ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก

น.ส.พรนภัส เข็มทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการ
นวัตกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Meditation Clothing with Mosquito Repellent Efficacy via Fabric Aerosol Coating

Miss Pornnapas Khemthong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Technopreneurship and Innovation Management
Inter-Department of Technopreneurship and Innovation Management
GRADUATE SCHOOL
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อสารนิพนธ์	ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก
โดย	น.ส.พรนภัส เข็มทอง
สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ศาสตราจารย์ ดร.สนอง เอกสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.นงนุช เหมืองสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.สนอง เอกสิทธิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พรนภัส เข็มทอง : ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก. (Meditation Clothing with Mosquito Repellent Efficacy via Fabric Aerosol Coating) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.สนอง เอกสิทธิ์

โครงการพิเศษนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการพัฒนาต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็กของสารเพอร์เมทริน เนื่องจากยุงคือหนึ่งในพาหะสำคัญของโรคติดต่อนำโดยแมลง อาทิเช่น โรคไข้เลือดออก โรคติดเชื้อไวรัสซิก้า โรคไข้ปวดข้อยุงลาย ประกอบกับการขยายตัวของความเป็นเมืองได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในหลากหลายมิติรวมทั้งด้านสุขภาพจิต จากรายงานอัตราการฆ่าตัวตายของกรมสุขภาพจิตปี 2563 พบว่าอัตราการฆ่าตัวตายของประชากรไทยสูงขึ้นจาก 6.6 รายต่อประชากรแสนคน ในปี 2562 เป็น 7.3 รายต่อประชากรแสนคน การปฏิบัติธรรมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการฟื้นฟูจิตใจ โดยจากการศึกษาผ้า 3 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพสลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 และผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 พบว่าผ้าที่สามารถดูดซับสารเพอร์เมทรินได้ดีที่สุดคือผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ รองลงมาคือผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพสลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 โดยเมื่อส่องดูด้วยเครื่อง FT-IR Spectrometer พบการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูดของช่วงคลื่นที่ระยะ 1400 ถึง 1900 cm-1 บนผ้าทั้งสองชนิดและพบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นภายหลังการพ่นมากกว่าร้อยละ 0.196 โดยจากการศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์พบว่าผู้ทำแบบสอบถามร้อยละ 83.5 รู้สึกสนใจในผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง และมากกว่าร้อยละ 46.9 เคยประสบปัญหาการถูกรบกวนจากยุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2563	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6280126720 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT
KEYWORD: Meditation Clothing, Mosquito Repellent, Aerosol Coating, Permethrin

Pornnapas Khemthong : Meditation Clothing with Mosquito Repellent Efficacy via Fabric Aerosol Coating. Advisor: Prof. SANONG EKGASIT, Ph.D.

The purpose of this research is to develop the meditation clothing with mosquito repellent efficacy via fabric aerosol clothing due to mosquito is the key infection of insect disease such as Dengue Zika and Chikungunya. Moreover, the growth of urbanization effect to economics and society in several ways even mental. The stress statistical report from department of mental in 2020 showed that 7.3 of 100,000 people have completed suicide and increased from 6.6 of 100,000 people in 2019. Thus, meditation is the alternative way to relief their environmental forces. As result from the study show that the best absorption fiber is cotton 100% fabric and cotton 95% with polyester 5% subsequently. From FT-IR spectrometer observation process shows the rise of permethrin at 1400 to 1900 cm-1 wavelength in both fabrics. Furthermore, as weight testing compare between before and after clothing increase more than 0.196% of pure fabric weight. Refer to market research over 83.5% of participants interested in the new product development of meditation clothing and 46.9% has been disturbed by mosquito.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Technopreneurship and Innovation Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2020	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาโครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้โดยได้รับความเมตตากรุณาจากศาสตราจารย์ ดร. สนอง เอกสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษในการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และคำแนะนำในการจัดทำโครงการพิเศษให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ตลอดจนขอขอบคุณประธานกรรมการสอบ ศาสตราจารย์ ดร.นงนุช เหมืองสิน และคณะกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร. ชัชวาล ใจซื่อกุล ผู้สละเวลาในการชี้แนะปรับปรุงจุดบกพร่องให้โครงการพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโท ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ในขั้นตอนการปฏิบัติงานทางเคมี เพื่อศึกษาการพัฒนาต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก ประกอบกับความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ในสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19

ขอขอบคุณคณาจารย์หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรมทุกท่านในความเมตตาถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตต่อไปในอนาคต

พรนภัส เข็มทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญภาพ 1

สารบัญตาราง 2

สารบัญแผนภูมิ 4

บทที่ 1 บทนำ 6

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 6

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 7

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 7

1.4 สมมติฐานของการศึกษา 8

1.5 วิธีดำเนินการศึกษา 8

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

1.7 Technology, Innovation and Management (TIM) 9

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

2.1 ทฤษฎีนวัตกรรม 10

2.2 กระบวนการเคลือบผิวเส้นใย (Textile Coating Method) 14

2.3 สารไล่แมลงที่สกัดจากพืช (Biopesticide / Natural Repellents) 15

2.4 โรคที่เกิดจากยุงเป็นพาหะ 17

2.5 งานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา 22
3.1 การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ 23
3.2 กระบวนการทดสอบประสิทธิภาพในการเคลือบผิวเส้นใย 27
3.3 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม 31
3.4 การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ 32
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล 33
4.1 ผลการศึกษาการพัฒนาต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง 33
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม 49
บทที่ 5 การประเมินทางเทคโนโลยี 62
5.1 การประเมินพื้นฐานของเทคโนโลยี 62
5.2 การประเมินตลาด (Market Assessment) 64
5.3 การใช้ประโยชน์ทางเทคโนโลยี (Technology Exploitation) 67
5.4 การนำเทคโนโลยีไปสู่เชิงพาณิชย์ (Technology Commercialization) 68
5.5 การปกป้องเทคโนโลยี (Technology Protection) 72
5.6 ความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibilities) 72
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 78
6.1 สรุปผลการศึกษา 78
6.2 ข้อเสนอแนะ 79
บรรณานุกรม 81
ภาคผนวก 83
ประวัติผู้เขียน 89

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 ประเภทของการยอมรับนวัตกรรม 10
ภาพที่ 2.2 กระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรม 12
ภาพที่ 3.1 การเตรียมเศษผ้าก่อนการทดลอง 24
ภาพที่ 3.2 การเตรียมส่วนผสมในการฉีดพ่น 24
ภาพที่ 3.3 การประกอบเครื่องพ่นเข้ากับกระบอกใส 25
ภาพที่ 3.4 การประกอบเครื่องพ่นเข้ากับกระบอกใส 25
ภาพที่ 3.5 การติดชิ้นงานลงบนตู้ทดลอง 25
ภาพที่ 3.6 การตรวจสอบล็อกของประตู 26
ภาพที่ 3.7 การบรรจุสารละลายในเครื่อง VQ20 26
ภาพที่ 3.8 การเปิดเครื่อง VQ20 26
ภาพที่ 3.9 การบรรจุสีผสมอาหารในเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer 27
ภาพที่ 3.10 การบรรจุสารเพอร์เมทรินในเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer 27
ภาพที่ 3.11 กระบวนการเคลือบผิวชิ้นงานด้วยเครื่อง VQ20 28
ภาพที่ 3.12 การเคลือบผิวชิ้นงานด้วยเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer (สีผสมอาหาร) 28
ภาพที่ 3.13 ทดสอบการกระจายตัวของสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ 29
ภาพที่ 3.14 การชั่งน้ำหนักผ้าก่อนพ่น 29
ภาพที่ 3.15 การเคลือบผิวชิ้นงานด้วยเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer (เพอร์เมทริน) 30
ภาพที่ 3.16 การชั่งน้ำหนักผ้าหลังพ่น 30
ภาพที่ 3.17 ทดสอบการติดสารเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง FT-IR Spectrometer 30
ภาพที่ 3.18 การแสดงผลของโปรแกรม OMNIC 31
ภาพที่ 4.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นของเพอร์เมทริน 42
ภาพที่ 5.1 การวางตำแหน่งทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง 69

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการศึกษาโครงการพิเศษ 22
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้า 3 ประเภท ที่ช่วงเวลาต่างกัน (ครั้งที่ 1) 33
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm. 34
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm. 35
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm36
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm. 37
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm. 38
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm39
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการกระจายตัวของสีบนกระจกสไลด์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย x5 40
ตารางที่ 4.9 แสดงน้ำหนักที่เปลี่ยนของผ้าก่อนและหลังพ่นเพอร์เมทริน 42
ตารางที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 100% 43
ตารางที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 95% 44
ตารางที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 35% 45
ตารางที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 100% ครั้งที่ 2 46
ตารางที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 95% ครั้งที่ 2 47
ตารางที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 35% ครั้งที่ 2 48
ตารางที่ 4. 16 ข้อเสนอแนะต่อผลิตภัณฑ์ 61
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในปัจจุบัน 66
ตารางที่ 5.2 ราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง 71
ตารางที่ 5.3 เงินลงทุนเบื้องต้น 72
ตารางที่ 5.4 ประมาณการยอดขาย 73
ตารางที่ 5.5 กำลังการผลิต 73

Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.6 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการบริหาร 74
ตารางที่ 5.7 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขาย 74
ตารางที่ 5.8 การเปลี่ยนแปลงสมมติฐานทางการเงิน 74
ตารางที่ 5.9 งบกำไรขาดทุนของกิจการ 75
ตารางที่ 5.10 งบดุลของกิจการ 75
ตารางที่ 5.11 งบกระแสเงินสดของกิจการ 76
ตารางที่ 5.12 อัตราส่วนทางการเงินของกิจการ 76
ตารางที่ 5.13 บทสรุปทางการเงิน 76
ตารางที่ 5.14 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ 77
ตารางที่ 6.1 ผลตอบแทนในรูปแบบ B2B 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามเพศ 49
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามอายุ 50
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามระดับการศึกษา 50
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพหลัก 50
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพเสริม 51
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามรายได้ 51
แผนภูมิที่ 4.7 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามภูมิลำเนา 52
แผนภูมิที่ 4.8 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามภูมิภาคพักอาศัย 52
แผนภูมิที่ 4.9 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามลักษณะที่พักอาศัย 52
แผนภูมิที่ 4.10 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามความถี่ในการปฏิบัติธรรม 53
แผนภูมิที่ 4.11 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามสถานที่ปฏิบัติธรรม 53
แผนภูมิที่ 4.12 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามระยะเวลาในการปฏิบัติธรรม 54
แผนภูมิที่ 4.13 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามจำนวนชุดที่พกพา 54
แผนภูมิที่ 4.14 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามช่วงเวลาที่ปฏิบัติธรรม 54
แผนภูมิที่ 4.15 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามบุคคลร่วมปฏิบัติธรรม 55
แผนภูมิที่ 4. 16 แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อชุดปฏิบัติธรรม 55
แผนภูมิที่ 4.17 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามอายุการใช้งานชุดปฏิบัติธรรม 56
แผนภูมิที่ 4.18 แสดงปัญหาจากการสวมใส่ชุดปฏิบัติธรรม 56
แผนภูมิที่ 4.19 แสดงผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่ผู้ทำแบบสอบถามเคยพบเห็น 57
แผนภูมิที่ 4.20 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามการพบเห็นสิ่งทอป้องกันยุง 57
แผนภูมิที่ 4.21 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามความสนใจต่อผลิตภัณฑ์ 57
แผนภูมิที่ 4.22 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามการพิจารณาคุณประโยชน์ 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 4.23 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามประเภทชุดปฏิบัติธรรมในอุดมคติ 59
แผนภูมิที่ 4.24 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง 59
แผนภูมิที่ 4.25 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามช่องทางการจัดจำหน่าย 59
แผนภูมิที่ 4.26 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามราคาผลิตภัณฑ์..... 60
แผนภูมิที่ 4.27 แสดงเหตุผลในการยอมรับชุดปฏิบัติทำของผู้ทำแบบสอบถาม 60
แผนภูมิที่ 4.28 แสดงเหตุผลในการไม่ยอมรับชุดปฏิบัติธรรมของผู้ทำแบบสอบถาม..... 60
แผนภูมิที่ 4.29 แสดงการยอมรับนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง..... 61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สถานการณ์ของโรคระบาดในปัจจุบันเกิดขึ้นจากพาหะที่หลากหลาย ยุงลายคือหนึ่งในพาหะสำคัญอาทิ โรคไข้เลือดออก (Dengue) โรคติดเชื้อไวรัสซิก้า (Zika Virus) และโรคไข้ปวดข้อยุงลาย (Chikungunya) เป็นต้น จากรายงานสถานการณ์โรคจากแมลงในประเทศไทยของกรมโรคติดต่อนำโดยแมลง กระทรวงสาธารณสุข พบว่าในปี 2563 มีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 1075.3 คนต่อประชากรหนึ่งล้านคน ผู้ป่วยโรคไข้ปวดข้อยุงลาย 164.6 คนต่อประชากรหนึ่งล้านคน และผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสซิก้า 2.2 คนต่อประชากรหนึ่งล้านคน โดยเฉพาะช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม มีผู้ป่วยด้วยโรคจากยุงลายมากกว่า 38,000 คน [1] เนื่องด้วยปัจจัยจากสภาพอากาศร้อนชื้นที่เหมาะกับการแพร่พันธุ์ของยุง ส่งผลให้ปัจจุบันมีการคิดค้นวิธีการป้องกันยุงที่หลากหลายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์และบริการต่าง ๆ อาทิ สเปรย์กันยุง ยากันยุง มุ้งนาโน น้ำมันหอมระเหย แผ่นแปะกันยุง สายรัดข้อมือ การตกแต่งสำเร็จเพื่อเพิ่มคุณสมบัติสิ่งทอ เป็นต้น ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบจากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์และกระบวนการในการผลิต

สารสกัดจากธรรมชาติไล่แมลง (Natural Repellent) จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกนอกจากสารสังเคราะห์ (Synthetic Chemical Repellent) เนื่องจากเป็นสารสกัดจากพืช (Plant-Derived Insect Repellent) โดยเฉพาะ Permethrin และสาร pyrethroids ที่สามารถสกัดได้จากต้นไม้ในตระกูลเบญจมาศ Chrysanthemum cinerariifolium ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลงทำให้เป็นอัมพาต [2] มักใช้ในรูปแบบสเปรย์พ่นเคลือบเสื้อผ้า เช่น permethrin-impregnated หรือ pyrethroid-impregnated

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เสื้อผ้าจัดเป็นปัจจัยพื้นฐานของมนุษย์และอุตสาหกรรมเคลือบผิวจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญ จากข้อมูลของ Transparency Market Research ได้คาดการณ์ว่าอุตสาหกรรมเคลือบผิวในตลาดโลกจะมีมูลค่ารวมกว่า 5 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2025 ด้วยอัตราเติบโต (CAGR) ที่ร้อยละ 3.9 โดยมีประเทศจีนเป็นผู้นำในตลาด [3] กล่าวโดยสรุปคืออุตสาหกรรมเคลือบผิวเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่กำลังเติบโต และสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในด้านผลิตภัณฑ์ การเกษตร การก่อสร้าง ยารักษาโรค บรรจุภัณฑ์ การขนส่ง สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม

ในปัจจุบันการขยายตัวของความเป็นเมือง (Urbanization) ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในหลากหลายมิติ ทั้งในด้านการพัฒนาการเข้าถึงสิ่งต่าง ๆ ความสะดวกสบายและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น การติดต่อสื่อสารเป็นไปโดยง่าย ในขณะเดียวกันผู้คนแสวงหาความเป็นส่วนตัวมากขึ้น สถานที่จำเพาะเพื่อสร้างความสงบทางจิตใจจึงเป็นสิ่งที่ผู้คนแสวงหานอกจากความเป็นเมือง ดังเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนสำนักปฏิบัติธรรมในประเทศไทยในปัจจุบันมากกว่า 1600 แห่ง โดยอ้างอิงทะเบียนสำนักปฏิบัติธรรมประจำจังหวัด ตามมติมหาเถรสมาคม สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ [4] ประกอบกับสภาวะความเครียดที่เพิ่มมากขึ้นดังรายงานอัตราการฆ่าตัวตายของกรมสุขภาพจิตปี 2560 ถึง 2563 [5] คิดเป็น 6.0 6.3 6.6 และ 7.3 รายต่อประชากรแสนคนตามลำดับ โดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 30-49 ปี ที่ได้รับแรงกดดันจากวิกฤตวัยกลางคน (Midlife-Crisis) และการทำงาน รวมถึงโรคติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยตรง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ผู้คนจำนวนมากที่ต้องการแสวงหาทางออกจึงมีแนวโน้มเข้าวัดและปฏิบัติธรรม เพื่อฟื้นฟูจิตใจมากขึ้น

จากข้อมูลทั้งหมดข้างต้น จึงเป็นที่มาของการศึกษาและพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีคุณสมบัติในการป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็กที่มีส่วนผสมของเพอร์เมทริน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีคุณสมบัติในการป้องกันยุงด้วยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก

1.2.2 เพื่อประเมินความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ของผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีคุณสมบัติป้องกันยุง

1.2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการติดสารเพอร์เมทรินตามชนิดเส้นใย

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาการขึ้นรูปต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีคุณสมบัติป้องกันยุงด้วยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.2 ศึกษาประเภทของเส้นใยในการสร้างต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมที่มีคุณสมบัติดูดซับละอองขนาดเล็ก และลักษณะทางกายภาพเปรียบเทียบกับชุดปฏิบัติธรรมที่ไม่ผ่านกระบวนการ

1.3.3 การทดสอบอัตราการเป็นอัมพาตของยุงและอัตราการตายของยุงเมื่อสัมผัสหรือเข้าใกล้ชุดปฏิบัติธรรมต้นแบบ

1.3.4 ศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ของนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

1.4 สมมติฐานของการศึกษา

1.4.1 ชุดปฏิบัติธรรมที่ผ่านการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็กมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงมากกว่า ชุดปกติที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวเส้นใย

1.4.2 สารเพอร์เมทรินที่ความเข้มข้นต่ำออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทและการรับรู้ของยุงในลักษณะอัมพาต

1.4.3 ชุดปฏิบัติธรรมต้นแบบสามารถซักล้างได้ไม่ต่ำกว่า 30 ครั้ง โดยประสิทธิภาพในการป้องกันยุงไม่ลดลง

1.4.4 เทคโนโลยีการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทริน มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปพัฒนาเชิงพาณิชย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 วิธีดำเนินการศึกษา

1.5.1 ในการศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาชุดปฏิบัติธรรมต้นแบบที่มีคุณสมบัติป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก ใช้การศึกษา 2 รูปแบบ ได้แก่ การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ

1.5.2 วิธีการดำเนินการศึกษาแบ่งออกเป็น 6 ระยะ ได้แก่

(1) การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลือบผิวสิ่งทอด้วยละอองขนาดเล็ก (Aerosol Coating) สารเคมีที่มีฤทธิ์ป้องกันยุง (Mosquito Repellent) และความเข้มข้นของสารเคมีต่ออัตราการเป็นอัมพาตของยุง

(2) ออกแบบและพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

(3) ทดสอบคุณสมบัติของชุดต้นแบบ

(4) ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยการเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง

(5) จัดทำแผนธุรกิจ โดยประเมินความเป็นไปได้ทางการตลาด ความเป็นไปได้ในการบริหารจัดการ และความเป็นไปได้ทางการเงิน

(6) สรุปผลการวิจัย การอภิปราย และการให้ข้อเสนอแนะ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพิ่มคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมด้วยคุณสมบัติการป้องกันยุงที่ปลอดภัยต่อผู้สวมใส่

1.6.2 เพิ่มคุณค่าทางจิตใจแก่ผู้ปฏิบัติธรรมจากการงดเว้นการฆ่าสัตว์

1.6.3 ลดปริมาณการใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.7 Technology, Innovation and Management (TIM)

1.7.1 ด้านเทคโนโลยี (Technology) คือ เทคโนโลยีการผลิตละอองขนาดเล็กของสารออกฤทธิ์ด้วย Ultrasonic Atomizer ทำให้สารเกิดการยึดติดบนเส้นใยผ้า โดยใช้สารเคมีในปริมาณน้อยและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.7.2 ด้านนวัตกรรม (Innovation) คือ นวัตกรรมการเคลือบผิวเส้นใยของชุดปฏิบัติธรรมด้วยกระบวนการเคลือบผิวด้วยละอองขนาดเล็ก (Aerosol Coating)

1.7.3 ด้านการจัดการ (Management) คือ การประเมินความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์รวมทั้งการประเมินความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี และการจัดการองค์ความรู้ในการสื่อสารเพื่อสร้างการยอมรับผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีนวัตกรรม

2.1.1 คำจำกัดความของนวัตกรรม (Innovation Definition)[6]

Joseph Schumpeter ให้คำจำกัดความของนวัตกรรมว่า “นวัตกรรมคือผลผลิตจากแนวความคิดที่สร้างสรรค์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ หรือเป็นการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีอยู่แต่เดิม”

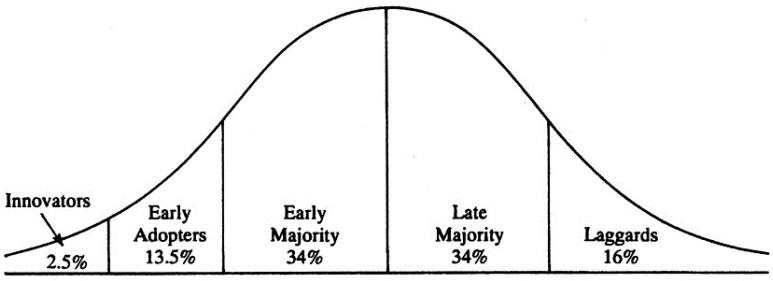
Everette Rogers ให้คำจำกัดความของนวัตกรรมว่า “แนวความคิด วิธีการ หรือวัตถุที่สามารถรับรู้ได้ถึงความใหม่โดยตัวบุคคลเองหรือกลุ่มบุคคล”

Peter Drucker ให้คำจำกัดความของนวัตกรรมว่า “การสร้างนวัตกรรมคือคุณสมบัติเฉพาะตัวของผู้ประกอบการ เป็นการดึงศักยภาพของทรัพยากรที่มีเพื่อสร้างผลกำไรสูงสุด”

2.1.2 แนวคิดการยอมรับนวัตกรรม (Innovation Diffusion) [7]

แนวคิดการยอมรับนวัตกรรมถูกคิดค้นขึ้นโดย Everett M. Rogers แบ่งกลุ่มคนออกเป็น 5 ประเภทโดยมีสัดส่วนดังนี้ กลุ่มผู้นำนวัตกรรม (Innovators) ร้อยละ 2.5 กลุ่มนำสมัย (Early Adopters) ร้อยละ 13.5 กลุ่มกระแสหลักตอนต้น (Early Majority) ร้อยละ 34 กลุ่มกระแสหลักตอนปลาย (Late Majority) ร้อยละ 34 และกลุ่มล้าสมัย (Laggards) ร้อยละ 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.1 ประเภทของการยอมรับนวัตกรรม

(1) กลุ่มผู้นำนวัตกรรม (Innovators) คือ กลุ่มผู้แสวงหาและทดลองใช้สิ่งใหม่ เพื่อสร้างความโดดเด่นจากกลุ่มบุคคลทั่วไป เป็นกลุ่มคนจำนวนน้อยที่มีรูปแบบและความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน คุณสมบัติเบื้องต้นของการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มผู้นำนวัตกรรมคือ มีกำลังทรัพย์เพียง

พอที่จะซ้ำและทดลองนวัตกรรมใหม่ทั้งที่เกิดก่อให้เกิดคุณค่า และไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และมีความสามารถในการเรียนรู้สิ่งใหม่โดยง่ายโดยประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่ซับซ้อน

(2) กลุ่มนำสมัย (Early Adopters) คือ กลุ่มผู้แสวงหาและทดลองใช้สิ่งใหม่ แต่ยังคงไว้ซึ่งความเข้ากันได้กับกลุ่มสังคมและบุคคลอื่นมากกว่ากลุ่มผู้นำนวัตกรรม โดยขนบธรรมเนียมและวิถีปฏิบัติยังคงมีผลต่อการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรม

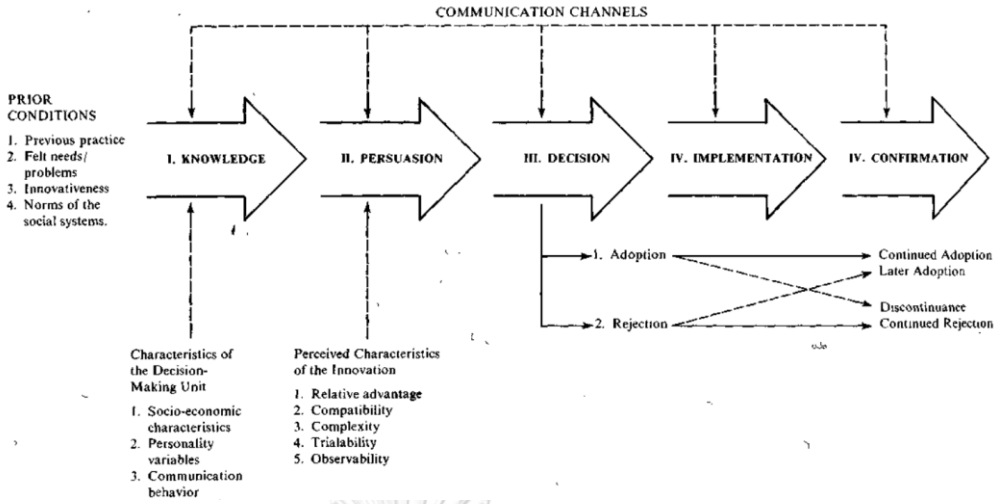
(3) กลุ่มกระแสหลักตอนต้น (Early Majority) คือ กลุ่มผู้ยอมรับนวัตกรรมก่อนกลุ่มคนในค่าเฉลี่ยโดยรวม ปราศจากความต้องการในการเป็นผู้นำนวัตกรรม โดยจำนวนผู้คนที่ยอมรับนวัตกรรมก่อนหน้ามีอิทธิพลต่อกลุ่มดังกล่าว และเป็นกลุ่มที่สำคัญเนื่องจากเป็นกระแสหลัก

(4) กลุ่มกระแสหลักตอนปลาย (Late Majority) คือ กลุ่มผู้ยอมรับนวัตกรรมหลังกลุ่มคนในค่าเฉลี่ยโดยรวม มีความไม่มั่นใจในนวัตกรรมระยะแรกที่ออกสู่ตลาดและจะเกิดการยอมรับเมื่อมีผู้ใช้งานจำนวนมากเกิดขึ้น โดยอิทธิพลด้านความพร้อมทางการเงินมีผลต่อกลุ่มดังกล่าว

(5) กลุ่มล้าสมัย (Laggards) คือ กลุ่มคนสุดท้ายที่ยอมรับนวัตกรรม ปราศจากความต้องการในการเป็นผู้นำและผู้ตาม ห่างไกลจากกลุ่มคนในกระแสหลัก โดยอิทธิพลจากประสบการณ์ในอดีตมีผลต่อกลุ่มดังกล่าว

จากแนวคิดการยอมรับนวัตกรรมของ Everett Rogers สามารถแบ่งคุณลักษณะและอัตราการยอมรับนวัตกรรม (Attributes of Innovations and Their Rate of Adoption) ออกเป็น 5 ประเภทประกอบด้วย คุณประโยชน์ (Relative Advantage) ความเข้ากันได้กับความต้องการ (Compatibility) ความซับซ้อน (Complexity) ความสามารถในการทดลองใช้ (Trialability) และการทำให้เห็น (Observability)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.2 กระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรม

(1) คุณประโยชน์ (Relative Advantage) คือ ระดับการยอมรับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อการรับรู้ต่อความเป็นจริงดีกว่าความคาดหวัง มักแสดงออกในรูปแบบของผลกำไรเชิงเศรษฐกิจ สถานะที่ได้รับ หรือในทางอื่น โดยธรรมชาติส่วนใหญ่ของนวัตกรรมมักถูกกำหนดด้วยคุณประโยชน์ในด้านของสังคมและความชื่นชอบซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการยอมรับนวัตกรรม และสามารถสร้างแรงกระตุ้นจากผลตอบแทน (Effect of Incentives) เพื่อให้เกิดการยอมรับได้อย่างรวดเร็วโดยในอดีตเริ่มต้นจากนวัตกรรมทางด้านการเกษตร นวัตกรรมทางด้านการแพทย์ และนวัตกรรมทางด้านสุขภาพ

(2) ความเข้ากันได้กับความต้องการ (Compatibility) คือ ระดับการยอมรับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อการรับรู้ต่อความเป็นจริงเทียบเคียงกับคุณค่าที่ปรากฏ หรือประสบการณ์ในอดีตและความต้องการ ความเข้ากันได้ของนวัตกรรมสามารถเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ ความเหมาะสมต่อความเชื่อและคุณค่าของสังคมวัฒนธรรม ความเหมาะสมต่อสิ่งที่เคยพบเจอ และความเหมาะสมต่อความต้องการของผู้ใช้

(3) ความซับซ้อน (Complexity) คือ ระดับการยอมรับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อการรับรู้ต่อความเป็นจริงยากต่อความเข้าใจและการใช้งาน มักเกิดขึ้นกับแนวคิดใหม่โดยพิจารณาจากระดับความซับซ้อนไปจนถึงระดับความง่ายของการใช้งาน นวัตกรรมบางประเภทผู้ใช้งานสามารถสามารถทำความเข้าใจได้ในทันที ในขณะที่นวัตกรรมบางประเภทยากต่อความเข้าใจ

(4) ความสามารถในการทดลองใช้ (Trialability) คือ ระดับการยอมรับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นต่อประสบการณ์ที่ตั้งอยู่บนข้อจำกัดพื้นฐาน แนวคิดใหม่ที่ผู้ใช้งานสามารถทดลองใช้ได้จริงจะ

สามารถได้รับการยอมรับอย่างรวดเร็วแตกต่างจากนวัตกรรมที่ไม่สามารถทดลองใช้ได้ในทันที โดยได้ผลดีต่อกลุ่มล้าสมัย (Laggards) มากกว่ากลุ่มผู้นำนวัตกรรม (Innovators) และกลุ่มนำสมัย (Early adopters)

(5) การทำให้เห็น (Observability) คือ ระดับการยอมรับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากการรับรู้และมองเห็น แนวคิดบางประเภทสามารถสื่อสารกับผู้ใช้ได้โดยง่าย ในขณะที่แนวคิดบางประเภทยากต่อการอธิบาย ดังตัวอย่างองค์ประกอบของเทคโนโลยี คือ ฮาร์ดแวร์ (hardware) และซอฟท์แวร์ (software) ฮาร์ดแวร์คือชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่จับต้องได้ในขณะที่ซอฟท์แวร์ไม่สามารถมองเห็นได้ในทันหากขาดฮาร์ดแวร์เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นอัตราการยอมรับฮาร์ดแวร์จึงเกิดขึ้นเร็วกว่าการยอมรับซอฟท์แวร์

2.1.3 แนวคิดการสร้างผลกำไรจากนวัตกรรม (Profiting from Innovation) [8]

แนวคิดการสร้างผลกำไรจากนวัตกรรม (Profiting from Innovation) ถูกคิดค้นขึ้นในปี 1986 โดย David Teece เป็นแนวคิดที่กล่าวถึงสาเหตุของการที่ผู้บุกเบิกในตลาดมักถูกโค่นล้มโดยคู่แข่งหน้าใหม่ ปัจจัยสำคัญคือนวัตกรรมไม่สามารถคงอยู่ได้อย่างโดดเดี่ยว แต่ยังหมายรวมถึงการถือครองสิทธิ์ทางทรัพย์สินปัญญา และกลยุทธ์ที่เหมาะสมล้วนมีผลต่อศักยภาพในการทำกำไรของนวัตกร โดยแบ่งออกเป็น 3 ปัจจัยได้แก่ การปกป้องและคุ้มครองสิทธิ์ตามกฎหมาย (Regimes of Appropriability) กระบวนทัศน์การออกแบบที่โดดเด่น (Dominant Design Paradigm) และองค์ประกอบอื่น ๆ (Complementary Assets)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(1) การปกป้องและคุ้มครองสิทธิ์ตามกฎหมาย (Regimes of Appropriability) คือ ขอบเขตของนวัตกรรมที่นวัตกรสามารถสร้างผลกำไรได้ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของนวัตกรรมและข้อกฎหมาย หากนวัตกรรมสามารถปลอมแปลงหรือเลียนแบบได้ง่าย การปกป้องถือสิทธิ์จะเป็นไปโดยยาก ในทางกลับกัน หากนวัตกรรมสามารถปลอมแปลงหรือเลียนแบบได้ยาก การปกป้องถือสิทธิ์จะเป็นไปโดยง่าย สืบเนื่องจากการครอบคลุมทางกฎหมาย รวมถึงการปกป้องสิทธิบัตรรายละเอียดปลีกย่อยในสิทธิบัตรล้วนมีคุณค่าและความสำคัญอย่างมากเนื่องจากล้วนมีผลในเชิงพาณิชย์ทั้งสิ้น นอกจากนี้ความลับทางการค้าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่บริษัทสามารถปกปิดองค์ความรู้ทางเทคโนโลยีแก่สาธารณะได้

(2) กระบวนทัศน์การออกแบบที่โดดเด่น (Dominant Design Paradigm) และการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม (Industry Evolution) ในระยะเริ่มแรกของการปฏิวัติอุตสาหกรรม การ

ออกแบบผลิตภัณฑ์มักถูกใช้เป็นสิ่งพื้นฐานในการแข่งขันทางการค้า ภายหลังการลองผิดลองถูกจากบริษัทคู่แข่งมากมาย การออกแบบที่ดีที่สุดจะก้าวสู่การเป็นผู้นำตลาด (Dominant design) นวัตกรจึงควรเตรียมพร้อมสำหรับเงินลงทุนในการแข่งขันที่จะเกิดขึ้นอยู่เสมอ โดยเมื่อผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดได้ถูกรับเลือกแล้ว ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงสามารถถูกโค่นล้มได้ด้วยผู้แข่งขันรายใหม่โดยการดัดแปลงหรือลอกเลียนแบบ

(3) องค์ประกอบอื่น ๆ (Complementary Assets) นวัตกรรมที่ประสบผลสำเร็จเชิงพาณิชย์มักประกอบด้วยปัจจัยสำคัญคือองค์ความรู้ทางด้านเทคนิคในการผสานทรัพยากรที่มีอยู่เข้ากับความสามารถในการทำการตลาด การผลิต การบริการหลังการขาย และการจัดจำหน่าย ส่วนเสริมดังกล่าวอาจหมายรวมถึงทรัพย์สินที่จับต้องไม่ได้ (intangible assets) ได้แก่ แผนธุรกิจที่เหมาะสม ความสัมพันธ์กับลูกค้า และโครงสร้างวัฒนธรรมองค์กร เป็นต้น

2.2 กระบวนการเคลือบผิวเส้นใย (Textile Coating Method) [9]

2.2.1 การจุ่มเคลือบ (Immersion/dip coating)

กระบวนการเคลือบที่ง่ายและเป็นที่นิยมมากที่สุด โดยการนำวัสดุผ่านสารละลายลงในอ่างเคลือบ กระบวนการจุ่มเคลือบเป็นวิธีการเคลือบที่เก่าแก่มากที่สุด มักใช้ในการขึ้นรูปฟิล์มขนาดบางโดยของเหลวที่มีความหนืดต่ำ สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย สามารถควบคุมความหนาและความเสถียรในการขึ้นรูปได้โดยการปรับสมดุลของแรงที่มากระทำบนพื้นผิว คุณสมบัติของสารโดยอาศัยตัวแปรในกระบวนการที่ด้านรูปทรงของพื้นผิว ความหนืดของสาร ความตึงผิว ความเร็วในการเคลือบ และตัวปรับสมดุล ทั้งนี้ปัจจัยอันได้แก่ ของเหลวที่ไม่เป็นตามอุดมคติ ความชื้นของเส้นใยและความหยาบของพื้นผิวล้วนส่งผลต่อความหนาของฟิล์ม

2.2.2 การเคลือบผ่านลูกกลิ้ง (Roll Coating)

การเคลือบผ่านการหมุนของลูกกลิ้งเป็นการเคลือบประเภทหนึ่งที่ได้รับความนิยมผ่านรูปแบบของลูกกลิ้งที่หลากหลายโดยสามารถจำแนกชนิดได้ตามจำนวนของลูกกลิ้งที่ใช้ (1 ถึง 4 ลูกหรือมากกว่านั้น) การกำหนดทิศทางการหมุนจะสัมพันธ์กับพื้นผิวในลักษณะสวนทางหรือไปในทิศทางเดียวกับวัสดุ และผิวสัมผัสของลูกกลิ้งที่เรียบหรือขรุขระ การเคลือบผ่านลูกกลิ้งเป็นกระบวนที่ต้องระบุค่าของตัวแปรก่อนเริ่มกระบวนการ เนื่องจากแผ่นฟิล์มจะถูกขึ้นรูปบนลูกกลิ้งก่อนสัมผัสกับพื้นผิวของวัสดุ ดังนั้นเพื่อควบคุมกระบวนการ การทำความเข้าใจทิศทางการไหลของสารในระบบจึง

เป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะส่งผลต่อคุณภาพในการเคลือบ จากการศึกษาจำนวนมากพบว่ารูปทรง รูปแบบการไหลของของไหลและความเร็วสัมพัทธ์ของสองพื้นผิวคือตัวแปรสำคัญในการเคลือบ และปัจจัยอื่นอาทิ การเปลี่ยนรูปของลูกกลิ้ง รัศมีของลูกกลิ้งและแม่พิมพ์ล้วนส่งผลต่อกระบวนการเคลือบเช่นกัน

2.2.3 การเคลือบโดยการพ่นละออง (Spray coating)

การพ่นละอองไปยังพื้นผิวของวัสดุโดยตรง ประกอบด้วยการบีบอัดไอในอากาศ (Pressed Air Vaporization) การพ่นด้วยแรงดันต่ำ (Airless Pressure Spray) การพ่นด้วยความร้อน (Hot Flame Spray) การพ่นด้วยไอร้อน (Hot Vapor Impelled Spray) การพ่นด้วยไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Spray) และการพ่นด้วยผงเรซิ่นแห้ง (Dry Powder Resin Spray) วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือการบีบอัดไอในอากาศ โดยอาศัยการพ่นอากาศและวัสดุเคลือบผิวผ่านหัวฉีด

2.3 สารไล่แมลงที่สกัดจากพืช (Biopesticide / Natural Repellents) [10]

สารไล่แมลงในกลุ่มนี้ประกอบด้วย เพอร์เมทริน (Permethrin) ซิโทรเนลลา (Citronella) น้ำมันสกัดจากใบเลมอนยูคาลิปตัส (Oil of Lemon Eucalyptus) และน้ำมันกัดจากกานพลู (Clove Oil)

2.3.1 เพอร์เมทริน (Permethrin)

สารที่มีคุณสมบัติเป็นทั้ง Insect Repellent และ Contact Insecticide ที่ได้รับอนุญาตให้นำมาใช้แบบในอาคารหรือ Indoor Use ได้ สารไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) ใกล้เคียงกับสารสกัดจากดอกของต้นไม้ในตระกูลเบญจมาศ Chrysanthemum Cinerariifolium ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลงทำให้เป็นอัมพาต จะฆ่าแมลงเมื่อแมลงมาเกาะสัมผัสถูกสาร มักใช้ในรูปสเปรย์พ่นเคลือบเสื้อผ้า หรืออุปกรณ์ที่ใช้เดินป่า เช่น Permethrin-Impregnated หรือ Pyrethroid Impregnated Clothing ด้วยความเข้มข้น 0.5% spray ใช้พ่นเสื้อผ้า มุ้ง เต๊นท์หรือถุงนอน รองเท้าบู๊ท เพื่อป้องกันแมลงหลายชนิดโดยเฉพาะ เห็บ ไรอ่อน ยุง ริ้น มีการศึกษาเปรียบเทียบการใช้สาร Permethrin เคลือบบนเครื่องนุ่งห่มพบมีประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงหรือยุงเป็นเวลานานกว่า 4-6 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับ placebo และเมื่อใช้คู่กับการทา DEET พบว่าประสิทธิภาพการป้องกันแมลงจะมากขึ้นกว่าการทา DEET เพียงอย่างเดียว ได้มีการศึกษาในประเทศไทยในการใช้ เคลือบกับ

ชุดนักเรียน (Impregnated School Uniforms with Permethrin) ในการป้องกันยุงลาย พบข้อจำกัดของการใช้ Pyrethroid-Impregnated clothing คือปริมาณสารไล่แมลงจะลดลงตามลำดับเมื่อผ่านการซักล้างหลายครั้ง จึงอาจไม่เหมาะกับเสื้อผ้าที่ต้องซักบ่อย

2.3.2 ซิโทรเนลลา (Citronella)

น้ำมันสกัดจากพืชตะไคร้หอม (Citronella Grass) ตระกูล Cymbopogon spp. เช่น Cymbopogon nardus มีสารสำคัญที่ทำหน้าที่ไล่แมลงหลายชนิดได้แก่ Camphor, Eucalyptol, Eugenol, Linalool, Citronellal, Geraniol ออกฤทธิ์สั้นเมื่อเทียบกับ DEET สารนี้ขึ้นทะเบียนอยู่ใน US EPA แต่ในประเทศแคนาดาและประเทศในแถบยุโรปได้ตัด citronella ออกจากสารป้องกันแมลงตั้ง แต่ปี ค.ศ. 2006 เนื่องจากกังวลเกี่ยวกับสาร methyl eugenol ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง ทั้งยังมีคุณสมบัติระเหยง่ายต้องทาซ้ำบ่อยมีการพัฒนารูปแบบเป็น Petroleum Jelly Base จึงออกฤทธิ์ได้ยาวนานขึ้น หรือพัฒนากรรมวิธี Microencapsulation และ Nanoemulsion เข้ากับสาร Vanillin หรือ Vanillin-Based Citronella เพื่อให้คงสภาพกลิ่นดีขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันยาวนานขึ้น แต่ไม่ค่อยได้ผลกับการใช้ป้องกันเห็บ นอกจากนี้การใช้ในรูปของสายรัดข้อมือพบยังไม่มีประสิทธิภาพที่ดีเพียงพอ

2.3.3 น้ำมันสกัดจากใบเลมอนยูคาลิปตัส (Oil of Lemon Eucalyptus)

น้ำมันสกัดจากใบเลมอนยูคาลิปตัสหรือ Lemon Eucalyptus (Corymbia citriodora, Eucalyptus citriodora) เป็น Volatile Organic Compound มีสารสำคัญคือ p-menthane-3, 8-diol หรือรู้จักในชื่อ PMD นอกจากนี้ยังมีสารอื่นที่ออกฤทธิ์ ได้แก่ Citronellol, limonene, linalool อย่างไรก็ตาม US EPA ไม่แนะนำการใช้น้ำมันสกัด 100% OLE มาใช้ป้องกันแมลงโดยตรงเนื่องจากยังไม่มีข้อมูลเพียงพอ PMD มีประสิทธิภาพในการไล่แมลงได้หลายชนิด สามารถใช้ป้องกันเห็บที่เป็นพาหะของโรค Lyme Disease และ Rocky Mountain Spotted Fever ส่วนใหญ่มักผลิตที่ความเข้มข้น 10-40% ในรูปแบบสเปรย์ US FDA ไม่แนะนำให้ใช้ในเด็กเล็กอายุต่ำกว่า 3 ปี พบมีผลข้างเคียงเฉพาะที่อาจเกิดการระคายเคืองโดยเฉพาะในการใช้กับผู้ป่วยโรคผื่นภูมิแพ้ผิวหนัง

2.3.4 น้ำมันกัดจากกานพลู (Clove Oil)

น้ำมันสกัดจากกานพลู ได้จากเปลือกไม้หรือดอกของต้นกานพลู Syzygium Aromaticum, Eugenia Caryophyllata, Eugenia Aromaticum มีสารประกอบหลักได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Eugenol, Eugenol acetate และ caryophyllene ใช้เป็นสารไล่ยุงและแมลง เนื่องจากยังพบส่วนประกอบของสาร methyl eugenol ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง จึงมีความกังวลและยังมีข้อมูลไม่เพียงพอเกี่ยวกับความปลอดภัย

2.4 โรคที่เกิดจากยุงเป็นพาหะ [11]

ยุงเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญหลายชนิด โรคที่สำคัญ และพบในประเทศไทย ได้แก่ โรคไข้เลือดออก (Dengue Hemorrhagic Fever) โรคไข้ซิก้า (Zika Fever) และโรคไข้ปวดข้อยุงลายหรือโรคชิคุนกุนยา (Chikungunya)

2.4.1 โรคไข้เลือดออก (Dengue Hemorrhagic Fever)

พบครั้งแรกในทวีปเอเชีย ยุงลายบ้านเป็นพาหะหลัก มียุงลายสวนเป็นพาหะรองนำเชื้อไวรัสเดงกีทำให้เกิดโรคไข้เลือดออก พบผู้ป่วยทุกเพศ ทุกวัย โดยเฉพาะผู้ที่ขาดภูมิคุ้มกัน หลังจากถูกยุงลายที่มีเชื้อกัดประมาณ 5-8 วัน จะมีอาการไข้สูงติดต่อกัน 2-7 วัน หน้าแดง ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ ปวดกระดูก ปวดเบ้าตาบางราย ปวดท้อง อาเจียน เบื่ออาหาร มีจุดแดงเล็กๆ ตามแขนขาลำตัว รักแร้ อาจมีเลือดกำเดาไหลและเลือดออกตามไรฟัน อาการทั่วไปคล้ายเป็นหวัด แต่มักไม่ไอและไม่มีน้ำมูก

2.4.2 โรคไข้ซิก้า (Zika Fever)

เกิดจากการติดเชื้อไวรัสซิกา (Zika virus) มียุงลายและยุงอื่นเป็นพาหะนำโรค ไข้ซิกามีระยะฟักตัวเฉลี่ย 4-7 วัน อาการแสดงที่ได้พบบ่อย เช่น มีไข้ เกิดผื่นหนาตามผิวหนัง เยื่อบุตาอักเสบตาแดง ปวดข้อ ปวดหลัง อาจมีอาการอื่นๆ เช่น อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ ต่อมน้ำเหลืองโตอุจจาระร่วง ส่วนใหญ่อาการไม่รุนแรงยกเว้นในหญิงตั้งครรภ์ซึ่งอาจทำให้ทารกแรกเกิดมีศีรษะเล็กผิดปกติ มีอาการทางสมองและระบบประสาท หรือมีภาวะแทรกซ้อนระหว่างตั้งครรภ์ แต่มีความสำคัญมากขึ้นเพราะมีรายงานว่าติดต่อจากคนสู่คนได้ ทางเพศสัมพันธ์ และเลือด ในปัจจุบันไม่มีวัคซีนป้องกันโรค ให้การรักษาตามอาการ

2.4.3 โรคไข้ปวดข้อยุงลายหรือโรคชิคุนกุนยา (Chikungunya)

พบครั้งแรกในทวีปแอฟริกา ในประเทศไทยมียุงลายสวนเป็นพานะหลักยุงลายบ้านเป็นพาหะรอง เชื้อจากแม่ยุงส่งต่อไปยังลูกรุ่นต่อไปได้ ผู้ป่วยจะมีอาการไข้สูงอย่างฉับพลัน มีผื่นแดงขึ้นตามร่างกายและอาจมีอาการคันร่วมด้วย พบตาแดง ส่วนใหญ่แล้ว ในเด็กจะมีอาการไม่รุนแรงเท่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในผู้ใหญ่ อาการที่เด่นชัดคืออาการปวดข้อ ซึ่งอาจพบข้ออักเสบส่วนใหญ่จะเป็นที่ข้อเล็ก ๆ เช่น ข้อมือ ข้อเท้า อาการปวดข้อจะพบได้หลายๆ ข้อเปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อย ๆ อาการจะรุนแรงมาก จนบางครั้งขยับข้อไม่ได้ อาการจะหายภายใน 1-12 สัปดาห์ ผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการปวดข้อเกิดขึ้นได้อีก ภายใน 2-3 สัปดาห์ และบางรายอาการปวดข้อจะอยู่ได้นานเป็นเดือนหรือเป็นปี ไม่พบผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงถึงช็อกซึ่งแตกต่างจากโรคไข้เลือดออกแต่อาจมีจุดเลือดออกบริเวณผิวหนังได้เมื่อรัดแขน

2.5 งานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Stephanie Richards และคณะ [12] ได้ศึกษาการเคลือบเสื้อผ้าด้วยเพอร์เมทรินเพื่อปกป้องผู้ปฏิบัติงานกลางแจ้งโดยประเมินจากวิธีการที่แตกต่างกัน ทดสอบจากยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) และยุงลายสวน (*Ae. albopictus*) ผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ (100% cotton) และผ้าฝ้ายผสมโพลีเอสเตอร์ร้อยละห้าสิบ (50% cotton/ 50% polyester) พบว่าประสิทธิภาพในการป้องกันยุงเกิดจากหลายปัจจัยได้แก่ ความถี่ในการซัก ชนิดของผ้าโดยผ้าฝ้ายบริสุทธิ์สามารถดูดซับเพอร์เมทรินได้มากกว่า และการตอบสนองของยุง หากพิจารณาจากการตอบสนองของยุงจะพบว่าไม่ใช่ยุงทุกตัวที่ถูกฤทธิ์ของเพอร์เมทรินจนเข้าสู่ระยะอัมพาต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความถี่ในการซัก เมื่อจำนวนซักเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการป้องกันยุงจะลดลง หากมีการศึกษาต่อยอดควรวัดผลวิธีการ Petri dish และ Cone Exposure ที่แตกต่างกันสืบเนื่องต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Abdul Wahab และคณะ [13] ได้ศึกษากระบวนการสร้างสิ่งทอที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยเทคโนโลยีการ สร้างละอองขาดเล็ก 9 เป็นการศึกษากระบวนการปรับสภาพ (Pretreatment) ย้อมสี (dyeing) และตกแต่งสำเร็จ (finishing) ในการผลิตถุงเท้าที่โรงงานแห่งหนึ่งในปากีสถาน โดยเปรียบเทียบกระบวนการใช้น้ำแบบดั้งเดิมที่สัดส่วนผ้า 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 130 ถึง 390 ลิตร กับกระบวนการพ่นละอองน้ำ โดยผลการศึกษาพบว่าสามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ร้อยละ 75 ลดการใช้พลังงานลงได้ร้อยละ 47 และลดการใช้สารเคมีลงได้ร้อยละ 50

Reji Gopalakrishnan และคณะ [14] ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารไล่แมลงจากธรรมชาติต่อยุงพาหะไข้เลือดออกและมาลาเรีย 10 พบว่าจากตัวอย่างความเข้มข้นของเพอร์เมทรินที่ 60 – 3000mg/m^2 ปริมาณเพอร์เมทรินจะยังคงอยู่ร้อยละ 36.2 หลังจากผ่านการซักสิบครั้ง

โดยค่าเฉลี่ยในยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) จะออกฤทธิ์ในช่วงระยะเวลา 10.5 ถึง 34.5 นาที และในยุงก้นปล่อง (*An. Stephensi*) จะออกฤทธิ์ในช่วงระยะเวลา 14.5 ถึง 36.8 นาที โดยออกฤทธิ์ได้ดีแก่ยุงลายมากกว่ายุงก้นปล่อง แต่ระยะเวลาการออกฤทธิ์จะช้าลงอยู่ที่ 48.3 นาที เมื่อผ่านการซักสิบครั้ง

Michael K.Faulde และคณะ [15] ได้ศึกษาความเข้มข้นของเพอร์เมทรินบนผ้าภายหลังการซักล้าง โดยจากการทดสอบที่ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 870 mg/m^2 ถึง 4300 mg/m^2 ภายหลังจากซักล้าง 100 ครั้ง พบว่าความเข้มข้นของพอร์เมทรินบนผ้าลดลงเหลือ 20 mg/m^2 ถึง 1800 mg/m^2 คิดเป็นสัดส่วนเพอร์เมทรินที่สูญหายร้อยละ 58.1 ถึงร้อยละ 98.5 โดยยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) มีโอกาสเข้าสู่สภาวะอัมพาตร้อยละ 99 รองลงมาคือ ยุงก้นปล่อง (*An. Stephensi*) และยุงรำคาญ (*Cx. Pipiens*) สืบเนื่องจากยุงลายบ้านเป็นสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีที่ 3.5 เท่าเมื่อเทียบกับอีกสองสายพันธุ์ โดยความเข้มข้นน้อยที่สุดที่ออกฤทธิ์ต่อการเป็นอัมพาตร้อยละ 99 ของยุงคือ 200 mg/m^2 โดยใช้เวลาออกฤทธิ์ 71.5 นาทีต่อการทดสอบกับยุงบ้าน

Vikas B. Thakare และคณะ [16] ได้ศึกษากระบวนการซักล้างที่มีผลต่อความเข้มข้นของเพอร์เมทรินบนเนื้อผ้า พบว่าการซักล้างที่เหมาะสมที่สุดคือ การซักล้างด้วยเครื่องซักผ้าเป็นระยะเวลา 30 นาทีต่อครั้ง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเร็ว 800 รอบต่อนาที อัตราการเป็นอัมพาตของยุงจะลดลงจากร้อยละ 96.9 เป็นร้อยละ 7.9 และอัตราการสิ้นชีวิตของยุงจะลดลงจากร้อยละ 86.9 เป็นร้อยละ 11.4 ภายหลังการซักล้าง 30 ครั้ง โดยสามารถสรุปความสัมพันธ์ดัชนีความทนทานในการซักล้างได้ดังสมการ $w = 100 \times \sqrt[n]{(t_n/t_0)}$ โดย n จำนวนครั้งในการซักล้าง t_n และt_0 คือปริมาณของสารออกฤทธิ์ก่อนและหลังซักล้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.2 งานวิจัยเพิ่มเติม

José Gonçalves และคณะ [17] ได้ทำการพัฒนาผ้าฝ้ายที่มีคุณสมบัติในการป้องกันน้ำซึมผ่านและป้องกันจุลชีพด้วยการสกัดกรดเอลลาจิก (ellagic acid) จากฟางข้าวโพด (zein) โดยคุณสมบัติป้องกันน้ำซึมผ่าน จะได้ผลดีที่สุดเมื่อเคลือบเส้นใยด้วยสารสกัดจากฟางข้าวโพด 50g/L ในเอทานอลร้อยละ 70 และทำมุมมากกว่าหรือเท่ากับ 90 องศากับพื้นผิว พบว่าเส้นใยที่ถูกเคลือบด้วยกรดเอลลาจิกมีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบอย่าง E. coli และแบคทีเรียแกรมบวกอย่าง S. aureus

Wei Wei และคณะ [18] ได้ศึกษาการเคลือบเสื้อผ้าด้วย Al_2O_3-cellulose acetate เพื่อป้องกันการแผ่รังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นยาว (Long-wavelength infrared : LWIR) ที่ความยาวคลื่น 8 ถึง 13 ไมโครเมตร ด้วยคุณสมบัติป้องกันความร้อนที่ 30–40 W m^{-1} K^{-1} ของ Al_2O_3 และคุณสมบัติการป้องกันรังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นยาว 2.5 ถึง 25 ไมโครเมตรของเซลลูโลสอะซิเตท (Cellulose acetate) พบว่าเสื้อผ้าที่ถูกเคลือบมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 62.6 เป็นร้อยละ 80.1 (0.3 ถึง 2.6ไมโครเมตร) อย่างมีนัยสำคัญ และช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวหลังของผู้สวมใส่ได้ 2.3 ถึง 8 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเสื้อผ้าที่ไม่ถูกเคลือบ

2.5.3 สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

(1) ชื่อสิทธิบัตร Insect repellent woven fabric and method for producing the same [19]

เลขที่สิทธิบัตร: CA2671390C

ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ: Rembert Joseph Truesdale และ Phillip H. Riggins

สถานะล่าสุด: ได้รับการคุ้มครองสิทธิบัตรถึง 20 ธันวาคม 2027

บทสรุปการประดิษฐ์: เสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติในการป้องกันแมลงและทนไฟสำหรับพนักงานโรงงาน ทหาร และหน่วยกู้ภัย โดยมีสารประกอบของ carbonamide, thiocarbonamide หรือสารประกอบกลุ่ม guanyl สามารถซักล้างได้โดยยังคงประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงและป้องกันไฟ

สรุปข้อถือสิทธิ์: เส้นใยหลากหลายชนิดที่มีส่วนผสมของเพอร์เมทริน aramid fibers, polybenzoxazole fibers, polybenzimidazole fibers, melamine fibers, polyimide fibers, polyimideamide fibers, modacrylic fibers และเซลลูโลส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) ชื่อสิทธิบัตร Insect-repelling textile product [20]

เลขที่สิทธิบัตร: WO2018193397A1

ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ: Manu TUYTENS, Carl BAEKELANDT และ Kurt INGHELBRECHT

สถานะล่าสุด: ได้รับการตีพิมพ์ 25 ตุลาคม 2018

บทสรุปการประดิษฐ์: เส้นใยที่มีส่วนผสมของเส้นใยเซลลูโลส 35 %w/w ของน้ำหนักผ้าทั้งหมด และเส้นใยสังเคราะห์ เพื่อผิวสัมผัสที่นุ่มและง่ายต่อการพิมพ์ลายโดยเฉพาะลายพรางบนชุดทหาร โดยประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงภายหลังการซักจะลดลง และเส้นด้ายที่ใช้มีประสิทธิภาพในการ

ชะลอการลุกไหม้ของไฟได้ มีความแข็งแรงทางกลสูง โดยใช้กรรมวิธีการชุบสารในอ่าง (full-bath treatment)

สรุปข้อถือสิทธิ์: ผลิตภัณฑ์สิ่งทอป้องกันยุงที่มีส่วนผสมของเส้นใยเซลลูโลสร้อยละ 35 ต่อน้ำหนักโดยรวม ประกอบด้วยเส้นใยฝ้าย (cotton) และเส้นใยสังเคราะห์ (viscose) ที่มีส่วนผสมของโพลีเอสเตอร์และโพลีเอไมด์ โดยเคลือบสารประกอบจำพวก permethrin, pyrethrin, icaridin, cyfluthrine, deltamethrine และ pyrethroids

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการพิเศษ การพัฒนาต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง สามารถสรุปขอบเขตการศึกษาเป็น 5 ขั้นตอน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการศึกษาโครงการพิเศษ

ขั้นตอน	รายละเอียด
ขั้นที่ 1 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลือบผิวสิ่งทอด้วยละอองขนาดเล็ก	(1) กระบวนการเคลือบผิวเส้นใย (2) สารไล่แมลงที่สกัดจากพืช (3) โรคที่เกิดจากยุงเป็นพาหะ (4) งานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง
ขั้นที่ 2 การออกแบบและพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์	(1) กระบวนการเคลือบผิวเส้นใยในแนวตั้งฉาก (2) กระบวนการเคลือบผิวเส้นใยในแนวราบ
ขั้นที่ 3 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม	การเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถาม (survey)
ขั้นที่ 4 การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์	(1) การประเมินทางเทคโนโลยี (2) การประเมินทางตลาด (3) การนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (4) การประเมินความเป็นไปได้ทางการเงิน
ขั้นที่ 5 สรุปผลการศึกษา	(1) สรุปผลจากการศึกษา (2) ข้อเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม และการศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ สามารถแบ่งขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษาได้ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

3.1 การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการเคลือบผิวเส้นใย

3.3 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม

3.4 การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

3.1 การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

1. บีกเกอร์ขนาด 1000 ml
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. คีมคีบสแตนเลส
4. เครื่อง VQ20
5. กล้องจุลทรรศน์
6. สีผสมอาหาร
7. น้ำกลั่น 500ml
8. เศษผ้าขนาด 10x10 cm
9. เศษผ้าขนาด 2x2 cm
10. เทปใส
11. สารเพอร์เมทรินความเข้มข้น 95.1%
12. แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 96%
13. นาฬิกาจับเวลา
14. เครื่องกวนสารและแท่งแม่เหล็กกวนสาร
15. เครื่อง FT-IR Spectrometer
16. กระบอกใสผิวเรียบความยาว 13 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm 8 cm 10 cm
17. เครื่องพ่นละอองขนาดพกพา 3 เครื่อง
18. กระดาษเช็ดทำความสะอาดเลนส์
19. กาวดินน้ำมัน
20. กระจกสไลด์
21. ตะแกรง
22. คลิปหนีบกระดาษ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.2 กระบวนการเตรียมชิ้นงานตัวอย่างและสารตั้งต้น

(1) เตรียมผ้าที่มีส่วนผสมของผ้าฝ้าย (cotton) ที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 ผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 และผ้าโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ โดยตัดผ้าแต่ละชนิดให้มีขนาด 10 x 10 cm และ 2 x 2 cm

ภาพที่ 3.1 การเตรียมเศษผ้าก่อนการทดลอง

(2) เตรียมส่วนผสมในการฉีดพ่น โดยการตวงสีผสมอาหารลงในหลอดเซนติฟิวส์ 5 ml เติมน้ำลงในบีกเกอร์ 500 ml และเทสีผสมอาหารลงไปในบีกเกอร์ ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน

ภาพที่ 3.2 การเตรียมส่วนผสมในการฉีดพ่น

(3) ประกอบเครื่องพ่นละอองขนาดพกพา ทั้งสามเครื่องเข้ากับกระบอกใสผิวเรียบความยาว 13 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm 8 cm และ10 cm ตามลำดับ

ภาพที่ 3.3 การประกอบเครื่องพ่นเข้ากับกระบอกใส

(4) ผสมสารเพอร์เมทรินที่ความเข้มข้น 0.5% w/v เข้ากับน้ำ 20 ส่วน และแอลกอฮอล์ 80 ส่วน

ภาพที่ 3.4 การประกอบเครื่องพ่นเข้ากับกระบอกใส

3.2.3 กระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก (ครั้งที่ 1)

(1) ติดเศษผ้าที่ตัดแล้วลงบนตู้VQ20 ด้วยเทปใส ในทิศทางตรงกันข้ามกับหัวฉีด (nozzle)

ภาพที่ 3.5 การติดชิ้นงานลงบนตู้ทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(2) ปิดตู้ให้สนิท โดยตรวจสอบล็อกบริเวณแนวขอบให้ครบทุกตำแหน่ง

ภาพที่ 3.6 การตรวจสอบล็อกของประตู

(3) เทสารละลายลงในถังบรรจุด้านหลังเครื่อง VQ20 จนหมดบีกเกอร์และปิดฝาให้สนิท

ภาพที่ 3.7 การบรรจุสารละลายในเครื่อง VQ20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(4) กดปุ่มด้านหน้าเครื่อง VQ20 เพื่อเปิดเครื่อง รอเครื่องเป่าลมออกก่อน 10 วินาที แล้วจึงเริ่มกระบวนการเคลือบผิวเส้นใย

ภาพที่ 3.8 การเปิดเครื่อง VQ20

3.2.3 กระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก (ครั้งที่ 2)

(1) บรรจุสารลงในเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก และคว่ำกระบอกลงเปิดเครื่องทิ้งไว้จนกระทั่งละอองเต็มกระบอก

ภาพที่ 3.9 การบรรจุสีผสมอาหารในเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer

3.2.4 กระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก (ครั้งที่ 3)

(1) บรรจุสารเพอร์เมทรินลงในเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer และ คว่ำกระบอกลงเปิดเครื่องทิ้งไว้จนกระทั่งละอองเต็มกระบอก

ภาพที่ 3.10 การบรรจุสารเพอร์เมทรินในเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer

3.2 กระบวนการทดสอบประสิทธิภาพในการเคลือบผิวเส้นใย

3.3.1 ทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว (ครั้งที่ 1)

(1) ทดสอบการกระจายตัวของสีบนเศษผ้าโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ครั้งตามระยะเวลา ได้แก่ 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที และการทดลองแต่ละครั้งประกอบด้วยเศษผ้าทั้ง 3 ประเภท

ภาพที่ 3.11 กระบวนการเคลือบผิวชิ้นงานด้วยเครื่อง VQ20

3.3.2 ทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว (ครั้งที่ 2)

(1) ทดสอบการกระจายตัวของสีบนเศษผ้าโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ครั้งตามระยะเวลา ได้แก่ 1 วินาที 3 วินาที และ 5 วินาที และการทดลองแต่ละครั้งประกอบด้วยเศษผ้าทั้ง 3 ประเภท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

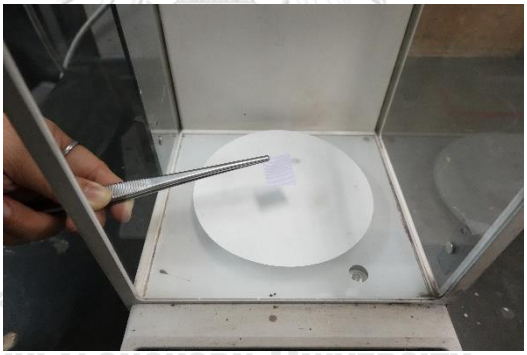
ภาพที่ 3.12 การเคลือบผิวชิ้นงานด้วยเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer (สีผสมอาหาร)

(2) ส่องดูการกระจายตัวของสีด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 3.13 ทดสอบการกระจายตัวของสีด้วยกล้องจุลทรรศน์

3.3.3 ทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว (ครั้งที่ 3)

(1) ชั่งน้ำหนักผ้าขนาด 2 x 2 cm ก่อนพ่นทีละชิ้น บันทึกน้ำหนักที่ได้



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 3.14 การชั่งน้ำหนักผ้าก่อนพ่น

(2) ทดสอบการติดสารเพอร์เมทรินบนเศษผ้าโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ครั้ง ตามระยะเวลา ได้แก่ 1 วินาที 3 วินาที และ 5 วินาที และการทดลองแต่ละครั้งประกอบด้วยเศษผ้าทั้ง 3 ประเภท

ภาพที่ 3.15 การเคลือบผิวชิ้นงานด้วยเครื่องพ่น Nano Ultrasonic Atomizer (เพอร์เมทริน)

(3) ชั่งน้ำหนักผ้าขนาด 2 x 2 cm หลังพ่นทีละชิ้น บันทึกน้ำหนักที่ได้

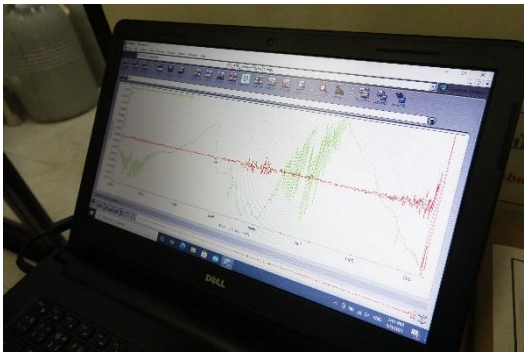
ภาพที่ 3.16 การชั่งน้ำหนักผ้าหลังพ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(4) ทดสอบความสามารถในการติดสารเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง FT-IR Spectrometer

ภาพที่ 3.17 ทดสอบการติดสารเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง FT-IR Spectrometer

(5) บันทึกค่าที่ได้เป็นสกุล .csv ด้วยโปรแกรม OMNIC



ภาพที่ 3.18 การแสดงผลของโปรแกรม OMNIC

3.3.4 ทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว (ครั้งที่ 4)

ทำซ้ำการทดลองที่ 3 โดยเปลี่ยนสัดส่วนสารเพอร์เมทรินที่ความเข้มข้น 0.5% w/v น้ำ 20 ส่วน และแอลกอฮอล์ 80 ส่วน เป็นสารเพอร์เมทรินที่ความเข้มข้น 0.5% w/v น้ำ 30 ส่วน และแอลกอฮอล์ 70 ส่วน โดยดูความเปลี่ยนแปลงของ IR Spectrum เท่านั้น

3.3 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม

การทดสอบการยอมรับนวัตกรรมโดยการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงเป็นไปตามแนวคิดการยอมรับนวัตกรรม (Innovation Diffusion) ของ Everett Rogers แบ่งปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของนวัตกรรมออกเป็น 5 ปัจจัย ได้แก่ คุณประโยชน์ (Relative Advantage) ความเข้ากันได้กับความต้องการ (Compatibility) ความซับซ้อน (Complexity) ความสามารถในการทดลองใช้ (Trialability) และการทำให้เห็น (Observability) ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการตัดสินใจด้านนวัตกรรม (Innovation decision process) อันได้แก่ การรับรู้ การติดตาม การตัดสินใจ การทดลองใช้ และการบอกต่อ

โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการเก็บข้อมูลคือ กระบวนการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ผ่านลักษณะการทดแบบสอบถาม (survey) โดยประกอบด้วยชุดข้อมูล 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อชุดปฏิบัติธรรม

ส่วนที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุง

3.4 การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ของนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงเป็นไปตามแนวคิดการสร้างผลกำไรจากนวัตกรรม (Profiting from Innovation) ของ David Teece แบ่งออกเป็น 3 ปัจจัยได้แก่ การปกป้องและคุ้มครองสิทธิ์ตามกฎหมาย (Regimes of Appropriability) กระบวนทัศน์การออกแบบที่โดดเด่น (Dominant Design Paradigm) และองค์ประกอบอื่น ๆ (Complementary Assets) โดยสามารถแบ่งหัวข้อในการศึกษาได้ดังนี้

(1) การประเมินทางเทคโนโลยี (Technology Assessment) แบ่งเป็นการประเมินขั้นปฐมภูมิ (Primary evaluation) และการประเมินขั้นทุติยภูมิ (Secondary evaluation)
(2) การประเมินทางตลาด (Market Assessment) การประเมินสภาพแวดล้อมภายในและสภาพแวดล้อมภายนอก โดยใช้เครื่องมือ SWOT และ Five Forces Model
(3) การนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (Technology Exploitation) การวิเคราะห์ศักยภาพของเทคโนโลยีโดยการวิเคราะห์กลยุทธ์ที่เหมาะสม (Potential type of strategy)
(4) การประเมินความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibilities) การวิเคราะห์ภาพรวมทางการเงินและการประเมินความเสี่ยง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

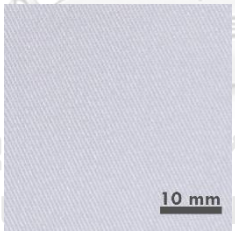
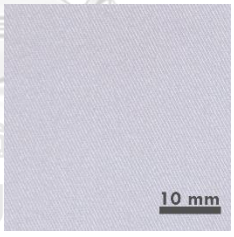
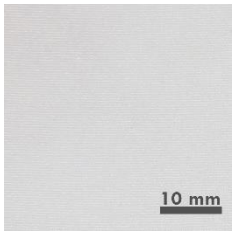
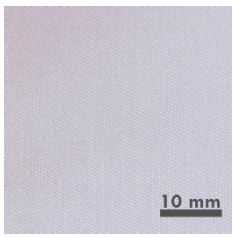
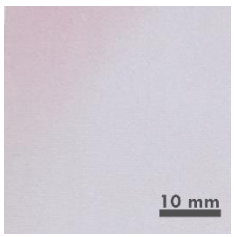
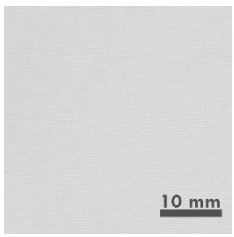
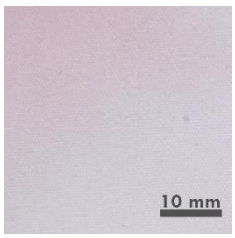
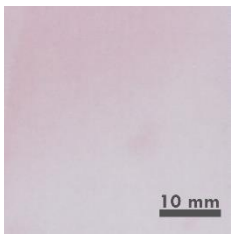
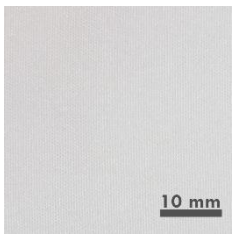
บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการศึกษาการพัฒนาต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

4.1.1 ผลการศึกษาการทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว (ครั้งที่ 1)

จากการศึกษาพบว่า การทดสอบการติดสีด้วยตาเปล่าจากผ้าสามชนิดได้แก่ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 ผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 และผ้าโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์ ผ้าที่สามารถติดสีได้ดีที่สุดคือ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 และระยะเวลาที่ติดสีได้ดีที่สุดคือ 15 นาที ดังตารางที่ 4.1 แต่ปัญหาจากการทดลองในครั้งนี้พบว่า การติดชิ้นงานในแนวตั้งฉากกับตู้ ส่งผลให้การกระจายตัวของเม็ดสีมีความสม่ำเสมอไม่ทั่วชิ้นงาน โดยบริเวณที่สัมผัสสารโดยตรงมีสีเข้มกว่าบริเวณที่ห่างจากหัวฉีด การทดลองครั้งที่ 2 จึงเป็นการทดลองในแนวขนาน และลดปริมาตรเพื่อควบคุมการกระจายตัวของสีที่ดีขึ้น

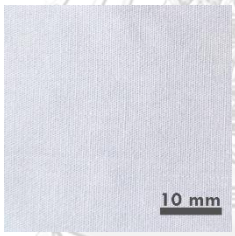
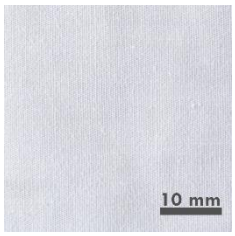
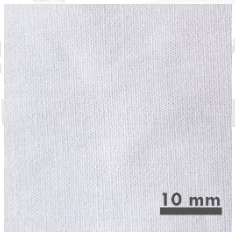
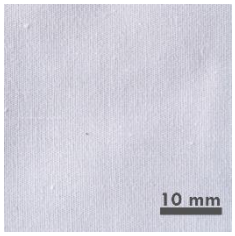
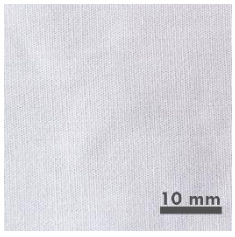
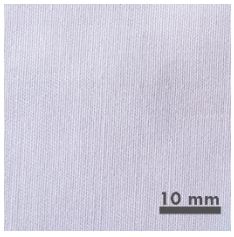
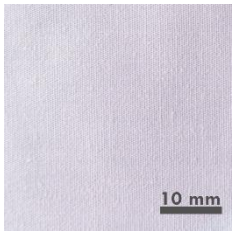
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้า 3 ประเภท ที่ช่วงเวลาต่างกัน (ครั้งที่ 1)

ประเภทเส้นใย / ระยะเวลา (นาที)	Cotton 95% Polyester 5%	Cotton 35% Polyester 65%	Cotton 0% Polyester 100%
5 นาที พบการติดสีน้อยในผ้าที่มีส่วนผสมของ cotton และไม่พบการติดสีในผ้าโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์			
10 นาที พบการติดสีเข้มในผ้าที่มีส่วนผสมของ cotton และไม่พบการติดสีในผ้าโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์			
15 นาที พบการติดสีเข้มที่ผ้า cotton 95% รองลงมาคือ cotton 35%			

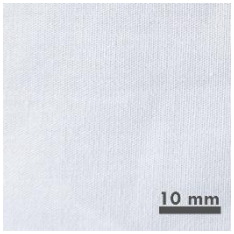
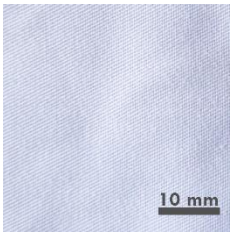
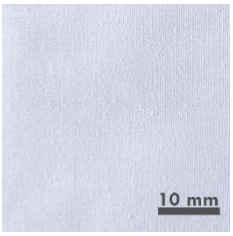
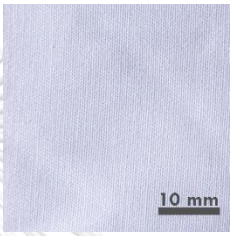
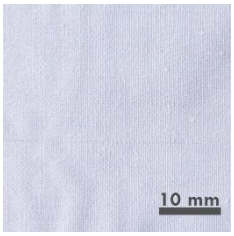
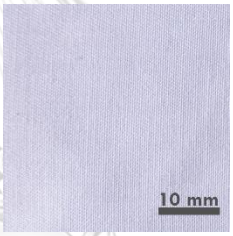
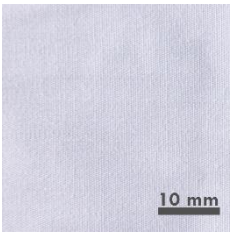
4.1.2 ผลการศึกษาการทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว (ครั้งที่ 2)

การทดลองครั้งที่สองเป็นการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาจากการทดลองครั้งที่ 1 โดยการเปลี่ยนเครื่องพ่น วิธีพ่นเป็นแนวขนาน ปรับปริมาตรลดลง และยกเลิกการใช้ผ้าโพลีเอสเตอร์บริสุทธิ์สีบเนื่องจากประสิทธิภาพในการติดสีที่ต่ำ และเพิ่มการศึกษาจากผ้าฝ้ายบริสุทธิ์เป็นการทดแทน จากการศึกษาพบว่าผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 และผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 พบการติดสีที่สม่ำเสมอทั่วบริเวณที่ครอบคลุมโดยกระบอก โดยผ้าที่มองเห็นการติดสีได้ดีที่สุดคือผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 ดังตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm

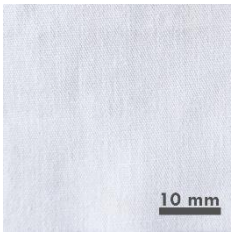
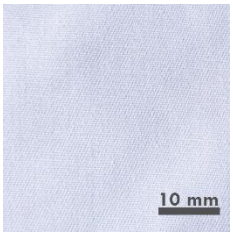
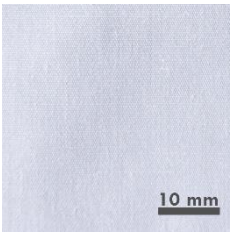
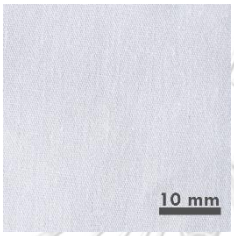
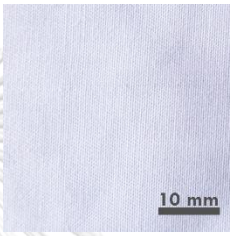
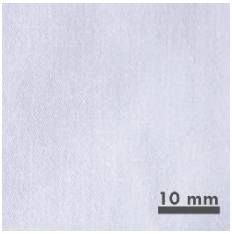
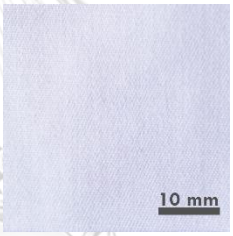
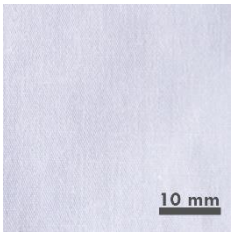
ชนิดผ้า / ระยะเวลา	Cotton 100% Polyester 0%	Cotton 95% Polyester 5%	Cotton 35% Polyester 65%
1 วินาที พบการติดสีเล็กน้อยบนผ้าทั้ง 3 ชนิด			
3 วินาที พบการติดสีปานกลางบนผ้าทั้ง 3 ชนิด			
5 นาที พบการติดปานกลางบนผ้าฝ้ายบริสุทธิ์และผ้าฝ้ายร้อยละ 95 และพบการติดสีเข้มบนผ้าฝ้ายร้อยละ 35			

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm

ชนิดผ้า / ระยะเวลา	Cotton 100% Polyester 0%	Cotton 95% Polyester 5%	Cotton 35% Polyester 65%
1 วินาที ไม่สามารถพิจารณาการติดสีด้วยตาเปล่า			
3 วินาที พบการติดสีเล็กน้อยบนผ้าทั้ง 3 ชนิด			
5 นาที พบการติดสีปานกลางบนผ้าทั้ง 3 ชนิด			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm

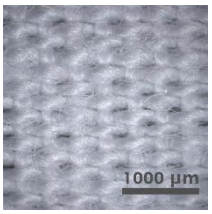
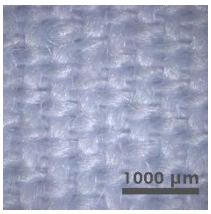
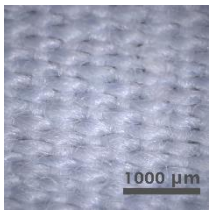
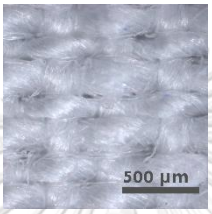
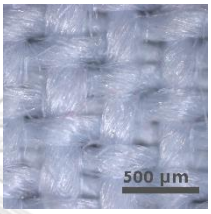
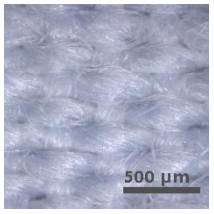
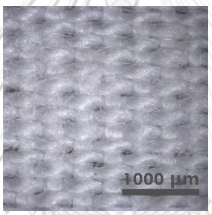
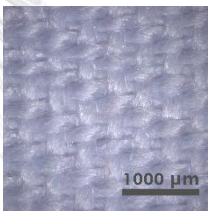
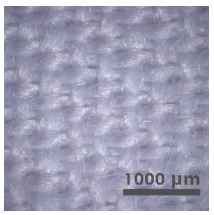
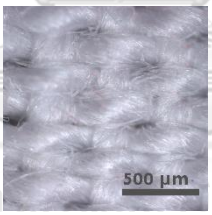
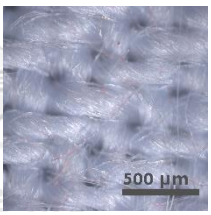
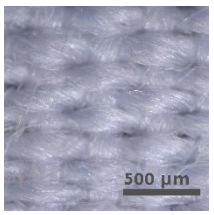
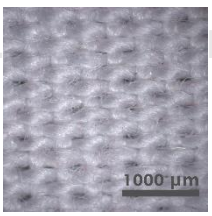
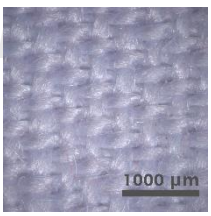
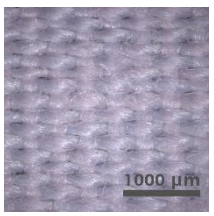
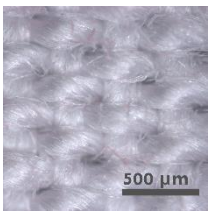
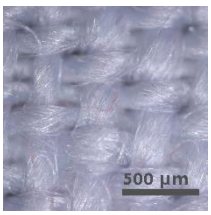
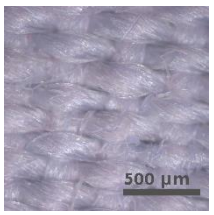
ชนิดผ้า / ระยะเวลา	Cotton 100% Polyester 0%	Cotton 95% Polyester 5%	Cotton 35% Polyester 65%
1 วินาที ไม่สามารถพิจารณาการติดสีด้วยตาเปล่า			
3 วินาที พบการติดสีเล็กน้อยบนผ้าทั้ง 3 ชนิด			
5 นาที พบการติดสีเล็กน้อยบนผ้าทั้ง 3 ชนิด			

จากการทดลองด้วยกระบอกที่เส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกันสามขนาดได้แก่ 7 cm 8 cm และ 10 cm พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแปรผกผันกับประสิทธิภาพในการติดสี กล่าวคือกระบอกเส้นผ่านศูนย์น้อยสามารถติดสีได้ดีกว่ากระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางมากเมื่อใช้ความยาวกระบอก ความเร็วในการฉีดพ่น และระยะเวลาเท่ากัน เนื่องจากละอองภายในกระบอกหน้าตัดแคบมีความหนาแน่นมากกว่าละอองภายในกระบอกหน้าตัดกว้าง ส่งผลให้เมื่อละอองความหนาแน่นสูงตกลงบนผ้าสามารถเห็นสีได้ชัดกว่าละอองความหนาแน่นต่ำ

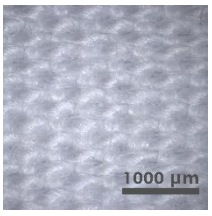
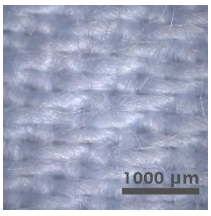
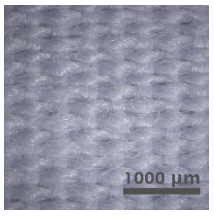
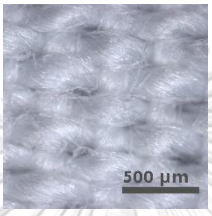
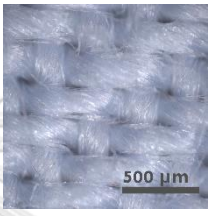
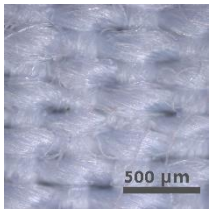
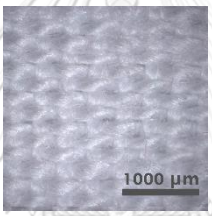
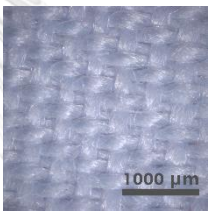
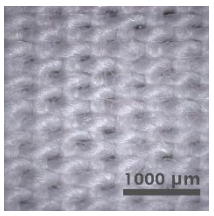
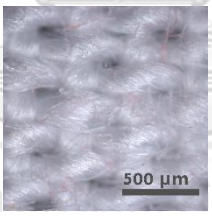
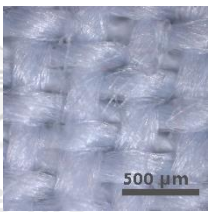
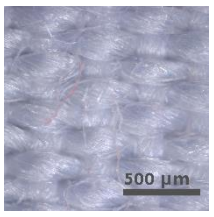
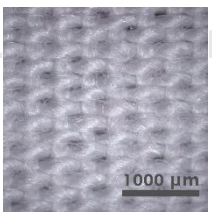
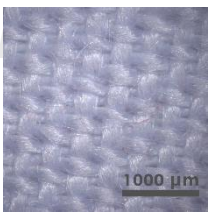
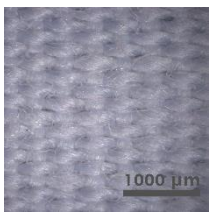
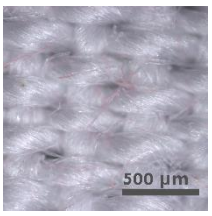
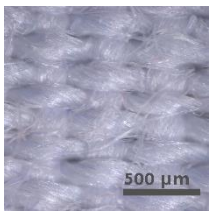
เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย x5 และ x10 พบว่าผ้าฝ้ายบริสุทธิ์และผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 พบเม็ดสีซึมผ่านเส้นใยชัดเจน ในขณะที่ผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 พบเม็ดสีเกาะบนเส้นใยชั้นนอกจำนวนมากแต่การซึมผ่านน้อย ส่งผลให้บนพื้นผิวของเส้นใยมีลักษณะสีเข้ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

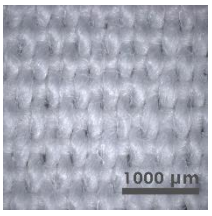
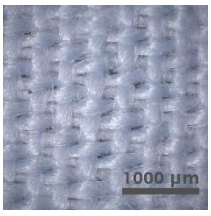
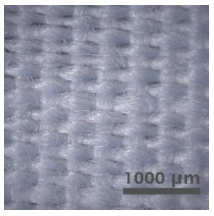
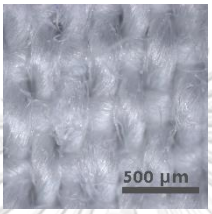
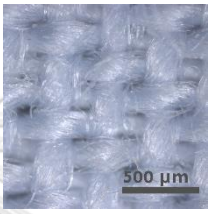
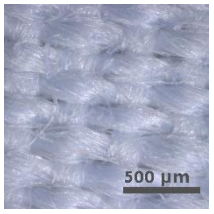
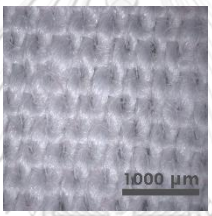
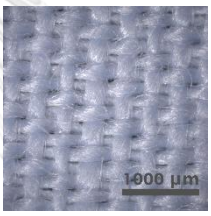
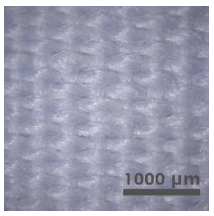
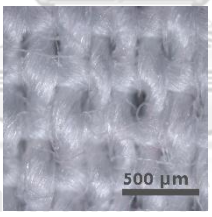
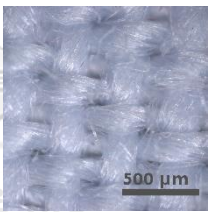
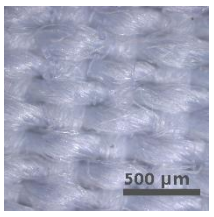
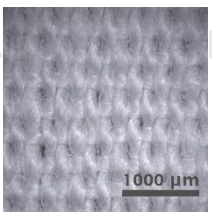
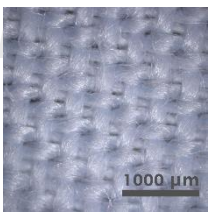
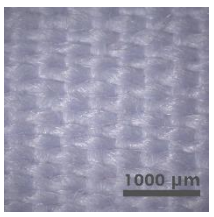
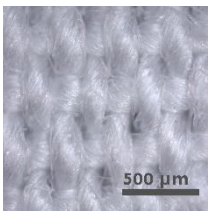
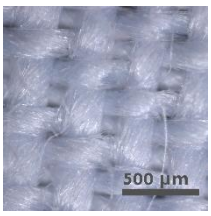
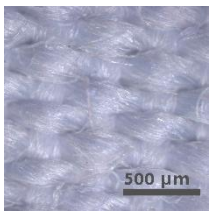
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm ที่กำลังขยาย x5 และ x10

ชนิดผ้า / ระยะเวลา	กำลังขยาย	Cotton 100% Polyester 0%	Cotton 95% Polyester 5%	Cotton 35% Polyester 65%
1 วินาที	X5			
	X10			
3 วินาที	X5			
	X10			
5 นาที	X5			
	X10			

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm ที่กำลังขยาย x5 และ x10

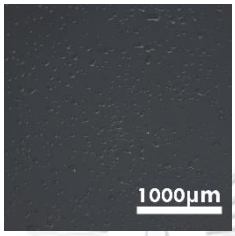
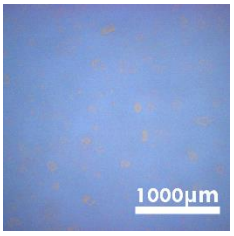
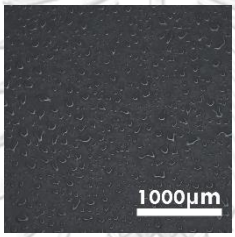
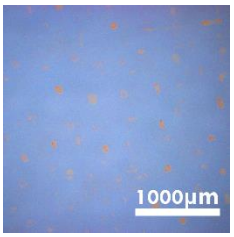
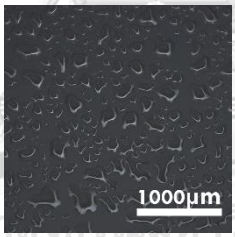
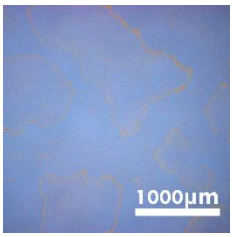
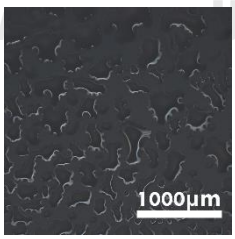
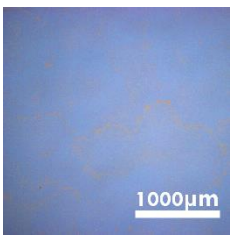
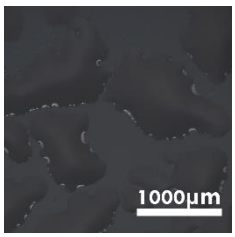
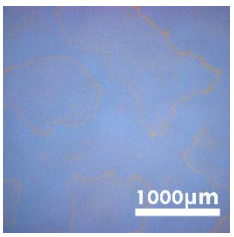
ชนิดผ้า / ระยะเวลา	กำลังขยาย	Cotton 100% Polyester 0%	Cotton 95% Polyester 5%	Cotton 35% Polyester 65%
1 วินาที	X5			
	X10			
3 วินาที	X5			
	X10			
5 นาที	X5			
	X10			

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้าที่ช่วงเวลาต่างกันโดยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm ที่กำลังขยาย x5 และ x10

ชนิดผ้า / ระยะเวลา	กำลังขยาย	Cotton 100% Polyester 0%	Cotton 95% Polyester 5%	Cotton 35% Polyester 65%
1 วินาที	X5			
	X10			
3 วินาที	X5			
	X10			
5 นาที	X5			
	X10			

4.1.3 ผลการศึกษาการทดสอบระยะเวลาในการกระจายตัวของสารบนพื้นผิวของกระจกสไลด์

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการกระจายตัวของสีบนกระจกสไลด์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย x5

ชนิดกระจก / ระยะเวลาพ่น	กระจกเปียก	กระจกแห้ง
1 วินาที		
3 วินาที		
5 วินาที		
7 วินาที		
10 วินาที		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากผลการทดลองครั้งที่ 2 เมื่อส่องดูเม็ดสีด้วยตาเปล่าและกล้องจุลทรรศน์พบว่า เม็ดสีเกิดการกระจายตัวทั่วทั้งพื้นผิว เกิดการซึมผ่านในผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ และผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 ในขณะที่ผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 พบเม็ดสีเกาะบนเส้นใยชั้นนอกจำนวนมาก แต่ไม่สามารถระบุรูปแบบ (pattern) ของการกระจายตัวได้ และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกขนาด 7 cm 8 cm และ 10 cm พบว่าที่ขนาด 7 cm สามารถเกิดการติดสีได้ไวแต่ควบคุมความเข้มสีได้ยากเนื่องจากอนุภาคเกิดการเกาะกลุ่มกันอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กระบอกขนาด 10 cm สามารถเกิดการติดสีได้ช้าแต่ควบคุมความเข้มสีได้ง่าย เนื่องจากอนุภาคเกิดการกระจายตัว จึงสรุปได้ว่าขนาดหน้าตัดที่เหมาะสมที่สุดคือกระบอกขนาด 8cm เนื่องจาก สามารถเกิดการติดสีได้เร็วและควบคุมความเข้มสีได้ง่าย

จากตารางที่ 4.8 ผลการศึกษาการทดลองพ่นละอองบนกระจกสไลด์ (Glass Slide) เพื่อดูการกระจายตัวที่ระยะเวลา 1 วินาที 3 วินาที 5 วินาที และ7 วินาที ด้วยกระบอกขนาด 8 cm พบว่าภายหลังการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย x5 พบว่าที่ระยะเวลา 1 วินาที พบการกระจายตัวของอนุภาคขนาดเล็กที่ (primary particle) ยังไม่เกิดการรวมกลุ่มจำนวนมาก และอนุภาคเกิดการรวมกลุ่มขนาดใหญ่เมื่อพ่นด้วยระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ทั้งนี้สรุปได้ว่าการพ่นด้วยเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กในระยะเวลาสั้นจะทำให้เกิดการกระจายตัวของละอองจำนวนมาก ส่งผลให้เมื่อพ่นลงผ้าจึงเกิดการกระจายตัวและซึมผ่านได้ดี ในขณะที่การพ่นด้วยระยะเวลานานอนุภาคจะเกิดการรวมกลุ่มกันลักษณะคล้ายการพ่นด้วยสเปรย์ซึ่งมีอนุภาคขนาดใหญ่และการซึมผ่านเนื้อผ้าที่ด้อยกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

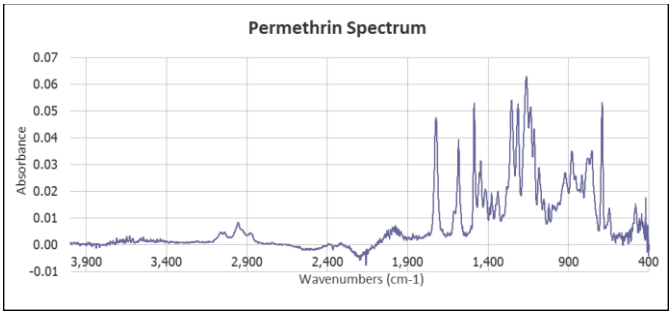
จากผลการทดลองครั้งที่ 3 เมื่อนำสารเพอร์เมทรินพ่นลงบนผ้าทั้งสามชนิดได้แก่ ผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 และผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 ด้วยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm ที่ระยะเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาทีตามลำดับ พบว่าไม่พบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักบนผ้าทั้งสามชนิดที่ระยะเวลา 3 วินาที พบการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 0.219 บนผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ และร้อยละ 0.196 บนผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 ที่ระยะเวลา 5 วินาที แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่ผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 และที่ระยะเวลา 10 วินาทีพบการเปลี่ยนแปลงที่ร้อยละ 0.410 ร้อยละ 0.388 และร้อยละ 0.422 ตามลำดับ

กราฟ IR Spectrum ที่ปรากฏจากการทดลองครั้งที่ 3 ไม่สามารถระบุการมีอยู่ของสารเพอร์เมทรินบนผ้าได้ สืบเนื่องจากสัดส่วนของแอลกอฮอล์ต่อน้ำที่มากเกินไป การทดลองครั้งที่ 4 จึงเป็นการเปลี่ยนสัดส่วนของน้ำต่อแอลกอฮอล์จาก 80 ต่อ 20 ส่วน เป็น 70 ต่อ 30 ส่วน

4.1.4 ผลการศึกษาการทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว (ครั้งที่ 3)

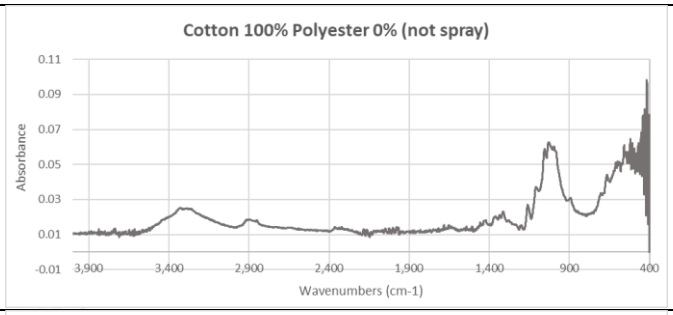
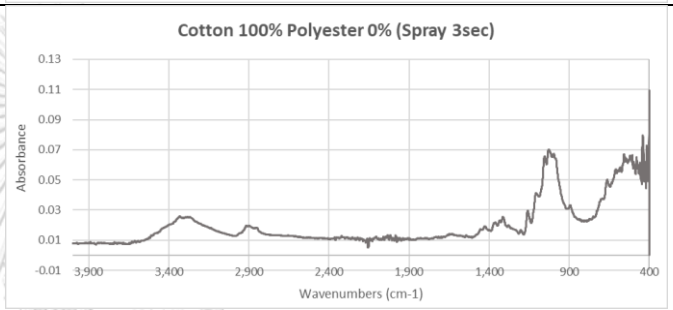
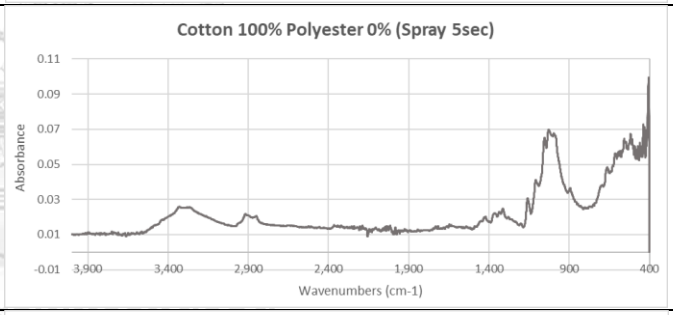
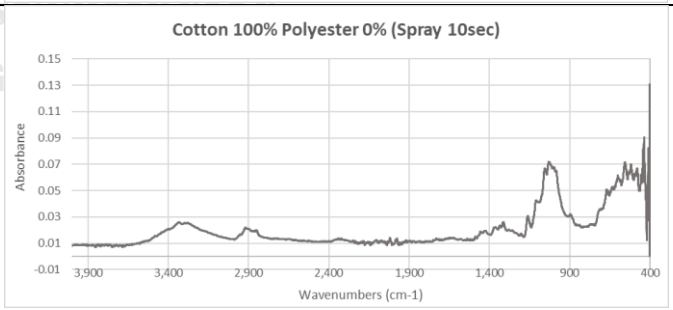
ตารางที่ 4.9 แสดงน้ำหนักที่เปลี่ยนของผ้าก่อนและหลังพ่นเพอร์เมทริน

ชนิดผ้า	ระยะเวลาพ่น (s)	น้ำหนักก่อนพ่น (g)	น้ำหนักหลังผล (g)	%การเพิ่มขึ้น
Cotton 100% Polyester 0%	3 วินาที	0.0435	0.0435	ไม่พบความแตกต่าง
	5 วินาที	0.0456	0.0457	0.219%
	10 วินาที	0.0488	0.0490	0.410%
Cotton 95% Polyester 5%	3 วินาที	0.0527	0.0527	ไม่พบความแตกต่าง
	5 วินาที	0.0511	0.0512	0.196%
	10 วินาที	0.0515	0.0517	0.388%
Cotton 35% Polyester 65%	3 วินาที	0.0473	0.0473	ไม่พบความแตกต่าง
	5 วินาที	0.0465	0.0465	ไม่พบความแตกต่าง
	10 วินาที	0.0474	0.0476	0.422%



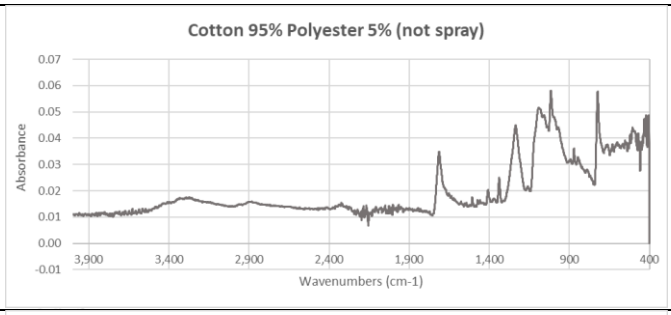
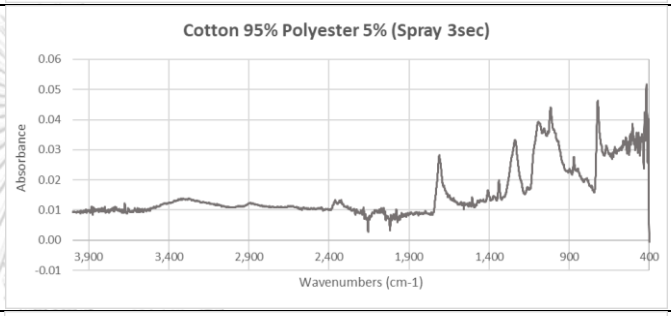
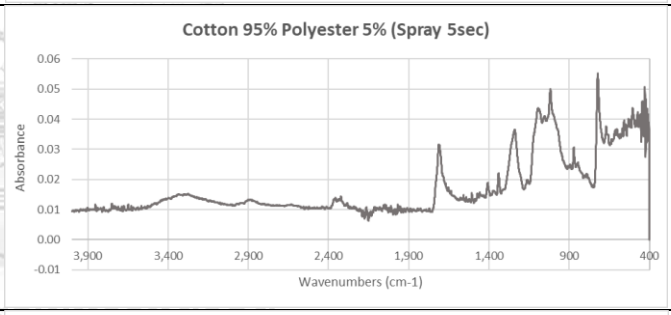
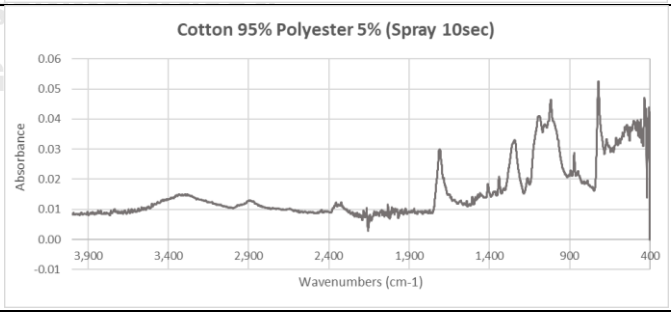
ภาพที่ 4.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นของเพอร์เมทริน

ตารางที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 100%

ชนิดผ้า	ระยะเวลาพ่น (s)	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) กับเลขคลื่น (Wave numbers)
Cotton 100% Polyester 0%	ผ้าเปล่า	
	3 วินาที	
	5 วินาที	
	10 วินาที	

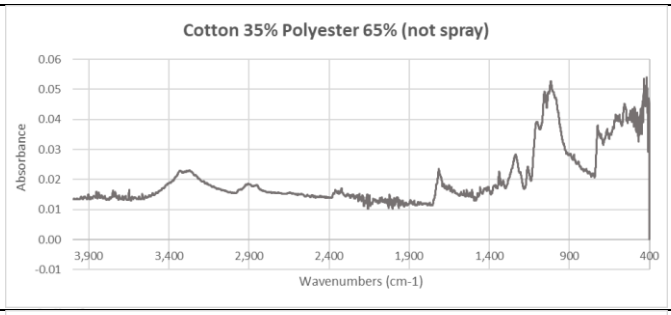
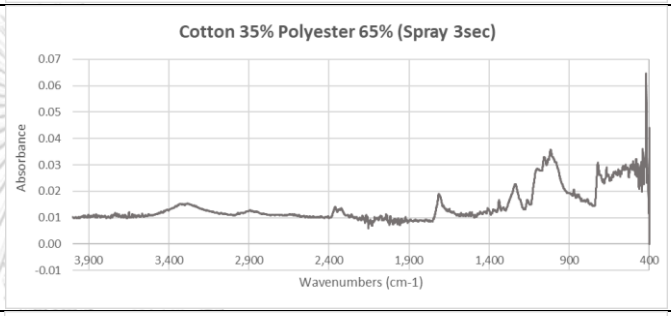
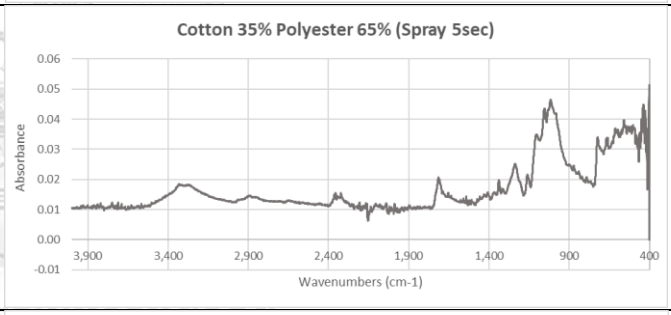
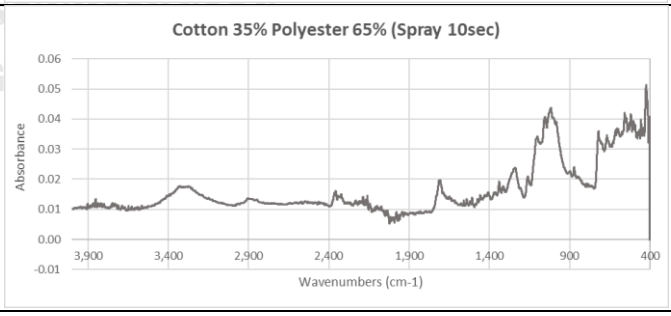
จากตารางที่ 4.10 พบว่าช่วงแอมพลิจูดของผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ก่อนพ่นและหลังพ่น มีลักษณะเดียวกัน ไม่สามารถระบุการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินได้ที่ช่วงเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาที

ตารางที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 95%

ชนิดผ้า	ระยะเวลาพ่น (s)	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) กับเลขคลื่น (Wave numbers)
Cotton 95% Polyester 5%	ผ้าเปล่า	
	3 วินาที	
	5 วินาที	
	10 วินาที	

จากตารางที่ 4.11 พบว่าช่วงแอมพลิจูดของผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ก่อนพ่นและหลังพ่น มีลักษณะเดียวกัน ไม่สามารถระบุการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินได้ที่ช่วงเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาที

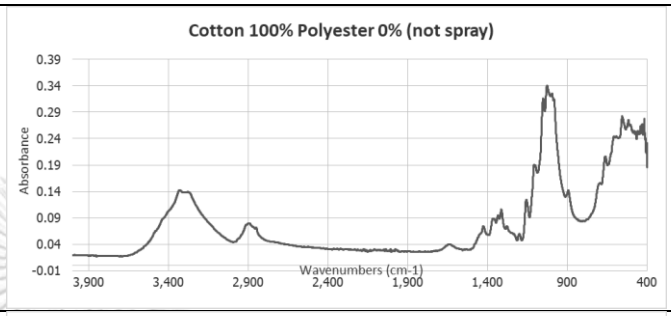
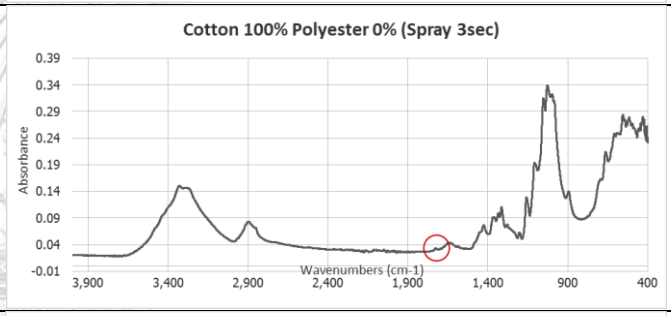
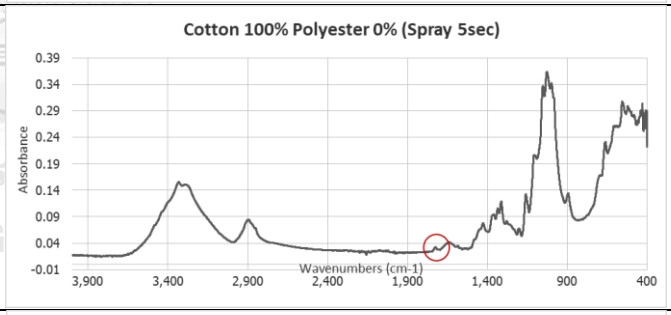
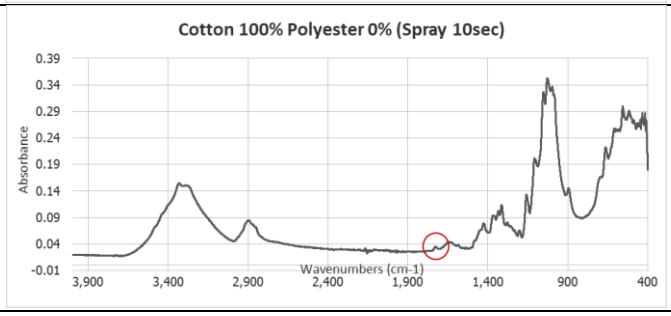
ตารางที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 35%

ชนิดผ้า	ระยะเวลาพ่น (s)	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) กับเลขคลื่น (Wave numbers)
Cotton 35% Polyester 65%	ผ้าเปล่า	
	3 วินาที	
	5 วินาที	
	10 วินาที	

จากตารางที่ 4.12 พบว่าช่วงแอมพลิจูดของผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ก่อนพ่นและหลังพ่น มีลักษณะเดียวกัน ไม่สามารถระบุการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินได้ที่ช่วงเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาที

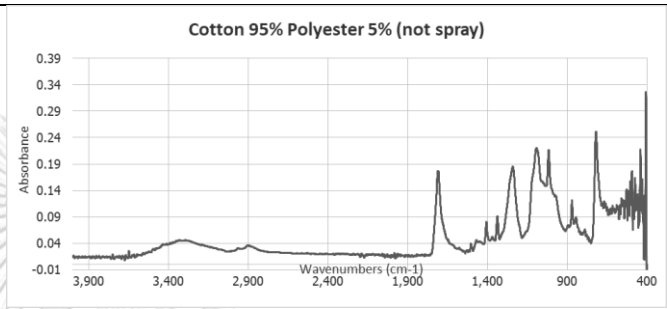
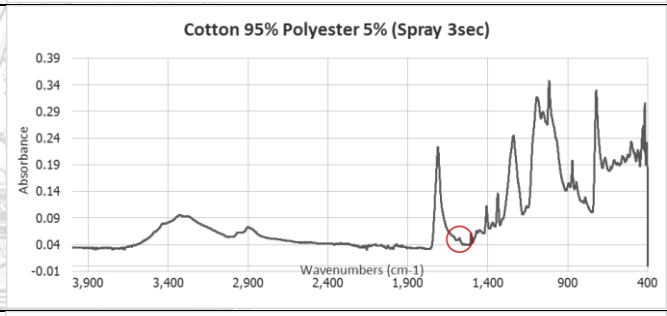
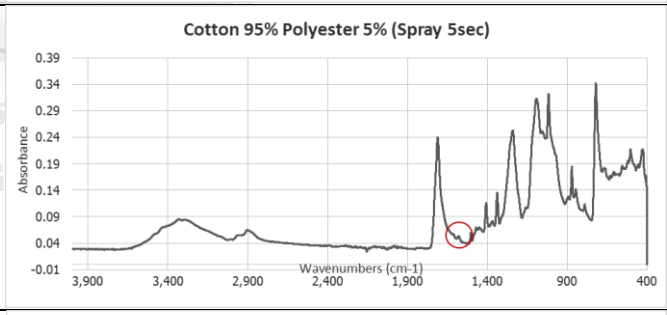
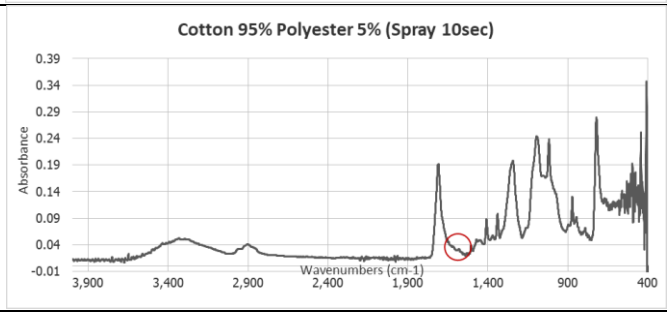
4.1.5 ผลการศึกษาการทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว (ครั้งที่ 4)

ตารางที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 100% ครั้งที่ 2

ชนิดผ้า	ระยะเวลาพ่น (s)	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) กับเลขคลื่น (Wave numbers)
Cotton 100% Polyester 0%	ผ้าเปล่า	
	3 วินาที	
	5 วินาที	
	10 วินาที	

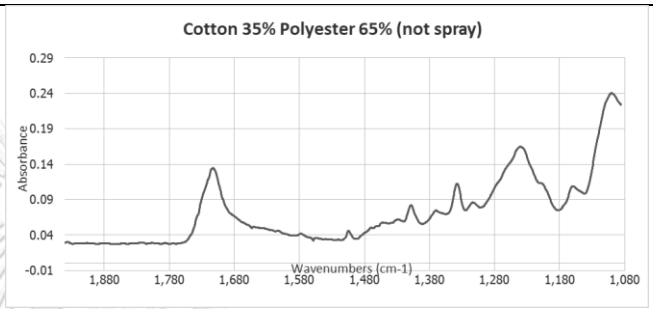
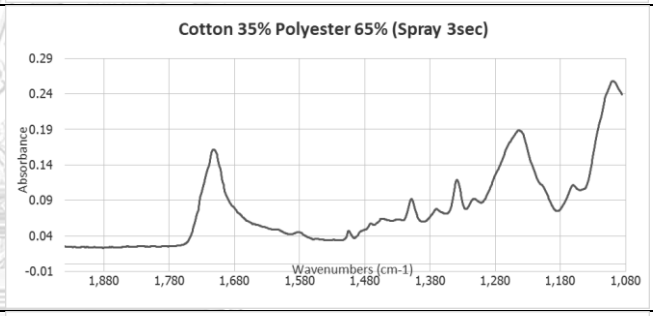
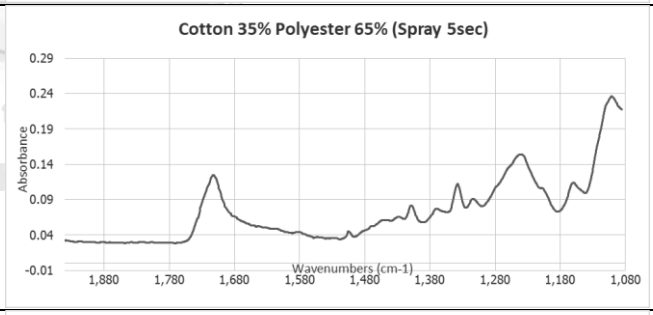
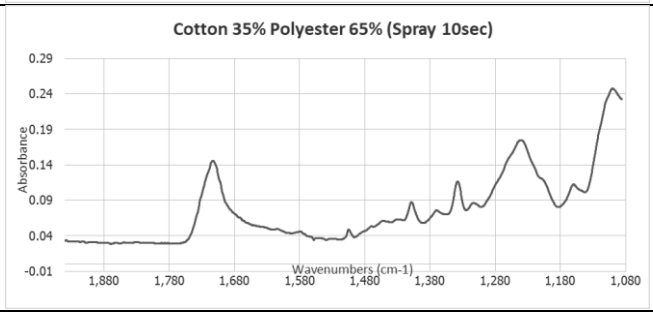
จากตารางที่ 4.13 พบว่าช่วงแอมพลิจูดของผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ ก่อนพ่นและหลังพ่น มีลักษณะแตกต่างกันดังจุดวงกลมสีแดง สามารถระบุการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินได้ที่ช่วง Wavenumbers 1400 ถึง 1900 cm^{-1} ทั้งช่วงเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาที

ตารางที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 95% ครั้งที่ 2

ชนิดผ้า	ระยะเวลาพ่น (s)	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) กับเลขคลื่น (Wave numbers)
Cotton 95% Polyester 5%	ผ้าเปล่า	
	3 วินาที	
	5 วินาที	
	10 วินาที	

จากตารางที่ 4.14 พบว่าช่วงแอมพลิจูดของผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ก่อนพ่นและหลังพ่น มีลักษณะแตกต่างกันดังจุดวงกลมสีแดง สามารถระบุการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินได้ที่ช่วง Wavenumbers 1400 ถึง 1900 cm^{-1} ทั้งช่วงเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาที

ตารางที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้าย 35% ครั้งที่ 2

ชนิดผ้า	ระยะเวลาพ่น (s)	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) กับเลขคลื่น (Wave numbers)
Cotton 35% Polyester 65%	ผ้าเปล่า	
	3 วินาที	
	5 วินาที	
	10 วินาที	

จากตารางที่ 4.15 พบว่าช่วงแอมพลิจูดของผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ก่อนพ่นและหลังพ่น มีลักษณะเดียวกัน ไม่สามารถระบุการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินได้ที่ช่วงเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาที

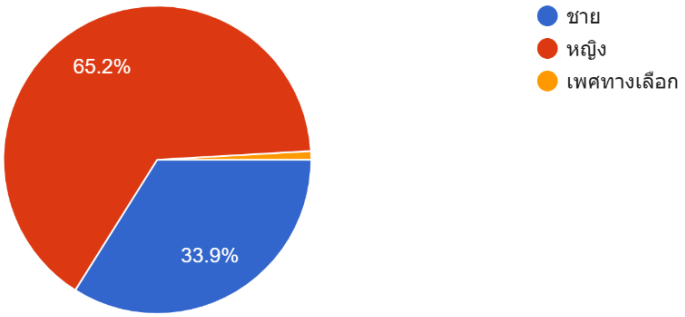
จากการทดลองครั้งที่ 4 สามารถสรุปได้ว่า สารเพอร์เมทรินสามารถเกาะติดบนเนื้อผ้าที่มีส่วนผสมของฝ้ายในสัดส่วนมากดังเช่นผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ และผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ได้ดีกว่าผ้าที่มีส่วนผสมของฝ้ายในสัดส่วนน้อยดังเช่นผ้าฝ้ายร้อยละ 35

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

จากการรวบรวมแบบสอบถามเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง โดยกลุ่มประชากรที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติธรรมจำนวน 224 คน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

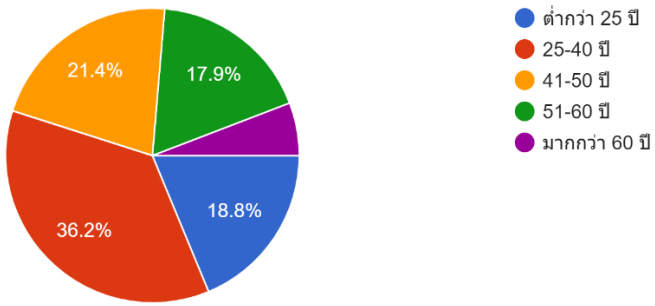
4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

(1) **เพศ** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 65.2 รองลงมาเป็นเพศชายจำนวน 76 คน คิดเป็นร้อยละ 33.9 และเพศทางเลือกจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.9



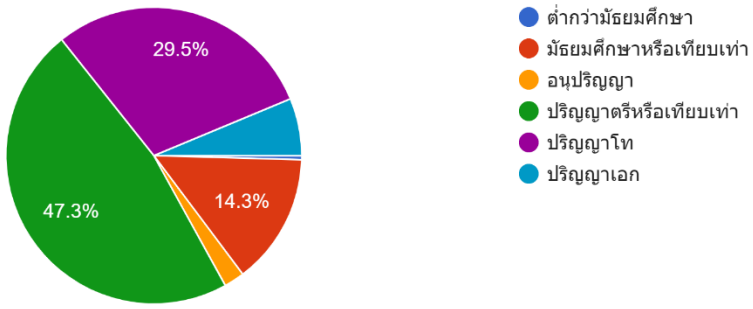
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

(2) **อายุ** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 25-40 ปี จำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 36.2 รองลงมาคือช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 21.4 และช่วงอายุต่ำกว่า 25 ปี จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 18.8



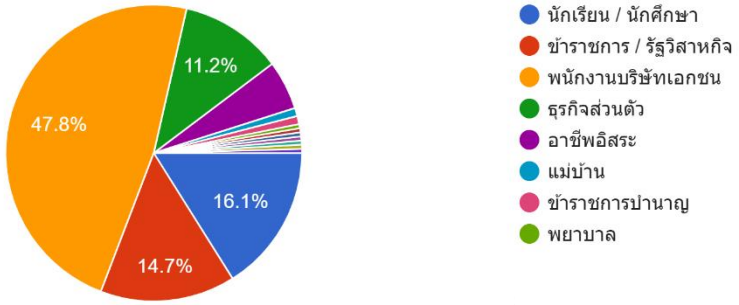
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามอายุ

(3) **ระดับการศึกษา** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่าจำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 47.3 รองลงมาคือระดับปริญญาโท จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 29.5 และระดับมัธยมศึกษาหรือเทียบเท่าจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 14.3



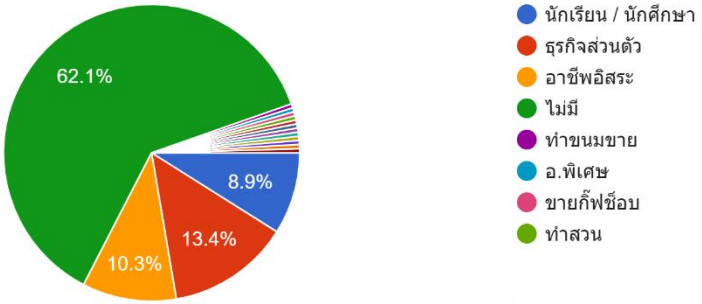
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามระดับการศึกษา

(4) **อาชีพหลัก** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชนจำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 47.8 รองลงมาคือ นักเรียนและนักศึกษาจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 16.1 และข้าราชการจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 14.7



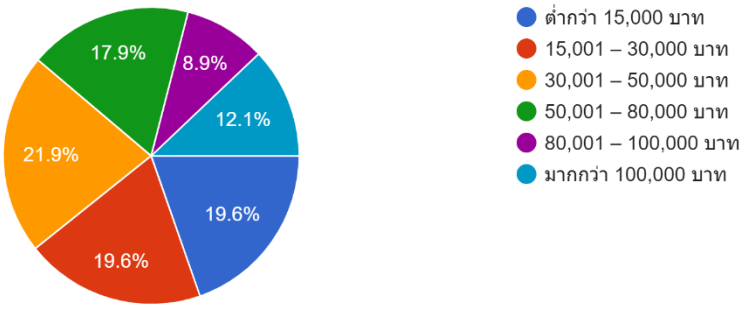
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพหลัก

(5) **อาชีพเสริม** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ไม่ประกอบอาชีพเสริม จำนวน 139 คน คิดเป็นร้อยละ 62.1 รองลงมาคือธุรกิจส่วนตัวจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 13.4 และอาชีพอิสระจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 10.3



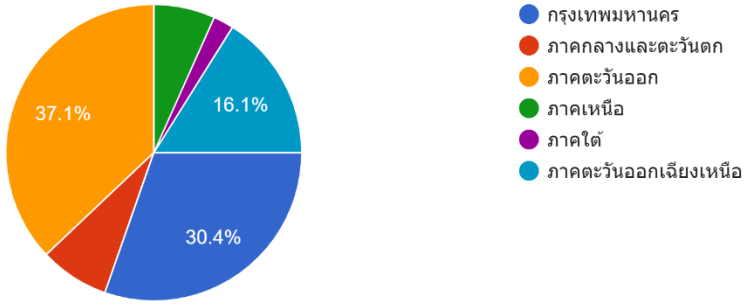
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพเสริม

(6) **รายได้ต่อเดือน** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่รายได้ต่อเดือน 30,001 ถึง 50,000 บาท จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 21.9 รองลงมาคือ 15,001 ถึง 30,000 บาท จำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 19.6 และต่ำกว่า 15,000 บาท จำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 19.6 เท่ากัน



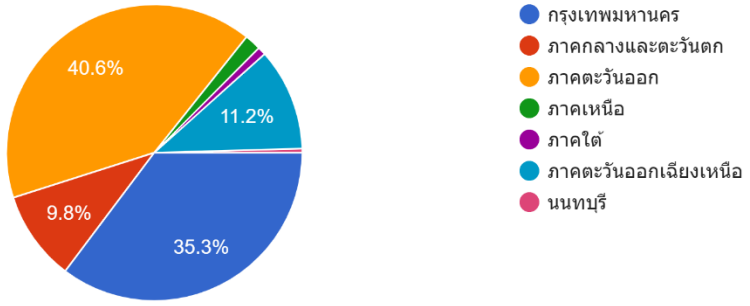
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามรายได้

(7) **ภูมิลำเนา** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ที่ภาคตะวันออกจำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 37.1 รองลงมาคือกรุงเทพมหานครฯ จำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 30.4



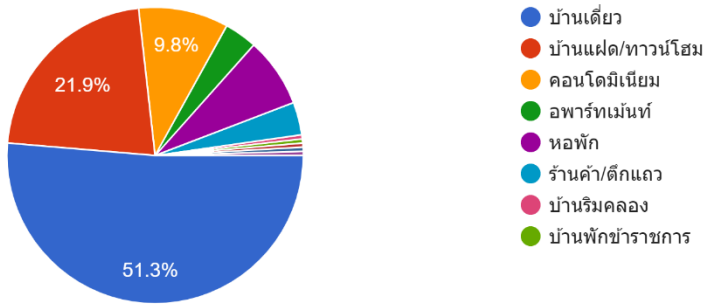
แผนภูมิที่ 4.7 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามภูมิลำเนา

(8) **ที่พักอาศัยปัจจุบัน** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่ในภาคตะวันออกจำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 40.6 รองลงมาคือกรุงเทพมหานคร 79 คน คิดเป็นร้อยละ 35.3 และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 25 คน คิดเป็นร้อยละ 11.2



แผนภูมิที่ 4.8 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามภูมิภาคพักอาศัย

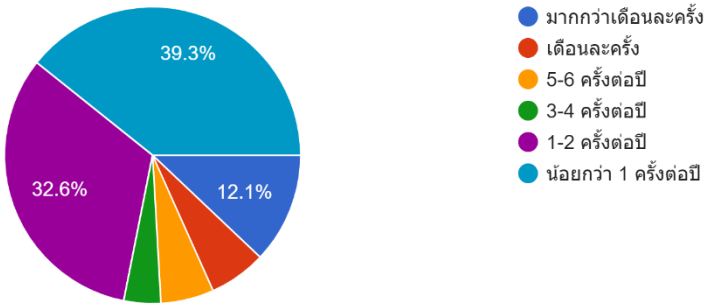
(9) **ลักษณะที่พักอาศัยปัจจุบัน** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่อาศัยอยู่บ้านเดี่ยวจำนวน 115 คน คิดเป็นร้อยละ 51.3 รองลงมาคือบ้านแฝดและทาวน์โฮมจำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 21.9 และคอนโดมิเนียมจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 9.8



แผนภูมิที่ 4.9 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามลักษณะที่พักอาศัย

4.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อชุดปฏิบัติธรรม

(1) **ความถี่ในการปฏิบัติธรรม** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ปฏิบัติธรรมหลายปีครั้งหรือน้อยกว่า 1 ครั้งต่อปี จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 39.3 รองลงมาคือ 1 ถึง 2 ครั้งต่อปีจำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 32.6 และมากกว่าเดือนละครั้งจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 12.1

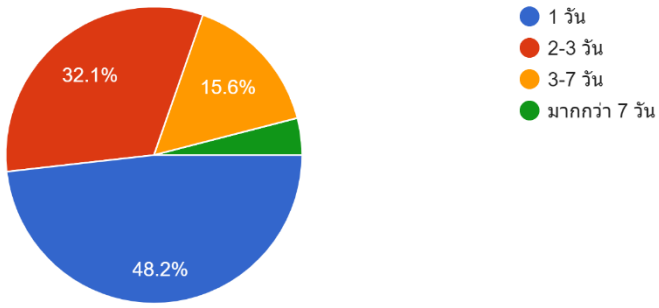


แผนภูมิที่ 4.10 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามความถี่ในการปฏิบัติธรรม

(2) **สถานที่ปฏิบัติธรรม** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ปฏิบัติธรรมที่วัดหรือสำนักสงฆ์จำนวน 109 คน คิดเป็นร้อยละ 48.7 รองลงมาคือ สถานปฏิบัติธรรมหรือสำนักปฏิบัติธรรม 56 คน คิดเป็นร้อยละ 25 และบ้านจำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 23.7

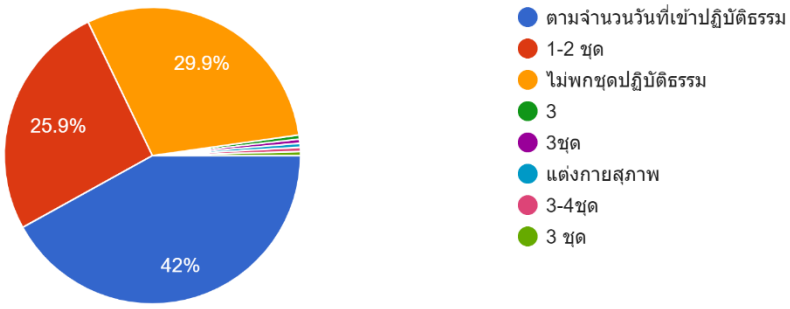
แผนภูมิที่ 4.11 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามสถานที่ปฏิบัติธรรม

(3) **ระยะเวลาในการปฏิบัติธรรม** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ปฏิบัติธรรม 1 วันต่อครั้งจำนวน 108 คน คิดเป็นร้อยละ 48.2 รองลงมาคือ 72 คน คิดเป็นร้อยละ 32.1 และ 3 ถึง 7 วัน จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 15.6



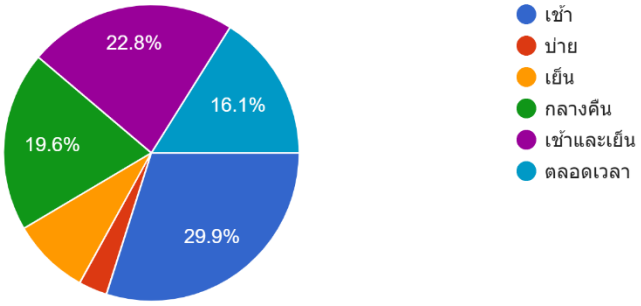
แผนภูมิที่ 4.12 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามระยะเวลาในการปฏิบัติธรรม

(4) **จำนวนชุดปฏิบัติธรรมที่พกต่อครั้ง** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่พกชุดตามจำนวนวันที่เข้าปฏิบัติธรรมจำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมาคือไม่พกชุดปฏิบัติธรรมจำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 29.9 และพก 1 ถึง 2 ชุด จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 25.9



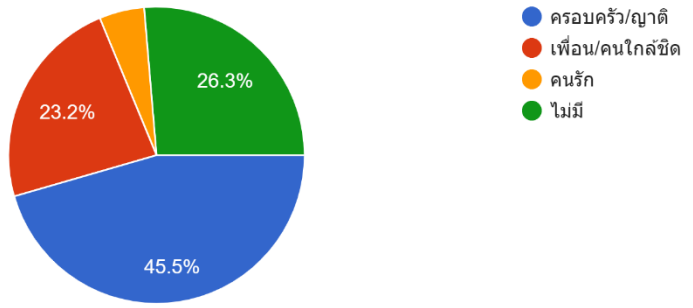
แผนภูมิที่ 4.13 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามจำนวนชุดที่พกพา

(5) **ช่วงเวลาที่ปฏิบัติธรรมบ่อยที่สุด** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ปฏิบัติธรรมช่วงเช้าจำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 29.9 รองลงมาคือช่วงเช้าและเย็น จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 22.8 และช่วงกลางคืนจำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 19.6



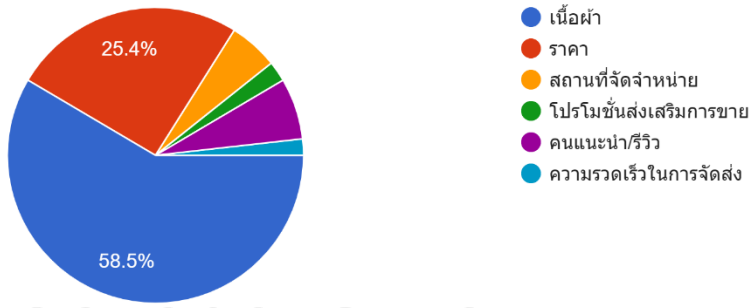
แผนภูมิที่ 4.14 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามช่วงเวลาที่ปฏิบัติธรรม

(6) **บุคคลที่ร่วมปฏิบัติธรรม** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ปฏิบัติธรรมร่วมกับครอบครัวและญาติจำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 45.5 รองลงมาคือปฏิบัติธรรมเพียงคนเดียวจำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 26.3 และปฏิบัติธรรมร่วมกับเพื่อหรือคนใกล้ชิดจำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 23.2



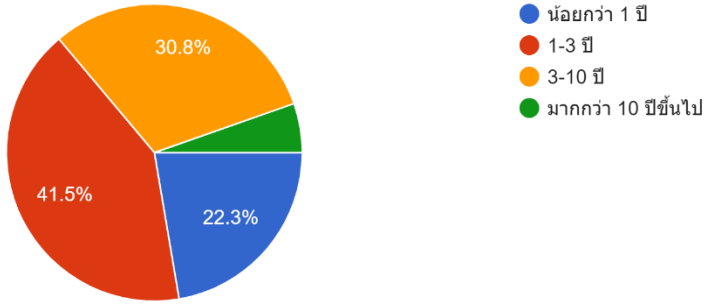
แผนภูมิที่ 4.15 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามบุคคลร่วมปฏิบัติธรรม

(7) **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อชุดปฏิบัติธรรม** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่เลือกซื้อจากเนื้อผ้าจำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 58.5 รองลงมาคือราคาจำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 25.4 และมีคนแนะนำจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 6.7



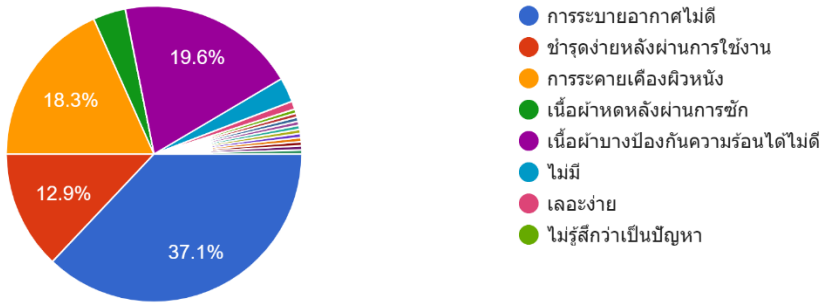
แผนภูมิที่ 4. 16 แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อชุดปฏิบัติธรรม

(8) **อายุการใช้งานชุดปฏิบัติธรรมปัจจุบัน** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ใช้งาน 1 ถึง 3 ปี จำนวน 93 คน คิดเป็นร้อยละ 41.5 รองลงมาคือ 3-10 ปี 69 คน คิดเป็นร้อยละ 30.8 และน้อยกว่า 1 ปี 50 คน คิดเป็นร้อยละ 22.3



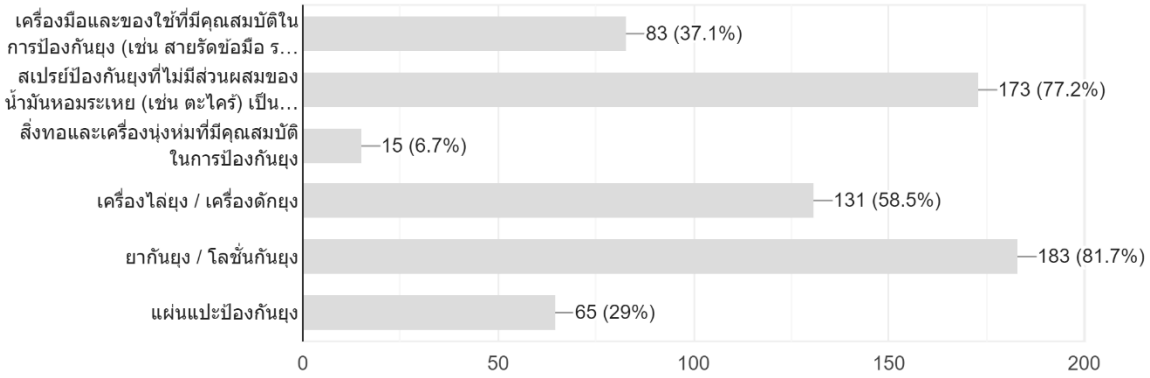
แผนภูมิที่ 4.17 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามอายุการใช้งานชุดปฏิบัติธรรม

(9) **ปัญหาจากการสวมใส่ชุดปฏิบัติธรรมปัจจุบัน** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่พบปัญหาการระบายอากาศไม่ดีจำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 37.1 รองลงมาคือเนื้อผ้าบางป้องกันความร้อนได้ไม่ดีจำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 19.6 และการระคายเคืองผิวหนัง 41 คน คิดเป็นร้อยละ 18.3



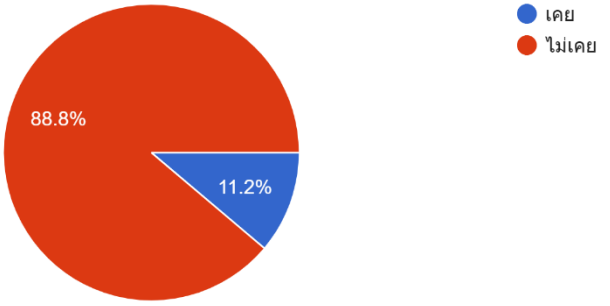
แผนภูมิที่ 4.18 แสดงปัญหาจากการสวมใส่ชุดปฏิบัติธรรม

(10) **ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่พบเห็นในปัจจุบัน** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่รู้จักยากันยุงหรือโลชั่นกันยุงจำนวน 183 คน คิดเป็นร้อยละ 81.7 รองลงมาคือสเปรย์กันยุงจำนวน 173 คน คิดเป็นร้อยละ 77.2 และเครื่องไล่ยุงหรือเครื่องดักยุงจำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 58.5



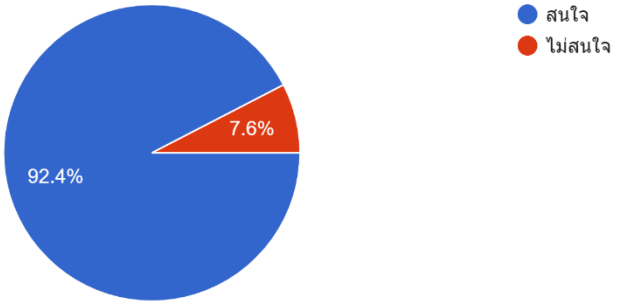
แผนภูมิที่ 4.19 แสดงผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่ผู้ทำแบบสอบถามเคยพบเห็น

(11) **ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงประเภทสิ่งทอ** ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ไม่เคยพบเห็นจำนวน 199 คน คิดเป็นร้อยละ 88.8 และเคยพบเห็น 25 คน คิดเป็นร้อยละ 11.2



แผนภูมิที่ 4.20 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามการพบเห็นสิ่งทอป้องกันยุง

(12) **ผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุง** (ไม่ระบุรายละเอียด) ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่สนใจ 207 คน คิดเป็นร้อยละ 92.4 และไม่สนใจจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 7.6 โดยประชากรที่ไม่สนใจให้เหตุผลว่าสถานปฏิบัติธรรมมีชุดให้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ไม่เคยพบปัญหายุงกวนใจจากการปฏิบัติธรรม และหลีกเลี่ยงการปฏิบัติธรรมในสถานที่ที่มียุง

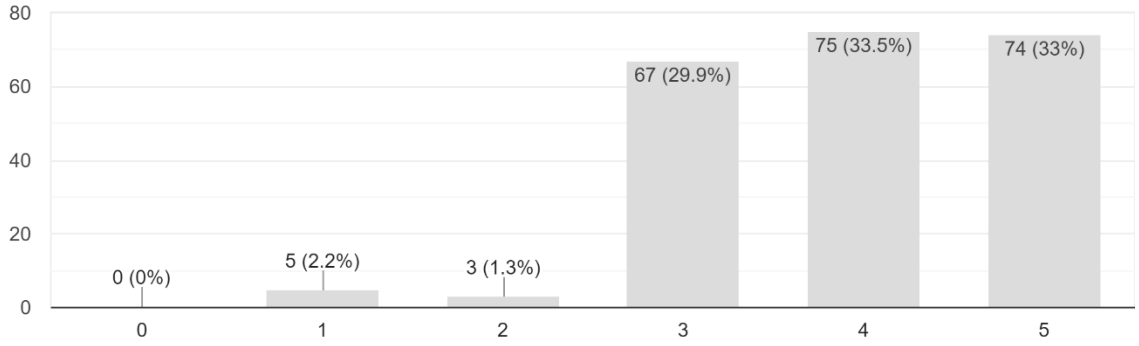


แผนภูมิที่ 4.21 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามความสนใจต่อผลิตภัณฑ์

4.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุง

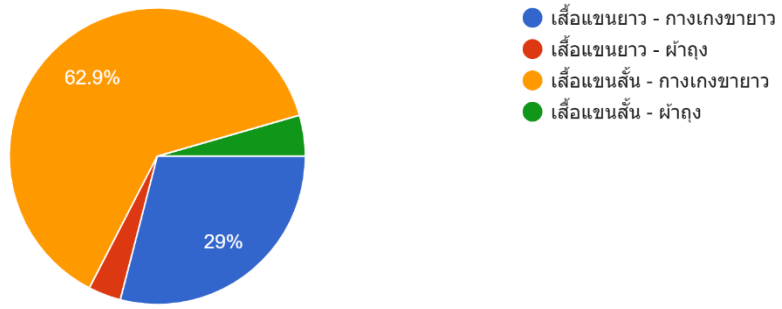
จากการบรรยายลักษณะและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติของชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงต้นแบบ คือ ชุดปฏิบัติธรรมที่รูปลักษณ์ภายนอกมีลักษณะเช่นเดียวกับชุดปฏิบัติธรรมโดยทั่วไป แต่ภายในเส้นใยมีส่วนผสมของสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงและปลอดภัยต่อผู้สวมใส่ สามารถทนการซักได้มากกว่า 30-40 ครั้ง โดยประสิทธิภาพในการป้องกันยุงไม่ลดลง เมื่อผ่านการซักตามจำนวนครั้งดังกล่าว สามารถทรีทซ้ำได้เพื่อฟื้นฟูคุณสมบัติขึ้นมาอีกครั้ง ผู้ทำแบบสอบถามมีข้อคิดเห็นดังนี้

(1) ประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่มีความเห็นว่าชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงมีประโยชน์ต่อตนเองมาก (ระดับ 4) จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 33.5 รองลงมาคือ มากที่สุด (ระดับ 5) จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 33 และค่อนข้างมาก (ระดับ 3) จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 29.9



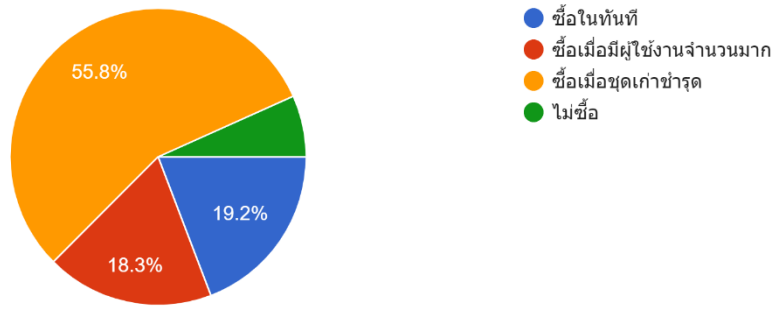
แผนภูมิที่ 4.22 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามการพิจารณาคุณประโยชน์

(2) ชุดปฏิบัติธรรมในอุดมคติของประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเสื้อแขนสั้นและกางเกงขายาว จำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 62.9 รองลงมาคือเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาว จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 29 และเสื้อแขนผ้าร่วมกับผ้าถุง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 4.5



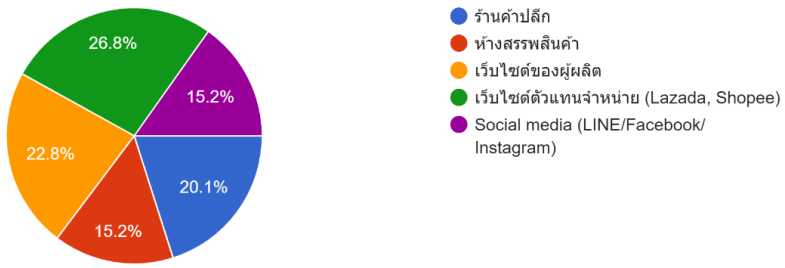
แผนภูมิที่ 4.23 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามประเภทชุดปฏิบัติธรรมในอุดมคติ

(3) ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของประชากรที่ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่จะซื้อเมื่อชุดเก่าชำรุดจำนวน 125 คน คิดเป็นร้อยละ 55.8 ซื้อในทันที 43 คน คิดเป็นร้อยละ 19.2 และซื้อเมื่อมีผู้ใช้งานจำนวนมากจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 18.3



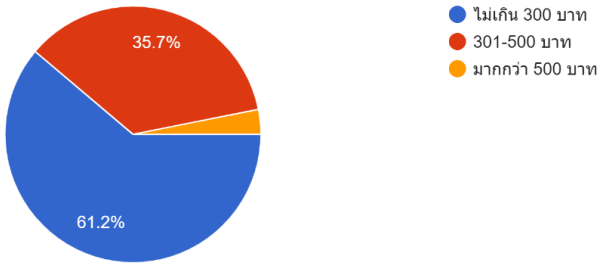
แผนภูมิที่ 4.24 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

(4) ช่องทางที่ผู้ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่เลือกคือ เว็บไซต์ตัวแทนจำหน่าย (Lazada หรือ Shopee) จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 26.8 เว็บไซต์ของผู้ผลิต 51 คน คิดเป็นร้อยละ 22.8 และร้านค้าปลีก 45 คน คิดเป็นร้อยละ 20.1



แผนภูมิที่ 4.25 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามช่องทางการจัดจำหน่าย

(5) ราคาที่ผู้ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อคือ ไม่เกิน 300 บาท จำนวน 137 คน คิดเป็นร้อยละ 61.2 รองลงมาคือ 301 ถึง 500 บาท จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 35.7 และมากกว่า 500 บาทจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 3.1



แผนภูมิที่ 4.26 แสดงจำนวนผู้ทำแบบสอบถามจำแนกตามราคาผลิตภัณฑ์

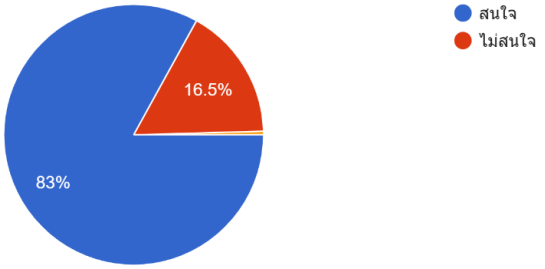
(6) เหตุผลในการยอมรับชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงของผู้ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่คือ ช่วยแก้ปัญหาการรบกวนจากยุง จำนวน 105 คน คิดเป็นร้อยละ 46.9 รองลงมาคือเนื้อผ้าเบาสบายจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 24.1 และหาซื้อได้ง่ายจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 13.8

แผนภูมิที่ 4.27 แสดงเหตุผลในการยอมรับชุดปฏิบัติทำของผู้ทำแบบสอบถาม

(7) เหตุผลที่จะไม่ยอมรับชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงของผู้ทำแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่คือ ไม่มีความจำเป็นต้องใช้จำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 30.4 ช่องทางการจัดจำหน่ายเข้าถึงได้ยากจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 24.6 และไม่มีมาตรฐานรองรับจำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 19.2

แผนภูมิที่ 4.28 แสดงเหตุผลในการไม่ยอมรับชุดปฏิบัติธรรมของผู้ทำแบบสอบถาม

(8) ความสนใจของผู้ทำแบบสอบถามต่อการยอมรับนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยส่วนใหญ่คือ สนใจจำนวน 187 คน คิดเป็นร้อยละ 83.5 และไม่สนใจ 37 คน คิดเป็นร้อยละ 16.5



แผนภูมิที่ 4.29 แสดงการยอมรับนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

4.2.4 ข้อเสนอแนะทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4. 16 ข้อเสนอแนะต่อผลิตภัณฑ์

ประเภท	ความคิดเห็น
สิ่งทอประเภทอื่น	อยากให้มีการออกแบบเสื้อผ้าอื่น ๆ เช่น ชุดนอน เสื้อผ้าเด็ก
	สถานที่สำหรับทรีทควรง่ายต่อการเข้าถึง
	ควรพิจารณาชุดลำลองเพิ่ม
	ช่วงสถานการณ์โควิด-19 ปฏิบัติธรรมที่บ้านไม่ต้องใส่ชุดขาว
บริการเสริม	ควรเพิ่มบริการรับตัด เนื่องจากแต่ละวัดมีชุดแตกต่างกัน
ชิ้นส่วนเสริม	ชุดป้องกันยุงเฉพาะส่วนที่ผ้าปกปิดหรือไม่
	ควรทำอุปกรณ์เสริม เช่นปลอกแขน หมวก เพื่อให้เข้ากับฤดูกาล
อื่น ๆ	ส่วนมากยุงไม่เป็นปัญหาต่อการปฏิบัติธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การประเมินทางเทคโนโลยี

5.1 การประเมินพื้นฐานของเทคโนโลยี

เทคโนโลยีการป้องกันยุงด้วยละอองขนาดเล็กจัดเป็นเทคโนโลยีที่อยู่แล้วในตลาด (Existing Technology) สามารถประเมินขั้นปฐมภูมิ (Primary evaluation) โดยปัจจัยด้านความน่าจะเป็นของเทคโนโลยีและโอกาสทางการตลาด และประเมินขั้นทุติยภูมิ (Secondary evaluation) โดยปัจจัยด้านผลกระทบเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม

5.1.1 การประเมินเทคโนโลยีขั้นปฐมภูมิ (Primary Evaluation)

(1) ปัจจัยด้านความน่าจะเป็นของเทคโนโลยี (Technology Feasibility)

จากการวิเคราะห์ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม (Technological Readiness Level: TRL) [21] ประกอบด้วย 9 ระดับ คือ

ระดับ 1 การศึกษาและค้นพบข้อสังเกตพื้นฐาน

ระดับ 2 การสร้างแนวคิดทางเทคโนโลยีและการประยุกต์สูตรทางเทคโนโลยี

ระดับ 3 การวิเคราะห์และทดลองหน้าที่หลักและการพิสูจน์องค์ประกอบของแนวคิด

ระดับ 4 การตรวจสอบองค์ประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ

ระดับ 5 การทดสอบองค์ประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองในสถานการณ์เกี่ยวข้อง

ระดับ 6 การทดลองโมเดลของระบบหลักและระบบย่อยหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

ระดับ 7 การทดลองต้นแบบในภาคสนาม

ระดับ 8 ผลิตภัณฑ์จริงที่สมบูรณ์ ผ่านการทดสอบ

ระดับ 9 ผลิตภัณฑ์จริงที่พร้อมส่งมอบและออกสู่ตลาด

จากระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสามารถจำแนกนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงได้ในระดับ 5 คือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดลองในห้องปฏิบัติการและพิสูจน์แนวคิดว่าสามารถเกิดขึ้นได้ แต่ทั้งนี้ด้วยสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 ส่งผลให้การทดสอบในภาคสนามไม่สามารถทำได้ เนื่องด้วยการปิดสถานปฏิบัติธรรมเพื่อป้องกันการระบาด และอ้างอิงจากงานวิจัยในบทที่ 2 พบว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มีการทดลองสิ่งทอเคลือบเพอร์เมทรินในภาคสนามและให้ผลลัพธ์ในการป้องกันยุงอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งอยู่ใน TRL ระดับ 7 สรุปโดยภาพรวมคือเทคโนโลยีการเคลือบผิวชุดปฏิบัติป้องกันยุงด้วยละอองขนาดเล็กสามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้หากได้รับการทดสอบในภาคสนาม และยืนยันผลลัพธ์จากการใช้งานจริง

(2) ปัจจัยด้านโอกาสทางการตลาด (Market Opportunity)

จากผลการวิจัยตลาดในบทที่ 4 พบว่ามากกว่าร้อยละ 46.9 ของผู้ปฏิบัติธรรมประสบปัญหาความกวนใจจากยุง และมากกว่าร้อยละ 83.5 สนใจนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยมากกว่าร้อยละ 88.8 ระบุว่าไม่เคยพบเห็นผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงประเภทสิ่งทอ ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงจึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกแทนการฉีดสเปรย์และทาโลชั่น โดยการเพิ่มคุณค่า (value) ในการป้องกันยุง ช่วยให้เกิดสมาธิและมีประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

5.1.2 การประเมินเทคโนโลยีขั้นทุติยภูมิ (Secondary Evaluation)

(1) ปัจจัยด้านผลกระทบเชิงสังคม (Technology impacts on Society and Morality)

คำสอนในศาสนาพุทธที่ชาวพุทธยึดถือและปฏิบัติโดยร่วมกันคือ เบญจศีล หรือ ศีล 5 ประกอบด้วย ปาณาติบาต อทินนาทาน กาเมสุมิจฉาจาร มุสาวาท สุราเมรยมัชปมาทัฏฐาน เทคโนโลยีชุดปฏิบัติธรรมได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของผู้ปฏิบัติธรรมข้อที่ 1 ปาณาติบาต หรือการงดเว้นจากการเบียดเบียนชีวิต จึงได้ทำการประยุกต์ใช้สารเพอร์เมทรินในปริมาณน้อยเพียงเพื่อให้ยุงไม่รบกวนการทำกิจกรรม แต่ไม่ถึงแก่ชีวิต ช่วยให้ผู้ใช้งานเกิดความสบายใจเมื่อสวมใส่ว่าตนไม่ได้ผิดศีลและไม่เกิดการกวนใจจากยุง โดยภาพรวมแล้วเทคโนโลยีนี้ช่วยเพิ่มคุณค่าในการปฏิบัติธรรมมากขึ้นในขณะที่ยังคงความถูกต้องของศีลธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Technology impacts on Environment)

เนื่องจากเพอร์เมทรินเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นทั้ง insect repellant และ contact insecticide ที่ได้จากการสกัดต้นไม้ในตระกูลดอกเบญจมาศ Chrysanthemum cinerariifolium ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลงทำให้เป็นอัมพาต จากรายงานของ WHO ระบุว่าความเข้มข้นของเพอร์เมทรินที่แนะนำให้ใช้คือ 0.5% by weight [22] สำหรับเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาวที่ 1.25 g/m^2 (0.125 mg/cm^2) เสื้อแขนสั้นที่ 0.8 g/m^2 (0.08 mg/cm^2) โดยสามารถใช้ได้ในเด็กและสตรีมีครรภ์ แต่ทั้งนี้เพอร์เมทรินเป็นสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ถึงแม้เป็นพิษน้อยต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และไม่เป็นพิษต่อนก แต่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและผึ้ง ดังนั้นหน่วยงานอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐ (EPA) จึงให้การอนุญาตใช้เพอร์เมทรินตั้งแต่ปี 1979 แต่บังคับใช้ตามข้อกำหนดด้านคาวามเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษตามฉลากระบุ

5.2 การประเมินตลาด (Market Assessment)

5.2.1 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค (SWOT Analysis)

(1) จุดแข็ง (Strengths)

ชุดปฏิบัติธรรมคือเครื่องนุ่งห่มประเภทหนึ่ง และเครื่องนุ่งห่มจัดเป็นปัจจัยสี่ของมนุษย์ การเพิ่มคุณค่านอกจากการสวมใส่ด้วยประสิทธิภาพในการป้องกันยุง ส่งผลให้เกิดประโยชน์จากการใช้งานเพิ่มมากขึ้น และความสบายใจของผู้สวมใส่เนื่องจากชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของยุงในระดับอัมพาตแต่ไม่ถึงแก่ชีวิต ผู้ใช้งานจึงมั่นใจได้ว่าไม่ได้ละเมิดข้อปฏิบัติทางพุทธศาสนาแต่อย่างใด

(2) จุดอ่อน (Weaknesses)

เนื่องด้วยการเคลือบผิวเส้นใยเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณพื้นผิวสัมผัสบนเนื้อผ้า บริเวณที่ไม่มีเสื้อผ้าปกคลุมบรร่างกายของผู้ใช้งานยังคงมีโอกาสได้รับการรบกวนจากยุง ทั้งนี้สามารถแก้ไขได้โดยการสวมใส่เสื้อผ้าที่มิดชิด อาทิเช่น เสื้อแขนยาวและกางเกงขายาวระหว่างการปฏิบัติธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(3) โอกาส (Opportunities)

ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในท้องตลาดมีหลากหลาย แต่ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงประเภทสิ่งทอที่ทนซักได้หลายครั้ง ยังมีให้เห็นอย่างจำกัดในบางประเภทเท่านั้น อีกทั้งผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมใช้ส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งออกฤทธิ์ได้เพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ในขณะที่เพอร์เมทรินซึ่งได้รับการยอมรับจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ให้ใช้งานได้ที่ความเข้มข้น 0.5% และไม่เป็นอันตรายต่อเด็กและสตรีมีครรภ์ สามารถใช้แทนการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยได้เช่นกัน และสามารถเคลือบเส้นใยผ้าได้โดยตรง

(4) อุปสรรค (Threats)

การประยุกต์ใช้ประโยชน์จากยาฆ่าแมลงในปัจจุบันยังไม่เป็นที่รู้จักของผู้คนส่วนใหญ่ การถ่ายทอดองค์ความรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญในการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค เนื่องจากภาพจำของผู้ใช้งานส่วนใหญ่ ยาฆ่าแมลงคือสารอันตรายและไม่เหมาะกับการนำมาใช้ การสร้างนวัตกรรมใหม่จึงเป็นความท้าทายต่อการรับรู้เดิมของผู้บริโภค

5.2.2 การวิเคราะห์ปัจจัยกดดันทั้งห้า (Five Forces Analysis)

(1) การแข่งขันภายในอุตสาหกรรม (Competitive Rivalry)

สถานการณ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงมีการแข่งขันสูงโดยแบ่งเป็นประเภทผลิตภัณฑ์กำจัดยุง และผลิตภัณฑ์ไล่ยุง โดยในกลุ่มผลิตภัณฑ์กำจัดยุงประกอบด้วยสเปรย์กำจัดยุง ยากันยุงแบบขด ซึ่งมีฤทธิ์ต่อประสาทสัมผัสของยุงและทำให้ยุงเสียชีวิตเมื่อสัมผัสถูกละอองหรือควัน และเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานเมื่อใช้งานในปริมาณมากเช่นเดียวกัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ไล่ยุงมีลักษณะเป็นของใช้ส่วนตัวที่มีฤทธิ์ในการไล่ยุง อาทิเช่น แผ่นแปะป้องกันยุง สายรัดข้อมือป้องกันยุง เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มักมีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย สารสกัดจากสมุนไพร อาทิเช่น ตะไคร้ มะกรูด สะระแหน่ ซึ่งปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน แต่ไม่ส่งผลต่อระบบประสาทของยุงจนถึงแก่ชีวิต ทั้งนี้การเลือกใช้เพอร์เมทริน ซึ่งเป็นสารสกัดจากดอกเบญจมาศในการฉีดพ่นลงบนเสื้อผ้า ควรคำนึงถึงความเข้มข้น เนื่องด้วยข้อจำกัดจากการเป็นพิษหากใช้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสมดังคำชี้แจงขององค์กรอนามัยโลก แต่ด้วยการใช้งานในวงแคบทำให้เพอร์เมทรินยังไม่เป็นนิยมมากนัก หากพิจารณาจากกลุ่มผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรม แรงกดดันในด้านนี้จึงต่ำ แต่หากพิจารณาประกอบกับผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่มีส่วนผสมของยาฆ่าแมลง และน้ำมันหอมระเหย แรงกดดันในด้านนี้จึงสูง เนื่องจากมีการแข่งขันในอุตสาหกรรมที่สูง

(2) อุปสรรคจากสินค้าหรือบริการทดแทน (Threat of Substitution)

จากการเปรียบเทียบในตารางที่ 5.1 พบว่าปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงจำนวนมาก โดยส่วนใหญ่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบในลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สัมผัสผิวหนังโดยตรง อาทิเช่น สายรัดข้อมือ แผ่นแปะ สเปรย์ และโลชั่น ซึ่งข้อดีของน้ำมันหอมระเหยคือมีกลิ่นหอม ผลิตจากสมุนไพรธรรมชาติ ปลอดภัยต่อผิวหนัง และมีข้อเสียคือสามารถป้องกันยุงได้เพียงระยะเวลาอันสั้น อาทิเช่น สเปรย์ป้องกันยุงที่ต้องฉีดซ้ำเพื่อคงประสิทธิภาพ

ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ประเภทที่ไม่สัมผัสผิวหนังโดยตรง ได้แก่ ยากันยุง และมุ้งกันยุง โดยข้อดีของยากันยุงคือสามารถป้องกันยุงได้นานกว่า 6 ถึง 8 ชั่วโมง แต่มีข้อเสียเนื่องจากสารระเหยจากยากันยุงมีฤทธิ์ทำลายเยื่อบุเมือกบริเวณทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้หลอดลมและกล่องเสียงอักเสบ และผลิตภัณฑ์มุ้งกันยุงมีข้อดีคือไม่สัมผัสผิวหนังโดยตรงและมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงยาวนาน ตราบเท่าที่ผู้ใช้งานยังอาศัยอยู่ภายในมุ้ง แต่มีข้อเสียคือสามารถใช้ได้ในพื้นที่จำกัด ไม่สะดวกแก่การพกพา แรงกดดันในด้านนี้จึงอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เนื่องจากแต่ละผลิตภัณฑ์มีลักษณะข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในปัจจุบัน

ผลิตภัณฑ์	จุดเด่น	จุดด้อย
สายรัดข้อมือป้องกันยุง	- รูปลักษณ์หลากหลาย - พกพาง่าย - มีส่วนผสมของน้ำมันหอยระเหย	- ไม่เหมาะสำหรับผู้ที่สวมใส่เครื่องประดับอยู่แล้ว - ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงระยะสั้น
แผ่นแปะกันยุง	- ใช้งานสะดวก - ไม่เป็นที่สะดุดตา เนื่องจากติดได้ทุกบริเวณบนเสื้อผ้า - มีส่วนผสมของน้ำมันหอยระเหย	- หลุดออกจากเสื้อผ้าได้ง่าย อาจตกหล่นโดยไม่รู้ตัว - ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงระยะสั้น
สเปรย์กันยุง	- มีกลิ่นหอม - มีหลากหลายขนาด - มีส่วนผสมของน้ำมันหอยระเหย	- ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงระยะสั้น ต้องฉีดซ้ำอยู่เสมอ - ความเหนียวเหนอะหนะบนผิวหนัง
ยากันยุง	- ราคาถูก - หาซื้อได้ง่าย - ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงได้นานถึง 6-8 ชั่วโมง	- สารระเหยจากยากันยุงมีฤทธิ์ทำลายเยื่อบุเมือกบริเวณทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้หลอดลมและกล่องเสียงอักเสบ
มุ้งกันยุง	- ไม่สัมผัสผิวหนังโดยตรง - ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงยาวนาน	- พกพาไม่สะดวก - จำกัดพื้นที่การใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(3) อำนาจต่อรองของผู้ขาย (Supplier Power)

เนื่องจากเทคโนโลยีเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบและมีช่วงราคาที่กว้าง สามารถเลือกซื้อได้ในราคาประหยัด เช่นเดียวกับสารเพอร์เมทริน สารสกัดไพรีทอยด์เป็นสารที่ใช้โดยทั่วไป และได้รับการยอมรับจากองค์กรอนามัยโลกเรื่องความปลอดภัยที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 จึงเป็นที่นิยมของผู้ผลิตหลายรายที่มองเห็นโอกาสทางเทคโนโลยี ส่งผลให้มีผู้ขาย (supplier) หลายรายเกิดขึ้นตามมา อำนาจการต่อรองของผู้ขายจึงต่ำ

(4) อำนาจต่อรองของผู้ซื้อ (Buyer Power)

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงมีหลากหลายชนิด ผู้ใช้งานสามารถเลือกซื้อได้ตามกำลังทรัพย์และความเหมาะสม รวมทั้งบริการเคลือบผิวสิ่งทอที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเส้นใยในหลายด้าน อาทิเช่นการป้องกันยุงและการเติมแต่งกลิ่น ส่งผลให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้น อำนาจการต่อรองของผู้ซื้อจึงสูง

(5) อุปสรรคจากผู้แข่งขันรายใหม่ (Threat of New Entrants)

เทคโนโลยีการพ่นละอองขนาดเล็กเป็นเทคโนโลยีที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อาทิเช่นเครื่องพ่นความชื้น (Aroma diffuser) เครื่องพ่นผิวหน้า (Nano sprayer) แต่การนำมาใช้ในการพ่นสิ่งทอยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก เนื่องจากปัจจุบันผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดส่วนใหญ่มักใช้น้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนประกอบ แต่การใช้สารเพอร์เมทรินยังถูกจำกัดในวงแคบ อาทิเช่น ทางการทหาร การนำเพอร์เมทรินมาพ่นลงบนชุดปฏิบัติธรรมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ แต่ทั้งนี้เมื่อเพอร์เมทรินเริ่มเป็นที่รู้จักในตลาด คู่แข่งรายใหม่สามารถเข้ามาชิงส่วนแบ่งการตลาดได้ง่าย เนื่องจากส่วนผสมของสาร และเครื่องมือในการพ่นเป็นสิ่งที่หาได้ไม่ยากในท้องตลาด แรงกดดันในด้านนี้จึงสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 การใช้ประโยชน์ทางเทคโนโลยี (Technology Exploitation)

5.3.1 รูปแบบกลยุทธ์ (Potential Type of Strategy)

กลยุทธ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงคือ กลยุทธ์การขายผลิตภัณฑ์สู่ตลาดโดยตรง (Market for Products : MfP) เนื่องจากเป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ควบคู่กับการศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ โดยจากผลการศึกษาพบว่า นวัตกรรม

ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการแข่งขันในตลาดสูง เนื่องจากมีความแตกต่าง (Differentiate) กับผลิตภัณฑ์ในตลาดปัจจุบัน และมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงที่ดีกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหย ด้วยระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ยาวนาน สามารถซักและนำกลับมาใช้ใหม่โดยประสิทธิภาพในการป้องกันยุงจะถูกลดทอนตามจำนวนครั้งที่ถูกซัก

5.3.2 การนำไปใช้ (Exploitation Approach)

การนำเทคโนโลยีชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงออกสู่ตลาดใช้วิธีการกิจการร่วมค้า (Joint Venture) ร่วมกับสำนักปฏิบัติธรรม เนื่องจากผลการวิจัยตลาดพบว่าสำนักปฏิบัติธรรมและวัดส่วนใหญ่มีชุดปฏิบัติธรรมจำหน่าย ผู้ปฏิบัติธรรมเตรียมเสื้อผ้าลำลองไปเองบางส่วนเท่านั้น การร่วมค้าจึงเป็นลักษณะการนำองค์ความรู้จากงานวิจัยผสานเข้ากับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่และช่องทางการจัดจำหน่ายปัจจุบัน โดยจากการวิเคราะห์ด้วย Ansoff Matrix พบว่าชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงเป็นการส่งมอบผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product) ออกสู่ตลาดเดิมที่มีอยู่ (Existing Market) ในลักษณะการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) เพื่อตอบโจทย์ปัญหาการรบกวนจากยุงของผู้บริโภค (Pain Point) ซึ่งยังไม่ได้รับการแก้ไข

5.4 การนำเทคโนโลยีไปสู่เชิงพาณิชย์ (Technology Commercialization)

5.4.1 กลยุทธ์ทางการตลาด (STP)

(1) กลุ่มลูกค้า (Segment)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากผลการวิจัยตลาดในบทที่ 4 พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมได้สองประเภท คือ กลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมในที่พักอาศัยคิดเป็นร้อยละ 49.5 และกลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมนอกที่พักอาศัยคิดเป็นร้อยละ 50.5 โดยร้อยละ 42.9 ของผู้ปฏิบัติธรรมในที่พักอาศัยประสบปัญหาการรบกวนจากยุงเช่นเดียวกับร้อยละ 48.2 ของผู้ปฏิบัติธรรมนอกที่พักอาศัยล้วนประสบปัญหาจากการรบกวนของยุงเช่นเดียวกันในสัดส่วนที่มากกว่า ในขณะที่ช่วงอายุของผู้ปฏิบัติธรรมมีทุกช่วงวัยตั้งแต่ต่ำกว่า 25 จนถึงมากกว่า 60 ปี ในสัดส่วนแต่ละช่วงวัยที่ใกล้เคียงกัน อันสรุปได้ว่าปัจจัยด้านอายุไม่มีผลต่อการปฏิบัติธรรม แต่หากพิจารณาจากสถานที่พบว่าผู้ปฏิบัติธรรมในช่วงอายุน้อยกว่า 40 ปี นิยมการปฏิบัติธรรมนอกบ้านมากกว่าผู้ที่มีอายุมากกว่า 40 ปี และหากพิจารณาจากเพศจะพบว่า ผู้ปฏิบัติธรรมส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง รองลงมาคือเพศชายและเพศทางเลือก โดยหากพิจารณาจากช่วงรายได้

ตั้งแต่น้อยกว่า 15,000 จนถึงมากกว่า 100,000 บาท พบว่าสัดส่วนแต่ละกลุ่มมีความใกล้เคียงกัน สรุปได้ว่าปัจจัยด้านรายได้ไม่มีผลต่อการปฏิบัติธรรมเช่นกัน จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถสรุปกลุ่มลูกค้าได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมนอกที่พักอาศัยช่วงอายุ 25 ถึง 40 ปี

กลุ่มที่ 2 กลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมนอกที่พักอาศัยช่วงอายุมากกว่า 41 ปี

กลุ่มที่ 3 กลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมในที่พักอาศัยช่วงอายุมากกว่า 41 ปี

(2) ตลาดเป้าหมาย (Target)

จากการวิเคราะห์กลุ่มลูกค้าพบว่า ตลาดเป้าหมายที่มีศักยภาพมากที่สุดคือ กลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมนอกที่พักอาศัยช่วงอายุ 25 ถึง 40 ปี จากผลการการวิจัยตลาดพบว่าลูกค้ากลุ่มนี้มีความสนใจในเทคโนโลยีใหม่ๆ และการตัดสินใจซื้อจากคำบอกต่อ (advocate) มากกว่ากลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 กว่าสามเท่าตัว อีกทั้งยังมีความสนใจในอุปกรณ์เสริม (complementary product) อาทิเช่น ปลอกแขนหรือหมวก ดังข้อเสนอแนะเบื้องต้น บุคคลกลุ่มนี้จึงมีโอกาสที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันยุงในอนาคต

(3) การวางตำแหน่งทางการตลาด (Positioning)

ภาพที่ 5.1 การวางตำแหน่งทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง

จากภาพที่ 22 สามารถแบ่งการวางตำแหน่งทางการตลาดได้จาก 2 ปัจจัยคือ การจำแนกตามประเภทผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไล่ยุงและผลิตภัณฑ์กำจัดยุง และการจำแนกตามระยะเวลาในการป้องกันยุง พบว่าในกลุ่มผลิตภัณฑ์ไล่ยุงระยะเวลาป้องกันน้อยประกอบด้วยผลิตภัณฑ์จำพวกสเปรย์กันยุง แผ่นแปะกันยุง สายรัดกันยุง และเทียนหอมไล่ยุง ซึ่งผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยเป็นหลัก ถัดมาในกลุ่มผลิตภัณฑ์ไล่ยุงระยะเวลาป้องกันนานคือชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง ที่สามารถสวมใส่ซ้ำได้ โดยยังคงประสิทธิภาพในการป้องกันยุง ส่วนผลิตภัณฑ์ในกลุ่มกำจัดยุงระยะเวลาน้อยคือผลิตภัณฑ์จำพวกยาฆ่าแมลงซึ่งมีส่วนผสมของสารเคมีอันตราย และผลิตภัณฑ์ในกลุ่มกำจัดยุงระยะเวลานานคือยาจุดกันยุงและเครื่องดักยุงที่สามารถใช้งานได้นานกว่า 6 ชั่วโมงหรือนานเทียบเท่าระยะเวลาที่เปิดเครื่อง

5.4.2 ส่วนประสมทางการตลาด (4P: Marketing Mix)

(1) ผลิตภัณฑ์และบริการ (Product)

จากผลวิจัยทางการตลาดพบว่าชุดปฏิบัติธรรมในอุดมคติของผู้ปฏิบัติธรรมส่วนใหญ่คือ เสื้อแขนสั้นกางเกงขายาว คิดเป็นร้อยละ 62.9 และเสื้อแขนยาวกางเกงขายาว คิดเป็นร้อยละ 29 โดยมากกว่าร้อยละ 24.1 ให้ความสำคัญกับเนื้อผ้าที่เบาสบาย ระบายกาอาศได้ดีเป็นหลัก และมากกว่าร้อยละ 19.2 ให้ความสำคัญกับการรับรองมาตรฐาน ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงจะจัดจำหน่ายในลักษณะเสื้อแขนสั้น เสื้อแขนยาว และกางเกงขายาว ด้วยส่วนผสมของเส้นใยฝ้ายมากกว่าร้อยละ 95 อ้างอิงจากผลการวิจัยในบทที่ 4 สารเพอร์เมทรินสามารถเกาะติดบนผ้าที่มีส่วนผสมของเส้นใยฝ้ายในสัดส่วนมากได้ดีกว่าผ้าที่มีส่วนผสมของเส้นใยฝ้ายในสัดส่วนน้อย อีกทั้งคุณลักษณะของเส้นใยฝ้ายมีความนุ่ม เบาสบายตรงตามความต้องการของผู้บริโภค แตกต่างจากผ้าที่มีส่วนผสมของโพลีเอสเตอร์ในปริมาณมาก ซึ่งจะมีลักษณะแข็งกระด้าง โดยชุดปฏิบัติธรรมนี้ต้องผ่านการรับรองมาตรฐานด้านประสิทธิภาพในการป้องกันยุงและความปลอดภัยจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุขแห่งประเทศไทย

(2) ราคา (Price)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงเป็นผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายแบบแยกชิ้นส่วนเสื้อและกางเกง กลยุทธ์การตั้งราคาจึงเป็นลักษณะกลยุทธ์ราคาชุด (Product Set Pricing) หากผู้บริโภคเลือกซื้อเพียงเสื้อหรือกางเกงเพียงชิ้นเดียว ราคาจะสูงกว่าซื้อร่วมกันทั้งชุด โดยทั้งนี้ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงเป็นลักษณะธุรกิจแบบกิจการร่วมค้า (Joint venture) ร่วมกับสำนักปฏิบัติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ธรรม ผู้ที่เข้าปฏิบัติธรรมภายในสำนักปฏิบัติธรรมจะได้รับสิทธิ์แลกซื้อในราคาที่ต่ำกว่าบุคคลภายนอก โดยเป็นลักษณะของกลยุทธ์ราคาแยกตามกลุ่มลูกค้า (Pricing by Type of Customers) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 5.2 ราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

ประเภทผลิตภัณฑ์	ราคาผู้เข้าร่วมปฏิบัติธรรม	ราคาบุคคลทั่วไป
เสื้อปฏิบัติธรรมแขนสั้น	180 บาท	200 บาท
เสื้อปฏิบัติธรรมแขนยาว	200 บาท	220 บาท
กางเกงปฏิบัติธรรม	200 บาท	220 บาท
เสื้อแขนสั้น + กางเกงปฏิบัติธรรม	350 บาท	380 บาท
เสื้อแขนยาว + กางเกงปฏิบัติธรรม	370 บาท	400 บาท

(3) สถานที่จัดจำหน่าย (Place)

จัดจำหน่ายผ่านสองช่องทางคือ ช่องทางออนไลน์ (Online Channel) และจำหน่ายผ่านสถานปฏิบัติธรรม (Offline Channel) โดยจากผลวิจัยตลาดพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมซื้อชุดปฏิบัติธรรมผ่านเว็บไซต์ตัวแทนจำหน่าย อาทิเช่น Lazada และ Shopee เป็นหลัก รองลงมาคือเว็บไซต์ทางการของผู้จัดจำหน่ายหรือเว็บไซต์ของสถานปฏิบัติธรรม และช่องทางการจำหน่ายผ่านสถานปฏิบัติธรรมโดยตรง (Physical store)

(4) การส่งเสริมการขาย (Promotion)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การส่งเสริมการขายชุดปฏิบัติธรรมจะเป็นลักษณะการทำการโฆษณาผ่านช่องทางออนไลน์เป็นหลัก โดยการแนะนำผ่านผู้มีอิทธิพลขนาดเล็ก (micro influencer) บนสื่อสังคมออนไลน์ในกลุ่มของผู้ปฏิบัติธรรม และกลุ่มผู้ปฏิบัติกรรมฐานเพื่อให้เป็นไปในรูปแบบการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การใช้งานจริง ซึ่งข้อมูลจากผลการวิจัยตลาดพบว่ามากกว่าร้อยละ 18.3 จะตัดสินใจซื้อเมื่อมีผู้ใช้งานจำนวนมาก และมากกว่าร้อยละ 16.3 จะตัดสินใจซื้อเมื่อได้รับการแนะนำจากผู้ใช้จริง ทั้งนี้กำไรร้อยละ 50 จะถูกหักและนำไปบริจาคยังสำนักปฏิบัติธรรม มูลนิธิหรือสถานสงเคราะห์ โดยผู้ซื้อสามารถเลือกสถานที่ที่ต้องการบริจาคได้ หรือกรณีซื้อผ่านสถานปฏิบัติธรรมกำไรจะถูกหักเพื่อร่วมทำบุญกับสถานปฏิบัติธรรมนั้น ๆ โดยตรง

5.5 การปกป้องเทคโนโลยี (Technology Protection)

การปกป้องเทคโนโลยีเป็นลักษณะของการยื่นจดอนุสิทธิบัตร (Petty Patent) เพื่อครอบคลุมสิ่งประดิษฐ์ที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีระดับการพัฒนาเทคโนโลยีที่ไม่สูงมาก โดยพิจารณาจากความใหม่และความสามารถในการประยุกต์ทางอุตสาหกรรมโดยมีอายุความคุ้มครอง 6 ปี ต่ออายุได้ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ปี เนื่องจากเทคโนโลยีการพ่นละอองขนาดเล็กด้วยเพอร์เมทรินไม่ใช่เทคโนโลยีใหม่ แต่กระบวนการเคลือบผิวชุดปฏิบัติธรรมเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ การจดสิทธิบัตร (Patent) จึงไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากไม่ใช่เทคโนโลยีขั้นสูงที่ยากต่อการลอกเลียนแบบ ทั้งนี้หากมีการออกแบบเครื่องแต่งกายเพิ่มเติมในอนาคตดังคำแนะนำจากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม สามารถจดสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Industrial Design) เพิ่มเติมได้ เพื่อปกป้องสิทธิ์ในงานออกแบบโครงสร้างภายนอกของผลิตภัณฑ์

5.6 ความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibilities)

5.6.1 สมมติฐานทางการเงิน (Financial Assumption)

จากตารางที่ 5.3 เงินลงทุนเบื้องต้นหนึ่งล้านบาทประกอบด้วยค่าจดทะเบียนบริษัท ค่าอุปกรณ์สำนักงาน ค่าวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ค่าจดอนุสิทธิบัตรการออกแบบ และเงินทุนหมุนเวียน โดนจัดเป็นส่วนทุนของเจ้าของไม่มีการกู้ยืม

ตารางที่ 5.3 เงินลงทุนเบื้องต้น

รายการ	ทุนเจ้าของ	เงินกู้ยืม	มูลค่าสินทรัพย์
ค่าจดทะเบียนบริษัท	5,000	-	5,000
ค่าอุปกรณ์สำนักงาน	50,000	-	50,000
ค่าวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์	280,000	-	280,000
ค่าจดอนุสิทธิบัตรและสิทธิบัตรการออกแบบ	10,750	-	10,750
เงินทุนหมุนเวียน	654,250	-	654,250
รวมมูลค่าสินทรัพย์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจปัจจุบัน (บาท)	**1,000,000**	-	**1,000,000**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 5.4 ประมาณการยอดขายแบ่งออกเป็นผลิตภัณฑ์สามประเภทได้แก่ เสื้อแขนสั้นยอดขาย 19,000 ชิ้นต่อปี คิดเป็นร้อยละ 32.2 เสื้อแขนยาวยอดขาย 14,000 ชิ้นต่อปี คิดเป็นร้อยละ 23.7 และกางเกงขายาวยอดขาย 26,000 ชิ้นต่อปี คิดเป็นร้อยละ 44.1 รวมทั้งหมด 59,000 ชิ้น

ตารางที่ 5.4 ประมาณการยอดขาย

ประมาณการยอดขาย	**เสื้อแขนสั้น**	**เสื้อแขนยาว**	**กางเกงขายาว**
จำนวนขายต่อปี	19,000	14000	26000
ต้นทุนต่อหน่วย	115	127	127
ราคาขายต่อหน่วย	192	212	212
ยอดขายต่อปี (บาท)	**3,648,000**	**2,968,000**	**5,512,000**

ตารางที่ 5.5 กำลังการผลิต

กำลังการผลิต	**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**
เป้าหมายการผลิต (ชิ้น/วัน)	162	178	196	215	237
ระยะเวลาเปิดต่อวัน (นาที)	420	420	420	420	420
เวลาต่อชิ้น (นาที)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ประสิทธิภาพเครื่องจักร	90%	90%	90%	90%	90%
อัตราการเกิดของเสีย	0.5%	0.5%	0.4%	0.4%	0.3%
กำลังการผลิต (ชิ้น/เครื่อง/วัน)	**251**	**251**	**251**	**251**	**251**

ตารางที่ 5.5 แสดงกำลังการผลิตต่อปีโดยสมมติฐานเป้าหมายการผลิต 162 ชิ้นต่อวันในปีแรก และ 237 ชิ้นต่อวันในปีสุดท้าย เวลาเปิดผลิตวันละ 7 ชั่วโมง เวลาการผลิตต่อชิ้น 1 นาที 30 วินาที ประสิทธิภาพการทำงานเครื่องจักรร้อยละ 90 อัตราการเกิดของเสียร้อยละ 0.5 และคาดว่าจะลดลงในปีถัดไปจนถึงร้อยละ 0.3 ในปีที่ 5

ตารางที่ 5.6 และตารางที่ 5.7 แสดงประมาณการค่าใช้จ่ายในการบริหารและการขาย ประกอบด้วยค่าจ้างบุคลากร ค่าเช่าสำนักงาน ค่าสาธารณูปโภค ค่าจ้างผู้มีอิทธิพลทางอินเตอร์เน็ต (influencer) ค่าทำสื่อโฆษณา รวมทั้งค่าขนส่งสินค้า รวมทั้งสิ้น 1,689,600 บาทต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.6 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการบริหาร

ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	ค่าใช้จ่ายต่อเดือน	ค่าใช้จ่ายต่อปี
นักวิจัย	18000	216000
วิศวกร	22000	264000
พนักงานรับคำสั่งซื้อ	12000	144000
พนักงานบัญชี	15000	180000
ค่าเช่าสำนักงาน	20000	240000
ค่าบริการอินเตอร์เน็ต	800	9600
ค่าน้ำและค่าไฟ	5000	60000
รวม (บาท)	**92,800**	**1,113,600**

ตารางที่ 5.7 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขาย

ค่าใช้จ่ายในการขาย	ค่าใช้จ่ายต่อเดือน	ค่าใช้จ่ายต่อปี
ค่าจ้าง influencer	25000	300000
ค่าทำสื่อโฆษณา	5000	60000
ค่าขนส่งสินค้า	18000	216000
รวม (บาท)	**48,000**	**576,000**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสมมติฐานทางการเงินได้แก่ การเพิ่มขึ้นของปริมาณขายร้อยละ 10 ต่อเนื่อง การเพิ่มขึ้นของค้าใช้จ่ายในการขายร้อยละ 3 และการปรับขึ้นเงินเดือนของพนักงานร้อยละ 5

ตารางที่ 5.8 การเปลี่ยนแปลงสมมติฐานทางการเงิน

รายการ	2564	2565	2566	2567	2568
การเพิ่มขึ้นของปริมาณการขาย	10%	10%	10%	10%	10%
การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการขาย	3%	3%	3%	3%	3%
การปรับขึ้นเงินเดือนพนักงาน	5%	5%	5%	5%	5%

ตารางที่ 5.9 งบกำไรขาดทุนของกิจการ

งบกำไรขาดทุน	2564	2565	2566	2567	2568
รายได้รวม	12,128,000	13,326,133	14,658,747	16,124,621	17,737,083
ต้นทุนสินค้าขาย	7,276,800	7,995,680	8,795,248	9,674,773	10,642,250
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริการ	1,689,600	1,747,080	1,807,088	1,869,741	1,935,160
กำไรก่อนจ่ายดอกเบี้ยและภาษี	3,161,600	3,583,373	4,056,410	4,580,107	5,159,673
ดอกเบี้ยจ่าย	-	-	-	-	-
กำไรก่อนจ่ายภาษี	3,161,600	3,583,373	4,056,410	4,580,107	5,159,673
ภาษีจ่าย (20%)	632,320	716,675	811,282	916,021	1,031,935
ค่าใช้จ่ายในการบริจาค (50%)	1,264,640	1,433,349	1,622,564	1,832,043	2,063,869
กำไรสุทธิ	1,264,640	1,433,349	1,622,564	1,832,043	2,063,869

ตารางที่ 5.10 งบดุลของกิจการ

งบดุล	ปี					
สินทรัพย์ (Assets)		**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**
เงินสด	1,000,000	2,082,720	3,498,097	5,100,672	6,910,727	8,950,409
สินค้าคงเหลือ		181,920	199,892	219,881	241,869	266,056
สินทรัพย์หมุนเวียน	1,000,000	2,264,640	3,697,989	5,320,553	7,152,596	9,216,466
สินทรัพย์ถาวรสุทธิ	-	-	-	-	-	-
สินทรัพย์รวม	1,000,000	2,264,640	3,697,989	5,320,553	7,152,596	9,216,466
หนี้สิน (Liabilities)		**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**
หนี้สินรวม	-	-	-	-	-	-
ส่วนของเจ้าของ (Equity)		**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**
ทุนจดทะเบียนชำระแล้ว	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
กำไรสะสม		1,264,640	2,697,989	4,320,553	6,152,596	8,216,466
รวมส่วนของผู้ถือหุ้น	1,000,000	2,264,640	3,697,989	5,320,553	7,152,596	9,216,466
หนี้สินรวมและส่วนของผู้ถือหุ้น	1,000,000	2,264,640	3,697,989	5,320,553	7,152,596	9,216,466

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.11 งบกระแสเงินสดของกิจการ

งบกระแสเงินสด	2564	2565	2566	2567	2568
กระแสเงินสดจากกิจกรรมดำเนินงาน					
กำไรสุทธิ	1,264,640	1,433,349	1,622,564	1,832,043	2,063,869
สินค้าคงเหลือลดลง (เพิ่มขึ้น)	- 181,920	- 199,892	- 219,881	- 241,869	- 266,056
กระแสเงินสดสุทธิจากกิจกรรมดำเนินงาน	1,082,720	1,233,457	1,402,683	1,590,174	1,797,813
กระแสเงินสดจากกิจกรรมการลงทุน	**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**
สินทรัพย์ถาวรลดลง (เพิ่มขึ้น)	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดจากกิจกรรมการจัดหาเงิน	**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**
กระแสเงินสดสุทธิกิจกรรมจัดหาเงิน	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow)	1,082,720	1,233,457	1,402,683	1,590,174	1,797,813

ตารางที่ 5.12 อัตราส่วนทางการเงินของกิจการ

อัตราส่วนประสิทธิภาพในการใช้สินทรัพย์	**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**
อัตราหมุนเวียนของสินค้าคงเหลือ (รอบ)	40	42	42	42	42
อัตราส่วนหมุนเวียนของสินทรัพย์รวม (รอบ)	7.4	4.5	3.3	2.6	2.2
อัตราส่วนความสามารถในการบริหารงาน	**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**
อัตราส่วนกำไรสุทธิต่อยอดขาย	10.4%	10.8%	11.1%	11.4%	11.6%
อัตราส่วนกำไรจากการดำเนินงาน	26.1%	26.9%	27.7%	28.4%	29.1%

ตารางที่ 5.13 บทสรุปทางการเงิน

ตัวชี้วัดทางการเงิน	**ผลลัพธ์**
Net Present Value (NPV)	4,259,944
Internal Rate of Return (IRR)	117.83%
Modified Internal Rate of Return (MIRR)	53.3%
Payback Period	0.9 (1 ปี)

5.6.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

การประเมินความเสี่ยงจากปัจจัยภายนอกที่คาดว่าจะส่งผลระทบต่อผลตอบแทนของโครงการ โดยพิจารณาจากสถานการณ์ที่ดีกว่าปกติ (Best Case) หากยอดขายมากกว่าคาดการณ์ร้อยละ 25 และสถานการณ์ที่แย่กว่าปกติ (Worst Case) หากยอดขายปีแรกต่ำกว่าคาดการณ์ร้อยละ 25 และไม่เพิ่มขึ้นในปีถัดมา

ตารางที่ 5.14 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

ตัวชี้วัดทางการเงิน	**Best Case**	**Base Case**	**Worst Case**
NPV	14,178,208	4,259,944	1,509,316
IRR	280.57%	117.83%	53.32%
MIRR	89.51%	53.30%	32.22%
Payback Period	0.4	0.9	2.9

จากการประเมินความเสี่ยงจากปัจจัยภายนอกพบว่าที่สถานการณ์ดีกว่าปกติ สามารถคืนทุนโครงการได้ภายในระยะเวลา 0.4 ปี (5 เดือน) IRR ร้อยละ 280.57 ในขณะที่หากสถานการณ์แย่กว่าคาดการณ์ สามารถคืนทุนโครงการได้ในระยะเวลา 2.9 ปี (3 ปี) แต่มี IRR ร้อยละ 53.32 จึงไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

6.1.1 การพัฒนาต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

จากกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก (Aerosol Coating) โดยสารละลายต้นแบบสีแดงพบว่าการกระจายตัวของสารบนพื้นผิวเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอเมื่อวางชิ้นงานขนานกับพื้นและวางตำแหน่งเครื่องพ่นในทิศทางคว่ำลงโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงเป็นตัวนำละอองไปเกาะบนพื้นผิวของผ้า โดยจากการพิจารณาด้วยตาเปล่าพบว่าผ้าที่ติดสีได้ดีที่สุดคือผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 แต่เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่า ผ้าที่ดูดซึมสารละลายต้นแบบสีแดงได้ดีที่สุดคือผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ รองลงมาคือผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 และผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาการกระจายตัวของสารละลายต้นแบบสีแดงบนกระจกสไลด์พบว่าการพ่นในระยะเวลาสั้นที่ 1 และ 3 วินาที จะทำให้เกิดการกระจายตัวของละอองขนาดเล็ก (primary particle) จำนวนมากและซึมผ่านเส้นใยได้ดีกว่าการพ่นที่ระยะเวลา 5 และ 7 วินาที ซึ่งมีขนาดอนุภาคที่ใหญ่กว่าเนื่องมาจากการรวมตัวของอนุภาคขนาดเล็กในพื้นที่จำกัดเป็นระยะเวลานาน

การทดสอบการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินบนพื้นผิวที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ด้วยเครื่อง FT-IR Spectrometer บนผ้าทั้งสามชนิดพบการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินบนผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ และผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นที่ช่วง Wavenumbers 1400 ถึง 1900 cm^{-1} ที่ระยะเวลาในการพ่นมากกว่า 3 วินาทีขึ้นไป แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูดบนผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 เนื่องจากเกิดการซ้อนทับกันของช่วงคลื่นบนผ้าและเพอร์เมทริน และเมื่อทดสอบน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงของผ้าทั้ง 3 พบว่ามีสัดส่วนของน้ำหนักเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.196 ไปจนถึงร้อยละ 0.422 ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการพ่น โดยผ้าฝ้ายบริสุทธิ์พบการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักมากที่สุด

ทั้งนี้ อัตราการเป็นอัมพาตของยุงขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของเพอร์เมทรินที่ทำการเคลือบ โดยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อชุดปฏิบัติธรรมคือ 1250 mg/m^2 โดยจะส่งผลให้ยุงเกิดสภาวะอัมพาตแต่ไม่เสียชีวิตภายในระยะเวลา 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นาที และเมื่อผ่านการซักจนความเข้มข้นลดลงเหลือ 200 mg/m^2 การเป็นอัมพาตของยุงจะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 71.5 นาที

6.1.2 การทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรม

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงพบว่าผู้ทำแบบสอบถามร้อยละ 83.5 รู้สึกสนใจในผลิตภัณฑ์ และมากกว่าร้อยละ 46.9 ให้ความสำคัญในการตัดสินใจซื้อด้วยเหตุผลเรื่องการช่วยแก้ปัญหาการถูกรบกวนจากยุง รองลงมาคือเนื้อผ้าที่เบาสบายร้อยละ 24.1 และช่องทางการจัดจำหน่ายที่หาซื้อได้สะดวกร้อยละ 13.8 โดยช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้ทำแบบสอบถามให้ความสนใจมากที่สุดคือเว็บไซต์ตัวแทนจำหน่ายร้อยละ 26.8 รองลงมาคือเว็บไซต์ของผู้ผลิตร้อยละ 22.8 และร้านค้าปลีกร้อยละ 20.1 โดยผู้ทำแบบสอบถามบางส่วนลงความเห็นว่าควรจัดทำผลิตภัณฑ์ส่วนเสริมอาทิเช่น หมวกหรือปลอกแขนเพื่อเพิ่มการป้องกันที่ครอบคลุมมากขึ้น

6.1.3 การประเมินความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

จากการศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์พบว่าเป็นลักษณะกิจการร่วมค้า (Joint Venture) ร่วมกับสำนักปฏิบัติธรรม ในรูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) เพื่อตอบโจทย์ปัญหาการถูกรบกวนจากยุงของผู้บริโภค (Pain Point) ซึ่งยังไม่ได้รับการแก้ไข โดยกลุ่มเป้าหมายคือกลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมนอกที่พักอาศัยช่วงอายุ 25 ถึง 40 ปี ซึ่งมีความสนใจในเทคโนโลยีใหม่ๆ และได้รับอิทธิพลจากการบอกต่อจากผู้ใช้จริง โดยใช้เงินลงทุน 1,000,000 บาท และคาดว่าจะคืนทุนภายในระยะเวลา 1 ปี

Chulalongkorn University

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 จากการศึกษาเป็นเพียงการทดสอบการพ่นแบบอยู่กับที่เท่านั้น ในการใช้งานจริงควรศึกษาเพิ่มเติมถึงวิธีการพ่นในลักษณะเคลื่อนที่เพื่อให้สัมพันธ์กับพื้นที่บนพื้นผิว รวมทั้งการพิจารณาระบบบังคับทิศทางการไหลและการกักเก็บละอองขนาดเล็ก (Anderson cascade impactor) เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของของอนุภาคและการควบคุมทิศทางที่สะดวกมากขึ้น

6.2.2 เนื่องด้วยงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระยะสั้น จึงศึกษาเพียงการกระจายตัวของสารบนพื้นผิวและการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินเท่านั้น ในอนาคตสามารถศึกษาต่อยอดได้ด้วยการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข เพื่อเพิ่มการรับรองมาตรฐาน

และความสบายใจแก่ผู้ใช้งาน ทั้งนี้เบื้องต้นจากการศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมในบทที่ 2 พบว่าองค์การอนามัยโลกได้ระบุการใช้สารเพอร์เมทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานรวมทั้งเด็กและสตรีมีครรภ์หรือที่ปริมาณ 1250 mg/m^2

6.2.3 จากการศึกษาการทำธุรกิจเป็นลักษณะการขายผลิตภัณฑ์สู่ตลาดโดยตรง (Business-to-Customer: B2C) หากพิจารณาทางเลือกในการทำธุรกิจประเภทการขายสู่หน่วยธุรกิจ (Business-to-Business: B2B) โดยการจำหน่ายวัตถุดิบผ้าที่ผ่านการเคลือบ แทนการตัดเย็บชุดปฏิบัติธรรม จะพบว่าต้นทุนต่อหน่วยลดลงร้อยละ 10 เนื่องมาจากค่าจ้างแรงงานในการตัดเย็บ ส่งผลให้อัตราการคืนทุนเร็วขึ้นจาก 0.9 ปี เป็น 0.6 ปี และ IRR ร้อยละ 170.38 การขายในรูปแบบ B2B จึงเป็นอีกทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนดีกว่าการขายรูปแบบ B2C โดยตรง

ตารางที่ 6.1 ผลตอบแทนในรูปแบบ B2B

ตัวชี้วัดทางการเงิน	**ผลลัพธ์**
NPV	6,600,792
IRR	170.38%
MIRR	65.0%
Payback Period	0.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

1. กระทรวงสาธารณสุข, รวมสถานการณ์โรคติดต่อนำโดยแมลงย้อนหลัง. กรมควบคุมโรค, 2020.
2. Marshalonis, D., R.E. Knowlton, and H. Merchant, *Acute toxicity of permethrin to four populations of ovigerous grass shrimp, Palaemonetes pugio Holthuis.* Bull Environ Contam Toxicol, 2006. 77(4): p. 543-50.
3. Smith, W.C., *1 - Commentary/overview of textile coating and lamination*. 2019, Woodhead Publishing. p. 3-10.
4. สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ, ทะเบียนสำนักปฏิบัติธรรมประจำจังหวัด ตามมติเถรสมาคม ว่าด้วยการจัดตั้งสำนักปฏิบัติธรรมประจำจังหวัด พ.ศ.๒๕๕๘. ข้อมูลสารสนเทศ, 2020.
5. กระทรวงสาธารณสุข, รายงานจำนวนการฆ่าตัวตายของประเทศไทย. กรมสุขภาพจิต.
6. Review., H.B., *The Discipline of Innovation.* August 2002.
7. Rogers, E.M., *Diffusion of Innovations.* 2505.
8. Teece, D.J., *Profiting from Innovation*, in *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management*, M. Augier and D.J. Teece, Editors. 2018, Palgrave Macmillan UK: London. p. 1353-1358.
9. Shim, E., *2 - Coating and laminating processes and techniques for textiles*, in *Smart Textile Coatings and Laminates (Second Edition)*, W.C. Smith, Editor. 2019, Woodhead Publishing. p. 11-45.
10. ฑิตธิวงษ์, ป., การใช้ยาทาไล่แมลง (*Use of Insect Repellents).* เวชสารแพทย์ทหารบก, 2020. 3: p. 194-195.
11. กระทรวงสาธารณสุข, ยุงร้ายกว่าเสือ. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2020: p. 11-13.
12. Richards, S.L., et al., *Permethrin treated clothing to protect outdoor workers: evaluation of different methods for mosquito exposure against populations with differing resistance status.* Pathog Glob Health, 2018. 112(1): p. 13-21.
13. Wahab, A. and T. Hussain, *Eco-Friendly garment processing using aerosol technology.* Water Resources and Industry, 2020. 23: p. 100127.
14. Gopalakrishnan, R., et al., *Comparative evaluation of an improved test method for bioefficacy of insecticidal fabrics against dengue and malaria vectors.* Parasites & Vectors, 2019. 12(1): p. 375.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

15. Faulde, M.K., F. Pages, and W. Uedelhoven, *Bioactivity and laundering resistance of five commercially available, factory-treated permethrin-impregnated fabrics for the prevention of mosquito-borne diseases: the need for a standardized testing and licensing procedure.* Parasitol Res, 2016. 115(4): p. 1573-82.
16. Gopalakrishnan, R., et al., *A review on test methods for insecticidal fabrics and the need for standardisation.* Parasitol Res, 2018. 117(10): p. 3067-3080.
17. Gonçalves, J., et al., *Zein impart hydrophobic and antimicrobial properties to cotton textiles.* Reactive and Functional Polymers, 2020. 154: p. 104664.
18. Wei, W., et al., *An Al2O3-cellulose acetate-coated textile for human body cooling.* Solar Energy Materials and Solar Cells, 2020. 211: p. 110525.
19. Truesdale, R.J., *Insect repellent woven fabric and method for producing the same*
20. TUYTENS, M., *Insect-repelling textile product.* 2018.
21. Administration, N.A.a.S., *Technology Readiness Level.* 2021.
22. World Health, O., *CHAPTER 1 • MOSQUITOS AND OTHER BITING DIPTERA.* Vector control: Methods for use by individuals

and communities, 1997. 58-62.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถาม ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรม

(ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง)

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการค้นคว้าอิสระ หัวข้อ ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก ระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์และปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

ส่วนที่ 1 : ปัจจัยส่วนบุคคล

1. เพศ

   ○ ชาย ○ หญิง ○ เพศทางเลือก

2. อายุ

   ○ ต่ำกว่า 25 ปี ○ 25-40 ปี ○ 41-50 ปี

   ○ 51-60 ปี ○ มากกว่า 60 ปี

3. ระดับการศึกษา

   ○ ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ○ มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า ○ อนุปริญญา

   ○ ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า ○ ปริญญาโท ○ ปริญญาเอก

4. อาชีพหลัก

   ○ นักเรียน / นักศึกษา ○ ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ

   ○ พนักงานบริษัทเอกชน ○ ธุรกิจส่วนตัว

   ○ อาชีพอิสระ ○ อื่น ๆ: .....

5. อาชีพเสริม

   ○ นักเรียน / นักศึกษา ○ ธุรกิจส่วนตัว ○ อาชีพอิสระ

   ○ ไม่มี ○ อื่น ๆ: .....

6. รายได้

   ○ ต่ำกว่า 15,000 บาท ○ 15,001 – 30,000 บาท

   ○ 30,001 – 50,000 บาท ○ 50,001 – 80,000 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

○ 80,001 – 100,000 บาท ○ มากกว่า 100,000 บาท

7. ภูมิลำเนา

○ กรุงเทพมหานคร ○ ภาคกลางและตะวันตก

○ ภาคตะวันออก ○ ภาคเหนือ

○ ภาคใต้ ○ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

8. ที่พักอาศัยปัจจุบัน

○ กรุงเทพมหานคร ○ ภาคกลางและตะวันตก

○ ภาคตะวันออก ○ ภาคเหนือ

○ ภาคใต้ ○ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

9. ลักษณะที่พักอาศัยปัจจุบัน

○ บ้านเดี่ยว ○ บ้านแฝด/ทาวน์โฮม ○ คอนโดมิเนียม

○ อพาร์ทเม้นท์ ○ หอพัก ○ ร้านค้า/ตึกแถว

○ อื่น ๆ: .....

ส่วนที่ 2 : ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อชุดปฏิบัติธรรม

10. ความถี่ในการปฏิบัติธรรมของท่าน

○ มากกว่าเดือนละครั้ง ○ เดือนละครั้ง ○ 5-6 ครั้งต่อปี

○ 3-4 ครั้งต่อปี ○ 1-2 ครั้งต่อปี ○ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

11. สถานที่ที่ท่านเลือกใช้ในการปฏิบัติธรรมบ่อยที่สุด

○ วัด/สำนักสงฆ์

○ สถานปฏิบัติธรรม/สำนักปฏิบัติธรรม/สถานธรรม

○ มูลนิธิ/สมาคม

○ อื่น ๆ: .....

12. ระยะเวลาในการปฏิบัติธรรมของท่าน

○ 1 วัน ○ 2-3 วัน ○ 3-7 วัน ○ มากกว่า 7 วัน

13. ในช่วงเวลาดังกล่าว ท่านพกชุดปฏิบัติธรรมติดตัวทั้งหมดกี่ชุด (ไม่รวมเสื้อผ้าลำลอง)

○ ตามจำนวนวันที่เข้าปฏิบัติธรรม ○ ไม่พกชุดปฏิบัติธรรม

○ 1-2 ชุด ○ อื่น ๆ: .....

14. ช่วงเวลาใดที่ท่านปฏิบัติธรรมมากที่สุด

○ เช้า ○ บ่าย ○ เย็น ○ กลางคืน

○ เช้าและเย็น ○ ตลอดเวลา

15. บุคคลที่ร่วมปฏิบัติธรรมกับท่าน

○ ครอบครัว/ญาติ ○ เพื่อน ○ คนรัก ○ ไม่มี

16. ปัจจัยใดที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อชุดปฏิบัติธรรมของท่านมากที่สุด

○ เนื้อผ้า ○ ราคา ○ สถานที่จัดจำหน่าย ○ โปรโมชั่นส่งเสริมการขาย

○ มีคนแนะนำ/รีวิว ○ ความรวดเร็วในการจัดส่ง (*สำหรับการสั่งซื้อออนไลน์)

17. อายุการใช้งานชุดปฏิบัติธรรมที่ท่านสวมใส่

○ น้อยกว่า 1 ปี ○ 1-3 ปี ○ 3-10 ปี ○ มากกว่า 10 ปีขึ้นไป

18. ปัญหาจากการสวมใส่ชุดปฏิบัติธรรมปัจจุบัน

○ การระบายอากาศไม่ดี ○ เนื้อผ้าหดหลังผ่านการซัก

○ ชำรุดง่ายหลังผ่านการใช้งาน ○ เนื้อผ้าบางป้องกันความร้อนได้ไม่ดี

○ การระคายเคืองผิวหนัง ○ อื่น ๆ: .....

19. ท่านรู้จักหรือเคยได้ยินเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงประเภทใดบ้างดังต่อไปนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

○ เครื่องมือและของใช้ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันยุง (เช่น สายรัดข้อมือ รถเข็นเด็ก หลอดไฟ)

○ สเปรย์ป้องกันยุงที่**ไม่มี**ส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย (เช่น ตะไคร้) เป็นส่วนประกอบ

○ สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มที่มีคุณสมบัติในการป้องกันยุง

○ เครื่องไล่ยุง / เครื่องดักยุง

○ ยากันยุง / โลชั่นกันยุง

○ แผ่นแปะป้องกันยุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

20. ท่านรู้จักหรือเคยได้ยิน ผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าป้องกันยุง หรือไม่

○ เคย ○ ไม่เคย

21. หากมีผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุง ท่านสนใจหรือไม่

○ สนใจ ○ ไม่สนใจ

22. หากไม่สนใจ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 : ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมชุดปฏิบัติธรรมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุง

คุณสมบัติของชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงต้นแบบ คือ ชุดปฏิบัติธรรมที่รูปลักษณ์ภายนอกมีลักษณะเช่นเดียวกับชุดปฏิบัติธรรมโดยทั่วไป แต่ภายในเส้นใยมีส่วนผสมของสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงและปลอดภัยต่อผู้สวมใส่ สามารถทนการซักได้มากกว่า 30-40 ครั้ง โดยประสิทธิภาพในการป้องกันยุงไม่ลดลง เมื่อผ่านการซักตามจำนวนครั้งดังกล่าว สามารถทรีทซ้ำได้เพื่อฟื้นฟูคุณสมบัติขึ้นมาอีกครั้ง

23. ท่านคิดว่าชุดปฏิบัติธรรมดังกล่าวมีประโยชน์กับท่านระดับใด

	0	1	2	3	4	5	
น้อย							มาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

24. ชุดปฏิบัติธรรมในอุดมคติของท่านมีลักษณะอย่างไร

○ เสื้อแขนยาว - กางเกงขายาว ○ เสื้อแขนสั้น - กางเกงขายาว

○ เสื้อแขนยาว - ผ้าถุง ○ เสื้อแขนสั้น – ผ้าถุง

25. หากชุดปฏิบัติธรรมดังกล่าววางจำหน่าย ท่านจะซื้อเมื่อใด

○ ซื้อในทันที ○ ซื้อเมื่อมีผู้ใช้งานจำนวนมาก

○ ซื้อเมื่อชุดเก่าชำรุด ○ ไม่ซื้อ

26. หากชุดปฏิบัติธรรมดังกล่าววางจำหน่าย ท่านจะเลือกซื้อจากช่องทางใด

○ ร้านค้าปลีก ○ ห้างสรรพสินค้า ○ เว็บไซต์ของผู้ผลิต

○ เว็บไซต์ตัวแทนจำหน่าย (Lazada, Shopee) ○ Social media (LINE/FB/IG)

27. ท่านคิดว่าชุดปฏิบัติธรรมดังกล่าวควรมีราคาเท่าไร

○ ไม่เกิน 300 บาท ○ 301-500 บาท ○ มากกว่า 500 บาท

28. ท่านจะยอมรับ/สวมใส่ ชุดปฏิบัติธรรมดังกล่าวด้วยเหตุผลใดมากที่สุด

○ หาซื้อได้ง่าย

○ เนื้อผ้าเบาสบาย

○ มีโปรโมชั่นส่งเสริมการขาย

○ คนใกล้ตัว / คนรู้จักเคยสวมใส่

○ ช่วยแก้ปัญหาการรบกวนจากยุง

○ ทดลองเทคโนโลยีใหม่ ๆ

○ อื่น ๆ: .....

29. ท่านจะ**ไม่**ยอมรับ ชุดปฏิบัติธรรมดังกล่าวด้วยเหตุใด

○ การออกแบบไม่ทันสมัย

○ ไม่มีการแนะนำจากผู้ใช้จริง

○ ช่องทางการจัดจำหน่ายเข้าถึงได้ยาก

○ ไม่มีมาตรฐานรองรับ

○ ไม่มีความจำเป็นต้องใช้

○ อื่น ๆ: .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

30. ท่านจะยอมรับชุดชุดปฏิบัติธรรมดังกล่าวหรือไม่

○ ยอมรับ ○ ไม่ยอมรับ

31. ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พรนภัส เข็มทอง
วัน เดือน ปี เกิด	23 ตุลาคม 2538
สถานที่เกิด	ชลบุรี
วุฒิการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	844 หมู่ 4 หมู่บ้านผาแดง ซอย 16 ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอศรีราชา จังหวัด ชลบุรี 20110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY