การศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชง เสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

THE PROPERTIES OF HEMP CROCHETED FABRIC PRODUCT MIXED WITH STAINLESS STEEL YARN FOR ELECTROMAGNETIC SHIELDING

นคเรศ พุทธรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชง เสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

นคเรศ พุทธรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า The Properties of Hemp Crocheted Fabric Product Mixed with Stainless Steel Yarn for Electromagnetic Shielding
ชื่อ-นามสกุล	นายนคเรศ พุทธรัตน์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.
ปีการศึกษา	2559

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, Ph.D.)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(อาจารย์จีรวัฒน์ เหรียญอารีย์, คศ.ม.)
วันที่ 31 เดือน มกราคม พ.ศ. 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
ชื่อ - นามสกุล	นายนคเรศ พุทธรัตน์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงต่อเส้นด้ายสเตนเลส รูปแบบและเทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ศึกษาสมบัติทางกายภาพ ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และสมบัติการใช้งาน พัฒนาผลิตภัณฑ์ และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

วิธีดำเนินการวิจัยคือ ศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงต่อเส้นด้ายสเตนเลส คือ อัตราส่วน 1:1 และ 1:2 รูปแบบการถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส คือ ถักยาวตลอดทั้งผืน และถัก 2 แถวเว้น 2 แถว และเทคนิคการถัก จำนวน 4 เทคนิค คือ ควักธรรมดา พัน 1 ครั้งควักธรรมดา พัน 2 ครั้งควักธรรมดา และพัน 3 ครั้งควักธรรมดา ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พัฒนาผลิตภัณฑ์ และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

ผลการศึกษา พบว่า ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีอัตราส่วนการควบ รูปแบบ และเทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มีผลต่อประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสมบัติทางกายภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สมบัติการใช้งาน พบว่า ผ้าถักโครเชต์ทั้งแนวยาวและแนวกว้างมีขนาดเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 5 และค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงหลังจากการซักที่ 1 3 5 และ 10 ครั้งตามลำดับ ส่วนความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่ 4 อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ผ้าถัก เส้นด้ายใยกัญชง โครเชต์ สเตนเลส

Thesis Title	The Properties of Hemp Crocheted Fabric Product Mixed with Stainless Steel Yarn for Electromagnetic Shielding
Name - Surname	Mr. Nakares Puttarut
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Sakorn Chonsakorn, Ph.D.
Thesis Co – advisor	Associate Professor Sututsanee Boonyobhas, M.A.
Academic Year	2016

ABSTRACT

This research aimed to study the mixing ratios of hemp yarn with stainless steel yarn, the patterns and the crochet knitting techniques, the physical properties and the efficiency of electromagnetic wave protection, the usability of the knitted mixed-yarn fabric, and the customers' satisfaction towards the knitted fabric products.

The methodology employed 1: 1 and 1: 2 mixing ratios of hemp yarn with stainless steel yarn. The knitting patterns were those 2 yarns knitted together throughout fabric length and the two-row skipping knitting. Four crochet knitting techniques included single, half double, double and triple. The physical properties and the efficiency of electromagnetic wave protection of this fabric were then tested. Finally, the customers' satisfaction towards this fabric was collected.

The results indicated that the above mixing ratios, the pattern and the knitting techniques of hemp yarn with stainless steel yarn affected the electromagnetic wave protection efficiency and its physical properties statistically significant difference at 0.05. The usability of this fabric in both width and weft knitting decreased 5%. In addition, the fabric efficiency of electromagnetic radiation shield decreased respectively after the first, third, fifth and tenth wash. The customers showed their satisfaction towards the fourth pattern of hemp crochet knitted fabric at the highest level.

Keywords: knitted, hemp yarn, crochet, stainless steel

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ หากปราศจากความเมตตากรุณาจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาคร ชลสาคร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ สุทัศนีย์ บุญโญภาส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ทำให้ผู้เขียนได้หัวข้อในการทำวิทยานิพนธ์ ข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง โดยเฉพาะการวางเค้าโครง แนวทางการเขียนเนื้อหาและการวิเคราะห์ ตลอดจนการกำหนดกรอบเวลาในการเสนอความคืบหน้าของงานวิจัย ซึ่งถือเป็นแรงกระตุ้นให้แก่ผู้เขียนได้อย่างดียิ่ง ทั้งท่านอาจารย์ยังได้สละเวลาอันมีค่าตรวจสอบความถูกต้องของงานผู้วิจัยอีกด้วย ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งใจและสำนึกในพระคุณของท่านอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ท่านได้กรุณาชี้แนะแนวทางและคำแนะนำ ตลอดจนข้อสังเกตต่างๆ ทำให้ผู้เขียนได้พัฒนาแนวความคิดและไตร่ตรองปัญหาต่างๆ ได้อย่างรอบคอบมากยิ่งขึ้น จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ของเนื้อหามากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-ราชมงคลธัญบุรี และสาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกระหว่างการดำเนินการวิจัย

ท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะอบรมเลี้ยงดู ตลอดจนส่งเสริมการศึกษา และให้กำลังใจเป็นอย่างดี อีกทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณเจ้าของผลงาน เอกสารและงานวิจัยทุกท่าน ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำมาอ้างอิงในการวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นคเรศ พุทธรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ ..... (5)

สารบัญ ..... (6)

สารบัญตาราง ..... (8)

สารบัญรูป ..... (9)

บทที่ 1 บทนำ 11

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 11

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 12

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 12

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 13

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14

บทที่ 2 วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

2.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 15

2.2 กัญชง 26

2.3 โครเชต์ 30

2.4 เส้นใยโลหะ 41

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 46

3.1 วัสดุ 46

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 47

3.3 วิธีการทดลอง 48

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 54
3.5 สถานที่ใช้ในการทดลอง 54
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ 55
4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส 55
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 57
4.3 ผลการทดสอบสมบัติการใช้งานของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส 61
4.4 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส 64
4.5 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส 67
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 71
5.1 สรุปผลการทดลอง 71
5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยฉบับนี้ 72
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยฉบับต่อไป 72
ภาคผนวก 74
ภาคผนวก ก 75
ภาคผนวก ข 77
ภาคผนวก ค 82
บรรณานุกรม 91
ประวัติผู้เขียน 96

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ความถี่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 22
ตารางที่ 2.2 การจำแนกระดับของการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวัสดุสิ่งทอ 25
ตารางที่ 2.3 ตารางเปรียบเทียบขนาดเข็มโครเชต์ 35
ตารางที่ 2.4 เทคนิคการถักโครเชต์พื้นฐาน 40
ตารางที่ 3.1 ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส 49
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางกายภาพผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริม
เส้นด้ายสเตนเลส 55
ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชง
เสริมเส้นด้ายสเตนเลส 57
ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชง
เสริมเส้นด้ายสเตนเลสถึงเกณฑ์สำหรับวัสดุสิ่งทอ 58
ตารางที่ 4.4 การทดสอบความคงทนต่อการขัดถู 62
ตารางที่ 4.5 การทดสอบการยืดตัว-การหดตัว ของผ้า 63
ตารางที่ 4.6 ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลังการใช้งาน 66
ตารางที่ 4.7 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม 68

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีคลื่นความถี่ต่างระดับ (Electromagnetic Spectrum) 16
รูปที่ 2.2 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Field) 17
รูปที่ 2.3 ระดับสนามแม่เหล็ก ELF-EMF จากเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน 18
รูปที่ 2.4 กลไกการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 24
รูปที่ 2.5 กัญชง 26
รูปที่ 2.6 ลักษณะใบ (ก) ใบกัญชา (ข) ใบกัญชง 27
รูปที่ 2.7 ลักษณะช่อดอกกัญชง 27
รูปที่ 2.8 ลักษณะเมล็ดกัญชง 28
รูปที่ 2.9 เทคนิคถักโซ่ (ก) สัญลักษณ์โซ่ (ข) สัญลักษณ์การถักโซ่ 1 แถว (ค) จับด้ายเป็นรูปวงกลม ใช้มือเกี่ยวด้ายให้บิดไปทางด้านหลัง ใช้เข็มเกี่ยวด้ายพร้อมที่จะดึงผ่านห่วงแรก (ง) ดึงเข็มจากห่วงออกมา (จ) ใช้เข็มเกี่ยวด้ายเป็นห่วงต่อไป (ฉ) ทำเช่นเดียวกันต่อไปเรื่อยๆ (ช) จนครบตามต้องการ 36
รูปที่ 2.10 เทคนิคควักธรรมดา (ก) สัญลักษณ์ควักธรรมดา (ข) สัญลักษณ์การควักธรรมดา 1 แถว (ค) ใช้เข็มแทงห่วงโซ่ตามศรชี้ (ง) ดึงผ่านห่วง (จ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง เกี่ยวผ่านห่วงโซ่ (ฉ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง (ช) เกี่ยวผ่าน 2 ห่วง ตามศรชี้ แทงเข็มผ่านห่วงต่อไป (ซ) ถักต่อไปจน ได้ความยาวตามต้องการ 36
รูปที่ 2.11 เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก (ก) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก (ข) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 1 ครั้ง ควัก 1 แถว (ค) ถักขึ้นต้นโซ่จนได้ความยาวตามต้องการ พันหัวเข็ม 1 ครั้ง นับหลักโซ่ย้อนลงมา 4 หลัก แทงหัวเข็มห่วงโซ่หลักที่ 5 (ง) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่านห่วงโซ่ตามศรชี้ (จ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่านห่วงในเข็ม ตามศรชี้ (ฉ) พันหัวเข็ม 1 ครั้งดึงผ่าน 2 ห่วงที่เหลือในเข็ม (ช) จะได้ พ1ค 1หลัก ถักเช่นเดียวกันต่อไปเรื่อยๆ จนได้ความยาวตามต้องการ 37

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.12 เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก (ก) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก (ข) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก 1 แถว (ค) ถักขึ้นต้นโซ่จนได้ความยาวตามต้องการ พันหัวเข็ม 2 ครั้ง นับหลักโซ่ย้อนลงมา 5 หลัก แทงหัวเข็มห่วงโซ่หลักที่ 6 (ง) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่าน 2 ห่วงโซ่ตามศรชี้ (จ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่าน 2 ห่วงในเข็ม ตามศรชี้ (ฉ) พันหัวเข็ม 1 ครั้งดึงผ่าน 2 ห่วงที่เหลือในเข็ม (ช) จะได้ พ2ค 1หลัก ถักเช่นเดียวกันต่อไปเรื่อยๆ จนได้ความยาวตามต้องการ 38

รูปที่ 2.13 เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก (ก) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก (ข) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก 1 แถว (ค) ถักขึ้นต้นโซ่จนได้ความยาวตามต้องการ พันหัวเข็ม 3 ครั้ง นับหลักโซ่ ย้อนลงมา 6 หลัก แทงหัวเข็มห่วงโซ่หลักที่ 7 (ง) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่าน 2 ห่วงโซ่ตามศรชี้ (จ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่านตามศรชี้ 2 พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่านตามศรชี้ที่ 3 (ฉ) พันหัวเข็ม 1 ครั้งดึงผ่าน 2 ห่วง (ช) ที่เหลือในเข็ม จะได้หลัก 1 หลัก (ซ) ถักบนหลักโซ่ถัดไปจนได้ความยาวตามต้องการ 39

รูปที่ 3.1 เส้นด้ายใยกัญชง (Hemp Yarn) 46

รูปที่ 3.2 เส้นด้ายสเตนเลส (Stainless Steel Yarn) 47

รูปที่ 3.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง 50

รูปที่ 3.4 เครื่องวัดความหนา (Thickness Gauge)..... 50

รูปที่ 3.5 เครื่องทดสอบจำนวนห่วงผ้า (Pick Glass) 51

รูปที่ 3.6 การทดสอบวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ก) การวางชิ้นงานทดสอบ (ข) เครื่อง Network Analyzer และ (ค) การจัดวางตัวส่ง/รับสัญญาณ 51

รูปที่ 3.7 เครื่องทดสอบการขัดถู (Martindale Abrasion Resistance) 52

รูปที่ 3.8 เครื่องทดสอบการยืดตัว การหดตัวของผ้า (ก) เครื่องซักผ้า (ข) เครื่องอบผ้า 52

รูปที่ 4.1 ซองโทรศัพท์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส แบบที่ 1.……..64

รูปที่ 4.2 ซองโทรศัพท์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส แบบที่ 2.……....65

รูปที่ 4.3 ซองโทรศัพท์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส แบบที่ 3.……...65

รูปที่ 4.4 ซองโทรศัพท์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส แบบที่ 4.……...65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) เป็นคลื่นชนิดหนึ่งที่ไม่ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ ได้แก่ คลื่นวิทยุ และคลื่นไมโครเวฟ เป็นต้น ปัจจุบันมีการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในหลายด้าน เช่น การติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ คลื่นความถี่ที่พบตั้งแต่ 950 MHz ถึง 2,300 MHz ซึ่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้นเกิดจากการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าและคลื่นแม่เหล็กตั้งฉากกัน สามารถเดินทางได้ด้วยความเร็ว 299,792,458 เมตรต่อวินาที เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านมนุษย์จะส่งผลให้ร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อเยื่อในร่างกายได้ดูดซับพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า Wertheimer and Leeper [1] ได้ศึกษาการเจ็บป่วยของเด็กในรัฐ Colorado สหรัฐอเมริกา พบว่าเด็กที่บ้านอยู่ใกล้เสาส่งไฟฟ้าแรงสูง สามารถเจ็บป่วยเป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukemia) โรคมะเร็งต่อมน้ำเหลือง (Lymphoma) และ โรคมะเร็งระบบประสาท (Nervous System Cancer) มากกว่าเด็กทั่วไป การศึกษานี้เริ่มทำให้นักวิชาการหันมา สนใจผลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ากำลังอ่อนที่ก่อให้เกิดมะเร็งและหาแนวทางในการป้องกันอันตรายจากผลกระทบที่จะเกิดขึ้น จากการใช้เทคโนโลยี การป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่มีแนวทางในการป้องกันคือ การสวมใส่เสื้อผ้าที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้คลื่นแม่เหล็กถึงตัวน้อยที่สุด Hui [2] ศึกษาการใช้วัสดุหรือสารเคลือบด้านนอกของตัวเสื้อผ้าสำเร็จรูปเพื่อป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วัสดุหรือสารเคมีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวัสดุสิ่งทอเพื่อ การป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น การใช้พอลิเมอร์ พอลิอะนิลีน (Polyaniline) พอลิไพโรล (Polypyrole) และพอลิธิโอฟีน (Polythiophene) สามารถกระทำได้โดยวิธีการเคลือบลงบนผืนผ้า อีกวิธีคือการสอดแทรกเส้นใยที่มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าเข้าไประหว่างการถักทอ เส้นใยที่นิยมใช้ เช่น คาร์บอน เคลือบโลหะเงิน อลูมิเนียม และสเตนเลส ซึ่งเส้นใยควรมีความยืดหยุ่นและไม่แข็งกระด้าง ซึ่งจะส่งผลให้ผ้ามีสมบัติในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี

กัญชงเป็นพืชเส้นใยปลอดสารกำจัดศัตรูพืชและยาฆ่าแมลง การปลูกกัญชงช่วยปรับปรุงคุณภาพของดิน [3] ปัจจุบันผ้าถักใยกัญชงได้รับความนิยมอย่างมากจากตลาดทั้งในและต่างประเทศ สมบัติของเส้นใยกัญชงมีความแข็งแรงสูง ต้านทานเชื้อรา และป้องกันรังสียูวี นอกจากนี้ลักษณะของเส้นใยกัญชง ยังดูดซึมน้ำได้ดี สีย้อมได้ง่าย อีกทั้งสามารถช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกายได้ดี

ขณะสวมใส่ [4] ในประเทศไทยมีการผลิตเส้นด้ายใยกัญชงหลายจังหวัดในภาคเหนือ กัญชงที่จะให้คุณภาพดีต้องปลูกในพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางอย่างน้อย 600 เมตร และมีสภาพอากาศหนาวเย็น ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ตาก และแม่ฮ่องสอน ซึ่งในแต่ละจังหวัดมีการผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยกัญชง และทั้งผลิตภัณฑ์จากเส้นใยกัญชง เช่น เสื้อผ้า กระเป๋า และรองเท้า เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์ในท้องตลาดที่มีการจำหน่าย จะเน้นในเรื่องภาพลักษณ์ความสวยงามเท่านั้น ยังขาดคุณสมบัติพิเศษที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจต่อผู้บริโภค

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มาพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชง โดยวิธีการนำเส้นด้ายใยกัญชงถักควบกับเส้นด้ายสเตนเลส ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีน้ำหนักเบา ราคาถูก ยืดตัวในการถักทอได้เป็นอย่างดี และไม่ระคายเคืองผิวในการสัมผัส จากนั้นนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าถักป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า นับเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ผ้าถัก และยกระดับคุณภาพสินค้าไทยให้มีเอกลักษณ์เพิ่มมากขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงต่อเส้นด้ายสเตนเลส รูปแบบและเทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

1.2.2 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

1.2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและทดสอบสมบัติการใช้งานของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

1.2.4 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

1.2.5 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงที่มีอัตราส่วนการควบเส้นด้าย รูปแบบ และเทคนิคการถักโครเชต์ต่างกัน มีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงต่อเส้นด้ายสเตนเลสจำนวน 2 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน 1 : 1 และ 1 : 2 รูปแบบการถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส จำนวน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 ถักยาวตลอดทั้งผืนผ้า รูปแบบที่ 2 ถัก 2 แถวตามด้วยการถักเส้นด้ายใยกัญชง 2 แถว ตลอดทั้งผืนผ้า และเทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส จำนวน 4 เทคนิค คือ เทคนิคควักธรรมดา เทคนิคพัน 1 ครั้งควักธรรมดา เทคนิคพัน 2 ครั้งควักธรรมดา และเทคนิคพัน 3 ครั้งควักธรรมดา

1.4.2 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ในแต่ละด้าน ดังนี้ ด้านโครงสร้างและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์ ด้านวัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ ด้านความสวยงาม ด้านการใช้สี ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านการดูแลและบำรุงรักษา

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

1.5.1 ศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงต่อเส้นด้ายสเตนเลสจำนวน 2 อัตราส่วน คือ อัตราส่วน 1 : 1 และ 1 : 2 รูปแบบการถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส จำนวน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 ถักยาวตลอดทั้งผืนผ้า รูปแบบที่ 2 ถัก 2 แถวตามด้วยการถักเส้นด้ายใยกัญชง 2 แถว ตลอดทั้งผืนผ้า และเทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส จำนวน 4 เทคนิค คือ เทคนิคควักธรรมดา เทคนิคพัน 1 ครั้งควักธรรมดา เทคนิคพัน 2 ครั้งควักธรรมดา และเทคนิคพัน 3 ครั้งควักธรรมดา

1.5.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส โดยทำการทดสอบ น้ำหนักของผ้า ความหนาของผ้า และจำนวนห่วงในผ้าถัก

1.5.3 ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและทดสอบสมบัติการใช้งาน คือ ความคงทนต่อการขัดถู และสมบัติการยืดตัว การหดตัว ภายหลังการซักล้าง

1.5.4 พัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส คือ ซองโทรศัพท์จำนวน 4 รูปแบบ

1.5.5 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส กลุ่มตัวอย่าง คือบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน เลือกจากห้างสรรพสินค้า ถนนสามเสน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต ในกรุงเทพมหานคร ทดลองเลือกใช้ โดย 1 คน จะต้องทดลองใช้งานทั้ง 4 รูปแบบ

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.6.1 ได้องค์ความรู้และผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่มีเอกลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์ในสินค้าชุมชน

1.6.2 ทราบสมบัติทางกายภาพและสมบัติการใช้งานของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

1.6.3 ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1.6.4 ได้ทราบถึงความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาซองโทรศัพท์และผลิตภัณฑ์เส้นด้ายใยกัญชงรูปแบบอื่นๆต่อไป

1.6.5 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรผลิตภัณฑ์ใยกัญชง บ้านห้วยทราย ตำบลห้วยทราย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ได้ยกระดับสินค้า SMEs และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ผ้าถักใยกัญชงให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้

บทที่ 2
วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส รูปแบบการถักและ เทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสมบัติการใช้งานผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มีการทบทวนวรรณกรรมและค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.1 ชนิดของรังสี

รังสี (Radiation) ที่พบในชีวิตประจำวันในบางสภาวะ สามารถก่ออันตรายแก่สุขภาพได้ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ รังสีแบบไอออไนซ์ (Ionizing Radiation) และ รังสีแบบไม่ก่อให้เกิดไอออน (Non-Ionizing Radiation)

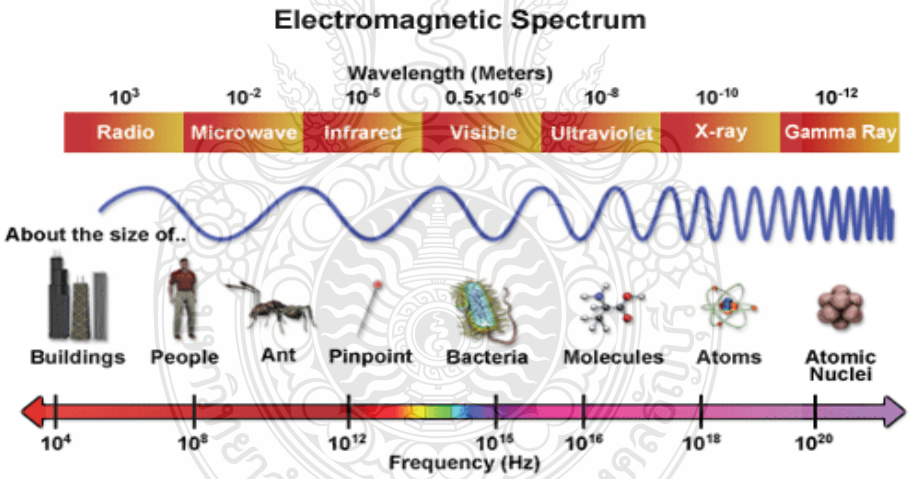
2.1.1.1 รังสีแบบไอออไนซ์ (Ionizing Radiation) หรือรังสีที่ทำให้แตกตัวคือรังสีกำลังสูง ที่มีคุณสมบัติทำให้อะตอม (Atom) หรือโมเลกุล (Molecule) ของสารที่ไปตกกระทบ เกิดการแยกอนุภาคอิเล็กตรอน (Electron) ออกไปสารที่ถูกรังสีตกกระทบ จึงกลายเป็นอนุมูลอิสระ (Free Radical) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในสิ่งมีชีวิตได้ รังสีเหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1) รังสีในรูปอนุภาค (Particle) เช่น รังสีแอลฟา (Alpha) รังสีเบต้า (Beta) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีตามธรรมชาติ และอนุภาคที่ปกติไม่ได้เกิดการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีตามธรรมชาติแต่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์เช่น โปรตอน (Proton) โพรสิตรอน (Positron) มิวออน (Muon) และมีซอนประจุ (Chargemesons) จะเห็นว่าอนุภาคที่มีประจุส่วนใหญ่ล้วนทำตัวเป็นรังสีแตกตัว (Ionizing Radiation) ได้ทั้งสิ้น

2) รังสีในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำตัวเสมือนเป็นอนุภาคได้ โปรตอน (Proton) ส่วนใหญ่เป็นรังสีกำลังสูงคือ รังสีเอ็กซ์ (X-Ray) และรังสีแกมมา (Gamma Ray)

แต่ในบางกรณีพบว่ารังสีอัลตร้าไวโอเล็ต (Ultraviolet) ที่มีกำลังความถี่สูง ก็สามารถทำตัวเป็นรังสีแบบไอออไนซ์ (Ionizing Radiation)ได้เช่นกัน [5]

2.1.1.2 รังสีแบบไม่ก่อให้เกิดไอออน (Non-Ionizing Radiation) หรือรังสีที่ไม่ทำให้แตกตัว เป็นรังสีที่มีกำลังต่ำกว่าจึงไม่ทำให้เกิดการแตกตัวของอิเล็กตรอนของอะตอมหรือโมเลกุลที่ไปตกกระทบรังสีเหล่านี้ จะอยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมด ไล่เรียงตามความถี่ (Frequency) จากสูงไปต่ำคือ รังสีอัลตร้าไวโอเล็ต (Ultraviolet) แสง (Visible Light) รังสีอินฟราเรด (Infra Red) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 คลื่นไมโครเวฟ (Microwave) คลื่นวิทยุ (Radiofrequency) และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลังอ่อน (Extremely Low Frequency Electromagnetic Field (ELF-EMF) รังสีเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้มากมาย แต่เมื่อมาตกกระทบกับร่างกายมนุษย์จะก่อให้เกิดผลต่อสุขภาพ ซึ่งมีทั้งประโยชน์และโทษเช่น คลื่นไมโครเวฟ เมื่อเข้าสู่ร่างกายนั้นทำให้เกิดความร้อนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในทางกายภาพบำบัด ส่วนรังสีอัลตร้าไวโอเล็ตมีการนำมาใช้ฉายแสงรักษาโรคสะเก็ดเงินแสงแดด โดยการกระตุ้นให้เกิดการสร้างวิตามินดีในร่างกาย ในแง่ของการเกิดโทษเมื่อสัมผัสกับร่างกาย การเกิดผลต่อสุขภาพในผู้ที่สัมผัสรังสีได้



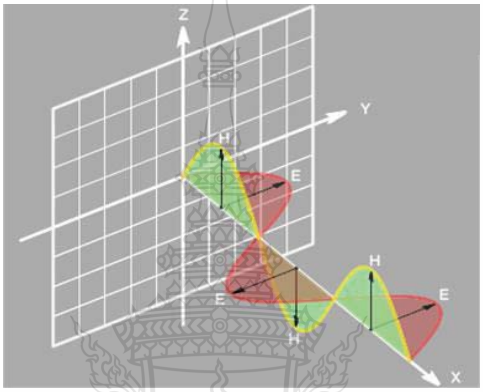
รูปที่ 2.2 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีคลื่นความถี่ต่างระดับ (Electromagnetic Spectrum)
ที่มา : [6]

2.1.2 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก (Electric and Magnetic Field (EMFs) จะหมายถึงเส้นสมมุติที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงอาณาเขตและความเข้มของเส้นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุที่มีความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า เรียกว่า สนามไฟฟ้า และที่เกิดขึ้นโดยรอบวัตถุที่มี

กระแสไฟฟ้าไหล เรียกว่า สนามแม่เหล็ก ในกรณีนี้จะกล่าวถึงทั้ง สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กพร้อมกันมักจะเรียกรวมว่า สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Field)หรือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.2.1 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Field (EMF) คือสนามทางกายภาพที่เกิดจากความต่างศักย์ของประจุไฟฟ้า 2 แหล่งทำให้เกิดคลื่นเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดไปในทุกทิศทางอย่างไม่มีจุดสิ้นสุด สนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้แยกได้เป็นสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) กับสนามไฟฟ้า (Electric Field) ซึ่งทั้ง 2 สนามจะวางตัวตั้งฉากกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Field)
ที่มา : [7]

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) คือ คลื่นชนิดหนึ่งที่เคลื่อนที่โดยอาศัยการเหนี่ยวนำกันระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า เวลาทิศทางของสนามทั้งสองตั้งฉากกันและตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ จะเกิดช่วงความถี่ต่างๆ มีลักษณะเฉพาะตัว จึงมีชื่อเรียกต่างกันเมื่อเรียงลำดับจากความถี่ต่ำไปความถี่สูงดังนี้ คือ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรดแสงที่ตามองเห็นรังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกช่วงที่มีความถี่ที่ต่อเนื่องกันรวมเรียกว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องกันตั้งแต่ความถี่ต่ำสุดถึงความถี่สูงสุด ซึ่ง สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีชื่อเรียกต่างๆ กันตามแหล่งกำเนิดและวิธีการตรวจวัด

2.1.2.2 สนามคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลังอ่อน (Extremely Low Frequency Electromagnetic Field (ELF-EMF) คือสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่คลื่นในช่วง 3 - 3,000 เฮิรตซ์ (Hertz หรือ Hz) เป็นความถี่คลื่นในระดับต่ำมาก โดยความถี่ที่ได้รับความสนใจว่าจะมีผลต่อสุขภาพมากที่สุด คือ ความถี่ที่ 50 - 60 เฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่

ใช้อยู่ตามบ้านเรือนในประเทศไทยใช้ระบบความถี่ 50 เฮิรตซ์ ความถี่ระดับนี้เป็นความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ต่ำกว่าความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) และ ย่านความถี่วิทยุ (Radiofrequency)

หน่วยวัดระดับของสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้น แม้จะมีทั้งสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าอยู่ด้วยกัน แต่การวัดจะใช้หน่วยต่างกันคือระดับของสนามไฟฟ้าใช้หน่วย โวลท์/เมตร (Volts / Meter หรือ V/m) ส่วนระดับของสนามแม่เหล็กใช้หน่วย เทสลา (Tesla) หรือ เกาส์ (Gauss) (1 เทสลา = 10,000) ซึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลังอ่อน (ELF-EMF) นี้ วัดระดับสนามแม่เหล็กในระดับไมโครเทสลา (MicroTesla หรือ μT) และ มิลลิเกาส์ (Milligauss หรือ mG) เป็นส่วนมาก ในด้านผลกระทบต่อสุขภาพ (Health Effects) นั้นพบว่า สนามแม่เหล็กทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพได้มากกว่า เนื่องจากสามารถผ่านทะลุเข้าไปในร่างกายได้ โดยไม่มีการลดระดับ เนื่องจากสนามทั้ง 2 ชนิดนี้ มักเกิดขึ้นร่วมกันจึงทำการพิจารณาผลเสียต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นไปร่วมกัน

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลังอ่อน (ELF-EMF) เป็นสิ่งที่พบอยู่รอบตัวในชีวิตประจำวัน ทุกคนมีโอกาสได้สัมผัสแต่ที่พบบ่อยที่สุด คือสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่รอบสายไฟฟ้าจากเสาไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งมีกำลังไฟฟ้า 8 – 24 กิโลโวลท์ (kV) จะน้อยกว่าจากสายส่งไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งมีกำลังไฟฟ้าสูงถึง 765 กิโลโวลท์ (kV) สำหรับภายในบ้านก็มีการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลังอ่อน (ELF-EMF) ได้เช่นกันส่วนใหญ่มาจากสายไฟภายในบ้าน และบางส่วนส่งออกมาจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น โทรทัศน์ หม้อแปลง เครื่องดูดฝุ่น เครื่องเป่าผม เครื่องผสมอาหาร และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.3

Magnetic field strengths decrease with distance Magnetic fields are measured in milligauss	Source: National Institute of Environmental Health Sciences (2002) At 6 inches	At 1 foot	At 2 feet
Clothes dryer	2 to 10	* to 3	*
Microwave oven	100 to 300	1 to 200	1 to 30
Toaster	5 to 20	* to 7	*
Power drill	100 to 200	20 to 40	3 to 6
Can opener	500 to 1500	40 to 300	3 to 30
Mixer	30 to 600	5 to 100	* to 10
Hair dryer	1 to 700	* to 70	* to 10
Color television	Data not available	* to 20	* to 8

รูปที่ 2.3 ระดับสนามแม่เหล็ก ELF-EMF จากเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
ที่มา : [8]

ระยะทาง (Distance) ที่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าไปถึงได้หรือวัดค่าได้นั้นแตกต่างกันไปในแต่ละแหล่งกำเนิดโดยทั่วไปสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้านต่างๆจะมีระยะทางไม่เกิน 1-2 เมตร แต่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง จะมีระยะทางได้ถึง 50-150 เมตร [9] การวัดระดับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในที่ทำงานทั่วไป มักพบระดับที่ 0.1-10 ไมโครเทสลา (MicroTesla หรือ μT) แต่กรณีที่คนทำงานใกล้อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น หม้อแปลงจะได้รับสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามากกว่านั้น ในบ้านโดยทั่วไปมีระดับที่ 0.1 ไมโครเทสลา ในขณะที่บ้านที่อยู่ใกล้สายส่งไฟฟ้าแรงสูงพบว่ามีระดับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสูงกว่า อาจวัดได้ถึง 5-10 ไมโครเทสลา [10]

2.1.3 คุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.3.1 คุณสมบัติการสะท้อนการหักเหการแทรกสอดการเลี้ยวเบนและมีสมบัติเป็นโพราไรเซชัน

2.1.3.2 มีความเร็วเท่ากับความเร็วแสงคือ 3×10^{8} เมตร/นาที (m/s)

2.1.3.3 มีพลังงานส่งผ่านไปพร้อมๆกับคลื่น ขึ้นอยู่กับความถี่และความยาวคลื่นโดยพิจารณาในรูปพลังงานโปรตอน

2.1.4 คลื่นความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.4.1 คลื่นวิทยุ มีความถี่ช่วง 104 - 109 เฮิรตซ์ (Hz) ใช้ในการสื่อสาร คลื่นวิทยุมีการส่งสัญญาณ 2 ระบบคือ

1) ระบบเอเอ็ม (A.M. = Amplitude Modulation) มีช่วงความถี่ 530 – 1,600 กิโลเฮิรตซ์ (kHz) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้าไปกับคลื่นวิทยุเรียกว่า คลื่นพาหะ โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบเอเอ็ม สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับ

2) ระบบเอฟเอ็ม (F.M. = Frequency Modulation) ระบบเอฟเอ็ม มีช่วงความถี่ 88 - 108 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นพาหะ โดยความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบเอฟเอ็ม ส่งคลื่นได้เฉพาะคลื่นดินอย่างเดียว ถ้าต้องการส่งให้คลุมพื้นที่ต้องมีสถานีถ่ายทอดและเครื่องรับต้องตั้งเสาอากาศสูง ๆ รับสัญญาณ

2.1.4.2 คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ มีความถี่ช่วง 108 – 10,12 เฮิรตซ์ (Hz) มีประโยชน์ในการสื่อสาร แต่จะไม่สะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แต่จะทะลุผ่านชั้น

บรรยากาศไปนอกโลก ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จะต้องมีสถานีถ่ายทอดเป็นระยะ ๆ เพราะสัญญาณเดินทางเป็นเส้นตรง และผิวโลกมีความโค้ง ดังนั้นสัญญาณจึงไปได้ไกลสุดเพียงประมาณ 80 กิโลเมตรบนผิวโลก อาจใช้ไมโครเวฟนำสัญญาณจากสถานีส่งไปยังดาวเทียม แล้วให้ดาวเทียมนำสัญญาณส่งต่อไปยังสถานีรับที่อยู่ไกล ๆ เนื่องจากไมโครเวฟจะสะท้อนกับผิวโลหะได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจหาตำแหน่งของอากาศยาน เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า เรดาร์ โดยส่งสัญญาณไมโครเวฟออกไปกระทบอากาศยาน และรับคลื่นที่สะท้อนกลับจากอากาศยาน ทำให้ทราบระยะห่างระหว่างอากาศยานกับแหล่งส่งสัญญาณไมโครเวฟได้

2.1.4.3 รังสีอินฟาเรด (Infrared Rays) มีช่วงความถี่ 1,011 – 1,014 เฮิรตซ์ (Hz) หรือความยาวคลื่นตั้งแต่ 10-3 - 10-6 เมตร ซึ่งมีช่วงความถี่คาบเกี่ยวกับไมโครเวฟ รังสีอินฟาเรดสามารถใช้กับฟิล์มถ่ายรูปบางชนิดได้ และใช้เป็นการควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรลกับเครื่องรับโทรทัศน์ได้

2.1.4.4 แสง (Light) มีช่วงความถี่ 1,014 เฮิรตซ์ (Hz) หรือความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ประสาทตาของมนุษย์รับได้ สเปคตรัมของแสงสามารถแยกได้ดังนี้ สีม่วง ความยาวคลื่น 380-450 นิวตันเมตร(nm) สีน้ำเงิน ความยาวคลื่น 450-600 นิวตันเมตร(nm) สีเขียวความยาวคลื่น 500-570 นิวตันเมตร(nm) สีเหลือง ความยาวคลื่น 570-590 นิวตันเมตร(nm) สีแสดความยาวคลื่น 590-610 นิวตันเมตร(nm) สีแดง ความยาวคลื่น 610-760 นิวตันเมตร(nm)

2.1.4.5 รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Rays) หรือ รังสีเหนือม่วง มีความถี่ช่วง 1,015 – 1,018 เฮิรตซ์ (Hz) เป็นรังสีตามธรรมชาติส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เกิดประจุอิสระและไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ รังสีอัลตราไวโอเลตสามารถทำให้เชื้อโรคบางชนิดตายได้ แต่มีอันตรายต่อผิวหนังและตาคน

2.1.4.6 รังสีเอกซ์ (X-Rays) มีความถี่ช่วง 1,016 – 1,022 เฮิรตซ์ (Hz) มีความยาวคลื่นระหว่าง 10-8 - 10-13 เมตร ซึ่งสามารถทะลุสิ่งกีดขวางหนา ๆ ได้ หลักการสร้างรังสีเอกซ์คือการเปลี่ยนความเร็วของอิเล็กตรอน มีประโยชน์ทางการแพทย์ในการตรวจดูความผิดปกติของอวัยวะภายในร่างกาย ในวงการอุตสาหกรรมใช้ในการตรวจหารอยร้าวภายในชิ้นส่วนโลหะขนาดใหญ่ ใช้ตรวจหาอาวุธปืนหรือระเบิดในกระเป๋าเดินทาง และศึกษาการจัดเรียงตัวของอะตอมในผลึก

2.1.4.7 รังสีแกมมา (Gamma Rays) มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้ามีความถี่สูงกว่า รังสีเอกซ์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์และสามารถกระตุ้นปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้ มีอำนาจทะลุทะลวงสูง

กฎทางฟิสิกส์ว่าด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคลื่นความถี่วิทยุสูง (Radio Frequency) กล่าวไว้ว่า ความเข้มสนามแม่เหล็ก(H= Magnetic Field Strength) และความเข้มสนามไฟฟ้า (E=Electric Field Strength) จะผกผันกับระยะห่างจากแหล่งกำเนิดอันทำให้กำลังต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (P=Power Flux Density) หรือพลังงานต่อหนึ่งหน่วยเวลาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผกผันเป็นกำลัง 2 กับระยะจากแหล่งกำเนิดคลื่น

นั่นหมายความว่าความเข้มจะลดลงกับระยะห่างจากแหล่งต้นกำเนิดสมมติ ณ จุดๆหนึ่งห่างจากแหล่งที่แผ่คลื่นฯ เป็นระยะเช่น 1 เมตรหากเคลื่อนห่างออกไปที่ระยะ 2 เมตรคือ ไกลออกไปเป็น 2 เท่าความเข้มของ E และ H จะลดลงเหลือเพียงครึ่งและกำลังของคลื่นจะลดลง 4 เท่าหรือเหลือเพียง ร้อยละ 25 เทียบกับกำลัง ณ จุด 1 เมตรในทางกลับกันหากเคลื่อนเข้าใกล้ที่ระยะ 0.5 เมตร หรือลดลงเหลือกึ่งหนึ่งกำลังของคลื่นจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าหรือร้อยละ 400 ฉะนั้นการยิ่งอยู่ใกล้แหล่งกำเนิด ก็จะสัมผัสพลังงานจากแหล่งเพิ่มขึ้นในอัตรากำลัง 2 ยิ่งไกลออกไปก็จะลดลงในอัตรากำลัง 2 เหมือนกับพลังงานแสง (จากหลอดไฟ) ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นกัน พลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจายและถูกดูดซับไว้โดยวัตถุใด ณ จุดใดจะขึ้นกับ ขนาดกำลังของแหล่งกำเนิดคลื่นและลักษณะการแพร่กระจาย ตำแหน่งความใกล้หรือไกลและทิศทางจากแหล่งกำเนิด ระยะเวลาสัมผัส (Exposure) สภาพทางกายภาพของวัตถุที่สัมผัสคลื่น และความยาวคลื่น (Wavelength) หรืออีกนัยหนึ่งความถี่คลื่น (Frequency)

หากมีการสัมผัสคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ยิ่งนานหรือวัตถุมีขนาดใหญ่หรือมีสภาพการสื่อกระแสไฟฟ้ายิ่งดีเพียงใดพลังงานคลื่นที่ดูดกลืนก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นเพียงนั้น ขณะเดียวกันหากความยาวคลื่น ซึ่งผกผันกับความถี่ มีขนาดความยาวมากกว่าตัววัตถุมาก วัตถุจะไม่สามารถดูดกลืนคลื่นนั้นๆ น้อยมาก ดังนั้นจากสภาพทางกายภาพของคน จึงไม่สามารถดูดกลืนคลื่นในย่านความถี่ตั้งแต่ 0 ถึง 100 กิโลเฮิร์ท (KHz) ผลกระทบหากมีจะเกิดจากการเหนี่ยวนำ โดยสนามแม่เหล็กที่แปรเปลี่ยน ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลวนขึ้นในเนื้อเยื่อได้ [11]

ปัจจัยพื้นฐานที่เป็นแหล่งกำเนิดคลื่น (Source) ได้แก่ กำลังทิศทางและความถี่เป็นตัวกำหนดในความปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัยจากการแพร่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและผู้สัมผัส (Exposed) ได้แก่ตำแหน่งและทิศทางจากแหล่งระยะเวลาสัมผัสและกายภาพผู้สัมผัสเป็นตัวกำหนดอัตราการดูดกลืนคลื่นผลกระทบจากคลื่นในความถี่หนึ่งๆ ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันระหว่างเด็กและผู้ใหญ่หรือเพศหญิงและชายได้หรือในความถี่หนึ่งๆ อาจแตกต่างจากอีกความถี่หนึ่งก็ได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่า เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถปล่อยคลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้าออกมาที่ความถี่แตกต่างกันออกไป เช่น โทรศัพท์มือถือ สามารถปลดปล่อยความถี่ตั้งแต่ 900-2,100 เมกาเฮิร์ท (MHz)

ตารางที่ 2.1 ความถี่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน

แหล่งแพร่คลื่น	ความถี่
สายไฟฟ้า/อุปกรณ์ไฟฟ้า	50-60 เมกาเฮิร์ท (MHz)
วิทยุ-โทรทัศน์	10-400 เมกาเฮิร์ท (MHz)
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 2จี (2G)	900 เมกาเฮิร์ท (MHz)
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 2จี (2G)	1,800 เมกาเฮิร์ท (MHz)
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 3จี (3G)	2,100 เมกาเฮิร์ท (MHz)

ที่มา : [12]

2.1.5 การวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [13]

การวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(Shielding Effectiveness, SE) มีหน่วยเป็น เดซิเบล (Decibels, dB) เป็นฟังชั่นของลอการิทึม (Logarithm, Log) ของอัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นกำลัง (Power Density, P) ของคลื่นตกกระทบและความหนาแน่นกำลังที่สะท้อนออกจากวัสดุ เมื่อมีการกำบังหรือป้องกัน หรือเป็นฟังชั่นลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มของคลื่นตกกระทบ ซึ่งเป็นความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Intensity) หรือความเข้มของคลื่นระนาบ (Plain Wave) ที่สะท้อนออกจากวัสดุที่มีการกำบังหรือป้องกัน

SE = 10 log (P1/P2) ---------- สมการที่ 1

SE = 10 log (E1/E2) ---------- สมการที่ 2

โดยที่

P1 คือค่าความหนาแน่นกำลังของคลื่นตกกระทบ

P2 คือ ค่าความหนาแน่นกำลังของคลื่นตกกระทบที่สะท้อนออกจากวัสดุ

E1 คือ ค่าความเข้มของคลื่นที่ตกกระทบ

E2 คือ ค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือ ความเข้มของคลื่นระนาบที่สะท้อนออกจากวัสดุเมื่อมีการกำบังหรือป้องกัน

คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้ในการป้องกันการแทรกแซงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งพิจารณาจากสมการการหาค่าประสิทธิภาพการกำบัง หรือป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังสมการที่ 3

$$SE = A_{db} + R_{db} \quad \text{---------- สมการที่ 3}$$

โดยที่

A_{db} เป็นค่าการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

R_{db} เป็นค่าการสะท้อน (ค่าการสะท้อนทางแม่เหล็ก ค่าการสะท้อนทางไฟฟ้า ค่าการสะท้อนคลื่นระนาบ)

จากสมการข้างต้น สามารถบอกลักษณะเฉพาะของวัสดุที่ใช้ป้องกันการแทรกแซงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดังนี้ วัสดุที่ใช้ต้องมีลักษณะเป็นวัสดุที่ดูดกลืน หรือสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มาตกกระทบ ปัจจัยที่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพการกำบังหรือการป้องกันอีกค่าหนึ่ง คือ ความหนาของวัสดุ ถ้าวัสดุมีความหนามากขึ้น ก็จะทำให้มีค่า SE ที่สูงขึ้น ถ้าความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูง ค่า SE ที่ได้ก็จะมีค่าสูงด้วย วัสดุต้องมีการนำไฟฟ้าที่ดี

2.1.6 การป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยวัสดุสิ่งทอ

การป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยวัสดุสิ่งทอนั้นสามารถกระทำได้โดยการสวมใส่เสื้อผ้าที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้โดยให้คลื่นแม่เหล็กมาถึงตัวเราน้อยที่สุด มี 3 แนวทาง ในการพัฒนาและออกแบบเสื้อผ้าสำหรับป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ [2]

2.1.6.1 การใช้ผ้าที่ป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาทำการออกแบบ ตัดเย็บเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูปที่มีลักษณะโครงสร้างและสไตส์ที่มีความแตกต่างกันออกไป

2.1.6.2 การใช้วัสดุที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาทำเป็นแผ่นรองใน (Lining) หรือนำมาบุด้านในของเสื้อผ้า

2.1.6.3 การใช้วัสดุหรือสารเคลือบด้านนอกของตัวเสื้อผ้าสำเร็จรูปเพื่อป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.7 การเพิ่มการนำไฟฟ้าให้กับวัสดุสิ่งทอ

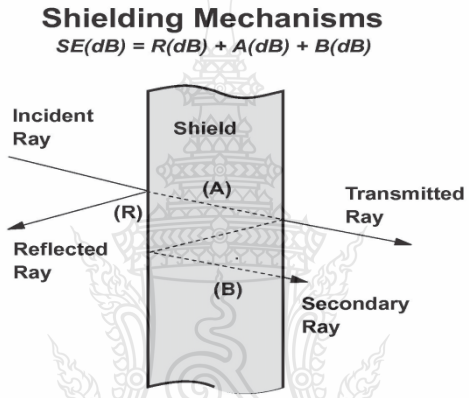
ในผืนผ้าโดยปกติทั่วไปไม่มีคุณสมบัติที่จะสามารถป้องกันการแทรกแซงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ ดังนั้นการพัฒนาเพื่อใช้เป็นวัสดุป้องกันการแทรกแซงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทำให้วัสดุที่ไม่มีสมบัตินำไฟฟ้า สามารถนำไฟฟ้าได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1.7.1 ใช้พอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้า เช่น พอลิอะนิลิน (Polyaniline) พอลิไพโรล (Polypyrole) และพอลิไธโอฟีน (Polythiophene) ในการปรับสภาพวัสดุสิ่งทอ

2.1.7.2 ใช้สารหรือวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ นำมาประยุกต์ใช้ในวัสดุสิ่งทอ เช่น เส้นใยคาร์บอน และโลหะ เช่น อลูมิเนียม ทองแดง เงิน เป็นต้น

2.1.8 กลไกการกำบังหรือป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [14]

กลไกการกำบังหรือป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัสดุป้องกันการแทรกแซงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งมีกลไกการกำบัง ดังนี้



รูปที่ 2.4 กลไกการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
ที่มา : [15]

2.1.8.1 เมื่อคลื่นมาตกกระทบบนวัสดุที่ใช้กำบังหรือป้องกัน จะมีการสะท้อน (Reflection) ออกจากผิววัสดุที่ใช้กำบังหรือป้องกัน

2.1.8.2 คลื่นบางส่วนถูกวัสดุกำบังหรือป้องกัน ดูดกลืน (Absorption) เอาไว้และเปลี่ยนไปเป็นความร้อน

2.1.8.3 คลื่นบางส่วนทะลุผ่าน (Transmission) วัสดุกำบังหรือป้องกัน

2.1.8.4 คลื่นบางส่วน จะมีการสะท้อนอยู่ภายในวัสดุกำบังหรือป้องกัน ตามความหนาและทะลุผ่านออกมาที่ผิวด้านหลังของวัสดุ (Internal Reflection)

2.1.9 กลไกการกำบังหรือป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับแหล่งที่ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ

2.1.9.1 ถ้าต้องการป้องกันการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแหล่งปล่อยคลื่น กลไกการป้องกันจะเป็นแบบการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.9.2 ถ้าต้องการป้องกันวัสดุที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วัสดุที่ใช้ในการกำบังหรือป้องกัน กลไกจะเป็นแบบการสะท้อน และการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.10 การจำแนกระดับของการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวัสดุสิ่งทอ

การจำแนกระดับของการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวัสดุสิ่งทอ[16] สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (Class I) และ กลุ่มที่ 2 (Class II) ดังแสดงในตารางที่ 2.2 สามารถจำแนกย่อยได้เป็น 5 ระดับความสามารถ (Grade) ดังนี้

2.1.10.1 กลุ่มที่ 1 (Class I) สำหรับชุดหรือผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ใช้สำหรับผู้ใช้ที่ต้องสัมผัสหรือเกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยตรง เช่น ชุดทำงานสำหรับผู้ทำงานในสายการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.1.10.2 กลุ่มที่ 2 (Class II) สำหรับเสื้อผ้าที่ใช้สวมใส่ทั่วไป

ตารางที่ 2.2 การจำแนกระดับของการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวัสดุสิ่งทอ

กลุ่ม ระดับ (Grade)	5 ดีที่สุด (Excellent)	4 ดีมาก (Very good)	3 ดี (Good)	2 ปานกลาง (Moderate)	1 พอใช้ (Fair)
กลุ่มที่ 1 (Class I) ประสิทธิภาพการป้องกันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	SE > 60 dB	60 dB ≥ SE > 50 dB	50 dB ≥ SE > 40 dB	40 dB ≥SE > 30 dB	30 dB ≥ SE > 20 dB
กลุ่มที่ 2 (Class II) ประสิทธิภาพการป้องกันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	SE > 30 dB	30 dB ≥ SE > 20 dB	20 dB ≥ SE > 10 dB	10 dB ≥ SE > 7 dB	7 dB ≥ SE > 5 dB

ที่มา : [17]

2.2 กัญชง

กัญชง ชื่อสามัญ Hemp ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cannabis sativa L. subsp. Sativa* จัดอยู่ในวงศ์ CANNABACEAE ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 กัญชง
ที่มา : [18]

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นกัญชง เป็นไม้ล้มลุกมีอายุเพียง 1 ปี ลักษณะลำต้นเป็นสีเขียวตั้งตรง สูงประมาณ 1-6 เมตร เป็นพืชอวบน้ำ เมื่อเป็นต้นกล้า และจะมีการสร้างเนื้อไม้ เมื่ออายุได้ประมาณ 2-3 สัปดาห์ การเจริญเติบโตของต้นจะช้าในช่วงเวลา 6 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นจะเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร การขยายพันธุ์ต้นกัญชง นิยมปลูกด้วยการใช้เมล็ด ซึ่งใช้เวลางอกประมาณ 8-14 วัน และการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้เมื่อต้นมีอายุ 3-4 เดือน กัญชงเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดในเอเชียกลางและแพร่กระจายไปสู่เอเชียตะวันออก อินเดีย และในทวีปยุโรป

กัญชงและกัญชา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน คือ *Cannabis sativa* แต่ต่างกันตรง Subspecies (กัญชา *Subspecies. Indica* (*Lam.*) และกัญชง *Subspecies. Sativa*) ดังนั้นพืชสองชนิดนี้จึงมีลักษณะทางกายภาพคล้ายกัน เมื่อศึกษาโดยละเอียดจะมีความแตกต่างกันในหลายด้านดังนี้ [19]

ลำต้นต้นกัญชงมีความสูงมากกว่าประมาณ 2 เมตร ส่วนกัญชาลำต้นมักสูงน้อยกว่า บางชนิดเป็นพุ่มเตี้ยทรงพุ่มฐานกว้างและเรียวแหลมขึ้นไป

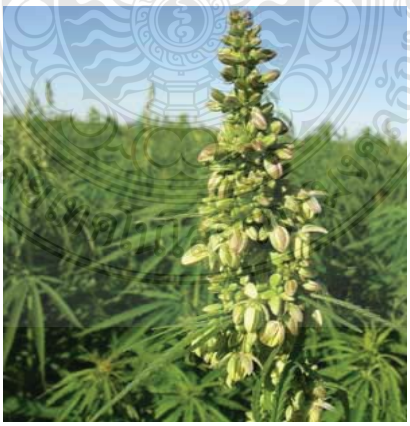
ใบ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลักษณะของใบเป็นรูปฝ่ามือ แผ่นใบแก่แยกเป็นแฉกประมาณ 7-9 แฉก การเรียงตัวของใบค่อนข้างห่าง ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อยและเว้าลึกจนถึงโคนใบ

ปลายใบมีลักษณะสอบและเรียวแหลม ก้านใบยาว 2-7 เซนติเมตร เมื่อมีการผลิดอก จำนวนแฉกของใบจะลดลงตามลำดับกัญชงมีใบขนาดใหญ่การเรียงตัวของใบ ดังแสดงในรูปที่ 2.6

(ก) (ข)

รูปที่ 2.6 ลักษณะใบ (ก) ใบกัญชา (ข) ใบกัญชง
ที่มา : [20]

ช่อดอก มีขนาดเล็กสีขาว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-4 มิลลิเมตร ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบและปลายยอด ดังแสดงในรูปที่ 2.7 สำหรับกัญชง เมื่อออกดอกมียางที่ช่อดอกไม่มากเมื่อสูบจะมีกลิ่นหอมน้อยและทำให้ผู้เสพปวดหัว แต่กัญชาเมื่อออกดอกยางที่ช่อดอกมีมาก เมื่อนำมาจุดไฟจะมีกลิ่นคล้ายหญ้าแห้งมีฤทธิ์หลอนประสาท



รูปที่ 2.7 ลักษณะช่อดอกกัญชง
ที่มา : [21]

เมล็ดผลเป็นเมล็ดแห้งสีเทา ลักษณะเป็นรูปไข่ ผิวเรียบเป็นมัน และมีลายประสีน้ำตาล เมื่อแห้งจะเป็นสีเทา มีขนาดกว้างเฉลี่ยประมาณ 4.47 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 5.11 มิลลิเมตร และมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 3.75 มิลลิเมตร ภายในเมล็ดมีอาหารสะสมจำพวกแป้งและไขมันอัดกันแน่น โดยมีน้ำมันถึงร้อยละ 29-34 มีไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง ประกอบไปด้วย กรดลิโนเลอิก (Linoleum Acid) ร้อยละ 54-60 กรดลิโนเลนิก (Linolenic Acid) ร้อยละ 15-20 กรดโอเลอิก (Oleic Acid) ร้อยละ 11-13 เมล็ดของกัญชงมีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดจากต้นกัญชา ดังแสดงในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ลักษณะเมล็ดกัญชง
ที่มา : [22]

ขนาดท่อลำเลี้ยงน้ำของกัญชง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่ากัญชา สำหรับกัญชงเปลือกกับลำต้นแยกชั้นกันลอกง่ายเส้นใยยาว มีคุณภาพสูงแต่กัญชาการลอกเปลือกออกจากลำต้นนั้นทำได้ยากเส้นใยสั้นมีคุณภาพต่ำ

ราก มีรากเป็นระบบรากแก้วและมีรากแขนงเป็นจำนวนมาก

ปริมาณสารเสพติด (THC) กัญชงมีสาร THC ต่ำกว่าร้อยละ 0.3 ในขณะที่กัญชามีสาร THC ร้อยละ 1-10

2.2.2 การปลูกกัญชงและการเก็บเกี่ยว

กัญชงขึ้นได้ในดินทุกชนิดสามารถเติบโตได้ดีในทุกสภาพอุณหภูมิแต่ขึ้นได้ดีที่สุดในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิระหว่าง 14-27 องศาเซลเซียสในช่วงเวลาเพาะปลูก 6 สัปดาห์แรกต้นกล้า ต้องการปริมาณน้ำหรือน้ำฝนจะเจริญเติบโตได้ดี โดยกัญชงจะปลูกระหว่างต้นเดือนมีนาคมถึงปลายเดือนพฤษภาคม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่และปริมาณน้ำฝนในแต่ละภูมิภาคโดยทั่วไปกัญชงจะทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ในระดับหนึ่ง แต่หากมีความแห้งแล้งมาก จะทำให้

ผลผลิตน้อยลง เมล็ดขึ้นได้ในดินร่วนซุยและมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ความลึกของการฝังเมล็ดที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 2-4 เซนติเมตรโดยมีระยะห่างระหว่างแถว 6-15 เซนติเมตรจะงอกขึ้นได้ภายใน 8-14 วันจากนั้นต้นกล้าจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเพียง 90-120 วัน ก็จะให้ดอกติดเมล็ดสามารถเก็บเกี่ยวนำไปใช้ประโยชน์ได้

การเก็บเกี่ยวกัญชงของชาวเขาทางภาคเหนือ นิยมใช้เส้นใยจากลำต้นของต้นเพศผู้ ที่ออกดอกใหม่มีอายุระหว่าง 3-4 เดือน เนื่องจากจะเป็นช่วงที่เส้นใยมีความเหนียวที่สุดเบาและเป็นสีขาว เหมาะสำหรับการใช้เป็นเส้นใยทอผ้าผลผลิตของเส้นใยโดยเฉลี่ยคือ 45 กิโลกรัมต่อไร่ บางรายอาจได้ 150-200 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้เนื่องจากชาวเขาจะเลือกเฉพาะลำต้นที่สวยงาม เพื่อนำไปลอกเส้นใยและเว้นบางส่วนเพื่อเก็บไว้เป็นเมล็ดพันธุ์ [23]

2.2.3 ประโยชน์ของกัญชง

เปลือกจากลำต้นเส้นใยกัญชงเป็นเส้นใยที่มีคุณภาพสูง มีความยืดหยุ่นแข็งแรงและทนทานสูงสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์จากเส้นใยได้กว่า 5,000 ชนิด ตั้งแต่เชือกจนถึงเส้นใยที่ละเอียด ส่วนเส้นใยคุณภาพต่ำหรือกากเส้นใย ซึ่งประกอบไปด้วยเซลลูโลสมากกว่า ร้อยละ 77 นั้น สามารถใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ กว่า 25,000 ชนิด นับตั้งแต่เป็นส่วนผสมของ ดินระเบิด หรือไดนาไมต์ จนถึงการทำแผ่นเยื่อบางเซลโลเฟน ความต้องการของตลาดเส้นใยกัญชงในปัจจุบันนี้มีอยู่ 2 ประการ คือ ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผ้าและกระดาษ

หากเปรียบเทียบการปลูกกัญชงและการปลูกฝ้ายในระยะเวลา 1 ปี พบว่า การปลูกกัญชง 10 ไร่จะให้ผลผลิตผลเส้นใยเท่ากับการปลูกฝ้าย 20-30 ไร่ ซึ่งเส้นใยจากกัญชงนี้จะมีคุณภาพดีกว่าเส้นใยจากฝ้าย โดยเส้นใยกัญชงจะยาวเป็น 2 เท่าของเส้นใยฝ้าย มีความแข็งแรง และความนิ่มของเส้นใยมากกว่าฝ้าย จากข้อดีของเส้นใยกัญชงจะเห็นได้ว่า ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นใยกัญชงล้วน เช่น เสื้อเชิ้ต กางเกง กระเป๋า เครื่องใช้ตกแต่งบ้าน

แกนของลำต้นกัญชงจะมีคุณสมบัติในการดูดซับกลิ่น น้ำ หรือน้ำมันได้ดี นิยมนำไปผลิตเป็นพลังงานชีวมวลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ถ่านไม้ แอลกอฮอล์ (Alcohol) เอทานอล (Ethanol) เมทานอล (Methanol) และนำไปทำผลิตภัณฑ์เพื่อการตกแต่งอาคารบ้านเรือน และเฟอร์นิเจอร์ อีกด้วย

เมล็ดสามารถนำมาสกัดเอาน้ำมันมาใช้ในการประกอบอาหาร จากการศึกษาพบว่าในน้ำมันจากเมล็ดนั้นมี โอเมก้า 3 สูงมาก นอกจากนี้ยังมีโอเมก้า 6 โอเมก้า 9 กรดลิโนเลอิก (Linoleic Acid) และ แกมม่าไลโนเลอิค แอซิค (Gammalinolenic Acid) และสารในกลุ่มวิตามิน เช่น

วิตามินอี ซึ่งเมื่อบริโภคแล้วจะมีประโยชน์ต่อการป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด และช่วยลดการเกิดโรคมะเร็งในร่างกายมนุษย์ เมล็ดสดเป็นยาสลายนิ่ว โดยนำมาเคี้ยวสด

น้ำมันจากเมล็ดสามารถไปผลิตเป็นน้ำมันซักแห้ง ทำสบู่ เครื่องสำอาง ครีมกันแดด แชมพู สบู่ โลชั่นบำรุงผิว ลิปสติก ลิปบาล์ม แผ่นมาส์กหน้า แล้วยังพบว่า มีโปรตีนสูงมากอีกด้วย โดยสามารถนำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้มากมาย เช่น เนย ชีส เต้าหู้ โปรตีนเกษตร นมไอศกรีม น้ำมันสลัด อาหารว่าง อาหารเสริม หรือผลิตเป็นแป้งทดแทนถั่วเหลืองได้เป็นอย่างดี

ใบมีสรรพคุณเป็นยาบำรุงโลหิต ใช้รักษาโรคท้องร่วง โรคบิด ช่วยทำให้รู้สึกผ่อนคลาย สดชื่น ช่วยให้นอนหลับสบาย ช่วยรักษาอาการวิงเวียนศีรษะ ปวดศีรษะหรือไมเกรน และช่วยแก้กระหาย ช่วยบรรเทาอาการเจ็บปวด คลายกล้ามเนื้อ รักษาโรคเกาต์ [24]

2.3 โครเชต์

2.3.1 ประวัติการถักโครเชต์

โครเชต์ (Crochet) เป็นภาษาฝรั่งเศส มาจากคำว่า Croc หรือ Croche แปลว่าตะขอ หมายถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทำของใช้หรูหราในชีวิตประจำวัน วิวัฒนาการผ้าถักนักประวัติศาสตร์เชื่อว่าผ้าถักเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 3,000 - 4,000 ปีก่อนคริสตกาล แต่ไม่มีหลักฐานที่พิสูจน์ได้ชัดเจนและยากที่จะระบุได้ว่าต้นกำเนิดผ้าถักเกิดขึ้นที่ใด ในทางประวัติศาสตร์บางทฤษฎีอธิบายว่าผ้าถักเกิดขึ้นในพื้นที่แถบเปอร์เซีย บางทฤษฎีอธิบายว่าผ้าถักเกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณหลายประเทศ ทั้งอิสราเอล จอร์แดน ซีเรีย รวมถึงแอฟริกาเหนือ ญี่ปุ่น และจีน ในขณะที่บางทฤษฎีเชื่อว่าผ้าถักเกิดขึ้นจากการทำตาข่ายดักปลา และการทำตาข่ายจากรากไม้โดยชนพื้นเมือง แต่ไม่มีการระบุที่แน่นอน ผ้าถักมีประวัติศาสตร์อ้างอิงน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการปั่นเส้นด้ายหรือการทอผ้าซึ่งเกิดขึ้นในช่วงก่อนประวัติศาสตร์การปั่นเส้นด้ายขนสัตว์นั้นมีหลักฐานว่าเกิดขึ้นประมาณ 4,000 ปีก่อนคริสตกาลในบริเวณทะเลเมดิเตอร์เรเนียน มีการพบหลักฐานที่ชาวโรมันสร้างโรงปั่นเส้นด้ายขนสัตว์ในอังกฤษ ราวปี ค.ศ. 50 นักประวัติศาสตร์เชื่อว่าผ้าถักถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกโดยชนเผ่าเร่ร่อนชาวอาหรับ (Nomadic Tribe) และเผยแพร่งานหัตกรรมนี้สู่อียิปต์ ก่อนจะไปสู่ทวีปอเมริกาเหนือและสเปนโดยบรรดานักบวชนิกายคาทอลิกและแพร่หลายอย่างรวดเร็วสู่ยุโรป วัสดุที่ใช้ในการถักผ้าในสมัยโบราณ คือ เส้นใยธรรมชาติจากพืช ขนสัตว์ และไหม ซึ่งจะเปื่อยผุพัง และย่อยสลายไปตามกาลเวลา

ผ้าถักในศตวรรษที่ 3 - 10 มีการค้นพบชิ้นส่วนของสิ่งทอที่คล้ายผ้าถักในบริเวณแหล่งโบราณคดีลุ่มแม่น้ำสินธุ (Indus River Valley) ซึ่งมีอายุหลายพันปีมาแล้ว และค้นพบผ้าถักที่

แหล่งโบราณคดีดูรายูโรโปส (Dura Europos) ใกล้แม่น้ำยูเฟรทีส (Euphrates River) ที่มีอายุอยู่ในช่วง ค.ศ. 256 มีการพบถุงเท้ากึ่งรองเท้า (Sandal Socks) ที่ซาอุดีอาระเบีย สันนิษฐานว่ามีอายุในช่วง ค.ศ. 350 และถุงเท้าที่พบในสุสานอียิปต์ ซึ่งอยู่ในช่วงศตวรรษที่ 4 มีการค้นพบถุงเท้าที่ทำขึ้นสำหรับทหารโรมันซึ่งดูคล้ายการถักเป็นอย่างมาก มีการหักมุมที่ข้อเท้าโดยใช้เทคนิคเดียวกัน ปัจจุบันมีการวิเคราะห์ว่าถุงเท้านั้นใช้เทคนิคเนลไบน์ดิงซึ่งเป็นเทคนิคคล้ายการถักผ้า แต่ไม่ใช่เทคนิคเดียวกัน เนลไบน์ดิงเป็นเทคนิคโบราณที่ใช้เส้นด้ายในการทำห่วงและปม โดยใช้เครื่องมือที่เป็นไม้หรือกระดูก สามารถสร้างรูปแบบได้หลากหลาย และดูคล้ายการถัก แต่เป็นการสร้างห่วงด้วยเข็มร้อยด้าย โดยแต่ละห่วงจะมีการจบปลายด้าย ในขณะที่การถักจะสร้างห่วงเชื่อมต่อกันและมีปลายด้านเดียว หลักฐานผ้าถักในยุคแรกที่ค้นพบ คือ ถุงเท้าผ้าฝ้ายเนื้อละเอียดตกแต่งอย่างประณีตค้นพบที่อียิปต์ในปลาย ค.ศ. 500 หลักฐานนี้บ่งบอกว่ามีการถักผ้าในสมัยโบราณแต่ยังไม่สามารถยืนยันเรื่องราวอื่นๆได้มากนัก มีการค้นพบเข็มถักผ้าที่เป็นแท่งทองเหลืองสันนิษฐานได้ว่าอาจมีการถักผ้าตั้งแต่ในช่วงยุคเหล็ก การค้นพบหลักฐานที่เป็นโลหะปลายแหลมอาจจะเป็นเข็มถักผ้า หรือ เข็มปักผม ไม้กลัด ไม้เสียบกระสวย นักโบราณคดีจะสามารถสรุปว่าเครื่องมือปลายแหลมนั้นเป็นเข็มสำหรับถักผ้าได้ เมื่อค้นพบพร้อมกับผ้าถักในเวลาที่ขุดค้น จากหลักฐานบางส่วนพบว่าเข็มถักในยุคเริ่มแรกจะมีตะขออยู่ที่ปลายอีกด้านหนึ่งเพื่อให้สามารถดึงด้ายผ่านห่วงได้สะดวกขึ้น เข็มประเภทนี้พบมากที่บริเวณพื้นที่ในแถบประเทศตุรกี และประเทศในยุโรปตะวันออก ในสมัยโบราณผ้าถักที่ไม่ต้องการแล้วหรือถักได้ไม่เหมาะสมจะถูกนำมาเลาะเส้นด้ายเพื่อใช้ถักใหม่ เพราะการปั่นด้ายในสมัยนั้นทำโดยใช้มือปั่นและใช้เวลานาน เส้นด้ายจะไม่ถูกทิ้งจนกว่าจะเปื่อยและผุพังไป รูปแบบผ้าถักดั้งเดิม คือ ครอสนิตติ้ง (Cross Knitting) หรือเรียกว่าการถักผ้าเข็มเดี่ยวหรือการถักเทียม (Pseudo Knitting) การถักแบบนี้มีการพัฒนาไปอย่างมากในวัฒนธรรมของชนชาตินัซคา (Nazca) ในเปรูช่วง 100 ปี ก่อนคริสตกาลจนถึงช่วง ค.ศ. 700 มีการใช้ผ้าถักตกแต่งขอบของชายผ้าทอ เปลี่ยนเส้นด้ายหลายสี มีการสร้างลวดลายรูปคนและรูปสัตว์ตกแต่งบนผ้าถักให้สวยงาม ผ้าถักสามารถถ่ายทอดลวดลายลงบนผืนผ้าได้โดยใช้ขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อนและไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือขนาดใหญ่ราคาแพง สิ่งนี้อาจเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้การถักผ้าเป็นที่นิยมและแพร่หลายอย่างรวดเร็ว

ผ้าถักในศตวรรษที่ 11 – 13 สันนิษฐานว่าผ้าถักได้แพร่หลายจากอียิปต์ไปยังสเปนโดยแขกมัวร์ (Moorish) ในช่วง ค.ศ. 1095 – 1261 และต่อไปยังยุโรปผ่านสงครามครูเสด (Crusades) ศตวรรษที่ 12 มีการค้นพบถุงมือที่ทำจากผ้าถักในฝรั่งเศส นอกจากนี้ ยังค้นพบหลักฐานผ้าถักหลายชิ้นที่เป็นถุงเท้าแต่เป็นเทคนิคอื่น เช่น เนลไบน์ดิง และโครเชต์ โดยมากชิ้นส่วนจะถักจากเส้นด้ายฝ้าย

มีการค้นพบผ้าถักด้วยเส้นด้ายขนสัตว์ในภายหลัง จากนั้นมีการค้นพบปลอกหมอนอิงใน ค.ศ. 1275 ที่สเปน

ผ้าถักในศตวรรษที่ 14 – 16 ในช่วงยุคกลางงานศิลปหัตถกรรมในยุโรปถูกควบคุมโดยสมาคมช่างฝีมือ (Guilds) ผ้าถักเป็นอุตสาหรรมสำคัญและพัฒนาไปสู่งานศิลปหัตถกรรมชั้นสูง ในช่วงยุคกลางถุงน่องผ้าที่ทำจากไหมและขนสัตว์เข้ามาแทนผ้าเฉลียงที่ใช้สำหรับทำถุงน่องให้กลุ่มชนชั้นสูงในสมัยนั้น ศตวรรษที่ 14 พบหลักฐานที่มีกล่าวถึงบันทึกเกี่ยวกับการถักผ้าอย่างชัดเจนในยุโรปมีการค้นพบถุงน่องในสุสานโตเลโด (Toledo) ในสเปน และพบภาพเขียนชุดนิตติ้งมาดอนนา (Knitting Madonnas) หรือเวอร์จินแมรีนิตติ้ง (Virgin Mary Knitting) จำนวน 4 ภาพ พบบริเวณทางตอนเหนือของอิตาลีที่อยู่ไม่ไกลจากสเปน ศตวรรษที่ 16 คาดว่าการถักผ้าด้วยมือในยุคแรกอาจใช้เข็มถักหลายเล่ม และนิยมการถักผ้าเป็นทรงกระบอกสำหรับถุงน่อง ช่างถักผ้าชาวเยอรมันใช้เข็มถัก 4 – 5 เข็ม ซึ่งอาจเก่าแก่กว่าการถักผ้าที่ใช้เข็มถักสองเล่มในปัจจุบัน การถักผ้าด้วยมือแพร่หลายไปยังยุโรปในไม่กี่ช่วงอายุคนใน ค.ศ. 1566 ผ้าถักทุกอย่างทำด้วยมือ เสื้อคลุมผ้าถักและเสื้อเชิ้ตถักเป็นที่นิยมแพร่หลายมาก ส่วนใหญ่ถักจากไหม หรือเส้นไหมเคลือบทองหรือเงิน (Gilt Threads) ในเวลาต่อมามีการตั้งโรงเรียนสอนถักผ้าขึ้นเพื่อช่วยบรรเทาความยากจนและทำให้ประชาชนมีอาชีพสุจริต มีการให้นักโทษถักผ้า มีการนำอุปกรณ์การถักผ้าติดตัวไปเพื่อถักในกิจกรรมต่างๆกัน เช่น การประชุมงานเลี้ยงสังสรรค์ การเดินทางไปต่างเมืองหรือแม้แต่การไปโบสถ์ คนเลี้ยงแกะจะถูกสั่งให้ถักผ้า ปั่นเส้นด้าย หรือทอผ้า เพื่อจะได้งานระหว่างดูแลแกะอยู่ในทุ่งหญ้า การพัฒนารูปแบบผ้าถักในยุโรปเริ่มเห็นชัดเจนเมื่อสมาคมผ้าถักก่อตั้งขึ้นที่กรุงปารีสประเทศสาธารณรัฐฝรั่งเศส ใน ค.ศ. 1527 ในสมัยนั้นการประกอบอาชีพหลักของผู้ชายคือการเป็นช่างถักผ้า หรือพ่อค้าผ้าถัก การถักผ้ากลายเป็นอาชีพหลักในครัวเรือน เพราะการถักผ้าสามารถสร้างงานที่สวยงามละเอียดอ่อน เรียนรู้ได้ง่ายและรวดเร็วต่างจากเทคนิคอื่น ใช้เพียงเข็มถักและเส้นด้ายเท่านั้น

ตามหลักฐาน คำว่า “Knit” มีการบัญญัติ ความหมายในพจนานุกรมภาษาอังกฤษ (Oxford English Dictionary) เมื่อ ค.ศ. 1530 การถักผ้าในสมัยเริ่มแรกเป็นการเอาห่วงมาถักเกี่ยวต่อกันทีละห่วงด้วยมือจนเป็นผืนผ้า วิวัฒนาการของเครื่องถักผ้านี้เริ่มต้นใน ค.ศ.1589 เมื่อวิลเลียม ลี (William Lee) นักศึกษามหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ (Cambridge) ในประเทศอังกฤษ ได้คิดค้นเครื่องถักขึ้นเพื่อช่วยเพื่อนผู้หญิงถักถุงน่องเนื่องจากการถักด้วยมือต้องใช้เวลามากเพราะเป็นการสร้างห่วงทีละห่วง หลักการของเครื่องถักผ้าที่วิลเลียม ลี ประดิษฐ์คิดค้น คือ การเอาเข็มถักมาเรียงกันแล้วถักทีเดียวหลายห่วง โดยใช้กลไกล การรับส่ง (Carriage) ในการเปิดและปิดเข็มแทนที่จะถักทีละห่วงเหมือนการถักด้วยมือ เครื่องถักผ้าที่วิลเลียม ลี คิดค้นในสมัยนั้นถักถุงน่องได้เร็วกว่าการถักด้วยมือถึง 10

เท่า ในช่วงศตวรรษที่16 การถักผ้าด้วยมือกลายเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญ มีความเจริญก้าวหน้าจนพัฒนาเป็นหัตถกรรมขั้นสูง ซึ่งแตกต่างจากสมัยโบราณที่ศิลปะการถักผ้าเป็นเพียงงานของหญิงชาวบ้านทั่วไป เช่นเดียวกับการถักโครเชต์ ประดิษฐ์ตุ๊กตา ทำดอกไม้ประดิษฐ์ การค้าผ้าถักเป็นที่ต้องการของตลาดยุโรปอย่างมาก ถุงน่องประมาณหนึ่งถึงสองล้านคู่และหมวกที่ทำจากด้ายขนสัตว์ (Woolen Cap) ถูกส่งออกจากสหราชอาณาจักรไปขายยังประเทศอื่นในยุโรป [25]

2.3.2 ประเภทของผ้าถัก

ผ้าถักด้ายพุ่ง (Weft Knitting) ผ้าถักด้ายพุ่งหรือผ้าถักแนวนอนเป็นผ้าถักที่ใช้ด้ายเส้นเดียวถักให้เกิดห่วงทีละห่วง โดยห่วงเกิดจากเส้นด้ายเกี่ยวคล้องกันในแนวนอนของผืนผ้า เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าถักด้ายยืน ผ้าถักด้ายพุ่งมีความยืดหยุ่นตัวค่อนข้างสูง ยืดหยุ่นและคืนตัวได้ทั้งด้านกว้างและด้านยาวของผ้า มีความเข้ารูปสูง (Drape Able) ผ้าถักด้ายพุ่งมีช่องว่างของห่วงทำให้ระบายอากาศได้ดี มีคุณสมบัติเหมาะสมกับเสื้อผ้าและผลิตภัณฑ์ต่างๆหลายชนิด สวมใส่สบายทั้งเสื้อผ้าภายนอกและชุดชั้นใน ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผ้าถักแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน คือ โครงสร้างห่วงผ้าถัก

ผ้าถักด้ายยืน (Warp Direction) ผ้าถักด้ายยืน หรือผ้าถักแนวตั้งเกิดจากการเกี่ยวห่วงของเส้นด้ายยืน เครื่องถักชนิดนี้จะมีไกด์บาร์ หรือราวนำ (Guide Bar) ช่วยทำให้เกิดห่วงรูปแบบต่างๆ และเข็มถักช่วยดึงด้ายให้เป็นห่วงคล้องต่อกัน การสร้างห่วงของผ้าถักด้ายยืนเกิดขึ้นโดยเส้นด้ายยืนแต่ละเส้นจะถูกคล้องและทำให้แต่ละห่วงเกิดขึ้นพร้อมกันหลายห่วงใน 1 คอร์ส ผ้าถักด้ายยืนจะสร้างห่วงตามแนวยาวของผ้า โดยการเกี่ยวกันของห่วงในทิศทางของเวล คุณลักษณะสำคัญผ้าถักด้ายยืน คือ หลุดลุ่ยน้อยกว่าผ้าถักด้ายพุ่ง แต่ความยืดหยุ่นตัวน้อยกว่าผ้าถักด้ายพุ่ง ผ้าถักด้ายยืนจะมีความยืดหยุ่นในด้านกว้างเพียงด้านเดียว ทั้งนี้ความยืดหยุ่นจะเปลี่ยนแปลงไปตามโครงสร้างห่วงที่ใช้ถัก

2.3.3 ผ้าถักและการใช้งาน

ผ้าถักเริ่มเป็นที่แพร่หลายในตลาดโลกนับตั้งแต่ ค.ศ. 1961 การใช้ผ้าถักในตลาดโลกมากขึ้นเรื่อยๆ ในช่วง ค.ศ. 1971 ผ้าถักถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม และในช่วง ค.ศ. 1972 มีการใช้ผ้าถักในการอุตสาหกรรมเสื้อยืด กระโปรง และกางเกง ประมาณร้อยละ 48 – 60 นอกจากนี้ยังใช้ผลิตเป็นเสื้อผ้าชุดชั้นในและถุงเท้าประมาณร้อยละ 70 ใน ค.ศ. 1975 การใช้ผ้าในตลาดโลกมีมากกว่าร้อยละ 52 ของอุตสาหกรรมเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม นอกจากเสื้อผ้าภายนอก เช่น เสื้อกันหนาว เสื้อคลุม แล้วยังมีการนำผ้าถักไปพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าอื่น เช่น เสื้อยืด ชุดชั้นใน ชุดว่ายน้ำ ถุงเท้า ถุงน่อง และชุดสำหรับเด็ก ผ้าถักยังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ใน ค.ศ. 1980 มีการใช้คำว่าสิ่งทอเทคนิค (Technical Textiles) หรือสิ่งทอเพื่อ

หน้าที่การใช้งาน (Functional Textile) เพื่ออธิบายถึงสิ่งทอที่มีการใช้งานมากไปกว่าคุณสมบัติในการห่อหุ้มปกป้องร่างกายและความสวยงาม ในเคหะสิ่งทอ (Home Textiles) ผ้าถักถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเคหะสิ่งทอเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่เป็นเครื่องใช้และตกแต่งภายในบ้านมากมาย เช่น ผ้าม่าน พรมปูพื้น ชุดเครื่องนอน ผ้าปูเตียง ปลอกหมอน ผ้าเช็ดตัว เป็นส่วนประกอบและผ้าหุ้มบุเฟอร์นิเจอร์ วัสดุตกแต่งภายใน ผ้าเหล่านี้ต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานภายในบ้าน เช่น แข็งแรง ทนต่อการขัดถู และทนต่อแสงแดด เนื่องจากโครงสร้างผ้าถักสวมใส่สบาย ผิวสัมผัสนุ่ม สะดวกในการดูแลรักษา จึงมีการพัฒนาทั้งผ้าถักด้ายพุ่งและผ้าถักด้ายยืนในการผลิตเครื่องนุ่งห่มหลายประเภทให้เข้ากับวิถีชีวิตของผู้บริโภค เช่น เสื้อ กางเกง ถุงเท้า รองเท้า หมวก เสื้อกันหนาว เสื้อกีฬา นอกจากเสื้อผ้าภายนอกแล้วผ้าถักด้ายยืน ยังเป็นส่วนประกอบในเสื้อผ้า เช่น ผ้ารองพื้น (Interlinings) ผ้าสำลีรองพื้น (Wadding) และผ้าฉนวน (Insulation) ที่มีหน้าที่และวัตถุประสงค์หลายอย่าง เช่น เก็บอุณหภูมิความอบอุ่น ทนต่อการซัก ทนต่อแรงดึงและแรงกดทับ สามารถควบคุมการยืดหดได้ดี ดูแลรักษาง่าย เหมาะสมและเข้ากับลักษณะของผ้าที่จะนำไปใช้ สามารถรักษาสมบัติผิวสัมผัสที่อ่อนนุ่มและการยืดหยุ่น สามารถทำเป็นผ้าจับจีบและยืดหยุ่นได้ดี คงรูปร่างได้ดีในขณะสวมใส่

2.3.4 องค์ประกอบการขึ้นรูปผ้าถัก

การเลือกเส้นด้ายสำหรับการถักควรคำนึงถึง ขนาดของเส้นด้าย ความเหนียว ความคงทน และความเรียบลื่น ไม่ว่าจะเป็นเส้นด้ายจากใยธรรมชาติหรือใยประดิษฐ์ ในกระบวนการถักสามารถใช้เส้นด้ายเดียว หรือเส้นควบ เส้นด้ายมากกว่า 1 เส้นถักพร้อมกัน

2.3.4.1 ความตึงของเส้นด้าย (Tension) ส่งผลต่อโครงสร้างของผืนผ้า การปรับความตึงของเส้นด้ายต้องให้พอเหมาะระหว่างการถัก ควรเหมาะสมกับลักษณะของเส้นด้ายที่ใช้ หากตึงมากเกินไปผ้าที่ได้จะค่อนข้างกระด้าง เส้นด้ายอาจขาดและทำให้ผ้าถักชำรุด เสียหาย ในทางกลับกันหากความตึงของเส้นด้ายหย่อนเกินไป ผ้าที่ได้จะไม่คงตัว ไม่สม่ำเสมอและเส้นด้ายอาจพันกันทำให้เกิดการติดขัดระหว่างการถัก เส้นด้ายอาจขาดและทำให้ผ้าถักชำรุดเสียหาย

2.3.4.2 แรงดึงผ้า (Take Down) ผ้าที่ถักแล้วต้องมีการรักษาความตึงผ้าโดยการดึงผ้าลงด้วยน้ำหนักที่สม่ำเสมอและถ่วงน้ำหนักดึงผ้าไว้ เพื่อให้ผืนผ้าที่ถักออกมามีความคงที่ และมีขนาดห่วงเท่ากันในแต่ละคอร์สทำให้เนื้อผ้าถักมีความสม่ำเสมอ

2.3.5 ขนาดของเข็มถักโครเชต์

มีผลโดยตรงกับโครงสร้างของผืนผ้า เข็มควรมีขนาดเหมาะสมกับลักษณะและขนาดของเส้นด้ายที่ใช้ รูปแบบผ้าที่ต้องการ เส้นด้ายขนาดเล็กเหมาะกับเข็มขนาดเล็ก ในทางเดียวกัน

เส้นด้ายขนาดใหญ่ควรเลือกใช้เข็มถักขนาดใหญ่การเลือกใช้เข็มถักใหญ่ ผ้าถักที่ได้จะมีพื้นผิวค่อนข้างหยาบเนื่องจากห่วงมีขนาดใหญ่ ในทางกลับกัน ถ้าขนาดเข็มถักเล็กผ้าถักที่ได้จะมีเนื้อที่ละเอียดกว่า เข็มถักแบบสลักทุกเข็มควรมีสลักที่เปิดปิดถูกต้อง ถ้าเข็มถักหักงอ หรือสลักไม่สามารถเปิดหรือปิดได้สนิทจะส่งผลให้ เกิดการติดขัดระหว่างการถัก เส้นด้ายอาจขาดและทำให้ผ้าถักชำรุดเสียหาย เข็มถักต้องมีการบำรุงดูแลอยู่เสมอ ทั้งในด้านความสะอาด เพื่อความคล่องตัวในการถักและป้องกันสนิม ขนาดของเข็มโครเชต์ในแต่ละประเทศขนาดเบอร์หมายเลขจะไม่เหมือนกัน สามารถเลือกใช้และเปรียบเทียบได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ตารางเปรียบเทียบขนาดเข็มโครเชต์

เมตริก	สหรัฐอเมริกา	อังกฤษ	ญี่ปุ่น
0.60 มม.	14	6	12
0.75 มม.	12	5	10
0.80 มม.	11	-	8
1.00 มม.	10	4	6
1.25 มม.	8	3	4
1.50 มม.	7	2.5	2
1.75 มม.	4	2	0

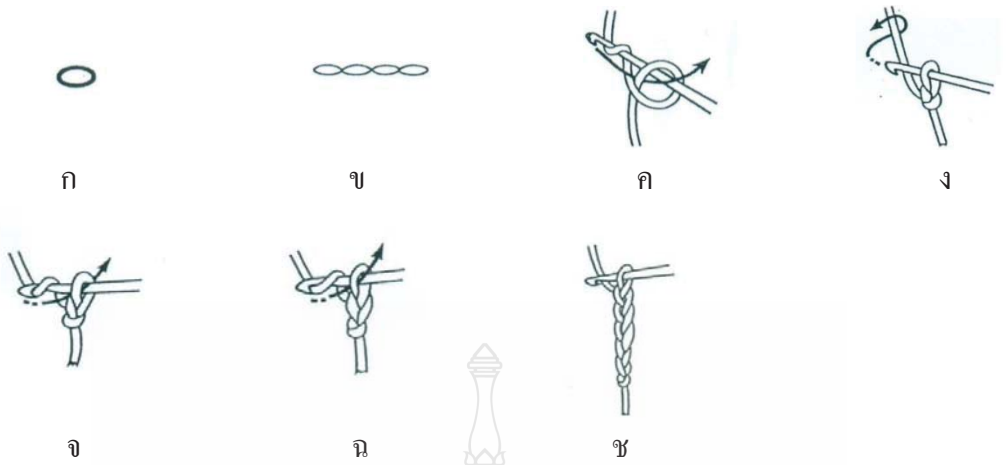
ที่มา : [26]

2.3.6 สัญลักษณ์ลายถักโครเชต์

ข้อดีของสัญลักษณ์คือ เป็นสิ่งสำคัญมากที่จะทำให้ผู้ถักเข้าใจได้โดยง่าย มองเห็นลายถักได้ชัดเจน ว่าในแต่ละแถวถักด้วยสัญลักษณ์ใดบ้าง และเห็นถึงตำแหน่งของลายถักของแถวหนึ่งตรงกับลายถักใดในอีกแถวหนึ่ง ทักษะในการถักที่ดีต้องมีการทำความเข้าใจในสัญลักษณ์ลายถักโครเชต์ก่อนเริ่มขึ้นต้นชิ้นงาน

2.3.6.1 เทคนิคถักโซ่

อักษรย่อ ซ หมายถึง การถักโซ่ ก่อนที่จะขึ้นต้นชิ้นงานต่างๆ มักจะต้องถักโซ่เพื่อเป็นขึ้นต้นชิ้นงานและในการถักชิ้นงานแต่ละชิ้นนั้น ก็ควรจะดูความยาวหรือขนาดของโซ่ที่จะต้องถักพร้อมทั้งขนาดของเข็มที่ต้องใช้ถัก ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ดังนี้

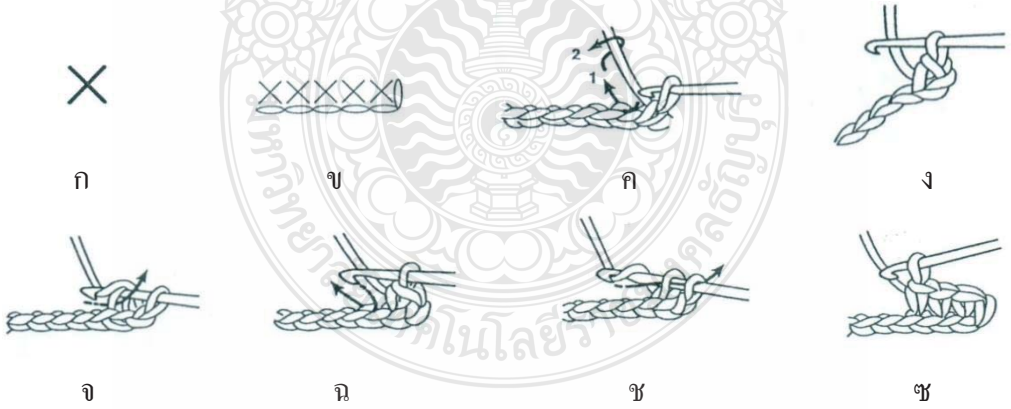


รูปที่ 2.9 เทคนิคถักโซ่ (ก) สัญลักษณ์โซ่ (ข) สัญลักษณ์การถักโซ่ 1 แถว (ค) จับด้ายเป็นรูปวงกลม ใช้มือเกี่ยวด้ายให้บิดไปทางด้านหลัง ใช้เข็มเกี่ยวด้ายพร้อมที่จะดึงผ่านห่วงแรก (ง) ดึงเข็มจากห่วงออกมา (จ) ใช้เข็มเกี่ยวด้ายเป็นห่วงต่อไป (ฉ) ทำเช่นเดียวกันต่อไปเรื่อยๆ (ช) จนครบตามต้องการ

ที่มา : [26]

2.3.6.2 เทคนิคควักธรรมดา

อักษรย่อ คธ หมายถึง ควักธรรมดา ในการถักควักธรรมดานั้นส่วนมากจะใช้กับงานที่ละเอียดที่มีลักษณะเหมือนลูกไม้ ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ดังนี้

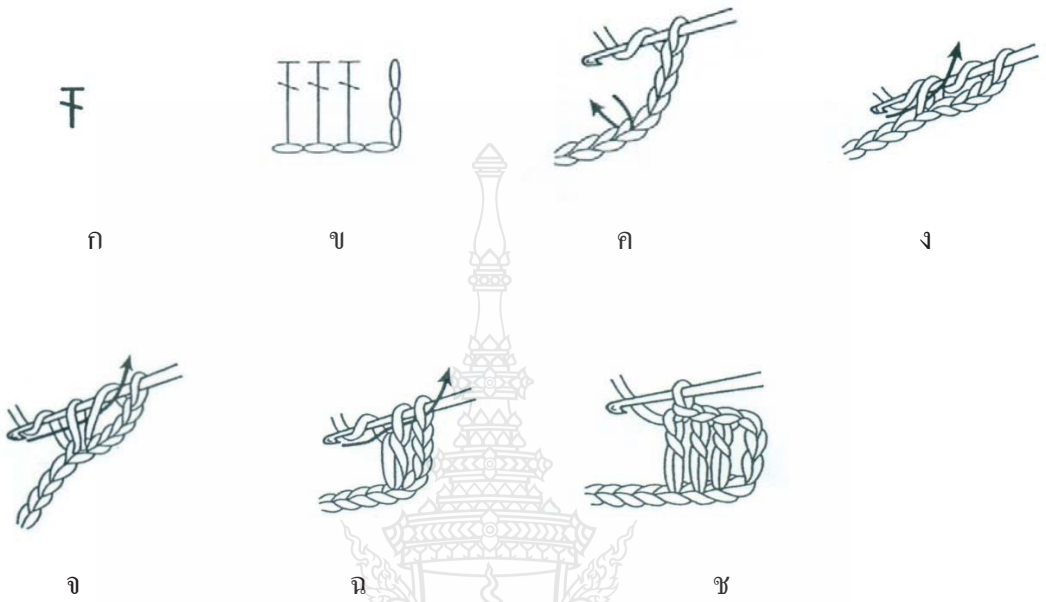


รูปที่ 2.10 เทคนิคควักธรรมดา (ก) สัญลักษณ์ควักธรรมดา (ข) สัญลักษณ์การควักธรรมดา 1 แถว (ค) ใช้เข็มแทงห่วงโซ่ตามศรชี้ (ง) ดึงผ่านห่วง (จ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง เกี่ยวผ่านห่วงโซ่ (ฉ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง (ช) เกี่ยวผ่าน 2 ห่วง ตามศรชี้ แทงเข็มผ่านห่วงต่อไป (ซ) ถักต่อไปจนได้ความยาวตามต้องการ

ที่มา : [26]

2.3.6.3 เทคนิคพัน 1 ครั้งควักธรรมดา

อักษรย่อ พ1ค หมายถึง พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ควักธรรมดา ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ดังนี้

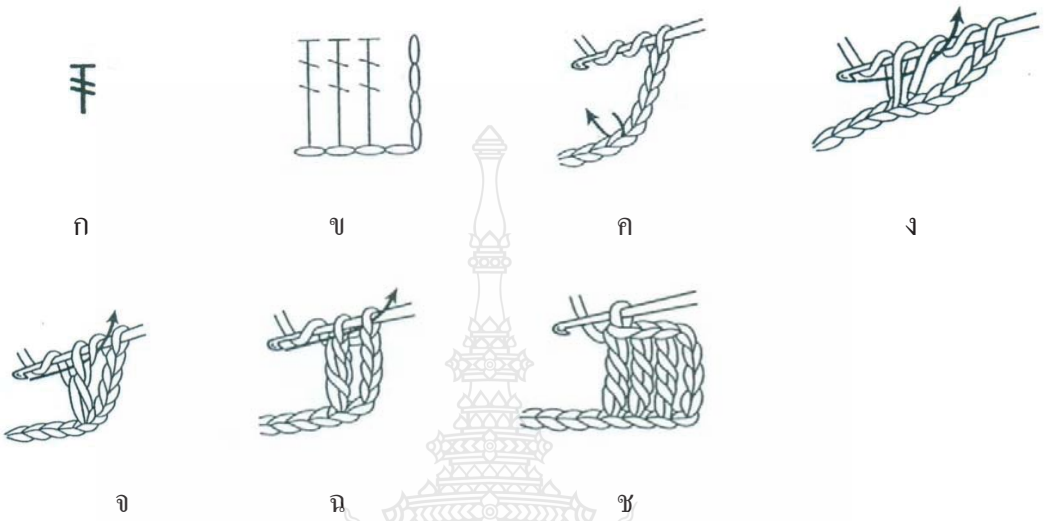


รูปที่ 2.11 เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก (ก) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก (ข) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก 1 แถว (ค) ถักขึ้นต้นโซ่จนได้ความยาวตามต้องการ พันหัวเข็ม 1 ครั้ง นับหลักโซ่ย้อนลงมา 4 หลัก แทงหัวเข็มห่วงโซ่หลักที่ 5 (ง) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่านห่วงโซ่ตามศรชี้ (จ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่านห่วงในเข็ม ตามศรชี้ (ฉ) พันหัวเข็ม 1 ครั้งดึงผ่าน 2 ห่วงที่เหลือในเข็ม (ช) จะได้ พ1ค 1หลัก ถักเช่นเดียวกันต่อไปเรื่อยๆ จนได้ความยาวตามต้องการ

ที่มา : [26]

2.3.6.4 เทคนิคพัน 2 ครั้งควักธรรมดา

อักษรย่อ พ2ค หมายถึง พันหัวเข็ม 2 ครั้ง ควักธรรมดา ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ดังนี้

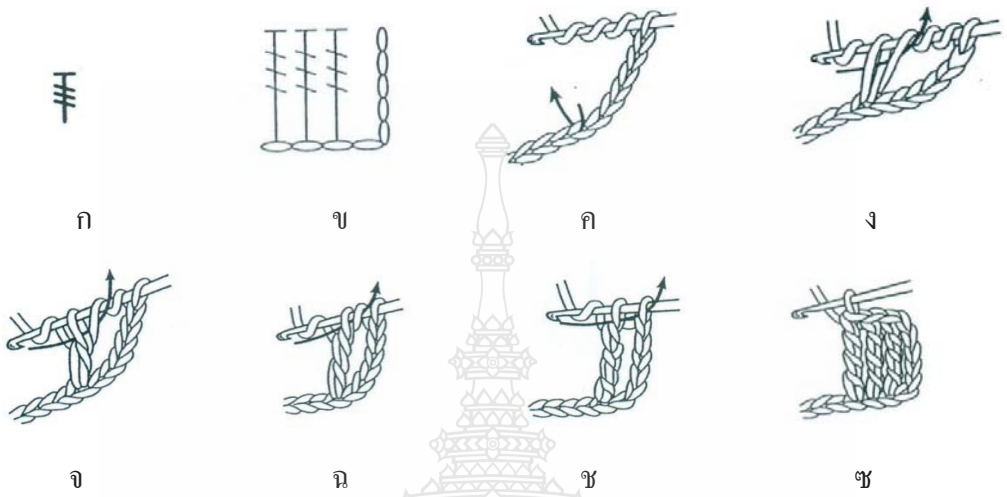


รูปที่ 2.12 เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก (ก) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก (ข) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก 1 แถว (ค) ถักขึ้นต้นโซ่จนได้ความยาวตามต้องการ พันหัวเข็ม 2 ครั้ง นับหลักโซ่ย้อนลงมา 5 หลัก แทงหัวเข็มห่วงโซ่หลักที่ 6 (ง) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่าน 2 ห่วงโซ่ตามศรชี้ (จ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่าน 2 ห่วงในเข็ม ตามศรชี้ (ฉ) พันหัวเข็ม 1 ครั้งดึงผ่าน 2 ห่วงที่เหลือในเข็ม (ช) จะได้ พ2ค 1หลัก ถักเช่นเดียวกันต่อไปเรื่อยๆ จนได้ความยาวตามต้องการ

ที่มา : [26]

2.3.6.5 เทคนิคพัน 3 ครั้งควักธรรมดา

อักษรย่อ พ3ค หมายถึง พันหัวเข็ม 3 ครั้ง ควักธรรมดา ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ดังนี้



รูปที่ 2.13 เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก (ก) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก (ข) สัญลักษณ์เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก 1 แถว (ค) ถักขึ้นต้นโซ่จนได้ความยาวตามต้องการ พันหัวเข็ม 3 ครั้ง นับหลักโซ่ย้อนลงมา 6 หลัก แทงหัวเข็มห่วงโซ่หลักที่ 7 (ง) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่าน 2 ห่วงโซ่ตามศรชี้ (จ) พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่านตามศรชี้ 2 พันหัวเข็ม 1 ครั้ง ดึงผ่านตามศรชี้ที่ 3 (ฉ) พันหัวเข็ม 1 ครั้งดึงผ่าน 2 ห่วง (ช) ที่เหลือในเข็ม จะได้หลัก 1 หลัก (ซ) ถักบนหลักโซ่ถัดไปจนได้ความยาวตามต้องการ

ที่มา : [26]

เทคนิคการถักโครเชต์พื้นฐานทั้ง 5 วิธีดังแสดงในตารางที่ 2.4 เพื่อผลิตผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 2.4 เทคนิคการถักโครเชต์พื้นฐาน

เทคนิคการถักโครเชต์	คำย่อ	สัญลักษณ์	ภาพสำเร็จ	การใช้งานถักโครเชต์
เทคนิคถักโซ่	ซ			ใช้ขึ้นต้นชิ้นงานเชื่อมต่อลายและประกอบชิ้นงาน
เทคนิคควักธรรมดา	คธ			ใช้ในงานที่ละเอียดถักเก็บริมชิ้นงานถักโครเชต์
เทคนิคพัน 1 ครั้งควักธรรมดา	พ1ค			ใช้ถักผ้าเป็นผืนและผสมลาย ส่วนมากใช้ในการออกแบบลวดลายงานถักโครเชต์
เทคนิคพัน 2 ครั้งควักธรรมดา	พ2ค			ใช้ถักผ้าเป็นผืนและผสมลาย ส่วนมากใช้ในการออกแบบลวดลายงานถักโครเชต์
เทคนิคพัน 3 ครั้งควักธรรมดา	พ3ค			ใช้ถักผ้าเป็นผืนและผสมลาย ส่วนมากใช้ในการออกแบบลวดลายงานถักโครเชต์

2.4 เส้นใยโลหะ

เส้นใยโลหะ หมายถึง เส้นใยประดิษฐ์ ที่ประกอบด้วยเส้นใยโลหะ หรือโลหะที่เคลือบด้วยพลาสติก หรือพลาสติกที่เคลือบด้วยโลหะ และเป็นลักษณะที่มีแกนกลางถูกห่อหุ้มอย่างสมบูรณ์ด้วยโลหะ

ในอดีตมนุษย์นิยมการใช้ทองและเงินทำเป็นผ้าตกแต่งความงามซึ่งพบได้ตามภาพประวัติศาสตร์ต่าง ๆ แต่ในปัจจุบันการใช้โลหะชนิดอื่น ๆ มาใช้งาน ได้มีการพัฒนาขึ้นมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้เหล็กไร้สนิม โลหะผสมระหว่างโครเมียม และ นิเกิล แพลตตินัมไททาเนียม ทองแดง อลูมิเนียม ไปจนถึงทังสเตน ตัวอย่างที่เห็นชัดถึงการเจริญเติบโตของเส้นใยโลหะ คือ เส้นใยโลหะไร้สนิม ที่เริ่มมาเมื่อปี พ.ศ. 2503 (ค.ศ. 1960) การใช้งานมุ่งเน้นการวิจัยเพื่อประโยชน์ของโครงการอวกาศต่าง ๆ จน สามารถผลิตเส้นใยที่มีความละเอียดสูงขนาด 3-15 ไมครอน มีการผลิตทั้งเส้นใยสั้นและเส้นใยยาว เพื่อทำเป็นเส้นด้ายชนิดด้ายหุ้ม อาจเป็นส่วนของเส้นใยเปลือกนอกหรือเส้นใยแกนกลาง นำไปผลิตในรูปของผ้าทอและผ้าถัก แต่ด้วยสมบัติที่ค่อนข้างจำกัด ประกอบกับราคาที่แพง ทำให้ปริมาณของส่วนโลหะที่ใช้ผสมถูกจำกัดในปริมาณค่อนข้างต่ำ เพียงแค่ร้อยละ 1-3 และการใช้งานก็เน้นในเชิงอุตสาหกรรมมากกว่าโดยเน้นจุดเด่นที่มีความนำประจุไฟฟ้าดีและถาวร

การผลิตเส้นด้ายโลหะ ได้มีการพัฒนาเทคนิคที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหรัฐอเมริกา ใช้วิธีของการทำเป็นระบบแซนด์วิช คือ แผ่นโลหะบางโดยทั่วไปใช้แผ่นอลูมินัมวางประกบด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกทั้งสองด้าน พลาสติกที่ใช้มีหลายชนิด คือ เซลโลเฟน (Cellophane) แอซีเทต (Acetate) เซลลูโลสแอซีเทตบิวทีเรต (Cellulose Acetate Butylate) และแผ่นฟิลม์ใสพอลิเอสเทอร์ที่มีชื่อทางการค้าว่า (Mylar) สมบัติเด่นของ (Mylar) คือ เป็นแผ่นฟิล์มที่แข็งแรงทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาดได้สูง และทนต่ออุณหภูมิในระดับหมาะสมต่อการดูแลรักษาทำให้นิยมใช้แผ่นฟิลม์ใสพอลิเอสเทอร์ (Malar) เป็นพลาสติกเคลือบผิวอย่างกว้างขวาง นอกจากนั้นยังสามารถใส่หรือเติมเม็ดสีลงในสารยึดเกาะระหว่างโลหะและพลาสติกตามที่ต้องการเข้าไปได้ด้วย โดยแผ่นฟิลม์ใสพอลิเอสเทอร์ (Mylar) ทำหน้าที่ปิดทับป้องกันขณะที่ตัวมันเองเป็นฟิล์มใสจึงยังคงให้ความสวยงามของสีที่ปรากฏให้เห็นอยู่

อีกเทคนิคหนึ่งที่พบในการผลิตเส้นด้ายโลหะ คือ การเคลือบลงบนพลาสติก เช่น การอาศัยหลักของการทำให้อลูมินัมผงมีลักษณะที่เป็นไอไปเกาะติดเคลือบผิวของ (Mylar) ใส่อีกครั้งหนึ่ง วิธีนี้ได้เส้นด้ายที่มีความมันสว่างมากกว่า อีกทั้งมีน้ำหนักที่เบากว่าด้วย

เส้นใยโลหะที่มีการนำเอามาใช้ประโยชน์ด้านสิ่งทอคือเส้นใยเงิน ทอง อะลูมิเนียม เหล็ก ในสมัยโบราณนิยมนำเส้นใยเงิน ทองมาใช้กัน แต่ในปัจจุบันใยโลหะที่ยังคงใช้กันจะทำจาก

อะลูมิเนียม ในการทำเส้นใยโลหะนั้นจะทำโดยนำโลหะมาตีแผ่ให้เป็นแผ่นบาง แล้วจึงตัด เป็นเส้นเล็กๆ ยาว แล้วจึงนำไปพันหุ้มเส้นแกนกลางซึ่งทำจากไหม ทองแดงหรือไนลอน เนื่องจากเงินทองเป็นโลหะที่มีราคาแพง จึงได้มีการทำใยเงินทองเลียนแบบของจริงทำ โดยการใช้แผ่น อะลูมิเนียมชุบพอลิเอสเตอร์หรือเซลลูโลสอะซิเตทบิวทีเรต หรือใช้ผงอะลูมิเนียมผสมโพลิเอสเตอร์ และสีตามที่ต้องการนำไปหลอมแล้วอัดเป็นแผ่นประกบกับแผ่นพอลิเอสเตอร์แล้วจึงนำแผ่นโลหะไปตัดเป็นเส้นยาวๆนำไปทำเส้นด้ายโดยหุ้มเส้นใยหรือเส้นด้ายแกนใน เส้นด้ายโลหะอะลูมิเนียมที่ผลิตโดยกรรมวิธีดังกล่าวไม่ค่อยแข็งแรง แต่ก็มีความทนทานพอที่จะนำไปใช้ในงานตกแต่งเสื้อผ้าหรือใช้ทอผ้าได้มีความมันวาวไม่ควรซักหรือตากแห้งในอุณหภูมิสูง [27] การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ใช้ทำ เสื้อผ้าที่ต้องการความงดงามเป็นพิเศษ เส้นใยโลหะ ที่มีการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน ได้แก่

2.4.1 เส้นใยเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel Fibers)

ใช้เป็นใยที่ทำให้เกิดความแข็งแรงทนต่อการขัดสี ฉีกขาด มักจะใช้ในปริมาณน้อย เช่นร้อยละ 5 ผสมกับไนลอน ขนสัตว์ หรือโพลิเอสเตอร์ ทำเป็นเส้นด้ายสำหรับทำขนพรม จะทำให้มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทานเป็นตัวนำความร้อน ลดการสะสมประจุไฟฟ้าสถิต

2.4.2 เส้นใยอลูมินา (Alumina Fibers)

เส้นใยอลูมินาทำจากอลูมิเนียมออกไซด์ใช้เป็นโครงในโลหะที่ใช้ทำเครื่องยนต์เจ๊ตรถยนต์ ยานอวกาศ เส้นใยอลูมินามีความแข็งแรง ทนต่ออุณหภูมิสูง 1000 องศาเซลเซียส

2.4.3 เส้นใยโบรอน และโบรอนไนไตรด์ (Boron and Boron Nitride Fibers)

เส้นใยโบรอนและโบรอนไนไตรด์ มีคุณสมบัติทนทานต่อความร้อนสูง มีสีขาวอ่อนนุ่ม แข็งแรง ใช้ประโยชน์โดยทำเป็นเสื้อผ้าชุดอวกาศป้องกันความร้อนสูงได้

2.4.4 เส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber)

เส้นใยคาร์บอนมีชื่อเรียกอีกอย่างว่าไฟเบอร์แกรไฟต์ หรือ แกรไฟต์คาร์บอน มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-10 ไมโครเมตร การผลิตเส้นใยคาร์บอน คุณสมบัติของเส้นใยคาร์บอน คือ มีความแข็งแรงสูง ต้านทานแรงดึงสูง น้ำหนักเบา ทนต่อสารเคมีสูง ทนต่ออุณหภูมิสูง และอัตราการขยายตัวต่อความร้อนต่ำ เส้นใยคาร์บอนจึงเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมมากในอุตสาหกรรมการบินและวิศวกรรมอวกาศ การทหาร มอเตอร์สปอร์ต และการแข่งขันกีฬา เป็นต้น [28]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lee et al. [29] ได้ทำวัสดุในการป้องกันการแทรกแซงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยพอลิไพโรล (Polypyrrole, PPy) กับโลหะผสม (AgPd) นำไปเคลือบบนเส้นใยพอลิเอทธิลีนเทอเรฟธาเลต (Polyethylene Terepthelate, PET) ที่ทอ และไม่ทอ แล้วนำไปวัดค่า SE ตามมาตรฐาน ASTM 4935-99 โดยใช้ความถี่ในช่วง 1 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 1.5 จิกะเฮิรตซ์ประสิทธิภาพของการกำบังคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของ พอลิไพโรล (PPy/Fabric) และ โลหะผสม (AgPd/fabric Complexes) จะมีค่าอยู่ในช่วง 8-80 เดซิเบล ขึ้นอยู่กับค่าสภาพการนำไฟฟ้า

Kim et al. [30] ได้นำพอลิไพโรล (Polypyrrole) ทำให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชั่นบนผ้าพอลิเอสเทอร์ และทำการวัดค่า ตามมาตรฐาน ASTM 4935-89 โดยใช้ความถี่ในช่วง 50 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 1.5 จิกะเฮิรตซ์ พบว่า ความถี่จากช่วง 50 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 1.5 จิกะเฮิรตซ์ ค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Shielding Effectiveness (SE) เพิ่มขึ้นจาก 13 เดซิเบล ไปเป็น 26 เดซิเบล ด้วยการลดลงของค่าความต้านทานไฟฟ้าจาก 2.85 ถึง 0.75 โอห์มเซนติเมตร ตามลำดับ และค่า (Shielding Effectiveness (SE) จะเพิ่มขึ้นถึง 36 เดซิเบล เมื่อมีความต้านทานไฟฟ้า ต่ำกว่า 0.75 โอห์มเซนติเมตร

Dhawan et al. [31, 32] ได้นำพอลิแอนนิลีน เคลือบบนผ้าใช้สำหรับทำวัสดุกำบัง โดยอาศัยการทำให้กระจายประจุไฟฟ้า ทำการวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Shielding Effectiveness (SE) ที่ความถี่ 101 จิกะเฮิรตซ์ ได้ทำการนำพอลิแอนนิลีน เคลือบบนผ้าซิลิกา พบว่าให้ค่า SE เท่ากับ 35.61 เดซิเบล ส่วนพอลิแอนนิลีนเคลือบบนผ้าพอลิเอสเทอร์ จะให้ค่า SE เท่ากับ 21.48 เดซิเบล การนำพอลิแอนนิลีนเคลือบบนผ้าทั้งสองชนิด เพื่อใช้กระจายประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ยังได้นำพอลิแอนนิลีนและพอลิไพโรลเคลือบบนผ้า และวัดค่า ในช่วงความถี่ 30 - 1000 เมกะเฮิรตซ์ จะให้ค่า SE ในช่วง 30 - 40 เดซิเบล และที่ความถี่ 101 จิกะเฮิรตซ์ จะให้ค่า SE เท่ากับ 35.61 เดซิเบล และการศึกษาการสะท้อนคลื่นไมโครเวฟของผ้าที่เคลือบด้วยพอลิแอนนิลีนและพอลิไพโรล ในช่วงความถี่ 8-12 จิกะเฮิรตซ์ จะให้ค่า SE ในช่วง 3-11 เดซิเบล เมื่อนำพอลิแอนนิลีนเคลือบบนผ้า จะดูดกลืนพลังงานได้ร้อยละ 98 และสะท้อนเพียงร้อยละ 2 เท่านั้น ส่วนกรณีของ พอลิไพโรลบนผ้า จะถูกดูดกลืนพลังงานได้ร้อยละ 96 และสะท้อนร้อยละ 4

Song et al. [33] ได้ทำการศึกษาสมบัติของเส้นใยโลหะที่เติมลงไปในเทอร์โมพลาสติกสำหรับป้องกันการแทรกแซงแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้พอลิโพรพิลีน ผสมกับเส้นใย (Stainless) ศึกษาสมบัติทางกล สภาพการนำไฟฟ้า และสมบัติการแทรกแซงแม่เหล็กไฟฟ้า สมบัติทางความแข็งแรงสามารถยอมรับได้และป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ SE 30 เดซิเบล

ณัฐดนย์ และคณะ [34] ได้ทำการศึกษาพัฒนาผ้าไหมที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งทำการเปรียบเทียบผ้าทอที่ทอจากผ้าไหมควบกับเส้นใยพิเศษ ชนิดและสัดส่วนของเส้นใยพิเศษ ได้แก่ เส้นด้ายเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) และเส้นด้ายพอลิอะไมด์เคลือบโลหะเงิน (Silver Coated Polyamide) รวมทั้งเส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber) โดยศึกษาโครงสร้างการทอ และสัดส่วนของเส้นใย จากการทดลอง พบว่าเส้นใยที่เหมาะสมสำหรับทำเป็นเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มคือเส้นใยไนลอนเคลือบเงิน

Hakansson et al. [35] ได้ทำการศึกษาอุบัติการณ์ในการเกิดมะเร็งในคนที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำในโรงงานอุตสาหกรรมจากการเชื่อมโลหะ โดยใช้วิธีการศึกษาจากเหตุไปหาผล (Cohort Study) จากพนักงานชาย 537,692 คนและพนักงานหญิง 180,524 คน พบว่าพนักงานชายที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าปริมาณมากๆ จะเพิ่มอุบัติการณ์ในการเกิดมะเร็งที่ไต (Tumor of Kidney) มะเร็งตับ (Liver Cancer) และมะเร็งต่อมใต้สมองพิทูอิทารี (Tumor of Pituitary Gland) ส่วนในพนักงานหญิงที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าปริมาณมากๆ จะเพิ่มอุบัติการณ์ในการเกิดโรคเนื้องอกในสมอง (Brain Tumor) มะเร็งมดลูก (Cancer of the Corpus Uteri) มะเร็งของพลาสมาเซลล์ (Multiple Myeloma)

Martin et al. [36] ได้ทำการศึกษาอัตราการเกิดโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukemia) และเนื้องอกในสมอง (Brain Tumor) จากคนงานการรถไฟของประเทศสวิสเซอร์แลนด์ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กความถี่ต่ำขณะทำงานโดยใช้วิธีศึกษากลุ่มคน (Cohort Study) ทำการศึกษาเฉพาะลูกจ้างชายเท่านั้น โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการตายจากโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวและโรคเนื้องอกในสมองของพนักงานขับรถไฟที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กความถี่ต่ำในปริมาณมาก (21 μT ต่อปี) ผลปรากฏว่าพนักงานขับรถไฟที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กในปริมาณมากมีอัตราการตายจากโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด (myeloid) โดยคิดเป็น HR เท่ากับ 4.74 และมีอัตราอุบัติการณ์ตายจากโรค (Hodgkin's Disease) เท่ากับ 3.29

Martin et al. [37] ได้ทำการศึกษาอัตราการตายจากโรคสมองเสื่อมในคนสวิสเซอร์แลนด์ที่ทำงานอยู่ที่การรถไฟโดยได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำ โดยใช้การศึกษาแบบ (Cohost Study) ทำการศึกษาลูกจ้างพนักงานชายของการรถไฟ โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการตายจากโรคสมองเสื่อมของพนักงานขับรถไฟที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กความถี่ต่ำในปริมาณสูง (21μT) เปรียบเทียบกับพนักงานประจำสถานีที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กความถี่ต่ำในระดับต่ำ (1 μT) ผลปรากฏว่าพนักงานรถไฟมีอันตรายในอัตรา (Hazard Ratio) เท่ากับ 1.96 เนื่องมาจากการตายจากโรคสมองเสื่อมในวัยชรา

(Senile Dementia) และ (Hazard Ratio) เท่ากับ 3.15 เนื่องจากการตายจากโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's Disease)

Martin et al. [38] ได้ทำการศึกษาอัตราการตายของโรคหัวใจและหลอดเลือดของพนักงานการทางรถไฟของประเทศสวิสเซอร์แลนด์อันเนื่องมาจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กความถี่ต่ำ จากลูกจ้างการทางรถไฟทั้งหมด 20,141 คน ด้วยวิธีการศึกษาแบบ (Cohort Study) โดยนำอัตราการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดของพนักงานขับรถไฟที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กในปริมาณสูง (120.5 μT-years) วิศวกรภาคสนามที่ได้รับคลื่นแม่เหล็ก (42.1 μT-years) และพนักงานดูแลรถไฟที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กในระดับต่ำ (13.3 μT-years) มาเปรียบเทียบกับเจ้าหน้าที่ประจำสถานีซึ่งเป็นระดับอ้างอิง (5.7 μT-years) ผลพบว่า อัตราการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดไม่มีผลสัมพันธ์กับการได้รับคลื่นแม่เหล็กความถี่ต่ำเป็นระยะเวลานาน

Draper et al. [39] ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของที่อยู่อาศัยห่างจากเสาไฟฟ้าแรงสูงกับการเกิดโรคมะเร็งในเด็กของประเทศอังกฤษและเวลล์โดยใช้วิธี (Case Control Study) ระหว่างปี ค.ศ. 1962-1995 ในเด็กอายุระหว่าง 0-14 ปี พบว่าเด็กที่อาศัยอยู่ในระยะ 200 เมตร จะมีอัตราอุบัติการณ์โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวคิดเป็น (Respiratory Rate) 1.69 และในระยะ 200-600 เมตร จะมี (Respiratory Rate) เท่ากับ 1.23 โดยเด็ก ร้อยละ 4 ของเด็กที่อยู่ในประเทศอังกฤษและเวลล์และอยู่ห่างจากสายไฟในระยะ 600 เมตร จะมีเด็ก ร้อยละ 1 ที่จะป่วยเป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว

Fighting et al. [40] ได้ทำการทดสอบสมมติฐานการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีผลต่อการเพิ่มอัตราอุบัติการณ์การเกิดโรคมะเร็งในเด็ก ซึ่งได้ใช้ข้อมูลพื้นฐานจาก การศึกษาโดยวิธีการควบคุมกรณีศึกษา (Case Control Study) ร่วมกัน งานวิจัยของชาวสวีเดนนั้นศึกษาเด็กที่อาศัยอยู่ในระยะ 100 เมตร ห่างจากเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงส่วนงานวิจัยของชาวเดนมาร์ก ทำการศึกษาประชากรเด็กประเทศเดนมาร์กทั้งหมด ซึ่งสองงานวิจัยนี้ในกลุ่มผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งต่อมน้ำเหลือง และมะเร็งที่ระบบประสาทส่วนกลาง ใช้ข้อมูลจากทะเบียนมะเร็งแห่งชาติ ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นเลือกสุ่มมาจากประชากรที่ทำการคำนวณก่อนเวลาที่จะทำการวินิจฉัยโรค ผลพบว่าจากการคำนวณกรณีที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามากกว่า 0.2 μT โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวในเด็กมีค่าอัตราการหายใจ (Respiratory Rate) ประมาณ 2 และสำหรับกรณีที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามากกว่า 0.5 μT มีค่า อัตราการหายใจ (Respiratory Rate) ประมาณ 5.1 ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับสมมติฐานที่คิดว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีผลความสัมพันธ์ต่ออัตราการเกิดโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวในเด็กเป็นอย่างมาก

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่องการศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส รูปแบบการถักและ เทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสมบัติการใช้งานผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุ

3.1.1 เส้นด้ายใยกัญชง (Hemp Yarn)

เส้นด้ายใยกัญชง จากโครงการหลวงในจังหวัดเชียงใหม่ ขนาดเบอร์เส้นด้าย 3.3 Cotton Count (Ne) มีจำนวนเกลียว 7 เกลียวต่อนิ้ว (s/n) ความต้านทานต่อแรงดึงขาด 16.27 นิวตัน การยืดตัวก่อนขาดร้อยละ 11 ดังแสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 เส้นด้ายใยกัญชง (Hemp Yarn)

3.1.2 เส้นด้ายสเตนเลส (Stainless Steel Yarn)

เส้นด้ายสเตนเลส โดยการเคลือบด้วยโลหะสเตนเลส ขนาด 50 ไมโครเมตร (μm) บริษัท HongzhouHeyu Textile Co.,Ltd. ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 เส้นด้ายสเตนเลส (Stainless Steel Yarn)

3.1.3 ควบเส้นด้ายกัญชงกับเส้นด้ายสเตนเลส

การควบเส้นด้ายใยกัญชงกับเส้นด้ายสเตนเลส ใช้วิธีการถักควบคู่แทนวิธีการตีเกลียวเส้นด้าย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการถักผ้า

3.2.1.1 เข็มถักโครเชต์ ขนาด 2.50 ยี่ห้อทิวลิป

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

3.2.2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Metter Moledo PG 503-S)

3.2.2.2 เครื่องทดสอบความหนาของผ้า (Thickness Gauge) ยี่ห้อ Teclock รุ่นSM-112

3.2.2.3 เครื่องทดสอบจำนวนห่วงในผ้าถัก (Pick Glass) ยี่ห้อ SE รุ่น MT-MA1103L

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

3.2.3.1 Spectrum Analyzer ของบริษัท Rodhe & Schwarz รุ่น FSL3

3.2.3.2 Horn Antenna ของบริษัท EMCO รุ่น 3115

3.2.3.3 Pre-Amplifier ของ Hewlett Packard รุ่น 8449B OPT H02

3.2.3.4 คอมพิวเตอร์

3.2.3.5 สายสัญญาณ

3.2.3.6 ตัวเชื่อมสัญญาณ

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาสมบัติการใช้งานของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

3.2.4.1 เครื่องทดสอบความคงทนต่อการขัดถู (Martindale Abrasion Resistance) ยี่ห้อ LIYI รุ่น LY-5011

3.2.4.2 เครื่องซักผ้า (Washing Machine) ยี่ห้อ Electrolux รุ่น EWT959 และเครื่องอบผ้า (Clothes Dryers) ยี่ห้อ Electrolux รุ่น Condensing Dryer

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การศึกษาอัตราส่วนการควบ รูปแบบและเทคนิคการถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสแตนเลส

ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 3 ปัจจัย คือ 1) อัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงต่อเส้นด้ายสเตนเลส โดยแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ 1:1 และ 1:2 2) รูปแบบการถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส โดยแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 ถักยาวตลอดทั้งผืนผ้า รูปแบบที่ 2 ถัก 2 แถวตามด้วยการถักเส้นด้ายใยกัญชง 2 แถว ตลอดทั้งผืนผ้า และ3) เทคนิคการถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสโดยแบ่งเป็น 4 เทคนิค คือ เทคนิคควักธรรมดา เทคนิคพัน 1 ครั้งควักธรรมดา เทคนิคพัน 2 ครั้งควักธรรมดา เทคนิคพัน 3 ครั้งควักธรรมดา ทำการวางแผนการทดลองแบบ (Factorial in Complete Randomized Design) การทดลองได้ 16 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.1 หลังจากนั้นดำเนินการถักผ้าโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสชิ้นงานตัวอย่าง แล้วนำผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ทั้ง 16 ผืนผ้าไปทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 3.6 แล้วคัดเลือก (Treatment) ที่มีค่าการป้องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในเกณฑ์มาตราฐานการจำแนกระดับของการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวัสดุสิ่งทอ กลุ่มที่ 2 (Class II) สำหรับเสื้อผ้าที่ใช้สวมใส่ทั่วไป ซึ่งระดับในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีตั้งแต่ SE > 30 dB ถึง SE > 5 dB แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ (Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) เลือกตัวอย่างชิ้นงานที่ดีไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

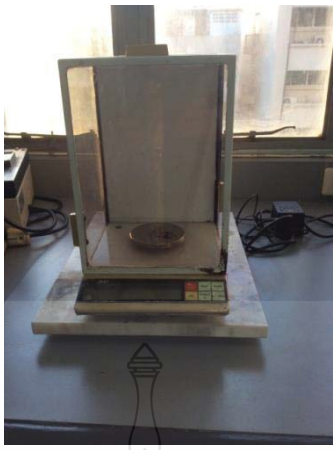
ตารางที่ 3.1 ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

ชิ้นที่	รหัสผ้า	จำนวนอัตราส่วน (Ratio)	รูปแบบการถัก (Pattern)	เทคนิคการถัก (Technique)
1	R1P1T1	อัตราส่วน 1:1	รูปแบบที่ 1	เทคนิคควักธรรมดา
2	R1P1T2	อัตราส่วน 1:1	รูปแบบที่ 1	เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก
3	R1P1T3	อัตราส่วน 1:1	รูปแบบที่ 1	เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก
4	R1P1T4	อัตราส่วน 1:1	รูปแบบที่ 1	เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก
5	R1P2T1	อัตราส่วน 1:1	รูปแบบที่ 2	เทคนิคควักธรรมดา
6	R1P2T2	อัตราส่วน 1:1	รูปแบบที่ 2	เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก
7	R1P2T3	อัตราส่วน 1:1	รูปแบบที่ 2	เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก
8	R1P2T4	อัตราส่วน 1:1	รูปแบบที่ 2	เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก
9	R2P1T1	อัตราส่วน 1:2	รูปแบบที่ 1	เทคนิคควักธรรมดา
10	R2P1T2	อัตราส่วน 1:2	รูปแบบที่ 1	เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก
11	R2P1T3	อัตราส่วน 1:2	รูปแบบที่ 1	เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก
12	R2P1T4	อัตราส่วน 1:2	รูปแบบที่ 1	เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก
13	R2P2T1	อัตราส่วน 1:2	รูปแบบที่ 2	เทคนิคควักธรรมดา
14	R2P2T2	อัตราส่วน 1:2	รูปแบบที่ 2	เทคนิคพัน 1 ครั้งควัก
15	R2P2T3	อัตราส่วน 1:2	รูปแบบที่ 2	เทคนิคพัน 2 ครั้งควัก
16	R2P2T4	อัตราส่วน 1:2	รูปแบบที่ 2	เทคนิคพัน 3 ครั้งควัก

3.3.2 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

3.3.2.1 การทดสอบหาน้ำหนักของผ้า

การทดสอบหาน้ำหนักของผ้า ใช้มาตรฐาน ISO 3018:1977 โดยนำผืนผ้าถักขนาดหน้ากว้างประมาณ 8 นิ้วยาว 12 นิ้ว นำผืนผ้าไปทดสอบหาน้ำหนักผ้าด้วย เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ทดสอบจำนวน 10 ครั้ง จดบันทึกค่าน้ำหนักชิ้นทดสอบและหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.3.2.2 การทดสอบความหนาของผ้า

การทดสอบความหนาของผ้า ใช้มาตรฐาน ISO 5084:1996 โดยใช้เครื่องทดสอบวัดความหนา (Thickness Gauge) ดังแสดงในรูปที่ 3.4 วัดความหนาของผ้าถักทีละผืน ผืนละ 10 ครั้ง ทั้งหมด 16 ผืน จดบันทึกค่าความหนา (มิลลิเมตร) และหาค่าเฉลี่ย

รูปที่ 3.4 เครื่องวัดความหนา (Thickness Gauge)

3.3.2.3 การทดสอบหาจำนวนห่วงในผ้าถัก

การทดสอบหาจำนวนห่วงในผ้าถัก ใช้มาตรฐาน ISO 7211-2:1984 โดยใช้เครื่องทดสอบจำนวนห่วงผ้า (Pick Glass) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 นับจำนวนห่วงบนผืนผ้าทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง จดบันทึกจำนวนห่วงที่พบบนผืนผ้าถักทั้ง 16 ผืนผ้า

รูปที่ 3.5 เครื่องทดสอบจำนวนห่วงผ้า (Pick Glass)

3.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

การดำเนินการทดสอบวัดประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสจำนวนทั้งหมด 16 ผืนผ้า ด้วยเครื่อง Network Analyzer จดบันทึกค่าที่ได้ นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทั้ง 16 ผืนผ้า ดังแสดงในรูปที่ 3.6

(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 3.6 การทดสอบวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ก) การวางชิ้นงานทดสอบ (ข) เครื่อง Network Analyzer และ (ค) การจัดวางตัวส่ง/รับสัญญาณ

3.3.4 การศึกษาสมบัติการใช้งานของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

3.3.4.1 การทดสอบความคงทนต่อการขัดถู

การทดสอบความคงทนต่อการขัดถู ใช้มาตรฐาน ISO 12947-2:1998 การเปลี่ยนแปลงโดยนำผืนผ้าถักทดสอบความคงทนต่อการขัดถู จำนวน 5000 รอบต่อครั้งทดสอบทั้งสภาวะแห้งและสภาวะเปียก จากนั้นประเมินค่าการขัดถูของผ้า โดยใช้เครื่องทดสอบการขัดถู (Martindale Abrasion Resistance) ดังแสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 เครื่องทดสอบการขัดถู (Martindale Abrasion Resistance)

3.3.4.2 การทดสอบการยืดตัว การหดตัวของผ้า

การทดสอบการยืดตัว การหดตัวของผ้า ใช้มาตราฐาน AATCC 135 - 2001 โดยนำชิ้นงานทั้ง 16 ชิ้น ไปทำการซัก 1 ครั้ง 5 ครั้ง 10 ครั้ง และ 20 ครั้ง ใช้เครื่องซักผ้า (Washing Machine) ยี่ห้อ Electrolux รุ่น EWT959 แล้วทำให้แห้งด้วยวิธีการอบ โดยใช้เครื่องเครื่องอบผ้า (Clothes Dryers) ยี่ห้อ Electrolux รุ่น Condensing Dryer ดังแสดงในรูปที่ 3.8 จดบันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

(ก) (ข)

รูปที่ 3.8 เครื่องทดสอบการยืดตัว การหดตัวของผ้า (ก) เครื่องซักผ้า (ข) เครื่องอบผ้า

3.3.5 การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

3.3.5.1 นำผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าดีที่สุด มาถักเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต้นแบบ ในครั้งนี้คัดเลือกผลิตภัณฑ์เป็นซองโทรศัพท์ จำนวน 4 รูปแบบ เนื่องจากในปัจจุบันผู้บริโภคใช้เครื่องมือสื่อสารกันอย่างแพร่หลาย และตามกระแสนิยม กลุ่มตัวอย่างบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน จากห้างสรรพสินค้า ถนนสามเสน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต ในกรุงเทพมหานคร ทดลองเลือกใช้โดย 1 คน จะต้องทดลองใช้งานทั้ง 4 รูปแบบ

3.3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ซึ่งแบบสอบถามมีระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

1) ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ อายุ ตำแหน่ง ระดับการศึกษา รายได้

2) ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ดังนี้

(1) ด้านโครงสร้างและรูปแบบของผลิตภัณฑ์

(2) ด้านวัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์

(3) ด้านความสวยงาม

(4) ด้านการใช้สี

(5) ด้านประโยชน์ใช้สอย

(6) ด้านการดูแลและบำรุงรักษา

3) ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

3.3.5.3 การแปลความหมาย

ค่าเฉลี่ยของคะแนน		ความหมาย
ระดับ 5 คะแนนตั้งแต่ 4.21-5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4 คะแนนตั้งแต่ 3.41-4.20	หมายถึง	พึงพอใจมาก
ระดับ 3 คะแนนตั้งแต่ 2.61-3.40	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2 คะแนนตั้งแต่ 1.81-2.60	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
ระดับ 1 คะแนนตั้งแต่ 1.00-1.80	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นด้าย มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ใช้การทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 4935-2005 (Standard Test Method for Measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Planar Materials) และมาตรฐาน MIL-STD-285 (Attenuation Measurements for Enclosures, Electromagnetic Shielding, for Electronic Test Purposes)

การทดสอบสมบัติการใช้งานของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส เช่น น้ำหนักของผ้า ความหนาของผ้าถัก จำนวนห่วงในผืนผ้าถัก ความคงทนต่อการขัดถู การยืดตัว การหดตัวของผ้า สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (Standard Deviation) วางแผนการทดลองแบบ (Factorial Experiments in Complete Randomized Design) จากปัจจัยดังนี้คือ 1) อัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงต่อเส้นด้ายสเตนเลส 2) รูปแบบการถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส 3) เทคนิคการถักเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส และรวมสิ่งทดลองได้ 16 สิ่งทดลอง สถิติที่ใช้คือวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p<0.05$) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แล้วนำไปถักเป็นผลิตภัณฑ์ โดยการเลือกจากสิ่งทดลองที่มีค่าการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงที่สุด และผลความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเส้นเสริมด้ายสเตนเลส การวิเคราะห์ค่า คือ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.5 สถานที่ใช้ในการทดลอง

สถานที่ในการทดลองครั้งนี้คือห้องปฏิบัติการทดสอบคลื่นความถี่ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และห้องปฏิบัติการทดสอบสิ่งทอ สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

การวิจัย เรื่องการศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส รูปแบบการถักและ เทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสมบัติการใช้งานผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มีผลการทดลองและวิจารณ์ดังต่อไปนี้

4.1 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

จากการทดลองนำผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มาทดสอบสมบัติทางกายภาพของผืนผ้า โดยการทดสอบ น้ำหนักของผ้า ความหนาของผ้า และจำนวนห่วงในผ้าถัก และหาค่าเฉลี่ยของผืนผ้า ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางกายภาพผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

ลำดับ	รหัสผืนผ้า	น้ำหนัก (g/m^2)	ความหนา(mm.)	จำนวน ห่วงแนวยาว/นิ้ว	จำนวน ห่วงแนวกว้าง /นิ้ว
1	R1P1T1	724.09	23	9	8
2	R1P1T2	666.55	16	9	8
3	R1P1T3	691.83	15	9	8
4	R1P1T4	626.02	14	10	9
5	R1P2T1	748.01	20	9	8
6	R1P2T2	596.66	19	9	8

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางกายภาพผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส(ต่อ)

ลำดับ	รหัสผืนผ้า	น้ำหนัก (g/m^2)	ความหนา(mm.)	จำนวน ห่วงแนวยาว/นิ้ว	จำนวน ห่วงแนวกว้าง/นิ้ว
7	R1P2T3	583.03	18	9	8
8	R1P2T4	578.91	17	10	9
9	R2P1T1	831.57	25	9	8
10	R2P1T2	664.37	22	9	8
11	R2P1T3	660.71	21	9	8
12	R2P1T4	589.58	20	10	9
13	R2P2T1	786.68	21	9	8
14	R2P2T2	635.19	17	9	8
15	R2P2T3	615.78	13	9	8
16	R2P2T4	572.03	11	10	9

จากตารางที่ 4.1 พบว่าน้ำหนักของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส R2P1T1 มีน้ำหนักมากที่สุดคือมีค่าเฉลี่ย 831.57 กรัม/ตารางเมตร ผ้าถักที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดคือ R2P2T4 มีค่าเฉลี่ย 572.03 กรัม/ตารางเมตร น้ำหนักของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่ไม่เท่ากัน มีผลมาจากปริมาณการควบเส้นด้าย รูปแบบการถักและเทคนิคการถักโครเชต์ที่ต่างกันส่งผลถึงน้ำหนักผืนผ้า

ความหนาในผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส R2P1T1 มีความหนามากที่สุดคือมีค่าเฉลี่ย 25 มิลลิเมตร ผ้าถักที่มีความหนาน้อยที่สุดคือ R2P2T4 มีค่าเฉลี่ย 11 มิลลิเมตร จากผลการศึกษาพบว่า ความหนาของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่แตกต่างกัน อันส่งผลมาจากรูปแบบการถักและเทคนิคการถักโครเชต์ ส่งผลให้เกิดช่องว่างบนผืนผ้าแตกต่างกัน

จำนวนห่วงในผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีจำนวนห่วงในแนวยืนมากที่สุดเท่ากัน คือมีค่าเฉลี่ย 10 ห่วง/นิ้ว จำนวนห่วงในแนวนอน มีค่าเฉลี่ย 9 ห่วง/นิ้ว ได้แก่ R1P1T4, R1P2T4, R2P1T4 และ R2P2T4 มีผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ผืนที่เหลือทั้งหมด มีจำนวนห่วงในแนวยืน มีค่าเฉลี่ย 9 ห่วง/นิ้ว และจำนวนห่วงในแนวนอน มีค่าเฉลี่ย 8 ห่วง/นิ้ว เท่ากันทุกผืน จำนวนห่วงบนผืนผ้าที่เพิ่มขึ้นเกิดจากเทคนิคในการถัก

โครเชต์ คือวิธีการพันหัวเข็มในการถักโครเชต์ ที่มากหรือแตกต่างกัน ส่งผลทำให้เกิดจำนวนห่วงบนผืนผ้าที่แตกต่างกัน

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

จากการทดลองนำผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มาทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทำการศึกษา อัตราส่วนการควบเส้นด้ายคือ 1 : 1 และ 1 : 2 รูปแบบการถัก 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 เทคนิคการถักโครเชต์ จำนวน 4 เทคนิค นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ (Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ได้ผลดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ลำดับ	รหัสผืนผ้า	ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (dB)				
		800 MHz	900 MHz	1,800 MHz	2,100 MHz	2,300 MHz
1	R1P1T1	22.91±0.01	21.41±0.02	2.51±0.02	2.67±0.01	2.71±0.01
2	R1P1T2	3.22±0.02	3.02±0.02	1.33±0.03	1.21±0.02	0.11±0.02
3	R1P1T3	2.22±0.02	1.61±0.01	1.31±0.02	1.51±0.02	0.12±0.02
4	R1P1T4	0.91±0.01	0.71±0.02	1.81±0.01	0.72±0.02	0.33±0.03
5	R1P2T1	11.01±0.02	8.72±0.02	2.61±0.01	1.61±0.02	1.31±0.02
6	R1P2T2	1.82±0.02	1.21±0.02	0.32±0.02	0.73±0.03	0.32±0.02
7	R1P2T3	0.81±0.02	0.52±0.02	0.51±0.01	0.61±0.02	0.51±0.02
8	R1P2T4	0.51±0.01	0.42±0.02	0.42±0.02	0.22±0.02	0.12±0.02
9	R2P1T1	31.81±0.02	24.22±0.02	10.92±0.02	7.82±0.03	5.12±0.02
10	R2P1T2	4.33±0.03	3.62±0.02	2.21±0.01	1.52±0.02	0.61±0.02
11	R2P1T3	2.42±0.02	1.41±0.02	0.62±0.02	0.73±0.03	0.51±0.02
12	R2P1T4	1.42±0.02	1.32±0.02	1.41±0.02	1.82±0.02	2.02±0.02
13	R2P2T1	16.92±0.03	15.01±0.02	2.11±0.01	2.12±0.02	1.52±0.02
14	R2P2T2	1.81±0.02	1.32±0.02	0.22±0.02	0.61±0.02	0.52±0.02
15	R2P2T3	1.21±0.01	0.83±0.03	1.12±0.02	1.22±0.02	0.11±0.01
16	R2P2T4	0.92±0.02	0.62±0.03	1.32±0.02	0.72±0.03	0.81±0.02

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส R2P1T1 มีค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงที่สุด ตั้งแต่คลื่นความถี่ 800-2,300 MHz ส่วนผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า น้อยที่สุดคือ R1P2T4 ตั้งแต่คลื่นความถี่ 800-2,300 MHz ความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดความแตกต่างจากอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส โดยทั่วไปผ้าถักโครเชต์ไม่มีประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วัสดุที่จะสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้คือเส้นด้ายสเตนเลสจากตารางจะเห็นได้ว่า อัตราส่วน 1:2 สามารถป้องกันได้ดีกว่าอัตราส่วน 1:1 ส่วนรูปแบบที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี คือ ถักยาวตลอดทั้งผืนผ้า เพราะทำให้ผืนผ้าถักโครเชต์ มีเส้นใยตลอดทั้งผืนผ้าไม่มีการขาดของเส้นใยสเตนเลส ส่งผลให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผ่านรังสีไปได้ทั้งหมด และเทคนิคที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี คือ เทคนิคควักธรรมดา เพราะเทคนิคควักธรรมดานั้น ทำให้เกิดช่องว่างบนผืนผ้าน้อยที่สุด สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีกว่าเทคนิคอื่นๆ

จากนั้นนำผ้าถักโครเชต์ที่มีประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในเกณฑ์มาตราฐานการจำแนกระดับของการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวัสดุสิ่งทอ กลุ่มที่ 2 (Class II) สำหรับเสื้อผ้าที่ใช้สวมใส่ทั่วไป ซึ่งระดับในการป้องกันจะมีตั้งแต่ 30 dB ≥ SE > 5 dB จำนวน 4 ผืนผ้า คือ R1P1T1, R1P2T1, R2P1T1, R2P2T1 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ (Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ถึงเกณฑ์สำหรับวัสดุสิ่งทอ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ลำดับ	รหัสผืนผ้า	ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (dB)				
		800 MHz	900 MHz	1800 MHz	2100 MHz	2300 MHz
1	R1P1T1	22.91±0.01 ^{b}	21.41±0.02 ^{b}	2.51±0.02 ^{c}	2.67±0.01 ^{b}	2.71±0.01 ^{b}
2	R1P2T1	11.01±0.02 ^{d}	8.72±0.02 ^{d}	2.61±0.01 ^{b}	1.61±0.02 ^{d}	1.31±0.02 ^{d}
3	R2P1T1	31.81±0.02 ^{a}	24.22±0.02 ^{a}	10.92±0.02 ^{a}	7.82±0.03 ^{a}	5.12±0.02 ^{a}
4	R2P2T1	16.92±0.03 ^{c}	15.01±0.02 ^{c}	2.11±0.01 ^{d}	2.12±0.02 ^{c}	1.52±0.02 ^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส R2P1T1 ที่มีอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชง 1 เส้น กับเส้นด้ายสเตนเลส 2 เส้น รูปแบบถักยาวตลอดทั้งผืนผ้า เทคนิคการถักควักธรรมดา จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีที่สุด สามารถป้องกันได้ตั้งแต่คลื่นความที่ 800 – 2,300 MHz เมื่อมีการเพิ่มช่วงคลื่นความถี่ที่มากขึ้น ประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะลดลงตามลำดับ แต่ก็ยังสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ในระดับพอใช้ คือ 7 dB $\geq$ SE > 5 dB

ผืนที่สอง R1P1T1 ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชง 1 เส้น กับเส้นด้ายสเตนเลส 1 เส้น รูปแบบถักยาวตลอดทั้งผืนผ้า เทคนิคการถักควักธรรมดา สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ตั้งแต่คลื่นความที่ 800 – 900 MHz เมื่อมีการเพิ่มช่วงคลื่นความถี่ที่มากขึ้น ประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะลดลงตามลำดับจนไม่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้เลย

ผืนที่สาม R2P2T1 ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชง 1 เส้น กับเส้นด้ายสเตนเลส 2 เส้น รูปแบบถัก 2 แถวตามด้วยการถักเส้นด้ายใยกัญชง 2 แถว ตลอดทั้งผืนผ้า เทคนิคการถักควักธรรมดา สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ตั้งแต่คลื่นความที่ 800 – 900 MHz เมื่อมีการเพิ่มช่วงคลื่นความถี่ที่มากขึ้น ประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะลดลงตามลำดับ จนไม่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้เลย

ผืนที่สี่ R1P2T1ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชง 1 เส้น กับเส้นด้ายสเตนเลส 1 เส้น รูปแบบถัก 2 แถวตามด้วยการถักเส้นด้ายใยกัญชง 2 แถว ตลอดทั้งผืนผ้า เทคนิคการถักควักธรรมดา สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ตั้งแต่คลื่นความที่ 800 – 900 MHz เมื่อมีการเพิ่มช่วงคลื่นความถี่ที่มากขึ้น ประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะลดลงตามลำดับ จนไม่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้เลย

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พบว่า ระดับอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงต่อเส้นด้ายสเตนเลส อัตราส่วน 1:1 และ 1:2 รูปแบบของผืนผ้า รูปแบบที่ 1 ถักยาวตลอดทั้งผืนผ้า รูปแบบที่ 2 ถัก 2 แถวตามด้วยการถักเส้นด้ายใยกัญชง 2 แถวตลอดทั้งผืนผ้า และเทคนิคการถักโครเชต์ ทั้ง 4 เทคนิค คือ เทคนิคควักธรรมดา เทคนิคพัน 1 ครั้งควักธรรมดา เทคนิคพัน 2 ครั้งควักธรรมดา และเทคนิคพัน 3 ครั้งควักธรรมดา มีผลต่อค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p<0.05$) ขณะที่มีการเพิ่มการเปลี่ยนแปลงความถี่ MHz ที่สูงมาก

ขึ้นในระดับที่ต่างกัน พบว่าระดับคลื่นความถี่ที่ต่างกัน มีผลต่อค่าค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p<0.05$)

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ณัฐดนย์ และคณะ [34] ได้ทำการศึกษาพัฒนา ผ้าไหมที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม ได้ใช้เส้นใยโลหะในสอดแทรกลงไปในผืนผ้าเพื่อป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และยังพบว่าปริมาณอัตราของเส้นใยโลหะมีผลต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เส้นด้ายสเตนเลสนั้นมีความยืดหยุ่นสามารถบิดโค้งตัวและไม่ขาดง่าย และผลการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในงานวิจัยมีค่าเฉลี่ยสูงถึง 31.81 dB ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Song et al. [33] ได้ทำการศึกษาสมบัติของเส้นใยโลหะที่เติมลงไปในเทอร์โมพลาสติกสำหรับป้องกันการแทรกแซงแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้พอลิโพรพิลีน ผสมกับเส้นใยสเตนเลส (Stainless) ศึกษาสมบัติทางกล สภาพการนำไฟฟ้า และสมบัติการแทรกแซงแม่เหล็กไฟฟ้า สมบัติทางความแข็งแรง สามารถยอมรับได้และป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ SE 30 เดซิเบล

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสสามารถป้องกันประสิทธิภาพของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อยู่ในระดับดีถึงดีมากที่สุด แต่เมื่อคลื่นความถี่สูงมากขึ้น ประสิทธิภาพในการป้องกันจะลดลงเรื่อยๆตามลำดับ ดังนั้นยิ่งคลื่นความถี่สูงมากขึ้นควรเพิ่มปริมาณของเส้นด้ายสเตนเลส ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kim และคณะ [30] ได้นำพอลิไพโรล (Polypyrrole) ทำให้เกิด ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชั่นบนผ้าพอลิเอสเทอร์ และการวัดค่า ตามมาตรฐาน ASTM D 4935-89 โดยใช้ความถี่ในช่วง 50 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 1.5 จิกะเฮิรตซ์ พบว่า ความถี่จากช่วง 50 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 1.5 จิกะเฮิรตซ์ ค่า SE เพิ่มขึ้นจาก 13 เดซิเบล ไปเป็น 26 เดซิเบล ด้วยการลดลงของค่าความต้านทานไฟฟ้าจาก 2.85 ถึง 0.75 โอห์มเซนติเมตร ตามลำดับ และค่า SE จะเพิ่มขึ้นถึง 36 เดซิเบล เมื่อมีความต้านทานไฟฟ้า ต่ำกว่า 0.75 โอห์มเซนติเมตร

และยังพบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส สามารถป้องกันประสิทธิภาพของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อยู่ในระดับดีถึงดีมากที่สุด ซึ่งจะส่งผลต่อในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือได้เป็นอย่างดี ซึ่งคลื่นความถี่ของสัญญาณในเครือข่ายโทรศัพท์มือถือในเมืองไทยได้แก่ คลื่นความถี่ 850 MHz ถึง 2,300 MHz ทั้งเครือข่าย AIS DTAC TRUE JAS CAT TOT จากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ทั้งก่อนใช้งานและหลังใช้งานสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ แต่ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลังการใช้งานที่ลดลง เกิดจากการที่ก่อนนำเส้นด้ายใยกัญชงกับเส้นด้าย สเตนเลสไปถักเป็นผืนผ้าไม่ได้นำเส้นด้ายใยกัญชงกับเส้นด้าย

สเตนเลสไปตีเกลียวเส้นด้ายเข้าด้วยกัน เมื่อนำไปทดสอบการยืดหดตัวของผ้า แล้วนำไปวัดค่าการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเส้นด้ายที่อยู่ในแนวราบ มีการบิดโค้งตัวผิดรูปร่าง ทำให้ค่าการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผ้าถักโครเชต์เส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มีค่าลดลงตามลำดับ และสามารถป้องกันความผิดปกติที่จะเกิดขึ้นในร่างกายจากการใช้โทรศัพท์ได้เป็นอย่างดี หากได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในระดับที่มาก เป็นสาเหตุก่อให้เกิด โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukemia) โรคมะเร็งต่อมน้ำเหลือง (Lymphoma) และ โรคมะเร็งระบบประสาท (Nervous System cancer) ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Martin et al. [36] ได้ทำการศึกษาอัตราอุบัติการณ์การเกิดโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukemia) และเนื้องอกในสมอง (Brain Tumor) จากคนงานการรถไฟของประเทศสวิสเซอร์แลนด์ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กความถี่ต่ำขณะทำงาน โดยใช้วิธี (Cohort Study) ทำการศึกษาเฉพาะลูกจ้างชายเท่านั้น โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการตายจากโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว และโรคเนื้องอกในสมองของพนักงานขับรถไฟที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กความถี่ต่ำในปริมาณมาก (21 μT ต่อปี) ผลปรากฏว่าพนักงานขับรถไฟที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กในปริมาณมากมีอัตราอุบัติการณ์ตายจากโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิด Myeloid โดยคิดเป็น HR เท่ากับ 4.74 และมีอัตราอุบัติการณ์ตายจากโรค (Hodgkin's disease) เท่ากับ 3.29

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย คือ ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงที่มีอัตราส่วนการควบเส้นด้าย รูปแบบและเทคนิคการถักโครเชต์ต่างกัน มีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แตกต่างกัน

4.3 ผลการทดสอบสมบัติการใช้งานของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

จากการทดลองนำผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มาทดสอบสมบัติทางการใช้งานของผืนผ้า โดยการทดสอบความคงทนต่อการขัดถู การทดสอบการยืดตัว-การหดตัว ของผ้า เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผืนผ้า

4.3.1 ผลการทดสอบความคงทนต่อการขัดถู

จากการทดลองนำผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส โดยการทดสอบความคงทนต่อการขัดถู จำนวน 5,000 รอบต่อครั้ง จนครบจำนวน 20,000 รอบต่อครั้ง ทดสอบทั้งสภาวะแห้งและสภาวะเปียก โดยใช้เครื่องทดสอบการขัดถู ประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของผ้า ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทดสอบความคงทนต่อการขัดถู

จำนวนรอบการขัดถู	ลักษณะที่ปรากฏบนผืนผ้า	ผลที่ได้
ผ้าเดิม		ไม่ปรากฏเส้นด้ายขาดบนผืนผ้า
5,000 รอบ		ไม่ปรากฏเส้นด้ายขาดบนผืนผ้า
10,000 รอบ		ไม่ปรากฏเส้นด้ายขาดบนผืนผ้า
15,000 รอบ		ไม่ปรากฏเส้นด้ายขาดบนผืนผ้า
20,000 รอบ		ไม่ปรากฏเส้นด้ายขาดบนผืนผ้า

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่ผ่านการขัดถู 20,000 รอบ มีความคงทนต่อการขัดถูสูงมาก เส้นด้ายยังไม่ขาดบนผืนผ้า ทั้งนี้เนื่องจากผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสเป็นผ้าถักแนวกว้าง จะมีความทนทานสูงและยืดหยุ่นตัวสูง เหมาะสมสำหรับนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้การสัมผัสบ่อยครั้ง

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสสามารถป้องกันประสิทธิภาพของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี ซึ่งประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีผลมาจากอัตราส่วนของเส้นด้ายสเตนเลส บนผืนผ้าผ้าถักโครเชต์ที่มีปริมาณเส้นด้ายสเตนเลส 2 เส้นจะป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีกว่าปริมาณเส้นด้ายสเตนเลส 1 เส้น และเทคนิคการถักโครเชต์ เทคนิคถักธรรมดา จะให้ค่าการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเทคนิคอื่น เพราะการเกิดช่องว่างบนผืนผ้าน้อยกว่าเทคนิคอื่น และเส้นด้ายสเตนเลสที่ใช้สามารถยืดหยุ่นตามลักษณะ

ของโครงสร้างการถักได้ดี ไม่มีการปรากฏรอยขาดของเส้นด้ายสเตนเลสบนผืนผ้าในรอบที่ 20,000 รอบ แม้จะนำไปทดสอบประสิทธิภาพหลังการใช้งานแต่ก็ยังสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีเหมือนเดิม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ณัฐดนย์ และคณะ [34] ได้ทำการศึกษาพัฒนา ผ้าไหมที่สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งทำการเปรียบเทียบผ้าทอที่ทอจากผ้าไหมควบกับเส้นใยพิเศษ ชนิดและสัดส่วนของเส้นใยพิเศษ ได้แก่ เส้นด้ายเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) และเส้นด้ายพอลิอะไมด์เคลือบโลหะเงิน (Silver Coated Polyamide) รวมทั้ง เส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber) โดยศึกษาโครงสร้างการทอ และสัดส่วนของเส้นใย จากการทดลอง พบว่า เส้นใยที่เหมาะสำหรับทำเป็นเครื่องนุ่งห่มคือเส้นใยไนลอนเคลือบเงิน

4.3.2 ผลทดสอบหาค่าการเปลี่ยนแปลงขนาดของผ้า

จากทดลองนำผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส โดยการทดสอบการยืดตัว หดตัวของผ้า โดยทำการทดสอบซัก 1 ครั้ง 5 ครั้ง 10 ครั้ง และ 20 ครั้ง ใช้เครื่องซักผ้า (Washing Machine) ยี่ห้อ Electrolux รุ่น EWT959 แล้วทำให้แห้งด้วยวิธีการอบแห้ง โดยใช้เครื่องเครื่องอบผ้า (Clothes Dryers) ยี่ห้อ Electrolux รุ่น Condensing Dryer ประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของผ้า ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การทดสอบการยืดตัว-การหดตัว ของผ้า

จำนวนการซัก	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงขนาดในแนวยาว	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงขนาดในแนวกว้าง
หลังจากซักครั้งที่ 1	-5	-5
หลังจากซักครั้งที่ 3	-5	-5
หลังจากซักครั้งที่ 5	-5	-5
หลังจากซักครั้งที่ 10	-5	-5

หมายเหตุ : - หมายถึง หดตัว

จากตารางที่ 4.5 พบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส จะมีการหดตัวเล็กน้อยทั้งสองแนวเส้นด้าย หลังจากซักครั้งที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงขนาดลดลงในแนวยาว ร้อยละ 5 ขนาดลดลงในแนวกว้าง ร้อยละ 5 หลังจากซักครั้งที่ 3 5 และ 10 การเปลี่ยนแปลงก็ยังเท่าเดิม การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีผลมาจากผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

เป็นผ้าถักแนวกว้าง จะมีความทนทานสูงและมีความยืดหยุ่นตัวสูง เมื่อเปรียบเทียบแล้วการเปลี่ยนแปลงอาจไม่เกิดขึ้นเลย

จากผลการศึกษาการใช้งานของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงหลังจากผ่านการซักล้าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ณัฐดนย์ และคณะ [34] ได้ทำการทดสอบค่าประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลังการใช้งานและมีการทดสอบความคงทนต่อการขัดถู พบว่า หลังจากที่นำผ้าถักโครเชต์เส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ไปทดสอบความคงทนการขัดถู จำนวนรอบที่ 5,000-20,000 ไม่ปรากฏเส้นด้ายขาดบนผืนผ้า พบว่าผลความคงทนต่อการขัดถู ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ณัฐดนย์ และคณะ [34] ที่ได้ทำการทดสอบความคงทนต่อการขัดถู ของผ้าไหมที่ใช้วิธีการควบเกลียวเส้นด้ายใยสเตนเลสกับเส้นไหมแล้วนำเส้นด้ายควบที่ได้ไปทอเป็นผืนผ้า ลักษณะลวดลายและอัตราส่วนที่แตกต่างกันออกไป นำไปทดสอบการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อคัดเลือกชิ้นงานที่ดีที่สุด แล้วนำไปทดสอบสมบัติการใช้งานของผ้า คือ การยืดหดตัวของผ้า และความคงทนต่อการขัดถู จำนวนรอบที่ใช้ทดสอบอยู่ที่ 5,000-10,000

4.4 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

จากการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จึงได้คัดเลือกผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส R2P1T1 ที่มีประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูงที่สุด มาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ซองโทรศัพท์ สำหรับสุภาพบุรุษและสุภาพสตรี โดยมีลักษณะลวดลายถักยาวตลอดทั้งผืน เทคนิคควักธรรมดา มีขนาดซองโทรศัพท์ กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า น้ำหนักประมาณ 724.09 กรัมต่อตารางเมตร ดังรูปที่ 4.1-4.4

รูปที่ 4.1 ซองโทรศัพท์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส แบบที่ 1

รูปที่ 4.2 ซองโทรศัพท์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส แบบที่ 2

รูปที่ 4.3 ซองโทรศัพท์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส แบบที่ 3

รูปที่ 4.4 ซองโทรศัพท์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส แบบที่ 4

4.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลังการใช้งาน

จากการทดลองนำผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มาทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทำการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลังการใช้งานของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการ (Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลังการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ความถี่	ประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (dB)				
(MHz)	ก่อนซัก	ซัก 1 ครั้ง	ซัก 3 ครั้ง	ซัก 5 ครั้ง	ซัก 10 ครั้ง
800 MHz	31.81±0.02 [a]	31.13±0.01 [a]	28.71±0.02 [a]	27.64±0.02 [a]	24.12±0.02 [a]
900 MHz	24.22±0.02 [b]	23.21±0.01 [b]	21.24±0.02 [b]	20.91±0.02 [b]	21.68±0.02 [a]
1,200 MHz	10.92±0.02 [c]	10.82±0.02 [c]	10.42±0.02 [c]	9.82±0.03 [c]	9.61±0.02 [a]
2,100 MHz	7.82±0.02 [d]	7.61±0.01 [d]	7.33±0.02 [d]	7.52±0.02 [d]	7.44±0.02 [a]
2,300 MHz	5.12±0.02 [e]	5.14±0.02 [e]	5.13±0.02 [e]	5.12±0.02 [e]	5.14±0.02 [a]

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b c d e ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.6 พบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสที่มีอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชง 1 เส้น กับเส้นด้ายสเตนเลส 2 เส้น รูปแบบถักยาวตลอดทั้งผืนผ้า เทคนิคควักธรรมดา ซักล้างที่ 1 ครั้ง ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 800 – 900 MHz จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี จัดอยู่ในระดับดีมาก 30 dB $\geq$ SE > 20 dB นอกจากนี้ยังพบว่า หลังการซักล้างที่ 3 ครั้ง 5 ครั้ง 10 ครั้ง ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 900 – 1,800 MHz ก็ยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ อยู่ในระดับดี 20 dB $\geq$ SE > 10 dB ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 1,800 – 2,100 MHz มีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ อยู่ในระดับปานกลาง 10 dB $\geq$ SE > 7 dB ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 2,100 – 2,300 MHz มีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ อยู่ในระดับพอใช้ 7 dB $\geq$ SE > 5 dB ยิ่งความถี่สูงมากประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ายิ่งลดลงมากอันเป็นผลมาจากการการเสียดสีของชิ้นงานระหว่างการซักผ้า

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ก่อนการซักล้าง และหลังการซักล้าง พบว่าจำนวนครั้งในการซักล้าง มีผลต่อค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p<0.05$) ขณะที่มีการเพิ่มการเปลี่ยนแปลงความถี่ MHz ที่สูงมากขึ้นในระดับที่ต่างกัน พบว่าระดับคลื่นความถี่ที่ต่างกัน มีผลต่อค่าค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p<0.05$)

และพบว่าผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสสามารถป้องกันประสิทธิภาพของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้จริง ผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในด้านการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์ว่าเมื่อมีการใช้ผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสแล้ว สามารถลดผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะส่งผลต่อร่างกายได้จริง อีกทั้งยังลดอัตราการเกิดโรคต่างมะเร็งต่างๆ อันเป็นผลจากการใช้เครื่องมือสื่อสารที่มีการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dhawan et al. [31, 32] ได้นำพอลิแอนนิลีน เคลือบบนผ้าใช้สำหรับทำวัสดุกำบัง โดยอาศัยการทำให้กระจายประจุไฟฟ้า ทำการวัดค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Shielding Effectiveness (SE) ที่ความถี่ 101 จิกะเฮิรตซ์ ได้ทำการนำพอลิแอนนิลีน เคลือบบนผ้าซิลิกา พบว่าให้ค่า SE เท่ากับ 35.61 เดซิเบล ส่วนพอลิแอนนิลีนเคลือบบนผ้าพอลิเอสเทอร์ จะให้ค่า SE เท่ากับ 21.48 เดซิเบล แล้วจะสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้จริง

4.5 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส

จากการสำรวจนำผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต้นแบบ คือ ซองโทรศัพท์ จำนวน 4 รูปแบบ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส กลุ่มตัวอย่างคือบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน จากห้างสรรพสินค้า ถนนสามเสน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต ในกรุงเทพมหานคร ทดลองเลือกใช้ โดย 1 คน จะต้องทดลองใช้งานทั้ง 4 รูปแบบ จากนั้นนำแบบสอบถาม มาวิเคราะห์ผล ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	36	36.00
หญิง	64	64.00
รวม	100	100.00
2. อายุ		
20 – 29 ปี	-	-
30 – 39 ปี	6	6.00
40 – 49 ปี	48	48.00
50 ปีขึ้นไป	46	46.00
รวม	100	100.00
3. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าอนุปริญญา	4	4.00
อนุปริญญา	3	3.00
ปริญญาตรี	60	60.00
สูงกว่าปริญญาตรี	33	33.00
รวม	100	100.00
4. รายได้		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท	1	1.00
5,000 -10,000 บาท	3	3.00
10,001 – 15,000 บาท	11	11.00
15,001 บาท ขึ้นไป	85	85.00
รวม	100	100.00

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
5. ตำแหน่งงาน		
ข้าราชการ/พนักงานของรัฐ	26	26.00
รัฐวิสาหกิจ/เอกชน	34	34.00
ธุรกิจส่วนตัว	34	34.00
ค้าขาย/รับจ้าง	6	6.00
รวม	100	100.00
6. ความสามารถในการป้องกัน		
ดี	86	86.00
ไม่ดี	14	14.00
รวม	100	100.00

จากตารางที่ 4.7 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 64.00 และ เพศชาย จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 40 – 49 ปี จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 48.00 รองลงมา อายุ 50 ปีขึ้นไป จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 46.00 และอายุ 30 – 39 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6.00

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมา มีระดับการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 33.00 ระดับการศึกษาต่ำกว่าอนุปริญญา จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4.00 และ ระดับการศึกษาอนุปริญญา จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.00

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ 15,001 บาท ขึ้นไป จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 รองลงมา มีรายได้ 10,001 – 15,000 บาท จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 11.00 มีรายได้ 5,000 – 10,000 บาท จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.00 และ มีรายได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.0

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อาชีพ รัฐวิสาหกิจ/เอกชน และ ธุรกิจส่วนตัวจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 34.00 รองลงมา อาชีพข้าราชการ/พนักงานของรัฐ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 26.00 และ อาชีพ ค้าขาย/รับจ้าง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6.00

ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในด้านการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะส่งผลกระทบต่อร่างกาย มีความสามารถในการป้องกันได้ดี จำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 86.00 และมีความสามารถในการป้องกันได้ไม่ดี จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 14.00

ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นว่าผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้จริง หากมีการนำไปใช้กับโทรศัพท์มือถือ ซึ่งคลื่นความถี่ของสัญญาณในเครือข่ายโทรศัพท์มือถือในเมืองไทย ได้แก่ คลื่นความถี่ 850 MHz ถึง 2,300 MHz ทั้งเครือข่าย AIS DTAC TRUE JAS CAT TOT จากการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ทั้งก่อนใช้งานและหลังใช้งานสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ อยู่ในเกณฑ์มาตราฐานการจำแนกระดับของการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับวัสดุสิ่งทอ กลุ่มที่ 2 (Class II) สำหรับเสื้อผ้าที่ใช้สวมใส่ทั่วไป ซึ่งระดับในการป้องกันจะมีตั้งแต่ 30 dB $\geq$ SE > 5 dB สอดคล้องกับงานวิจัยของ Song et al. [33] ได้ทำการศึกษาสมบัติของเส้นใยโลหะที่เติมลงไปในเทอร์โมพลาสติกสำหรับป้องกันการแทรกแซงแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้พอลิโพรพิลีน ผสมกับเส้นใยสเตนเลส ศึกษาสมบัติทางกล สภาพการนำไฟฟ้า และสมบัติการแทรกแซงแม่เหล็กไฟฟ้า สมบัติทางความแข็งแรง สามารถย้อมรับได้และป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ SE 30 เดซิเบล

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่องการศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส รูปแบบการถักและ เทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสมบัติการใช้งานผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส พัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส สามารถสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีอัตราส่วน รูปแบบ และเทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.1.2 ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีอัตราส่วน รูปแบบ และเทคนิคการถักโครเชต์ของผ้าถักจากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความหนาของผืนผ้า น้ำหนักผืนผ้า และจำนวนห่วงบนผืนผ้า ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสมีลักษณะเนื้อผ้าแน่น สามารถงอตัวได้ดีตามรูปทรง มีผิวสัมผัสที่มีเอกลักษณ์ เส้นด้ายสเตนเลสมีความยืดหยุ่นตัวได้ดี ระหว่างการถักเป็นผืนผ้า

5.1.3 ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ที่มีอัตราส่วนการควบเส้นด้ายใยกัญชง 1 เส้น กับเส้นด้ายสเตนเลส 2 เส้น ลวดลายถักยาวตลอดทั้งผืน เทคนิคควักธรรมดามีประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีที่สุด ค่าประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงหลังจากการซักที่ 1 3 5 และ 10 ครั้งตามลำดับ ช่วงของคลื่นความถี่ มีผลต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ยิ่งคลื่นความถี่สูงมากขึ้นประสิทธิภาพในการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ยิ่งลดลง ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสทั้งแนวยาวและแนวกว้างมีขนาดเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 5 หลังการซักล้างที่ 1 3 5 และ 10 ครั้ง และ ไม่ปรากฏเส้นด้ายขาดบนผืนผ้าหลังการทดสอบความคงทนต่อขัดถูที่ 5,000 รอบ ถึง 20,000 รอบ

5.1.4 ผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส มีลักษณะที่สวยงาม เรียบหรู มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ไม่มีการระคายเคืองผิวขณะใช้งาน

5.1.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลส ป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รูปแบบที่ 4 มีความพึงพอใจในภาพรวมของทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด และผลิตภัณฑ์ซองใส่โทรศัพท์ที่ผลิตขึ้นมา มีความเรียบง่ายและหรูหรา และสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยลดการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากโทรศัพท์ได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยฉบับนี้

5.2.1 การทดสอบการยืดหดตัวของผ้า พบว่า หลังการซักที่ 1 3 5 10 ครั้ง ผืนผ้ามีการเปลี่ยนแปลงขนาดลดลงร้อยละ 5 เพราะผ้าถักมีความยืดหยุ่นได้ดี ดังนั้นควรทดสอบการซักที่ 1 3 5 ครั้ง

5.2.2 การถักโครเชต์ต้องใช้เวลาในการถักนานกว่าจะได้ชิ้นงาน ดังนั้นควรหาเครื่องมือที่ใช้ในลดระยะเวลาในการถัก

5.2.3 อัตราส่วนของเส้นด้ายสเตนเลสมีผลต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ควรเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของเส้นด้ายสเตนเลส ลงไปในผืนผ้า

5.2.4 เทคนิคในการถักที่เหมาะสมและสามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี คือเทคนิคควักธรรมดา และควรใช้ลวดลายที่เกิดช่องว่างบนผืนผ้าให้น้อยที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.1 ควรมีการศึกษาปัจจัยของเส้นใยโลหะชนิดอื่นต่อประสิทธิภาพการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพิ่มเติม

5.3.2 ต้นทุนของใยกัญชงและผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์ใยกัญชงป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ายังมีต้นทุนที่เกิดจากวัตถุดิบประเภทเส้นใยโลหะที่ค่อนข้างสูง ดังนั้น ต้นทุนของวัตถุดิบชนิดเส้นใยโลหะ สามารถลดลงได้อีก หากมีการสั่งซื้อและนำเข้าในปริมาณที่มาก ทำให้ต้นทุนลดลงได้

5.3.3 ควรศึกษาเพิ่มเติมในการแผ่รังสี ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นคลื่นตามตรงที่มีการเบี่ยงเบนจากการสะท้อนแนวระนาบ เพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และหาแนวทางป้องกันผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.3.4 ควรมีรูปแบบของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้มีความหลากหลายมากกว่านี้

5.3.5 ควรใช้วิธีการเคลือบโลหะลงบนผืนผ้า เพราะสามารถทำได้รวดเร็วและลดระยะเวลาในการผลิตอีกทั้งคงสามารถป้องกันการทะลุผ่านของคลื่นแม่เหล็กได้ดีกว่าหรืออาจใช้วิธีการบุไว้ด้านในของชิ้นงาน

5.3.6 ควรมีการตีเกลียวเส้นด้ายใยกัญชงกับเส้นด้ายสเตนเลสก่อนการนำไปถัก เพื่อให้เส้นด้ายทั้ง 2 ชนิดมีการชิดตัวกันให้มากที่สุด จะส่งผลต่อความทนทานต่อการซักล้าง และมีความทนทานมากยิ่งขึ้น สามารถป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี

บรรณานุกรม

[1] N. Wertheimer and Ed Leeper, "Electrical wiring configurations and childhood cancer, " *American Journal of Epidemiology*. Vol 109, No. 3, pp. 273-284, March 1997.

[2] Shi Hui,Wang Jianping, Chen Xiaona and Wang Yanzhen, "Proceedings of 2011 Cross Strait Quad-Regional Radio Science and Wireless Technology, " in *Research on Electromagnetic Shielding Clothing*, Vol. 1, n.p. : IEEE, 2011, pp. 211-213.

[3] ลิลลี่ กาวีต๊ะ, กมรินทร์ พรหมรัตน์รักษ์, มาลี ณ นคร, ยุพดี เผ่าพันธุ์, ศรีสม สุวรรณวงศ์, สุรียา ตันติวิวัฒน์, วีระชัย ณ นคร, *สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* (ออนไลน์), 2547 เข้าถึงจากhttp://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4201072.pdf (วันที่สืบค้น 3 กุมภาพันธ์ 2558).

[4] *Hemp Traders*, (online), 2012, Available: http://www.hemptraders.com/Hemp-Textile-Properties-s/ 1881.htm (11 January 2014).

[5] *โครงการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ* (ออนไลน์), 2546, เข้าถึงจาก http://www.rmutphysics. com/physics/oldfront/100/2/emw1.htm (วันที่สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2558).

[6] Nabeel Kouka, Brain 101(online), 2000, Available: www.brain101.info.EMF.php (11 January 2014).

[7] *สถานีวิทยุสมัครเล่น HS8JYX* (ออนไลน์), 2551, เข้าถึงจาก http://www.hs8jyx.com/ html/electromagnetic.html (วันที่สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2558).

[8] วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์, *สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย* (ออนไลน์), ม.ป.ป., เข้าถึงจาก http://www.anamai.moph.go.th/occmed/ indexarticle_elf_emf.htm (วันที่สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2558).

[9] *National Institute of Environmental Health Sciences* (online), 2002, Available: https://www.niehs.nih.gov/health/materials/electric_and_magnetic_fields_ associated_with_the_use_of_electric_power_questions_and_answers_english_ 508.pdf (11 January 2014).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[10] *National Institute for Occupational Safety and Health* (online), 1996, Available: http://altered-states.net/barry/newsletter143/booklet.htm (11 January 2014).

[11] สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กคืออะไร-*ฟิสิกส์ราชมงคล* (ออนไลน์), 2558, เข้าถึงจาก https://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiYlIHvkjLAhUVB44KHfvCDXQQFggsMAM&url=http3A%2F%2Fwww.rmutphysics.com%2Fphysics%2Foldfront%2F61%2Felectroagnetic12Fpage01_thai.htm&usg=AFQjCNH6dnM7Zk_W8ktAsJRZ6F0qu5jmTw&sig2=D8-Ar1adyEJaXP8xZXqW4A(วันที่สืบค้น 9 กุมภาพันธ์ 2558).

[12] *BlogGang.com (ออนไลน์)*, 2004, เข้าถึงจาก http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=babymommy&month=26-05-2009&group=2&gblog=17 (8 กุมภาพันธ์ 2555).

[13] แม้น อมรสิทธิ์, *หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ*, กรุงเทพฯ: บริษัท ชวนพิมพ์ 50 จำกัด, 2558

[14] อรรถพล บุญช่วย, "วัสดุป้องกันการแทรกแซงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำมาจากยางธรรมชาติ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2549.

[15] *Kimmel Gerke Associates, Ltd*. (online), 2011, Available: http://www.emiguru.com/index.php?option=com_easyblog&view=entry&id=18 (11 January 2014).

[16] S. Nurmi, T. Hammi and B. Demoulin, "Protection Against Electrostaticand Electromagnetic Phenomena, " in *Multifunctional Barriers for Flexible Structure*, Vol. 97, Duquesne and Sophie Eds. Berlin : Springer, 2007, pp. 66-83.

[17] *Committee for Conformity Assessment of Accreditation and Certification on Functional and Technical Textiles*, (online), 2005, Available: www.ftts.org.tw/images/fa003E.pdf (20 June 2015).

[18] *Frynn.com* (ออนไลน์), 2558, เข้าถึงจาก: http://frynn.com/%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%8D%E0%B8%8A%E0%B8%87/ (วันที่สืบค้น20 มิถุนายน 2558).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[19] ประภัสสร ทิพย์รัตน์ฒ, พิภพ ชานิวิกัยพงศ์ และ สิโรตม์ ชูติวัตร, ศูนย์บริการวิชาการและพัฒนา, *บุคลากรด้านการป้องกันและแก้ไขปัญหาสารเสพติดองค์ความรู้ยาเสพติด* (ออนไลน์), 2551, เข้าถึงจาก http://www.sri.cmu.ac.th/~srilocal/drugs/research_files/research_37_0.pdf (วันที่สืบค้น 20 มิถุนายน 2558).

[20] ชุติมา อธิคมธร, *สำนักงานเกษตรจังหวัดตาก* (ออนไลน์), 2556, เข้าถึงจาก http://www.tak.doae.go.th/KM%20Pobpra01.pdf (20 มิถุนายน 2558).

[21] Don Lotter, *Rodale Institute* (online), n.d., Available: http://www.newfarm.org/international/canada_don/manitoba/ (11 January 2014).

[22] *ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ (องค์การมหาชน)* (ออนไลน์), 2557, เข้าถึงจาก: http://www.sacict.net/fiber/page/hemp/hemp.html (20 มิถุนายน 2558).

[23] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, *วิทยาศาสตร์เส้นใย,* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[24] *มติชนออนไลน์* (ออนไลน์), 2556, เข้าถึงจาก: http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid=1368068333&grpid=03&catid=03&utm_source=MatichonOnline&utm_medium=MatichonOnline (วันที่สืบค้น 3 กุมภาพันธ์ 2557).

[25] จุฬาพร ใจอ่อน, *โครเชต์เบื้องต้น*, กรุงเทพฯ: ศรีสยามการพิมพ์, 2552.

[26] เพ็ญทิพย์ นาคสุวรรณ์, “โครเชต์แฮนดี้” *นิตยสารอินเตอร์ลิ้งค์ โปรซายน์*, ฉบับที่ 6, ปีที่ 47, นน. 7-15, 2547.

[27] อภิชาติ สนธิสมบัติ, *กระบวนการทางสิ่งทอ*, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2545.

[28] มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด, *วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น*, กรุงเทพฯ: หอรัตนชัยการพิมพ์, 2541.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[29] C.Y. Lee ,D.E. Lee, C.K. Jeong, Y.K. Hong, J.H. Shim, M.S. Kim, J.Y. Lee, S.H. Jeong, S.W. Byun, D.S. Zang, and H.G. yang, "Electromagnetic interference shielding by using conductive polypyrrole and metal compound coated on fabrics, " *Polymers for Advanced Technologies*, Vol. 13, No. 8, pp. 577-583, Aug 2002.

[30] M. S. Kim ,H.K. Kima, S.W. Byunb, S.H. Jeongc, Y.K. Hongd, J.S. Jood, K.T. Songe, J.K. Kimf, C.J. Leeg, and J.Y. Leea, "PET fabric/polypyrrole composite with high electrical conductivity for EMI shielding, " *Synthetic Metals*, Vol. 126, No. 2-3, pp. 233-239, Feb 2002.

[31] S. K. Dhawan, N. Singh, and S. Venkatachlam, "Shielding effectiveness of conducting polyaniline coated fabrics at 101, " *GHz, Synthetic Metals*, Vol. 125, No. 3, pp. 389-393, Dec 2001.

[32] S. K. Dhawan, N. Singh, and D. Rodriguez, "Electromagnetic shielding behavior of conducting polyaniline composites, " *Science and technology of Advanced Materials*, Vol. 4, No. 2, pp. 105-113, 2003.

[33] Song Tan Ting, "Properties of metal fiber filled thermoplastics as candidates for electromagnetic interference shielding, " *Polymers and Polymer Composites*, Vol. 9, No. 4, pp. 257-262, 2001.

[34] ณัฐดนย์ รุ่งเรืองกิจไกร, นิตยา ทับทิมทัย, รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, จรูญ คล้ายจ้อย, เสาวณีย์ อารีจงเจริญ, ก้องเกียรติ มหาอินทร์, สาคร ชลสาคร, กิติยาพรรณ โพธิ์ล่าม, ศิริอร วณิชโชตยานนท์, "การพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากผ้าไหมเพื่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า," สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2555.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[35] N. Hakansson ,B. Floderus,P. Gustavsson,C. Johansen, and J. Olsen, "Cancer incidence and magnetic field exposure in industries using resistance welding in Sweden, " *Occupational & Enviornmental Medicine*, Vol. 59, No. 7, pp. 481-486, 2002.

[36] C. E. Minder and D. H. Pfluger, "leukemia, brain tumor and exposure to extremely low frequency magnetic fields:cohort study of Swiss railway employees, " *American Journal of Epidemiology*, Vol. 64, No. 9, pp. 825-835, 2001.

[37] M. Roosli, M. Lortscher, M. Egger,D. Pfluger, N. Schreier, E. lortscher,P. locher, A. Spoerri, and C. Minder "Mortality From neurodegenerative disease and exposure to extremely low-frequency magnetic fields: 31 years of observations on Swiss railway employees, " *Neuroepidermiology*, Vol. 28, No. 4, pp. 197-206, 2007.

[38] Martin Roosli, Matthias Egger,Dominik Pfluger,and Christoph Minder, "Cardiovascular mortality and exposure to extremely low frequency magnetic fields:a cohort study of Swiss railway workers, " *Environmental Health*, Vol. 7 No. 35, pp. 1-7. July 2008.

[39] G. Draper,T. Vincent, M. E Kroll, and J. Swanson, "Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control stady, " *BMJ*, Vol. 330 No. 1290, pp. 1-5, Apr 2005.

[40] M. Feychting, *G. Schulgen*, J.H. Olsen, and A. Ahlbom, "Magnetic fileds childhood cancer-a pooled analysis of two Sandinavian studies," *European.Journal of Cancer*, Vol. 31A No. 12, pp. 2035-2039, Nov 1995.

ภาคผนวก ก
หนังสือตอบรับการเผยแพร่

ที่ ศธ ๖๗๑๖/ ๑๐๗๔

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
๒๙๕ ถนนนครราชสีมา เขตดุสิต
กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๐๐

๒๕ ตุลาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความในวารสารวิจัย มสด สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรียน คุณนครเรศ พุทธรัตน์

กองบรรณาธิการวารสารวิจัย มสด สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต มีความยินดีที่จะเรียนให้ท่านทราบว่าบทความวิชาการของท่านเรื่อง "การศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า" (ต้นฉบับหมายเลข ๑๐(๒) – ๒/๒๐๑๖) ได้รับพิจารณา ตีพิมพ์ ในวารสารวิจัย มสด สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ ๑๐ ฉบับที่ ๒ พฤษภาคม – สิงหาคม ๒๕๖๐ โดยสามารถอ้างถึงบทความดังกล่าว โดยระบุสถานะ accepted ในส่วนท้ายของการเขียนเอกสารอ้างอิงได้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ยรยา อยู่ยืน)
หัวหน้ากองบรรณาธิการวารสารวิจัย มสด
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กองบรรณาธิการวารสารวิจัย มสด
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
โทร. ๐๒-๒๔๔๕๒๘๒ โทรสาร ๐๒-๖๖๘๗๔๖๐

หมายเหตุ
จดหมายฉบับนี้ออกคู่กับบทความฉบับที่ผ่านการประเมินและแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ เรียบร้อยแล้ว ซึ่งปรากฏตราประทับของวารสารวิจัย มสด ทุกแผ่น

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เลขที่แบบสอบถาม.....

แบบสอบถามความพึงพอใจ

โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาสมบัติผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์
ในหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

<u>คำชี้แจง</u> แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

กรุณาตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงมากที่สุด ข้อมูลที่ได้นำมาใช้เพื่องานวิจัยเท่านั้น ผลงานวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือ
นายนคเรศ พุทธรัตน์
นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงและตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ 20 - 29 ปี ☐ 30 - 39 ปี ☐ 40 - 49 ปี ☐ 50 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษาสูงสุด

☐ ต่ำกว่าอนุปริญญา ☐ อนุปริญญา ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

4. รายได้

☐ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท ☐ 5,001 – 10,000 บาท

☐ 10,001 – 15,000 บาท ☐ 15,001 บาท ขึ้นไป

5. อาชีพ

☐ ข้าราชการ/พนักงานของรัฐ ☐ รัฐวิสาหกิจ/เอกชน ☐ ธุรกิจส่วนตัว ☐ ค้าขาย/รับจ้าง

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

<u>คำชี้แจง</u>: โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริงและตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด

2.1 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในด้านการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะส่งผลกระทบต่อร่างกายท่านคิดว่าสามารถป้องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีหรือไม่

☐ ดี ☐ ไม่ดี

<u>คำชี้แจง</u>: โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน☐ ให้ตรงกับระดับความพึงพอใจของท่านมากที่สุด โดยมีระดับความพึงพอใจดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

2.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ																			
	แบบที่ 1					แบบที่ 2					แบบที่ 3					แบบที่ 4				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1.ด้านโครงสร้างและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์																				
1.1 รูปทรงมีความสวยงามและแข็งแรง																				
1.2 ขนาดและน้ำหนักมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์																				
1.3 มีระบบเปิด-ปิด ที่สะดวกและเหมาะสมกับการใช้งาน																				
2.ด้านวัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์																				
2.1 มีความสวยงามเข้ากับรูปแบบ																				
2.2 มีความทนทานต่อการใช้งาน																				
3.ด้านความสวยงาม																				
3.1 มีรูปแบบทันสมัย																				
3.2 มีรูปทรงที่สวยงาม																				
3.3 อุปกรณ์ที่นำมาตกแต่งมีความเหมาะสมและสวยงาม																				
4.ด้านการใช้สี																				
4.1 สีที่ใช้มีความทันสมัย																				
4.2 สีเหมาะสมกับซองโทรศัพท์และสวยงาม																				
5.ด้านประโยชน์ใช้สอย																				
5.1 มีความสะดวกในการนำพา เช่น ถือ																				
5.2 สร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับผู้ใช้งาน																				
6. ด้านการดูแลและบำรุงรักษา																				
6.1 ง่ายต่อการทำความสะอาด																				
6.2 ง่ายต่อการซ่อมแซมเมื่อเกิดการชำรุด																				

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ค

ข้อมูลแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับของระดับความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รายข้อ

ความพึงพอใจ	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ
1. ด้านโครงสร้างและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์												
1.1 รูปทรงมีความสวยงามและแข็งแรง	3.71	0.90	มาก	3.88	0.94	มาก	4.15	0.89	มาก	4.23	0.87	มากที่สุด
1.2 ขนาดและน้ำหนักมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4.15	0.69	มาก	4.08	0.79	มาก	4.24	0.83	มากที่สุด	4.34	0.83	มากที่สุด
1.3 มีระบบเปิด- ปิด ที่สะดวกและเหมาะสมกับการใช้งาน	4.03	0.82	มาก	3.61	1.10	มาก	4.22	0.91	มากที่สุด	4.23	0.87	มากที่สุด
รวม	3.96	0.80	มาก	3.86	0.94	มาก	4.20	0.87	มาก	4.27	0.85	มากที่สุด
2. ด้านวัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์												
2.1 มีความสวยงามเข้ากับรูปแบบ	3.91	0.85	มาก	3.84	0.87	มาก	4.17	0.94	มาก	4.30	0.97	มากที่สุด
2.2 มีความทนทานต่อการใช้งาน	3.92	0.80	มาก	3.77	0.95	มาก	4.12	0.82	มาก	4.13	0.90	มาก
รวม	3.91	0.83	มาก	3.81	0.91	มาก	4.15	0.88	มาก	4.22	0.94	มากที่สุด

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับของระดับความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รายข้อ (ต่อ)

ความพึงพอใจ	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ
3. ด้านความสวยงาม												
3.1 มีรูปแบบทันสมัย	3.45	1.05	มาก	3.51	1.06	มาก	3.88	1.04	มาก	4.04	1.09	มาก
3.2 มีรูปทรงที่สวยงาม	3.62	0.95	มาก	3.71	1.04	มาก	4.04	0.91	มาก	4.23	1.04	มากที่สุด
3.3 อุปกรณ์ที่นำมาตกแต่งมีความเหมาะสมและสวยงาม	3.71	1.03	มาก	3.62	1.04	มาก	4.01	0.90	มาก	4.25	0.94	มากที่สุด
รวม	3.59	1.01	มาก	3.61	1.04	มาก	3.98	0.95	มาก	4.17	1.02	มาก
4. ด้านการใช้สี												
4.1 สีที่ใช้ทันสมัย	3.51	1.10	มาก	3.57	1.09	มาก	3.57	1.12	มาก	3.73	1.08	มาก
4.2 สีเหมาะสมกับซองโทรศัพท์และสวยงาม	3.68	1.07	มาก	3.74	1.00	มาก	3.86	1.04	มาก	3.86	0.96	มาก
รวม	3.60	1.09	มาก	3.66	1.05	มาก	3.72	1.08	มาก	3.80	1.02	มาก

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับของระดับความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รายข้อ (ต่อ)

ความพึงพอใจ	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ
5. ด้านประโยชน์ใช้สอย												
5.1 มีความสะดวกในการนำพา เช่น ถือ	3.93	0.88	มาก	3.82	0.94	มาก	4.29	0.91	มากที่สุด	4.32	0.86	มากที่สุด
5.2 สร้างภาพลักษณ์ให้กับผู้ใช้งาน	3.54	0.98	มาก	3.63	0.95	มาก	3.92	0.91	มาก	3.97	0.98	มาก
รวม	3.74	0.93	มาก	3.73	0.95	มาก	4.02	0.91	มาก	4.15	0.92	มาก
6. ด้านการดูแลและบำรุงรักษา												
6.1 ง่ายต่อการทำความสะอาด	3.53	0.93	มาก	3.69	0.95	มาก	3.71	0.88	มาก	3.85	0.89	มาก
6.2 ง่ายต่อการซ่อมแซมเมื่อเกิดการชำรุด	3.50	1.00	มาก	3.50	0.95	มาก	3.49	0.99	มาก	3.65	0.94	มาก
รวม	3.52	0.97	มาก	3.60	0.95	มาก	3.60	0.94	มาก	3.75	0.92	มาก

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับของระดับความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รายด้าน

ความพึงพอใจ	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3			แบบที่ 4		
	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ	$\bar{x}$	SD.	ระดับ
1. ด้านโครงสร้างและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์	3.96	0.80	มาก	3.86	0.94	มาก	4.20	0.87	มาก	4.27	0.85	มากที่สุด
2. ด้านวัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์	3.91	0.83	มาก	3.81	0.91	มาก	4.15	0.88	มาก	4.22	0.94	มากที่สุด
3. ด้านความสวยงาม	3.59	1.01	มาก	3.61	1.04	มาก	3.98	0.95	มาก	4.17	1.02	มาก
4. ด้านการใช้สี	3.60	1.09	มาก	3.66	1.05	มาก	3.72	1.08	มาก	3.80	1.02	มาก
5. ด้านประโยชน์ใช้สอย	3.74	0.93	มาก	3.73	0.95	มาก	4.02	0.91	มาก	4.15	0.92	มาก
6. ด้านการดูแลและบำรุงรักษา	3.52	0.97	มาก	3.60	0.95	มาก	3.60	0.94	มาก	3.75	0.92	มาก

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนของระดับความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเพศชาย และหญิง จำแนกตามผลิตภัณฑ์

แบบผ้า	กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{x}$	SD.	t	Sig
แบบที่ 1	ชาย	36	3.61	0.632	-1.420	0.159
	หญิง	64	3.79	0.608		
แบบที่ 2	ชาย	36	3.55	0.667	-1.864	0.065
	หญิง	64	3.80	0.646		
แบบที่ 3	ชาย	36	3.82	0.639	-1.967	0.052
	หญิง	64	4.08	0.639		
แบบที่ 4	ชาย	36	3.89	0.790	-2.021*	0.046
	หญิง	64	4.18	0.652		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนของระดับความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถามตามผลิตภัณฑ์ จำแนกตามอายุ

แบบผ้า	แหล่งของความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig
แบบที่ 1	ระหว่างกลุ่ม	0.214	2	0.107	0.275	0.760
	ภายในกลุ่ม	37.793	97	0.390		
	รวม	38.007	99			
แบบที่ 2	ระหว่างกลุ่ม	0.734	2	0.367	0.835	0.437
	ภายในกลุ่ม	42.658	97	0.440		
	รวม	43.392	99			
แบบที่ 3	ระหว่างกลุ่ม	0.306	2	0.153	0.359	0.699
	ภายในกลุ่ม	40.931	96	0.426		
	รวม	41.237	98			
แบบที่ 4	ระหว่างกลุ่ม	0.884	2	0.442	0.861	0.426
	ภายในกลุ่ม	49.796	97	0.513		
	รวม	50.680	99			

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนของระดับความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถามตามแบบผลิตภัณฑ์ จำแนกตามระดับ การศึกษาสูงสุด

แบบผ้า	แหล่งของความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig
แบบที่ 1	ระหว่างกลุ่ม	0.735	3	0.245	0.631	0.597
	ภายในกลุ่ม	37.272	96	0.388		
	รวม	38.007	99			
แบบที่ 2	ระหว่างกลุ่ม	0.133	3	0.044	0.098	0.961
	ภายในกลุ่ม	43.260	96	0.451		
	รวม	43.392	99			
แบบที่ 3	ระหว่างกลุ่ม	1.047	3	0.349	0.825	0.483
	ภายในกลุ่ม	40.190	95	0.423		
	รวม	41.237	98			
แบบที่ 4	ระหว่างกลุ่ม	3.277	3	1.092	2.212	0.092
	ภายในกลุ่ม	47.403	96	0.494		
	รวม	50.680	99			

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนของระดับความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ผ้าถักโครเชต์จากเส้นด้ายใยกัญชงเสริมเส้นด้ายสเตนเลสต่อการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถามตามผลิตภัณฑ์ จำแนกตามตำแหน่งงาน

แบบผ้า	แหล่งของความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig
แบบที่ 1	ระหว่างกลุ่ม	1.428	3	0.476	1.250	0.296
	ภายในกลุ่ม	36.579	96	0.381		
	รวม	38.007	99			
แบบที่ 2	ระหว่างกลุ่ม	2.128	3	0.709	1.651	0.183
	ภายในกลุ่ม	41.264	96	0.430		
	รวม	43.392	99			
แบบที่ 3	ระหว่างกลุ่ม	0.650	3	0.217	0.507	0.687
	ภายในกลุ่ม	40.587	95	0.427		
	รวม	41.237	98			
แบบที่ 4	ระหว่างกลุ่ม	1.441	3	0.480	0.937	0.426
	ภายในกลุ่ม	49.239	96	0.513		
	รวม	50.680	99			

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ- สกุล	นายนคเรศ พุทธรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	2 กรกฎาคม 2533
ที่อยู่	22 ซอยลาดพร้าว 56 ถนนลาดพร้าว แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคหกรรมศาสตร์ศึกษา หลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ประวัติการทำงาน	ครูการสอน โรงเรียนราชินีบน พ.ศ. 2557 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	0971315957
อีเมล์	nakares_p@mail.rmutt.ac.th