จากสัตว์ประเภทแมลงและวัสดุประเภทดิน หินหรือแร่ธาตุบางชนิด ซึ่งให้สีและความเข้มที่แตกต่างกันหลังจากผ่านกระบวนการย้อม วิธีการใช้สีที่ได้จากธรรมชาติจะต้องทำการสกัดเอาสารที่เป็นส่วนประกอบของสีออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของพืชก่อนที่จะนำไปทำสีย้อมผ้ากระบวนการในการสกัดสารประกอบของสีดังกล่าวสามารถทำได้ทั้งโดยใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรกลที่มีส่วนประกอบซับซ้อนหรืออาจสกัดโดยเทคนิคพื้นบ้าน ดังนี้ เทคนิคการหั่น เทคนิคการบด เทคนิคการหมัก

เทคนิคการหั่น วิธีนี้เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เครื่องมือที่มีคมทำการตัด สับ หรือหั่นวัสดุธรรมชาติที่ต้องการสกัดสีให้กลายเป็นชิ้นเล็กๆ หรือทำให้มีขนาดบางที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากนั้นนำไปแช่น้ำสะอาดเป็นเวลานานประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วจึงนำวัสดุดังกล่าวไปต้มในภาชนะที่สามารถควบคุมความร้อนได้ดี ทิ้งไว้ให้เดือดนานประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำมากรองเอากากเศษวัสดุที่ไม่ต้องการทิ้งไป จากนั้นนำเอาน้ำสกัดที่ได้มานั้นไปผสมน้ำที่เตรียมไว้ในภาชนะสำหรับย้อมผ้าต่อไป

เทคนิคการบด กระบวนการนี้นอกจากจะใช้วิธีการที่กล่าวถึงในเทคนิคการหั่นแล้วยังอาจจะต้องทำการตำ บด หรือป่นให้สารสกัดจากธรรมชาติมีขนาดเล็กมาก ๆ ทั้งนี้เป็นเพราะวัสดุบางประเภทมีความแข็งและอาจจะไม่คลายสารประกอบออกมาได้โดยง่าย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำให้สารสกัดละเอียด เมื่อทำการบดสารสกัดจนได้ขนาดตามต้องการแล้วจึงนำไปใส่ในน้ำต้มนานประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นจึงรินหรือกรองเอาเศษวัสดุทิ้งไป และนำน้ำสารสกัดที่ได้มาไปผสมน้ำสำหรับย้อมผ้าอีกทีหนึ่ง

เทคนิคการหมัก การดองหรือหมักวัสดุจากธรรมชาติในภาชนะปากกว้าง มีฝาปิดมิดชิดสำหรับป้องกันฝุ่นละอองรวมทั้งแมลงต่าง ๆ เพื่อให้โครงสร้าง เส้นใย รวมถึงเซลล์ต่าง ๆ ของวัสดุธรรมชาติเปื่อยหรือเน่าแล้วคายสารประกอบที่เป็นสีออกมา ซึ่งโดยมากจะต้องนำเอาน้ำด่างขี้เถ้ากับน้ำปูนใสมาผสมเพื่อเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวและการตกตะกอนของเศษวัสดุ ทั้งนี้มักใช้เวลาในการหมักดองพอสมควร พืชบางชนิดอาจใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 1 อาทิตย์ขึ้นไป ทั้งนี้การใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุธรรมชาติที่นำมาใช้ อย่างไรก็ตามเมื่อหมักจนได้ระยะแล้วจึงกรองเอาน้ำสีที่ได้ไปผสมน้ำย้อมผ้าเป็นขั้นสุดท้าย

ฝ่ายเทคโนโลยีศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 6 จังหวัดนครราชสีมา ได้ทำการทดลองสกัดสีจากธรรมชาติ และสรุปผลที่ได้จากกระบวนทดลองการสกัดสีจากส่วนต่าง ๆ ของพืชและวัสดุธรรมชาติว่า ส่วนประกอบของพืชแต่ละส่วนและแต่ละพันธุ์ก็จะให้สีที่ไม่เหมือนกันรวมไปถึงสารต่าง ๆ จากธรรมชาติที่หาได้ง่ายอาทิเช่น ดิน โคลน หินแร่ต่าง ๆ ล้วนแต่สามารถสกัดเป็นสีย้อมได้ แต่ปัญหาใหญ่ของการย้อมคือ ยังไม่สามารถกำหนดส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติดังกล่าวให้เป็นสูตรแบบมาตรฐานได้ เพราะมักจะมีความแตกต่างของสีทุกครั้งที่ย้อมอันเนื่องมาจากความแตกต่างของสารประกอบในวัสดุธรรมชาติ แต่ละชนิดซึ่งอาจเป็นเพราะคุณสมบัติของแร่ธาตุในเนื้อดินที่ปลูกและ

อื่น ๆ แต่ความแตกต่างดังกล่าวกลับกลายเป็นคุณสมบัติพิเศษที่เหมือนกับเป็นการสร้างเสน่ห์หรือลักษณะพิเศษเฉพาะตัวให้กับให้กับผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายสำเร็จรูปแต่ละชิ้น ผลการทดลองสกัดสีจากธรรมชาติมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางด้านล่าง (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมร่วมกับภาควิชาวิทยาการสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 6, 2553)

ภาพที่ 2-9 แสดงวัสดุที่ได้จากธรรมชาติที่เตรียมไว้สำหรับกระบวนการสกัดสารเพื่อทำสีย้อมผ้า (ที่มา : สถาบันอุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯ, เอกสารประกอบการอบรม 2553)

ตารางที่ 2-3 แสดงผลการทดลองสกัดสารย้อมเส้นด้ายจากพืชและวัสดุธรรมชาติ

ลำดับที่	ชื่อทางราชการ Official name	ชื่อวิทยาศาสตร์ Botanical name	ส่วนที่ให้สี Usage part	สีที่ให้ Colour
1	ห้อม	Strobilanthes flaccidifolius	ใบ	น้ำเงินแก่
2	อ้อยช้าง	Lannea	เปลือก	น้ำตาล
3	พุดซ้อน	Ervatamia coronaria	เนื้อหุ้มเมล็ด	แดง
4	เพกา	Oroxylum indicum	เปลือก	กากี
5	คำแสด	Bixa orella	เนื้อหุ้มเมล็ด	แสด
6	มะเกิ้ม	Canarium kerrii	ผล	ดำ
7	ฝาง	Caesalpinia sappan	แก่น	แดง
8	อะราง, นนทรี	Peltophorum dasyrachis	เปลือก	น้ำตาลเหลือง
9	นนทรี	Peltophorum inerme	เปลือก	น้ำตาลเหลือง
10	มะขามไทย	Tamarindus indica	ใบ	เหลือง

ตารางที่ 2-3 แสดงผลการทดลองสกัดสารย้อมเส้นด้ายจากพืชและวัสดุ (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อทางราชการ Official name	ชื่อวิทยาศาสตร์ Botanical name	ส่วนที่ให้สี Usage part	สีที่ให้ Colour
11	สนทะเล	Casuarina equisetifolia	เปลือก	น้ำตาลแกมแดง
12	ฝาดแดง	Lumnitzera littorea	เปลือก	สีอิฐ
13	สมอไทย	Terminalia chebula	เปลือกและผล	ดำ
14	สมอพิเภก	Terminalia belerica	เปลือกและผล	สีขี้ม้า
15	รกฟ้า	Terminalia alata	เปลือก	ดำ
16	หูกวาง	Terminalia catappa	ใบแก่	สีขี้ม้า
17	คำฝอย	Carthamus tinctorius	ดอก	แดง
18	พะยอม	Shorea talura	เปลือก	น้ำตาลส้ม
19	เคี่ยม	Cotylebium melanoxylon	เปลือก	น้ำตาลดำ
20	ตับเต่าต้น	Diospyros ehretioides	ผล	ดำ

(ที่มา : สถาบันอุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯ, เอกสารประกอบการอบรม 2553)

4.9.2 วัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี หรือสีวิทยาศาสตร์ วัสดุหรือสีที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี หรือสีวิทยาศาสตร์ที่ใช้ย้อมฝ้าย เป็นสีที่มีความคงทนดีและมีกรรมวิธีในการย้อมไม่ยาก โดยมากเป็นสีสำเร็จรูปที่สั่งซื้อมาจากต่างประเทศซึ่งอาจแบ่งออกตามลักษณะการทำปฏิกิริยาของสารผสมขณะทำการย้อมได้เป็น 2 ประเภทคือ สีรีแอ๊คทีฟ (Reactive Dyes) สีแวต (Vat Dyes)

สีรีแอ๊คทีฟ เกือบทุกสีละลายน้ำได้ดีแต่มีบางสีที่ทำปฏิกิริยาช้า อย่างไรก็ตามสีประเภทนี้สามารถใช้ย้อมด้วยอุณหภูมิค่อนข้างต่ำหรือที่เรียกว่าย้อมเย็นได้ เช่น สี Procion M ของ ICI สีรีแอ๊คทีฟจะละลายตัวยึดติดเส้นใยด้ายโดยอาศัยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยตรงระหว่างสีกับเส้นใยด้ายเมื่ออยู่ในสภาวะน้ำย้อมเป็นด่าง ดังนั้นจึงนับเป็นสีที่มีความทนทานต่อการซัก อบ รีด ดีมากแต่กลับมีปัญหาด้านเปอร์เซนต์ (%) การย้อมติดผ้าน้อย เนื่องจากเป็นสีที่ไวต่อปฏิกิริยาทำให้จำนวนสีส่วนหนึ่งสูญเสียไปในการทำปฏิกิริยากับน้ำด่าง จึงจำเป็นต้องใช้จำนวนสีมากกว่าปกติและผลการย้อมสีจะได้สีค่อนข้างอ่อนเท่านั้น สำหรับสีรีแอ๊คทีฟมีส่วนประกอบของสีและสารเคมี

ตารางที่ 2-4 แสดงส่วนประกอบของสีและสารเคมีในภาชนะย้อมสีรีแอ๊คทีฟ

สีและสารเคมี	เส้นด้าย (ฝ้าย) 1 กิโลกรัม
อัตราส่วนเส้นด้าย (ฝ้าย) : น้ำ = 1 : 20	20 ลิตร หรือ 1 ปี๊บ
สี Reactive 0.5-5%	5-50 กรัม หรือ ½ - 3 ช้อน
สบู่เทียม (Wetting agent) 1 กรัม/ลิตร	20 กรัม หรือ 2 ช้อน
เกลือ 30-50 กรัม/ลิตร	600-1,000 กรัม หรือ 35-70 ช้อน
โซดาแอ๊ช (Soda ash) 5-10 กรัม/ลิตร	10-200 กรัม หรือ 14-28 ช้อน
อุณหภูมิในการย้อม	เย็นหรืออุ่น 50-60 องศาเซลเซียส

(ที่มา : สถาบันอุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯ, เอกสารประกอบการอบรม 2553)

สีแวต (Vat) เป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นเวลาย้อมเส้นด้ายต้องผสมสีประเภทนี้ด้วยโซดาไฟ (Caustic Soda) และโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ (Sodium Hydrosulphite) เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาให้อยู่ในรูปที่ถูกรีดิวส์ (reduced) แล้วจึงจะสังเกตเห็นจากการที่สีเปลี่ยนจากเดิมไปเช่นจากเดิมสีเหลืองเมื่อทำการรีดิวส์แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน เป็นต้น เมื่อทำการย้อมแล้วก็ต้องทำให้สีเดิมกลับคืนมาอยู่ในรูปเดิมที่เป็นสีไม่ละลายน้ำอีกครั้งโดยนำเส้นด้าย(ฝ้าย) ที่ย้อมนั้นไปผ่านอากาศหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่าการอ๊อกซิเดชั่น (Oxidation) สี Vat ที่นิยมใช้ได้แก่ Celadon ของบริษัท ICI สี Indanthrene ของบริษัท Bayer, Hoechst, BASF สีแวต (Vat) มีส่วนประกอบของสีและสารเคมีดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 แสดงส่วนประกอบของสีและสารเคมีในภาชนะย้อมสีแวต (Vat Dyes)

สีและสารเคมี	เส้นด้าย (ฝ้าย) 1 กิโลกรัม
อัตราส่วนเส้นด้าย (ฝ้าย) : น้ำ = 1 : 20	น้ำ 20 ลิตร หรือ 1 ปี๊บ
สี Vat 0.5-3%	5-50 กรัม หรือ ½ - 3 ช้อน
โซดาไฟเกล็ด 3-5 กรัม/ลิตร	60-100 กรัม หรือ 5-10 ช้อน
โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ 3-8 กรัม/ลิตร	60-160 กรัม หรือ 6-18 ช้อน
เกลือ 5-20 กรัม/ลิตร	100-400 กรัม หรือ 5-20 ช้อน
อุณหภูมิในการย้อม	เย็น

(ที่มา : สถาบันอุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯ, เอกสารประกอบการอบรม 2553)

การย้อมด้วยสีที่ได้จากวัสดุธรรมชาติ

การย้อมผ้าด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ จากพืช เช่น ราก ลำต้น เปลือกไม้ ใบ ดอก ผล เมล็ดจะใช้สูตรที่ใกล้เคียงกันคือ มีส่วนผสมของน้ำและสีย้อมสกัดจากวัสดุเหล่านั้นแต่การที่จะให้สีสกัดจากวัสดุธรรมชาติดังกล่าวฝังตัวติดเส้นใยของเส้นด้าย (ฝ้าย) แน่นทนต่อแสงแดด และกระบวนการซัก อบ รีดต่าง ๆ ได้ดีจำเป็นต้องใช้สารเคมีประเภทสารช่วยติด (Mordant) เป็นตัวช่วย ซึ่งการใช้สารช่วยติดมากหรือน้อยในการย้อมแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่นำมาย้อม

อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติการย้อมสีที่ได้จากวัสดุธรรมชาตินั้นมีขั้นตอน และวิธีการที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับบริมาณส่วนผสมของวัสดุที่จะทำน้ำย้อม และประเภทส่วนประกอบของวัสดุจากธรรมชาติที่จะนำมาเป็นส่วนผสม ดังเช่น

สีแดงจากดอกคำฝอย ดอกคำฝอย มีสารประกอบด้วยสารสีแดงที่ชื่อคาร์ทามิน (Carthamin) และสารสีเหลืองชื่อ แซฟฟลาวเวอร์เยลโล (Safflower Yellow) ซึ่งเป็นสีที่ละลายน้ำได้ นอกจากนี้ยังประกอบ ด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวหลายชนิด เช่น โปรตีน เบต้าแคโรทีน ไวตามินอี เป็นต้น

ภาพที่ 2-10 แสดงต้นดอกคำฝอย
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

วิธีย้อม นำดอกคำฝอยมาบดให้ละเอียดแล้วห่อด้วยผ้าขาวบาง นำไปต้มเคี่ยวจนน้ำมีลักษณะข้น แล้วเก็บน้ำดอกคำฝอยไว้ จากนั้นจึงเตรียมน้ำด่าง (โดยนำเอาขี้เถ้าจากการเผาต้นผักขมหนามแห้งไปผสมกับน้ำที่ผ่านการต้มแล้วแช่ทิ้งไว้ให้ขี้เถ้าตกตะกอนจนใส) เอาน้ำด่างมาเทรวมเข้ากับน้ำดอกคำฝอยที่เตรียมไว้ เติมสารส้มหรือสารช่วยติด (Mordant) คนให้เข้ากันต้มให้ร้อนเตรียมไว้สำหรับย้อมผ้าหรือเส้นด้าย สำหรับเส้นด้ายที่จะนำมาย้อมนั้น ต้องชุบน้ำสะอาดให้เปียกทั่วกัน บิดให้หมาดแล้วตีให้เส้นด้ายกระจายเพื่อที่จะให้เส้นด้ายดูดซึมสีได้อย่างสม่ำเสมอ แล้วนำลงในน้ำย้อมที่ต้มเตรียมไว้ คอยกลับเส้นด้ายอย่างสม่ำเสมอใช้เวลาประมาณ 30 นาที แล้วยกขึ้นบิดให้หมาด กระตุกให้ตึงก่อนนำขึ้นตากบนราวให้แห้ง

สีแดงจากรากต้นยอ ยอเป็นไม้ยืนต้นใบสีเขียวเข้มมีลักษณะคล้ายกับใบหูกวาง ส่วนประกอบทั้งใบและผลสามารถนำไปใช้ประกอบอาหารได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เป็นรากมีคุณสมบัติสามารถนำมาทำเป็นสีย้อมผ้าได้เป็นอย่างดี

ภาพที่ 2-11 แสดงต้นยอ
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

วิธีย้อม ตัดเอารากแก่ของต้นยอมาตากแห้งและนำมาหั่นให้เป็นแผ่นบาง ๆ หรือสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปต้มจนกระทั่งได้น้ำเป็นสีแดงคล้ำจึงกรองเอาน้ำสีมาย้อมได้ นำเส้นด้ายที่จะย้อมชุบน้ำให้เปียกทั่วกัน บิดให้หมาดและกระตุกเพื่อให้เส้นด้ายกระจายแล้วนำลงแช่ในน้ำสีที่ต้มพร้อมทั้งเติมสารส้มหรือสารช่วยติด (Mordant) เตรียมไว้ หมั่นกลับเส้นด้ายเพื่อให้สีดูดซึมลงบนเส้นด้ายอย่างสม่ำเสมอใช้เวลาย้อมนานประมาณ 30 นาที แล้วจึงเอาขึ้นมาล้างน้ำสะอาดแล้วบิดให้หมาดน้ำก่อนที่จะนำขึ้นตากโดยกระตุกเส้นด้ายให้ตึง ก่อนนำขึ้นพาดบนราวตาก

สีเหลืองจากแก่นขนุน ขนุนเป็นไม้ยืนต้น เปลือกและแก่น (เนื้อไม้) ขนุนสามารถนำมาทำเป็นสีย้อมผ้าได้อย่างสวยงาม ให้สีเหลืองอ่อน

วิธีย้อม นำแก่นของต้นขนุนที่แห้งแล้วมาหั่นเป็นแผ่นบางๆ แล้วสับหรือป่นให้ละเอียด จากนั้นนำมาห่อด้วยผ้าขาวบางลงต้มนานประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วตักเอากากทิ้งกรองให้เหลือแต่น้ำสีเหลืองของแก่นขนุน จากนั้นเติมสารส้มหรือสารช่วยติด (Mordant) เพื่อจะช่วยให้สีติดผ้าดี การย้อมฝ้ายนั้นจะต้องนำฝ้ายไปชุบน้ำให้เปียก แล้วตีเส้นฝ้ายให้แตกตัวเพื่อที่จะให้เส้นด้ายดูดซึมน้ำย้อมได้อย่างทั่วถึง แล้วนำฝ้ายที่เตรียมเสร็จแล้วลงไปแช่ในน้ำย้อมที่เตรียมไว้

สีแดงจากครั่ง ครั่งคือ ยางหรือชันชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นสารที่ขับถ่ายออกจากตัวแมลงครั่ง ซึ่งอาศัยอยู่ตามกิ่งไม้ที่ใช้เลี้ยงครั่ง และใช้ปากซึ่งมีลักษณะเหมือนหลอดดูด เจาะเข้าไปในกิ่งไม้เพื่อดูดน้ำเลี้ยงมาเป็นอาหาร และขับถ่ายครั่งออกมาเพื่อห่อหุ้มตัวเป็นเกราะป้องกันอันตรายจากสิ่งภายนอก ครั่งมีลักษณะนิ่มเหนียวสีเหลืองทอง เมื่อถูกอากาศนาน ๆ จะแข็งและมีสีน้ำตาล ผลการย้อมด้วยครั่งจะได้สีแดงออกชมพู

ภาพที่ 2-12 แสดงครั่ง
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

วิธีย้อม นำครั่งแห้งมาตำหรือบดให้ละเอียด จากนั้นแช่ในน้ำมะขามเปียกนานประมาณ 6 ชั่วโมง จึงเอาไปต้มก็จะได้น้ำสีแดง จากนั้นเตรียมเส้นด้ายที่จะย้อมโดยนำไปชุบน้ำแล้วบิดให้แห้งพอหมาด และกระตุกกลุ่มเส้นด้ายให้เรียงเส้น แล้วจึงนำลงแช่ในน้ำครั่งที่ต้มเตรียมไว้ (พร้อมทั้งเติมสารส้มหรือสารช่วยติด Mordant) ทุกครั้งนานประมาณ 30 นาทีเสร็จแล้วนำขึ้นมาบิดให้หมาด แล้วเอาไปล้างน้ำสะอาด บิดให้แห้งพอหมาดอีกครั้งและกระตุกให้เส้นด้ายตึงก่อนตากเรียงบนราวที่เตรียมไว้

ภาพที่ 2-13 แสดงฝ้ายสีแดงที่ได้จากการย้อมด้วยครั่ง
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

สีน้ำเงินจากต้นคราม คราม เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็กสูง 1-2 เมตร มีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ ครามบ้านและครามป่า แต่ครามที่ใช้เป็นสีย้อมผ้าเป็นประเภทครามบ้าน ซึ่งมีใบเป็นรูปวงรีปลายมน ขนาด 1 X 1.5-2 ซม. มีลักษณะคล้ายใบมะขาม ผลิดอกขนาดเล็กตามซอกใบ กลีบดอกมีสีชมพู ฝักกลมมีขนาดเล็ก ต้นครามมีสารเคมีชื่อ “IndigonTin”หรือ“Indigo Blue” ให้สีน้ำเงินเข้ม ส่วนประกอบของต้นครามที่สกัดสีได้คือ ส่วนของลำต้นและเมล็ด

ภาพที่ 2-14 แสดงต้นคราม
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

วิธีย้อม ตัดลำต้นหรือกิ่งของต้นครามที่มีใบติดอยู่มามัดเป็นฟ่อน ๆ นำไปแช่น้ำสะอาดทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วันจนเปื่อย แล้วจึงคั้นเอาเฉพาะน้ำครามมาใส่ภาชนะแล้วใส่ปูนขาวลงไปจนเกิดฟองอากาศ ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนฟองอากาศบนผิวน้ำหายไป หลังจากนั้นก็กรองเอาเศษตะกอนทิ้งให้เหลือเฉพาะน้ำเพื่อนำไปหมักและเก็บไว้ใช้ต่อไป การเตรียมน้ำย้อมครามให้นำน้ำด่างมาผสมน้ำย้อมที่หมักเก็บไว้ แล้วนำเส้นด้ายไปแช่ลงในน้ำย้อมครามดังกล่าว โดยไม่ต้มซึ่งเรียกว่าการย้อมเย็น การย้อมด้วยวิธีนี้ควรจะแบ่งน้ำย้อมออกเป็น 2 ส่วน เพื่อทำการย้อม 2 ครั้ง เพราะถ้าย้อมครั้งเดียวสีจะไม่เข้ม และติดไม่สม่ำเสมอ ในระหว่างที่ย้อมครามเส้นด้ายจะมีสีเหลืองแต่เมื่อสิ้นสุดกระบวนการย้อมแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน เมื่อนำมาผึ่งให้แห้ง ถ้าต้องการสีเข้มมากขึ้นจะต้องทำการย้อมซ้ำหลาย ๆ ครั้ง สุดท้ายให้นำเส้นด้ายที่ย้อมเสร็จแล้วไปซักในน้ำสะอาดแล้วตากให้แห้ง

ภาพที่ 2-15 แสดงฝ้ายสีน้ำเงินที่ได้จากการย้อมด้วยต้นคราม
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

สีเหลืองจากขมิ้นชัน ขมิ้นชันเป็นพืชล้มลุกชอบขึ้นอยู่ตามที่ลุ่ม ลักษณะของลำต้นเหมือนกับต้นข่า ใบยาวเหมือนต้นพุทธรักษา หัวขมิ้นชันมีประโยชน์ใช้เป็นส่วนผสมในการทำยาและสามารถนำไปประกอบอาหารรับประทานได้ ส่วนที่นำมาสกัดให้สีย้อมผ้าคือ ส่วนหัวขมิ้นซึ่งให้สีเหลืองส้ม

ภาพที่ 2-16 แสดงต้นขมิ้น
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

วิธีย้อม นำหัวขมิ้น มาตำหรือบดให้ละเอียดแล้วนำไปคั้นเอาน้ำสีที่ได้มากรองให้เหลือแต่น้ำสี นำเส้นด้ายไปซักน้ำสะอาด บิดให้หมาด แล้วจึงนำลงไปต้มในน้ำย้อมนานประมาณ 1 ชั่วโมง โดยเติมสารช่วยติดผสมลงไปในสีย้อมด้วย และจะต้องหมั่นพลิกเส้นด้ายอยู่ตลอดเวลา จากนั้นนำขึ้นมาซักในน้ำสะอาดบิดให้หมาด แล้วจึงนำไปตากบนราว

ภาพที่ 2-17 แสดงฝ้ายสีเหลืองที่ได้จากการย้อมด้วยขมิ้น
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

สีเหลืองจากต้นเขหรือแกแล ต้นเขเป็นพืชประเภทไม้เลื้อยมีลักษณะเป็นเครือเถา มีหนามอยู่ทั่วไปและมักขึ้นอยู่ตามบริเวณป่าผลการย้อมให้สีเหลืองออกส้ม

ภาพที่ 2-18 แสดงต้นเข

(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

วิธีย้อม นำเครือไม้ต้นเขมาตัดเป็นท่อนเล็กๆ ตากแดดให้แห้งแล้วจึงนำมาผ่า และสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปต้มกับน้ำสะอาดจนเดือดประมาณ 1 ชั่วโมง จะได้น้ำย้อมสีเหลืองเข้มกรองเอาแต่น้ำ เติมสารส้มหรือสารช่วยติด (Mordant) เตรียมไว้ (กากที่เหลือจากการต้มครั้งแรกสามารถนำมาต้มซ้ำได้อีกประมาณ 2-3 ครั้ง แต่จะได้สีเหลืองอ่อนกว่าสีแรก ๆ) กระบวนการย้อมถ้าหากต้องการให้เส้นด้ายมีสีเข้มต้องย้อมประมาณ 3 ครั้ง โดยต้องต้มสีไว้ 3 ชุดเอาเส้นด้ายที่เตรียมไว้ต้มในน้ำสีสุดท้ายก่อน (สีอ่อนสุด) กลับฝ้ายไปมาอยู่เสมอ เพื่อให้ฝ้ายสามารถดูดซึมน้ำสีย้อมเข้าไปในฝ้ายได้อย่างทั่วถึง แล้วนำไปต้มในน้ำที่ 2 และที่ 3 (สีเข้มที่สุด) จนกระทั่งฝ้ายมีสีตามที่ต้องการแล้วจึงนำฝ้ายที่ย้อมแล้ว มาซักน้ำสะอาดอีกครั้ง ก่อนบิดและกระตุกให้เส้นด้ายเรียงตัวแล้วตากบนราว

สีดำจากผลมะเกลือ มะเกลือ เป็นไม้ยืนต้นที่มีขนาดกลางสูง 8-15 เมตรแต่บางครั้งสูงได้ถึง 30 เมตร ลำต้นตรง กิ่งอ่อนมีขนนุ่มทั่วไป เปลือกนอกไม่เรียบเป็นสีดำ ผลมะเกลือใช้ทำเป็นสีย้อมผ้าได้สีดำ

ภาพที่ 2-19 แสดงต้นมะเกลือ

(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

วิธีย้อม นำผลมะเกลือมาแช่น้ำประมาณ 2 อาทิตย์จนกระทั่งสีดำของผลมะเกลือละลายออกมาแล้วกรองเอาน้ำสีเก็บไว้เป็นน้ำย้อมผ้าต่อไป สำหรับกระบวนการย้อมควรแยกต้มน้ำย้อม 3–4 ชุดสำหรับทำการย้อมประมาณ 3-4 ครั้ง เพื่อเพิ่มความเข้มของสีและจะต้องนำเส้นด้ายผึ่ง

แดดให้แห้งก่อนทุกครั้งโดยไม่ต้องซักน้ำเปล่า เพื่อจะได้เห็นความเข้มของสีในการย้อมแต่ละครั้ง ครั้งสุดท้ายจึงนำไปซักในน้ำสะอาดและตากให้แห้ง

ภาพที่ 2-20 แสดงฝ้ายสีดำที่ได้จากการย้อมด้วยลูกมะเกลือ
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

สีเขียวจากเปลือกต้นมะริดไม้ (ต้นเพกา) การสกัดสีจากต้นมะริดไม้หรือเพกาอาจจะใช้ส่วนที่เป็นเปลือกหรือใบมาทำน้ำย้อม ซึ่งให้สีเขียวอ่อนออกน้ำตาล

วิธีย้อม หั่นเปลือกหรือใบมะริดไม้ให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปต้มนานประมาณ 20 นาที จึงเติมสารช่วยติดลงไป ปล่อยให้เย็นไว้นานประมาณ 30 นาที แล้วกรองให้เหลือแต่น้ำย้อมพร้อมที่จะย้อมได้ การย้อมเส้นด้ายให้ต้มน้ำย้อมที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำเส้นด้ายที่ซักน้ำและบิดพอหมาดลงต้มนานประมาณ 20 นาที แล้วแล้วจึงนำเส้นด้ายไปซักน้ำสะอาด บิดให้แห้งพอหมาด กระตุกให้เส้นด้ายตึงก่อนนำขึ้นตากบนราวต่อไป

ภาพที่ 2-21 แสดงฝ้ายสีเขียวที่ได้จากการย้อมด้วยเปลือกต้นมะริดไม้ (ต้นเพกา)
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

สีเขียวจากใบหูกวาง หูกวาง เป็นไม้ยืนต้น มีใบขนาดใหญ่แผ่เป็นชั้นๆ ให้ร่มเงา มีดอกและผล ส่วนที่นำมาสกัดเป็นสีย้อม คือ ส่วนใบซึ่งให้สารสกัดสีเขียว

ภาพที่ 2-22 แสดงต้นหูกวาง
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

วิธีย้อม นำใบหูกวางมาสับ หรือบดให้ละเอียด แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดกรองเอาน้ำสีไว้เป็นน้ำย้อม เส้นด้ายที่จะนำมาย้อมต้องผ่านการซักล้าง และสะบัดให้เส้นด้ายแยกตัวไม่จับเป็นกลุ่มๆ ทั้งนี้เพื่อให้สีย้อมติดได้อย่างทั่วถึง เมื่อเตรียมเส้นด้ายพร้อมแล้ว ก็นำมาต้มในน้ำย้อมและเติมสารช่วยติดลงไปด้วย การต้มใช้เวลานานประมาณ 20-30 นาที ต้องพลิกเส้นด้ายกลับไปมาเพื่อให้ฝ้ายดูดซึมสีเข้าไปได้อย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นจึงนำฝ้ายขึ้นมาซักในน้ำสะอาดอีกครั้งก่อนนำไปตาก

สีเขียวจากเปลือกสมอ สมอเป็นพืชสามารถนำเอาส่วนที่เป็นเปลือกและผลมาทำเป็นสีย้อมผ้าได้สีเขียวอมเหลือง

วิธีย้อม นำเปลือกสมอมาต้มนานประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วกรองเอาเฉพาะน้ำสีไว้ถ้าต้องการให้เส้นด้ายมีสีเขียวเข้ม ควรนำไปย้อมในน้ำสกัดจากต้นครามเสียก่อน แล้วจึงค่อยนำมาต้มย้อมในน้ำย้อมของเปลือกสมอนานประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปซักในน้ำสะอาดและตากให้แห้ง

ภาพที่ 2-23 แสดงฝ้ายสีเขียวที่ได้จากการย้อมด้วยเปลือกสมอ
(ที่มา : กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

4.10 การฟอกย้อมสี (คู่มือย้อมสีธรรมชาติ,2546) เส้นไหมประกอบด้วยโปรตีน 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นเส้นใยเรียกว่า ไฟโบรอิน มีอยู่ประมาณ 62.5– 67.0% และกาวไหมเรียกว่า เซริซิน มีประมาณ 23 - 27.5% นอกนั้นเป็นไขมัน น้ำมัน แร่ธาตุต่าง ๆ และน้ำ เป็นต้น ในการฟอกย้อมสีไหม สิ่งแรกจะต้องฟอกกาวของเส้นไหมเพื่อขจัดกาวและสิ่งสกปรกต่างๆ ออกก่อนแต่ต้องคำนึงถึงพันธุ์ไหม เนื่องจากเส้นไหมต่างกันจะมีเปอร์เซ็นต์ของกาวที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นระยะเวลาในการต้มฟอกกาวจะแตกต่างกันไปด้วย นอกจากนี้ขนาดเข็ดหรือไจของเส้นไหมที่นำมาฟอกย้อมควรจะมีขนาดพอเหมาะคือโดยประมาณ 100 กรัม/เข็ด หากขนาดใหญ่จนเกินไปจะทำให้การฟอกกาวออกจากเส้นไหมไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะเส้นไหมที่อยู่ด้านในของเข็ดก็จะมีเปอร์เซ็นต์กาวติดอยู่มากกว่าด้านนอก การกระตุกเส้นไหมเพื่อให้เรียงเส้นก็ทำได้ยาก เส้นไหมจะพันกันเมื่อย้อมสีจะทำให้เส้นไหมทั้งเส้นเข็ดติดสีไม่สม่ำเสมอกัน ส่งผลให้ผ้าไหมไม่ได้มาตรฐานขั้นตอนการฟอกย้อม

1. การเตรียมไจไหม
2. การฟอกกาว มี 2 วิธี คือ การลอกกาวไหมด้วยด่างสารเคมี และด่างสารธรรมชาติ
3. การเลือกวัสดุย้อมสี
4. สารช่วยย้อม
5. การย้อมสี มี 2 วิธี คือ ย้อมด้วยสีธรรมชาติ และสีสังเคราะห์หรือสีเคมี

เข็ดหรือไจ หมายถึง เส้นไหมที่ได้จากการกรอแบบสานยาวติดต่อกันรวมเป็นวง เพื่อป้องกันไม่ให้เส้นไหมพันกันในระหว่างการลอกกาว ควรเลือกเส้นไหมที่เป็นแบบเดียวกัน ขนาดเส้นและวงเข็ดเท่ากันควรมัดพลองอย่างน้อย 4 ช่วงและเหลือปลายเส้นดายที่มัดไว้ให้ยาวเกินกว่าความกว้างของเข็ดไหม 1 คืบหรือ 8 เซนติเมตร เพื่อให้เส้นไหมกระจายตัวและไม่พันกัน

การฟอกกาวหรือการลอกกาวของเส้นไหม เป็นการนำเส้นไหมมาฟอกต้มเพื่อเอาสิ่งสกปรกออก โดยต้องคำนึงถึงเรื่องระยะเวลาในการต้มฟอกกาวและขนาดของเข็ดเส้นไหม ถ้ามีขนาดใหญ่ไปจะทำให้การฟอกกาวออกจากเส้นไหมไม่สม่ำเสมอโดยเฉพาะเส้นไหมที่อยู่ด้านในจะมีกาวติดอยู่มากกว่าด้านนอก เส้นไหมดิบมีส่วนประกอบของโปรตีน 2 ส่วน คือ เส้นใย และกาวไหม มี 2 วิธี คือ ลอกด้วยด่างธรรมชาติ และด่างสารเคมี

การลอกกาวด้วยด่างสารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ สบู่ โซดาแอช น้ำยาอเนกประสงค์ (น้ำยาซักล้างที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่น)
2. การเตรียมน้ำยา ใช้สบู่ 180 กรัมหั่นฝอยต้มละลายในน้ำ 30-40 ลิตร เติมโซดาแอช 50 กรัม น้ำยาอเนกประสงค์ 1 ช้อนโต๊ะ แล้วคนให้เข้ากัน
3. วิธีการใช้โดยใช้น้ำยาลอกกาว 30 ลิตรต่อไหม 1 กิโลกรัม สำหรับไหมเหลือง ใช้น้ำยา 40 ลิตร

การลอกกาวด้วยด่างสารธรรมชาติ

เป็นสารน้ำด่างจากขี้เถ้าที่นิยมใช้ ได้แก่ ขี้เถ้าจาก ผักโขมหนาม ไม้สะแก เปลือกฝักนุ่น เหง้ากล้วย ไม้ประดู่บ้าน หรือเป็นขี้เถ้ารวมจากเตาไฟ

1. วิธีการลอกกาวด้วยด่างธรรมชาติการเตรียมน้ำด่าง อัดขี้เถ้าลงในถังพลาสติกที่เจาะรูก้นถัง แล้ววางซ้อนบนถังอีกใบเพื่อรองเอาน้ำขี้เถ้า
2. แช่ไหมดิบในน้ำด่าง (ไม่ต้องตั้งไฟ) ประมาณ 1 ชม.

3. ต้มน้ำให้เดือดเทใส่ภาชนะจุ่มเส้นไหม ให้ทั่วกาวจะลอกออกมาสังเกตได้จากเส้นไหมจะกลายเป็นสีครีม (สีมันปู)

4. นำเส้นไหมที่กาวลอกออกแล้วมาล้างในน้ำอุ่น 1-2 ครั้ง และล้างน้ำสะอาดอีก 3-4 ครั้ง

5. บิดให้พอหมาดกระตุกให้เรียงเส้น ผึ่งตากในที่ร่มให้แห้ง

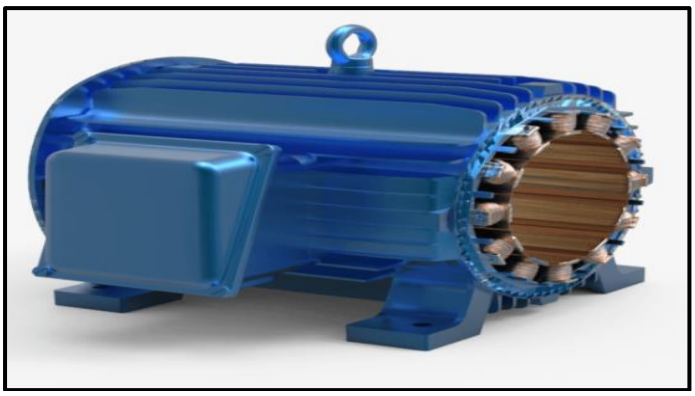
สารช่วยย้อม ส่วนใหญ่สีที่ย้อมจากวัสดุธรรมชาติมักติดไม่คงทน เนื่องจากสีจากพืชจะละลายน้ำได้ดีจึงละลายออกมาเมื่อซัก และยังถูกทำลายโดยแสง สีผ้าจึงจืดจางได้ง่าย ดังนั้นสารช่วยย้อมจึงมีบทบาทในการย้อม ดังนี้ปรับสภาพน้ำสีสกัดจากพืชให้เหมาะกับเส้นใยช่วยรักษาสภาพน้ำสีย้อมให้คงตัวดีขึ้นบางชนิดช่วยให้สีกระจายตัวได้ดีในน้ำย้อม ทำให้เส้นใยพองตัวมากขึ้น เส้นใยจึงดูดสีได้มากขึ้น อาจทำหน้าที่เหมือนเป็นแขนยึดติดกับเส้นใยก่อนแล้วจึงยึดกับสีอีกครั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการฟอกย้อมสี ถังฟอกย้อมควรเป็นโลหะเคลือบหรือโลหะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี ควรมีความลึกพอประมาณเพื่อให้เส้นไหมฟอกได้อย่างทั่วถึงและควรมีตะแกรงรองก้นถังเพื่อไม่ให้เส้นไหมที่ฟอกย้อมสัมผัสกับก้นภาชนะที่รับความร้อนโดยตรง ห่วงฟอกย้อมเส้นไหม เพื่อแบ่งเส้นไหมเมื่อฟอกย้อมอาจทำด้วยเหล็กเส้นขนาดประมาณ 2 หุน ดัดโค้งเป็นวง หุ้มด้วยสารบางชนิดและหนา

สรุปได้ว่า กระบวนการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายจะต้องคัดเลือกวัสดุที่ใช้ในการทอผ้าเส้นใยไหมและเส้นใยฝ้ายที่ได้มาตรฐาน เพื่อนำมาย้อมสีโดยการย้อมสี มีทั้งระบบการย้อมสีจากธรรมชาติ สีสังเคราะห์หรือสีเคมี ทั้งนี้การย้อมสีแบบสีสังเคราะห์หรือสีเคมี องค์ประกอบของสีที่แตกต่างกันบางชนิดต้องเติมสารช่วยย้อมเพื่อให้สียึดเกาะเส้นไหมและเส้นฝ้ายได้อย่างคงทน อย่างไรก็ตามการได้มาของวัตถุดิบนั้นจะต้องคำนึงถึงแหล่งที่มาของวัตถุดิบที่ได้มาตรฐาน อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการย้อมสี เช่นกัน จำเป็นอย่างยิ่งจะต้องใช้เทคนิคและกระบวนการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายรวมทั้งกระบวนการฟอกย้อมสีให้เหมาะสม ดังนั้นจากการศึกษากระบวนการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายนี้สามารถนำไปออกแบบและสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงานให้ถูกต้องตามหลักทางวิชาการและตามความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี

ตอนที่ 5 มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุม

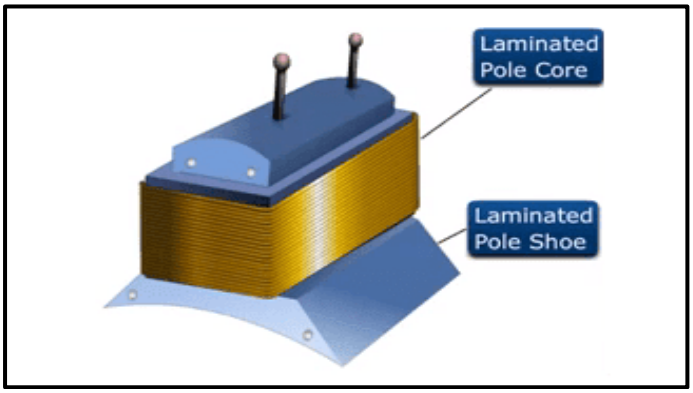
5.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆ ให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก



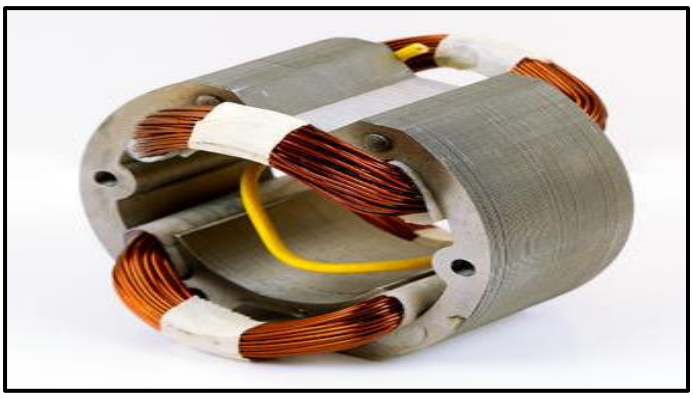
ภาพที่ 2-24 แสดงส่วนที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ แกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด ส่วนแรกแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ กันด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนูนเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่า ขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลทำให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุด แล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน



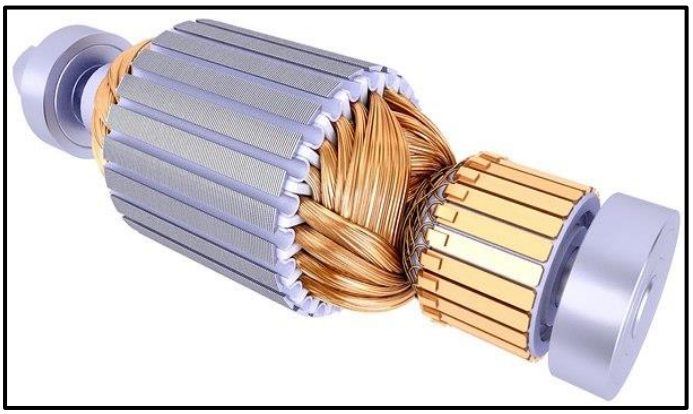
ภาพที่ 2-25 แสดงขั้วแม่เหล็ก
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

ส่วนที่สองขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบ ๆ แกนขั้วแม่เหล็ก ขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอก เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นและเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น



ภาพที่ 2-26 แสดงขดลวดสนามแม่เหล็ก
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

2. ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์



ภาพที่ 2-27 แสดงโรเตอร์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

2.1 แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลานี้จะวางอยู่บนแบริ่ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

2.2 แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)

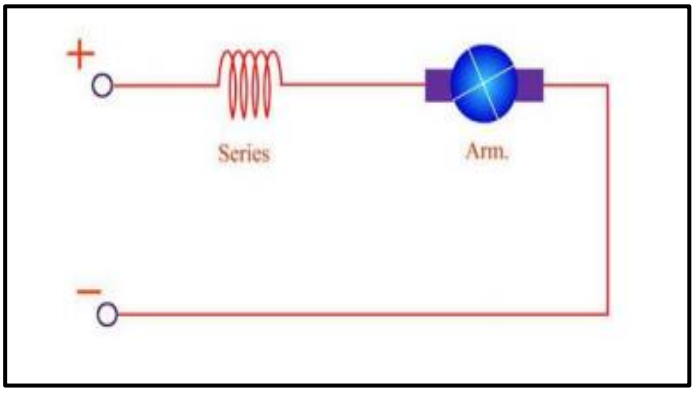
2.3 คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวน ไมก้า (mica) คั่น ระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์จะมีร่องสำหรับใส่ปลาย สายของขดลวดอาร์มาเจอร์ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลาเป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยังขดลวดอาร์มาเจอร์

เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับ เส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็กดังกล่าวมาแล้วเรียกว่าปฏิกิริยามอเตอร์ (Motor action)

2.4 ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอท (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ

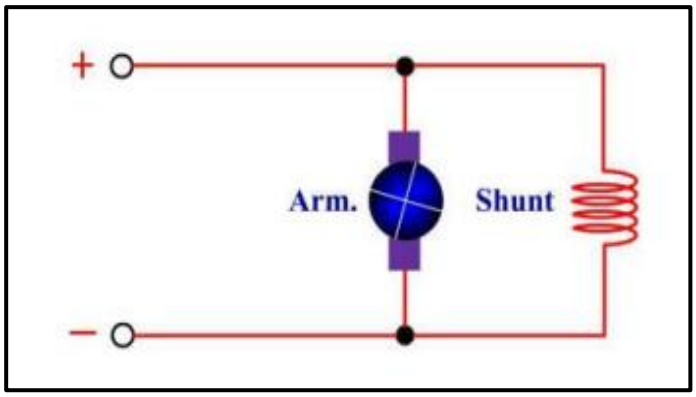
5.2 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจากแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์ สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นและกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกันตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดกัน ทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกันและทิศทางเดียวจะเสริมแรงกันทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ ซึ่งแกนเพลานี้สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่า ตัวหมุน การที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกันทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์หรือ โรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming left hand rule)

5.3 วงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor) คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรี่ส ฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือ ให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของเครนไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์แบบอนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมาก แต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็วก็จะลดลงตามโหลด เมื่อโหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วจะลดลง จากคุณสมบตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ



ภาพที่ 2-28 แสดงวงจรการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระตรงแบบอนุกรม
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

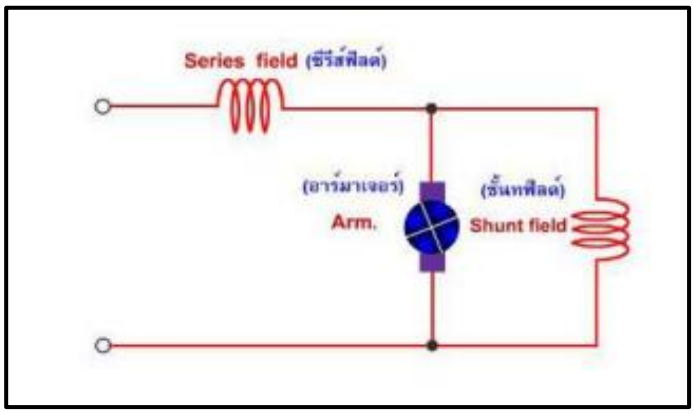
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) หรือเรียกว่าชั้นท์มอเตอร์มอเตอร์แบบขนานนี้ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อ(Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวด ชุดอาเมเจอร์มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะมีความเร็วคงที่แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ชั้นท์มอเตอร์ส่วนมากเหมาะกับงาน พัดลมเพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย



ภาพที่ 2-29 แสดงวงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน
(ที่มา **:** วทัญญู บุตรศรี, 2560)

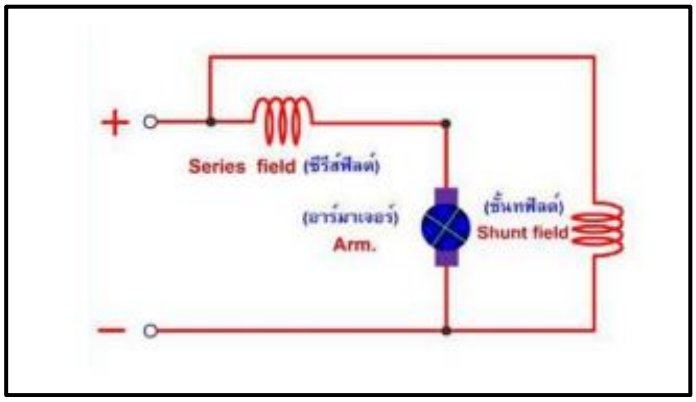
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor) หรือเรียกว่าคอมปาวด์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะพิเศษคือ มีแรงบิดสูง (High staring torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่ มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชั้นท์อยู่ 2 วิธี

วิธีที่ 1 ใช้ต่อขดลวดแบบชั้นท์ขนานกับอาเมเจอร์เรียกว่าชอทชั้นท์ (Short Shunt Compound Motor) ดังรูปวงจร



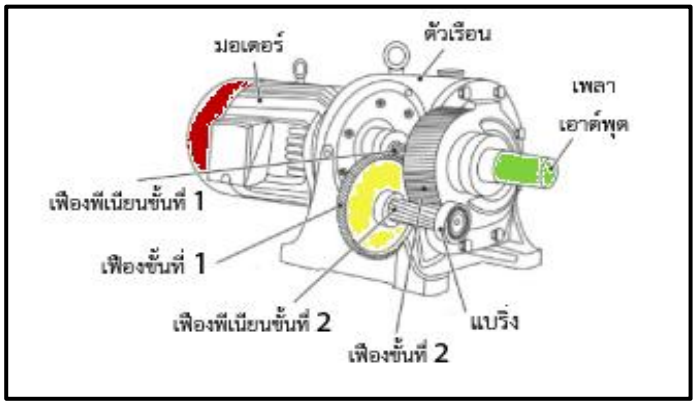
ภาพที่ 2-30 แสดงวงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระตรงแบบชอร์ทชั้นท์คอมปาวด์มอเตอร์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

วิธีที่ 2 คือต่อขดลวด ขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาเมเจอร์เรียกว่า ลองชั้นท์คอมปาวดม์อเตอร์ (Long shunt motor) ดังรูปวงจร



ภาพที่ 2-31 แสดงวงจรการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระตรงแบบลองชั้นท์คอมปาว์ดมอเตอร์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

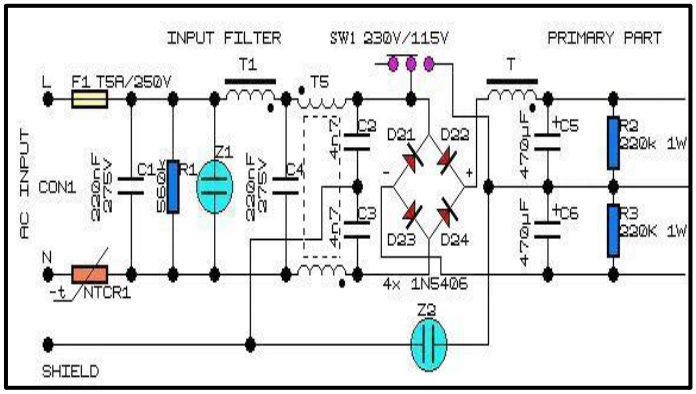
5.4 มอเตอร์เกียร์ (Gear Motor) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมรอบการทำงานของการเคลื่อนที่วัตถุได้อย่างเหมาะสม เช่น เครื่องลำเลียงสินค้า โดยอาศัยหลักการทำงานจากมอเตอร์แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลทำให้วัตถุสามารถเคลื่อนที่ได้ และฟันเฟืองหรือเกียร์ทำหน้าที่ลดรอบความเร็วหรือทดรอบแรงบิด ซึ่งลักษณะภายนอกของอุปกรณ์นี้จะมีรูปทรงคล้ายกับท่อนโลหะทรงกระบอกที่ประกอบด้วยตัวเรือนหน้าแปลน และก้านเพลายื่นออกมา ส่วนด้านในประกอบด้วยกลไกการทำงานต่าง ๆ เช่น ก้านเพลา แบริ่ง ฟันเฟือง ทั้งนี้เนื่องจากมอเตอร์เกียร์มีหลายรูปแบบ ดังนั้นจึงควรพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทงานเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูง



ภาพที่ 2-32 แสดงส่วนประกอบมอเตอร์เกียร์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

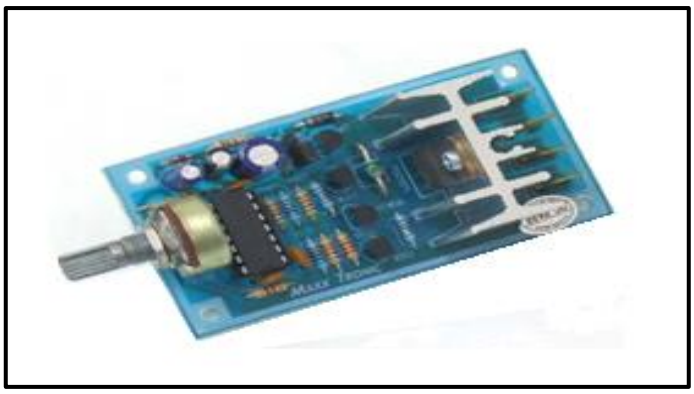
5.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้า ใช้สวิตชิ่งเพาเวอร์ซับพลาย (Switching Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูงให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำเพื่อใช้ในงานอิเลคทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซับพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้

เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกันแต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซับพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซับพลายยังมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าอีกด้วย



ภาพที่ 2-33 แสดงวงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซับพลาย
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

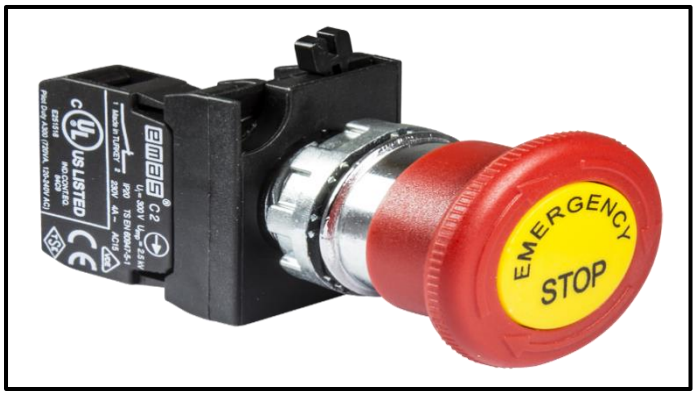
5.6 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ ชุดนี้เป็นวงจรควบคุมมอเตอร์ DC ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 12 VDC หรือ 24 VDC (เลือกจั๊มเปอร์ในการต่อใช้งานได้) สามารถควบคุมมอเตอร์ DC ขนาด 12/24 VDC กระแสไฟฟ้าสูงสุด 15 A ใช้หลักการ PWM (Pulse With Modulation) ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยสามารถปรับความเร็วมอเตอร์ได้ตั้งแต่ 0-100% ขนาดแผ่นวงจรพิมพ์ 3.28 x 1.82 นิ้ว จุดต่อและจุดปรับแต่ง จุด+12V เป็นจุดต่อไฟขนาด 12 V หรือ 24 V (เลือกจากจั๊มเปอร์) เพื่อนำไปเลี้ยงวงจรทั้งหมด จุด +M เป็นจุดต่อขั้วบวกของมอเตอร์ จุด –M เป็นจุดต่อขั้วลบของมอเตอร์ จุด G เป็นจุดต่อขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟ VR 10K ใช้สำหรับปรับความเร็วมอเตอร์ PWM 0-100% จุด J มีไว้สำหรับเลือกแหล่งจ่ายไฟมอเตอร์ที่ใช้ถ้าจั๊ม J ไปที่ตำแหน่ง 12 V จะได้แหล่งจ่ายไฟขนาด 12 VDC และมอเตอร์ 12 VDC แต่ถ้าจั๊ม J ไปที่ตำแหน่ง 24 VDC จะใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 24 VDC และมอเตอร์ 24 VDC ตามความต้องการของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 2-34 แสดงวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

5.7 สวิตช์ (Switch) (Switch) สวิตช์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าและช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ใช้งาน ถ้าเป็นชนิดที่ออกแบบโดยใช้ความร้อนและแม่เหล็กควบคุมเมื่อเกิดการลัดวงจร หรือการใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป ก็สามารถที่จะตัดวงจรไฟฟ้าได้

สวิตช์หยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop Push Buttons) สวิตช์ปุ่มกดหยุดฉุกเฉินหรือเรียกทั่วไปว่า สวิตช์ดอกเห็ดเป็นสวิตช์หัวใหญ่กว่าสวิตช์แบบธรรมดา เป็นสวิตช์ที่เหมาะกับงานที่ที่เกิดเหตุฉุกเฉินหรืองานที่ต้องการหยุดทันที



ภาพที่ 2-35 แสดงสวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

หลอดไฟแสดงสถานะ (Pilot Lamp) ถือได้ว่าเป็นอปกรณ์ที่พบเจอได้ทั่วไป ซึ่งเกือบจะทกต้คอนโทรลหรือต้ควบคมไฟฟ้าจะต้องมีอปกรณ์นี้เพื่อบอกสถานะการการทำงานต่างๆ เช่น หลอดไฟแสดงสถานะของเครื่องจักรโดยทั่วไปมักจะเลือกสีในการแสดงสถานะ 3 สี ดังนี้ คือ สีเขียวใช้แสดงว่าเครื่องจักรกำลังทำงานอย่ สีแดง ใช้แสดงว่าเครื่องจักรหยดทำงาน สีเหลืองหรือส้ม ใช้แสดงการแจ้งเตือนการทำงานที่ผิดปกติของเครื่องจักร นอกจากสีดังกล่าวยังมีสีอื่น ๆ ที่ใช้กันทั่วไปเช่น สีขาว สีฟ้าหรือน้ำเงินที่ใช้แสดงสถานะของไฟ 3 เฟส เป็นต้น วิธีการเลือกว่าจะต้องระบอะไรบ้าง ดังนี้

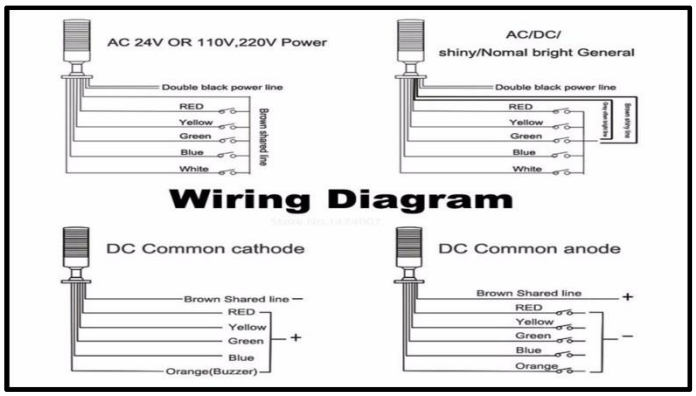
1) Supply หรือไฟเลี้ยงมีหลากหลายขนาดเช่น 24 VDC/AC .230 VAC .120 VAC

2) ขนาดของหลอดไฟ เช่น 22 mm. 8 mm. 12 mm. 16 mm มีผลต่อการเจาะรเพื่อติดตั้ง

3) สี เป็นตัวบ่งบอกการใช้งานดังนั้นเป็นสิ่งจำเป็นมากในการสั่งซื้อ ชนิดหลอดไฟ ส่วนใหญ่จะมีสองแบบคือ แบบธรรมดาและแบบ LED รูปร่างและชนิดวัสดุตัวเรือน โดยปกติจะเป็นทรงกลม ตัวเรือนทำด้วยพลาสติก

ภาพที่ 2-36 แสดงหลอดไฟแสดงสถานะ
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

ภาพที่ 2-37 แสดงหลอดไฟแสดงสถานะแบบชั้นของ HNTD
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)



ภาพที่ 2-38 แสดงการต่อสายหลอดไฟแสดงสถานะแบบชั้นของ HNTD
(ที่มา : วทัญญู บุตรศรี, 2560)

คุณสมบัติหลอดไฟแสดงสถานะแบบชั้น (Signal Tower Light) มี ดังนี้

- เป็นอุปกรณ์แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักร
- มีขนาดเล็กกะทัดรัด 60 mm. มีให้เลือกทั้งไฟ AC และ DC
- สามารถแสดงสถานะได้สูงสุด 5 ชั้น 5 สี Red, Yellow, Green, Blue, White
- แสดงผลด้วยหลอด LED ช่วยยืดอายุการใช้งานได้นาน
- มีทั้งแบบติดต่อเนื่องและติดกระพริบในตัวเดียวกัน
- Buzzer แจ้งเตือนที่ความดัง 90 dB Max
- มีวงจร Push/Pull Connection สามารถใช้ได้ทั้ง NPN/PNP, Open Collector
- มีสาย RS-485 MODBUS RTU Protocol Communication
- มีวัสดุป้องกันสนิม Protection IP 54
- สามารถมองเห็นได้ชัดเจน 360˚
- สามารถประกอบแยกส่วนชิ้นส่วนได้ง่าย

เมื่อทำการติดตั้งและต่อวงจรตามรูปการต่อใช้งานและเมื่อ Switch สั่ง ON ตามตำแหน่งสีของ TL60 หลอดไฟของตำแหน่งนั้นจะสว่างขึ้นตาม Function ที่ต้องการเพื่อเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบถึงสถานะของเครื่องจักร เช่น Green หมายถึง เครื่องจักรกำลังทำงาน, Yellow หมายถึง แจ้งผู้ปฏิบัติงานมาดูเครื่องจักร, Red หมายถึง เครื่องจักรหยุดการทำงานหรืออื่นๆ นอกจากนั้นยังมี Buzzer ส่งเสียงเตือนในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานอยู่ไกลจากเครื่องจักรได้ 3 แบบที่ความดัง 90 dB Max (at 1 M.) หรือส่งข้อมูลแจ้งเตือนผ่าน Computer ด้วย RS-485 ได้

สรุปได้ว่าในการสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน สามารถนำหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้เป็นต้นกำลัง ในการควบคุมการทำงานของระบบการยกขึ้นยกลงของเส้นไหมและเส้นฝ้าย โดยมีวงจรการควบคุมทิศทางการหมุนและควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และนอกจากนี้ยังมีการเลือกมอเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน สำหรับใช้ในการทดสอบและเพิ่มแรงบิดเพื่อยกเส้นไหมและเส้นฝ้ายที่ใช้กับเครื่องโดยมอเตอร์เกียร์เป็นมอเตอร์ที่มีความเหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตามระบบควบคุมการทำงานจะต้องมีแหล่งจ่ายไฟให้กับชุดควบคุมการทำงานโดยในการสร้างและพัฒนาเครื่องนี้ ได้ใช้วงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซับพลายแปลงไฟฟ้ากระแสสลับขนาดแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ โดยตัวเครื่องได้จัดให้มีไฟแสดงสถานะการทำงานที่หน้าตู้ควบคุมและมีการติดตั้งหลอดไฟแสดงสถานะแบบชั้น อีกทั้งได้ทำการออกแบบติดตั้งใช้สวิตซ์ฉุกเฉินบริเวณด้านหน้าตู้ควบคุมไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับความปลอดภัยมากที่สุด

ตอนที่ 6 ขดลวดความร้อนและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

6.1 ขดลวดความร้อน (Heater) ขดลวดความร้อนเป็นอุปกรณ์ทำความร้อนในอุตสาหกรรมที่มีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูงลวดตัวนำจะร้อน ดังนั้นลวดที่ใช้ผลิตขดลวดความร้อนจะต้องมีคุณสมบัติเหนียวและทนอุณหภูมิได้สูง

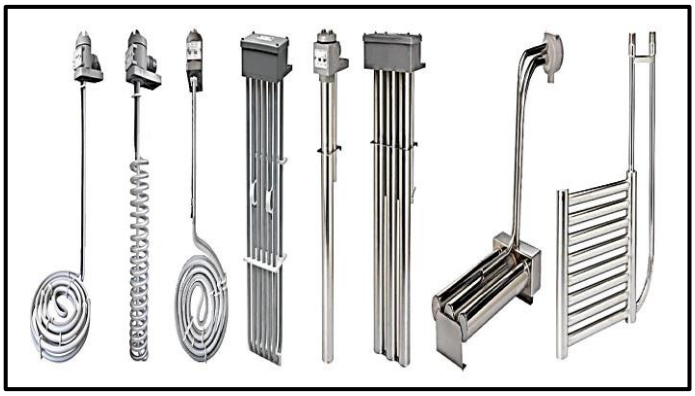
6.2 หลักการทำงานของขดลวดความร้อน ขดลวดความร้อน มีหลักการทำงานคือ เมื่อมีการแสไหลผ่านขดลวดตัวนำที่มีค่าควาต้านทาน จะทำให้ลวดตัวนำร้อน และถ่ายเทความร้อนให้กับโหลด ดังนั้น ลวดตัวนำความร้อนจะต้องมีคุณสมบัติที่ทนความร้อนได้สูงสำหรับการผลิตขดลวดความร้อน โดยส่วนใหญ่ในตัวขดลวดความร้อนจะมีผงฉนวนแม็กนีเซียมออกไซด์ (ยกเว้นขดลวดความร้อนอินฟราเรด, ขดลวดความร้อนรัดท่อและขดลวดความร้อนแผ่น) อยู่ภายในเพื่อทำหน้าที่กั้นระหว่างขดลวดตัวนำกับผนังโลหะของขดลวดความร้อน ซึ่งผงฉนวนนี้จะมีคุณสมบัติตัวนำความร้อนได้ดีมากแต่จะมีค่าความนำทางไฟฟ้าต่ำดังนั้นข้อควรระวังคือ ห้ามมีความชื้นในผงฉนวนนี้เด็ดขาด เพราะจะทำให้มีค่าความนำทางไฟฟ้าสูงขึ้น และอาจจะทำให้ขดลวดความร้อนเกิดการลัดวงจรได้หากพบว่าขดลวดความร้อนมีความชื้น (ผลจากการวัดโดยใช้เครื่องมือทางไฟฟ้า) สามารถแก้ไขโดยการนำขดลวดความร้อนไปอบเพื่อไล่ความชื้นออกจากตัวขดลวดความร้อน ขดลวดความร้อนที่ดีควรผ่านการทดสอบหาค่าความเป็นฉนวนของขดลวดความร้อน เพื่อให้แน่ใจว่าในการนำไปใช้งานจะไม่มีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลจากขดลวดตัวนำ ดังนั้นมาตรฐานในการทดสอบความเป็นฉนวนของขดลวดความร้อนควรไม่ต่ำกว่า 1,500 VDC และค่าความเป็นฉนวนต้องไม่ต่ำกว่า 500 เมกะโอห์ม

6.3 ชนิดของขดลวดความร้อน

6.3.1 ขดลวดความร้อนครีบ/ขดลวดความร้อนท่อกลม (Finned Heater/Tubular Heater) โครงสร้างของ Tubular Hearter คือ มีขดลวดความร้อนบรรจุอยู่ในท่อโลหะช่องว่างระหว่างขดลวดความร้อนและท่อโลหะ จะถูกอัดแน่นด้วยผงแมกนีเซี่ยมออกไซด์และถูกรีดลงให้มี ความหนาแน่นตามมาตรฐานวัสดุที่ใช้ทำ Tubular Heater มีหลายชนิดต่างกันตามลักษณะการใช้งาน ดังนั้น ทองแดงใช้กับน้ำสะอาด สแตนเลส 304 ใช้กับอากาศที่มีการหมุนเวียน,เตาอบ,น้ำ,น้ำมัน,ของเหลวหรือในอุตสาหกรรมอาหารที่มี pH 5-9 สแตนเลส 316 ใช้กับอากาศที่มีการหมุนเวียนกรด,สารละลาย,สารเคมี หรือของเหลวที่มีลักษณะกัดกร่อน อินโคลอย 800 ใช้กับอากาศที่ไม่มีการหมุนเวียนเช่น ในเตาอบ ,น้ำ ,น้ำมันและของเหลวทั่วไปขดลวดความร้อนแบบครีบทำจาก Tubular Heater ที่ดัดเป็นรูปต่างๆ และเพิ่มแผ่นครีบม้วนติดกับท่อขดลวดความร้อน อย่างต่อเนื่องจากปลายด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งส่วนของแผ่นครีบที่เพิ่มขึ้นมาจะทำให้ขดลวดความร้อน สามารถถ่ายเทความร้อนได้เร็วขึ้น ส่วนขดลวดความร้อนท่อกลมคือ Tubular Heater ที่ใช้ความร้อนโดยตรง โดยไม่ติดครีบ

ภาพที่ 2-39 แสดงขดลวดความร้อนแบบครีบและขดลวดความร้อนแบบท่อกลม
(ที่มา : บริษัท สุพรีมไลน์ จำกัด, 2561)

6.3.2 ขดลวดความร้อนแบบจุ่ม (Immersion Heater) ทำจาก Tubular Heater ที่ดัดเป็นรูปตัวยูและเชื่อมติดกับเกลียวซึ่งมีขนาดเกลียวตั้งแต่ 1 นิ้ว 1.1/4 นิ้ว, 1.1/2 นิ้ว, 2 นิ้ว และ 2.1/2 นิ้ว ขนาดของเกลียวจะขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นของขดลวดความร้อน ซึ่งมีตั้งแต่ 1U, 2U, 3U และ 6U ตามความเหมาะสมของกำลังวัตต์และความยาวของตัวขดลวดความร้อน ขดลวดความร้อนแบบจุ่มเหมาะสำหรับใช้กับของเหลว เช่น ต้มน้ำ หรืออุ่นน้ำมัน การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ขดลวดความร้อนแบบจุ่มเข้าไป ควรระวังไม่ให้ส่วนของขดลวดความร้อนโผล่พ้นของเหลวเนื่องจากจะทำให้ส่วนที่อยู่เหนือของเหลวร้อนจัดเกินไป ทำให้อายุการใช้งานสั้น และเพื่อให้ความร้อนกระจายตัวทั่วถึงควรติดตั้งใบพัดกวนของเหลวด้วย



ภาพที่ 2-40 แสดงขดลวดความร้อนแบบจุ่ม
(ที่มา : บริษัท สุพรีมไลน์ จำกัด, 2561)

6.3.3 ขดลวดความร้อนแบบบอบบิ้น (Bobbin Heater) เป็นขดลวดความร้อนแบบจุ่มชนิดหนึ่งถูกออกแบบสำหรับให้ความร้อนกับของเหลว สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ปลอกขดลวดความร้อนสามารถเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน มีให้เลือกทั้งสแตนเลส 304, สแตนเลส 316 และควอทซ์โดยแบบสแตนเลสมีข้อดีคือเมื่อขดลวดความร้อนเสียสามารถซ่อมได้

ภาพที่ 2-41 แสดงขดลวดความร้อนแบบบอบบิ้น
(ที่มา : บริษัท สุพรีมไลน์ จำกัด, 2561)

6.3.4 ขดลวดความร้อนแบบแท่ง (Cartridge Heater) ขดลวดความร้อนแบบแท่ง (Cartridge Heater) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ลักษณะการใช้งานทั่วไปของ Cartridge Heater คือ ใส่ไว้ในช่องบนวัตถุความร้อนจะถูกส่งผ่านจากขดลวดความร้อน ไปยังวัตถุที่ต้องการให้ความร้อน ตัวอย่างใช้งาน เช่น ให้ความร้อนแม่พิมพ์ของเครื่องบรรจุหีบห่อ Cartridge Heater แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ High Density กับ Low Density (บางครั้งเรียกว่า High Temperature และ Low Temperature)

1) High Density (H) หลักการทำ Cartridge Heater ชนิด High density จะต้องรีดท่อโลหะที่มีตัวนำอยู่ภายในท่อ และฉนวนแมกนีเซียมออกไซค์ ภายในฉนวนจะถูกอัดแน่นทำให้ทนอุณหภูมิได้สูงและมีกำลัง (Watt/Cm^2) สูง

2) Low Density (L) หลักการทำ Cartridge Heater ชนิด Low Density นำลวดที่พันเป็นแบบสปริงแล้วร้อยลวด Ceramic ใส่ไว้ในท่อโลหะ ช่องว่างระหว่างท่อโลหะกับลวดอัดด้วยผงแมกนีเซียมออกไซค์ ในการกำหนดว่า Cartridge Heater ตัวใดเป็น High Density หรือ Low Density จะพิจารณาจากค่า Watt Density ซึ่งเป็นหน้าที่ของทางผู้ผลิตทาง IQH สามารถผลิตขดลวดความร้อนให้ตามที่ต้องการ ได้โดยผู้ใช้งานเพียงระบุค่า 4 ค่าเท่านั้นคือ เส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาว แรงดัน กำลังวัตต์ การกำหนดว่า Cartridge Heater ตัวใดเป็น High Density หรือ Low Density จะพิจารณาจากค่า Watt Density ซึ่งเป็นหน้าที่ของทางผู้ผลิต ทาง IQH สามารถผลิตขดลวดความร้อน ให้ตามทีต้องการ ได้โดยผู้ใช้งานเพียงระบุค่า 4 ค่าเท่านั้น คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาว แรงดัน กำลังวัตต์

6.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์ที่เหมาะสมมีหลายประเภท ดังนี้

อาร์ทีดี (Resistance Temperature Detectors: RTD) เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานทางไฟฟ้าของวัสดุที่ใช้ทำเซนเซอร์ ค่าความต้านทานของเซนเซอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เซนเซอร์แบบอาร์ทีดีมีความเป็นเชิงเส้นในช่วงอุณหภูมิแคบ ๆ เหมาะที่จะเป็นตัวเลือกในการวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมในเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่ต้องการความแม่นยำปานกลาง การติดตั้งทำได้ง่ายโดยสามารถเลือกใช้เซนเซอร์และอุปกรณ์ประกอบพร้อมใช้ที่ผลิตมาเพื่องานอุตสาหกรรมได้

ภาพที่ 2-42 แสดงอาร์ทีดี (Resistance Temperature Detectors: RTD)
(ที่มา : วิศรุต ศรีรัตนะ, 2554)

เทอร์มิสเตอร์ (Thermister) เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานทางไฟฟ้าเช่นเดียวกับอาร์ทีดี การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีค่าสูงกว่าการเปลี่ยนแปลงค่าของอาร์ทีดี ความเป็นเชิงเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานและอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์มีค่าน้อยกว่าของอาร์ทีดี ข้อเด่นของเซนเซอร์แบบเทอร์มิสเตอร์คือ มีขนาดเล็ก ราคาถูก ติดตั้งได้ง่าย และต้องการวงจรประกอบในการวัดที่ไม่ซับซ้อน

ภาพที่ 2-43 แสดงเทอร์มิสเตอร์ (Thermister)
(ที่มา : วิศรุต ศรีรัตนะ, 2554)

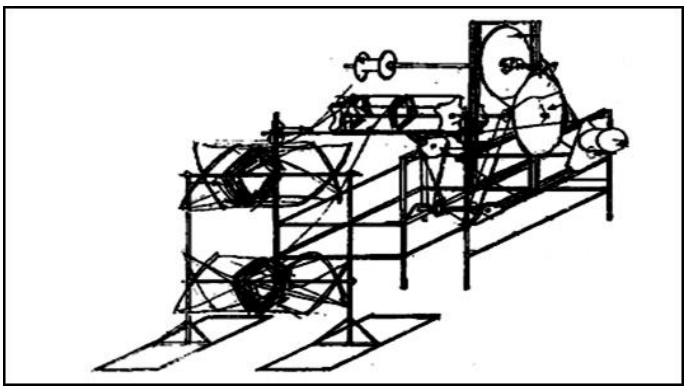
เซนเซอร์สารกึ่งตัวนำ เซนเซอร์สารกึ่งตัวนำเป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ให้แรงดันไฟฟ้าแปรตามอุณหภูมิ ตัวเซนเซอร์ทำจากสารกึ่งตัวนำส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปวงจรรวม (Integrated Circuit: IC) แรงดันที่ขา output ของเซนเซอร์มีค่าแปรตามอุณหภูมิและมีความเป็นเชิงเส้นสูง เซนเซอร์ประเภทนี้โดยทั่วไปต้องการวงจรขยายสัญญาณก่อนที่จะสามารถอ่านค่าได้โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ยกเว้นมีเซนเซอร์บางตระกูลที่มีวงจรแปลงอุณหภูมิเป็นค่าดิจิตอลภายในตัวและสามารถรับส่งข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง โดยทั่วไปเซนเซอร์สารกึ่งตัวนำจะมีราคาปานกลางและผู้ใช้ต้องดัดแปลงหัววัดเองให้เข้ากันได้สภาพแวดล้อม

ภาพที่ 2-44 แสดงเซนเซอร์สารกึ่งตัวนำ
(ที่มา : พรชัย ประทุมสุวรรณ, 2542)

สรุปได้ว่า หากนำขดลวดความร้อนที่นำมาใช้งานกับตัวเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน จะต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานและหลักการทำงาน ตลอดจนชนิดของขดลวดความร้อนที่เหมาะสมกับรูปร่าง ขนาด ปริมาณของหม้อต้ม และจะต้องมีระบบชุดควบคุมอุณหภูมิเพื่อแสดงผลการทำงานในช่วงเวลาที่กำหนดได้

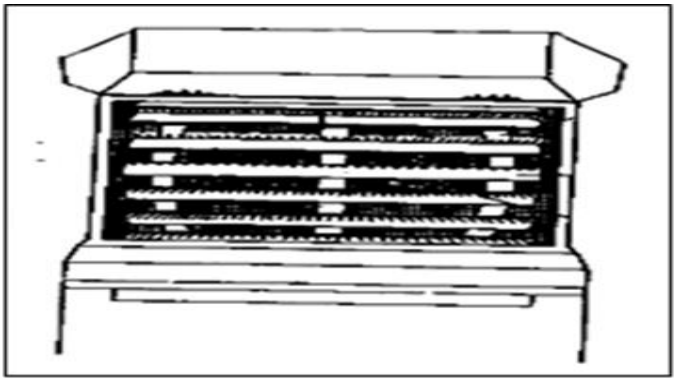
ตอนที่ 7 การสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ผู้วิจัยได้ดำเนินการสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตรจากฐานข้อมูลของกรมทรัพย์สินทางปัญญา เพื่อไม่ให้มีการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่นโดยมีรายละเอียดที่ได้ทำการสืบค้นซึ่งมีผลงานที่ใกล้เคียงกัน ดังนี้

7.1 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องกวักไหมแบบ 2 จังหวะ ผู้ขอรับสิทธิบัตร สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ วันที่ยื่นคำขอ 28 กันยายน 2550 ผู้ประดิษฐ์ นายชัยพร พัฒนจักร



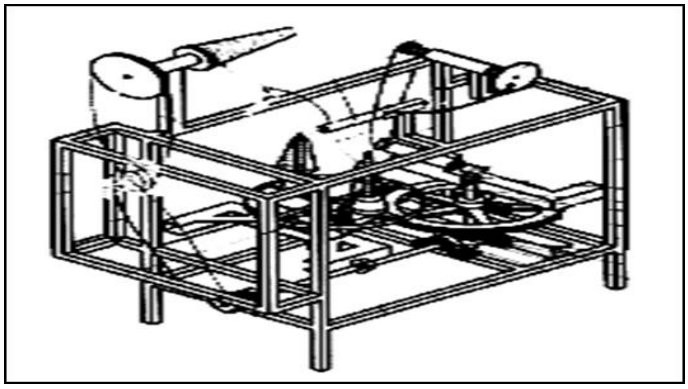
ภาพที่ 2-45 แสดงเครื่องกวักไหมแบบ 2 จังหวะ
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.2 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องตะกุยเส้นใยไหมอีรี่ เลขที่คำขอ 0503001629 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ยื่นคำขอ 27 ธันวาคม 2548 ผู้ประดิษฐ์ รศ.ศิวิลัย สิริมังคารัตน์ และคณะ



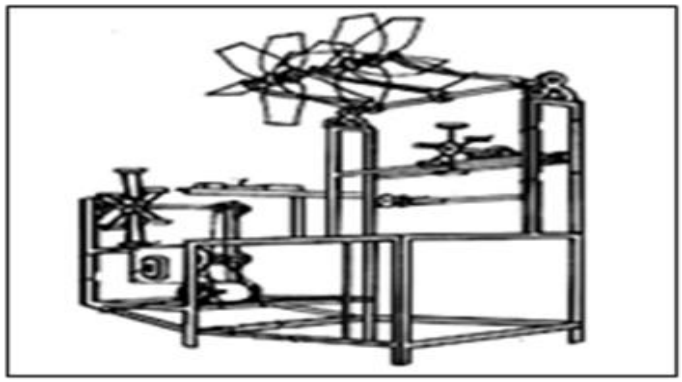
ภาพที่ 2-46 แสดงเครื่องตะกุยเส้นใยไหมอีรี่
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.3 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องตีเกลียวเส้นไหมและด้าย เลขที่คำขอ 13030012 ผู้ขอรับสิทธิบัตร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วันที่ยื่นคำขอ 27 กันยายน 2556 ผู้ประดิษฐ์ นายเจริญ บุญใบ และคณะ



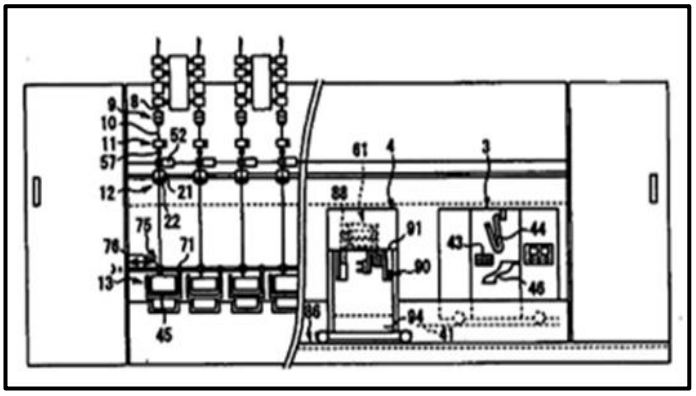
ภาพที่ 2-47 แสดงเครื่องตีเกลียวเส้นไหมและด้าย
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.4 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องทำไจเส้นไหมอีรี่ เลขที่คำขอ 120300827 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ยื่นคำขอ 30 กรกฎาคม 2555 ผู้ประดิษฐ์ รศ.ศิวิลัย สิริมังคารัตน์ และคณะ



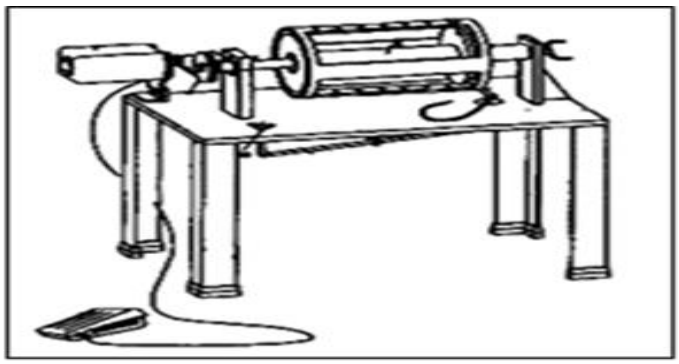
ภาพที่ 2-48 แสดงเครื่องทำไจเส้นไหมอีรี่
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.5 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องปั่นด้าย เลขที่คำขอ 2007-335166 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มูราตะ แมชีนเนอรี่, แอลทีดี วันที่ยื่นคำขอ 26 ธันวาคม 2550 ประเทศที่ยื่นคำขอครั้งแรก ญี่ปุ่น เลขที่คำขอที่ยื่นครั้งแรก 83209288 ผู้ประดิษฐ์ นายเคนจิ บาบะ



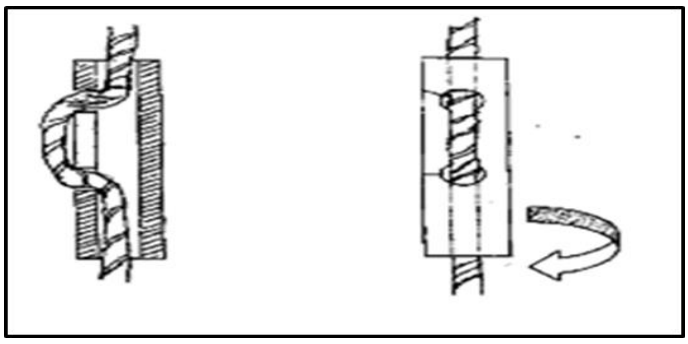
ภาพที่ 2-49 แสดงเครื่องปั่นด้าย
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.6 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องปั่นด้ายปั่นมือ เลขที่คำขอ 076135 ผู้ขอรับสิทธิบัตร นายชเล วุทธานันท์ วันที่ยื่นคำขอ 28 สิงหาคม 2555 ผู้ประดิษฐ์ นายชเล วุฒิธานันท์



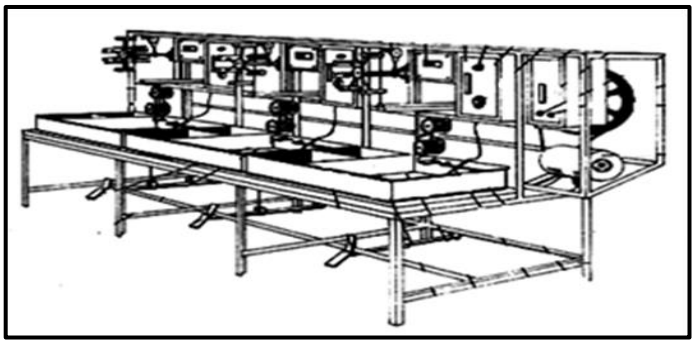
ภาพที่ 2-50 แสดงเครื่องปั่นด้ายปั่นมือ
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.7 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องปั่นรังไหม เลขที่คำขอ 1103001038 ผู้ขอรับสิทธิบัตร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วันที่ยื่นคำขอ 27 กันยายน 2554 ผู้ประดิษฐ์ นายธวัชชัย เพชรนนท์



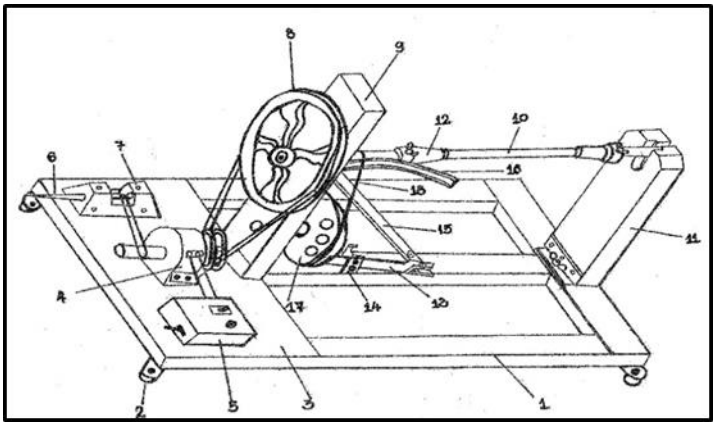
ภาพที่ 2-51 แสดงเครื่องปั่นรังไหม
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.8 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์เครื่องสาวเส้นไหมอีรี่เชิงปริมาณ เลขที่คำขอ 803000776 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ,สกว. วันที่ยื่นคำขอ 30 พฤษภาคม 2551 ผู้ประดิษฐ์ รศ.ศิวิลัย สิริมังครารัตน์ และคณะ



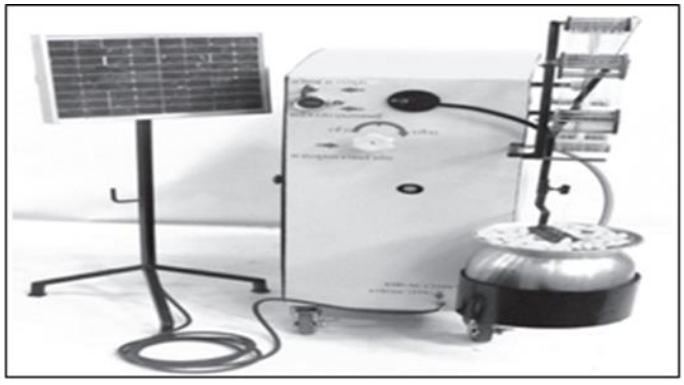
ภาพที่ 2-52 แสดงเครื่องสาวเส้นไหมอีรี่เชิงปริมาณ
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.9 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องกวักไหมและปั่นหลอดด้าย เลขที่คำขอ 0603000411 ผู้ขอรับสิทธิบัตร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วันที่ยื่นคำขอ 28/03/2549 ผู้ประดิษฐ์ นายวทัญญู บุตรศรี และคณะ



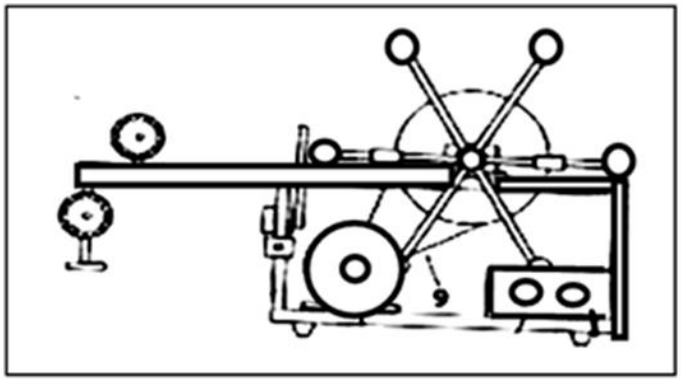
ภาพที่ 2-53 แสดงเครื่องกวักไหมและปั่นหลอดด้าย
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.10 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องสาวรังไหมเปิดและรังปาด เลขที่คำขอ 03030009999 ผู้ขอรับสิทธิบัตร รศ.ศิวิลัย สิริมังคารัตน์ และคณะ วันที่ยื่นคำขอ 5 กันยายน 2546 ผู้ประดิษฐ์ รศ.ศิวิลัย สิริมังคารัตน์ และคณะ



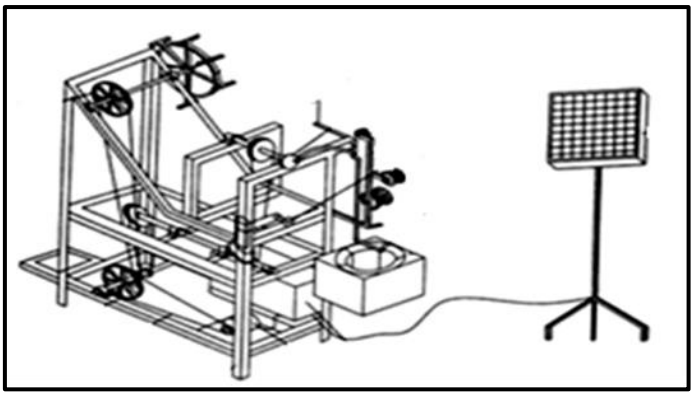
ภาพที่ 2-54 แสดงเครื่องสาวรังไหมเปิดและรังปาด
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.11 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องสาวไหม เลขที่คำขอ 0603001259 ผู้ขอรับสิทธิบัตร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา วันที่ยื่นคำขอ 14 กันยายน 2549 ผู้ประดิษฐ์ นายเสรี ภูผาสุก



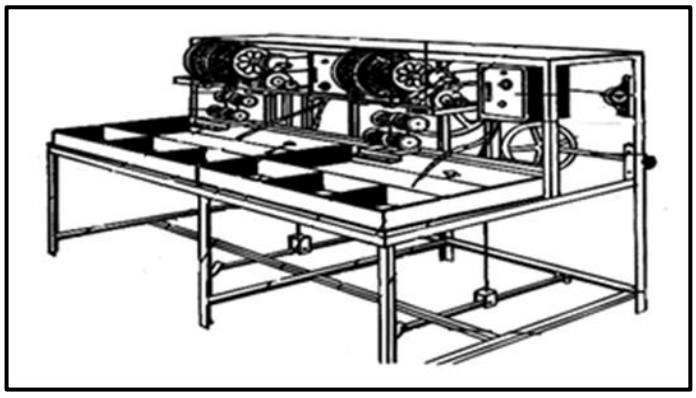
ภาพที่ 2-55 แสดงเครื่องสาวไหม
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.12 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องสาวไหมพลังงานแสงอาทิตย์ เลขที่คำขอ 0703001370 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ วันที่ยื่นคำขอ 28 พฤศจิกายน 2550 ผู้ประดิษฐ์ ว่าที่ ร.ต.ชูชาติ พะยอม และคณะ



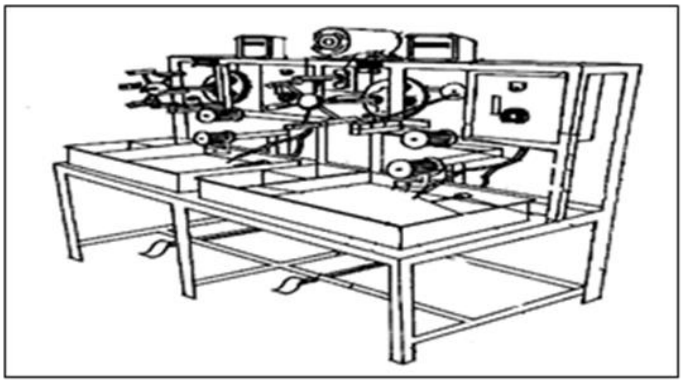
ภาพที่ 2-56 แสดงเครื่องสาวไหมพลังงานแสงอาทิตย์
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.13 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องสาวไหมอีรี่แบบประหยัด เลขที่คำขอ 03000777 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น,. วันที่ยื่นคำขอ 30 กันยายน 2551 ผู้ประดิษฐ์ รศ.ศิวิลัย สิริมังคารัตน์ และคณะ



ภาพที่ 2-57 แสดงเครื่องสาวไหมอีรี่แบบประหยัด
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

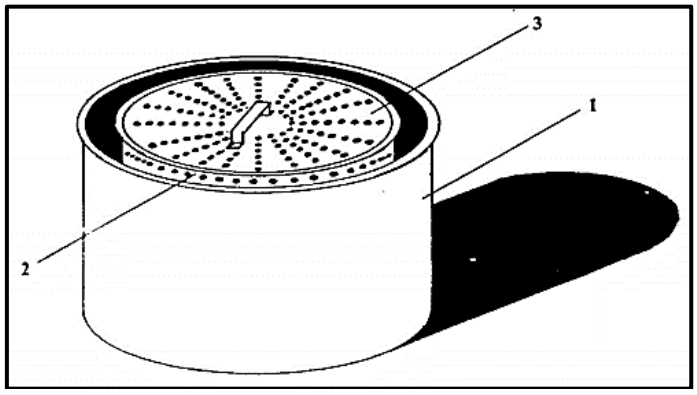
7.14 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องสาวไหมอีรี่แบบกึ่งอัตโนมัติ เลขที่คำขอ 03001319 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, สกว. วันที่ยื่นคำขอ 5 พฤศจิกายน 2551 ผู้ประดิษฐ์ รศ.ศิวิลัย สิริมังครารัตน์ และคณะ



ภาพที่ 2-58 แสดงเครื่องสาวไหมอีรี่แบบกึ่งอัตโนมัติ

(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

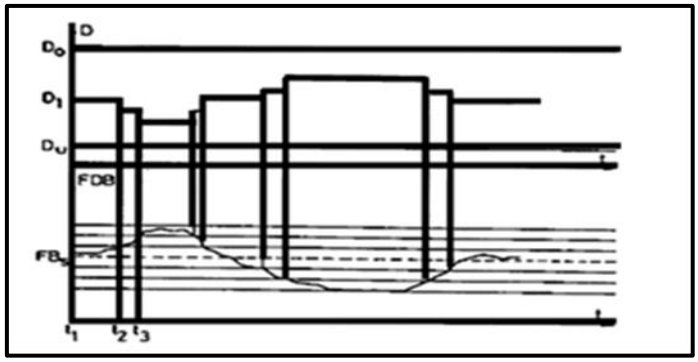
7.15 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ ถังต้มฟอกรังไหมอีรี่ เลขที่คำขอ 0503001630 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ยื่นคำขอ 27 ธันวาคม 2548 ผู้ประดิษฐ์ รศ.ศิวิลัย สิริมังครารัตน์ และคณะ



ภาพที่ 2-59 แสดงถังต้มฟอกรังไหมอีรี่

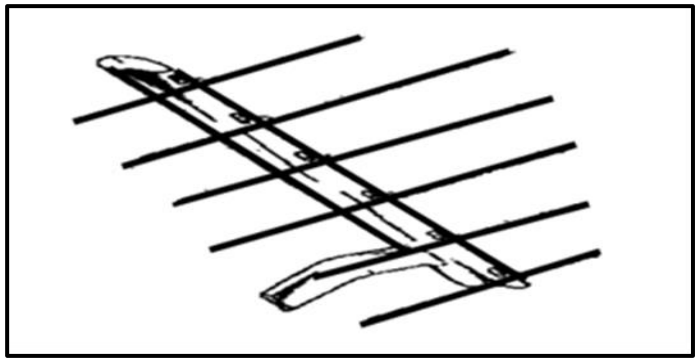
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.16 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ ระบบสำหรับการเพิ่มผลผลิตของเครื่องปั่นด้าย เลขที่คำขอ 022913 ผู้ขอรับสิทธิบัตร เซลล์เวเจอร์ ลูวา เอจี วันที่ยื่นคำขอ 24 มิถุนายน 2537 ประเทศที่ยื่นคำขอครั้งแรก สวิสเซอร์แลนด์ เลขที่คำที่ยื่นครั้งแรก 02108/93-3 ผู้ประดิษฐ์ นายคริสโตพห์ คาฟแมนน์



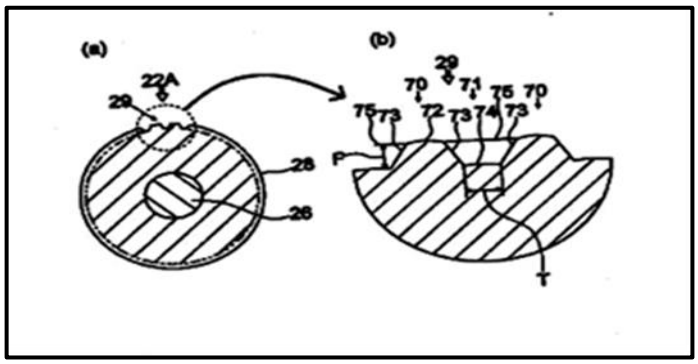
ภาพที่ 2-60 แสดงระบบสำหรับการเพิ่มผลผลิตของเครื่องปั่นด้าย
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.17 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ ท่อดูดใยฝ้ายของเครื่องปั่นด้าย เลขที่คำขอ 034023 ผู้ขอรับสิทธิบัตร นายลี- ฟุ-ซัน วันที่ยื่นคำขอ 1 พฤศจิกายน 2539 ผู้ประดิษฐ์ นายลี- ฟุ-ซัน



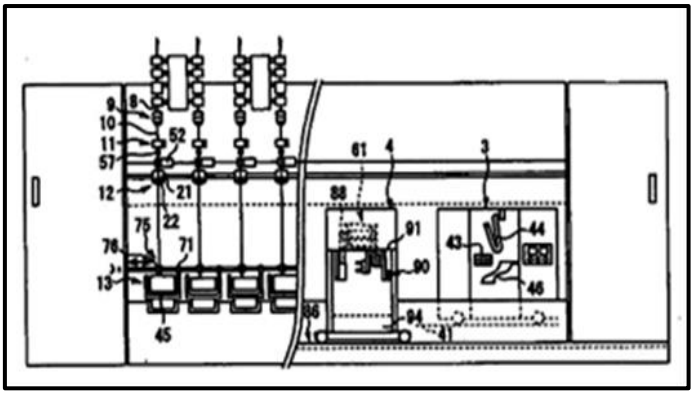
ภาพที่ 2-61 แสดงท่อดูดใยฝ้ายของเครื่องปั่นด้าย
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.18 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ ลูกกลิ้งการเคลื่อนที่ของเครื่องปั่นด้าย เลขที่คำขอ 0801006505 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มูราตะ แมชีนเนอรี่, แอลทีดี วันที่ยื่นคำขอ 15 ธันวาคม 2551 ผู้ประดิษฐ์ นายนาริโทชิ โอตะ และคณะ



ภาพที่ 2-62 แสดงลูกกลิ้งการเคลื่อนที่ของเครื่องปั่นด้าย
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

7.19 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ อุปกรณ์ขจัดการหย่อนของเส้นด้ายและเครื่องปั่นด้าย
เลขที่คำขอ 0801006604 ผู้ขอรับสิทธิบัตร มูราตะ แมชีนเนอรี่, แอลทีดี วันที่ยื่นคำขอ 22 ธันวาคม 2551 ประเทศที่ยื่นคำขอครั้งแรก ญี่ปุ่น เลขที่คำที่ยื่นครั้งแรก 2007-337974 ผู้ประดิษฐ์ นายเคนจิ บาบะ



ภาพที่ 2-63 แสดงอุปกรณ์ขจัดการหย่อนของเส้นด้ายและเครื่องปั่นด้าย
(ที่มา : กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2561)

จากการสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตรในผลงานที่คล้าย ๆ กัน หรือใกล้เคียงกันจากฐานข้อมูลกรมทรัพย์สินทางปัญญา พบว่าการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่จดสิทธิบัตรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของการผลิตผ้าไหมและผ้าฝ้ายในรูปแบบต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาต่อยอดจากอนุสิทธิบัตรเลขที่ 4562 เครื่องย้อมสีเส้นไหม ผู้ประดิษฐ์นายวทัญญู บุตรศรี โดยได้นำข้อดีและข้อเสียจากสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องและได้นำข้อมูลมาทำการสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ซึ่งเครื่องที่ออกแบบสร้างและพัฒนาขึ้นนี้จะใช้การฟอกกาวไหมและย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติแทนการย้อมสีเคมีของชาวบ้าน เพื่อช่วยลดปัญหาในเรื่องมลภาวะต่างๆ และการพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามความต้องการของผู้ย้อมสีที่ต้องใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันออกไป และได้มีการออกแบบติดตั้งใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวส่งกำลังในการเขย่าให้น้ำสีซึมเข้าเส้นไหมให้เร็วยิ่งขึ้น ไม่ต้องใช้แรงงานคนในการเขย่าสีและตีให้สีเส้นไหมซึมเข้าเส้นไหมให้เร็วยิ่งขึ้น รวมทั้งการพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ที่ประดิษฐ์ขึ้นได้ถูกออกแบบใช้หม้อย้อมสีแบบประหยัดพลังงานความร้อนโดยออกแบบให้มีฉนวนกันความร้อนหุ้มหม้อย้อมสีไม่ให้ความร้อนสูญเสียจำนวน 2 ถัง และได้มีการออกแบบระบบที่ใช้ในตรวจสอบอุณหภูมิ รวมทั้งใช้วัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ภายในประเทศไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งเมื่อชาวบ้านได้นำเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน ที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ไปใช้งานจะสามารถเพิ่มศักยภาพให้กับชุมชน เพิ่มผลผลิตและรายได้ให้กับกลุ่มผู้ประกอบอาชีพการทำผ้าไหมและผ้าฝ้ายในจังหวัดอุบลราชธานีได้ เพราะเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและใช้งานง่าย อีกทั้งเครื่องที่สร้างขึ้นไม่มีผลกระทบต่อธรรมชาติและทำลายสิ่งแวดล้อมอีกด้วย เพราะใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในการฟอกกาวไหมและการย้อมสี โดยใช้สีธรรมชาติแทนการย้อมสีเคมีของชาวบ้านที่มีใช้งานในปัจจุบันนี้

ตอนที่ 8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน มีดังนี้

8.1 งานวิจัยในประเทศไทย

เนื่องจากได้มีการย้อมสีธรรมชาติในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน จึงมีการวิจัยในรูปแบบต่างๆ เกี่ยวกับการย้อมสีธรรมชาติที่หลากหลาย ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

ศันสนีย์ คำบุญชู (2541) ทำการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากแก่นขนุนและเปลือกมะพร้าว โดยใช้สารช่วยติดคือแบเรียมคลอไรด์ไดไฮเดรตพบว่า ภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการย้อมสีจากแก่นขนุนคือ อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 80 นาที และปริมาณแบเรียมคลอไรด์ 10% ของน้ำหนักเส้นด้ายและการย้อมสารช่วยติดก่อนการย้อมจะให้การดูดซับดีที่สุด

กุลธวัช ศรีจรรยา และกุลรัญญา พรหมเมืองยอง (2542) ศึกษาสมบัติของสีย้อมธรรมชาติที่สกัดจากเปลือกประดู่ ยอดสัก ดอกทองกวาวและสีเสียด โดยการปรับอุณหภูมิในการย้อมที่ 60 °C กับ 100 °C พบว่า ที่ 100 °C สีย้อมจะติดได้เร็วกว่า

อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ และคณะ (2543) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาและปรับปรุง กระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว โดยทำการศึกษาทางเคมีของพืชให้สี 6 ชนิด คือ สะเดา ยูคาลิปตัส หูกวาง มะพร้าว สาบเสือ และสมอไทย ทำการวิเคราะห์ หาแทนนินฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน และสารฟีนิลิก ศึกษาเฉดสีที่ได้จากการย้อมโดยใช้ และไม่ใช้สารช่วยย้อม ซึ่งได้แก่ กรดแทนนิก โดยมี Al (SO4) FeSO, NayCr207 Co(NO3) และ CuSO,เป็น มอร์แดนท์ และยังศึกษาวัตถุดิบอื่นที่นำมาใช้เป็นสีย้อมพบว่า ใบหญ้าหวาน ใบติ้ว แดง ใบสาบเสือ ใบจามจุรี ใบขี้เหล็กฝรั่งให้สีเขียวโดยใช้จุนสีเป็นมอร์แดนท์ ใบสะเดา ใบและ เปลือกต้นหูกวาง เปลือกต้นยูคาลิปตัส เปลือกต้นรกฟ้า เปลือกต้นสมอไทย เปลือกต้นกระโดน และผลตะแบกให้สีน้ำตาลและสีดำ กาบมะพร้าวแห้ง เปลือกผลมังคุดให้สีน้ำตาล การทำ ความสะอาดเส้นใยฝ้ายด้วยสบู่และโซดาแอชในอัตราส่วนด้าย : สบู่ : โซดาแอช: น้ำ เป็น 100 : 10 : 1-16 : 1000 ศึกษาการดูดซับสีพบว่า ส่วนมากดูดซับได้ไม่เกิน 40%

ศิรินันท์ หอสมบัติ (2543) ได้ทำการศึกษาสกัดผงสีย้อมจากดอกดาวเรือง โดยศึกษาถึงผลของสภาวะในการสกัดต่อลักษณะและสมบัติของน้ำสีและผงสีพบว่า อัตราส่วนในการสกัดมีผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าร้อยละการส่องผ่าน (%T) ค่าการดูดกลืนแสง (A) ปริมาณแคโรทีนอยด์ อุณหภูมิในการสกัดมีผลต่อ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่า pH % TA และค่าปริมาณแคโรทีนอยด์ ระยะเวลาในการสกัดมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพียงอย่างเดียว

กำจร แซ่เจียง (2544) ได้ทำการศึกษาสกัดผงสีย้อมจากดอกดาวเรือง โดยศึกษาถึง ผลของสภาวะในการสกัดต่อลักษณะและสมบัติของน้ำสีและผงสี พบว่า อัตราส่วนในการสกัด มีผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าร้อยละการส่องผ่าน (%T) ค่าการดูดกลืนแสง (A) ปริมาณแคโรทีนอยด์ อุณหภูมิในการสกัดมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ค่า pH % TA และค่าปริมาณแคโรทีนอยด์ ระยะเวลาในการสกัดมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพียงอย่างเดียว

สุภาพ รู้การ (2544) ศึกษาการย้อมไหมด้วยใบกล้วย โดยใช้มอร์แดนท์ 4 ชนิด คือ สารส้ม กรดน้ำส้ม เหล็ก และขี้เถ้า ที่ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 % พบว่า ความคงทนต่อการซัก ผ้าที่ใช้ขี้เถ้าเป็นสารช่วยติดมีความคงทนต่อการซักมากที่สุด ความคงทนต่อแสงพบว่า เหล็ก เป็นมอร์แดนท์ที่ให้

ความคงทนมากที่สุด ความคงทนต่อการขัดสีพบว่า กรดน้ำส้มเป็นมอร์แดนท์ที่ให้ความคงทนมากที่สุด

สุรีย์ ฟูตระกูล และคณะ (2545) ได้ทำการศึกษาพัฒนาสารย้อมสีธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบน โดยเน้นหนักสีหลัก 3 สี คือ สีแดงจากรากยอป่าและครั้ง สีเหลืองจากขมิ้น และสีน้ำเงินจากครามและฮ่อมและทำการศึกษาองค์ประกอบที่เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติพบว่า สารสีแดงในรากยอป่าและครั้งเป็นสารในกลุ่มแอนทราควิโนนมีโครงสร้างของมอรินโดนกับกรดแลคติก มีค่าดูดกลืนแสงมากที่สุด (max) ที่ 446 nm และ 518 nm. สารสีเหลืองในขมิ้น คือ เคอร์คูมิน มีค่าดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ 423 mm. สารที่ให้สีน้ำเงินในครามและฮ่อม คือ อินดิโกมีค่าดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ 611 mm. สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมพบว่า การเตรียมเส้นด้ายฝ้ายด้วยการทำความสะอาดเส้นใยฝ้ายด้วยด้วยสบู่ หรือผงซักฟอกและต้มกับน้ำถั่วเหลืองนาน 30 นาที จะช่วยให้ได้สีที่เข้มและติดทนกว่าปกติ

อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ และคณะ (2546) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาและปรับปรุง กระบวนการย้อมสีธรรมชาติแบบพหุสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว ศึกษาทางเคมีของพืชให้สีอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการย้อมผลของมอร์แดนท์ต่อสีและความคงทนของสีต่อการซักและแสงพบว่า พืชที่ให้สีน้ำเงินได้แก่ ห้อม คราม พืชที่ให้สีเหลืองและเขียวได้แก่ แก่นขนุน ขมิ้นชัน ดอกคำฝอย ใบติ้วแดง ใบหูกวาง ใบขี้เหล็กฝรั่ง และใบสาบเสือ พืชให้สีน้ำตาลได้แก่ เปลือกต้นรกฟ้า ใบสะเดา เปลือกต้นกระโดน เปลือกตะเคียนหิน มอร์แดนท์ที่ใช้ศึกษาคือ อลูมิเนียม ทองแดง และเหล็ก และอุณหภูมิที่เหมาะสมพบว่า อุณหภูมิการย้อมที่เหมาะสม คือ 60 - 80 องศาเซลเซียส สำหรับการย้อมแบบพหุใช้อัตราส่วนด้ายต่อน้ำต่อวัตถุให้สีเป็น 1 : 10 : 0.1 ถึง 1 : 10 : 0.2 และทดสอบความคงทนของสีในระบบ CIELAB โดยการทดสอบความคงทนต่อการซักที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียสตามวิธีการมาตรฐาน ISO 105C01 : 1989 และทดสอบความคงทนต่อแสง ตามวิธีการมาตรฐาน ISO 105-B02 : 1994

มณฑล นาคปฐม และ พิสมัย ลิขิตบรรณกร (2548) ได้ทำการศึกษาพัฒนากระบวนการย้อมผ้าฝ้ายและไหมด้วยสีธรรมชาติ โดยการใช้สารจากธรรมชาติ เช่น ไคโตซาน กรดแทนนิก และกรดทาร์ทาริก แทนมอร์แดนท์ ร่วมกับกระบวนการย้อมแบบจุ่มอัด-หมัก, นุ่มอัด-หมักแห้ง และจุ่มอัด-อบแห้ง-ผนึกพบว่า ผ้าฝ้ายและผ้าไหมที่ได้จากการย้อมทุกกระบวนการ มีความนุ่ม และคงทนต่อแสงและการซัก

บิณฑสันต์ ขวัญข้าว (2549) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนสีและสมบัติทางกายภาพของผ้าฝ้ายหลังการตกแต่งเพื่อป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยใช้สีย้อมที่เป็น reactive color และ dispersive color 3 เฉดสี คือ แดง น้ำเงิน และเหลือง ด้วยความเข้มข้นของสี 0.5 – 4.0 % ของ น้ำหนักผ้าและใช้สารดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นสารตกแต่ง 2 ชนิด คือ ชนิดที่ใช้กับเส้นใย ฝ้ายและชนิดที่ใช้กับเส้นใยพอลิเมอร์ โดยใช้พร้อมกับการย้อมและหลังการย้อมแล้วทำการทดสอบ การเปลี่ยนแปลงสีผ้า การดูดซับน้ำ ความแข็งกระด้างของผ้า ความคงทนต่อการซักและแสง การป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสี reactive พร้อมกับสารดูดซับรังสี ให้สีที่แตกต่างจากผ้าที่ย้อมโดยไม่ใช้สารดูดซับรังสี แต่ถ้าใช้สารดูดซับภายหลังการย้อมจะให้สีไม่แตกต่างกับการไม่ใช้สารดูดซับ ผ้าที่ใช้สารดูดซับรังสีมีความแข็งแรงลดลง 4% แต่ความแข็งกระด้างเพิ่มขึ้น 2 % ให้ความคงทนของสีต่อการซักและแสงดีมาก สามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดีกว่าผ้าที่ไม่ใช้สารดูดซับรังสี

เจริญศรี เบญจมาลา (2550) ได้ศึกษาผลของการติดสีที่มีต่อการย้อมผ้าไหมด้วย เปลือกมะพร้าวอ่อนต่อสีความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อแสง โดยนำ เปลือกมะพร้าวอ่อนมาสกัดเป็นน้ำสีโดยวิธีการต้ม หลังจากนั้นนำน้ำสีที่ได้ไปย้อมผ้าไหมใช้สารช่วยติดย้อมทับหลังจากการย้อม 2 ชนิด ได้แก่ สารส้ม และกรดน้ำส้มที่มีระดับความ เข้มข้นต่างกัน 5 ระดับคือ 2, 4, 6, 8 และ 10 % ของน้ำหนักผ้าไหม วัดค่าสีและทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อแสงวัดค่าสีในระบบ CIELAB L* * b* ในการเปรียบเทียบสีผ้าไหมที่ย้อมใช้ค่า L* a b* H* และ C* ตามแผนการทดลองแบบ Factorical แบบ R C B โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ชนิดของสารช่วยติดกับความเข้มข้นของสารช่วยติดเปรียบเทียบความแตกต่างของสีผ้าตัวอย่างกับผ้าควบคุม พบว่า การใช้สารช่วยติดให้ผลที่แตกต่างกันมีผลต่อค่า AE* และ AH* และผ้าที่ใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดหลังย้อม มีลักษณะของสีแตกต่างจากผ้าควบคุมน้อยกว่าผ้าที่ใช้กรดน้ำส้มเป็นสารช่วยติดหลังการย้อม

ลัดดาวัลย์ น้อยกำบัง, ศิริพร สอนบุญเกิด และสมจิตร เล็งเอี่ยม (2546) ทำการวิจัยการย้อมสีเส้นใยด้วยสีธรรมชาติจากใบหูกวาง โดยใช้มอร์แดนท์ประกอบด้วย FeS04, CuS04 , K2Cr207, NaCl และสารส้มพบว่า สีที่ได้มีความคงทนต่อการซักทนต่อแดด มอร์แดนท์ที่ดีที่สุดสำหรับใบหูกวางคือ CuSO,

สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์ (2548) ได้ทำการศึกษาการย้อมสีบนผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีที่สกัดจากเปลือกมังคุด และสารกันยับไกลออกซอล โดยใช้ร่วมกับตัวเร่งแมกนีเซียมคลอไรด์หรือ สารส้มแทนมอร์แดนท์พบว่า โลหะในตัวเร่งเหล่านี้ ทำให้เกิดร่างแหพันธะโคเวเลนต์ สามารถคงทนต่อการยับของผ้าและเพิ่มความคงทนของสีได้ด้วย เป็นการช่วยลดขั้นตอนการตกแต่งกันยับของผ้าฝ้าย

จันทนี จันทรศร (2550) ได้ศึกษาผลของการใช้มอร์แดนท์และความคงทนของสีต่อแสงต่อการซัก และต่อการขัดถูของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีจากเปลือกมะพร้าวแก่โดยใช้สารช่วยติด 2 ชนิด คือ สารส้มและกรดน้ำส้มที่ความเข้มข้น .75 , 2 และ 20 % ของน้ำหนักผ้าหลังการย้อมสีวัดค่าความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง-เขียว (a*) ความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ความสดใส (C*) และสี (h*) ของผ้าตามระบบ CIELAB ก่อนและหลังการทดสอบความคงทน ของสีต่อแสงการซักและการขัดถู หาค่าเปลี่ยนแปลงของสี dL *,da*,db*,dh* และค่า เปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม (dE*) ผลการวิจัยพบว่า ความเข้มข้นของสารช่วยติดมีผลต่อค่า L* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นสีผ้าจะมีค่า L* สูงขึ้นชนิดและความ

ตารางที่ 2-6 แสดงรายละเอียดในการสังเคราะห์งานวิจัยในประเทศไทย มีรายละเอียด ดังนี้

ชื่อผู้วิจัย	วิธีการย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติ	วิธีการย้อมสีแบบใช้สีเคมี	อุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมสี (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ในการย้อมสี (นาที)	การดูดซับสีที่ได้
ศันสนีย์ คำบุญชู	√	-	65	80	ดีที่สุด
กุลธวัช ศรีจรรยา และกุลรัญญา	√	-	60 - 100		ติดได้เร็ว (ดี)
อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ และคณะ	√	-	-	-	40 % (พอใช้)
ศิรินันท์ หอสมบัติ	√	-	-	-	-
กำจร แซ่เจียง	√	-	-	-	-
สุภาพ รู้การ	√	-	-	-	-
สุรีย์ ฟูตระกูล และคณะ	√	-	-	-	-
อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ และคณะ	√	-	60 - 80	-	-
มณฑล นาคปฐม และพิสมัย ลิขิตบรรณกร	√	-	-	-	-
บิณฑสันต์ ขวัญข้าว	-	√	-	-	-
เจริญศรี เบญจมาลา	√	-	-	-	-
ลัดดาวัลย์ น้อยกำบัง และคณะ	√	-	-	-	-
สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์	√	√	-	-	-
จันทนี จันทรศร	√	√	-	-	-

จากตารางตารางที่ 2-6 จะเห็นได้ว่าผลจากการสังเคราะห์งานวิจัยในประเทศไทยมีจำนวนรวม 14 เรื่อง พบว่า ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยที่ทำการทดลองจะใช้วิธีการย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติ โดยสีที่นำมาย้อมได้มาจากการสกัดสีที่ได้มาจากแก่นขนุน ยูคาลิปตัส เปลือกมังคุด เปลือกมะพร้าว และวิธีการย้อมสีแบบใช้สีเคมี ใบสาบเสือ ใบขี้เหล็ก ใบสาบเสือ ใบหูกวาง สะเดา เปลือกปะดู่ ยอดสัก ทองกวาว สีเสียด สมอไทย ดอกดาวเรือง ใบกล้วย รากยอป่า ขมิ้น คราม ฮ่อม เปลือกต้นรกฟ้า เปลือกต้นตะโก้ เปลือกตะเคียนหิน เป็นต้น จากที่มาของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย ทำให้ได้เฉดสีต่างๆ ตามความต้องการของชาวบ้านและผู้ประกอบการ ตลอดจนวัตถุดิบที่นำมาใช้งานจะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้าย พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมสีอยู่ระหว่าง 60 - 100 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในกระบวนการย้อมสีเส้นไหม 60 - 80 นาที ทำให้การดูดซับสีที่ได้อยู่ระหว่างพอใช้ และดี จากตารางผลการสังเคราะห์วิธีการย้อมสีแบบใช้สีเคมี พบว่า กระบวนการในการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายมีกระบวนการเช่นเดียวกับวิธีการย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติ โดยมีสารตั้งต้นที่สกัดจากสารเคมีแต่ละชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับ

ความต้องการของผู้ใช้งานว่าต้องการเฉดสีชนิดใด ในส่วนของกระบวนการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายแบบใช้สีเคมี จะใช้อุณหภูมิและเวลาเท่ากับการย้อมสีธรรมชาติ แต่จะมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยในปัจจุบันวิธีการย้อมสีด้วยเคมีจะไม่ได้รับความนิยมเหมือนกับวิธีการย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทย ทำให้ผู้เสนอขอได้ทราบถึงกระบวนการในการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายที่นำเอาวัตถุดิบมาใช้ในการย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติ วิธีการย้อมสีแบบใช้สีเคมี ตลอดจนอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมสี เวลาที่ใช้ในการย้อมสี และการดูดซับสี ผลจากการสังเคราะห์งานวิจัยในประเทศไทยนี้ ผู้เสนอขอจึงได้นำข้อมูลมาปรับใช้ในการสร้างและพัฒนาสร้างเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 ถึงรุ่นที่ 5 และมีการพัฒนางานวิจัยอย่างต่อเนื่อง และได้ทำการปรับปรุงเครื่องในแต่ละรุ่นให้มีประสิทธิภาพและสมรรถนะที่สูงขึ้นในการนำไปใช้งานจริง ที่สอดคล้องกับความต้องการของชาวบ้านและผู้ประกอบการ ให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

8.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Ali, S., Nisar, N. และ Hussain, L. (2007) ได้ทำการสกัดสีธรรมชาติจากยูคาลิปตัสแล้วนำไปย้อมเส้นด้ายฝ้ายโดยการย้อมตรง พบว่า ความสามารถในการติดสี่ขึ้นอยู่กับวิธีการย้อม Gorensek, M., Urbas, R., Strnad, S. และ Parac-Osman, D. (2007) ได้ทำการประเมินการดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตของเม็ดสีธรรมชาติ โดยการหาค่าปัจจัยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet protection factor, UPF) และโทนสีขาวจะเป็นตัวบอกถึงการมีอยู่ของเม็ดสีธรรมชาติของสารตัวอย่างที่ยังดิบ สารตัวอย่างที่ใช้ศึกษาได้แก่ เส้นใยฝ้ายที่บาง เบาถูกฟอกสี แล้วทำการย้อมสี วัดหาเฉดสีในระบบ CIE แล้วคำนวณหาปัจจัยการปกคลุม (Cover factor) พบว่า ผ้าที่ทอจากฝ่ายดิบให้ UPF 2.5 เท่าของผ้าที่ได้จากฝ่ายที่ฟอกสีแม้ว่าทั้ง 2 ตัวอย่างจะมีปัจจัยปกคลุมเกือบเท่ากันGuinot, Pauline, Gargadennec, Annick, Valette, Gilles, และ Andary, Claude (2007) ได้ทำการสกัดฟลาโวนอยด์ปฐมภูมิจากดอกดาวเรือง และทำการแยก patulitrin (1) กับ patuletin (2) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของฟลาโวนอยด์แล้วศึกษาโครงสร้างด้วย NMR กับ HPLC-MS แล้วนำไปเป็นย้อมสีของเส้นด้ายขนสัตว์พบว่า ส่วนที่เป็น aglycone (2) ในฟลาโวนอยด์สามารถติดกับเส้นด้ายดีกว่าส่วนที่เป็น glucoside (4) นอกจากนี้ยังพบว่า อิทธิพลของภูมิอากาศก็มีผลต่อชีวสังเคราะห์สารเหล่านี้ โดยเฉพาะภูมิอากาศแบบเมดิเตอเรเนียน สามารถช่วยเพิ่มกระบวนการชีวสังเคราะห์สารทั้งสอง สุดท้ายได้มีการศึกษาหาตัวละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดแยกสารทั้งสองพบว่า สารผสมน้ำ เอทานอลมีประสิทธิภาพในการสกัดแยกสารทั้งสองออกจากดอกดาวเรืองได้ดีที่สุด

Bechtold, T., Mahmud Ali, A Mussak, R. (2007) ได้ทำการสกัดแยกสี anthocyanin จากกากองุ่นเพื่อนำมาย้อมเส้นใยพบว่า ปริมาณ anthocyanin ในกากองุ่นมี ความเข้มข้นถึง 24.5 - 126 mg /itre ขึ้นอยู่กับชนิดขององุ่น แล้วนำสีที่สกัดได้ไปย้อมเส้นใย ด้วยวิธีการย้อมมอร์แดนท์ก่อน (premordant dyeing) ได้สีม่วงแดงที่ติดกับเส้นใยได้ดี จากการวัดค่าในระบบ CIE และ Kubelka – Munk พบว่า ความเข้มข้นของ anthocyanin ที่สกัดได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มของสี

Chairat, M., Bremner, J.B. และ Chantrapromma, K. (2007) ได้ทำการศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายและไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกมังคุดแห้งพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีจากเปลือกมังคุดคือ ใช้สารละลาย 15% W/V ของกรด citric ในอัตราส่วนผงเปลือกมังคุดต่อ ตัวทำละลาย 1 : 4 ที่อุณหภูมิ 80 ℃ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สำหรับการย้อมเส้นฝ้ายด้วยน้ำย้อมดังกล่าวใช้อัตราส่วนเส้นด้าย : น้ำย้อม 1 : 25 ที่อุณหภูมิ 60 ℃ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 2-7 แสดงการสังเคราะห์งานวิจัยในต่างประเทศ มีรายละเอียด ดังนี้

ชื่อผู้วิจัย	วิธีการย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติ	วิธีการย้อมสีแบบใช้สีเคมี	อุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมสี (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ในการย้อมสี (นาที)	การดูดซับสีที่ได้
Ali, S., Nisar, N. และ Hussain, L.	√	√	-	-	-
Bechtold, T., Mahmud Ali, A Mussak, R.	√	-	-	-	-
Chairat, M., Bremner, J.B. hantrapromma, K.	√	√	60 - 80	60	-

จากตารางที่ 2-7 จะเห็นได้ว่าผลจากการสังเคราะห์งานวิจัยในต่างประเทศ มีผลงานวิจัยจำนวน 3 เรื่อง พบว่า ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยที่ทำการทดลองจะใช้วิธีการย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติและวิธีการย้อมสีแบบใช้สีเคมี ทำให้ได้เฉดสีต่าง ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้งาน สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมสีอยู่ระหว่าง 60 - 80 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในกระบวนการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายอยู่ที่ 60 นาที จากผลการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศทำให้ผู้เสนอขอได้ทราบถึงกระบวนการในการย้อมสีเส้นไหมและเส้นฝ้ายที่นำเอาวัตถุดิบมาใช้ในการย้อมสีแบบใช้สีธรรมชาติ และวิธีการย้อมสีแบบใช้สีเคมี ตลอดจนอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมสี เวลาที่ใช้ในการย้อมสี ผู้เสนอขอจึงได้นำข้อมูลมาปรับใช้ในการออกแบบสร้างและพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นไหมและฝ้ายแบบใช้หม้อต้มประหยัดพลังงาน รุ่นที่ 1 ถึงรุ่นที่ 5 โดยมีการพัฒนาผลงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง และได้ทำการปรับปรุงเครื่องในแต่ละรุ่น ให้มีประสิทธิภาพและสมรรถนะที่สูงขึ้น ในการนำไปใช้งานที่สอดคล้องกับความต้องการของชาวบ้านและผู้ประกอบการ ให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์