การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ

น.ส.ประภัสสร ติรนันทกุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Feasibility Study on Aerosol Coating Technology for On-demand Fabric Coating

Miss Prapassorn Tiranantakul

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	การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ
โดย	น.ส.ประภัสสร ติรนันทกุล
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

ประภัสสร ติรนันทกุล : การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ. (Feasibility Study on Aerosol Coating Technology for On-demand Fabric Coating) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.สนอง เอกสิทธิ์

โครงการพิเศษนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กเพื่อเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ ประยุกต์ใช้ในผ้ากันยุงเคลือบด้วยสารละลายเพอร์เมทรินเข้มข้น 0.5% (w/v) เป็นสารออกฤทธิ์ไล่ยุง และใช้สารละลายต้นแบบสีแดงเป็นอินดิเคเตอร์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของละอองขนาดเล็กบนผ้าตัวอย่าง ได้แก่ ผ้าฝ้าย (คอตตอน 100%) และผ้าโทเร (คอตตอน 35% และโพลีเอสเตอร์ 65%) ผลการศึกษาละอองขนาดเล็กจากเครื่องอัลตราโซนิคอะตอมไมเซอร์ ให้อนุภาคขนาดเล็กที่มีขนาดใกล้เคียงกันและกระจายตัวเคลือบบนพื้นผิวผ้าสม่ำเสมอมากกว่าวิธีสเปรย์ด้วยกระบอกฉีดน้ำ และผลการทดสอบผ้ากันยุงต้นแบบที่เคลือบด้วยเพอร์เมทริน 0.5% (w/v) สามารถยืนยันผลการเคลือบด้วยวิธีคำนวณค่าน้ำหนักบนพื้นผิวของสารหลังเคลือบและผลเอกลักษณ์ของพีคสารเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง FT-IR ผลสำรวจการยอมรับนวัตกรรมการเคลือบผ้าด้วยละอองขนาดเล็ก พบว่าประชากรมีความสนใจทดลองใช้เทคโนโลยีเคลือบผ้าด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นเสื้อผ้ากันยุง ในระดับมากถึงมากที่สุดคิดเป็น 55.0 % ระดับปานกลาง 40.3 % และระดับน้อยถึงน้อยที่สุด 4.7 % ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีมากที่สุดคือ ความปลอดภัยของส่วนผสมของสารกันยุง และผ่านการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กใช้สารเคลือบในปริมาณน้อยและสม่ำเสมอ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีได้กับหลายสารเคลือบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6280125020 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT
KEYWORD: Ultrasonic Atomizer, Aerosol, Mosquito Repellent, Permethrin, Mosquito Repellent Clothing

Prapassorn Tiranantakul : Feasibility Study on Aerosol Coating Technology for On-demand Fabric Coating. Advisor: Prof. SANONG EKGASIT, Ph.D.

The purpose of this special project is to study the feasibility of aerosol coating technology for on-demand coating in mosquito repellent clothing. An ultrasonic atomizer and 0.5% (w/v) permethrin solution applied as mosquito repellent active ingredient. The model red solution indicator was used to study the aerosol properties on fabric sample cotton 100% and toray fabric (35% cotton and 65% polyester). Ultrasonic atomizer provides aerosol particles similar in size and the coating uniformity more evenly on the surface than the spray method from water sprayer. The prototype of mosquito repellent fabric treated with 0.5% (w/v) permethrin solution was confirmed by calculating the coating weight and FT-IR. According to the innovation acceptance survey results, found that people were interested in using the technology of aerosol spray for mosquito repellent clothing at the highest interest level was 55.0%, moderate level of interest 40.3% and low level 4.7%. The most important factor is the safety of mosquito repellent ingredients and product 's certified by trusted organizations. The results of this study show that aerosol coating technology used a small amount of active agent solution with high effective coating result, eco-friendly and can be applied to different types of coating solution’s properties.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาโครงการพิเศษหัวข้อ การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ เล่มนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ศาสตราจารย์ ดร. สนอง เอกสิทธิ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและสั่งสอนความรู้ที่ใช้ในการศึกษาตลอดการทำโครงการพิเศษจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีและขอขอบพระคุณประธานและคณะกรรมการสอบ ได้แก่ ศาสตราจารย์ ดร.นงนุช เหมืองสิน และรองศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล ตามลำดับ ที่ให้คำแนะนำการปรับปรุงแก้ไขโครงการค้นคว้าอิสระนี้ให้มีความสมบูรณ์มายิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คณาจารย์ นิสิตระดับปริญญาโทและเจ้าหน้าที่ ภาควิชาเคมีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์ ที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์กันยุง รวมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์และกระบวนการทดสอบให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คณาจารย์ทุกท่านในหลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมถึงรุ่นพี่ และสิ่งสำคัญเพื่อนร่วมชั้นเรียนปริญญาโทรุ่น 13 ของหลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรมทุกคนที่ช่วยผลักดัน ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำช่วยเหลือจนสามารถสำเร็จการศึกษาไปด้วยกัน

ขอขอบคุณ ผู้ตอบแบบสอบถามที่สละเวลาอันมีค่าในการให้ความร่วมมือให้ข้อมูลเพื่อการศึกษาโครงการพิเศษนี้

และสุดท้าย ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ดูแล และให้กำลังใจในทุกด้านจนสามารถผลักดันการศึกษาให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประภัสสร ติรนันทกุล

สารบัญ

หน้า

.....ค

บทคัดย่อภาษาไทย .....ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ .....ฉ

สารบัญตาราง .....ฌ

สารบัญรูปภาพ .....ฏ

บทที่ 1 บทนำ.....2

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....2

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....10

1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....10

1.4 สมมุติฐานของการศึกษา.....10

1.5 วิธีดำเนินการศึกษา.....11

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 12

1.7 TIM (Technology Innovation and Management) 12

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

2.1 ทฤษฎีนวัตกรรม 14

2.2 ยุงพาหะนำโรค 17

2.3 เครื่องผลิตละอองและขนาดอนุภาคของละอองขนาดเล็ก.....23

2.4 เทคนิคการปรับแต่งคุณสมบัติของผ้าเพื่อการป้องกัน (Protective Textile).....29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 วิธีการปรับแต่งคุณสมบัติเสื้อผ้ากันยุง 33
2.6 ความปลอดภัยในการใช้สารไล่ยุงสำหรับเสื้อผ้ากันยุง 36
2.7 การศึกษาสิทธิบัตรเกี่ยวกับเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กและผ้ากันยุง 38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา 40
3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษาโครงการพิเศษ 40
3.2 การทดสอบคุณสมบัติของละอองขนาดเล็กด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงบนผ้าตัวอย่าง 41
3.3 กระบวนการเตรียมผ้ากันยุงต้นแบบเคลือบด้วยสารละลายเพอร์เมทริน 0.5% w/v 44
3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของผ้ากันยุงต้นแบบ ที่ผ่านการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กของสารออกฤทธิ์กันยุงเพอร์เมทริน 0.5% w/v 46
3.5 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม 48
3.6 การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ 48
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล 49
4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของละอองขนาดเล็ก 49
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม 75
บทที่ 5 การประเมินทางเทคโนโลยี 90
5.1 การประเมินพื้นฐานของเทคโนโลยี 90
5.2 ระดับขั้นของเทคโนโลยี (Stage of Technology) 92
5.3 การประเมินการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ 92
บทที่ 6 การประเมินทางการตลาด 96
6.1 การวิเคราะห์สถานการปัจจุบัน 96
6.2 การวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมภายนอก (PESTEL Analysis) 99
6.3 การวิเคราะห์สภาพการแข่งขันในอุตสาหกรรม (5 Forces Analysis) 108
6.4 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค (SWOT Analysis) 109
บทที่ 7 การนำเทคโนโลยีออกสู่เชิงพาณิชย์ 112

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.1 การวางแผนทางการตลาด 112
แผ่นแปะกันยุง 115
7.2 การดำเนินการและการบริหารจัดการ 119
7.3 ความเป็นไปได้ทางการเงิน 122
บทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 132
8.1 สรุปผลการศึกษา 132
8.2 ข้อเสนอแนะ 137
บรรณานุกรม 140
ประวัติผู้เขียน 143

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 สถานการณ์โรคไข้เลือดออกระหว่างปี พ.ศ. 2554-2561 6

ตารางที่ 2.1 ตารางสรุปยุงพาหะและโรค 19

ตารางที่ 2.2 แสดงวิธีการในการปรับปรุงคุณสมบัติของผ้าชนิดต่างๆ 33

ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะของละอองที่ผลิตจากเครื่องพ่นแต่ละชนิด 49

ตารางที่ 4.2 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy 50

ตารางที่ 4.3 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy 51

ตารางที่ 4.4 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร) 52

ตารางที่ 4.5 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร) 53

ตารางที่ 4.6 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร) 54

ตารางที่ 4.7 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร) 55

ตารางที่ 4.8 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร) 56

ตารางที่ 4.9 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร) 57

ตารางที่ 4.10 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy ที่จำนวนครั้งต่างๆ 58

ตารางที่ 4.11 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy ที่จำนวนครั้งต่างๆ 60

ตารางที่ 4.12 แสดงพื้นผิวของผ้าตัวอย่างก่อนพ่น (Blank) 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.13 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 7 cm.) 63

ตารางที่ 4.14 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 7 cm.) 64

ตารางที่ 4.15 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 8 cm.) 65

ตารางที่ 4.16 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 8 cm.) 66

ตารางที่ 4.17 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 10 cm.) 67

ตารางที่ 4.18 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 10 cm.) 68

ตารางที่ 4.19 แสดงผลพื้นผิวของกระจกสไลด์หลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer 69

ตารางที่ 4.20 แสดงผลพื้นผิวของกระจกสไลด์หลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy 70

ตารางที่ 4.21 แสดงผล FT-IR Spectrum ของสารเพอร์เมทรินและผ้าเปล่าก่อนสเปรย์ของผ้าฝ้ายและผ้าโทเร 71

ตารางที่ 4.22 แสดงผล FT-IR Spectrum ของผ้าฝ้ายต้นแบบ ขนาด 2x2 เซนติเมตร สเปรย์ด้วย Ultrasonic Atomizer และสารละลายเพอร์เมทริน 0.5% (w/v) 72

ตารางที่ 4.23 แสดงผล FT-IR Spectrum ของผ้าโทเรต้นแบบ ขนาด 2x2 เซนติเมตร สเปรย์ด้วย Ultrasonic Atomizer และสารละลายเพอร์เมทริน 0.5% (w/v) 73

ตารางที่ 4.24 ระดับความรุนแรงของปัญหาจากยุงที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ 80

ตารางที่ 4.25 ระดับความรุนแรงของปัญหาจากยุงที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ 82

ตารางที่ 4.26 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อหรือใช้บริการและการยอมรับเทคโนโลยี 87

ตารางที่ 4.27 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้อสงสัยที่มีต่อผลิตภัณฑ์ 88

ตารางที่ 5.1 การประเมินเพื่อคัดเลือกรูปแบบการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 6.1 รายละเอียดสารไล่ยุงของผลิตภัณฑ์แต่ละแบรนด์ 97
ตารางที่ 7.1 ตารางข้อมูลเปรียบเทียบคู่แข่งทางธุรกิจผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในตลาดประเทศไทย ... 114
ตารางที่ 7.2 เงินลงทุนเริ่มต้นในการดำเนินโครงการ 122
ตารางที่ 7.3 ประมาณการยอดขาย 122
ตารางที่ 7.4 ประมาณการรายได้จากการขายสินค้า 123
ตารางที่ 7.5 ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร 123
ตารางที่ 7.6 สมมติฐานการเปลี่ยนแปลงทางการเงินในช่วง 5 ปี 124
ตารางที่ 7.7 นโยบายทางการเงิน 124
ตารางที่ 7.8 งบกำไรขาดทุน (Income Statement) 125
ตารางที่ 7.9 งบดุล (Balance Sheet) 126
ตารางที่ 7.10 งบกระแสเงินสด (Cash Flow Statement) 128
ตารางที่ 7.11 อัตราส่วนทางการเงิน 130
ตารางที่ 7.12 บทสรุปทางการเงิน 131
ตารางที่ 7.13 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการด้านยอดขาย 131

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แสดงข้อเสียจากกระบวนการอุตสาหกรรมการปรับคุณสมบัติของสิ่งทอ 2

ภาพที่ 1.2 แสดงข้อเสียและกระบวนการตกแต่งพื้นผิวที่เกี่ยวข้องกับผ้าสิ่งทอ 3

ภาพที่ 1.3 เปรียบเทียบอัตราการเสียชีวิตของคนจากสัตว์ชนิดต่างๆ โดยองค์การอนามัยโลก..... 5

ภาพที่ 1.4 อัตราป่วยโรคไข้เลือดออกเฉพาะกลุ่มอายุ ประเทศไทย ปี 2557-2561 6

ภาพที่ 1.5 สัดส่วนสายพันธุ์เดงกีไวรัสและอัตราป่วยโรคไข้เลือดออกปี พ.ศ. 2548 – 2563 7

ภาพที่ 1.6 การคาดการณ์จำนวนผู้ป่วยไข้เลือกออก ปี 2564..... 9

ภาพที่ 2.1 แสดงระดับของ TRL 15

ภาพที่ 2.2 การแพร่กระจายของนวัตกรรมตาม Rogers (1962) ด้วยกลุ่มผู้บริโภคต่อเนื่องที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ (สีน้ำเงิน) ส่วนแบ่งการตลาด (สีเหลือง) จนถึงระดับอิ่มตัวในที่สุด 17

ภาพที่ 2.3 วงจรชีวิตยุง 19

ภาพที่ 2.4 แสดงการทำงานของเครื่องสร้างละออง (a) แผนผังของอุปกรณ์อะตอมไมเซอร์ทำให้เกิดละอองขนาดเล็กของ Mezhericher et al. (2017) และ Mezhericher et al. (2018) (b) การผลิตฟองอากาศไอพ่นก๊าซและสเปรย์ขนาดเล็กของละอองพร้อมกันในหน้าตัดของท่อทำให้เป็นละออง (c) การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองโดยใช้ละอองละอองขนาดเล็กกว่าไมครอนสำหรับการเคลือบอนุภาคในฟลูอิไดซ์เบด (d) รูปภาพอุปกรณ์ในการทดลอง..... 24

ภาพที่ 2.5 แผนผังระบบฉีดละอองของอัลตราโซนิคอะตอมไมเซอร์และระบบ Velocimetry Test. 25

ภาพที่ 2.6 ผลกระทบของกำลังไฟฟ้าเข้าต่อขนาดอนุภาคละออง (ตารางด้านบนซ้ายแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของขนาดอนุภาคละออง) 26

ภาพที่ 2.7 ผลกระทบของอัตราการไหลของของเหลวต่อขนาดอนุภาคละออง (ตารางด้านบนขวาแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของขนาดอนุภาคละออง)..... 27

ภาพที่ 2.8 ผลของความหนืดของของเหลวต่อขนาดอนุภาคละอองและความเร็วของอนุภาค (ตารางด้านบนขวาแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของขนาดอนุภาคละออง) 27

ภาพที่ 2.9 ผลกระทบของอัตราการไหลของก๊าซตัวช่วยต่อขนาดอนุภาคละออง..... 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2.10 ผลของอุณหภูมิของของเหลวต่อขนาดอนุภาคที่อัตราการไหลของของเหลว 2 mL/min. 28
ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงคุณสมบัติผ้าต่างๆ.....29
ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างของเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์แบบหมุนเวียน.....30
ภาพที่ 2.13 แสดงเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการปรับแต่งคุณสมบัติสิ่งทอ 30
ภาพที่ 2.14 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบการป้องกันยุงทั้ง 3 วิธี.....34
ภาพที่ 2.15 แสดงกระบวนการผลิตผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสารเพอร์เมทริน 34
ภาพที่ 2.16 แสดงปริมาณสารเพอร์เมทรินคงเหลือบนผ้าหลังผ่านการซักที่จำนวนครั้งต่างๆ.....35
ภาพที่ 2.17 ภาพ Drawing ของสิ่งประดิษฐ์ Multi-Element Ultrasonic Atomizer.....38
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษาโครงการพิเศษ.....40
ภาพที่ 3.2 แสดงการประกอบปากกระบอกพ่นเข้ากับเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก.....42
ภาพที่ 3.3 การศึกษาพื้นผิวหลังเคลือบด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง 43
ภาพที่ 3.4 สารละลายเพอร์เมทรินก่อนและหลังละลายด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์และน้ำ 44
ภาพที่ 3.5 สารละลายเพอร์เมทรินหลังละลายด้วยแอลกอฮอล์และน้ำจะมีลักษณะใส 45
ภาพที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการพ่นและจับเวลาจนพ่นเพอร์เมทรินเสร็จของผ้าต้นแบบ.....45
ภาพที่ 3.7 โครงสร้างทางเคมีของสารเพอร์เมทริน.....47
ภาพที่ 3.8 เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR).....47
ภาพที่ 5.1 แสดง Stage of Technology ของ เทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก 92
ภาพที่ 6.1 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้ยาฉีดฆ่าแมลงชนิดกระป๋องในบ้าน 99
ภาพที่ 6.2 ภาพแสดงเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)102
ภาพที่ 7.1 มูลค่าตลาดผลิตภัณฑ์กำจัดยุงในประเทศไทย 113
ภาพที่ 7.2 แสดง Positioning ของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในตลาด 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 8.1 แสดงการตกของละอองขนาดเล็กที่ยังฟุ้งกระจายหลังครบเวลาพ่นและต้องรอให้ละอองตกลงอย่างอิสระลงบนพื้นผิวผ้าที่ต้องการเคลือบซึ่งใช้เวลานานกว่าละอองจะตกลงบนพื้นผิวผ้าหมดจนไม่เห็นไอละอองสีขาวของสารไล่ยุงเพอร์เมทริน 138

ภาพที่ 8.2 แสดงภาพร่างการออกแบบเครื่องต้นแบบของเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภูมิ

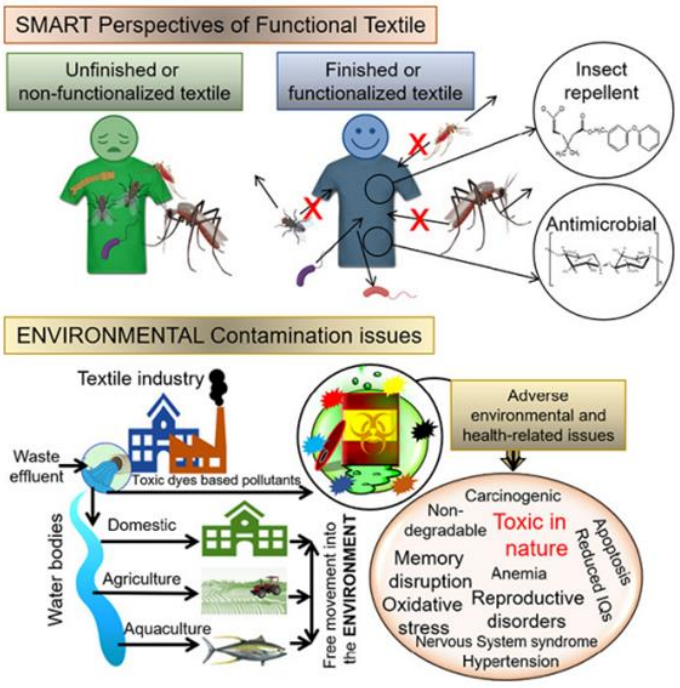
แผนภูมิ 4.1 แผนภูมิแสดงจำนวนของผู้ทำแบบสอบถามโดยจำแนกตามเพศ.....75
แผนภูมิ 4.2 แผนภูมิแสดงช่วงอายุของผู้ทำแบบสอบถาม 76
แผนภูมิ 4.3 แผนภูมิแสดงอาชีพในปัจจุบันของผู้ทำแบบสอบถาม 76
แผนภูมิ 4.4 แผนภูมิแสดงระดับรายได้ของผู้ทำแบบสอบถาม.....77
แผนภูมิ 4.5 แผนภูมิแสดงลักษณะที่พักอาศัยในปัจจุบันของผู้ทำแบบสอบถาม.....77
แผนภูมิ 4.6 แผนภูมิแสดงลักษณะจำนวนผู้พักอาศัยร่วมกับประชากรที่ทำแบบสอบถาม 78
แผนภูมิ 4.7 แผนภูมิแสดงพื้นที่พักอาศัยของประชากรที่ทำแบบสอบถาม 78
แผนภูมิ 4.8 แผนภูมิแสดงการประสบปัญหายุงกัดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม.....79
แผนภูมิ 4.9 แผนภูมิแสดงพื้นที่กิจกรรมที่พบว่ามียุงมากที่สุดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม.....81
แผนภูมิ 4.10 แผนภูมิแสดงปัญหาจากการใช้งานผลิตภัณฑ์กันยุงมากที่สุดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม.....81
แผนภูมิ 4.11 แผนภูมิแสดงวิธี/ผลิตภัณฑ์กันยุงที่เลือกใช้งานสูงสุดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม 83
แผนภูมิ 4.12 แผนภูมิแสดงความถี่ของการใช้ผลิตภัณฑ์กันยุงที่ของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม .83
แผนภูมิ 4.13 แผนภูมิแสดงความเชื่อในประสิทธิภาพของวิธีป้องกันยุงของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม.....84
แผนภูมิ 4.14 แผนภูมิแสดงการรับรู้ข่าวสารการเสียชีวิต ด้วยโรคจากยุงของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม.....84
แผนภูมิ 4.15 แผนภูมิแสดงคุณสมบัติที่คำนึงถึงมากที่สุดของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม.....85
แผนภูมิ 4.16 แผนภูมิแสดงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงชนิดใหม่ของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม 86
แผนภูมิ 4.17 แผนภูมิแสดงช่วงราคาสูงสุดที่รับได้ของเครื่องสเปรย์สารเคลือบเสื้อผ้ากันยุง ของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม.....88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

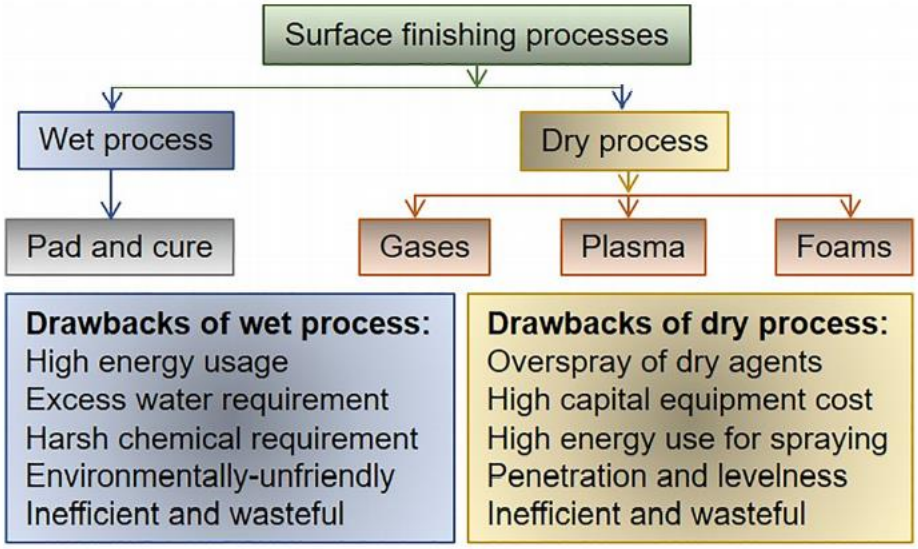
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันแนวโน้มเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับสิ่งทอเพื่อใช้ในการป้องกัน (Sustainable Development in Protective Textile Trend) มีความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการผลิตสิ่งทอเพื่อการป้องกันด้วยกระบวนการทางทั้งทางกายภาพหรือทางเคมี เพื่อตอบสนองความต้องการโดยปรับปรุงให้เส้นใยและสิ่งทอมีคุณสมบัติในการใช้งานด้านต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติในการต้านจุลชีพ (Antimicrobial), ป้องกันแมลง (Insect-Repellent), ควบคุมกลิ่น (Odor-Control), กันน้ำ (Water-Repellent), สารหน่วงไฟ (Flame-Retardant), นำไฟฟ้า (Conductive) และป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ (Antistatic) เป็นต้น แต่ในอุตสาหกรรมการผลิตต้องมีการใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มคุณสมบัติลงในสิ่งทอทำให้มีการปลดปล่อยของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตจำนวนมากออกสู่ระบบนิเวศน์สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตต้องใช้ทรัพยากรน้ำและพลังงานเป็นจำนวนมากในกระบวนการผลิตและอบแห้งผ้า ทำให้ต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อม [1]



ภาพที่ 1.1 แสดงข้อเสียจากกระบวนการอุตสาหกรรมการปรับคุณสมบัติของสิ่งทอ

แนวโน้มในการปรับแต่งสิ่งทอได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการของตลาดดังนั้นจึงต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลด้านสิ่งแวดล้อม การย่อยสลายทางชีวภาพเนื่องจากมีการปล่อยของเสียจากกระบวนการที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [1] ดังภาพ



ภาพที่ 1.2 แสดงข้อเสียและกระบวนการตกแต่งพื้นผิวที่เกี่ยวข้องกับผ้าสิ่งทอ

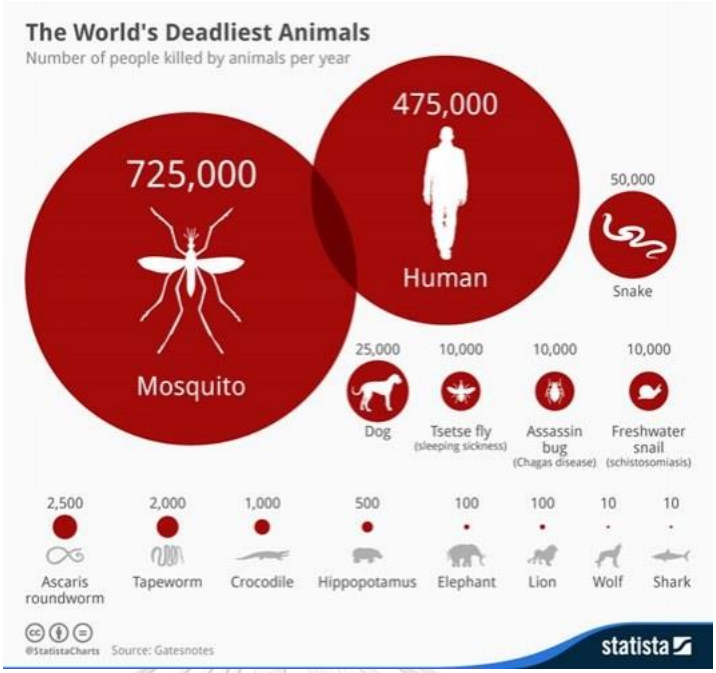
นายกสมาคมอุตสาหกรรมเส้นใยประดิษฐ์ไทยให้ข้อมูลสำหรับตลาดสิ่งทอเพื่อใช้ในการป้องกันในประเทศไทยซึ่งจัดให้กลุ่ม Functional Fabric เป็นอุตสาหกรรมเป้าหมายที่กำหนดอยู่ในกลุ่ม S-curve โดยประเทศไทยส่งเสริมให้เกิดการลงทุนในพื้นที่ EEC (Eastern Economic Corridor) หรือเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ดังนั้นในตลาดเครื่องนุ่งห่มสำหรับทำงาน หรือ Working Wear ย่อมมีความต้องการเสื้อผ้าที่สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหลากหลายด้าน เช่น คนที่ทำงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีย่อมต้องใส่เสื้อผ้าที่เหมาะสมและเอื้อทั้งต่อการทำงานและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน หรือคนที่ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารจะต้องใส่ถุงมือที่ทำจากผ้าเกรดที่เอื้อต่อการทำงานและความปลอดภัยในอาหารที่ผลิตขึ้นนั้นด้วย ประเทศไทยจึงมีโอกาสทางธุรกิจในประเทศเกิดขึ้นมากมาย ซึ่งตลาดนี้ก็ยังเปิดกว้างอยู่โดยเฉพาะตลาดสิ่งทอพิเศษในประเทศไทยที่มีขนาดใหญ่ [2] ซึ่งนวัตกรรมด้าน Protective Textile ที่ได้รับความสนใจมากที่ได้ ได้แก่ ผ้าที่มีคุณสมบัติต้านแบคทีเรีย หรือเชื้อรา, สิ่งทอป้องกันความร้อนและเปลวไฟ และสิ่งทอเพื่อป้องกันยุง [3]

โรคติดต่อจากแมลงเป็นโรคติดต่อที่เป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทยมายาวนาน ซึ่งในแต่ละปีมีประชาชนป่วยและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ปัญหาที่สำคัญที่เกิดจากแมลงในขณะนี้ ได้แก่ โรคที่เกิดจากยุงเป็นพาหะ นอกจากยุงจะสร้างความรำคาญแก่มนุษย์แล้ว ยังเป็นพาหะนำไวรัสและปรสิตขนาดเล็ก ที่ก่อให้เกิดโรคหลายโรคมาสู่มนุษย์ โรคที่นำโดยยุงที่พบในประเทศไทย ได้แก่

1. มาลาเรีย (Malaria) หรือ ไข้จับสั่น เกิดจากโปรโตซัวที่ชื่อว่า พลาสโมเดียม (Plasmodium)
2. โรคติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue Virus Infection) หรือ ไข้เลือดออก เกิดจากไวรัสเดงกี (Dengue Virus)
3. ไข้สมองอักเสบ (Encephalitis) เกิดจากเชื้อไวรัส ที่พบบ่อยคือ Japanese Encephalitis Virus (JEV) ซึ่งมาจากหมู
4. โรคติดเชื้อไวรัสซิกาหรือ ไข้ซิกา (Zika Fever) เกิดจากเชื้อไวรัสซิกา มียุงลายเป็นพาหะนำโรค อาการจะคล้ายคลึงกับโรคไข้เลือดออก โดยอาการเหล่านี้จะเป็นเพียงเล็กน้อย ไม่รุนแรง ยกเว้นในหญิงตั้งครรภ์ ซึ่งอาจทำให้เด็กที่คลอดมามีสมองเล็ก (microcephaly) หรือมีภาวะแทรกซ้อนระหว่างตั้งครรภ์ได้
5. ไข้ชิคุนกุนย่า (Chikungunya) หรือ ไข้ปวดข้อยุงลายหรือ ไข้ญี่ปุ่น เกิดจากเชื้อไวรัสชิคุนกุนย่า
6. โรคเท้าช้าง (Elephantiasis, Lymphatic Filariasis) เกิดจากพยาธิตัวกลมขนาดเล็กคล้ายเส้นด้ายอยู่ในกระแสโลหิตของผู้ป่วย [4]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์การอนามัยโลกประกาศว่าสัตว์ตัวเล็กแต่ร้ายกาจที่สุดคือ “ยุง” แต่ละปีมีมนุษย์ติดโรคจากยุงกว่า 300 ล้านคน เสียชีวิตไปด้วยโรคมาลาเรีย 8 แสนคน และเสียชีวิตด้วยโรคไข้เลือดออกไม่ต่ำกว่า 2 หมื่นคน

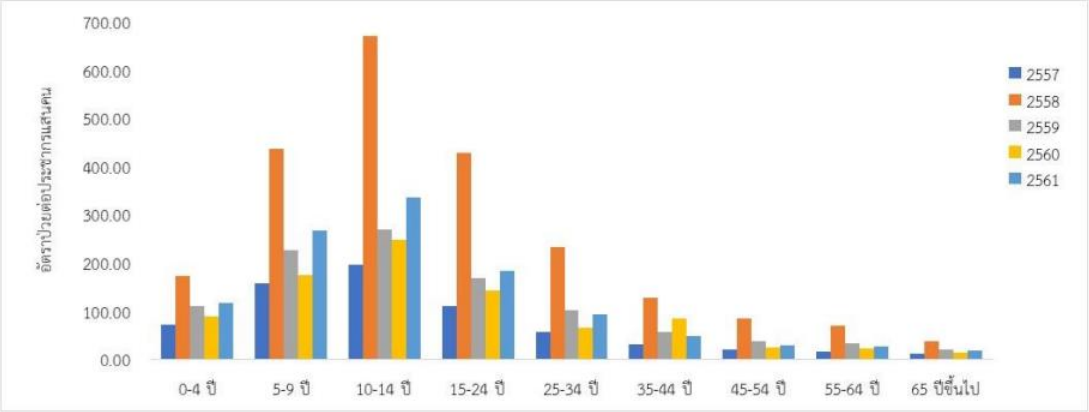


ภาพที่ 1.3 เปรียบเทียบอัตราการเสียชีวิตของคนจากสัตว์ชนิดต่างๆ โดยองค์การอนามัยโลก (ที่มา https://www.komchadluek.net/news/scoop/381501 สืบค้น 25 มกราคม 2564)

นอกเหนือจากนั้นแล้วการเกิดภาวะโลกร้อน การเพิ่มขึ้นของชุมชนเมือง ยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ทำให้ชีวนิสัยของยุงเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้แนวโน้มการระบาดของโรคเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นภัยคุกคามต่อสุขภาพของประชาชน สร้างผลกระทบต่อฐานะทางเศรษฐกิจ การประกอบอาชีพของผู้ป่วย และครอบครัว รวมทั้งมีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายภาครัฐด้านการรักษาพยาบาล ส่งผลให้เกิดความสูญเสียต่อเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ

ศ.นพ.ธีระพงษ์ ตันฑวิเชียร สมาคมโรคติดเชื้อแห่งประเทศไทย กล่าวว่า แม้อัตราการตายในประเทศไทยน้อยกว่าที่อื่น เพราะประเทศไทยมีการวางแนวทางดูแลรักษาและให้การดูแลผู้ป่วยได้ดี แต่ปัญหาการติดเชื้อนั้นใหญ่กว่าตัวเลขที่สะท้อนมาก เปรียบเสมือนยอดภูเขาน้ำแข็ง ในปีหนึ่งประเทศไทยมีคนเป็นไข้เดงกี่และไข้เลือดออกราว 40,000-50,000 คน แต่ในความเป็นจริงพบว่าการติดเชื้อในเด็กและผู้ใหญ่บางรายไม่มีอาการ ดังนั้นในปีหนึ่งๆ อาจมีคนติดเชื้อราว 2 แสนคน และในช่วงปีที่มีการระบาดที่มีรายงานมากกว่าแสนหรือสองแสนคน แม้ไทยมีอัตราเสียชีวิตจากโรคไข้เลือดออกต่ำสุดในอาเซียน แต่สูญเงินรักษาโรคไข้เลือดออกเป็นอันดับ 2 รองจากอินโดนีเซีย จากผลสำรวจที่ผ่านมาพบว่า ประเทศไทยสูญเงินไปกับภาระค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลโรคไข้เลือดออกสูงมากถึง 290 ล้านบาท [5]

จากข้อมูลระบบเฝ้าระวังโรค (รายงาน 506) สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรครายงานอัตราอัตราป่วยแยกตามกลุ่มอายุ ของประเทศไทย ซึ่งจากข้อมูลรายงานผู้ป่วยปี พ.ศ. 2557-2561 พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มวัยเด็ก คือกลุ่มอายุ 5-14 ปี รองลงมา คือกลุ่มอายุ 15-24 ปี ซึ่งสอดคล้องกับกลุ่มอาชีพนักเรียนที่พบประมาณร้อยละ 50 ของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด สรุปได้ว่ากลุ่มอายุ 5-14 ปี มีแนวโน้มสูงขึ้น [6]



ภาพที่ 1.4 อัตราป่วยโรคไข้เลือดออกเฉพาะกลุ่มอายุ ประเทศไทย ปี 2557-2561
(ข้อมูล ณ วันที่ 17 ตุลาคม 2561)

ตารางที่ 1.1 สถานการณ์โรคไข้เลือดออกระหว่างปี พ.ศ. 2554-2561

	2561	2560	2559	2558	2557	2556	2555	2554
ป่วย (ราย	86,922	53,961	63,931	142,925	41,155	154,369	79,594	69,800
ตาย (ราย)	114	71	64	141	41	133	82	62
อัตราป่วยต่อแสน	131.58	81.86	97.71	219.46	64.23	240.92	123.85	109.10
อัตราป่วยตาย (%)	0.13	0.13	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09

หมายเหตุ : ข้อมูลปี 2561 ณ วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2562

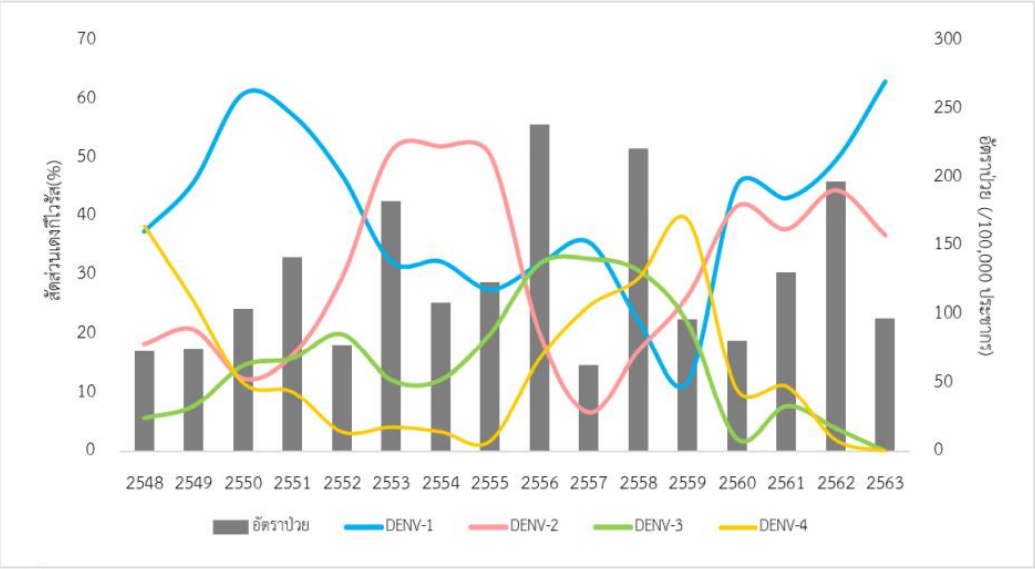
(ที่มา : รายงานการเฝ้าระวังโรค 506 สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค และค้นหาสถานการณ์โรคที่เป็นปัจจุบันผ่าน https://ddc.moph.go.th/th/site/office_newsview/view/696 สืบค้น 8 มีนาคม 2564)

จากสถานการณ์โรคติดต่อนำโดยยุงลายและการประเมินความเสี่ยงต่อการระบาดในปี 2564 โดยกองโรคติดต่อนำโดยแมลง ข้อมูลจากระบบเฝ้าระวังโรค กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค

(รายงาน 506) ในปี 2563 (ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2563) มีการรายงานโรคติดต่อนำโดยยุงลาย ดังนี้คือ โรคไข้เลือดออก โรคไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคติดเชื้อไวรัสซิกา

สถานการณ์โรคไข้เลือดออก มีรายงานผู้ป่วยไข้เลือดออกสะสม 68,033 ราย อัตราป่วย 102.61 ต่อประชากรแสนคน ซึ่งมีจำนวนผู้ป่วยน้อยกว่าปีที่ผ่านมาและค่ามัธยฐานย้อนหลัง 5 ปี แต่ยังมีแนวโน้มการพบผู้ป่วยตามฤดูกาล ผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มวัยเรียนและผู้ใหญ่ตอนต้น โดยกลุ่มอายุ 5-14 ปี มีอัตราป่วยสูงสุด 313.92 ต่อประชากรแสนคน รองลงมาได้แก่ อายุ15 - 24 ปี (198.80) และอายุ 0 - 4 ปี (108.13) ตามลำดับ [7]

ข้อมูลการตรวจหาสายพันธุ์เชื้อไวรัสเดงกีของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ 1 – 12 ตั้งแต่ปี 2548 – 2563 (รูปที่ 1) พบว่า ประเทศไทยมีการหมุนเวียนของสายพันธุ์ไวรัสเดงกีทั้ง 4 ชนิด โดยพบว่าปีที่มีการระบาดใหญ่ จะมีการเปลี่ยนแปลงของสายพันธุ์เชื้อไวรัสเดงกีอย่างชัดเจน สำหรับในปีพ.ศ. 2560 – สิงหาคม 2563 พบสัดส่วนของเชื้อ DENV-1 เป็นชนิดเชื้อไวรัสเด่นและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รองลงมาคือ DENV-2 ซึ่งมีแนวโน้มลดลงและเป็นไปในทิศทางเดียวกับอัตราป่วย ในขณะที่ DENV-3 และ DENV-4 มีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน



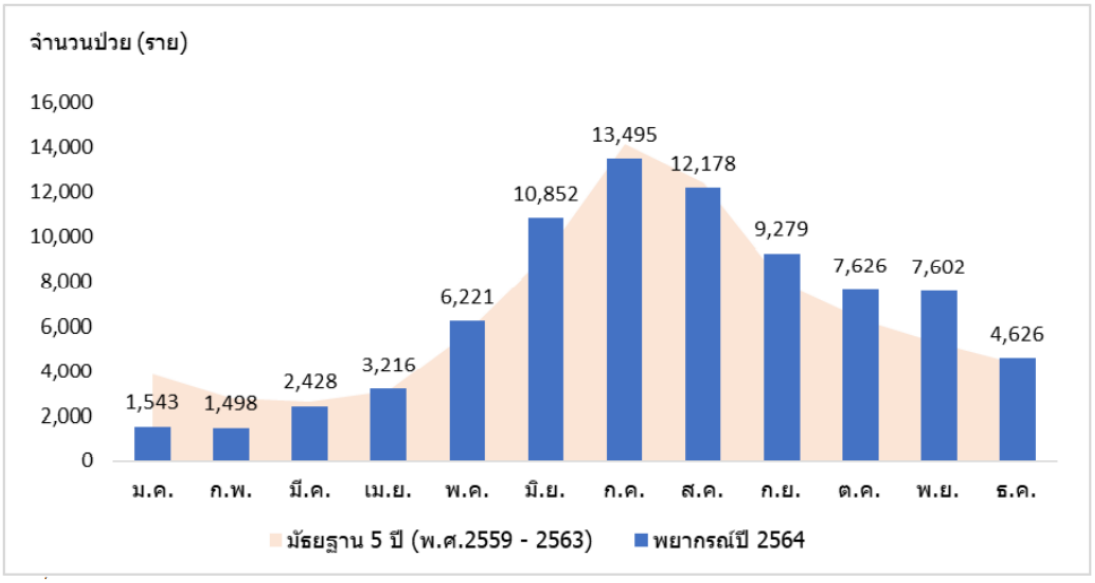
ภาพที่ 1.5 สัดส่วนสายพันธุ์เดงกีไวรัสและอัตราป่วยโรคไข้เลือดออกปี พ.ศ. 2548 – 2563

สถานการณ์โรคไข้ปวดข้อยุงลาย (chikungunya fever) ปีพ.ศ. 2563 มีรายงานผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี โดยมีแนวโน้มการระบาดสูงขึ้นตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2561 ข้อมูลจากรายงาน 506 ตั้งแต่ 1 มกราคม – 17 พฤศจิกายน 2563 ได้รับรายงานผู้ป่วยสะสม 10,509 ราย อัตราป่วย 15.85 ต่อประชากรแสนคน จำนวนผู้ป่วยสะสมของปีนี้สูงกว่าปีที่ผ่านมาในช่วงเวลาเดียวกัน 1.04 เท่า และมีจำนวนผู้ป่วยสูงกว่าค่ามัธยฐาน 5 ปีย้อนหลัง 21 เท่า ไม่มีรายงานผู้ป่วยเสียชีวิต ผู้ป่วยเป็นเพศหญิง 6,073 ราย เพศชาย 4,436 ราย อัตราส่วนเพศชายต่อเพศหญิงเท่ากับ 1 : 1.37 พบผู้ป่วยสูงสุดในกลุ่มอายุ 25 - 34 ปี อัตราป่วย 20.27 ต่อประชากรแสนคน สัดส่วนผู้ป่วยประกอบอาชีพรับจ้างสูงสุด ร้อยละ 27.45 รองลงมาคือนักเรียน (19.86) และเกษตร (14.10) เป็นผู้ป่วยในเขตเทศบาลร้อยละ 33.44 และนอกเขตเทศบาล (66.56)

สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสซิกา (zika virus infection) จากระบบเฝ้าระวังโรคติดเชื้อไวรัสซิกา กองโรคติดต่อนำโดยแมลง ตั้งแต่ 1 มกราคม – 18 พฤศจิกายน 2563 ได้รับรายงานผู้ติดเชื้อไวรัสซิกาทั้งหมด 142 ราย อัตราป่วย 0.21 ต่อประชากรแสนคน จำแนกเป็นผู้ป่วยทั่วไป 113 ราย หญิงตั้งครรภ์ 23 ราย และทารกศีรษะเล็ก 6 ราย โดยผู้ติดเชื้อไวรัสซิกาทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 85 ราย เพศชาย 57 ราย อัตราส่วนเพศชายต่อเพศหญิง 1:1.49 อัตราป่วยสูงสุด ในกลุ่มอายุ 25 – 34 ปี (0.39 ต่อประชากรแสนคน) รองลงมาคือ อายุ 35 - 44 ปี (0.34) และอายุ 55 - 64 ปี (0.22) ตามลำดับ โดยสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสซิกา ในปี พ.ศ. 2563 ลดลงจากปีที่ผ่านมา เนื่องจากมีการรายงานต่ำกว่าความเป็นจริงและการรายงานผู้ติดเชื้อโรคติดเชื้อไวรัสซิกาต้องได้รับผลตรวจยืนยันทางห้องปฏิบัติการ หากผู้ติดเชื้อไวรัสซิกาไม่มีอาการหรือไม่เข้ารับการรักษาในสถานพยาบาลจะไม่ถูกรายงาน ดังนั้นจึงควรมีการประเมินความเสี่ยงสถานการณ์เพื่อประโยชน์ในด้านการเฝ้าระวังและควบคุมโรคได้อย่างทันการณ์ อย่างไรก็ตามจากข้อมูลการเฝ้าระวัง โรคติดเชื้อไวรัสซิกาที่ผ่านมามีการรายงานผู้ติดเชื้อตลอดทั้งปีและกระจายทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ เขตเมือง ทำให้โรคติดเชื้อไวรัสซิกายังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศไทย โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยงที่อาจเกิดความรุนแรงจากการติดเชื้อไวรัสซิกา ได้แก่ หญิงวัยเจริญพันธุ์ที่อาจตั้งครรภ์และมีผลกระทบกับทารกทำให้มีภาวะศีรษะเล็ก แต่กำเนิดหรือมีความผิดปกติทางด้านพัฒนาการในภายหลัง ดังนั้นจึงควรดูแลและป้องกันการเกิดโรคติดเชื้อไวรัสซิกา ในประชากรกลุ่มนี้อย่างใกล้ชิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในปีพ.ศ. 2564 มีโอกาสที่จะเกิดการระบาดของไข้เลือดออกครั้งใหญ่ใหญ่ได้ ซึ่งจากข้อมูลจำนวนผู้ป่วยย้อนหลัง 10 ปี (ปี พ.ศ. 2554-2563) และค่ามัธยฐานจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 5 ปีย้อนหลัง (พ.ศ.2559 – 2563) นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติแบบอนุกรมเวลา คาดว่าในปี 2564 จะมีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก ประมาณ 80,000 – 82,000 ราย จำนวนผู้ป่วยจะเริ่มมีแนวโน้มสูงขึ้นในเดือนเมษายนและสูงสุดในเดือนกรกฎาคม ประมาณ 13,000 – 14,000 ราย



ภาพที่ 1.6 การคาดการณ์จำนวนผู้ป่วยไข้เลือกออก ปี 2564

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ในตลาดมากมายที่ช่วยกำจัดยุง และป้องกันการถูกกัดจากยุง ทั้งเทคโนโลยีนำเข้าและผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปของไทย เช่น ยาฉีดกำจัดยุง ยาจุดกันยุง สเปรย์พ่นตามร่างกายเพื่อกันยุงกัด เครื่องดักจับหรือช็อตยุง ซึ่งแต่ละวิธีก็มีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งมูลค่าตลาดของผลิตภัณฑ์กำจัดยุง มีมูลค่ารวมที่ 4,500 ล้านบาท มีอัตราเติบโตที่ 5% โดยแบ่งเป็นสัดส่วนของกลุ่มสเปรย์ฆ่ายุง 55% กลุ่มยาจุดกันยุง 30% กลุ่มสเปรย์ทากันยุง 15% [8]

การพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับสิ่งทอเพื่อใช้ในการป้องกัน (Sustainable Development in Protective Textile) จะมาช่วยสร้างทางเลือกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่มีประสิทธิภาพดี ราคาเข้าถึงได้ ปลอดภัยต่อผู้ใช้ โดยการวิจัยนี้จะศึกษาวิธีประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กโดยละอองขนาดเล็กมีข้อได้เปรียบที่สามารถใช้งานพ่นเคลือบได้ง่าย ไม่ต้องผลิตผ้ากันยุงผ่านระบบอุตสาหกรรม หรือใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนและปลดปล่อยของเสียจากกระบวนการผลิตออกสู่สิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานเป็นจำนวนมากในการผลิตด้วยระบบอุตสาหรรม ทั้งนี้เพื่อ

แก้ปัญหาโรคระบาดจากยุงที่พบมากในประเทศไทยจึงมีการศึกษา สารไล่ยุงเพอร์เมทริน (Permethrin) ซึ่งเป็นสารที่องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (Environmental Protection Agency – EPA) และองค์การอนามัยโลก (World Health Organization – WHO) อนุญาตให้ใช้กับเสื้อผ้าสำหรับป้องกันแมลงและยุง เพื่อเคลือบบนเสื้อผ้าป้องกันยุงต้นแบบ พร้อมกับพัฒนารูปแบบโมเดลความเป็นไปได้ทางธุรกิจในการเคลือบเสื้อผ้าด้วยวิธีสเปรย์ตามความต้องการด้วยละอองขนาดเล็ก เนื่องจากที่ผ่านมามีการศึกษาวิจัยเสื้อผ้ากันแมลงโดยมีการใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนและมีราคาแพง จึงไม่สามารถขยายธุรกิจได้ในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบละอองที่ผลิตจากเครื่องสร้างละออง Ultrasonic Atomizer กับละอองจากเครื่อง Ultra Low Volume (ULV) และกระบอกฉีดน้ำ

1.2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของละอองจากเครื่อง Ultrasonic Atomizer ในการเกาะของของสารละลายเพอร์เมทรินบนเส้นใยผ้ากันยุงต้นแบบ

1.2.3 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ของระบบการเคลือบผิวด้วยละอองขนาดเล็ก

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะและคุณสมบัติของละอองจากเครื่องสร้างละออง Ultrasonic Atomizer (ULV) และกระบอกฉีดน้ำ

1.3.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเกาะบนเส้นใยผ้าของละอองสารละลายเพอร์เมทริน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.3 เพื่อศึกษาปัจจัยทางธุรกิจและการตลาด พฤติกรรมผู้บริโภคและสำรวจทัศนคติและการยอมรับในธุรกิจให้บริการด้านเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการด้วยสารป้องกันยุง เพอร์เมทรินด้วยเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก

1.4 สมมุติฐานของการศึกษา

1.4.1 คุณสมบัติด้านขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของละอองขนาดเล็กทำให้การเคลือบบนพื้นผิวผ้ามีการกระจายตัวได้สม่ำเสมอจากการใช้สารละลายต้นแบบสีแดงเป็นอินดิเคเตอร์

1.4.2 กระบวนการเคลือบสารไล่ยุงเพอร์เมทรินบนผ้ากันยุงต้นแบบด้วยละอองขนาดเล็กให้ผลการเคลือบเกาะบนพื้นผิวผ้าและทำให้มีค่าน้ำหนักจากการเคลือบ (Coating Weight) หรือพีคเอกลักษณ์ของเพอร์เมทรินที่ตรวจสอบได้จากเครื่อง FT-IR

1.4.3 เทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กมีความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ในการนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้ากันยุง

1.5 วิธีดำเนินการศึกษา

วิธีการดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ ดำเนินการดังนี้

1.5.1 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตละอองขนาดเล็กด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer กับละอองจากเครื่อง Ultra Low Volume (ULV)

1.5.2 เสนอหัวข้อโครงการพิเศษ

1.5.3 ทดสอบคุณสมบัติของละอองขนาดเล็กด้วยสารละลายต้นแบบสีแดง

1.5.4 ทดสอบคุณสมบัติของการเกาะของละอองของสารละลายเพอร์เมทรินบนเส้นใย

1.5.5 ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เก็บแบบสอบถามโดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เพื่อทดสอบการยอมรับที่มีต่อนวัตกรรม และสามารถนำไปสู่เชิงพาณิชย์

1.5.6 ศึกษารูปแบบของธุรกิจการให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการที่มีในปัจจุบัน รวมถึงปัจจัยภายในและภายนอกที่ส่งผลต่อความสำเร็จทางธุรกิจ

1.5.7 กำหนดแผนธุรกิจด้านการให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำนวัตกรรมสู่เชิงพาณิชย์

1.5.8 การสรุปผลการวิจัย การอภิปราย และการให้ข้อเสนอแนะ

1.5.9 สอบโครงการพิเศษ (Special Project)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 Output:

1) ศึกษาข้อดีและคุณสมบัติของละอองขาดเล็กที่ผลิตด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer เทียบกับละอองจากเครื่อง ULV และ กระบอกฉีดน้ำ

2) ประยุกต์ใช้เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กในการเคลือบเส้นใยเพื่อคุณสมบัติพิเศษให้กับเสื้อผ้าสำเร็จรูปในการป้องกันยุงกัด

3) แผนธุรกิจเพื่อการนำเทคโนโลยีเครื่องสร้างละอองขนาดเล็กออกสู่เชิงพานิชย์และธุรกิจเสื้อผ้ากันแมลง

1.6.2 Outcome:

1) สร้างผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ให้กับลูกค้าที่สนใจด้านบริการเคลือบเสื้อผ้าป้องกันยุงกัดตามความต้องการในตลาดสารป้องกันยุง

2) ลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศและเพิ่มความสามารถในการสร้างธุรกิจภายในประเทศไทยเอง โดยเป็นทางเลือกใหม่ในตลาดเสื้อผ้าป้องกันยุงกัด ลดโรคติดต่อที่เกิดจากยุงและสามารถต่อยอดไปแมลงชนิดอื่นได้ในอนาคต เช่น ป้องกันแมลงกัดในชาวไร่ หรือฟาร์มปศุสัตว์เป็นต้น หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่เป็นผ้าป้องกันยุงและแมลง

3) ลดความเจ็บป่วยจากเชื้อโรคระบาดจากพาหะยุง

4) สร้างความสะดวกปลอดภัยในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ สำหรับนักเดินป่าหรือเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติหน้าที่ในป่า รวมถึงเกษตรกรไทยที่ทำไร่และสวนที่ต้องประสบปัญหาแมลงและยุงรบกวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.7 TIM (Technology Innovation and Management)

การศึกษาการพัฒนาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อเสื้อผ้ากันยุงของหลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม มีแนวทางตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรในการบูรณาการองค์ความรู้สหศาสตร์ด้านธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาผลงานนวัตกรรมเพื่อต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พิจารณาในมิติด้านเทคโนโลยี (Technology) ด้านนวัตกรรม (Innovation) และด้านการจัดการ (Management) ดังนี้

1.7.1 ด้านเทคโนโลยี (Technology) คือ ด้านเทคโนโลยีการผลิตละอองขนาดเล็กด้วย Ultrasonic Atomizer เพื่อใช้ในการสร้างละอองขนาดเล็กของสารออกฤทธิ์กันยุงที่เป็นของเหลว

1.7.2 ด้านนวัตกรรม (Innovation) คือ การประยุกต์ใช้เครื่องผลิตละอองในการเคลือบเส้นใยและวัสดุต่างๆ เพื่อคุณสมบัติพิเศษทางกายภาพให้กับเส้นใยและเสื้อผ้าสำเร็จรูป ให้มีคุณสมบัติในการไล่ยุง

1.7.3 ด้านการจัดการ (Management) คือ การสื่อสารเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจถึงประโยชน์ของการเคลือบเสื้อผ้าด้วยเทคโนโลยีละอองขนาดเล็กแอโรซอลเพื่อนำไปสู่การยอมรับในเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ ความเป็นไปได้ทางการตลาด การประเมินความเป็นไปได้ทางการเงินของการนำเทคโนโลยีสู่เชิงพาณิชย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีนวัตกรรม

2.1.1 ความหมายและประเภทของนวัตกรรม [9]

นวัตกรรม (Innovation) สามารถพิจารณาในประเด็นที่เป็นแก่นหลักสำคัญของคำนิยามต่าง ๆ แล้ว สมนึกและคณะได้แบ่งเป็น 3 มิติสำคัญของนวัตกรรม ได้แก่

(1) ความใหม่ (Newness) สิ่งที่จะได้รับการยอมรับว่ามีคุณลักษณะเป็นนวัตกรรมได้นั้นมิติแรกที่ต้องมีคือความใหม่ หมายถึง เป็นสิ่งใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งอาจจะมีลักษณะเป็นตัวผลิตภัณฑ์บริการหรือกระบวนการ โดยจะเป็นการปรับปรุงจากของเดิมหรือพัฒนาขึ้นใหม่เลยก็ได้

(2) ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ (Economic Benefits) ในลักษณะของการเป็นนวัตกรรมคือการให้ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ หรือการสร้างความสำเร็จในเชิงพาณิชย์ กล่าวคือ นวัตกรรม จะต้องสามารถทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มขึ้นได้จากการพัฒนาสิ่งใหม่นั้น ๆ ซึ่งผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นอาจจะสามารถวัดได้เป็นตัวเงินโดยตรง หรือไม่เป็นตัวเงินโดยตรงก็ได้

(3) การใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ (Knowledge and Creativity Idea) คือ การใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ หมายความว่า สิ่งที่จะถือเป็นนวัตกรรมได้นั้นจะต้องเกิดจากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ เป็นฐานของการพัฒนาให้เกิดขึ้นใหม่ ไม่ใช่เกิดจากการลอกเลียนแบบ การทำซ้ำ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(4) การจำแนกประเภทของนวัตกรรม แบ่งได้หลาย ประเภทตามลักษณะขอบเขตและวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ การจำแนกที่พบบ่อย และมีการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการวิจัยและการจัดการนวัตกรรมค่อนข้างมาก ประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ

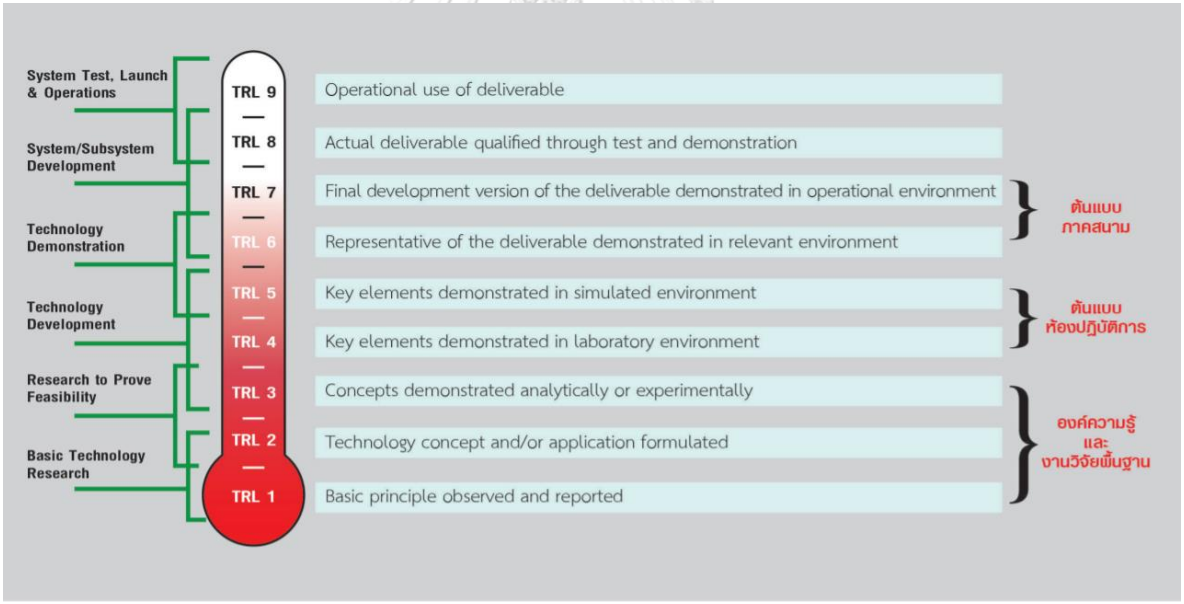
1) การจำแนกตามเป้าหมายของ นวัตกรรม (The Target of Innovation) แบ่งเป็น นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) และ นวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation)

2) การจำแนกตามระดับของการเปลี่ยนแปลง (The Degree of Change) แบ่งนวัตกรรมออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ นวัตกรรมในลักษณะเฉียบพลัน (Radical Innovation) และ นวัตกรรมในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (Incremental Innovation)

3) การจำแนกตามขอบเขตของผลกระทบ (The Area of Impact) จำแนกได้ 2 ประเภท คือ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี (Technological Innovation) และนวัตกรรมทางการบริหาร (Administrative Innovation)

2.1.2 ระดับความพร้อมของเทคโนโลยี (Technology Readiness Levels) [10]

ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม (Technology Readiness Levels) TRL คือ เครื่องมือในการบริหารจัดการงานวิจัยและพัฒนา (R&D Tools) พัฒนามาจากองค์กรนาซ่า (NASA) ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งตามคำจำกัดความ TRL ของ สวทช. คือการชี้บ่งระดับความพร้อมและเสถียรภาพทางเทคโนโลยีตามบริบทการใช้งาน ตั้งแต่เป็นวัตถุดิบองค์ประกอบสำคัญ อุปกรณ์ และกระบวนการทำงานทั้งระบบ ก่อนที่จะมีการบูรณาการเทคโนโลยีเป็นระบบ โดย สวทช. ได้พัฒนาคำจำกัดความ TRL 9 ระดับโดยประยุกต์ใช้ คำจำกัดความ TRLs ของศูนย์ทดลองแห่งชาติซานเดีย (Sandia National Laboratories) สหรัฐอเมริกา โดยแบ่งออกเป็น 9 ระดับ



ภาพที่ 2.1 แสดงระดับของ TRL

2.1.3 กระบวนการยอมรับนวัตกรรม [11]

จากทฤษฎีการแพร่กระจายของนวัตกรรมของ เอเวอร์เร็ท โรเจอร์ (Everette Roger) แบ่งกลุ่มคนตามการยอมรับต่อการแพร่กระจายของเทคโนโลยีและนวัตกรรมออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

(1) กลุ่มนวัตกรหรือผู้ล้ำสมัย (Innovators) คิดเป็น 2.5% ของประชากรทั้งหมด เป็นคนกลุ่มแรกที่เปิดรับต่อการเปลี่ยนแปลงใหม่ของเทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยอาจต้องการเรียนรู้หรือทดลองใช้และทำความเข้าใจต่อสิ่งใหม่ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งผู้ประดิษฐ์และผู้ใช้งานที่มีความรู้ความชำนาญในเทคโนโลยี

(2) กลุ่มผู้นำสมัย (Early Adopters) คิดเป็น 13.5% ของประชากรทั้งหมด เป็นกลุ่มคนที่เริ่มเปิดรับต่อสิ่งใหม่ที่ออกสู่ตลาด ซึ่งอาจเป็นการค้นหาประสบการณ์ใหม่ หรือต้องการเป็นผู้นำต่อการเปลี่ยนแปลง ชอบเรียนรู้และทดลองสิ่งใหม่ โดยอาจเป็นกลุ่มนักวิชาการ บุคคลมีชื่อเสียง หรือกลุ่มคนที่มีความสนใจในเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมนั้น ๆ และต้องการความแปลกใหม่

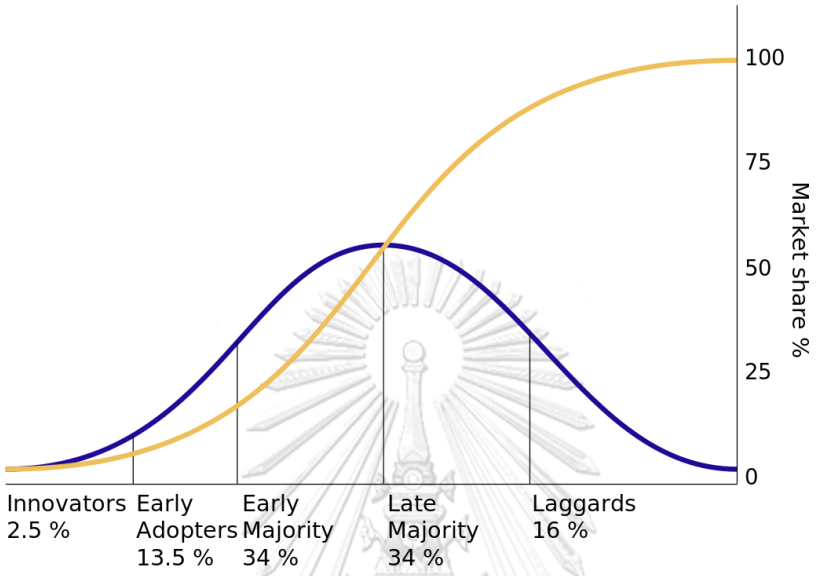
(3) กลุ่มผู้ทันสมัย (Early Majority) เป็นกลุ่มคนส่วนใหญ่ ที่คิดเป็น 34% ของประชากรทั้งหมดร่วมกับกลุ่มผู้ตามสมัย (Late Majority) กลุ่มคนดังกล่าว เป็นกลุ่มคนที่จะเปิดรับต่อนวัตกรรมเมื่อเห็นว่ามีคนเริ่มใช้กันมากขึ้น โดยอาจรอความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ที่ได้ทดลองใช้แล้ว ถึงประสบการณ์ความปลอดภัยและคุณค่าต่าง ๆ ซึ่งอาจต้องมีการรวบรวมข้อมูล เปรียบเทียบให้มั่นใจก่อน จึงจะเปิดรับต่อนวัตกรรม

(4) กลุ่มผู้ตามสมัย (Late Majority) คิดเป็น 34% ของประชากรทั้งหมด เป็นกลุ่มที่จะยอมรับต่อนวัตกรรม ก็ต่อเมื่อคนส่วนใหญ่ในสังคมยอมรับต่อนวัตกรรมและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายแล้ว เนื่องจากความไม่มั่นใจต่อการเปลี่ยนแปลง รวมถึงในเรื่องของต้นทุนของสินค้าที่จะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปจึงจะเปิดรับต่อนวัตกรรมนั้น ๆ หรืออาจมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อเปิดรับต่อนวักตกรรม เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคม หรือเป็นสินค้าที่เลิกผลิตแล้ว ทำให้จำเป็นต้องเปิดรับต่อสิ่งใหม่

(5) กลุ่มผู้ล้าสมัย (Laggards) เป็นกลุ่มคนกลุ่มสุดท้ายที่คิดเป็น 16% ของประชากรทั้งหมดที่เปิดรับต่อการเปลี่ยนช้าที่สุดเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การไม่เข้าใจหรือไม่เล็งเห็นถึงคุณค่าของนวัตกรรมนั้น ๆ จนเมื่อเวลาผ่านไปและถูกบริบททางสังคมบังคับให้ต้องเปลี่ยนแปลงจึงจะยอมรับนวัตกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยเมื่อเปรียบเทียบการยอมรับในนวัตกรรมเข้ากับการเติบโตของส่วนแบ่งทางการตลาด จะพบว่าส่วนแบ่งทางการตลาดจะเพิ่มอย่างมากในช่วงของกลุ่มกลุ่มผู้ทันสมัย (Early Majority) จนถึงกลุ่มผู้ตามสมัย (Late Majority) ซึ่งเป็นกลุ่มหลักจำนวนมากที่ทำให้สินค้าหรือบริการเติบโต ดังภาพ



ภาพที่ 2.2 การแพร่กระจายของนวัตกรรมตาม Rogers (1962) ด้วยกลุ่มผู้บริโภคต่อเนื่องที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ (สีน้ำเงิน) ส่วนแบ่งการตลาด (สีเหลือง) จนถึงระดับอิ่มตัวในที่สุด

2.2 ยุงพาหะนำโรค

2.2.1. ชนิดของยุง [12]

ยุงทั่วโลกมีทั้งหมด 2,500 ชนิด ในประเทศไทยมีประมาณ 410 ชนิด ยุงที่มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุข มีดังนี้

(1) ยุงลาย (*Aedes Spp.)* เป็นพาหะสำคัญในการนำเชื้อไข้เลือดออกเดงกี (Dengue Hemorrhagic Fever) โรคไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคไข้ติดเชื้อไวรัสซิกา ในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ยุงลายบ้าน (*Aedes Aegypti*) มีแหล่งเพาะพันธุ์ ได้แก่ ภาชนะขังน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นเป็นที่ขังน้ำนิ่ง ค่อนข้างสะอาด เช่น ตุ่มน้ำ ถังซีเมนต์ในห้องน้ำ ที่รองขาตู้กับข้าว จานรองกระถางต้นไม้ แจกัน เศษภาชนะที่ไม่ใช้ เป็นต้น

1.2 ยุงลายสวน (*Aedes Albopictus*) มีแหล่งเพาะพันธุ์ ได้แก่ แหล่งน้ำขังที่พบในธรรมชาติ เช่น กาบใบพืช ตอไม้ไผ่ บริเวณแอ่งไม้ รวมทั้ง เศษภาชนะที่ไม่ใช้ เป็นต้น

(2) ยุงก้นปล่อง (*Anopheles Spp.*) ยุงก้นปล่องเท่านั้นที่เป็นพาหะโรคมาลาเรีย ในประเทศไทยมียุงก้นปล่อง 63 ชนิด เป็นยุงพาหะหลักมี 3 ชนิด ได้แก่

2.1 ยุงไดรัส (*Anopheles Dirus Complex*) เป็นยุงที่มีประสิทธิภาพสูงในการแพร่เชื้อไข้มาลาเรีย พบได้ทั่วไปในท้องที่ป่าเขา สวนยาง สวนผลไม้ ท้องที่ขุดพลอย ยุงไดรัสชอบวางไข่ในแอ่งน้ำขัง แอ่งดิน แอ่งหิน รอยเท้าสัตว์ รอยล้อรถ หลุมพลอย ในประเทศไทยพบ 5 ชนิด

2.2 ยุงมินิมัส (*Anopheles Minimus Complex*) ในประเทศไทยมี 3 ชนิด พบทั่วไปในที่ป่าเขา แหล่งเพาะพันธุ์อยู่ในลำธารน้ำใสไหลรินมีต้นพืชน้ำที่มีสีแสงแดดส่องถึงเป็นช่วงๆ

2.3 ยุงแมคคูเลตัส (*Anopheles Maculatus Complex*) พบในประเทศไทย 6 ชนิด แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงก้นปล่องในกลุ่มนี้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของยุงที่พบ เช่น ในแอ่งหิน ลำธารไหลเอื่อยๆ แอ่งทราย ทุ่งนา

(3) ยุงรำคาญ (*Culex spp.*) แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

3.1 ยุงที่อยู่ตามแหล่งน้ำเน่า เป็นยุงหากินกลางคืน ยุงชนิดนี้เป็นยุงที่ทำความรำคาญเมื่อกัด ทำให้คันหรือบางคนแพ้เป็นตุ่มพุพองได้ ยุงชนิดนี้เป็นพาหะนำโรคเท้าช้าง (Lymphatic Filariasis)

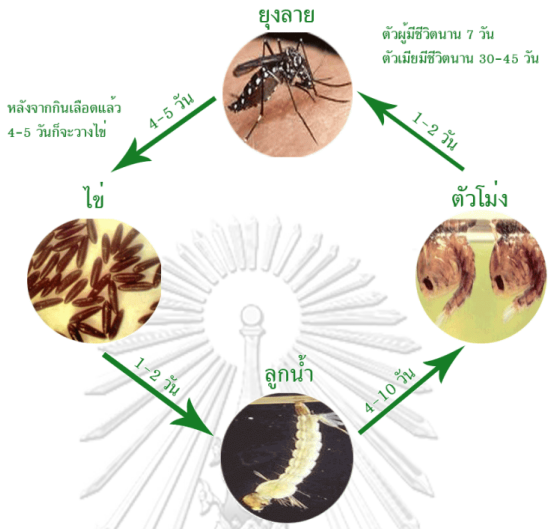
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ยุงที่เป็นตัวนำโรคไข้สมองอักเสบ เป็นยุงหากินตอนกลางคืน ชอบกินเลือดสัตว์มากกว่าเลือดคน แหล่งเพาะพันธุ์อยู่ตามท้องนา หรือทุ่งหญ้าที่มีน้ำขัง

(4) ยุงแมนโซเนีย (*Monsonia Spp.*) หรือยุงเสือ เป็นพาหะโรคเท้าช้างในคน พบมากในภาคใต้ของไทย แหล่งเพาะพันธุ์เป็นบริเวณพรุน้ำขังที่มีพืชน้ำ ชนิดต่างๆ เช่น ผักตบชวา จอกแหน

2.2.2. วงจรชีวิตของยุง

ยุงมีวงจรชีวิตเป็นแบบสมบูรณ์ ประกอบด้วย ระยะไข่ (Egg) ลูกน้ำ (Larva) ดักแด้ (Pupa) และตัวเต็มวัยหรือตัวแก่ (Adult)



ภาพที่ 2.3 วงจรชีวิตยุง

ที่มาของภาพ ผาทอง กรุ๊ป สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2564

ตารางที่ 2.1 ตารางสรุปยุงพาหะและโรค

ยุงพาหะ	โรค
ยุงลาย	โรคไข้เลือดออก โรคติดเชื้อไวรัสซิก้า โรคไข้ปวดข้อยุงลาย
ยุงก้นปล่อง	โรคไข้มาลาเลีย
ยุงเสือ	โรคเท้าช้าง
ยุงรำคาญ	โรคเท้าช้าง โรคไข้สมองอักเสบ

Chulalongkorn University

การดูดเลือดของยุง ยุงตัวเมียเท่านั้นที่ดูดเลือดเพื่อนำโปรตีนไปสร้างไข่ให้ไข่สุก เมื่อดูดเลือดแล้ว 2-3 วัน ก็จะวางไข่เฉลี่ยครั้งละ 50-140 ฟอง ยุงสามารถวางไข่ได้ในแหล่งน้ำที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของยุงโดยความถี่ของการเข้ากัดคน (Frequency of Man Biting) โดยทั่วไปยุงจะเข้ากัดคนทุก 2-4 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาล เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยลดต่ำลงระยะเวลาที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของไข่ยาวนานขึ้น การเข้ากัดคนก็จะช้าลงกว่าปกติ ทำให้โอกาสของการแพร่เชื้อลด

น้อยลงด้วย แต่เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ยุงพาหะจะเข้ากัดคนบ่อยมากขึ้น การแพร่เชื้อก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ยุงเพศเมียจะมีอายุประมาณ 4-6 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นตัวกำหนด

2.2.3. การป้องกันกำจัดลูกน้ำยุงลาย

(1) การควบคุมวิธีทางกายภาพ เป็นการควบคุมกำจัดยุงพาหะนำโรคแบบง่ายๆ เน้นการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ โดยการจัดการทางด้านสภาวะแวดล้อมเพื่อการควบคุมแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะ เช่น กำจัดแหล่งน้ำขัง หรือการทำสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น การใช้เกลือแกง น้ำส้มสายชูใส่ในจานรองขาตู้กับข้าว เป็นต้น

(2) การควบคุมยุงพาหะโดยชีววิธี เป็นการควบคุมโดยวิธีนี้เป็นวิธีการที่จะสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับยุงพาหะต้านสารเคมี เช่น การเลี้ยงปลากินลูกน้ำ การใช้แบคทีเรียทำให้เลือดของลูกน้ำยุงเป็นพิษ และตายได้ แบคทีเรียที่นิยมนำมาพัฒนาทำเป็นผลิตภัณฑ์กำจัดลูกน้ำยุงลาย คือ แบคทีเรีย B.T.I. (Bacillus Thuringiensisvar. Israelensisserotype H-14) การควบคุมโดยวิธีทางพันธุกรรม (Genetic Control) โดยการทำให้โครโมโซมของยุงพาหะเปลี่ยนแปลงไป ไม่สามารถนำเชื้อได้หรือทำให้ยุงไม่สามารถสืบพันธุ์หรือเพิ่มปริมาณได้

(3) การใช้สารเคมีกำจัดลูกน้ำยุงลาย เช่น ทรายกำจัดลูกน้ำ ทรายที่เคลือบด้วยสารเคมีที่มีชื่อสามัญว่า ทีมีฟอส (Temephos) ซึ่งเป็นสารเคมีสังเคราะห์ในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (Organophosphates) มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่ง “ทีมีฟอส” เป็นพิษสูงต่อตัวอ่อนของยุง แม้ว่า “ทีมีฟอส” จะมีพิษน้อยต่อคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ แต่ “ทีมีฟอส” มีความเป็นพิษสูงต่อนกหลายชนิด เช่น ไก่ฟ้า นกกระทา นกเขา และเป็ด การใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโต (Insect Growth Regulator หรือ IGR) มีให้เลือกใช้ 2 ประเภท คือ สารเคมีสังเคราะห์เลียนแบบ Juvenile Hormone เป็นสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตเปลี่ยนจากระยะลูกน้ำเป็นระยะดักแด้ ลูกน้ำจะตายก่อนที่จะเปลี่ยนรูปร่างเป็นดักแด้ได้ และสารเคมีสังเคราะห์เลียนแบบ Ecdysoid hormone ยับยั้งการแข็งตัวของไคติน หลังจากลูกน้ำลอกคราบเปลี่ยนระยะและสลัดคราบเก่าออกแล้ว ลำตัวของลูกน้ำจะอ่อนนิ่มไม่มีเปลือกแข็งเกิดขึ้น ทำให้ลูกน้ำตาย สารนี้จะออกฤทธิ์ได้กับลูกน้ำทุกระยะ เนื่องจากระยะลูกน้ำมี 4 ระยะ สารนี้ที่พบมีจำหน่าย ได้แก่ Diflubenzuron เป็นต้น

2.2.4. การใช้สารเคมีควบคุมตัวเต็มวัย

(1) การพ่นหมอกควัน เป็นการทำให้เกิดอากาศร้อนโดยเผาไหม้น้ำมันเบนซิน แล้วอากาศร้อนจะทำให้สารเคมีที่ละลายอยู่ในน้ำมันดีเซลแตกตัวออกเป็นควัน โดยควันจะลอยไปสู่พื้นที่เป้าหมายและฆ่ายุง ข้อดีฆ่ายุงได้อย่างรวดเร็ว ในสภาพที่ปิดละอองสารเคมีลอยอยู่ได้นานและแพร่กระจายได้ทุกส่วนของห้อง ข้อจำกัดในสภาพที่เปิดมีกระแสลม หมอกควันอาจลอยขึ้นบนอากาศอย่างรวดเร็ว การพ่นได้ผลน้อย ราคาเครื่องพ่นสูง ขณะพ่นมีควันมากเป็นข้อจำกัดด้านการจราจร หากเครื่องพ่นไม่มีคุณภาพหรือพ่นไม่ถูกต้องอาจเกิดคราบน้ำมัน

(2) การพ่นฝอยละเอียด (ยูแอลวี) เป็นการทำให้เกิดแรงอัดอากาศสูง ทำให้สารเคมีที่ละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เหมาะสมแตกตัวเป็นละอองเล็ก ๆ ลอยไปสู่พื้นที่เป้าหมายและฆ่ายุง ข้อดีฆ่ายุงได้อย่างรวดเร็ว ใช้สารเคมีต่อพื้นที่น้อย ลดปัญหาการเปรอะเปื้อน ข้อจำกัด มีความเหมาะสมต่อการควบคุมยุงที่มีแหล่งเกาะพักในบ้านหรือรอบบ้าน เช่น ยุงลาย ราคาเครื่องพ่นสูง การไม่มีหมอกควัน ผู้ทำการพ่นต้องสวมอุปกรณ์ป้องกัน

(3) การใช้สเปรย์กำจัดแมลงกระป๋องอัดแก๊ส เป็นผลิตภัณฑ์ใช้กำจัดยุงแมลงสาบและแมลงบินขนาดเล็กอื่นๆ ในบ้านเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรม หรืออาคารสถานที่ต่างๆ มีรูปแบบเป็นกระป๋องเหล็กอัดก๊าซพร้อมฉีด ประกอบด้วยสารเคมีกำจัดแมลง 1- 4 ชนิด ตัวทำละลาย และสารขับดัน บรรจุในกระป๋องโลหะทรงกระบอก มีปุ่มกดให้สารออกมาเป็นละอองฝอยในรูปของสเปรย์ สามารถป้องกันสารเคมีเปรอะเปื้อนมือขณะฉีด รูปแบบนี้ สะดวกในการใช้สามารถใช้ได้ทันที เก็บรักษาง่าย แต่ควรระมัดระวังถ้ากระป๋องมีรอยรั่วหรือถูกเผาจะระเบิดได้ สารออกฤทธิ์หลักเป็นกลุ่มไพรีทรอยด์ มีพิษต่อแมลงสูง แต่มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ

(4) การใช้อุปกรณ์ป้องกัน เครื่องช็อตยุง เครื่องดักยุง

(5) การป้องกันยุงกัด เช่น นอนในมุ้ง ใช้ยากันยุง ใช้สมุนไพร พัดลมไล่ยุง สวมใส่เสื้อให้มิดชิด หลีกเลี่ยงที่มืด ทึบ อับชื้น เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.5. การเกิดพิษของสารกำจัดแมลง

การเกิดพิษของสารกำจัดแมลง ประกอบด้วย ความเป็นพิษ (toxicity) และอันตราย (hazard) ดังนี้

(1) ความเป็นพิษ (toxicity) หมายถึง คุณสมบัติที่มีประจำตัวของสารชนิดนั้น ๆ ที่สามารถทำให้เกิดความเสียหายหรือการทำลายสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ได้

(2) อันตราย (hazard) หมายถึง ความเสี่ยงที่จะเกิดพิษขึ้นกับตนเองและผู้อื่นจากการใช้สารพิษนั้น ๆ ดังนั้นสารที่มีพิษมากที่สุดอาจมีอันตรายต่ำที่สุดก็เป็นไปได้ หรือสารที่มีพิษน้อยกว่าแต่กลับมีอันตรายมากกว่าก็ได้ ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้ที่ถูกวิธีและความระมัดระวังของผู้ใช้ นอกจากนี้อันตรายยังขึ้นอยู่กับปริมาณที่สัมผัสสารมากน้อย (contaminate) และระยะเวลาที่สัมผัสสารมากน้อย (time) ด้วย ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

อันตราย (hazard) = ความเป็นพิษ (toxicity) x ปริมาณที่สัมผัส (contaminate) x ระยะเวลาที่สัมผัส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3 เครื่องผลิตละอองและขนาดอนุภาคของละอองขนาดเล็ก

2.3.1. เครื่องพ่นประเภท Ultra Low Volume (ULV)

เครื่องพ่นประเภท Ultra Low Volume (ULV) เป็นเครื่องพ่น Cold Fogging ที่ใช้อากาศปริมาณมากที่ความดันต่ำเพื่อเปลี่ยนของเหลวให้เป็นละอองที่กระจายสู่บรรยากาศ เครื่องพ่นสเปรย์ชนิดนี้สามารถผลิตละอองขนาดเล็กมากโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1–150 μm. เครื่อง ULV ใช้สำหรับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชสารเคมีกำจัดวัชพืชสารฆ่าเชื้อรา เครื่องฆ่าเชื้อ และสารฆ่าเชื้อ รวมถึงสารเคมีอื่น ๆ ขนาดของหยดมีความสำคัญมากเนื่องจากขนาดหยดที่เหมาะสม จะส่งผลต่อประสิทธิภาพ เช่น ในการเกษตรขนาดหยดที่เหมาะสม คือ ระหว่าง 5 ถึง 20 μm. สำหรับแมลงบิน 20 ถึง 40 μm. [13]

ลักษณะของละอองจากเครื่อง Ultra Low Volume (ULV) สเปกตรัมของหยดจากเครื่องพ่นสารเคมีถูกวัดด้วยการใช้อุปกรณ์ปรับขนาดหยดด้วยเลเซอร์ เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคจากเครื่องพ่นสารเคมีอยู่ระหว่าง 14.8 - 61.9 μm. สำหรับสเปรย์สารละลายที่เป็น Oil-Based และมีขนาด 15.5 - 87.5 μm. สำหรับสเปรย์ของสารละลายประเภท Water-Based และจากเครื่องพ่นละอองที่มีความร้อน (Thermal Fogger) สามารถสร้างสเปรย์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของปริมาตร 3.5 μm. [14]

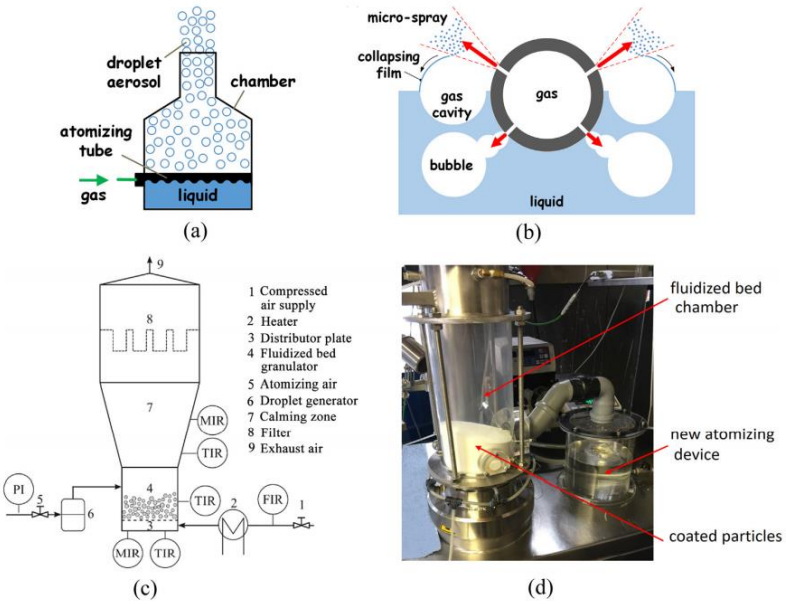
2.3.2. เครื่องเคลือบอนุภาคขนาดเล็กร่วมกับเทคนิคฟลูอิไดเซชัน (Aerosol Atomizer and Fluidization) [15] [16]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อนุภาคขนาดเล็กใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายสาขาอุตสาหกรรมและมีเทคนิคมากมายที่ใช้กับอนุภาคเหล่านี้เช่นการชุบด้วยไฟฟ้า (Electroplating) และการสะสมไอทางเคมีและกายภาพ (Chemical and Physical Vapor Deposition) อย่างไรก็ตามในอุตสาหกรรมอาหารและยากระบวนการเคลือบส่วนใหญ่ที่ดำเนินการด้วยจะใช้อนุภาคแกนกลางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 200 μm. มิฉะนั้นจะเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อน ในการพัฒนากระบวนการเคลือบใหม่สำหรับอนุภาคขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 50 μm. นวัตกรรมนี้อยู่ที่การใช้ Wurster ฟลูอิไดซ์เบดร่วมกับเครื่องฉีดน้ำแบบใหม่ การใช้งานของเครื่องฉีดน้ำแบบละอองลอยซึ่งสร้างละอองน้ำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 1 μm. มีการทดลองเกี่ยวกับสารละลายเคลือบและลูกปัดแก้วที่แตกต่างกันในฟลูอิไดซ์ขนาด 150 mm. ฟลูอิไดเซชันเป็นหนึ่งในเทคนิคที่สำคัญที่สุดในกระบวนการสร้างอนุภาค มีข้อดี คือมีอัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลสูง การผสมที่ดีและเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งผลการทดลอง

แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของชั้นเคลือบแย่ลงเนื่องจากความหนืดของสารละลายเคลือบลดลงในขณะที่อุณหภูมิในกระบวนการปานกลางพบว่าช่วยเพิ่มการสร้างชั้นเคลือบและคุณภาพของชั้นเคลือบได้ นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการป้อนของละอองลอยที่ลดลงช่วยเพิ่มผลผลิตของกระบวนการเคลือบ

วิธีการสร้างละอองขึ้นอยู่กับการแตกตัวที่ขับเคลื่อนด้วยแรงเฉือนโดยแก๊สไอพ่นของฟิล์มเหลวบาง ๆ ที่เกิดจากฟองก๊าซบนพื้นผิวของเหลว ส่วนหลักของอุปกรณ์ คือท่อยางยืดหยุ่นซึ่งเจาะรูพรุนตามแนวท่อในหลายตำแหน่งตามแนวแกน ท่อวางในแนวนอนและจมอยู่ใต้น้ำบางส่วนในภาชนะที่เติมด้วยน้ำยาเคลือบ ส่วนล่างของท่อแช่อยู่ในของเหลวและส่วนบนของท่อสัมผัสกับอากาศ ดังภาพที่ 2.4 (b) ท่ออากาศเข้าเชื่อมต่อกับอากาศอัดและอากาศอัดที่เสถียรจะถูกระบายออกทาง ostioles ที่มีรูพรุน ฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากซึ่งเกิดจากอากาศอัดผ่านส่วนล่างของท่อจากนั้นขึ้นมาที่พื้นผิวของเหลว และสร้างโฟมของฟิล์มของเหลวทรงกลมบาง ๆ ใกล้กับส่วนบนของท่อ หลังจากนั้นไม่นานอากาศที่ปล่อยออกมาทาง ostioles ด้านบนจะแตกและสลายโฟมเหล่านี้เป็นละอองละอองลอยดังที่แสดงในแผนผัง ดังภาพที่ 2.4 (a) ในการศึกษานี้ได้ใช้เครื่องกำเนิดละอองลอยแบบทำเองที่พัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการนี้ในการทดลอง



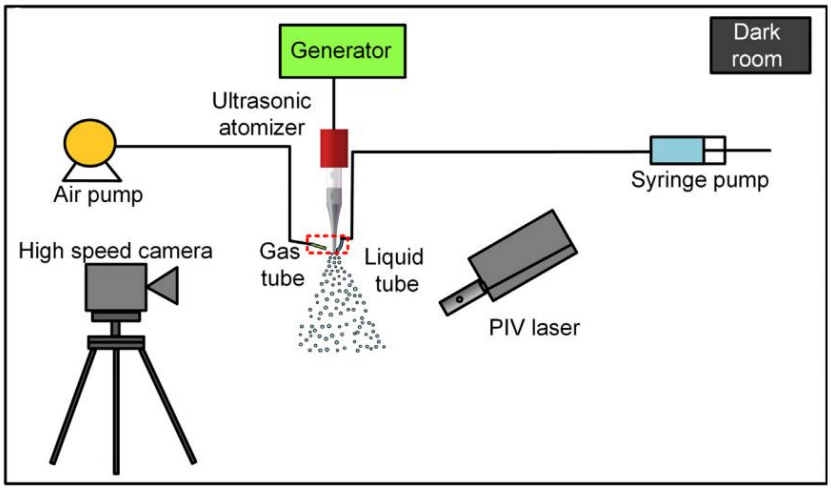
ภาพที่ 2.4 แสดงการทำงานของเครื่องสร้างละออง (a) แผนผังของอุปกรณ์อะตอมไมเซอร์ทำให้เกิดละอองขนาดเล็กของ Mezhericher et al. (2017) และ Mezhericher et al. (2018) (b) การผลิตฟองอากาศไอพ่นก๊าซและสเปรย์ขนาดเล็กของละอองพร้อมกันในหน้าตัดของท่อทำให้เป็นละออง (c) การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองโดยใช้ละอองละอองขนาดเล็กกว่าไมครอนสำหรับการเคลือบอนุภาคในฟลูอิไดซ์เบด (d) รูปภาพอุปกรณ์ในการทดลอง

2.3.3. เครื่องเคลือบอนุภาคขนาดเล็กร่วมกับเทคนิคพลาสมา

F. Leroux และคณะ [17] ได้ศึกษาการเคลือบฟลูออโรคาร์บอนบนผ้าทอโพลีเอสเตอร์ (PET) โดยใช้พลาสมาแบบพัลส์ดิสชาร์จ ในการฉีดฟลูออโรโพลีเมอร์เพื่อพัฒนาคุณสมบัติในการกันน้ำ ซึ่งประเมินโดยใช้การวัดมุมสัมผัสน้ำ และวิธีการทดสอบการฉีดพ่นน้ำที่ผิวผ้าโพลีเอสเตอร์ จากการศึกษาพบว่าการยึดเกาะของละอองฟลูออโรโพลีเมอร์กับ PET พบว่าการกระจายปริมาณฟลูออโรโพลีเมอร์ที่ปล่อยบนสิ่งทอนั้นไม่เพียงพอที่จะมีพฤติกรรมขับไล่น้ำที่ดี ซึ่งการศึกษาเทคนิคนี้ช่วยปรับเปลี่ยนพื้นผิวสิ่งทอด้วยผลิตภัณฑ์เคมีและน้ำในปริมาณเล็กน้อย จากการใช้ละอองขนาดเล็กโดยที่ละอองของโพลิเมอร์ฟลูออโรคาร์บอนในชั้นบรรยากาศพลาสมานั้น ถูกกระตุ้นด้วยพลาสมาทำให้โพลิเมอร์เกิดการเคลือบเกาะแบบเคมีได้ง่ายขึ้น และเพิ่มการรักษาความคงทนในการซัก

2.3.4. การควบคุมขนาดของละอองขนาดเล็ก (Droplet Size)

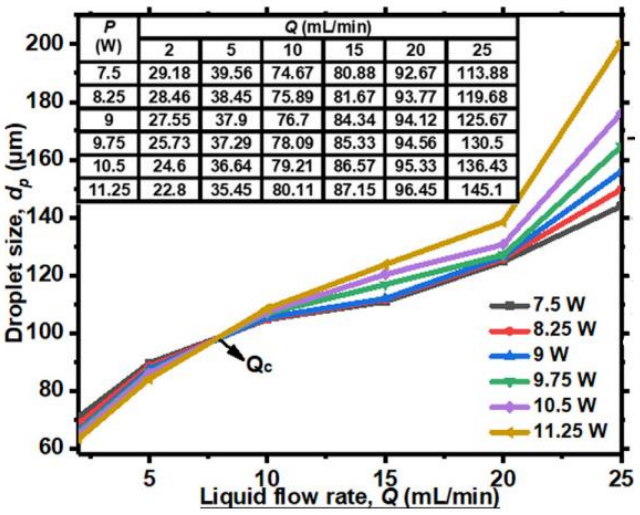
Yu Zhang และคณะ [18] ได้ศึกษาการกระจายตัวของขนาดหยด (Droplet size distribution) อัลตราโซนิคอะตอมไมเซอร์ ด้วยวิธีการเลี้ยวเบนของเลเซอร์ ดังภาพ และมีการวิเคราะห์ผลกระทบของพารามิเตอร์อัลตราโซนิกที่ใช้งาน เช่น กำลังไฟฟ้าเข้า อัตราการไหลของของเหลวและก๊าซ อุณหภูมิของเหลว



ภาพที่ 2.5 แผนผังระบบฉีดละอองของอัลตราโซนิคอะตอมไมเซอร์และระบบ Velocimetry Test

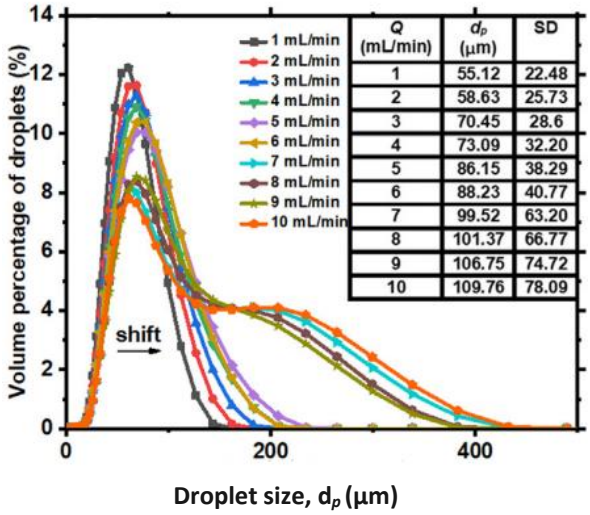
การศึกษาผลของกำลังไฟเข้าต่อขนาดของอนุภาคละอองขนาดเล็ก พบว่าขนาดของอนุภาคละอองไม่เพิ่มขึ้นตามระดับพลังงานที่เพิ่มขึ้น และเมื่อระดับอัตราการไหลของของเหลวที่มากกว่าอัตรา 7.5 mL/min. ส่งผลให้ขนาดของอนุภาคละอองเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มระดับพลังงาน ดังนั้น

จุด critical flow rate, Q_c จึงอยู่ที่ค่าอัตราการไหลของของเหลว 7.5 mL/min. และขนาดของอนุภาคละอองลดลงเมื่อเพิ่มพลังงานไฟฟ้าโดยมีอัตราการไหลของของเหลวน้อยกว่า Q_c ดังภาพ 2.6



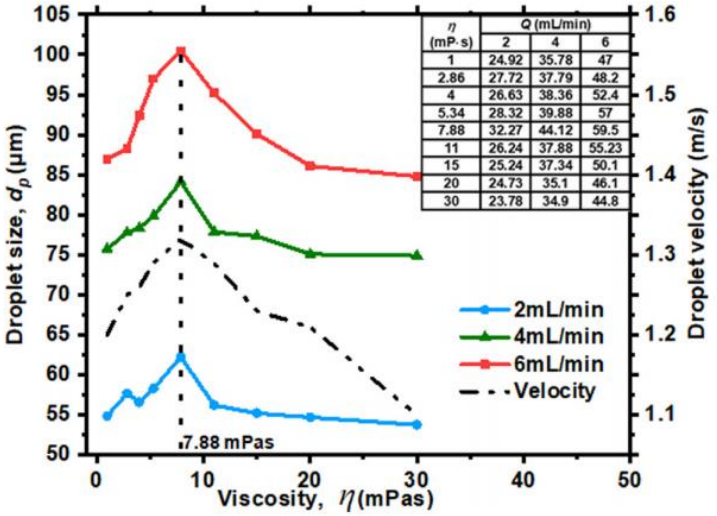
ภาพที่ 2.6 ผลกระทบของกำลังไฟฟ้าเข้าต่อขนาดอนุภาคละออง (ตารางด้านบนซ้ายแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของขนาดอนุภาคละออง)

การศึกษาผลของอัตราการไหลของของเหลวต่อขนาดของอนุภาคละอองขนาดเล็ก อัตราการไหลของของเหลว (Q) ต่อการกระจายตัวของขนาดอนุภาคละออง โดยที่ขนาดของอนุภาคละอองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลของของเหลวที่เพิ่มขึ้นและการกระจายขนาดที่กว้างขึ้น จุดสูงสุดของการกระจายขนาดอนุภาคละอองเริ่มแยกออกเป็นพีคแบบ bimodal ที่ค่าอัตราการไหลของของเหลว 7 mL/min. และพบการกระจายตัวที่กว้างขึ้นของขนาดละอองที่ค่าอัตราการไหลของของเหลวที่เพิ่มขึ้น ดังภาพ 2.7



ภาพที่ 2.7 ผลกระทบของอัตราการไหลของของเหลวต่อขนาดอนุภาคละออง (ตารางด้านบนขวาแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของขนาดอนุภาคละออง)

การศึกษาผลของความหนืดต่อขนาดของอนุภาคละอองขนาดเล็ก ที่ค่าความหนืดสูงขึ้นทำให้ต้องมีการให้พลังงานที่สูงขึ้น ส่งผลต่อคลื่นพลังงานของอนุภาคสารมีค่ามากขึ้น ความเข้มของคลื่นกระแทกมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้อนุภาคมีความเร็วมากขึ้นและมีขนาดอนุภาคละอองที่ใหญ่ขึ้น ดังภาพ 2.8

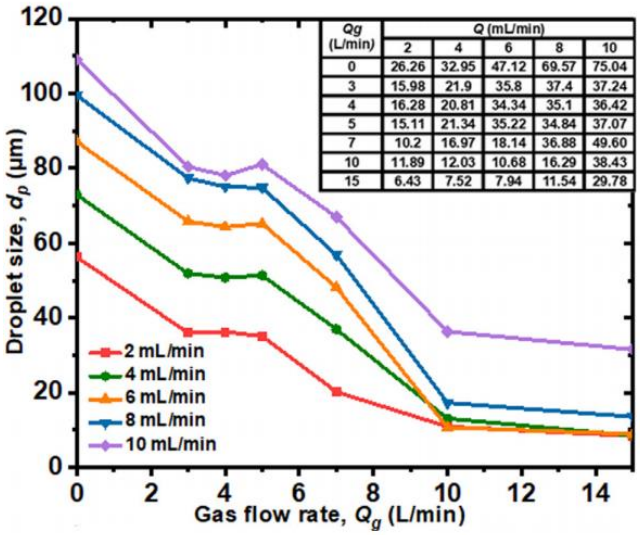


η (mP·s)	Q (mL/min) 2	4	6
1	24.92	35.78	47
2.86	27.72	37.79	48.2
4	26.63	38.36	52.4
5.34	28.32	39.88	57
7.88	32.27	44.12	59.5
11	26.24	37.88	55.23
15	25.24	37.34	50.1
20	24.73	35.1	46.1
30	23.78	34.9	44.8

ภาพที่ 2.8 ผลของความหนืดของของเหลวต่อขนาดอนุภาคละอองและความเร็วของอนุภาค (ตารางด้านบนขวาแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของขนาดอนุภาคละออง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

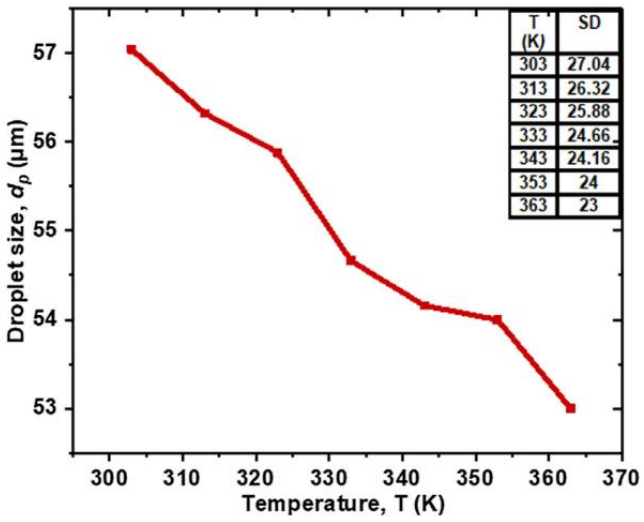
การศึกษาผลของอัตราการไหลของก๊าซต่อขนาดของอนุภาคละอองขนาดเล็ก โดยมีการประยุกต์ใช้ Ultrasound-Modulated Two-Fluid (UMTF) Atomization ด้วยการใช้ก๊าซตัวช่วย (Assistant gas) ซึ่งอัตราการไหลของก๊าซตัวช่วยมีผลอย่างมากต่อการสร้างละอองขนาดเล็กและขนาดของอนุภาคละออง ซึ่งสามารถช่วยเป่ากำจัดละอองขนาดใหญ่ทำให้ได้ขนาดละอองที่สม่ำเสมอ ผลการศึกษาได้แสดงศักยภาพในการควบคุมขนาดอนุภาคละอองโดยการเพิ่มก๊าซตัวช่วยไปยังระบบอัลตราโซนิคอะตอมไมเซชัน ซึ่งขนาดอนุภาคละอองเฉลี่ยจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อก๊าซเริ่มเป่าและเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้องจนกระทั่งอัตราการไหลของก๊าซจะเพิ่มขึ้นเป็น 7 L/min. และเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของก๊าซอย่างต่อเนื่อง จะพบว่าขนาดของอนุภาคละอองลดลงอย่างมาก ตัวอย่างเช่น สำหรับการไหลของของเหลว 2 mL/min. อัตราขนาดอนุภาคละอองลงอย่างรวดเร็วจาก 35.11 เป็น 10.89 μm. เมื่ออัตราการไหลของก๊าซเพิ่มขึ้นจาก 5 L/min. เป็น 15 L/min. ดังภาพ 2.9



Qg (L/min)	Q (mL/min)				
	2	4	6	8	10
0	26.26	32.95	47.12	69.57	75.04
3	15.98	21.9	35.8	37.4	37.24
4	16.28	20.81	34.34	35.1	36.42
5	15.11	21.34	35.22	34.84	37.07
7	10.2	16.97	18.14	36.88	49.60
10	11.89	12.03	10.68	16.29	38.43
15	6.43	7.52	7.94	11.54	29.78

ภาพที่ 2.9 ผลกระทบของอัตราการไหลของก๊าซตัวช่วยต่อขนาดอนุภาคละออง

การศึกษาผลของอุณหภูมิของของเหลวต่อขนาดของอนุภาคละอองขนาดเล็ก โดยการปรับอุณหภูมิของน้ำ จาก 293 เป็น 363 K พบว่าขนาดอนุภาคละอองจะลดลงเมื่ออุณหภูมิของเหลวเพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าความหนืดของน้ำต่ำลง (น้อยกว่า 1 mP.s) ซึ่งส่งผลให้ขนาดของอนุภาคเล็กลงได้อีก ดังนั้นอุณหภูมิควรได้รับการพิจารณาว่าเป็นผลกระทบต่อขนาดอนุภาคละอองในกระบวนการทำให้เป็นละอองในทางปฏิบัติ ดังภาพ 2.10



T (K)	SD
303	27.04
313	26.32
323	25.88
333	24.66
343	24.16
353	24
363	23

ภาพที่ 2.10 ผลของอุณหภูมิของของเหลวต่อขนาดอนุภาคที่อัตราการไหลของของเหลว 2 mL/min. (ตารางด้านบนขวาแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของขนาดอนุภาคละออง)

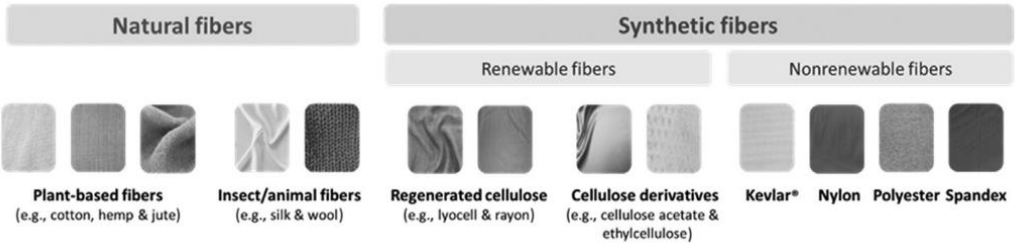
2.4 เทคนิคการปรับแต่งคุณสมบัติของผ้าเพื่อการป้องกัน (Protective Textile)

2.4.1. อุตสาหกรรมการปรับแต่งคุณสมบัติของผ้า [19]

กลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆมีการปรับคุณสมบัติของผ้า โดยการเพิ่มคุณสมบัติลงในสิ่งทอ สามารถทำได้ทั้งทางกายภาพหรือทางเคมี เช่น การปรับปรุงคุณสมบัติเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวและความยืดหยุ่นของผ้า นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาด้านคุณสมบัติพิเศษเฉพาะ เช่น คุณสมบัติต้านจุลชีพ (Antimicrobial), ป้องกันแมลง (Insect-Repellent), ควบคุมกลิ่น (Odor-Control), กันน้ำ (Water-Repellent), สารหน่วงไฟ (Flame-Retardant), นำไฟฟ้า (Conductive) และ ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ (Antistatic)

ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงคุณสมบัติผ้าต่างๆ

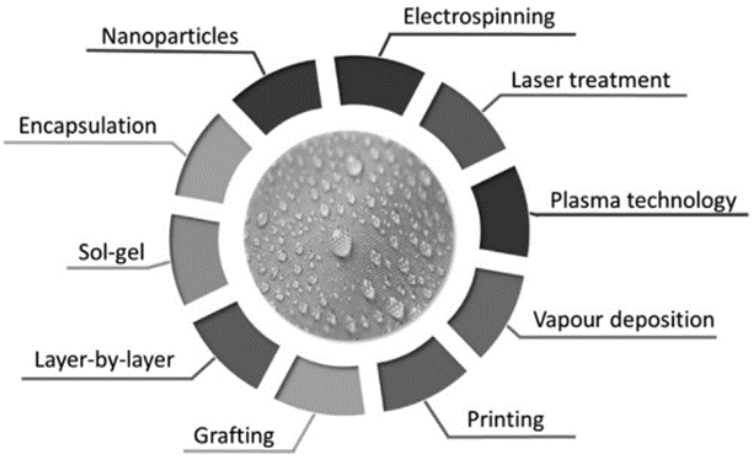
สิ่งทอมีลักษณะเป็นรูพรุนและแอนไอโซทรอปิก (anisotropic three-dimensional) ที่ได้จากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ (หรือแบบผสม) และขึ้นอยู่กับเทคนิคการผลิตสามารถจำแนกได้ว่าถักทอและไม่ทอ ตัวอย่างของเส้นใยธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตสิ่งทอประกอบด้วยทั้งเส้นใยจากพืช



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างของเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์แบบหมุนเวียน
และไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

2.4.2. วิธีการปรับแต่งฟังก์ชั่นของสิ่งทอเพื่อการประยุกต์ใช้งานต่างๆ

นวัตกรรมการปรับแต่งฟังก์ชั่นถูกเพิ่มลงบนวัสดุสิ่งทอ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยทั่วไปเพื่อให้เสื้อผ้ามีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์หลายประการ เช่น การทำความสะอาดตัวเอง กันแดด หรือฟังก์ชันป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต วิธีการปรับแต่งอาจดำเนินการได้ทั้งทางกายภาพ วิธีการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพหรือทางเคมี โดยมีเทคนิคหรือวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมหลายวิธี ได้แก่ Sol-gel, Encapsulation, Nanoparticles, Electrospinning, Laser treatment, Plasma technology, Vapour deposition, Printing, Grafting และ Layer-by-layer [19] เป็นต้น ดังภาพ



ภาพที่ 2.13 แสดงเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการปรับแต่งคุณสมบัติสิ่งทอ

2.4.3. สารไล่แมลงและกลไกการป้องกันการถูกยุงกัดของสารไล่ยุง

ยาฆ่าแมลง (Insecticides) เป็นสารเคมีที่ใช้ในการฆ่าหรือขับไล่แมลง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด [20]

(1) ยาฆ่าแมลงแบบขับไล่ (Repellent Insecticides) เป็นสารเคมีที่ใช้ในการไล่แมลงและศัตรูพืชเป็นหลัก

(2) ยาฆ่าแมลงแบบติดกับแมลง (Contact Insecticides) สารเคมีที่เป็นสารพิษต่อระบบประสาทสำหรับแมลงและศัตรูพืช ทำให้แมลงและศัตรูพืชหมดสติเมื่อสัมผัส

สารไล่แมลง (Insect Repellent) คือสารที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของสัตว์ขาปล้องออกไปจากโฮสต์ ซึ่งเกิดขึ้นจากเซ็นเซอร์ของสัตว์ขาปล้องติดขัดและทำให้สัตว์ขาปล้องสับสน (เห็บยุง) สิ่งนี้จะป้องกันไม่ให้สัตว์ขาปล้องกัดโฮสต์ขณะที่เข้าใกล้โฮสต์ได้สำเร็จ ซึ่งจะดึงดูดโดยกลิ่นผิวหนังและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากลมหายใจของโฮสต์ เป็นสารที่เมื่อใช้กับผิวหนังเสื้อผ้าหรือพื้นผิวโดยตรง

สารไล่แมลงออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

(1) สารไล่แมลงแบบสังเคราะห์ (Synthetic Repellent)

(2) สารไล่แมลงแบบธรรมชาติ (Natural Repellent)

สารไล่แมลงจัดเป็นสิ่งสำคัญมากต่อมนุษย์ เนื่องจากมีวัคซีนเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถป้องกันโรคติดเชื้อที่เกิดจากยุงและเห็บได้และมีเพียงการป้องกันจากสัตว์ขาปล้องด้วยสารไล่แมลงและยาฆ่าแมลงเท่านั้นที่สามารถป้องกันการแพร่กระจายของโรคสู่มนุษย์ได้ ซึ่งถ้าแบ่งตามพื้นฐานของตระกูลเคมี สามารถแบ่งได้แบ่ง กลุ่มสารเคมีสังเคราะห์ เช่น Picaridin และ DEET และกลุ่มของน้ำมันและสารสังเคราะห์ที่ได้จากพืช เช่น น้ำมันตะไคร้หอม น้ำมันมะนาว น้ำมันยูคาลิปตัส และน้ำมันเพอร์เมทริน

โดยทั่วไปมีผลต่อการรับกลิ่นของแมลงเพื่อป้องกันการสัมผัสยุงแมลงวันเห็บและหมัดกับมนุษย์หรือสัตว์ โดย N,N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET) เป็นสารที่นิยมมากที่สุดในการป้องกันยุงและเห็บกัดที่มีในตลาด ผลของ DEET ไม่ได้ทำให้ยุงตายและกลไกการออกฤทธิ์ยังไม่สามารถเข้าใจได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีการเสนอว่า DEET จะกลายไอของชั้นกั้น ซึ่งมีกลิ่น รสชาติที่เป็นพิษจึงสามารถไล่แมลงออกไปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กลไกลสารประกอบสังเคราะห์อื่น ๆ เช่น Picaridin (กลไกเป็นตัวกั้นไอหรือส่งผลต่อเซลล์ประสาทรับกลิ่นของแมลง) และ IR3535 (กลไกกระบวนการยับยั้ง / กระตุ้นเซลล์ประสาทรับกลิ่น) ได้รับการรับรองจากสหรัฐอเมริกา Environmental Protection Agency (EPA) เป็นทางเลือกแทนการใช้ DEET เนื่องจากมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน และมีความเป็นพิษที่น้อยกว่าสำหรับใช้กับผิวหนังและเสื้อผ้า

เพอร์เมทริน ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์จากสารสกัด pyrethrin extracts ของดอกเก๊กฮวย มีคุณสมบัติทั้งด้านเป็นยาป้องกันแมลงและเป็นยาฆ่าแมลง กลไกการออกฤทธิ์นำไปสู่การเป็นอัมพาตของแมลงผ่านการยับยั้ง acetylcholinesterase (AChE) และกรดɣ-aminobutyric (GABA) ตัวรับในเซลล์ประสาทของแมลง ดังนั้นการใช้เพอร์เมทรินจึงเหมาะสำหรับใช้กับเสื้อผ้า และสิ่งของอื่น ๆ เช่น มุ้งกันยุง และอุปกรณ์ตั้งแคมป์ เป็นต้น

2.4.4. มาตรฐานการใช้สารไล่ยุงบนเสื้อผ้า

สารที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมป้องกันแมลง คือ N,N-Diethyl-3-methylbenzamide (DEET) และอื่น ๆ โดยมีข้อแนะนำของ % ความเข้มข้นของการใช้เพอร์เมทรินอยู่ที่ 0.05% นั่นคือเพอร์เมทริน ที่จะสัมผัสร่างกายได้ตามต้องมีความเข้มข้นไม่เกิน 0.05% สำหรับการผลิตเพื่อเป็นโลชั่น เพื่อใช้ทาป้องกันเห็บ สำหรับเพอร์เมทรินที่เหมาะสมในการใช้เคลือบเสื้อผ้าโดยมีข้อแนะนำในความเข้มข้นที่ใช้ 0.5% [21] [22] โดยมีข้อแนะนำโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) สำหรับมาตรฐานการเคลือบบนพื้นผิวเสื้อผ้าที่ 1,250 mg/m^2 [23]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 วิธีการปรับแต่งคุณสมบัติเสื้อผ้ากันยุง

เสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติในการไล่แมลงมีกระบวนการเตรียมผ้าและสาร active agent ต่างๆ เพื่อทำให้ผ้ามีคุณสมบัติป้องกันแมลงได้ [19] ได้แก่ วิธีดังตาราง

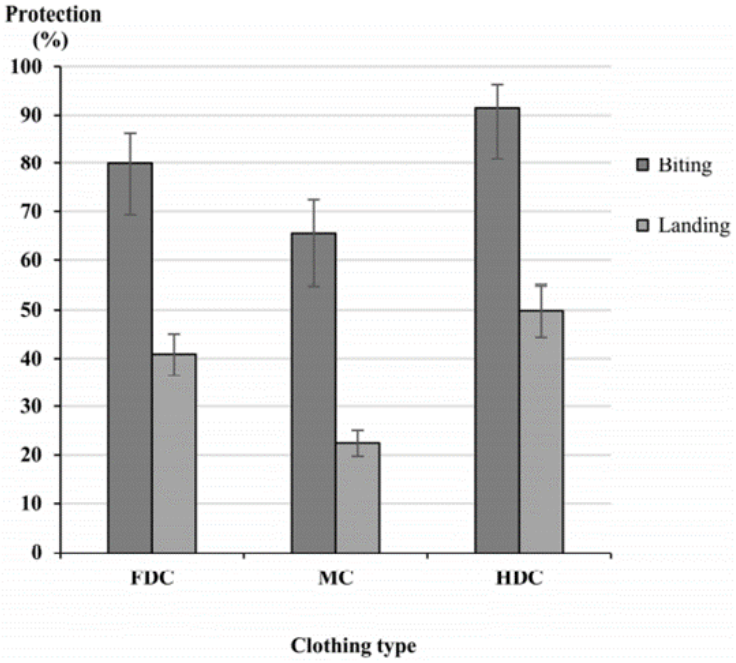
ตารางที่ 2.2 แสดงวิธีการในการปรับปรุงคุณสมบัติของผ้าชนิดต่างๆ

Fibres/ textiles	Modification technique	Active additives	Insects	Reference
Cotton	Encapsulation	Chitosan capsules with lemongrass	*A. aegypti*	Kala et al. (2019)
Cotton	Encapsulation	Ethyl cellulose capsules with limonene and permethrin	*C. pipiens*	Türkoğlu et al. (2020)
Ethylcellulose	Electrospinning	Citriodiol	*A. aegypti*	Muñoz et al. (2019)
PLLA	Electrospinning	DEET	-	Bonadies et al. (2019)
PE/EVA	Electrospinning	DEET	*A. arabiensis*	Sibanda et al. (2018)
Nylon	LbL assembly	Commercial cationic polyelectrolyte and lemongrass emulsion/ commercial anionic polyelectrolyte	*Anopheles*	Bhatt and Kale (2019)

DEET, *N,N*-diethyl-3-methylbenzamide; *EVA*, poly(ethylene-*co*-vinyl acetate); *LbL*, layer-by-layer; *PE*, polyethylene; *PLLA*, poly(L-lactic acid)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

DeRaedt Banks S. และคณะ [24] ได้มีตัวอย่างการศึกษาเสื้อผ้ากันยุงที่มีการเคลือบด้วยสารเพอร์เมทริน โดยใช้วิธีเคลือบผ้าด้วยเพอร์เมทริน 3 แบบ ได้แก่ วิธี Factory-Dipped Clothing (FDC), วิธี Micro-Encapsulated (MC) และ วิธี Hand Dipped Clothing (HDC) พบว่าผลการเคลือบของวิธี MC ให้ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงเกาะและป้องกันยุงกัดที่ต่ำกว่าวิธี FDC และ HDC ทั้ง 2 วิธี เนื่องมาจาก วิธี MC เป็นการปรับปรุงโดยมุ่งไปที่เส้นใยของผ้าจึงทำให้มีสารเพอร์เมทรินที่ผิวผ้าน้องกว่าแบบ Dipping ทั้ง 2 วิธีนั่นเอง



ภาพที่ 2.14 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดสอบการป้องกันยุงทั้ง 3 วิธี

สำหรับวิธีการ Paddingด้วยเทคนิคอื่นๆ Ardanuy M. และคณะ [25] ได้ศึกษา วิธีที่ใช้ Padding ในสารละลาย Sol-Gel ให้ผลในการไล่ยุงสูง โดยใช้ส่วนประกอบของ Sol-Gel คือ 5 wt.% Silica Content ผสมกับ 0.44 wt.% Permethrin ในสารสะลายสำหรับใช้ในการจุ่ม โดยมีปริมาณเพอร์เมทรินในบ่อเคลือบเพื่อให้การเคลือบผ้าออกมามีค่าที่ 500 mg/m^2 ที่ความเร็วของสายพาน 3 m/min. และ อบแห้งที่ 105 °C เป็นเวลา 2 min และอบเพื่อให้เกิดการเกาะ (Curing) ที่ 140 °C เป็นเวลา 1 min.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

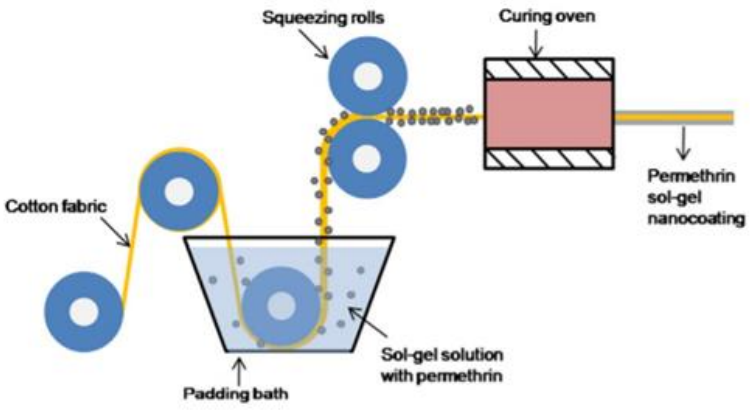
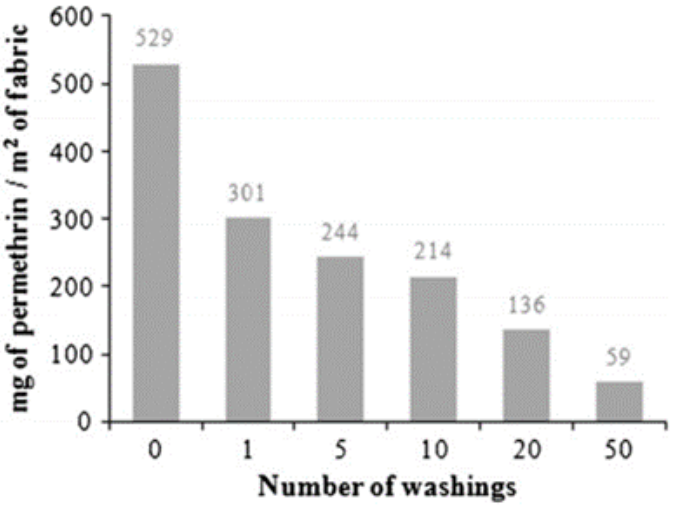


Fig. 1. Schematic illustration of the fabrication process for permethrin-loaded textiles.

ภาพที่ 2.15 แสดงกระบวนการผลิตผ้าฝ้ายเคลือบด้วยสารเพอร์เมทริน

ซึ่งพบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านกระบวนการผลต่อความยืดหยุ่นและความนุ่มของผ้าฝ้ายที่ใช้ ประสิทธิภาพสามารถซักได้ 50 ครั้ง แล้วนำมาวัดปริมาณเพอร์เมทรินคงเหลือด้วยวิธี HPLC



ภาพที่ 2.16 แสดงปริมาณสารเพอร์เมทรินคงเหลือบนผ้าหลังผ่านการซักที่จำนวนครั้งต่างๆ

นอกจากนี้ยังได้มีการพยายามในการปรับปรุงคุณสมบัติของเส้นใยเพื่อให้สามารถไล่ยุงป้องกันยุงกัดขณะสวมได้จากวิธีต่างๆ เช่น การพัฒนาเส้นใยที่มีโครงสร้างของปลอกหุ้มแกนกลางเพื่อประยุกต์ใช้เป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมพาหะของเชื้อมาลาเรียทางเลือกเพื่อลดการแพร่เชื้อมาลาเรียภายนอกอาคาร เส้นใยถูกเตรียมโดยการปั่นละลายของ High Density Polyethylene (HDPE) เป็นเปลือกหุ้มและด้วยสารสกัดเข้มข้นที่มีสารระเหย N, N-Diethyl-m-toluamide (DEET) มี Ethylene-co-vinyl acetate (EVA) เป็นแกนกลาง โดยกระบวนการดูดซึมอย่างง่ายเพื่อให้ได้ปริมาณ DEET สูงถึง 40 wt.% ตัวอย่างสิ่งทอที่ถักจากเส้นใยดังกล่าวมีฤทธิ์ขับไล่ที่คงทนแม้ผ่านการซักด้วยความเย็น 20 ครั้ง หรือหลังจากอายุ 8 เดือนภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ [26]

ความก้าวหน้าของวิธีการป้องกันใหม่ ๆ เพื่อต่อต้านโรคที่เกิดจากยุงยังคงประเด็นสำคัญของนานาชาติ เนื่องจากสิ่งทอเป็นความต้องการขั้นพื้นฐานครอบคลุม ปกปิดทุกส่วนของร่างกายมนุษย์ จึงมีการวิจัยสิ่งทอไล่ยุงการสังเคราะห์สีย้อมไล่ยุงแบบใหม่จากการผสมกันของสารไล่ยุง เช่น อนุพันธ์ของ N, N-Diethyl-3-Methyl Benzamide (DEET), Ethyl Anthranilate และ 4-Hydroxy Coumarin วิเคราะห์สีย้อมที่ได้โดยใช้ FTIR, HNMR และ UV Spectroscopy, Mass Spectroscopy และการวิเคราะห์องค์ประกอบ สีย้อมสังเคราะห์ถูกนำมาใช้สำหรับการย้อมสีโพลีเอสเตอร์ โพลีเอสเตอร์ย้อมสีแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการไล่ยุงได้ 100% พร้อมกับ

คุณสมบัติการทำงานอื่น ๆ เช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (> 93%) และการป้องกันรังสียูวี (UPF> 124) โดยความคงทนของสารกันยุง (Mosquito Repellency) ในระดับที่สำคัญ แม้หลังจากซักล้าง 20 ครั้ง สีย้อมสังเคราะห์ยังแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพและความเป็นพิษของสาหร่ายในระดับต่ำ โดยสีย้อมแบบใหม่ที่สังเคราะห์ขึ้นสามารถใช้ในการปรับเปลี่ยนพื้นผิวสิ่งทอที่ทำจากโพลีเอสเตอร์แบบมัลติฟังก์ชั่นได้ [27]

2.6 ความปลอดภัยในการใช้สารไล่ยุงสำหรับเสื้อผ้ากันยุง

2.6.1. ปริมาณสารเพอร์เมทรินสำหรับเสื้อผ้ากันแมลง

การออกฤทธิ์ของเพอร์เมทริน ต้องสัมผัสโดยตรงกับแมลง และควรใช้ผลิตภัณฑ์กับเสื้อผ้า รองเท้ามุ้งและอุปกรณ์ตั้งแคมป์ เพอร์เมทรินถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วโดยผิวหนังและเลือดออกทำให้ไม่เหมาะสำหรับการใช้กับผิวหนัง ผลิตภัณฑ์ยังคงมีประสิทธิภาพได้นานถึง 14 วัน แต่จำเป็นต้องมีการเคลือบซ้ำหลังจากซักจำนวน 5 ครั้งเพื่อรักษาประสิทธิภาพในการป้องกัน เพอร์เมทรินมีประสิทธิภาพมากในการป้องกัน เห็บ ยุง แมลงวัน หมัด และเหามนุษย์ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีสารเพอร์เมทรินเข้มข้น 0.5% การศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่าหนูที่กินเพอร์เมทรินในปริมาณสูงจะแสดงอาการสั่นการแพ้ง่ายสมาธิสั้น ความสามารถในการหลั่งปัสสาวะการถ่ายอุจจาระไม่ประสานกัน เพอร์เมทรินมีความเป็นพิษต่ำถึงปานกลางในมนุษย์เมื่อได้รับสารในระยะสั้น [28]

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีความไวต่อสารเพอร์เมทรินน้อยกว่าเมื่อเทียบกับแมลงเนื่องจากช่องโซเดียม (Sodium Channels) มีความไวต่อไพรีทรอยด์น้อยกว่าและฟื้นตัวได้เร็วกว่า ดังนั้นสารเพอร์เมทรินจึงถือเป็นสารไล่แมลงที่ดีที่สุดสำหรับเสื้อผ้าและเสื้อผ้ากลางแจ้ง เพอร์มิทรินเป็นที่รู้จักกันดีว่าไม่เพียงแต่ขับไล่ แต่ยังฆ่าแมลง เช่น เห็บยุงไรและอื่น ๆ อีกมากมาย [29]

ปัจจุบันยังมี ยังมีโอกาสทางตลาดที่ยังไม่ได้รับการตอบสนองสำหรับการใช้ยากันแมลงบนเครื่องแต่งกายที่ออกแบบมาเพื่อสวมใส่ในสภาพอากาศเขตร้อนที่พบแมลง เช่น การเพิ่มคุณสมบัติในการไล่แมลงอย่างมีประสิทธิภาพและยาวนาน โดยสารที่นิยมใช้ คือ DEET, Picardin, Allethrin, Permethrin และ Malathion ใช้ในการปรับปรุงสิ่งทอและเสื้อผ้าให้มีคุณสมบัติ เสื้อผ้ากันแมลง (Insect Repellent Clothing) ช่วยป้องกันมนุษย์จากโรคที่เกิดจากแมลงเช่นไข้มาลาเรียและไข้เลือดออก และเพื่อให้แน่ใจว่าได้รับการป้องกันที่ปลอดภัยจากแมลงหรือยุงกัด จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงในการเคลือบสารกันแมลงสามารถนำไปใช้กับสิ่งทอและเสื้อผ้าโดยใช้สารเคมีหรือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนผสมจากธรรมชาติได้หลายวิธี วิธีการแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสารเคมีและสารตั้งต้นที่จะบำบัดในขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพตามหน้าที่ องค์การอนามัยโลก (WHO) และ American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC) ได้แนะนำวิธีการมาตรฐานในการวัด และทดสอบประสิทธิภาพของผ้าสำเร็จรูปที่ต้านทานแมลงเพื่อป้องกันแมลง ซึ่ง DEET ส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนผสมโลชั่นเพื่อทาผิวและออกฤทธิ์ได้นาน 4-5 ชั่วโมง ไม่สามารถเคลือบ DEET บนเนื้อผ้าได้โดยตรง เนื่องจากไม่สามารถทนทานต่อการซักได้ แม้แต่การซักที่ไม่รุนแรง [20]

สารป้องกันแมลงที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานป้องกันสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาในปัจจุบันสำหรับการใช้กับผิวหนัง ได้แก่ N, N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET), Picaridin, MGK-326, MGK-264, IR3535, น้ำมันตะไคร้หอมและน้ำมันยูคาลิปตัส และเลมอน เพอร์เมทริน (Permethrin) มีคุณสมบัติในการไล่แมลงและยาฆ่าแมลง รายงานความเป็นพิษจากสารประกอบเหล่านี้โดยทั่วไปเกี่ยวข้องกับการใช้งานที่ไม่เหมาะสมหรือการได้รับมากเกินไป เช่น ผิวหนังอักเสบจากการสัมผัส และผิวหนังอักเสบจากการระคายเคือง และไม่ค่อยมีรายงานเกี่ยวกับความเป็นพิษต่อระบบประสาท ความเป็นพิษต่อหัวใจ ความเป็นพิษต่อหัวใจการแพ้และการเสียชีวิต การใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้อย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญในการหลีกเลี่ยงความเป็นพิษ [28]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7 การศึกษาสิทธิบัตรเกี่ยวกับเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กและผ้ากันยุง

(1) ชื่อสิทธิบัตร Multi-element ultrasonic atomizer [30] มีรายละเอียด ดังนี้

เลขที่สิทธิบัตร : US8944344B2

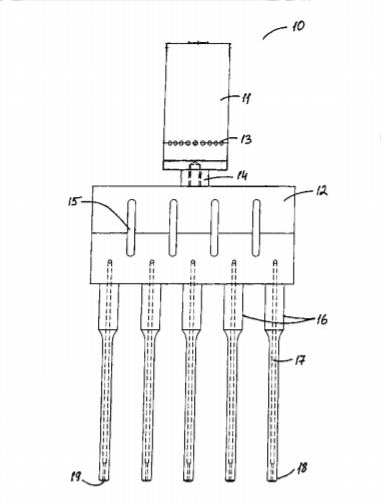
ตัวแทน : Sonics and Materials Inc

ผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ : Michael Donaty

สถานะสุดท้าย : Adjusted expiration ได้รับความคุ้มครองสิทธิบัตร ถึง 22/10/2031

บทสรุปการประดิษฐ์ : เครื่องฉีดน้ำอัลตราโซนิกแบบหลายองค์ประกอบโดยใช้ Ultrasonic Horn ประกบคู่กับ Converter และใช้ Atomizer 2 Probe ประกอบกับ Horn โดยแต่ละ Probe จะมีทางไหลของสารละลายตามแนว Probe และกลายเป็นละอองที่ปลาย Probe โดยแต่ละ Probe จะถูกกระตุ้นด้วยความถี่เดียวกัน เพื่อทำให้เกิดละออง

สรุปข้อถือสิทธิ์ : การประกอบกันขององค์ประกอบ Multi-Element ได้แก่ Power Generator, Converter, Ultrasonic Horn ที่ประกบคู่กับ Converter และองค์ประกอบของ Atomizer Probe อย่างน้อย 2 Probe เพื่อให้ของเหลวไหลผ่าน ประกบกับ Ultrasound Horn



ภาพที่ 2.17 ภาพ Drawing ของสิ่งประดิษฐ์ Multi-Element Ultrasonic Atomizer

(2) ชื่อสิทธิบัตร Insect repellent fabric [31] มีรายละเอียด ดังนี้

เลขที่สิทธิบัตร : US20090081267A1

ตัวแทน : Intelligent Fabric Technologies Plc

ผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ : George Costa

สถานะสุดท้าย : Adjusted Expiration ได้รับความคุ้มครองสิทธิบัตร ถึง 30/03/2027

บทสรุปการประดิษฐ์ : ผ้ากันแมลง เนื้อผ้าประกอบด้วยผ้าและสารกันแมลง ซึ่งสารออกฤทธิ์บรรจุในไมโครแคปซูลและผ้าชุบด้วยสารไมโครแคปซูล สารออกฤทธิ์ที่ต้องการคือสารสกัดจากตะไคร้หอม หรือ DEET ด้วยกระบวนการ Padding Mangle และอบแห้งที่ 140 °C

สรุปข้อถือสิทธิ์ : ผ้ากันแมลงประกอบด้วย: ผ้า และสารออกฤทธิ์ไล่แมลงโดยสารออกฤทธิ์คือ para-methane-3,8-diol ซึ่งบรรจุอยู่ในไมโครแคปซูล และผ้าชุบด้วยไมโครแคปซูล และผ้าได้จากการปั่นเส้นด้ายที่ทำจากเส้นใยสั้น และ/หรือ เส้นด้ายที่ไม่ต่อเนื่อง สามารถเลือกวัสดุได้จากโพลีเอสเตอร์ หรือไนลอน หรือผ้าฝ้ายหรือวัสดุที่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษาโครงการพิเศษ

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการพิเศษ ในการศึกษาคุณสมบัติของละอองที่สร้างจากเครื่อง Ultrasonic Atomizer มาประยุกต์ใช้ในการเคลือบสารเพอร์เมทริน บนเส้นใยของเสื้อผ้าทำให้มีคุณสมบัติป้องกันยุงกัดได้ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของรูปแบบธุรกิจการให้บริการเคลือบเสื้อผ้ากันยุงตามความต้องการ มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษา ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษาโครงการพิเศษ

3.2 การทดสอบคุณสมบัติของละอองขนาดเล็กด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงบนผ้าตัวอย่าง

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือและสารเคมีในการออกแบบเครื่องพ่นละอองต้นแบบและผ้าเคลือบสารกันยุงเพอร์เมทรินต้นแบบ

1. เครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก (Ultrasonic Atomizer)
2. เครื่องพ่นละออง Ultra Low Volume (ULV)
3. กระบอกฉีดน้ำ (Foggy)
4. ผ้าฝ้ายสีขาว (Cotton 100%)
5. ผ้าโทเรสีขาว (Cotton 35% + Polyester 65%)
6. กระจกสไลด์
7. สารละลายต้นแบบสีแดง (Model Solution Indicator)
8. สารเพอร์เมทริน (Permethrin 95.1%)
9. แอลกอฮอล์ 96%
10. น้ำกลั่น
11. บีกเกอร์
12. แท่งแก้วคนสาร
13. กระบอกตวง
14. หลอดหยดสาร
15. กาวดินน้ำมัน (Patafix)
16. เครื่องกวนสาร (Magnetic Stirrer)
17. แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic Bar)
18. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope)
19. เครื่อง FT-IR Spectroscopy
20. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
21. ปากคีบสแตนเลส (Forceps)
22. ขวดน้ำกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 7, 8, 10 เซนติเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2.2 กระบวนการศึกษาการกระจายตัวของละอองขนาดเล็กของเครื่อง Ultrasonic Atomizer, ULV และกระบอกฉีดน้ำ ด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงเพื่อศึกษาความแตกต่างของขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของละอองขนาดเล็กบนพื้นผิวผ้าตัวอย่าง และบนกระจกสไลด์

เนื่องจากสาร เพอร์เมทริน เป็นสารใสไม่มีสี จึงไม่สามารถมองเห็นได้เมื่อมีการฉีดพ่นบนพื้นผิวของผ้าตัวอย่าง ดังนั้นจึงใช้สารละลายต้นแบบสีแดงในการทดสอบพ่นบนผ้าสีขาว เพื่อศึกษาขนาดของอนุภาคและลักษณะการกระจายตัวของละอองที่พ่นจากเครื่องแต่ละชนิด โดยมีขั้นตอน ดังนี้

(1) ทดสอบเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กด้วยน้ำเปล่าเพื่อสังเกตลักษณะของละอองจากเครื่อง ULV, Ultrasonic Atomizer และกระบอกฉีดน้ำ

(2) เตรียมสารละลายต้นแบบสีแดง โดยใช้หลอดหยด 5 มิลลิลิตร ดูดสีผสมอาหารสีแดงใส่บีกเกอร์แล้วเติมน้ำอีก 1000 มิลลิลิตร

(3) เตรียมตัวอย่างผ้า สำหรับสเปรย์ละอองขนาดเล็กโดยใช้ผ้าฝ้ายและผ้าโทเรขนาด 10x10 เซนติเมตร

(4) เตรียมเครื่อง Ultrasonic Atomizer โดยการประกอบปากกระบอกพ่นด้วยปลายขวดน้ำ ยาว 13 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางขวดที่ขนาด 7, 8 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ เพื่อจำลองเป็นห้องพ่นสาร พร้อมกับปิดรอยต่อด้วยกาวดินน้ำมัน

ภาพที่ 3.2 แสดงการประกอบปากกระบอกพ่นเข้ากับเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก

(5) ทำการสเปรย์ละอองสารละลายต้นแบบสีแดงด้วยกระบอกฉีดน้ำ ที่จำนวน 1, 3, 5 และ 10 ครั้งตามลำดับ และพักตัวอย่างให้แห้งเพื่อนำไปศึกษาลักษณะของละอองที่เกาะบนพื้นผิวของผ้าตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope)

(6) ทำการสเปรย์ละอองสารละลายต้นแบบสีแดงด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer ที่มีปากกระบอกทั้ง 3 ขนาด (7, 8 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ) ที่เวลา 1,3, และ 5 วินาที และพักตัวอย่างให้แห้งเพื่อนำไปศึกษาลักษณะของละอองที่เกาะบนพื้นผิวของผ้าตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope)

(7) ทำการสเปรย์ละอองสารละลายต้นแบบสีแดงด้วยกระบอกฉีดน้ำ ลงบนกระจกสไลด์ โดยสเปรย์เป็นจำนวนครั้งที่ 1, 3, และ 5 ครั้ง พร้อมทั้งส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope) โดยเก็บผลหลังสเปรย์ทันทีและหลังจากที่ละอองแห้ง

(8) ทำการสเปรย์ละอองสารละลายต้นแบบสีแดงด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer ลงบนกระจกสไลด์ ที่เวลา 1,3, และ 5 วินาที พร้อมทั้งส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope) โดยเก็บผลหลังสเปรย์ทันทีและหลังจากที่ละอองแห้ง

3.2.3 กระบวนการศึกษาขนาดของอนุภาคและลักษณะการกระจายตัวของละอองขนาดเล็กด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ที่กำลังขยาย 50X และ 100X ตามลำดับ

(1) นำผ้าฝ้ายและผ้าโทเรตัวอย่างที่ผ่านการสเปรย์สาระละลายต้นแบบสีแดงมาส่องดูลักษณะความสม่ำเสมอของสีแดงบนพื้นผิวผ้าตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ที่บริเวณผิวด้านหน้าของผ้าตัวอย่างที่สเปรย์ละอองขนาดเล็กของสารละลายต้นแบบสีแดงและด้านหลังของผ้าที่ไม่ได้ถูกสเปรย์ เพื่อสังเกตการทะลุของละอองที่สเปรย์จากด้านหน้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3.3 การศึกษาพื้นผิวหลังเคลือบด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

โดยเก็บผลภาพถ่ายพื้นผิวของผ้าตัวอย่างเป็น 4 กลุ่มตามชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้สเปรย์ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผลของภาพพื้นผิวผ้าตัวอย่างที่สเปรย์ด้วยกระบอกฉีดน้ำ (Foggy) ของชนิดผ้าตัวอย่าง ทั้งผ้าฝ้ายและผ้าโทเร บริเวณด้านหน้าและด้านหลัง โดยสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงที่จำนวนครั้ง 1, 3, 5 และ 10 ครั้ง

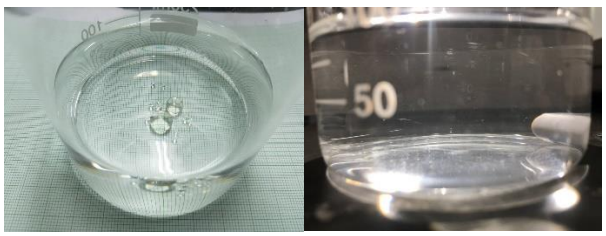
กลุ่มที่ 2 ผลของภาพพื้นผิวผ้าตัวอย่างที่สเปรย์ด้วยเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก (Ultrasonic Atomizer) ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปลายกระบอกพ่น ที่ 7, 8 และ 10 เซนติเมตร ที่ชนิดผ้าตัวอย่าง ทั้งผ้าฝ้ายและผ้าโทเร บริเวณด้านหน้าและด้านหลัง ใช้เวลาในการสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงที่เวลา 1, 3 และ 5 วินาที

กลุ่มที่ 3 ผลของภาพพื้นผิวกระจกสไลด์ที่สเปรย์ละอองสารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy ลงบนกระจกสไลด์ โดยสเปรย์เป็นจำนวนครั้งที่ 1, 3, และ 5 ครั้ง ขณะหลังสเปรย์ทันทีและหลังจากที่ละอองแห้ง

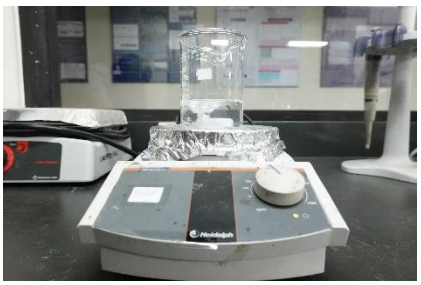
กลุ่มที่ 4 ผลของภาพพื้นผิวกระจกสไลด์ที่สเปรย์ด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer ลงบนกระจกสไลด์ ที่เวลา 1,3, 5 และ 7 วินาที ขณะหลังสเปรย์ทันทีและหลังจากที่ละอองแห้ง

3.3 กระบวนการเตรียมผ้ากันยุงต้นแบบเคลือบด้วยสารละลายเพอร์เมทริน 0.5% w/v

3.3.1 กระบวนการเตรียมสารละลายเพอร์เมทริน เข้มข้น 0.5% w/v เนื่องจากสารละลายเพอร์เมทริน เป็นสารใสและเป็นน้ำมัน ดังนั้นการเตรียมสารละลายของสาร เพอร์เมทริน จึงต้องละลายเป็นเนื้อเดียวกันตัวทำละลาย ซึ่งเลือกใช้น้ำและแอลกอฮอล์ 96% ในการเตรียมสารละลายเพอร์เมทรินให้มีความเข้มข้น 0.5% w/v โดนใช้หลอดดูดสารละลายเพอร์เมทรินตั้งต้น มา 0.5 กรัม ละลายด้วยแอลกอฮอล์ 96% 80 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร โดยค่อยๆเติมแอลกอฮอล์สลับกลับน้ำกลั่นแล้วผสมด้วย Magnetic Stirrer สังเกตให้สารละลายของเพอร์เมทรินใส



ภาพที่ 3.4 สารละลายเพอร์เมทรินก่อนและหลังละลายด้วยตัวทำละลายแอลกอฮอล์และน้ำ

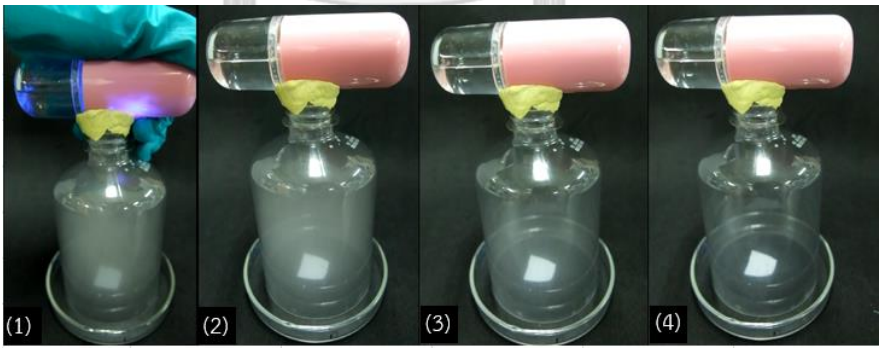


ภาพที่ 3.5 สารละลายเพอร์เมทรินหลังละลายด้วยแอลกอฮอล์และน้ำจะมีลักษณะใส

3.3.2 กระบวนการสเปรย์ละอองขนาดเล็กของสารละลายเพอร์เมทริน 0.5% w/v ด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer ลงบนผ้าต้นแบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมผ้าต้นแบบโดยตัดผ้าคอตตอนและผ้าโทเร ขนาด 2x2 เซนติเมตร

(2) ชั่งน้ำหนักผ้า ในข้อ1 ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง โดยใช้ปากคีบสแตนแลนจับชิ้นงานเพื่อชั่ง โดยรองกระดาษกรองบนเครื่องชั่งเพื่อป้องกันตัวอย่างปนเปื้อน จดบันทึกค่าน้ำหนักผ้าก่อนสเปรย์สารละลายเพอร์เมทริน โดยการพ่นเพอร์เมทรินให้พ่นในทิศทางครอบผ้าตัวอย่างไว้ดังภาพตามเวลาที่ต้องการและรอจนกว่าละอองภายในตกลงจนใสจึงยกเครื่องพ่นออก จากรูปที่ (1) เมื่อเริ่มพ่น (2) พ่นตามเวลาที่ต้องการ (3) รอให้ละอองภายในกระบอกพ่นตกลงเคลือบที่ตัวอย่าง (4) เมื่อละอองตกหมดจนกระบอกจะใส จึงยกเครื่องพ่นออก ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการพ่นและจับเวลาจนพ่นเพอร์เมทรินเสร็จของผ้าต้นแบบ

(3) สเปรย์สารละลายเพอร์เมทริน 0.5% w/v บนผ้าต้นแบบขนาด 2x2 เซนติเมตร ที่เวลา 3, 5 และ 10 วินาที โดยครอบปากกระบอกพ่นของเครื่อง Ultrasonic Atomizer บนผ้า

ต้นแบบ และพักผ้าต้นแบบให้สารแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักหลังสเปรย์ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง และทดสอบลักษณะพีคเอกลักษณ์ด้วยเครื่อง FT-IR Spectroscopy

3.3.3 การคำนวนปริมาณการเคลือบของสารเพอร์เมทริน บนพื้นผิวผ้าตัวอย่าง

ตามมาตรฐานข้อแนะนำของ WHO ในการใช้เพอร์เมทรินสำหรับเคลือบบนเสื้อผ้ากันยุงมีค่าแนะนำที่ 1250 mg/m^2 โดยสามารถ คำนวนน้ำหนักเพอร์เมทรินที่เคลือบต่อพื้นที่ของผ้าได้ดังนี้

$$\frac{\text{น้ำหนักผ้าต้นแบบที่แห้งหลังสเปรย์ (กรัม)} - \text{น้ำหนักผ้าต้นแบบก่อนสเปรย์ (กรัม)}}{\text{พื้นที่ผิวของผ้าต้นแบบ (ตารางเมตร)}}$$

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของผ้ากันยุงต้นแบบ ที่ผ่านการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กของสารออกฤทธิ์กันยุงเพอร์เมทริน 0.5% w/v

3.4.1 การวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของสารเพอร์เมทริน ที่เคลือบบนพื้นผิวของผ้าต้นแบบ

แบบทดสอบประสิทธิภาพของผ้ากันยุงต้นแบบที่มีการเคลือบของสารเพอร์เมทริน โดยการวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของสารเพอร์เมทรินบนพื้นผิวของผ้าต้นแบบ โดยใช้เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟาเรดสเปกโทรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrometer, FT-IR) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการจำแนกประเภทของสารอินทรีย์สารอนินทรีย์ และพันธะเคมีของโมเลกุล โดยการตรวจวัดจากการดูดกลืนรังสีอินฟาเรดของสารผสมที่ความถี่ต่าง ๆ โดยสารแต่ละชนิดจะมีลักษณะเฉพาะตัวของพันธะ โดยทำการเปรียบเทียบลักษณะการดูดกลืนรังสีของสารเพอร์เมทรินของผ้าตัวอย่าง เทียบกับผ้าต้นแบบที่เคลือบด้วยละอองขนาดเล็กของสารเพอร์เมทริน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลเบื้องต้นของสารเพอร์เมทริน สูตรเคมี $C_{21}H_{20}Cl_2O_3$

ลักษณะสาร ไม่มีกลิ่น, สีใสจนถึงเหลืองอ่อน

ปริมาตรเชิงโมล 391.28 g/mol

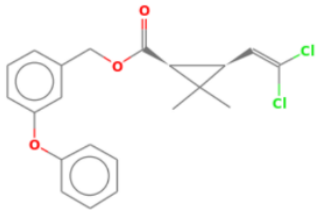
จุดเดือด 200 ℃

จุดหลอมเหลว 34 ℃

ความหนาแน่น 1.19-1.27 g/cm^3

ความสามารถในการละลายน้ำ 0.2 mg/L (20 ℃) insoluble in water

โครงสร้างทางเคมี



ภาพที่ 3.7 โครงสร้างทางเคมีของสารเพอร์เมทริน

ภาพที่ 3.8 เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

3.4.2 การวิเคราะห์ผ้ากันยุงต้นแบบเคลือบสารเพอร์เมทริน

นำชิ้นผ้ากันยุงต้นแบบมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FT-IR โดยตั้งค่าโหมดเป็น ATR-Diamond ทดสอบผ้าต้นแบบเคลือบสารเพอร์เมทริน โดยวัดผลของผ้ากันยุงต้นแบบที่ทดสอบเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กของสารเพอร์เมทริน ที่เวลาที่ต่างกัน ของการสเปรย์สารเพอร์เมทรินแบบไม่เคลื่อนที่เครื่อง Ultrasonic Atomizer บนผ้าฝ้ายและผ้าโทเรที่ระยะเวลาสเปรย์สาร 3, 5 และ 10 วินาที

3.5 การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม

การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กใช้สเปรย์เคลือบเสื้อผ้าเพื่อกันยุงตามความต้องการ และศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ของเครื่องเคลือบผิวด้วยละอองขนาดเล็ก

สำหรับเครื่องมือที่นำมาใช้ในการเก็บข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรม คือ การใช้กระบวนการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในรูปแบบของการทำแบบสอบถาม โดยประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

(1) ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

(2) พฤติกรรมลูกค้าและปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า

3.6 การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

สำหรับการศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ เป็นการประเมินความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบสู่การนำไปพัฒนาในรูปแบบธุรกิจในเชิงพาณิชย์ โดยมีรายละเอียดในการศึกษาดังนี้

3.6.1. การประเมินทางเทคโนโลยี (Technology Assessment) เป็นการประเมินพื้นฐานของเทคโนโลยีระดับขั้นและประเภทของเทคโนโลยี พร้อมทั้งรูปแบบการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

3.6.2. การประเมินทางการตลาด (Market Assessment) เป็นการศึกษาวิเคราะห์และประเมินสภาณการณ์ปัจจุบันทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในที่มีผลต่อการดำเนินธุรกิจ

3.6.3. การนำเทคโนโลยีไปสู่เชิงพาณิชย์ (Technology Commercialization) โดยประเมินการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ผ่านแผนธุรกิจในด้านการผลิตและการตลาด

3.6.4. ความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibilities) โดยวิเคราะห์จากสมมติฐานทางการเงิน และการประมาณการงบการเงิน เพื่อหาผลตอบแทนจากการลงทุน และอัตราส่วนทางการเงินสำหรับประเมินความน่าสนใจในการลงทุนของธุรกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของละอองขนาดเล็ก

4.1.1 ผลการศึกษาลักษณะของละอองขนาดเล็กที่สเปรย์จากเครื่องแต่ละชนิด

ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะของละอองที่ผลิตจากเครื่องพ่นแต่ละชนิด

เครื่อง	ภาพเครื่อง	ลักษณะละอองที่ได้
ULV		
Ultrasonic Atomizer		
กระบอกฉีดน้ำ		

ผลการทดลองลักษณะของละอองขนาดเล็กที่สเปรย์จากเครื่องแต่ละชนิด

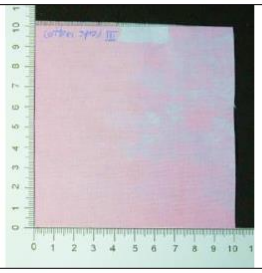
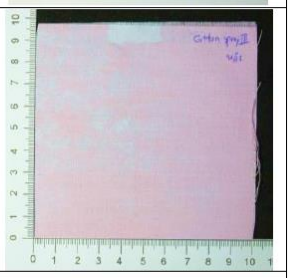
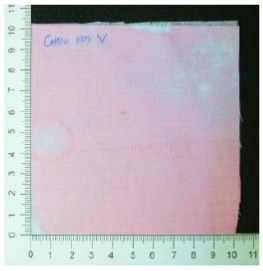
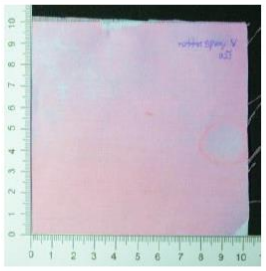
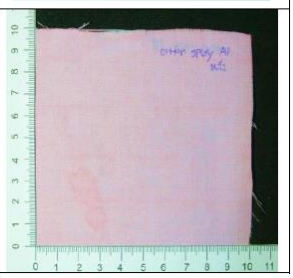
(1) เครื่อง ULV ให้ละอองที่มีคุณสมบัติความดันสูง โดยละอองสามารถพุ่งไปไกล 5-10 เมตร และทำให้พื้นผิวสัมผัสเปียกทันที ทำให้ไม่เหมาะกับการนำมาสเปรย์พ่นเสื้อผ้า ทั้งนี้เครื่อง ULV มักนิยมใช้พ่นสารสำหรับฆ่าเชื้อโรค (Disinfectants) และสำหรับพ่นยาฆ่าแมลง (Insecticides)

(2) เครื่อง Ultrasonic Atomizer ให้ละอองที่มีคุณสมบัติเล็กละเอียด สามารถนำมาศึกษาประยุกต์ใช้ในการเคลือบพื้นผิวเสื้อผ้าต่อไปได้

(3) กระบอกฉีดน้ำ (Foggy) ให้ละอองที่มีคุณสมบัติเป็นละอองหยดน้ำขนาดใหญ่และเล็กผสมกัน สามารถนำมาศึกษาประยุกต์ใช้ในการเคลือบพื้นผิวเสื้อผ้าต่อไปได้

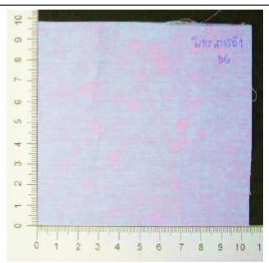
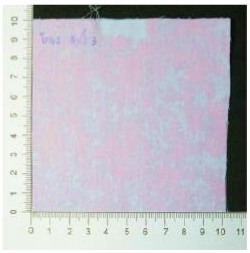
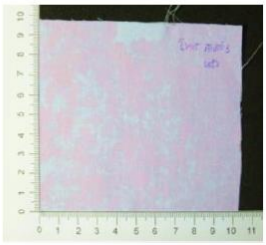
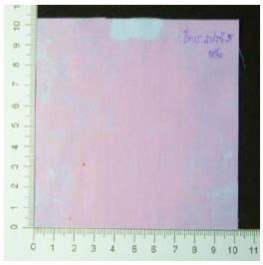
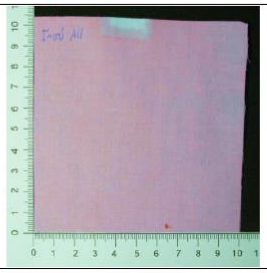
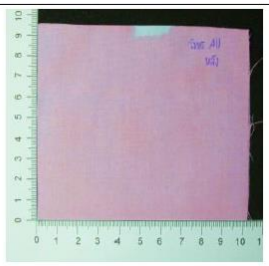
4.1.2 ลักษณะผ้าหลังพ่นสารละลายต้นแบบสีแดงบนผ้าตัวอย่างด้วยกระบอกฉีดน้ำ (Foggy)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy

จำนวนครั้งที่สเปรย์	ผ้าฝ้าย	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
1		
3		
5		
10		

ผลการทดลอง ผ้าฝ้ายหลังสเปรย์ด้วยกระบอกฉีดน้ำจำนวน 1,3 และ 5 ครั้ง พบสีแดงกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ และทะลุด้านหลังผ้าตั้งแต่ครั้งที่ 1 เมื่อสเปรย์จนเคลือบทั่วพื้นผิวต้องใช้ประมาณ 10 ครั้ง และผ้าเปียกชุ่มจากการสเปรย์

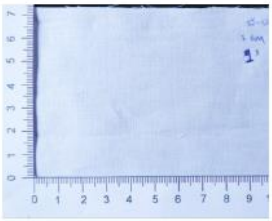
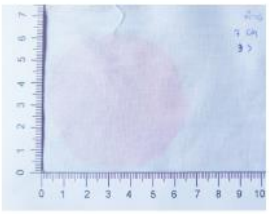
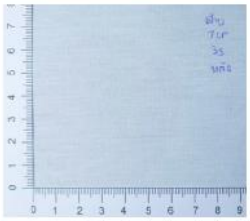
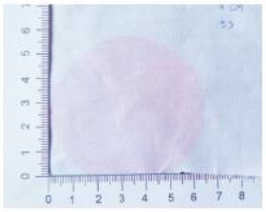
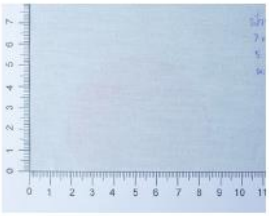
ตารางที่ 4.3 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy

จำนวนครั้งที่สเปรย์	ผ้าโทเร	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
1		
3		
5		
10		

ผลการทดลอง ผ้าโทเรหลังสเปรย์ด้วยกระบอกฉีดน้ำจำนวน 1,3 และ 5 ครั้ง พบสีแดงกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ และทะลุด้านหลังผ้าตั้งแต่ครั้งที่ 1 เมื่อสเปรย์จนเคลือบทั่วพื้นผิวต้องใช้ประมาณ 10 ครั้ง และผ้าเปียกชุ่มจากการสเปรย์เช่นเดียวกับผ้าฝ้าย

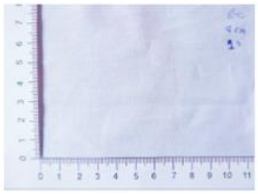
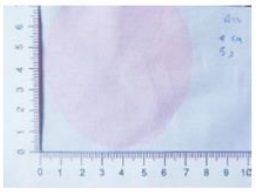
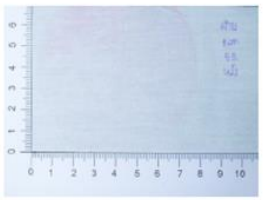
4.1.3 ลักษณะผ้าหลังพ่นละอองขนาดเล็กด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงบนผ้าตัวอย่างด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer ด้วยปากกระบอกพ่นขนาด 7, 8, 10 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.4 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร)

เวลาสเปรย์ (วินาที)	ผ้าฝ้าย	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
1		
3		
5		

ผลการทดลองพ่นละอองขนาดเล็กด้วยปากกระบอกพ่นขนาด 7 เซนติเมตร ลงบนพื้นผิวของผ้าฝ้ายด้านหน้า หลังสเปรย์ด้วยเวลา 1, 3, 5 วินาที พบความหนาแน่นของสีมากขึ้นตามเวลา การกระจายของสารละลายต้นแบบสีแดงสม่ำเสมอ และพบว่าวินาทีที่ 3 ขึ้นไปพบการซึมผ่านทะลุไปด้านหลัง

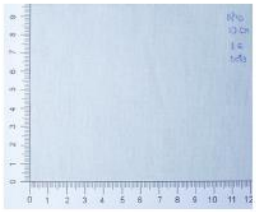
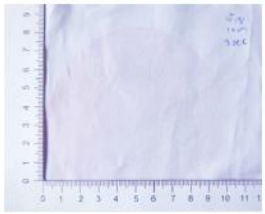
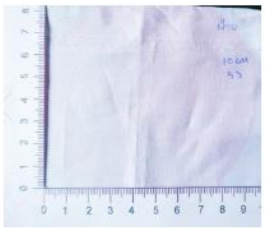
ตารางที่ 4.5 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร)

เวลาสเปรย์ (วินาที)	ผ้าฝ้าย	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
1		
3		
5		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทดลองพ่นละอองขนาดเล็กด้วยปากกระบอกพ่นขนาด 8 เซนติเมตร ลงบนพื้นผิวของผ้าฝ้ายด้านหน้า หลังสเปรย์ด้วยเวลา 1, 3, 5 วินาที พบความหนาแน่นของสีมากขึ้นตามเวลา การกระจายของสารละลายต้นแบบสีแดงสม่ำเสมอ และพบว่าวินาทีที่ 5 ขึ้นไปพบการซึมผ่านทะลุไปด้านหลัง

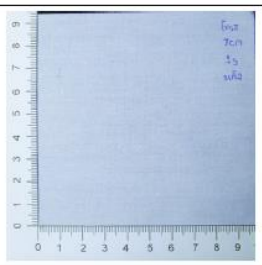
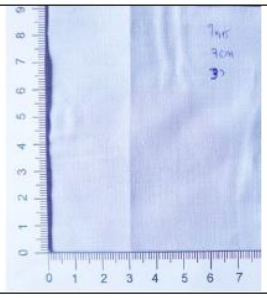
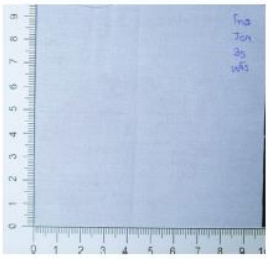
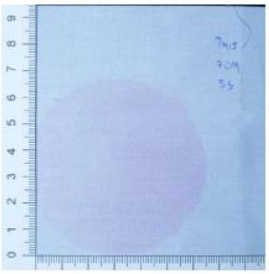
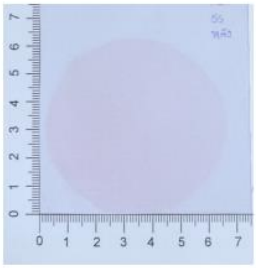
ตารางที่ 4.6 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร)

เวลาสเปรย์ (วินาที)	ผ้าฝ้าย	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
1		
3		
5		

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองพ่นละอองขนาดเล็กด้วยปากกระบอกพ่นขนาด 10 เซนติเมตร ลงบนพื้นผิวของผ้าฝ้ายด้านหน้า หลังสเปรย์ด้วยเวลา 1, 3, 5 วินาที พบความหนาแน่นของสีมากขึ้นตามเวลา การกระจายของสารละลายต้นแบบสีแดงสม่ำเสมอ และพบว่าวินาทีที่ 1- 5 ไม่พบการซึมผ่านทะลุไปด้านหลัง

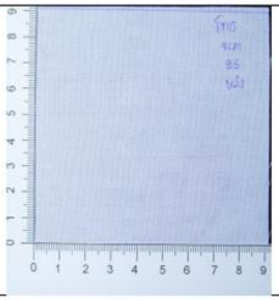
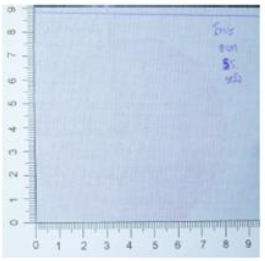
ตารางที่ 4.7 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร)

เวลาสเปรย์ (วินาที)	ผ้าโทเร	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
1		
3		
5		

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองพ่นละอองขนาดเล็กด้วยปากกระบอกพ่นขนาด 7 เซนติเมตร ลงบนพื้นผิวของผ้าโทเรด้านหน้า หลังสเปรย์ด้วยเวลา 1, 3, 5 วินาที พบความหนาแน่นของสีมากขึ้นตามเวลา การกระจายของสารละลายต้นแบบสีแดงสม่ำเสมอ และพบว่าวินาทีที่ 3 ขึ้นไปพบการซึมผ่านทะลุไปด้านหลัง

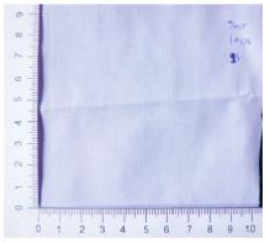
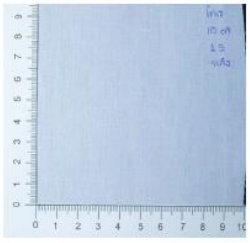
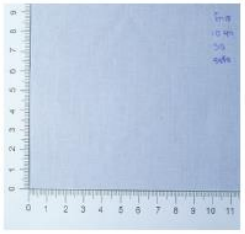
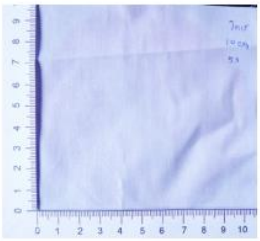
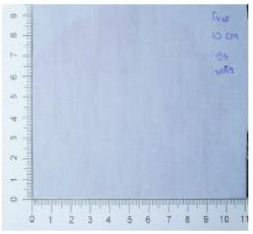
ตารางที่ 4.8 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร)

เวลาสเปรย์ (วินาที)	ผ้าโทเร	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
1		
3		
5		

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองพ่นละอองขนาดเล็กด้วยปากกระบอกพ่นขนาด 8 เซนติเมตร ลงบนพื้นผิวของผ้าโทเรด้านหน้า หลังสเปรย์ด้วยเวลา 1, 3, 5 วินาที พบความหนาแน่นของสีมากขึ้นตามเวลา การกระจายของสารละลายต้นแบบสีแดงสม่ำเสมอ และพบว่าวินาทีที่ 3 ขึ้นไปพบการซึมผ่านทะลุไปด้านหลัง

ตารางที่ 4.9 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (ปากกระบอกพ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร)

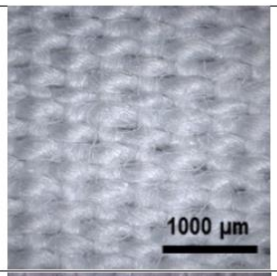
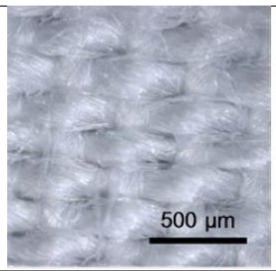
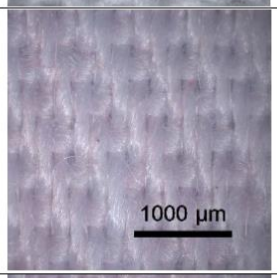
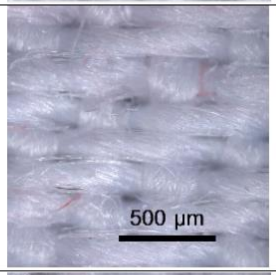
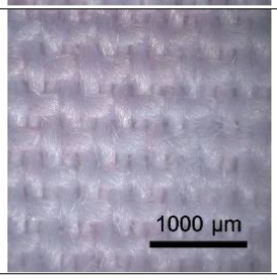
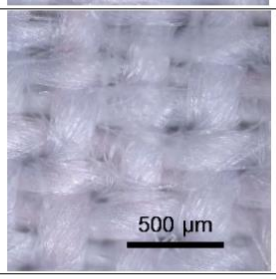
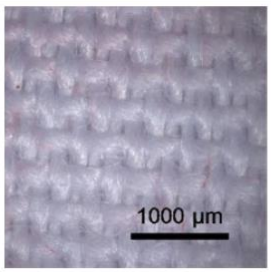
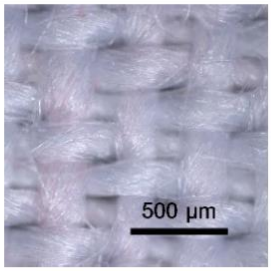
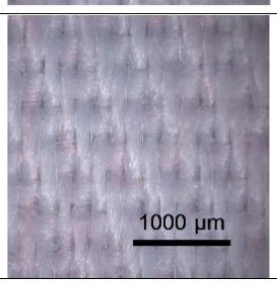
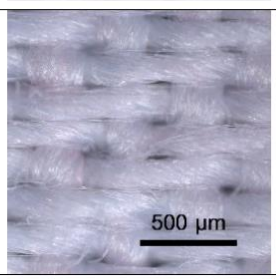
เวลาสเปรย์ (วินาที)	ผ้าโทเร	
	ด้านหน้า	ด้านหลัง
1		
3		
5		

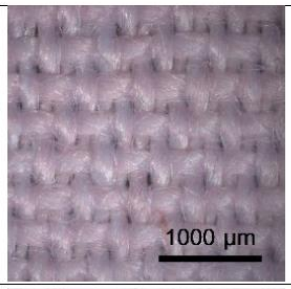
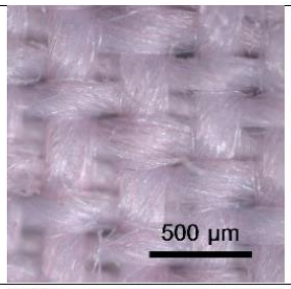
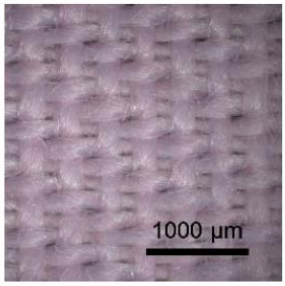
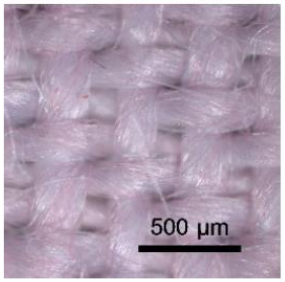
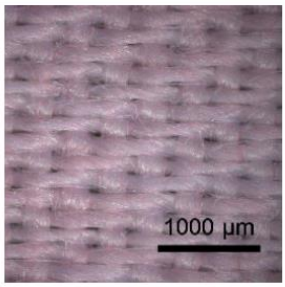
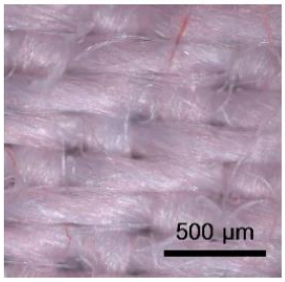
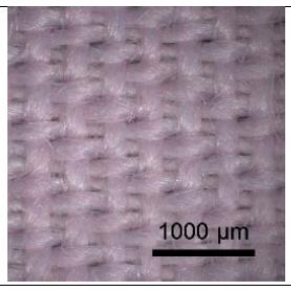
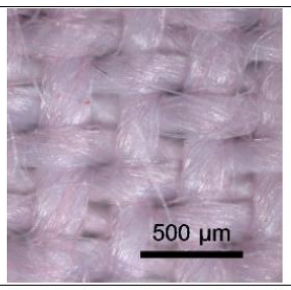
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทดลองพ่นละอองขนาดเล็กด้วยปากกระบอกพ่นขนาด 10 เซนติเมตร ลงบนพื้นผิวของผ้าโทเรด้านหน้า หลังสเปรย์ด้วยเวลา 1, 3, 5 วินาที พบความหนาแน่นของสีมากขึ้นตามเวลา การกระจายของสารละลายต้นแบบสีแดงสม่ำเสมอ และพบว่าวินาทีที่ 5 พบการซึมผ่านทะลุไปด้านหลัง

4.1.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติละอองด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงบนผ้าตัวอย่างด้วย Foggy

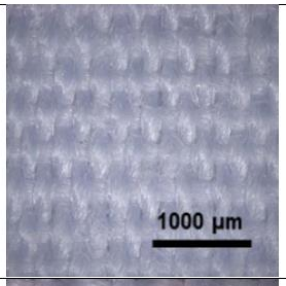
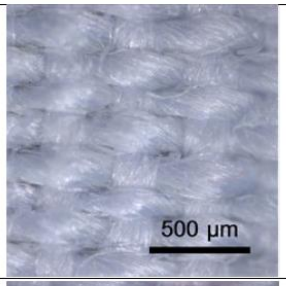
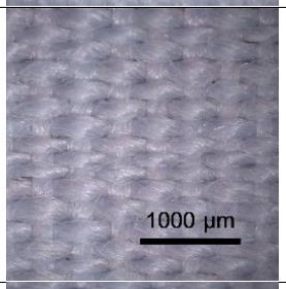
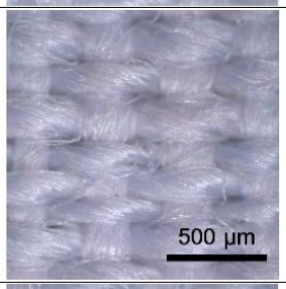
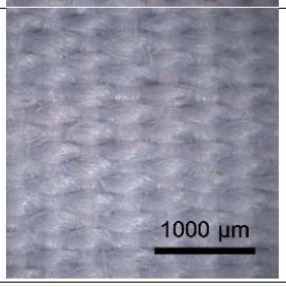
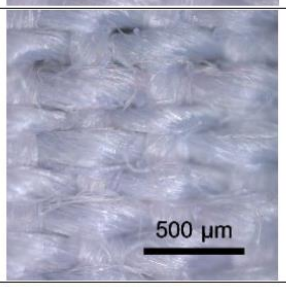
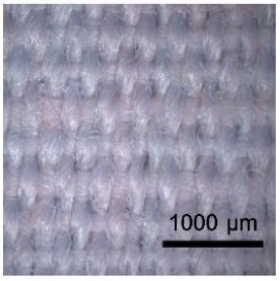
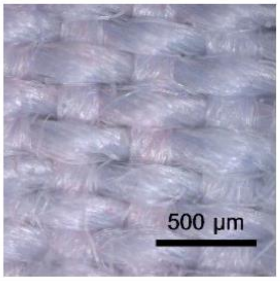
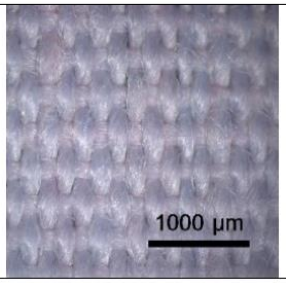
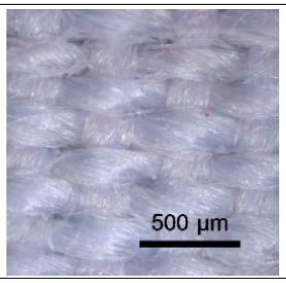
ตารางที่ 4.10 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy ที่จำนวนครั้งต่างๆ

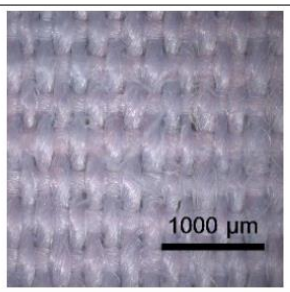
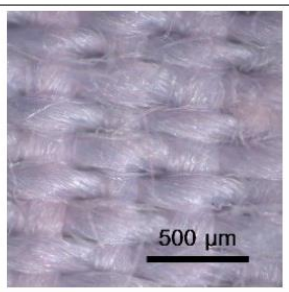
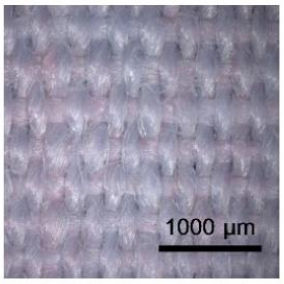
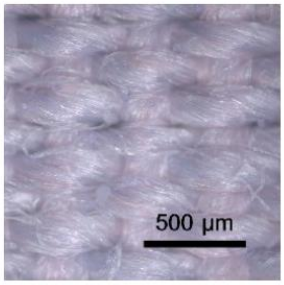
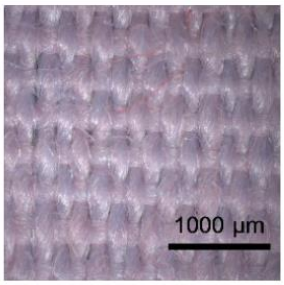
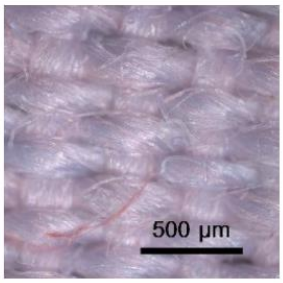
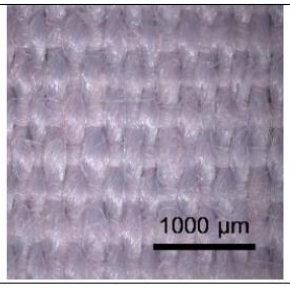
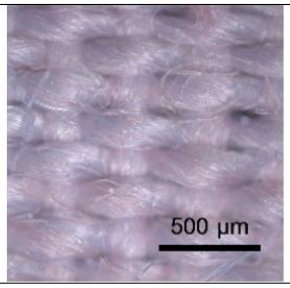
สเปรย์ Foggy (ครั้ง)	ด้าน	ผ้าฝ้าย	
		กำลังขยาย 50X	กำลังขยาย 100X
ผ้าเปล่าก่อนสเปรย์ (Blank)			
สเปรย์ Foggy 1 ครั้ง	หน้า		
	หลัง		
สเปรย์ Foggy 3 ครั้ง	หน้า		
	หลัง		

สเปรย์ Foggy (ครั้ง)	ด้าน	ผ้าฝ้าย	
		กำลังขยาย 50X	กำลังขยาย 100X
สเปรย์ Foggy 5 ครั้ง	หน้า		
	หลัง		
สเปรย์ Foggy 10 ครั้ง	หน้า		
	หลัง		

ผลการทดลอง ลักษณะของพื้นผิวผ้าฝ้ายหลังฉีดสารละลายต้นแบบสีแดงด้วยกระบอกฉีดน้ำ มีความต่างกระจายของสีแดงและมีพื้นที่สีขาวที่ไม่โดนเคลือบ โดยผลการพ่นตั้งแต่ 1 ครั้งถึงแม้ละอองจะกระจายตัวไม่ทั่วสม่ำเสมอบนพื้นผิว แต่บริเวณที่เคลือบพบว่าสามารถทะลุผ่านผ้าไปด้านหลัง เนื่องจากหยดละอองมีขนาดใหญ่ และปกคลุมพื้นที่ผิวมากขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนครั้งการพ่น เมื่อทดสอบพ่นสารละลายต้นแบบสีแดงให้เคลือบทั่วผ้า พบว่าต้องพ่นจนถึง 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.11 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy ที่จำนวนครั้งต่างๆ

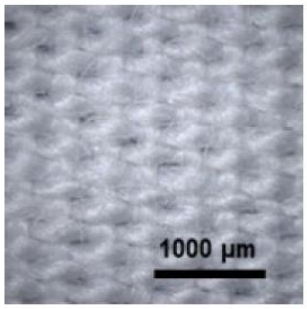
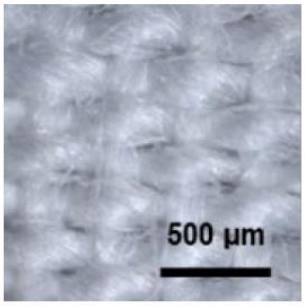
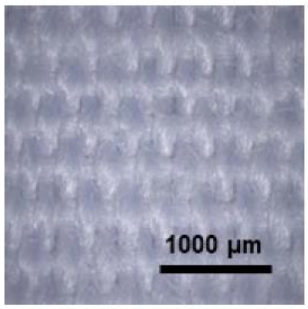
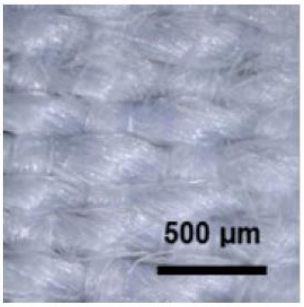
สเปรย์ Foggy (ครั้ง)	ด้าน	ผ้าโทเร	
		กำลังขยาย 50X	กำลังขยาย 100X
ผ้าเปล่าก่อนสเปรย์ (Blank)			
สเปรย์ Foggy 1 ครั้ง	หน้า		
	หลัง		
สเปรย์ Foggy 3 ครั้ง	หน้า		
	หลัง		

สเปรย์ Foggy (ครั้ง)	ด้าน	ผ้าโทเร	
		กำลังขยาย 50X	กำลังขยาย 100X
สเปรย์ Foggy 5 ครั้ง	หน้า		
	หลัง		
สเปรย์ Foggy 10 ครั้ง	หน้า		
	หลัง		

ผลการทดลอง ลักษณะของพื้นผิวผ้าโทเรหลังฉีดสารละลายต้นแบบสีแดงด้วยกระบอกฉีดน้ำ มีความด่างกระจายของสีแดงและมีพื้นที่สีขาวที่ไม่โดนเคลือบ โดยผลการพ่นตั้งแต่ 1 ครั้งถึงแม้ละอองจะกระจายตัวไม่ทั่วสม่ำเสมอบนพื้นผิว แต่บริเวณที่เคลือบพบว่าสามารถทะลุผ่านผ้าไปด้านหลัง เนื่องจากหยดละอองมีขนาดใหญ่ และปกคลุมพื้นที่ผิวมากขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนครั้งการพ่น เมื่อทดสอบพ่นสารละลายต้นแบบสีแดงให้เคลือบทั่วผ้า พบว่าต้องพ่นจนถึง 10 ครั้ง

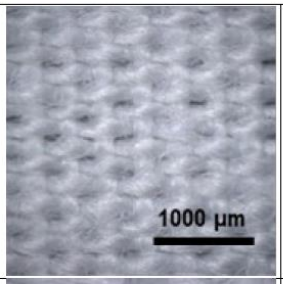
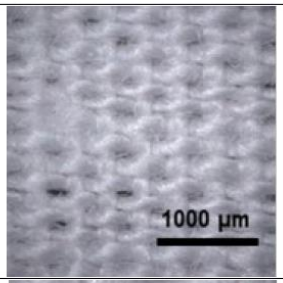
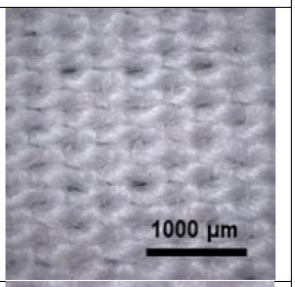
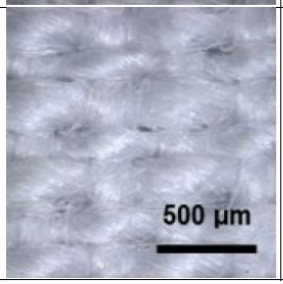
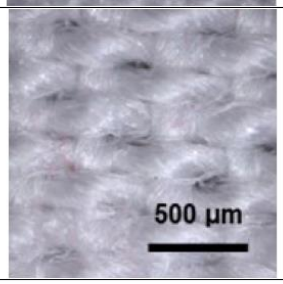
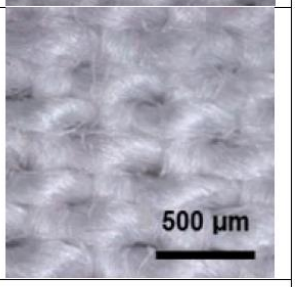
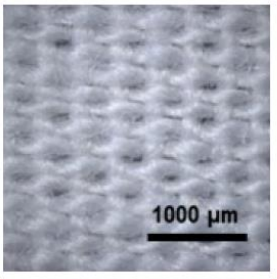
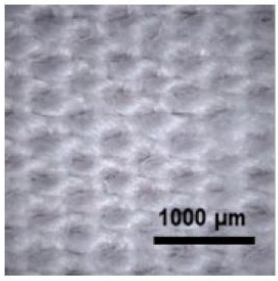
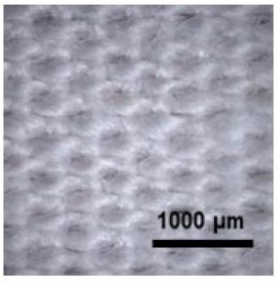
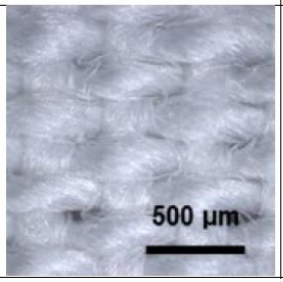
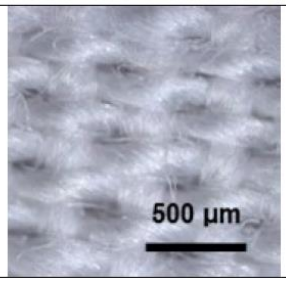
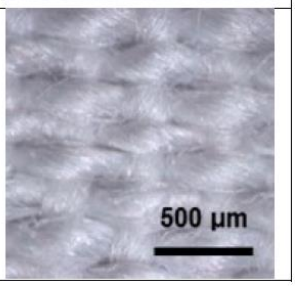
4.1.5 ผลการศึกษาคุณสมบัติของละอองขนาดเล็กด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงบนผ้าตัวอย่างด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer ที่ปากกระบอกพ่นมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7, 8 และ 10 เซ็นติเมตร

ตารางที่ 4.12 แสดงพื้นผิวของผ้าตัวอย่างก่อนพ่น (Blank)

ชนิดผ้า (Blank)	กำลังขยาย 50X	กำลังขยาย 100X
ผ้าฝ้าย		
ผ้าโทเร		

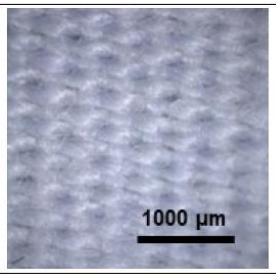
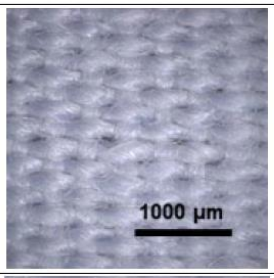
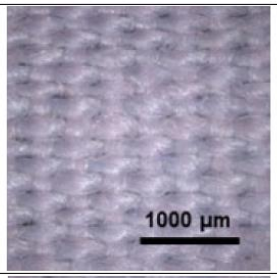
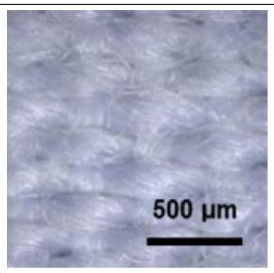
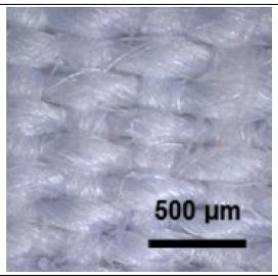
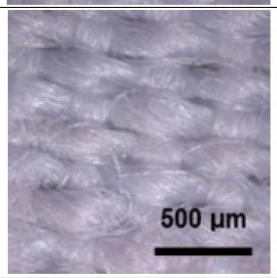
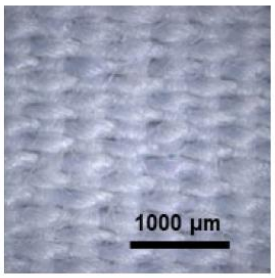
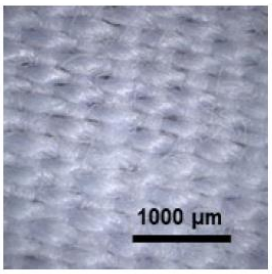
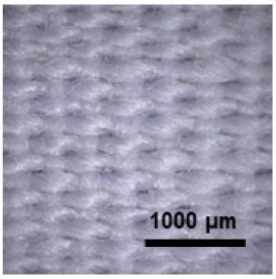
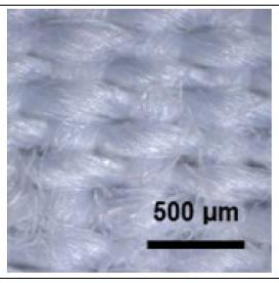
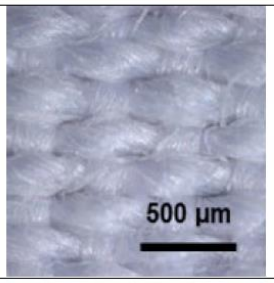
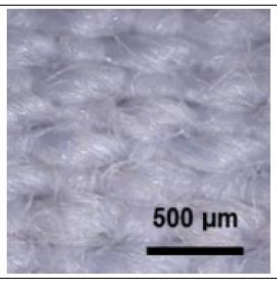
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.13 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 7 cm.)

กำลังขยาย	ระยะเวลาในการสเปรย์ละอองขนาดเล็ก (วินาที)		
	1 วินาที	3 วินาที	5 วินาที
พื้นผิวด้านหน้าของผ้าฝ้าย ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7 cm.			
50X			
100X			
พื้นผิวด้านหลังของผ้าฝ้าย ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7 cm.			
50X			
100X			

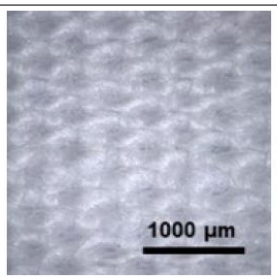
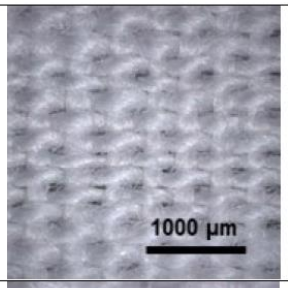
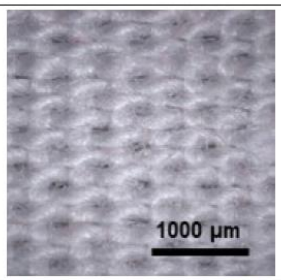
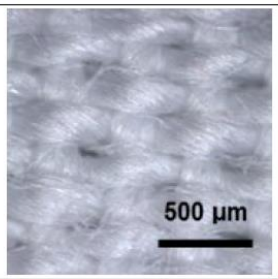
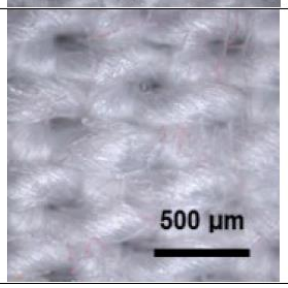
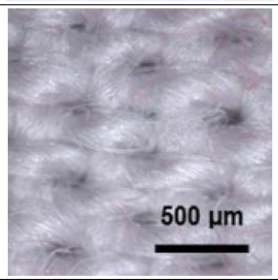
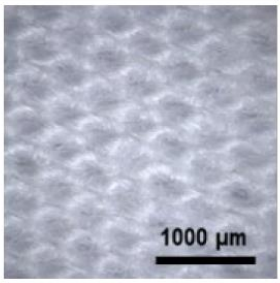
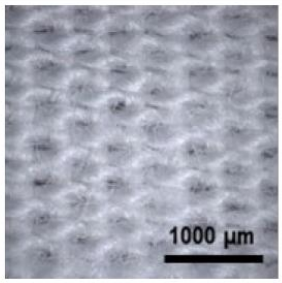
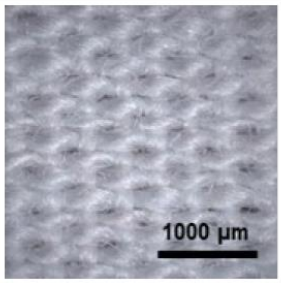
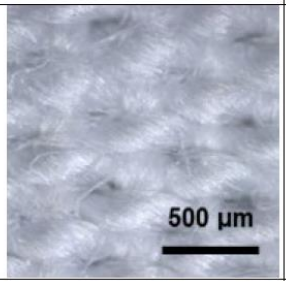
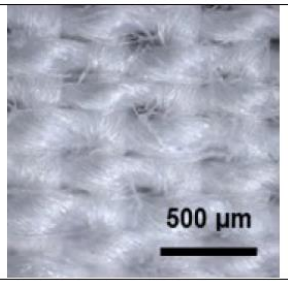
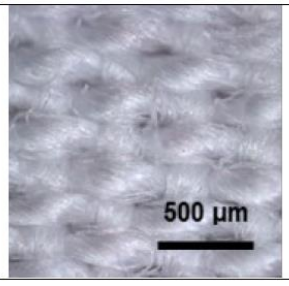
ผลการทดลอง เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 7 cm. ของผ้าฝ้ายสำหรับด้านหน้า ที่เวลา 1 วินาที พบการเคลือบของสีแดงของสารละลายต้นแบบเล็กน้อย พบการเคลือบของจุดสีแดงมากขึ้นที่ 3 วินาที และ 5 วินาที สำหรับด้านหลังไม่พบที่ 1 วินาที และพบการเคลือบสีแดงที่ 3 และ 5 วินาที

ตารางที่ 4.14 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 7 cm.)

กำลังขยาย	ระยะเวลาในการสเปรย์ละอองขนาดเล็ก (วินาที)		
	1 วินาที	3 วินาที	5 วินาที
พื้นผิวด้านหน้าของผ้าโทเร ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7 cm.			
50X			
100X			
พื้นผิวด้านหลังของผ้าโทเรที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7 cm.			
50X			
100X			

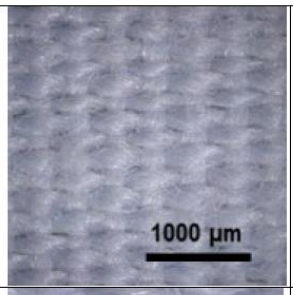
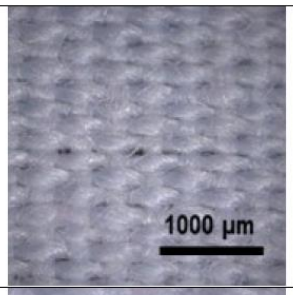
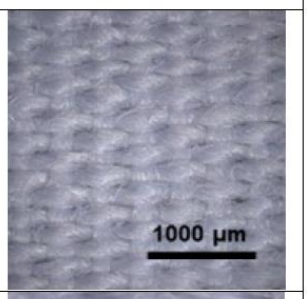
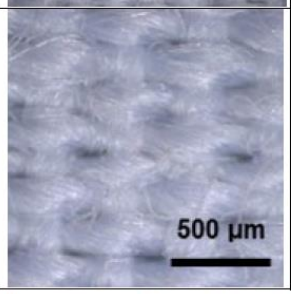
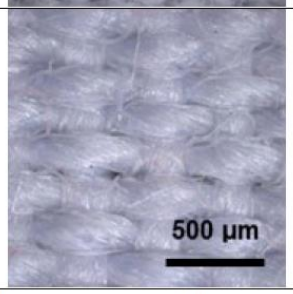
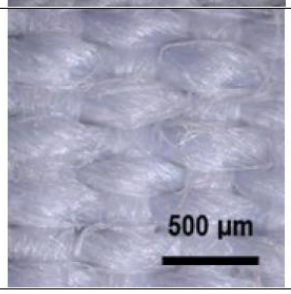
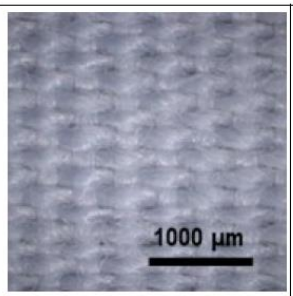
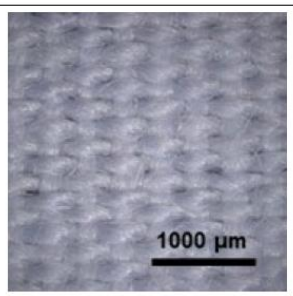
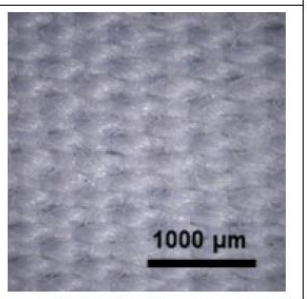
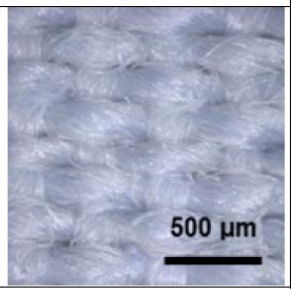
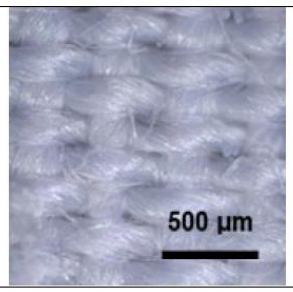
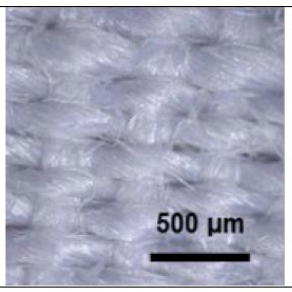
ผลการทดลอง เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 7 cm. ของผ้าโทเรสำหรับด้านหน้า ที่เวลา 1 วินาที พบการเคลือบของสีแดงของสารละลายต้นแบบเล็กน้อย พบการเคลือบของจุดสีแดงมากขึ้นที่ 3 วินาที และเคลือบหนาแน่นที่ 5 วินาที สำหรับด้านหลังไม่พบที่ 1 วินาที และพบการเคลือบสีแดงที่ 3 เล็กน้อยและเคลือบชัดเจนที่ 5 วินาที

ตารางที่ 4.15 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 8 cm.)

กำลังขยาย	ระยะเวลาในการสเปรย์ละอองขนาดเล็ก (วินาที)		
	1 วินาที	3 วินาที	5 วินาที
พื้นผิวด้านหน้าของผ้าฝ้าย ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 cm.			
50X			
100X			
พื้นผิวด้านหลังของผ้าฝ้าย ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 cm.			
50X			
100X			

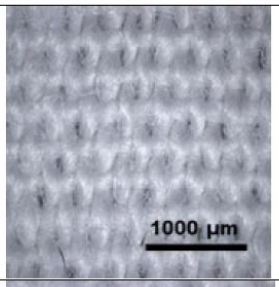
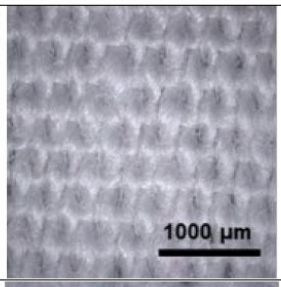
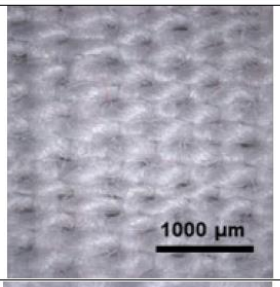
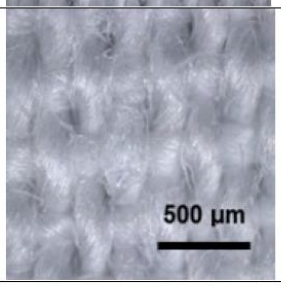
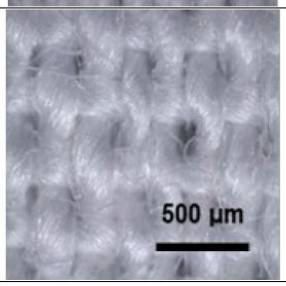
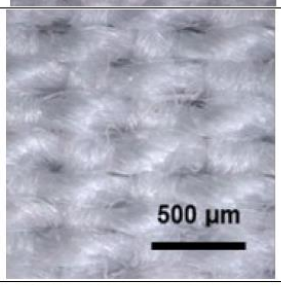
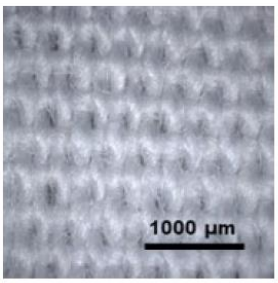
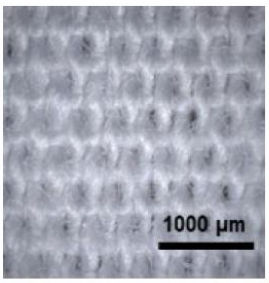
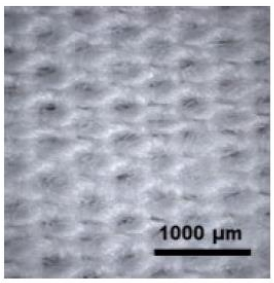
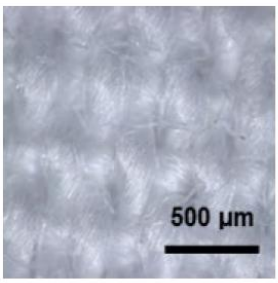
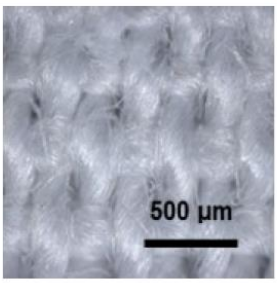
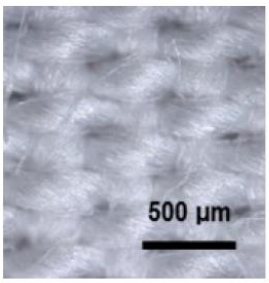
ผลการทดลอง เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 8 cm. ของผ้าฝ้ายสำหรับด้านหน้า ที่เวลา 1 วินาที พบการเคลือบของสีแดงของสารละลายต้นแบบเล็กน้อย พบการเคลือบของจุดสีแดงมากขึ้นที่ 3 วินาที และ 5 วินาที สำหรับด้านหลังไม่พบที่ 1 วินาที และพบการเคลือบสีแดงที่ 3 และ 5 วินาที

ตารางที่ 4.16 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 8 cm.)

กำลังขยาย	ระยะเวลาในการสเปรย์ละอองขนาดเล็ก (วินาที)		
	1 วินาที	3 วินาที	5 วินาที
พื้นผิวด้านหน้าของผ้าโทเร ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 cm.			
50X			
100X			
พื้นผิวด้านหลังของผ้าโทเรที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 cm.			
50X			
100X			

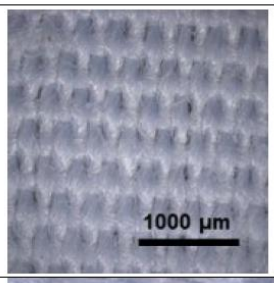
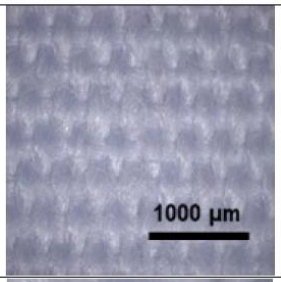
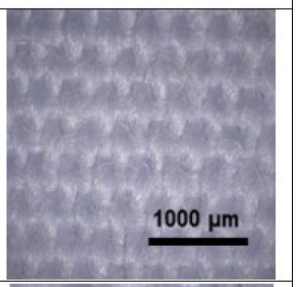
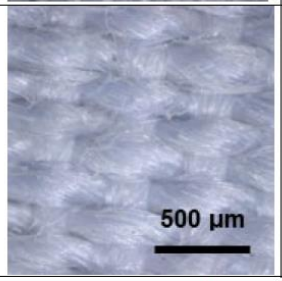
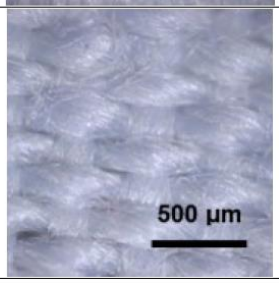
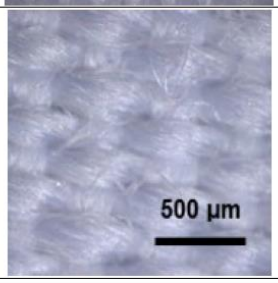
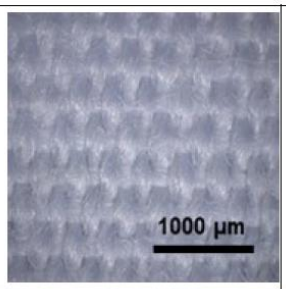
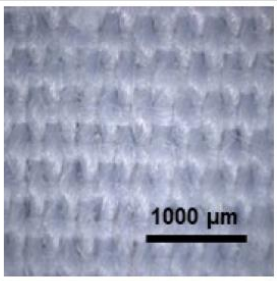
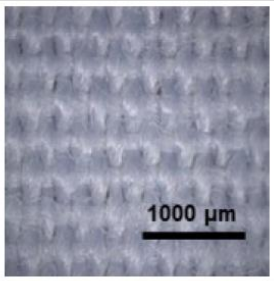
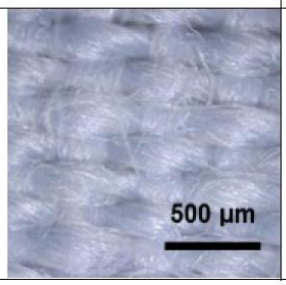
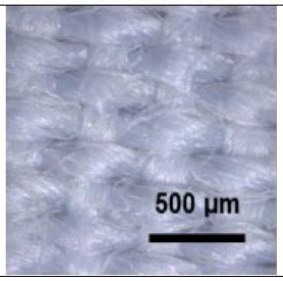
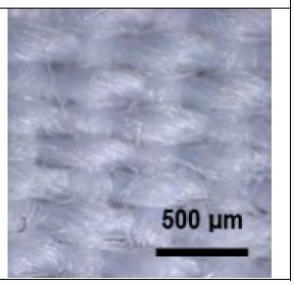
ผลการทดลอง เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 8 cm. ของผ้าโทเรสำหรับด้านหน้า ที่เวลา 1 วินาที พบการเคลือบของสีแดงของสารละลายต้นแบบเล็กน้อย พบการเคลือบของจุดสีแดงมากขึ้นที่ 3 วินาที และ 5 วินาที สำหรับด้านหลังไม่พบที่ 1 วินาที และพบการเคลือบสีแดงที่ 3 และ 5 วินาที

ตารางที่ 4.17 แสดงผลพื้นผิวของผ้าฝ้ายหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 10 cm.)

กำลังขยาย	ระยะเวลาในการสเปรย์ละอองขนาดเล็ก (วินาที)		
	1 วินาที	3 วินาที	5 วินาที
พื้นผิวด้านหน้าของผ้าฝ้าย ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 cm.			
50X			
100X			
พื้นผิวด้านหลังของผ้าฝ้าย ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 cm.			
50X			
100X			

ผลการทดลอง เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 10 cm. ของผ้าฝ้าย ที่เวลา 1 วินาที ไม่พบการเคลือบของสีแดงของสารละลายต้นแบบ เริ่มพบจุดสีแดงเล็กน้อยที่ 3 วินาทีและ 5 วินาทีที่ด้านหน้า แต่ไม่พบที่ด้านหลัง

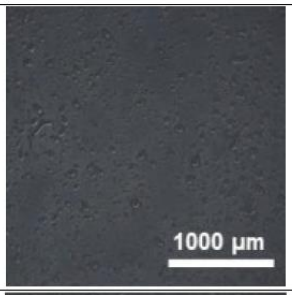
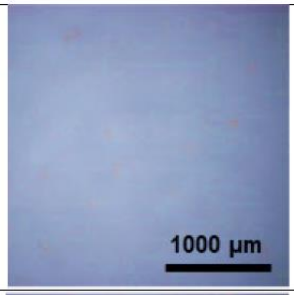
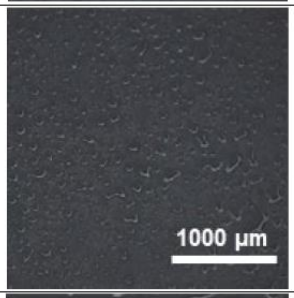
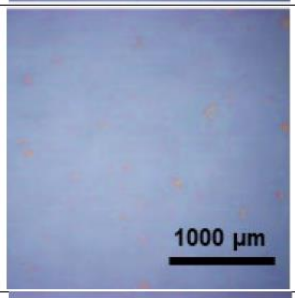
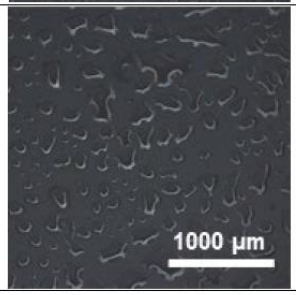
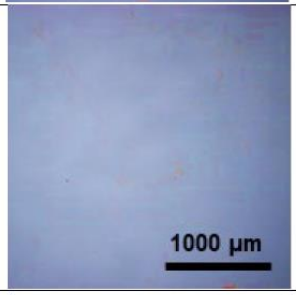
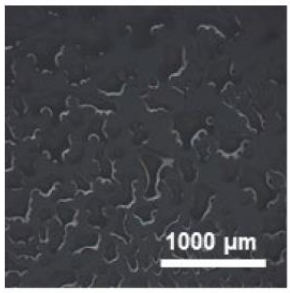
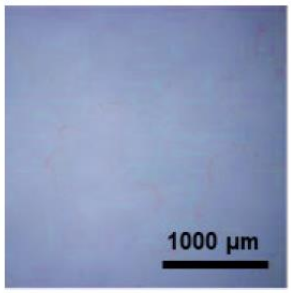
ตารางที่ 4.18 แสดงผลพื้นผิวของผ้าโทเรหลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer (เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 10 cm.)

กำลังขยาย	ระยะเวลาในการสเปรย์ละอองขนาดเล็ก (วินาที)		
	1 วินาที	3 วินาที	5 วินาที
พื้นผิวด้านหน้าของผ้าโทเร ที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 cm.			
50X			
100X			
พื้นผิวด้านหลังของผ้าโทเรที่สเปร์ด้วยปลายกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 cm.			
50X			
100X			

ผลการทดลอง เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่น 10 cm. ของผ้าโทเร ที่เวลา 1 วินาที ไม่พบการเคลือบของสีแดงของสารละลายต้นแบบ เริ่มพบจุดสีแดงเล็กน้อยที่ 3 วินาทีและ 5 วินาทีที่ด้านหน้า แต่ไม่พบที่ด้านหลัง

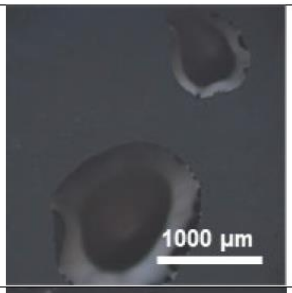
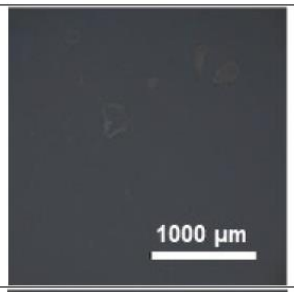
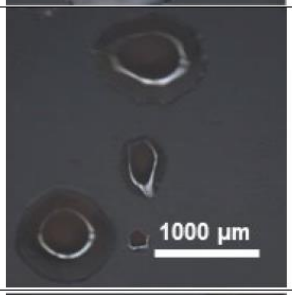
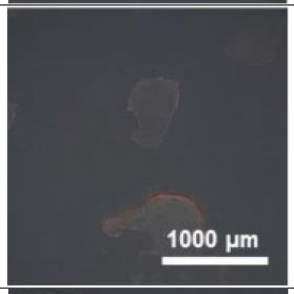
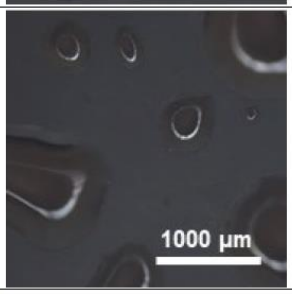
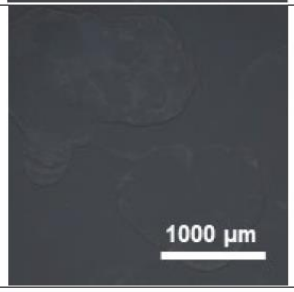
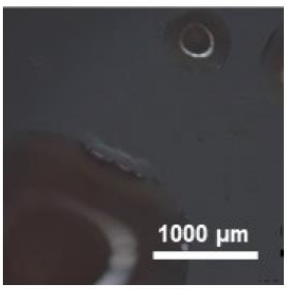
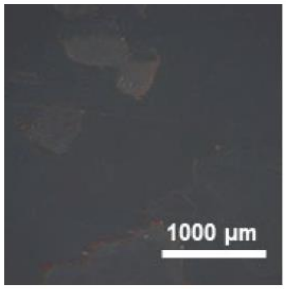
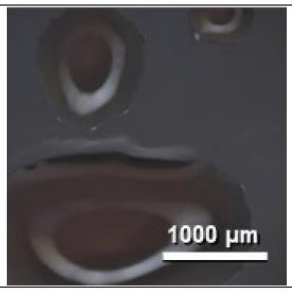
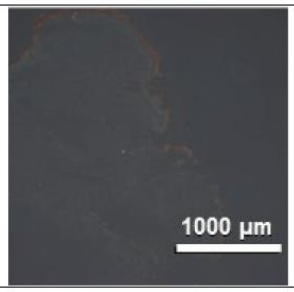
4.1.6 ผลการศึกษาคุณสมบัติของละอองขนาดเล็กด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงบนกระจกสไลด์เพื่อเปรียบลักษณะละอองของเครื่อง Ultrasonic Atomizer และ กระบอกฉีดน้ำ

ตารางที่ 4.19 แสดงผลพื้นผิวของกระจกสไลด์หลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Ultrasonic Atomizer

สเปรย์ละออง (วินาที)	กระจกสไลด์ (กำลังขยาย 50X)	
	เปียก	แห้ง
สเปรย์ 1 วินาที		
สเปรย์ 3 วินาที		
สเปรย์ 5 วินาที		
สเปรย์ 7 วินาที		

ผลการทดลอง ลักษณะของละอองมีขนาดใกล้เคียงกันจากรูปมีขนาดตั้งแต่ เล็กกว่า10 µmเมื่อพ่นซ้ำบริเวณเดียวกัน ละอองจะเกิดการรวมกันทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อเวลาพ่นนานขึ้น และเมื่อตั้งให้แห้งมีการไหลมารวมกัน

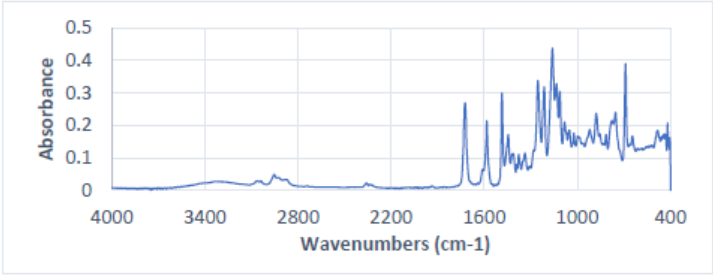
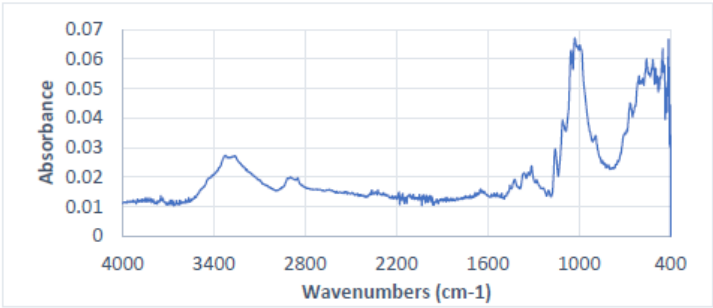
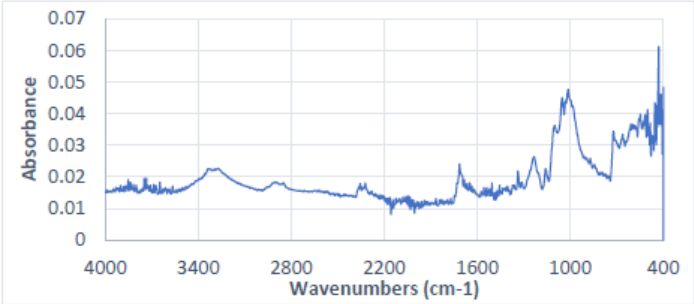
ตารางที่ 4.20 แสดงผลพื้นผิวของกระจกสไลด์หลังสเปรย์สารละลายต้นแบบสีแดงด้วย Foggy

สเปรย์ Foggy (ครั้ง)	กระจกสไลด์ (กำลังขยาย 50X)	
	เปียก	แห้ง
สเปรย์ Foggy 1 ครั้ง		
สเปรย์ Foggy 2 ครั้ง		
สเปรย์ Foggy 3 ครั้ง		
สเปรย์ Foggy 4 ครั้ง		
สเปรย์ Foggy 5 ครั้ง		

ผลการทดลอง ลักษณะของละอองมีขนาดแตกต่างกันจากรูปมีขนาดตั้งแต่ 100 µm.-500 µm. เมื่อพ่นซ้ำจะเกิดการรวมกันทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และเมื่อตั้งให้แห้งมีการไหลมารวมกัน

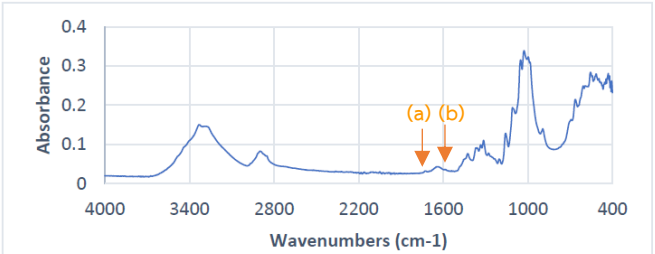
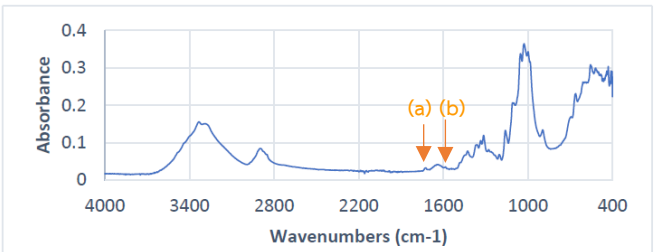
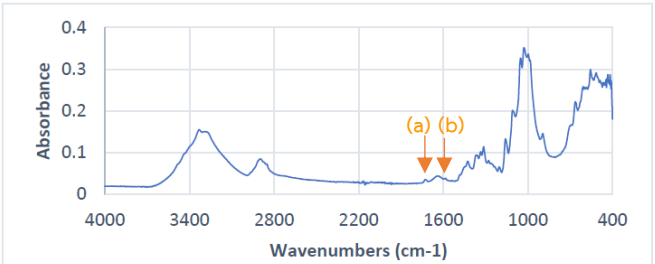
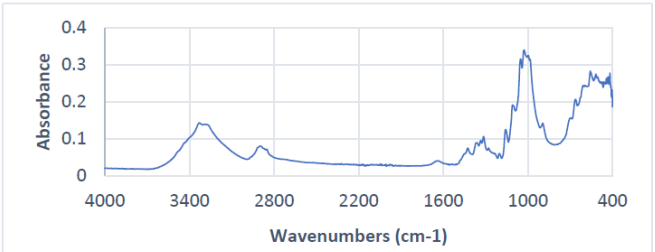
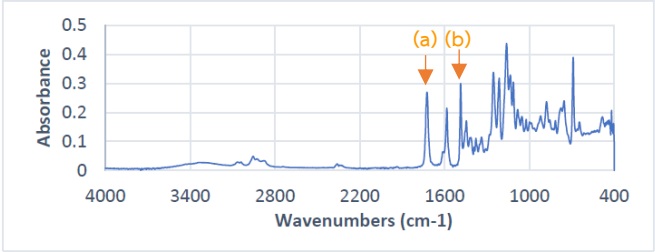
4.1.6 ผลการการทดสอบประสิทธิภาพของผ้ากันยุงต้นแบบ ที่ผ่านการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กของสารออกฤทธิ์กันยุงเพอร์เมทริน 0.5% w/v ด้วยเครื่อง FT-IR

ตารางที่ 4.21 แสดงผล FT-IR Spectrum ของสารเพอร์เมทรินและผ้าเปล่าก่อนสเปรย์ของผ้าฝ้ายและผ้าโทเร

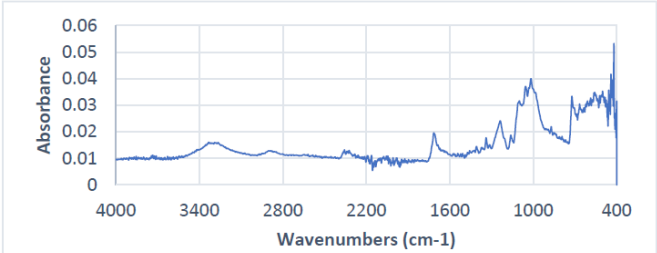
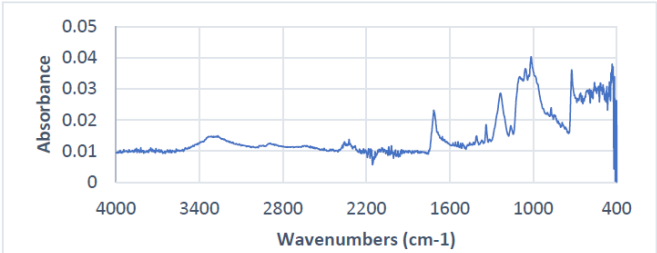
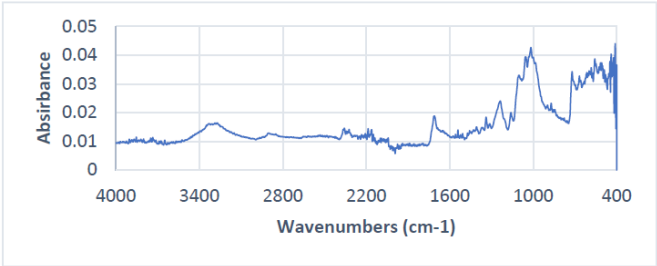
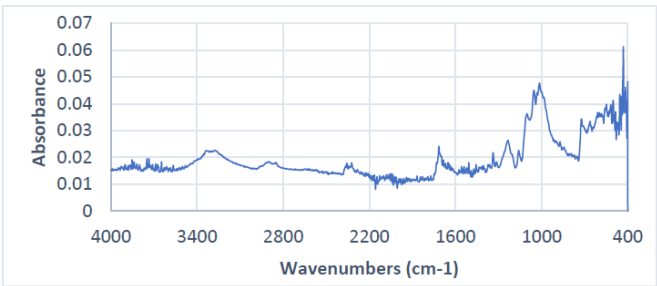
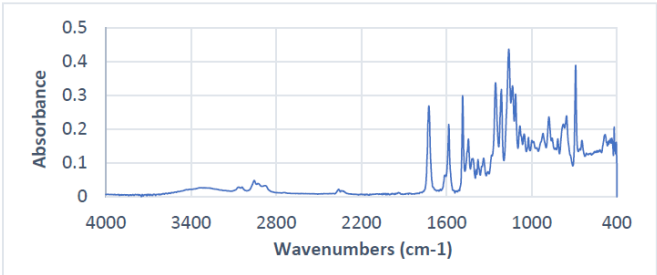
ตัวอย่าง	ผล FT-IR
สารเพอร์เมทริน 0.5% (w/v)	
ผ้าฝ้ายเปล่า (Blank)	
ผ้าโทเรเปล่า (Blank)	

ผลการทดลอง เปรียบเทียบพีคของสารเพอร์เมทริน และผ้าฝ้ายและผ้าโทเรเปล่า พบว่า พีคของสารเพอเมทรินจะมีเอกลักษณ์ที่ช่วง 2900 cm^{-1} ช่วง 1500-1600 cm^{-1} 1200 cm^{-1} และช่วง 800 cm^{-1} ในขณะที่ผ้าฝ้ายเปล่าซึ่งเป็นผ้าคอตตอน100%มีช่วงพีคที่ใกล้เคียงกับสารเพอร์เมทริน เช่นกัน คือ ในช่วง, 3200 cm^{-1} , 2900 cm^{-1} 1500 cm^{-1}, 1400 cm^{-1}, 1000 cm^{-1} และช่วง 800 cm^{-1} และผ้าโทเรซึ่งเป็นผ้าผสมระหว่างผ้าคอตตอน 35%และโพลีเอสเตอร์ 65% พบพีคที่คล้ายกับผ้าฝ้ายในตำแหน่ง , 3200 cm^{-1} , 2900 cm^{-1} 1700 cm^{-1}, 1400 cm^{-1}, 1000 cm^{-1} และช่วง 800 cm^{-1}

ตารางที่ 4.22 แสดงผล FT-IR Spectrum ของผ้าฝ้ายต้นแบบ ขนาด 2x2 เซนติเมตร สเปรย์ด้วย Ultrasonic Atomizer และสารละลายเพอร์เมทริน 0.5% (w/v)

ชนิดผ้า/ เวลาสเปรย์	% Change Weight (g)	Coating (mg/m^2)	ผล FT-IR
ผ้าฝ้าย (3 วินาที)	0	Not detect	
ผ้าฝ้าย (5 วินาที)	+0.17%	250	
ผ้าฝ้าย (10 วินาที)	+0.30%	500	
ผ้าฝ้าย (Blank)	-	-	
สารเพอร์เมทริน 0.5%	-	-	

ตารางที่ 4.23 แสดงผล FT-IR Spectrum ของผ้าโทเรต้นแบบ ขนาด 2x2 เซนติเมตร สเปรย์ด้วย Ultrasonic Atomizer และสารละลายเพอร์เมทริน 0.5% (w/v)

ชนิดผ้า/ เวลาสเปรย์	% Change Weight (g)	Coating (mg/m^2)	ผล FT-IR
ผ้าโทเร (3 วินาที)	0	Not detect	
ผ้าโทเร (5 วินาที)	+0.18%	250	
ผ้าโทเร (10 วินาที)	+0.34%	500	
ผ้าโทเร (Blank)	-	-	
สารเพอร์เมทริน 0.5%	-	-	

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีละอองขนาดเล็กสำหรับผ้าต้นแบบกันยุงพ่นด้วยสารเพอร์เมทริน 0.5% (w/v) บนผ้าฝ้ายและผ้าโทเรที่ระยะเวลา 3, 5 และ 10 วินาที พบว่าเอกลักษณ์ของสารเพอร์เมทรินในพีคช่วง 2900 cm^{-1} ช่วง 1500-1600 cm^{-1} 1200 cm^{-1} และช่วง 800 cm^{-1} ส่วนใหญ่ซ้อนทับกับเอกลักษณ์ของผ้าฝ้ายในช่วงของพีค 3200 cm^{-1}, 2900 cm^{-1} 1500 cm^{-1}, 1400 cm^{-1}, 1000 cm^{-1} และช่วง 800 cm^{-1} ซึ่งสำหรับผลพีคของผ้าฝ้ายมีลักษณะเอกลักษณ์ของเพอร์เมทรินปรากฏเล็กน้อยในช่วงใกล้พีคกลุ่มบริเวณ 1600 cm^{-1} จากตารางที่ 4.22 ตามลูกศรสีส้มชี้ จุด (a) และ (b) ซึ่งสามารถเห็นพีคได้ขนาดเล็กเนื่องจากการเคลือบเป็นฟิล์มบางๆ และจากการชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปพบว่าที่เวลา 3 วินาที เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งไม่สามารถตรวจจับน้ำหนักสารที่เปลี่ยนแปลงไปได้ สำหรับที่เวลา 5 วินาทีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.17% คิดเป็น 250 mg/m^2 และ เวลา 10 วินาทีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.30% คิดเป็น 500 mg/m^2 สำหรับผ้าฝ้าย

สำหรับผ้าโทเรที่พ่นด้วยสารเพอร์เมทริน 0.5% (w/v) จากตารางที่ 4.23 พบเอกลักษณ์ของสารเพอร์เมทรินมีพีคที่ ช่วง 2900 cm^{-1} ช่วง 1500-1600 cm^{-1} 1200 cm^{-1} และช่วง 800 cm^{-1} ทุกช่วงซ้อนทับกับช่วงพีคที่เป็นเอกลักษณ์ของผ้าโทเรในตำแหน่ง 3200 cm^{-1}, 2900 cm^{-1},1700 cm^{-1}, 1400 cm^{-1}, 1000 cm^{-1} และช่วง 800 cm^{-1} ทำให้ไม่เห็นตำแหน่งพีคที่เป็นเอกลักษณ์ขึ้นมาอย่างชัดเจน และจากการชั่งน้ำหนักเปลี่ยนแปลงไป พบว่าที่เวลา 3 วินาที เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งไม่สามารถตรวจจับน้ำหนักสารที่เปลี่ยนแปลงไปได้ สำหรับที่เวลา 5 วินาทีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.18% คิดเป็น 250 mg/m^2 และเวลา 10 วินาทีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.34% คิดเป็น 500 mg/m^2 สำหรับผ้าโทเร

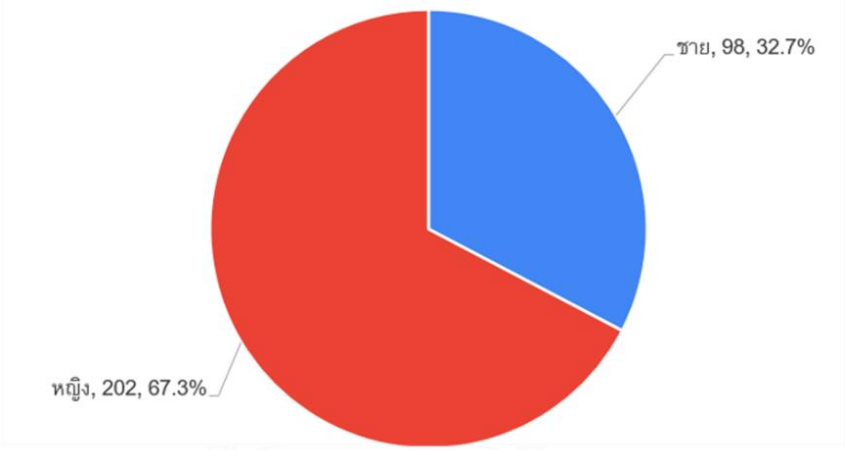
Chulalongkorn University

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

จากการสำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเพื่อให้บริการเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ สำหรับความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ของเครื่องเคลือบผิวด้วยละอองขนาดเล็กและปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับในการใช้เครื่องสเปรย์เสื้อผ้าเพื่อเพิ่มคุณสมบัติกันยุงกัดได้ โดยกลุ่มประชากรทั่วไปผ่านแบบสอบถามทางออนไลน์ตั้งแต่วันที่ 15 -30 เม.ย. 2564 จำนวนทั้งสิ้น 300 คน โดยสรุปผลการสำรวจข้อมูลได้ ดังนี้

4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

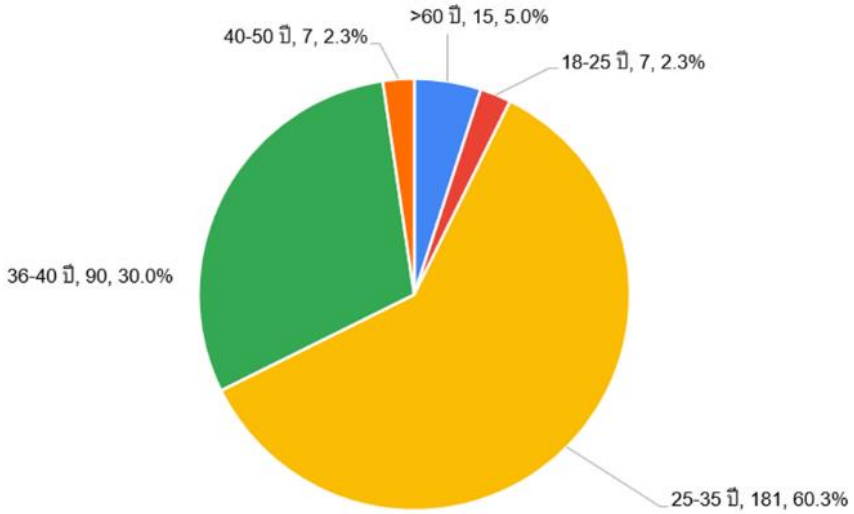
(1) เพศ ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 202 คน คิดเป็นร้อยละ 67.3 และเป็นเพศชาย จำนวน 98 คน คิดเป็นร้อยละ 32.7



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

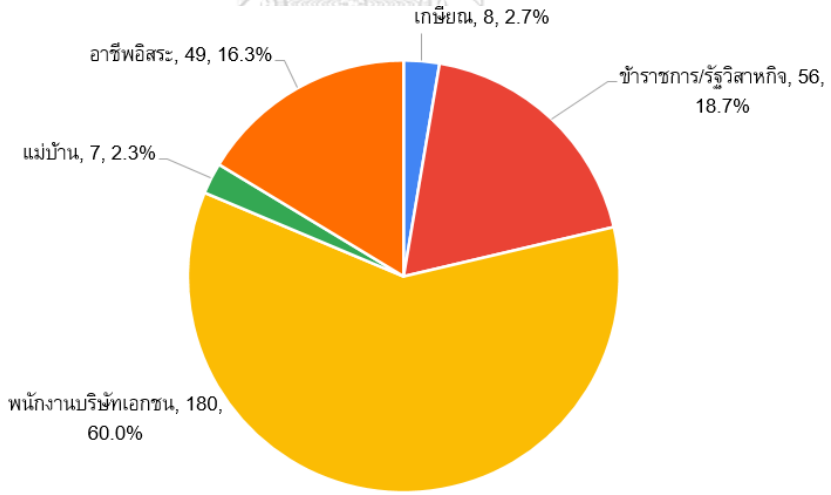
แผนภูมิ 4.1 แผนภูมิแสดงจำนวนของผู้ทำแบบสอบถามโดยจำแนกตามเพศ

(2) อายุ ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 25-35 ปี คิดเป็นร้อยละ 60.3 (181 คน) รองลงมาตามลำดับคือ ช่วงอายุ 36-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 30.0 (90 คน) ช่วงอายุมากกว่า 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 5.0 (15 คน) ช่วงอายุ 40-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 2.3 (7 คน) และ ช่วงอายุ 18-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 2.3 (7 คน)



แผนภูมิ 4.2 แผนภูมิแสดงช่วงอายุของผู้ทำแบบสอบถาม

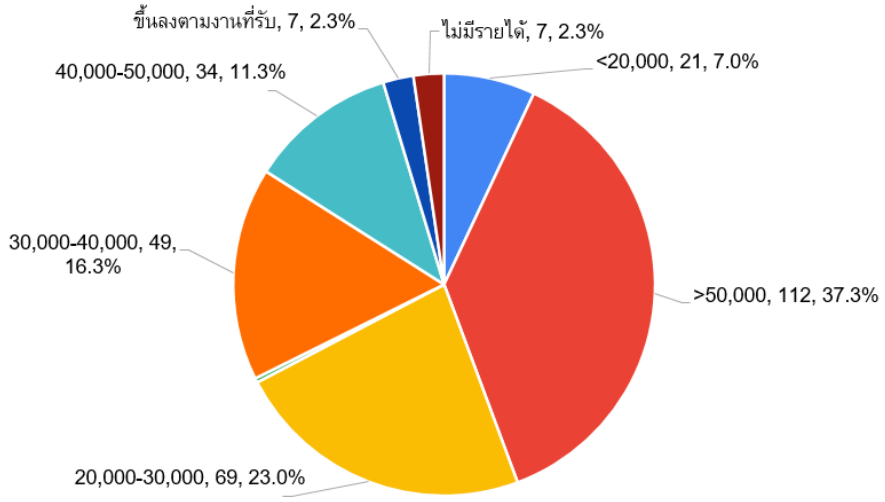
(3) อาชีพ ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 60.0 (180 คน) ข้าราชการ พนักงานในรัฐวิสาหกิจและหน่วยงานของรัฐ คิดเป็นร้อยละ 18.7 (56 คน) ประกอบอาชีพอิสระ คิดเป็นร้อยละ 16.3 (49 คน) เกษียณอายุ คิดเป็นร้อยละ 2.7 (8 คน) และ แม่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 2.3 (7 คน)



แผนภูมิ 4.3 แผนภูมิแสดงอาชีพในปัจจุบันของผู้ทำแบบสอบถาม

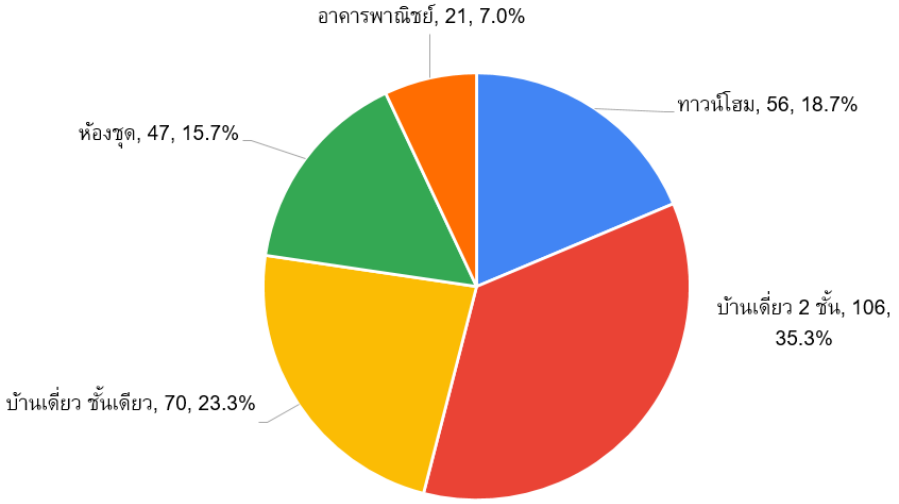
(4) ระดับรายได้ ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้มากกว่า 50,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 37.3 (112 คน) รองลงมาตามลำดับ คือ รายได้ช่วง 20,000-30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 23.0 (69 คน) รายได้ช่วง 30,000-40,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 16.3 (49 คน) รายได้ช่วง 40,000-50,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 11.3 (34 คน) รายได้น้อยกว่า 20,000 บาท

คิดเป็นร้อยละ 7.0 (21 คน) ไม่มีรายได้ คิดเป็นร้อยละ 2.3 (7 คน) และ รายได้ขึ้นลงตามงานที่รับ คิดเป็นร้อยละ 2.3 (7 คน)



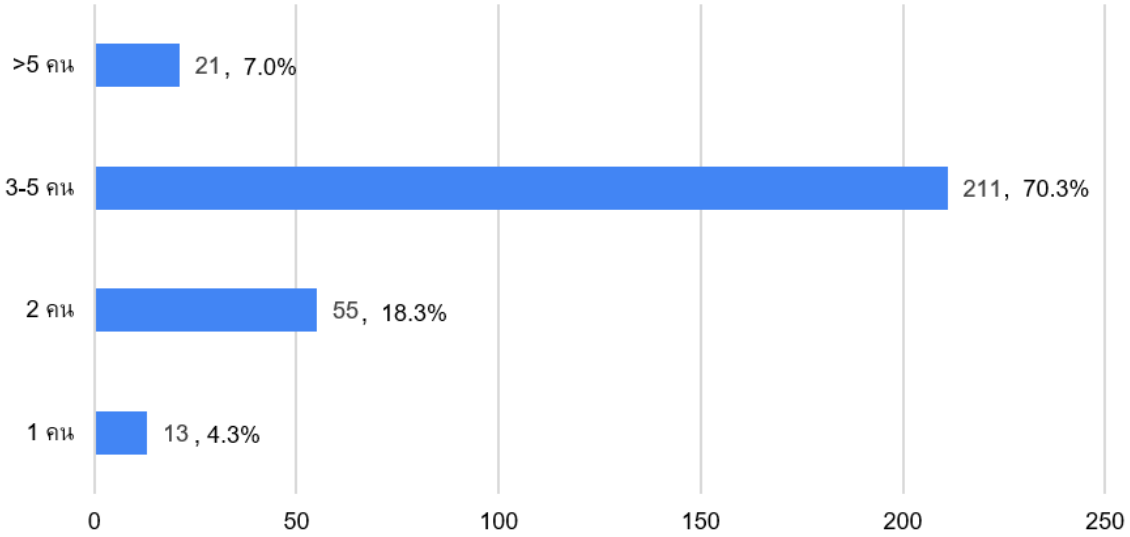
แผนภูมิ 4.4 แผนภูมิแสดงระดับรายได้ของผู้ทำแบบสอบถาม

(5) ลักษณะที่พักอาศัยในปัจจุบัน ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่ในที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น คิดเป็นร้อยละ 35.3 (106 คน) รองลงมาคือ ที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยวชั้นเดียว คิดเป็นร้อยละ 23.3 (70 คน) ที่อยู่อาศัยประเภททาวน์โฮม คิดเป็นร้อยละ 18.7 (56 คน) ที่อยู่อาศัยประเภทห้องชุด คิดเป็นร้อยละ 15.7 (47 คน) และที่อยู่อาศัยประเภทอาคารพาณิชย์ คิดเป็นร้อยละ 7.0 (21 คน)



แผนภูมิ 4.5 แผนภูมิแสดงลักษณะที่พักอาศัยในปัจจุบันของผู้ทำแบบสอบถาม

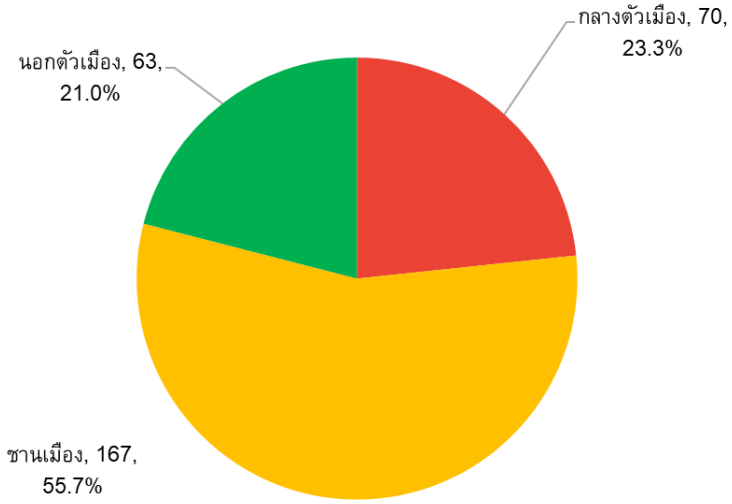
(6) ลักษณะจำนวนผู้พักอาศัยร่วมกันกับประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่พักอาศัย 3-5 คน คิดเป็นร้อยละ 70.3 (211 คน) รองลงมาพักอาศัย 2 คน คิดเป็นร้อยละ 18.3 (55 คน) พักอาศัยมากกว่า 5 คน คิดเป็นร้อยละ 7.0 (21 คน) และพักอาศัยคนเดียว คิดเป็นร้อยละ 4.3 (13 คน)



แผนภูมิ 4.6 แผนภูมิแสดงลักษณะจำนวนผู้พักอาศัยร่วมกับประชากรที่ทำแบบสอบถาม

(7) พื้นที่พักอาศัยของประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่ในเขตชานเมือง โดยคิดเป็นร้อยละ 55.7 (167 คน) รองลงมาพักอาศัยอยู่ในกลางตัวเมือง คิดเป็นร้อยละ 23.3 (70 คน) และพักอาศัยอยู่นอกตัวเมืองคิดเป็นร้อยละ 21.0 (63 คน)

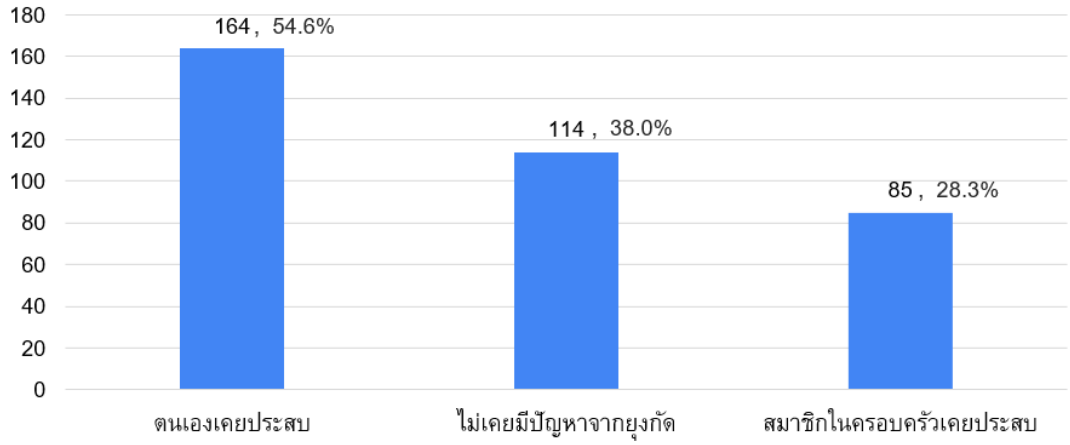
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิ 4.7 แผนภูมิแสดงพื้นที่พักอาศัยของประชากรที่ทำแบบสอบถาม

4.2.2 พฤติกรรมลูกค้าและปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า: ปัญหาจากยุงที่ผู้ทำแบบสำรวจพบ

(1) การประสบปัญหายุงกัดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม หรือสมาชิกในครอบครัว ที่อาศัยอยู่ด้วยกันเคยประสบปัญหาติดโรคจากยุง เช่น แผลอักเสบจากยุงกัด ไข้เลือดออก ไข้มาลาเรีย ไข้สมองอักเสบ ไวรัสซิก้า โรคเท้าช้างไข้ชิคุนกุนย่า หรือไข้ปวดข้อยุงลาย ประชากรที่ตอบแบบสอบถาม คิดเป็นร้อยละจากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 300 คนตามลำดับดังนี้ ประสบปัญหาด้วยตนเอง คิดเป็นร้อยละ 54.6 (164 คน) ไม่เคยมีปัญหาจากยุงกัด คิดเป็นร้อยละ 38.0 (114 คน) สมาชิกในครอบครัวเคยประสบ คิดเป็นร้อยละ 28.3 (85 คน)



แผนภูมิ 4.8 แผนภูมิแสดงการประสบปัญหายุงกัดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

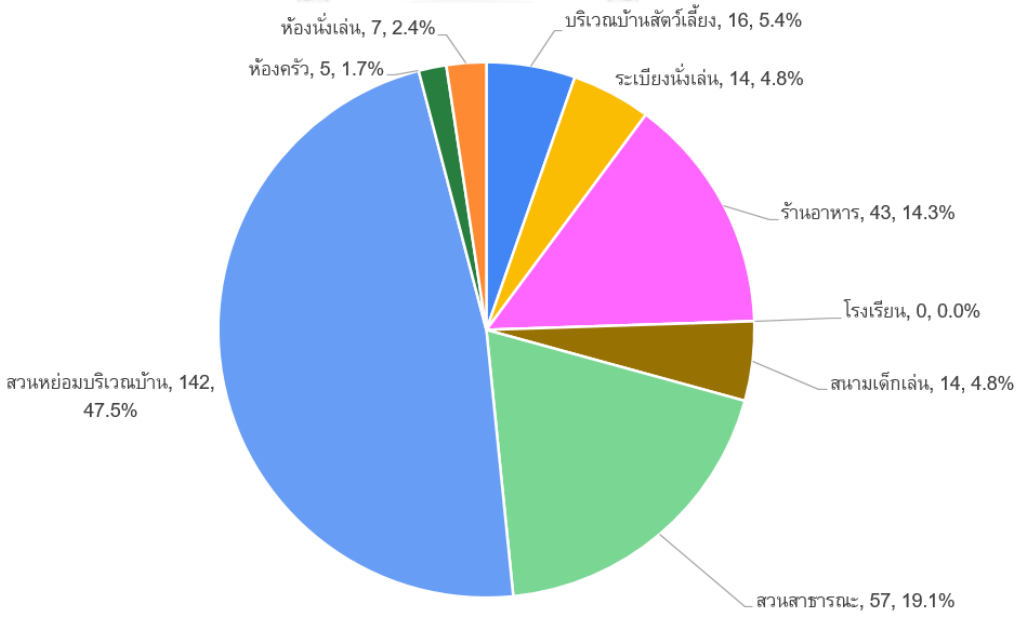
(2) ความรุนแรงของปัญหา ประชากรที่ตอบแบบสอบถามเคยประสบปัญหาจากยุงจนทำให้เกิดโรคต่างๆ มีความรุนแรงระดับต่างๆ ดังนี้

1. รุนแรงน้อย เช่น สามารถใช้ยาทา กินยา หรือปล่อยให้หายเอง
2. รุนแรงปานกลาง เช่น ต้องไปหาหมอที่คลินิก หรือโรงพยาบาล
3. รุนแรงมาก เช่น ต้องเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล

ตารางที่ 4.24 ระดับความรุนแรงของปัญหาจากยุงที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ

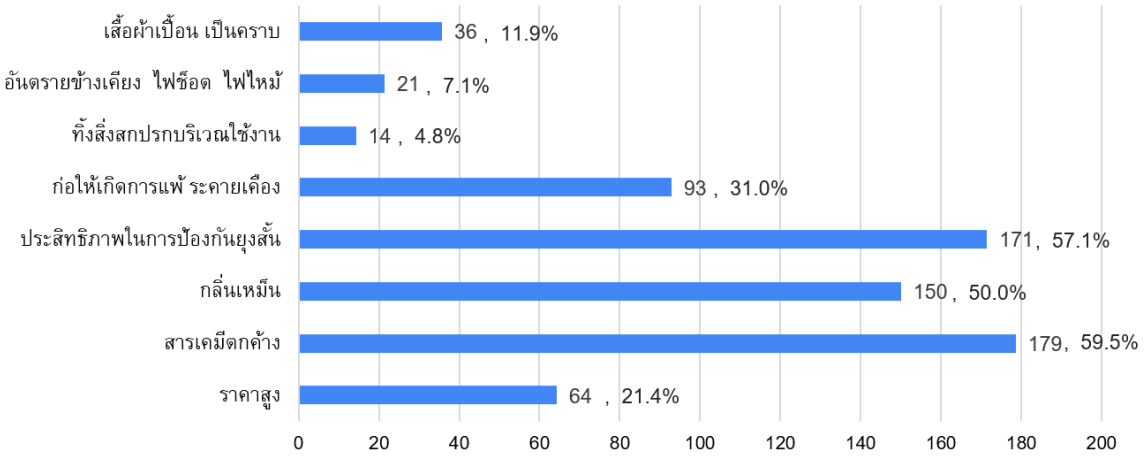
ปัญหา	จำนวนผู้ประสบปัญหารุนแรงน้อย	จำนวนผู้ประสบปัญหารุนแรงปานกลาง	จำนวนผู้ประสบปัญหารุนแรงมาก
แผลอักเสบจากยุงกัด	164	29	7
ไข้เลือดออก	14	43	64
ไข้มาลาเรีย	-	-	-
ไข้สมองอักเสบ	-	-	-
ไวรัสซิก้า	-	-	-
โรคเท้าช้าง	-	-	-

(3) พื้นที่หรือสถานที่ๆ ประชากรที่ตอบแบบสอบถาม พบว่าใช้ทำกิจกรรมต่างๆ แล้วพบว่ามียุงมากที่สุด คือ สวนหย่อมบริเวณบ้าน คิดเป็นร้อยละ 47.5 (142 คน) รองลงมาคือ สวนสาธารณะ คิดเป็นร้อยละ 19.1 (57 คน) ร้านอาหารคิดเป็นร้อยละ 14.3 (43 คน) บ้านสัตว์เลี้ยง คิดเป็นร้อยละ 5.4 (16 คน) สนามเด็กเล่น คิดเป็นร้อยละ 4.8 (14 คน) ระเบียงนั่งเล่น คิดเป็นร้อยละ 4.8 (14 คน) ห้องนั่งเล่น คิดเป็นร้อยละ 2.4 (7 คน) ห้องครัว คิดเป็นร้อยละ 1.7 (5 คน)



แผนภูมิ 4.9 แผนภูมิแสดงพื้นที่กิจกรรมที่พบว่ามียุงมากที่สุดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

(4) วิธี/ผลิตภัณฑ์กันยุงที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่ามีปัญหามากที่สุด คือ สารเคมีตกค้าง คิดเป็นร้อยละ 59.5 (179 คน) ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงสั้น คิดเป็นร้อยละ 57.1 (171 คน) กลิ่นเหม็น คิดเป็นร้อยละ 50.0 (150 คน) ก่อให้เกิดอาการแพ้ ระคายเคือง คิดเป็นร้อยละ 31.0 (93 คน) ราคาสูง คิดเป็นร้อยละ (171 คน) เสื้อผ้าเปื้อน เป็นคราบ คิดเป็นร้อยละ 11.9 (36 คน) อันตรายข้างเคียง ไฟช็อต ไฟไหม้ คิดเป็นร้อยละ 7.1 (21 คน) และ ทิ้งสิ่งสกปรกบริเวณใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 4.8 (14 คน)



แผนภูมิ 4.10 แผนภูมิแสดงปัญหาจากการใช้งานผลิตภัณฑ์กันยุงมากที่สุดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

(5) การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของที่อยู่อาศัย พฤติกรรมการป้องกันจากการถูกยุงกัดในชีวิตประจำวันและความตระหนักต่อผลกระทบจากการติดโรคจากยุง

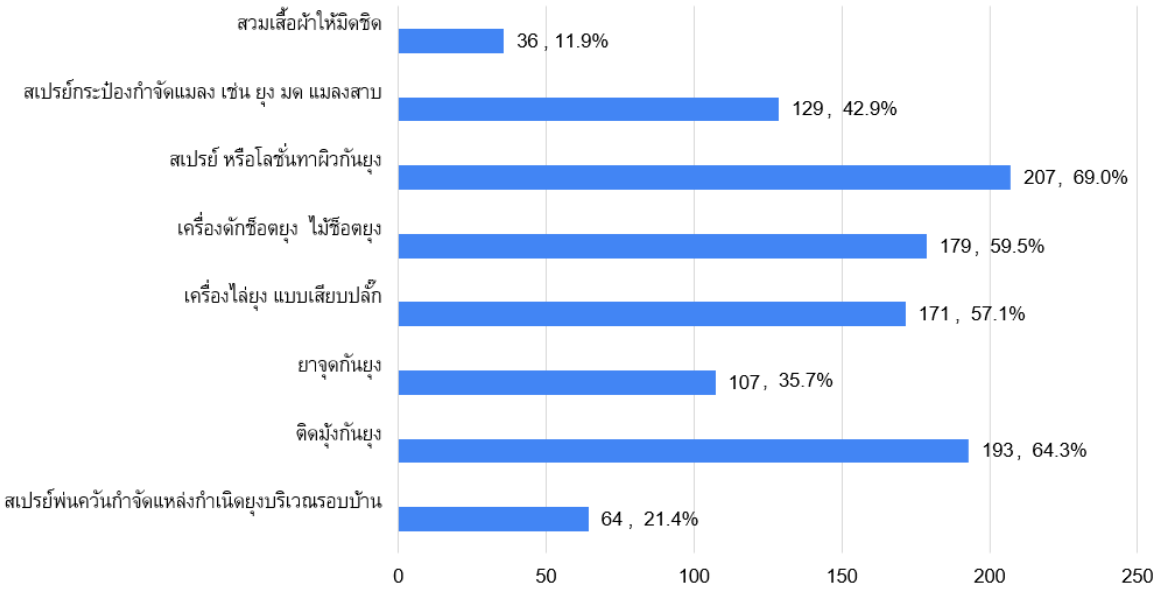
- ประชากรส่วนใหญ่มีลักษณะที่อยู่อาศัยหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันและครอบครัวมีความเสี่ยงจากยุงกัด ในระดับปานกลาง
- ประชากรส่วนใหญ่มีวิธีการป้องกันที่ใช้อยู่เพียงพอในการป้องกันสมาชิกในครอบครัวจากยุงกัดทั้งในและนอกที่อยู่อาศัย ในระดับปานกลาง
- ประชากรส่วนใหญ่เห็นว่าผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงต่างๆในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิดและสามารถเข้าใจและเลือกซื้อได้ตรงตามความต้องการ ในระดับปานกลางค่อนไปทางมาก
- ประชากรส่วนใหญ่เชื่อว่าโรคระบาดที่เกิดจากยุงสามารถป้องกันได้ ในระดับมาก

- ประชากรส่วนใหญ่เห็นว่าโรคจากยุงมีความอันตราย และก่อให้เกิดความสูญเสียต่อครอบครัวในระดับมาก
- ประชากรส่วนใหญ่คิดว่าโรคจากยุงมีความอันตราย และความสูญเสียของโรคต่อสังคมและประเทศ ในระดับมาก

ตารางที่ 4.25 ระดับความรุนแรงของปัญหาจากยุงที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ

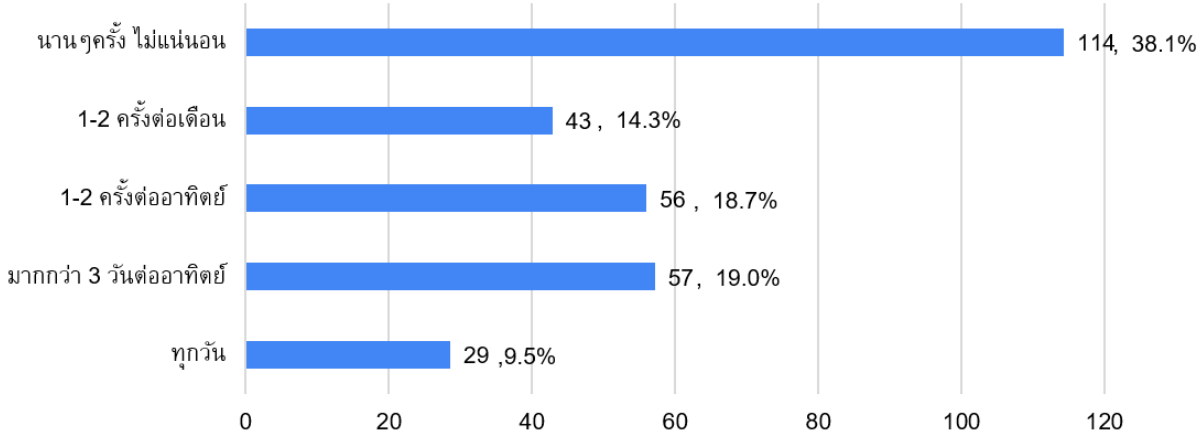
รูปแบบของที่อยู่อาศัย พฤติกรรมการป้องกันจากการถูกยุงกัดในชีวิตประจำวันและความตระหนักต่อผลกระทบจากการติดโรคจากยุง	จำนวนผู้ทำแบบสอบถาม	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ลักษณะที่อยู่อาศัยหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันของท่านและครอบครัว มีความเสี่ยงจากยุงกัด	300	43	43	150	64	0
วิธีการป้องกันที่ใช้อยู่เพียงพอแล้ว ในการป้องกันสมาชิกในครอบครัวจากยุงกัดทั้งในและนอกที่อยู่อาศัย	300	14	57	165	64	0
ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงต่างๆในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิด ท่านสามารถเข้าใจและเลือกซื้อได้ตรงตามความต้องการ	300	5	29	159	107	0
ท่านเชื่อว่าโรคระบาดที่เกิดจากยุงสามารถป้องกันได้	300	8	14	56	193	29
โรคจากยุงมีความอันตราย และความสูญเสียของโรคมากระดับใดต่อครอบครัวท่าน	300	3	40	64	136	57
ท่านคิดว่าโรคจากยุงมีความอันตราย และความสูญเสียของโรคมากระดับใดต่อสังคมและประเทศ	300	4	36	74	157	29

(6) วิธี/ผลิตภัณฑ์กันยุงที่ผู้ตอบแบบสอบถามหรือสมาชิกในครอบครัวใช้งานอยู่สูงที่สุด คือ สเปรย์หรือโลชั่นทาผิวกันยุง คิดเป็นร้อยละ 69.0 (207 คน) ติดมุ้งกันยุง คิดเป็นร้อยละ 64.3 (193 คน) เครื่องดักช็อตยุง ไม้ช็อตยุง คิดเป็นร้อยละ 59.5 (179 คน) เครื่องไล่ยุงแบบเสียบปลั๊ก คิดเป็นร้อยละ 57.1 (171 คน) สเปรย์กระป๋องกำจัดแมลง เช่น ยุง มด แมลงสาบ คิดเป็นร้อยละ 42.9 (129 คน) ยาจุดกันยุง คิดเป็นร้อยละ 35.7 (107 คน) สเปรย์พ่นควันกำจัดแหล่งกำเนิดอยู่บริเวณรอบบ้าน คิดเป็นร้อยละ 21.4 (64 คน) และสวมเสื้อผ้าให้มิดชิด คิดเป็นร้อยละ 11.9 (36 คน)



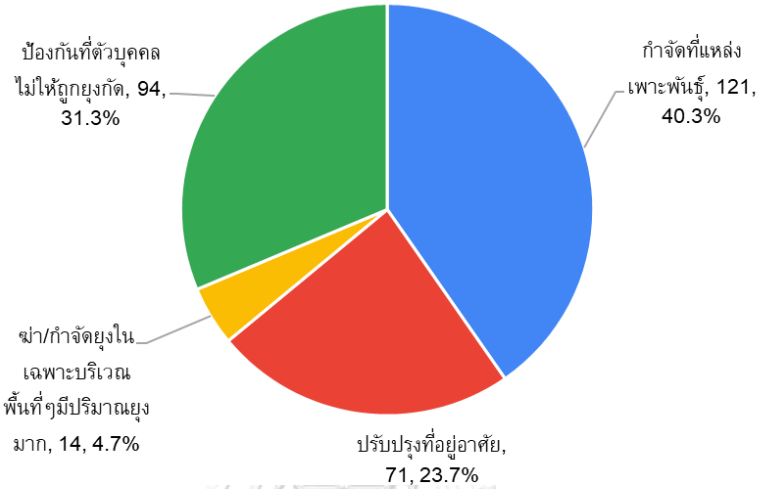
แผนภูมิ 4.11 แผนภูมิแสดงวิธี/ผลิตภัณฑ์กันยุงที่เลือกใช้งานสูงสุดของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

(7) ความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์กันยุงที่ผู้ตอบแบบสอบที่มากที่สุด คือ นานๆครั้ง ไม่แน่นอน คิดเป็นร้อยละ 38.1 (114 คน) มากกว่า 3 วันต่ออาทิตย์ คิดเป็นร้อยละ 19.0 (57 คน) 1-2 ครั้งต่ออาทิตย์ คิดเป็นร้อยละ 18.7 (56 คน) 1-2 ครั้งต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 14.3 (43 คน) และ ใช้งานทุกวัน คิดเป็นร้อยละ 9.5 (29 คน)



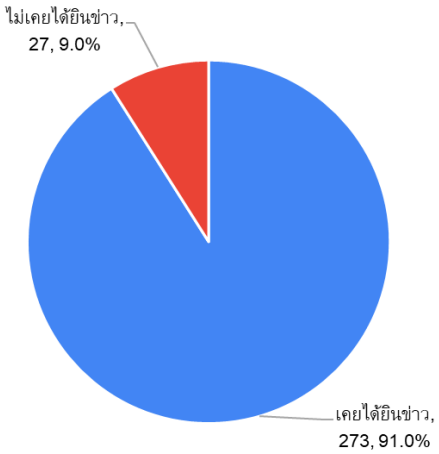
แผนภูมิ 4.12 แผนภูมิแสดงความถี่ของการใช้ผลิตภัณฑ์กันยุงที่ของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

(8) จากประสบการณ์ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าการป้องกันยุงรูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือกำจัดที่แหล่งเพาะพันธุ์ คิดเป็นร้อยละ 40.3 (121 คน) ป้องกันที่ตัวบุคคลไม่ให้ถูกยุงกัด คิดเป็นร้อยละ 31.3 (94 คน) ปรับปรุงที่อยู่อาศัยคิดเป็นร้อยละ 23.7 (71 คน) และฆ่าหรือกำจัดยุงในเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีปริมาณยุงมาก คิดเป็นร้อยละ 4.7 (14 คน)



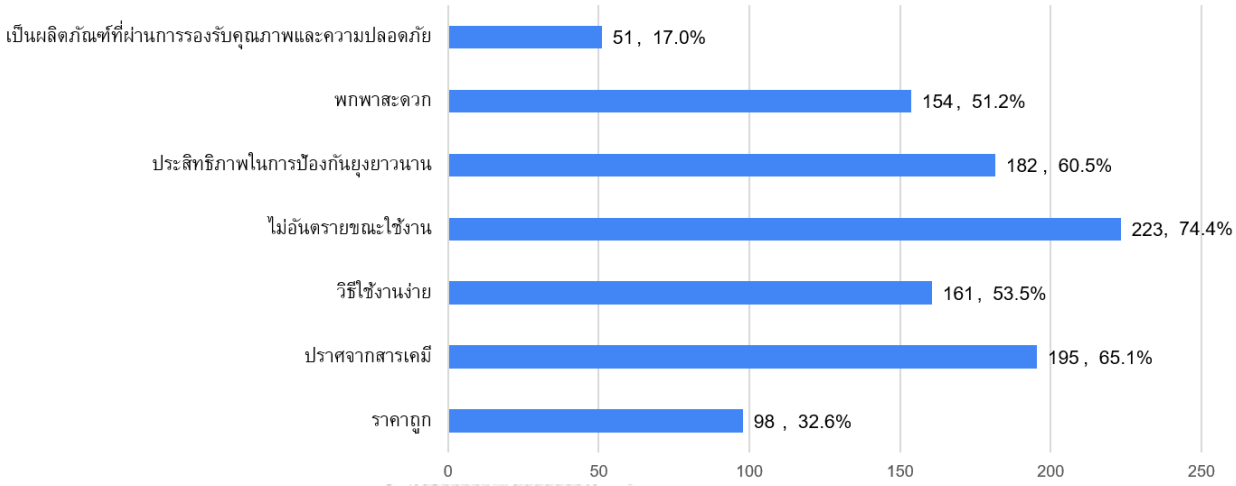
แผนภูมิ 4.13 แผนภูมิแสดงความเชื่อในประสิทธิภาพของวิธีป้องกันยุงของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

(9) สำหรับคำถามที่เกี่ยวข้องกับ การรับรู้ข่าวสาร เรื่องเกี่ยวกับการเสียชีวิตด้วยโรคจากยุง เช่น ดารามีชื่อเสียง (เช่น คุณปอ ทฤษฎี) หรือ คนในสังคมอื่นๆ ทั้งจากในหรือต่างประเทศ พบว่าเคยได้ยินข่าว คิดเป็นร้อยละ 91.0 (273 คน) และไม่เคยได้ยินข่าว คิดเป็นร้อยละ 9.0 (27 คน)



แผนภูมิ 4.14 แผนภูมิแสดงการรับรู้ข่าวสารการเสียชีวิต ด้วยโรคจากยุงของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

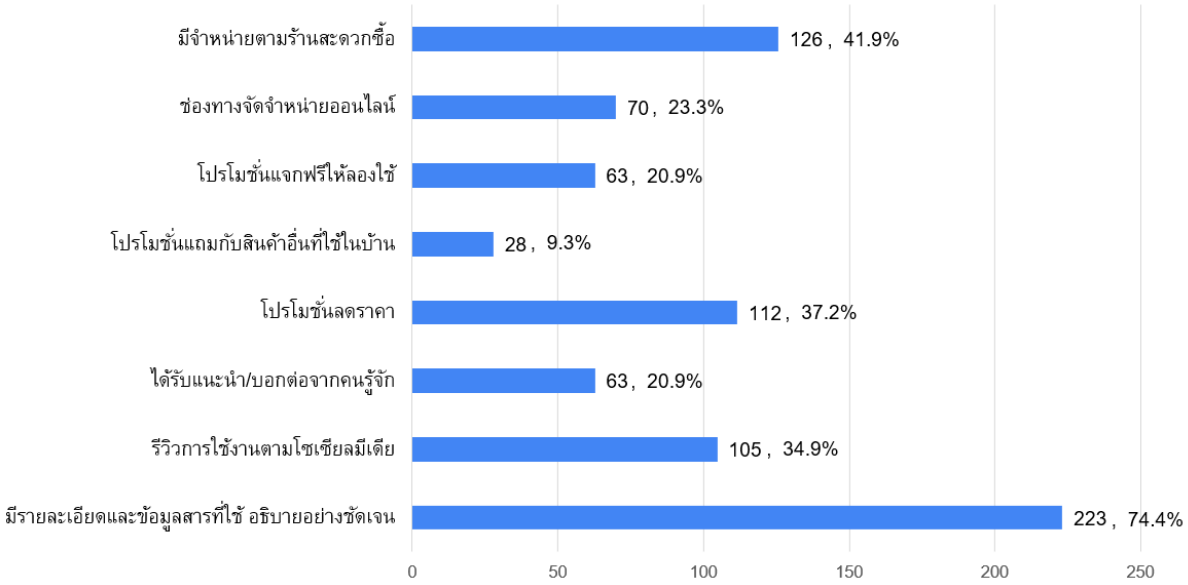
(10) ปัจจัยด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ที่ประชากรผู้ตอบแบบสอบถามคำนึงถึงในการเลือกซื้อหรือใช้บริการผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง ที่สูงที่สุดคือ ไม่อันตรายขณะใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 74.4 (223 คน) ปราศจากสารเคมี คิดเป็นร้อยละ 65.1 (195 คน) ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงยาวนาน คิดเป็นร้อยละ 60.5 (182 คน) วิธีการใช้งานง่ายคิดเป็นร้อยละ 53.5 (161 คน) พกพาสะดวก คิดเป็นร้อยละ 51.2 (154 คน) ราคาถูก คิดเป็นร้อยละ 32.6 (98 คน) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรับรองคุณภาพและความปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 17.0 (51 คน)



แผนภูมิ 4.15 แผนภูมิแสดงคุณสมบัติที่คำนึงถึงมากที่สุดของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

(11) ปัจจัยด้านการตลาด ที่ประชากรผู้ตอบแบบสอบถามเลือกซื้อหรือใช้บริการผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงชนิดใหม่ที่ออกสู่ท้องตลาดที่มากที่สุดคือ มีรายละเอียดและข้อมูลสารที่ใช้อธิบายอย่างชัดเจน คิดเป็นร้อยละ 74.4 (223 คน) มีจำหน่ายตามร้านสะดวกซื้อ คิดเป็นร้อยละ 41.9 (126 คน) โปรโมชั่นลดราคา คิดเป็นร้อยละ 37.2 (112 คน) รีวิวการใช้งานตามโซเชียลมีเดียคิดเป็นร้อยละ 34.9 (105 คน) ช่องทางจัดจำหน่ายออนไลน์ คิดเป็นร้อยละ 23.3 (70 คน) โปรโมชั่นแจกฟรีให้ลองใช้ คิดเป็นร้อยละ 20.9 (63 คน) ได้รับคำแนะนำบอกต่อจากคนรู้จัก คิดเป็นร้อยละ 20.9 (63 คน) และโปรโมชั่นแถมกับสินค้าอื่นที่ใช้ในบ้าน คิดเป็นร้อยละ 9.3 (28 คน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภูมิ 4.16 แผนภูมิแสดงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงชนิดใหม่ของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

(12) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า

— ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับวิธีการป้องกันยุงกัดที่คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพโดยวิธีป้องกันที่ตัวบุคคลไม่ให้ถูกยุงกัด มากว่าวิธีกำจัดหรือทำลายยุง ในระดับมาก

— ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่สนใจเครื่องนุ่งห่มที่สามารถกันยุงได้มาแทนที่การฉีดสเปรย์กันยุง หรือทาโลชั่นกันยุงที่ผิว ในระดับมาก

— ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่สนใจนำเสื้อผ้าหรือเครื่องนุ่งห่มของท่าน มาเคลือบผิวของสารที่สามารถกันยุงได้ ในระดับมาก

— ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่สนใจส่วนผสมของสารกันยุงที่ใช้ว่าต้องปลอดภัย โดยจะอ่านสลาก ศึกษาส่วนผสมก่อนใช้ผลิตภัณฑ์กันยุงก่อนเสมอ ในระดับมาก

— ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความสำคัญของประสิทธิภาพในกันยุงได้จริงและระยะเวลา มากกว่าส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ ในระดับมาก

— ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับส่วนผสมที่ได้สารจากธรรมชาติเท่านั้น จึงจะเลือกใช้ ในระดับมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

– ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่ยอมรับการใช้สารสังเคราะห์ได้ หากใช้ในปริมาณที่ปลอดภัยและผ่านการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ในระดับมาก

– ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่สนใจทดลองใช้บริการเคลือบผ้ากันยุงหากมีประสิทธิภาพในการกันยุงที่ยาวนานจริง และสามารถใช้ซ้ำได้ ถึง 30 ครั้งต่อการเคลือบ 1 ครั้ง ในระดับมาก

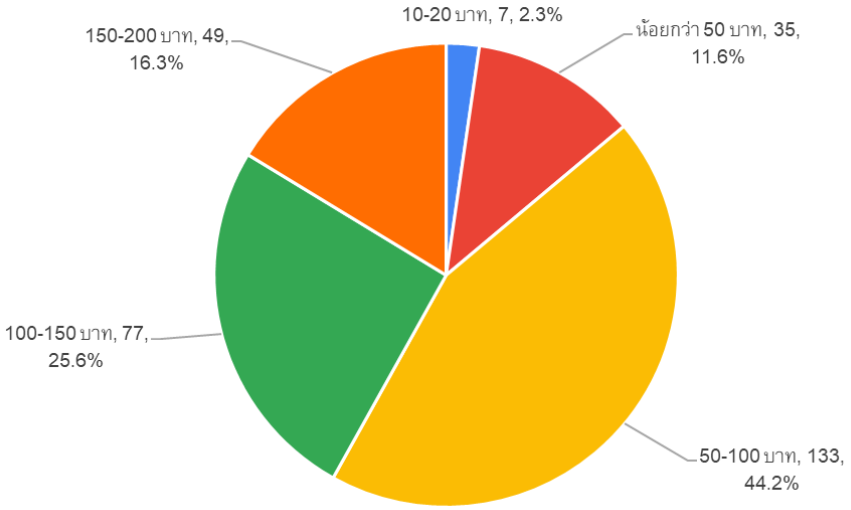
– ประชากรที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่สนใจออกไปยังจุดบริการเช่น สาขาร้านซักผ้า 24 ชั่วโมง ใกล้บ้าน หรือร้านสะดวกซัก ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.26 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อหรือใช้บริการและการยอมรับเทคโนโลยี

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า	จำนวนผู้ทำแบบสอบถาม	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ท่านให้ความสำคัญกับการป้องกันยุงกัด ที่สามารถป้องกันที่ตัวบุคคล มากกว่าวิธีกำจัดหรือทำลายยุง	300	7	40	110	136	7
ท่านสนใจเครื่องนุ่งห่มที่สามารถกันยุงได้ มาแทนที่การฉีดสเปรย์กันยุง หรือทาโลชั่นกันยุงที่ผิว	300	0	64	100	114	22
ท่านสนใจนำเสื้อผ้าหรือเครื่องนุ่งห่มของท่าน มาเคลือบผิวของสารที่สามารถกันยุงได้	300	21	64	82	119	14
ท่านสนใจส่วนผสมของสารกันยุงที่ใช้ว่าต้องปลอดภัย โดยจะอ่านฉลาก ศึกษาส่วนผสมก่อนใช้ผลิตภัณฑ์กันยุงก่อนเสมอ	300	0	14	57	179	50
ท่านให้ความสำคัญของประสิทธิภาพในกันยุงได้จริงและระยะเวลา มากกว่าส่วนผสมในผลิตภัณฑ์	300	6	43	90	125	36
ท่านให้ความสำคัญกับส่วนผสมที่ได้สารจากธรรมชาติเท่านั้นจึงจะเลือกใช้	300	7	7	93	164	29
ท่านยอมรับการใช้สารสังเคราะห์ได้ หากใช้ในปริมาณที่ปลอดภัยและผ่านการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ	300	0	14	96	168	22
ท่านสนใจทดลองใช้เครื่องเคลือบผ้ากันยุงแบบพกพาหากมีประสิทธิภาพในการกันยุงที่ยาวนาน และสามารถใช้ซ้ำได้ทนซัก 5-10 ครั้งต่อการเคลือบ 1 ครั้ง	300	7	7	121	136	29
จากข้อก่อนหน้า หากมีบริการตู้เคลือบ ท่านสนใจออกไปยังจุดบริการหรือไม่ หากมีประสิทธิภาพการเคลือบเหมือนเครื่องแบบพกพา เช่น สาขาร้านซักผ้า 24 ชั่วโมง ใกล้บ้าน หรือร้านสะดวกซัก หากมีบริการรับเคลือบ	300	35	79	129	57	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(13) ช่วงราคาสูงสุดที่ประชากรที่ทำแบบสอบถามยอมรับได้ ต่อแพคเกจ ที่สนใจลองใช้เครื่องสเปรย์สารเคลือบเสื้อผ้ากันยุง แถมพร้อมสารกันยุงพร้อมใช้ สูงสุดคือ ช่วงราคา 50-100 บาท คิดเป็นร้อยละ 44.2 (133 คน) ช่วงราคา 100-150 บาท คิดเป็นร้อยละ 25.6 (77 คน) ช่วงราคา 150-200 บาท คิดเป็นร้อยละ 16.3 (49 คน) ช่วงราคาน้อยกว่า 50 บาท คิดเป็นร้อยละ 11.6 (35 คน) และ ช่วงราคา 10-20 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.3 (7 คน)



แผนภูมิ 4.17 แผนภูมิแสดงช่วงราคาสูงสุดที่รับได้ของเครื่องสเปรย์สารเคลือบเสื้อผ้ากันยุงของประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

(14) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง ผู้ทำแบบสอบถามมีความคิดเห็นเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนี้

ตารางที่ 4.27 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้อสงสัยที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข้อ	ความคิดเห็น
1	อยากใช้ยากันยุงที่สามารถใช้ได้นานๆ เนื่องจากปกติชอบไปเที่ยวเดินป่า ตามอุทยานต่าง มีแมลง หรือยุงค่อนข้างชุกชุม คิดว่าหากสามารถฉีดใส่เสื้อผ้าแล้วป้องกันยุงได้นานจะดีมากครับ
2	ในท้องตลาดมียากันยุงสำหรับป้องกันการถูกยุงกัน ประเภทฉีดพ่น หรือทาใส่ตัว คิดว่าถ้าฉีดใส่ผ้าน่าจะดี เพราะไม่ถูกตัว
3	อยากให้มียากันยุงที่กลิ่นไม่ฉุน
4	ไม่ชอบ Spray กันยุงที่ลักษณะมัน ลื่น เมื่อถูกผิวหนัง
5	ฉีดบนเสื้อผ้าจะมีคราบด่างมั้ยคะ กลัวซักไม่ออก

6	เคยเห็นมีแบบสติ๊กเกอร์ ไม่ต้องฉีด คิดว่าน่าสนใจ
7	เตะบอลตอนกลางคืนเป็นประจำ เจอปัญหายุงบ่อยมากๆ ลองทำผลิตภัณฑ์สำหรับคนออกกำลังกายตอนกลางคืนก็ดีนะ
8	น้องหมา น้องแมวที่บ้านถูกยุงกัด ถ้าสามารถใช้กับสัตว์เลี้ยงได้ด้วยจะดีมากเลย ต้องให้สัตว์เลี้ยงใส่เสื้อผ้ารึเปล่า หรือควรจะเป็นอุปกรณ์ที่ตั้งไว้เฉยๆ ก็ไล่ยุงได้ แต่ถ้ามีกลิ่นสัตว์เลี้ยงไม่น่าชอบ
9	เป็นคนนึง ที่แพ้ยุงมากโดนกัดทีไรจะต้องคัน เป็นแผล และทำให้ ผิวลาย แล้วปกติขายของตอนกลางคืน ถ้าวันไหนลืมเอายากันยุงไปด้วยโดนยุงกันตลอดเลย คิดว่าถ้าผลิตภัณฑ์ตัวนี้ออกมาก็น่าลอง
10	น่าจะมีประโยชน์สำหรับ รปภ. นะครับ เพราะต้องเฝ้าเวรยามดึกดื่น น่าจะถูกยุงกัดเยอะ
11	ผมคิดว่าชาวไร่ ชาวสวนน่าจะชอบนะครับ เพราะในสวนในไร่ ยุง แมลงต่างๆ เยอะเชียว เพราะที่บ้านทำสวนยางครับ ในสวนยางยุงดุกว่าเสืออีกครับ
12	ถ้าสามาถใช้ได้แล้วปลอดภัยน่าจะดีมากค่ะ
13	สามารถฉีดใส่เต้นท์ ไปแคมป์ปิ้งได้มั้ย
14	อยากทดลองใช้ มีตัวอย่างให้ทดลองก็จะดี

ข้อสงสัยที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ข้อ	ความคิดเห็น
1	จะปลอดภัยกับเด็กหรือไม่
2	คนแก่ใช้ได้มั้ย
3	จะสามารถใช้งานได้เมื่อไหร่
4	ละอองขนาดเล็กที่ออกมาจากเครื่องถ้าหายใจเข้าไปจะเป็นอะไรมั้ย
5	กันน้ำได้มั้ย ถ้าเปียกโดนฝน จะเป็นไรมั้ย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การประเมินทางเทคโนโลยี

5.1 การประเมินพื้นฐานของเทคโนโลยี

เทคโนโลยีเครื่องสเปรย์ละอองขนาดเล็กเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน (Existing Technology) และถูกนำมาประยุกต์ใช้การเคลือบพื้นผิวจากหลายการศึกษา เช่น การสเปรย์อนุภาคเพื่อเคลือบพื้นผิวโลหะต่างๆ การศึกษาโครงการพิเศษนี้เห็นโอกาสในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเครื่องเคลือบละอองขนาดเล็ก ซึ่งให้ความประหยัดสารเคลือบและให้อนุภาคละอองที่ขนาดใกล้เคียงกันทำให้การเคลือบบนพื้นผิวมีการกระจายของสารที่สม่ำเสมอ เมื่อนำมาใช้ร่วมกับสารเพอร์เมทรินซึ่งมีความเพมาะสมในการใช้เคลือบเสื้อผ้า มาพัฒนาเป็นเครื่องสเปรย์ละอองขนาดเล็กสำหรับผ้ากันยุงตามความต้องการ โดยมีการประเมินพื้นฐานของเทคโนโลยีประเภทเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันด้วยการพิจารณาผลกระทบของเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก และพิจารณาโอกาสของการมีตลาดรองรับ รวมทั้งความเป็นไปได้ในการพัฒนาการ กระบวนการผลิตจากระดับห้องทดลองสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ เป็นลำดับถัดไป ดังนี้

5.1.1 การประเมินเทคโนโลยีขั้นปฐมภูมิ (Primary Evaluation) พิจารณาจากผลกระทบที่เกิดขึ้น จากเทคโนโลยีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

(1) ผลกระทบจากเทคโนโลยีต่อสังคม (Technology impacts on society)

เทคโนโลยีเครื่องเคลือบละอองขนาดเล็กช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลือบที่สม่ำเสมอ และให้ความประหยัดสารเพอร์เมทริน กระบวนการเคลือบทางกายภาพที่สะดวกช่วยผู้ใช้งานสามารถใช้เคลือบได้เองที่บ้านตามความต้องการและมีราคาที่ถูก สามารถซื้อได้ง่ายช่วยป้องกันการถูกถุงกัดและการติดเชื้อโรคจากยุง ช่วยลดผลกระทบทางโรคติดต่อ ซึ่งสารเพอร์เมทรินให้ผลการกันยุงที่ยาวนานกว่ายากันยุงทั่วไป ทำให้สามารถใช้ได้ดีในชาวเกษตรกร ในพื้นที่สวนหรือไร่ที่มียุงหรือแมลงจำนวนมาก และรวมถึงกลุ่มนักท่องเที่ยวเดินป่า ที่เสปรย์กันยุงทั่วไปจะกันยุงได้ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้คุณภาพในการใช้ชีวิตมีความปลอดภัยจากการติดเชื้อโรคระบาดจากยุง

(2) ผลกระทบจากเทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม (Technology impacts on environment)

เทคโนโลยีเครื่องเคลือบละอองขนาดเล็กเป็นวิธีการเคลือบโดยใช้ละอองขนาดเล็กเกาะบนพื้นผิวผ้าเพื่อเปลี่ยนให้ผ้ามีคุณสมบัติกันยุงได้ ช่วยลดการพึ่งพากระบวนการผลิตผ้าด้วยเทคโนโลยีที่

ซับซ้อนจากระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรมที่ต้องใช้สารเคมี น้ำ และพลังงานสูงในกระบวนการ นอกจากนี้ยังปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมจำนวนมาก ซึ่งเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

5.1.2 การประเมินเทคโนโลยีขั้นทุติยภูมิ (Secondary Evaluation) พิจารณาจากโอกาสทางการตลาดและความเป็นได้ของเทคโนโลยี ดังนี้

(1) โอกาสทางการตลาด (Market Opportunity)

เทคโนโลยีเครื่องเคลือบละอองขนาดเล็กเพื่อเสื้อผ้ากันยุงสามารถใช้ได้กับหลากหลายชนิดของเนื้อผ้าและสารเคลือบ วัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้เพื่อการป้องกันยุง เนื่องจากเป็นการใช้งานที่เข้าใจง่ายที่มีผู้ประสบปัญหาจำนวนมาก ทำให้มีตลาดรองรับมากมายนอกจากในประเทศไทยที่มีอากาศร้อนชื้นและมียุงจำนวนมาก รวมถึงในประเทศเพื่อนบ้านในเขตอาเซียนก็สามารถขยายตลาดไปได้เช่นกัน ทั้งในรูปแบบ B2G (Business to Government) การทำธุรกิจระหว่างองค์กรกับภาครัฐ บริษัทขายสินค้าหรือบริการให้กับรัฐบาล , B2B (Business to Business) การทำธุรกิจกับภาคเอกชนในการขายเทคโนโลยีหรือเป็นซัพพลายเออร์ให้กับโรงงานหรือบริษัทผลิตสารป้องกันยุงชนิดเคลือบเสื้อผ้า หรือ B2C (Business to Customer) ในการจำหน่ายสินค้าหรือบริการเครื่องสเปรย์ละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้ากันยุง และในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีเครื่องเคลือบละอองเป็นที่รู้จักในตลาดสามารถสเกลขนาดเพื่อเพิ่มยอดขายได้มากขึ้น จากการขยายฟังก์ชั่นในการใช้งานเคลือบไปสู่ด้านอื่นๆ นอกจากเสื้อผ้ากันยุงได้

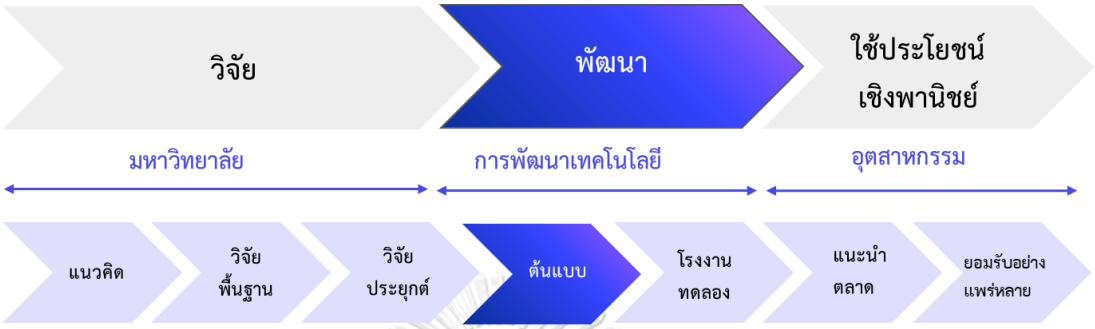
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) การประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี (Technology feasibility)

การศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีละอองขนาดเล็กประยุกต์ใช้ในการเคลือบเสื้อผ้ากันยุง สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบต้นแบบได้โดยศึกษาการนำแนวคิดพื้นฐานของการสร้างละอองขนาดเล็กจากเทคโนโลยี Ultrasonic Atomizer ที่มีคุณสมบัติของขนาดอนุภาคที่เล็กสม่ำเสมอและกระจายตัวเคลือบบนพื้นผิวได้ทั่วถึง ซึ่งสามารถทดสอบสารกันยุงบนผ้าต้นแบบกันยุงที่เกาะบนพื้นผิวผ้าหลังจากสเปรย์เคลือบได้ โดยได้แนวคิดในการนำต้นแบบของเครื่องเสปร์ละอองขนาดเล็กไปพัฒนาต่อเพื่อผลิตเครื่องเคลือบเพื่อพัฒนาเครื่องเคลือบออกสู่เชิงพาณิชย์ต่อไป

5.2 ระดับขั้นของเทคโนโลยี (Stage of Technology)

เทคโนโลยีเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กของสารไล่ยุงเพอร์เมทรินเพื่อให้เสื้อผ้าสามารถป้องกันยุงกัดได้อยู่ในอยู่ในระดับขั้นของการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ของเสื้อผ้ากันยุง



ภาพที่ 5.1 แสดง Stage of Technology ของ เทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก

5.3 การประเมินการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

การประเมินการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ ทำได้โดยพิจารณาจากเกณฑ์ ได้แก่ ผลตอบแทนจากการลงทุน ความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจ งบประมาณในการลงทุน สิทธิในการนำไปต่อยอด ระดับขั้นและความซ้ำซ้อนทางเทคโนโลยี ความสามารถในการบริหารจัดการ ขนาดของตลาดที่รองรับเทคโนโลยี โดยมีวิธีการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 4 วิธี ดังนี้

1. เจ้าของเทคโนโลยี ขายขาดสิทธิทั้งหมดของเทคโนโลยีให้กับผู้ที่ซื้อ (Sell) เป็นวิธีที่มีความเสี่ยงน้อยที่สุด ได้ผลตอบแทนเร็วโดยไม่ต้องลงทุนทำธุรกิจเอง เหมาะกับงานวิจัยหรือเทคโนโลยีในระยะแรก (Early-Stage) หรือยังไม่มีตลาดรองรับที่ชัดเจน ข้อเสียคือขาดโอกาสในการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีเนื่องจากหมดสิทธิ์ในการครอบครองผลงาน

2. เจ้าของเทคโนโลยีอนุญาตให้ผู้ขอรับสิทธิ ใช้สิทธิในการนำเทคโนโลยีไปใช้ตามขอบเขตและเงื่อนไขที่ตกลงร่วมกัน (Licensing) เหมาะกับเทคโนโลยีที่พัฒนาได้ระดับหนึ่ง (Partial Develop) และที่มีตลาดที่ชัดเจนแบ่งเป็น 3 ประเภทย่อยได้แก่

- ผู้ขอรับสิทธิ์เพียงรายเดียวที่มีสิทธิ์ในการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ (Exclusive)
- ผู้ขอรับสิทธิ์ทุกรายที่ได้รับการอนุญาตจากเจ้าของเทคโนโลยี (Non-exclusive)
- เจ้าของเทคโนโลยีสามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีร่วมกับผู้ขอรับสิทธิ์ (Sole and Exclusive)

มีข้อดี คือ ต้นทุนในการดำเนินงานต่ำ ได้ผลประโยชน์ในรูปแบบของค่าแรกเข้าและค่าธรรมเนียมรายปี มีผลตอบแทนคงที่ตามสัญญาโดยไม่ขึ้นอยู่กับยอดขาย เป็นการกระจายความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจ มีความยืดหยุ่นของสัญญา มากอนุญาตให้ใช้สิทธิ์ตามระยะเวลาที่ตกลงกัน มีข้อเสียคือ ต้องเปิดเผยความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีทำให้มีความเสี่ยงในการถูกละเมิดลิขสิทธิ์ และผลตอบแทนจากการทำสัญญาอาจไม่สูงมากหากเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อน หรือมีเทคโนโลยีอื่นที่สามารถทดแทนได้ง่าย มีโอกาสเกิดข้อพิพาททางกฎหมาย จากการทำสัญญาที่ผูกมัด หรือขาดความเป็นอิสระในการพัฒนาเทคโนโลยี

3. เจ้าของเทคโนโลยีร่วมกับกลุ่มบุคคลอื่น ในการทำข้อตกลงการลงทุนและบริหารธุรกิจร่วมกัน (Joint venture/Collaboration) มีข้อดี คือช่วยกระจายความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจและลดต้นทุนในการลงทุน โดยมีพันธมิตรทางธุรกิจหรือเครือข่ายของผู้ร่วมลงทุน ที่สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้มากขึ้น โดยการนำความรู้หรือเทคโนโลยีมาถ่ายทอดให้แก่กัน เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สามารถรักษาองค์ความรู้หรือความลับของเทคโนโลยีได้และสามารถต่อยอดพัฒนาเทคโนโลยีได้ มีข้อเสียคือ อาจเกิดความได้เปรียบเสียเปรียบเกี่ยวกับผลประโยชน์ของการลงทุน เกิดข้อพิพาทหรือฟ้องร้อง อำนาจในการตัดสินใจ หรือความคิดเห็นที่ไม่ตรงกันระหว่างผู้ร่วมลงทุน ต้องมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านกฎหมาย เพื่อรักษาผลประโยชน์ของบริษัท ซึ่งผลประโยชน์ที่ได้จากการลงทุนต้องมีการแบ่งสัดส่วนให้กับผู้ร่วมลงทุนตามสัดส่วนที่ได้ลงทุน เหมาะกับเทคโนโลยีที่พัฒนาได้เกือบสมบูรณ์ (Almost Complete) มีตลาดที่ชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. เจ้าของเทคโนโลยีลงทุนในการดำเนินธุรกิจด้วยการเปิดบริษัทของตนเอง (Spin off/Spin out) มีข้อดี คือ ได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนสูง มีอิสระในการบริหารธุรกิจและพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยี ในขณะเดียวกันมีข้อเสีย ในด้านมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง การแบกรับความเสี่ยงในการทำธุรกิจที่มีโอกาสได้รับผลตอบแทนไม่เป็นไปตามแผน ต้องใช้ผู้มีความรู้ความชำนาญในการดำเนินธุรกิจเพื่อบริหารธุรกิจให้ครอบคลุมทุกส่วนงานที่เกี่ยวข้อง เหมาะกับเทคโนโลยีที่พัฒนาได้สำเร็จสมบูรณ์ (Mature) และมีตลาดที่ชัดเจน

เกณฑ์การประเมินการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ พิจารณาตามระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยในการประเมิน และให้คะแนนตามระดับวิธีการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

คะแนน 5 คือ ปัจจัยในการประเมินส่งผลดีอย่างมาก กับวิธีการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

คะแนน 4 คือ ปัจจัยในการประเมินส่งผลดีกับวิธีการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

คะแนน 3 คือ ปัจจัยในการประเมินส่งผลดีปานกลาง กับวิธีการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

คะแนน 2 คือ ปัจจัยในการประเมินส่งผลดีกับวิธีการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์น้อย

คะแนน 1 คือ ปัจจัยในการประเมินไม่ส่งผลดี กับวิธีการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน

ตารางที่ 5.1 การประเมินเพื่อคัดเลือกรูปแบบการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

ปัจจัยในการประเมิน	**น้ำหหนัก (Weight)**	**Sell**		**Licensing**		**Joint venture**		**Spin off/ Spin out**	
		คะแนน	**คะแนนถ่วงน้ำหนัก**	**คะแนน**	**คะแนนถ่วงน้ำหนัก**	**คะแนน**	**คะแนนถ่วงน้ำหนัก**	**คะแนน**	**คะแนนถ่วงน้ำหนัก**
ผลตอบแทนจากการลงทุน	0.2	2	0.4	3	0.6	3	0.6	5	1
ความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจ	0.2	4	0.8	3	0.6	3	0.6	2	0.4
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	0.1	5	0.5	4	0.4	3	0.3	2	0.2
สิทธิในการครอบครองและต่อยอดเทคโนโลยี	0.15	1	0.15	3	0.45	4	0.6	5	0.75
ความสามารถ ในการบริหารจัดการธุรกิจ	0.15	2	0.3	2	0.3	3	0.45	5	0.75
ขนาดของกลุ่มตลาด เป้าหมาย/ลูกค้า	0.2	1	0.2	2	0.4	3	0.6	5	1.0
รวม	**1.00**	**2.35**		**2.75**		**3.15**		**4.15**	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการประเมินเพื่อคัดเลือกรูปแบบการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ด้วยปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้น รูปแบบเจ้าของเทคโนโลยีลงทุนในการดำเนินธุรกิจด้วยตนเอง (Spin off/Spin out) มีความเหมาะสมกับเทคโนโลยีเครื่องสเปรย์ละอองขนาดเล็กเพื่อเคลือบเสื้อผ้ากันยุงมากที่สุด โดยได้คะแนน 4.15 เพราะเป็นทางเลือกที่เจ้าของผลิตภัณฑ์มีสิทธิ์ในการวิจัยต่อยอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แม้จะมีการลงทุนที่สูงและมีความเสี่ยงในการดำเนินกิจการ แต่ด้วยรูปแบบธุรกิจที่ไม่ซับซ้อนและสามารถใช้การ OEM ในช่วงเริ่มต้นธุรกิจได้ การดำเนินธุรกิจด้วยตนเอง (Spin off/Spin out) จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม

โดยรูปแบบของ Technology Commercialization ได้ดังนี้

นำเสนอโซลูชั่นการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กแบบครบวงจร โดยการเป็นผู้นำด้านการผลิตและพัฒนาเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กแบบพกพาได้ เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน และสารเคลือบซึ่งเป็นของที่ใช้ควบคู่กัน (Complementary Goods) เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันโดยการจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์และสูตรสารเคลือบเก็บไว้เป็นความลับทางการค้า โดยช่วงแรกของการสร้างการรับรู้ของเทคโนโลยีในตลาดจะใช้รูปแบบธุรกิจแบบ B2C เพื่อเก็บข้อมูลและผลตอบรับในการใช้งาน เพื่อนำกลับมาปรับปรุงและพัฒนาออกแบบเป็นเครื่องรุ่นถัดไป และเมื่อตลาดเริ่มมีการใช้งานเป็นวงกว้างขึ้น จะเริ่มมีตัวแทนจำหน่ายสนใจติดต่อเพื่อรับไปจำหน่าย ซึ่งในเวลานั้นสามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มรูปแบบเป็น B2B หรือ B2G ได้ และสามารถขยายธุรกิจด้วยการ JV หรือขาย Licensing ต่อไปในอนาคตได้ตามหลักการในการประเมินที่สามารถทำได้เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาไปถึงระดับกลาง หรือเกือบสมบูรณ์แล้ว มีตลาดรองรับที่ชัดเจนนั่นเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6
การประเมินทางการตลาด

6.1 การวิเคราะห์สถานการปัจจุบัน

6.1.1 ธุรกิจด้านผลิตภัณฑ์ด้านเสื้อผ้ากันแมลงในตลาดไทย

ในประเทศไทยมีธุรกิจ ไฮโดร-เทค (Hydro-Tech) ใช้วิธีน้ำมันหอมระเหยผสมผสานกับเทคโนโลยีไมโครเอนแคปซูเลชั่น Microencapsulation หรือเทคโนโลยีสำหรับการบรรจุหรือห่อหุ้มสารสำคัญ ในลักษณะแคปซูลระดับไมโคร นำมาประยุกต์ใช้ในเสื้อผ่านกระบวนการ Finishing เพื่อเก็บกักสมุนไพรกันยุงไว้บนเนื้อผ้า แล้วค่อย ๆ แตกตัวออกมา งานวิจัยผ่านการทดสอบจากสถาบันวิทยาศาสตร์สาธารณสุขกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์แล้วว่าสามารถป้องกันยุงได้จริง โดยทดสอบครั้งแรกสามารถลดอัตราการกัดของยุงได้ถึง 90% และเมื่อผ่านการซัก 20 ครั้ง สามารถลดอัตราการกัดของยุงไม่ต่ำกว่า 50% ราคาขาย/ต่อตัวเสื้อผ้า 380-1,200 บาท ตามคุณสมบัติเพิ่มเติมในเนื้อผ้า

นอกเหนือจากนั้นยังมีงานวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัยเกี่ยวกับนวัตกรรมการไล่ยุงโดยภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีการคิดค้นนวัตกรรมสมุนไพรไล่ยุงบนสิ่งทอ โดยสกัดน้ำมันตะไคร้หอม พืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการไล่ยุงเพิ่มประสิทธิ์ภาพในการป้องกันยุงยาวนานถึง 6 ชั่วโมง โดยลดการระคายเคืองบนผิวหนังและเพิ่มคุณสมบัติการฆ่าเชื้อโรค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรีรัตน์ จารุจินดา จากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตัวแทนกลุ่มคณะทำงาน ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.กาวี ศรีกูลกิจ (หัวหน้าโครงการ) รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงดาว อาจองค์ และศาสตราจารย์ ดร.ประณัฐ โพธิยะราช ให้สัมภาษณ์ถึงแนวความคิดว่า “ไอเดียนี้ไม่ใช่ไอเดียใหม่ที่นำเอาสารสกัดจากตะไคร้หอมมาใช้ไล่ยุง แต่เราพยายามคิดค้นนวัตกรรมเพื่อดึงประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของธรรมชาตินำออกมาใช้ได้อย่างปลอดภัย ซึ่งตามท้องตลาดก็มีผลิตภัณฑ์ไล่ยุงอยู่หลากหลาย แต่ก็มีส่วนผสมของสารเคมี ซึ่งเป็นอันตรายและก่อให้เกิดการระคายเคือง อาจทำให้เกิดลมพิษหรือเป็นผื่นที่ผิวหนัง รวมไปถึงมีสารตกค้างที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย จากการค้นคว้าพบว่าน้ำมันตะไคร้หอมมีข้อเสียคือระเหยง่าย เราจึงพยายามคิดค้นให้น้ำมันตะไคร้หอมค่อย ๆ ปลดปล่อยสารระเหยไล่ยุง โดยบรรจุอยู่ในรูปของแคปซูล ทั้งรูปแบบนาโนอิมโมชั่นและไมโครแคปซูล”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รวมทั้งยังมีธุรกิจผ้าลายพรางกันยุงสมุนไพร เป็นผ้าที่นำเอาสมุนไพรที่มีคุณสมบัติกันยุงมาสกัดเป็นน้ำมันหอมระเหย เช่น ตะไคร้หอม แมงลักคา หญ้าแฝก เป็นต้น และใช้เทคโนโลยีไมโครเอนแคปซูเลชั่น มาประยุกต์ใช้ในเนื้อผ้า คือการนำเอาสมุนไพรที่สกัดได้ ใส่ในแคปซูลระดับไมโครแล้วเคลือบลงบนเนื้อผ้าและแคปซูลจะค่อยๆแตกตัวออก เพื่อกักเก็บสมุนไพรไว้บนเนื้อผ้า และเนื้อผ้าชนิดนี้มีคุณสมบัติที่สามารถลดอัตราการกัดของยุงได้

6.1.2 ธุรกิจด้านผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงและธุรกิจที่ให้บริการด้านเสื้อผ้ากันแมลงในตลาดไทยและตลาดต่างประเทศ

ตารางที่ 6.1 รายละเอียดสารไล่ยุงของผลิตภัณฑ์แต่ละแบรนด์

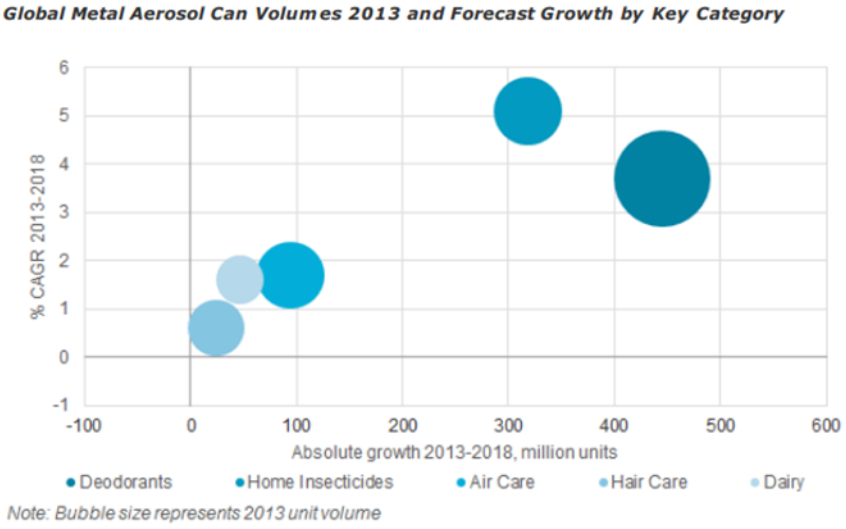
ชนิดสารไล่ยุง	ความเข้มข้น	ระยะเวลา	ประสิทธิภาพในการป้องกัน	แบรนด์	ผลข้างเคียง	ข้อพิจารณาอื่นๆ
สารสังเคราะห์						
DEET	5%-100%	5 hr (24%)	ยุงและเห็บ	OFF! Sawyer Soffel ก.ย. 15	ลมพิษ,ตุ่มหนอง เนื้อร้ายผิวหนังที่ 50-75% ความเข้มข้น ภูมิแพ้ หลอดเลือดหัวใจ (ความดันเลือดต่ำ หัวใจเต้นช้า)	ครีมกันแดดเพิ่มความเสี่ยงของ ความเป็นพิษ อาจทำให้เกิดผ้าและพลาสติก การสลายตัว
Picaaridin	7%-20%	8-10 hr (20%)	ยุงและเห็บ	OFF! Sawyer	ระคายเคืองผิวเล็กน้อย	ไม่มีกลิ่น ไม่เหนียวเหนอะหนะ ไม่เป็นอันตรายกับเสื้อผ้าหรือพลาสติก
IR 3535	7.5%- 19.7%	2-3 hr	ยุงและเห็บ	Coleman Skin Smart	ระคายเคืองตา	ไม่มีกลิ่น, ย่อยสลายได้
สารธรรมชาติ						
น้ำมันมะนาวยูคาลิปตัส	10-40%	6 hr	ยุง	OFF! KAYARI	ระคายเคืองผิวเล็กน้อย	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชนิดสารไล่ยุง	ความเข้มข้น	ระยะเวลา	ประสิทธิภาพในการป้องกัน	แบรนด์	ผลข้างเคียง	ข้อพิจารณาอื่นๆ
สารสำหรับเสื้อผ้าโดยเฉพาะ						
Permethrin	0.50%	6 week หรือใช้ซ้ำหลังซัก 6 ครั้ง	ยุงและเห็บ	Sawyer	ระคายเคืองตาและผิวหนัง เกี่ยวกับระบบประสาท (ชาและอาการสั่น)	ใช้กับเสื้อผ้าเท่านั้น ทั้งขับไล่และฆ่าแมลง
				Rapel		
ให้บริการเคลือบเสื้อผ้า						
IR 3535	-	การซัก 7-10 ครั้ง	ยุงและเห็บ	Insect Repellent Solutions	-	-
	-	2 เดือน หรือ ซัก 10 ครั้ง		Mosquino	-	-
Permethrin	-	ซักได้ถึง 100 ครั้ง		Tanatex	-	มีการพัฒนาระบบยึดเกาะ
	-	ซักได้ถึง 70 ครั้ง		Insect Shield	-	มีการพัฒนาระบบยึดเกาะ

6.1.3 ข้อมูลการใช้สารเคมีชนิดกระป๋องยาฆ่าแมลงในบ้าน

การใช้น้ำยาดับกลิ่นกาย และยาฆ่าแมลงในบ้าน มีการใช้กระป๋องสเปรย์เพิ่มมากขึ้นที่สุดในช่วงปี 2556-2561 โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากจะมีการเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์รูปแบบเดิม เป็นรูปแบบใหม่ที่ใช้กระป๋องสเปรย์ ในภูมิภาคที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีรายได้ที่เพิ่มขึ้น และมีการขยายตัวของเมืองจะกระตุ้นให้ผู้บริโภคต้องการสินค้าที่ดูมีระดับ โดยเฉพาะการใช้น้ำยาดับกลิ่นกาย ในแถบละตินอเมริกา และการใช้ยาฆ่าแมลงในบ้านแบบกระป๋องเสปรย์ในแถบเอเชีย ซึ่งในกลุ่มของการใช้ยาฆ่าแมลงแบบสารเคมีกระป๋อง สามารถนำมาพิจารณาเพื่อสร้างเป็นกลุ่มเป้าหมายในการนำเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กไปทดแทน เพื่อพ่นเคลือบบนพื้นผิวสิ่งทอภายในบ้านเพื่อไล่และกำจัดแมลง แทนที่การใช้รูปแบบสเปรย์กระป๋อง



ภาพที่ 6.1 แสดงข้อมูลปริมาณการใช้ยาฉีดฆ่าแมลงชนิดกระป๋องในบ้าน

Source: Euromonitor International

6.2 การวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมภายนอก (PESTEL Analysis)

6.2.1 ปัจจัยด้านนโยบายและการเมือง (Political)

มีความไม่แน่นอนทางด้านการเมืองไทย มีการประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินปัญหาการเมืองทั้งภายในและนอกประเทศจึงยังเป็นปัจจัยทำให้เศรษฐกิจยิ่งสุ่มเสี่ยงไม่แน่นอน ส่งผลกระทบโดยตรงกับภาคธุรกิจ การบริโภค การลงทุน ประกอบกับความเสี่ยงด้านสุขภาพอนามัยจากไวรัสโควิด-19 และมีโรคที่เกิดจากยุงซึ่งแฝงปริมาณมากในทุกปี ซึ่งอาจมีงบประมาณน้อยลงเพราะต้องบริหารจัดการโรคจากไวรัสโควิด-19 เป็นลำดับแรก ทำให้ประชาชนต้องดูแลสุขภาพตัวเองจากยุง

รัฐบาลมีการส่งเสริมการทำธุรกิจ มีหน่วยงานที่ให้คำแนะนำ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และจัด กิจกรรมให้ความรู้ เพื่อส่งเสริมธุรกิจและอุตสาหกรรม เช่น การให้สิทธิใน BOI สำหรับกลุ่มเสื้อผ้ากลุ่ม Functional Fabric เป็นอุตสาหกรรมเป้าหมายที่กำหนดอยู่ในกลุ่ม S-curve โดยประเทศไทยส่งเสริมให้เกิดการลงทุนในพื้นที่ EEC ในตลาดเครื่องนุ่งห่มสำหรับทำงาน

(1) นโยบายการพัฒนา ไทยแลนด์ 4.0 เป็นวิสัยทัศน์เชิงนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย หรือ โมเดลพัฒนาเศรษฐกิจของรัฐบาล บนวิสัยทัศน์ที่ว่า “มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” ที่มีภารกิจสำคัญในการขับเคลื่อนปฏิรูปประเทศด้านต่าง ๆ เพื่อปรับแก้ จัดระบบ ปรับทิศทาง และสร้างหนทางพัฒนาประเทศให้เจริญ สามารถรับมือกับโอกาสและภัยคุกคามแบบใหม่ ๆ ที่เปลี่ยนแปลงอย่างเร็ว รุนแรงในศตวรรษที่ 21 ได้ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ด้วยความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา เป็นจุดเริ่มต้นของการ

วางยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ในการ ขับเคลื่อนสู่การเป็นประเทศที่มั่นคง มั่งคง และยั่งยืน โดยมุ่งเน้น 5 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายซึ่งเป็น อุตสาหกรรมแห่งอนาคต หรือ New S-Curve ดังนี้

1. กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น สร้างเส้นทางธุรกิจใหม่ (New Startups) ด้านเทคโนโลยีการเกษตร เทคโนโลยีอาหาร เป็นต้น

2. กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ เช่น พัฒนาเทคโนโลยีสุขภาพ เทคโนโลยีการแพทย์ สปา เป็นต้น

3. กลุ่มเครื่องมือ อุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม เช่น เทคโนโลยีหุ่นยนต์ เป็นต้น

4. กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่าง ๆ ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว เช่น เทคโนโลยีด้านการเงิน อุปกรณ์เชื่อมต่อออนไลน์โดยไม่ต้องใช้คน เทคโนโลยีการศึกษา อี–มาร์เก็ตเพลส อี–คอมเมิร์ซ เป็นต้น

5. กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าสูง เช่น เทคโนโลยีการออกแบบ ธุรกิจไลฟ์สไตล์ เทคโนโลยีการท่องเที่ยว การเพิ่มประสิทธิภาพการบริการ เป็นต้น

เครื่องเคลือบผิวด้วยละอองขนาดเล็กพร้อมสารไล่ยุงเพอร์เมทริน ใช้ฉีดพ่นใส่เสื้อผ้าเพื่อให้ป้องกันยุง ถือเป็น 1 ในอุตสาหกรรมเป้าหมายคือ กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ เพื่อมุ่งเน้นการดูแลรักษาสุขภาพของประชาชนให้ปลอดภัยจากโรคที่เกี่ยวกับยุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(2) เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เป็นเป้าหมาย ที่ถูกกำหนดองค์การสหประชาชาติที่มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาที่ยั่งยืน จำนวน 17 ข้อ ซึ่งหลายประเทศทั่ว โลกรวมทั้งประเทศไทย ได้มีการลงนามและมีคำมั่นร่วมการในการประชุมสมัชชาใหญ่แห่งสหประชาชาติ เมื่อ เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 โดยในส่วนของประเทศไทยนั้น รัฐบาลได้ตั้งคณะกรรมการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (กพย.) มีนายกรัฐมนตรี เป็นประธาน เป็นคณะกรรมการหลักในการขับเคลื่อนการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 1: ขจัดความยากจน

เป้าหมายที่ 2: ยุติความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหารและยกระดับโภชนาการสำหรับทุกคนในทุกวัย

เป้าหมายที่ 3: สร้างหลักประกันว่าคนมีชีวิตที่มีสุขภาพดีและส่งเสริมสวัสดิภาพสำหรับทุกคนในทุกวัย

เป้าหมายที่ 4: สร้างหลักประกันว่าทุกคนมีการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียม และสนับสนุนโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

เป้าหมายที่ 5: บรรลุความเท่าเทียมระหว่างเพศ และเสริมสร้างความเข้มแข็งให้แก่สตรีและเด็กหญิง

เป้าหมายที่ 6: สร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 7: สร้างหลักประกันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ที่ยั่งยืนในราคาที่ย่อมเยา

เป้าหมายที่ 8: ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่อง ครอบคลุม และยั่งยืน การจ้างงานเต็มที่ มีผลิตภาพ และการมีงานที่เหมาะสมสำหรับทุกคน

เป้าหมายที่ 9: สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความทนทาน ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม

เป้าหมายที่ 10: ลดความไม่เสมอภาคภายในประเทศและระหว่างประเทศ

เป้าหมายที่ 11: ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มีภูมิต้านทาน และยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป้าหมายที่ 12: สร้างหลักประกันให้มีรูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 13: เร่งต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น

เป้าหมายที่ 14: อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเล และทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 15: ปกป้อง ฟื้นฟู และสนับสนุนการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน จัดการป่าไม้อย่างยั่งยืนต่อสู้การกลายสภาพเป็นทะเลทราย หยุดการเสื่อมโทรมของที่ดินและฟื้นสภาพกลับมาใหม่ และหยุดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

เป้าหมายที่ 16: ส่งเสริมสังคมที่สงบสุขและครอบคลุมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ให้ทุกคนเข้าถึงความยุติธรรมและสร้างสถาบันที่มีประสิทธิผลรับผิดชอบและครอบคลุมในทุกระดับ

เป้าหมายที่ 17: เสริมความเข้มแข็งให้แก่กลไกการดำเนินงานและฟื้นฟูสภาพหุ้นส่วนความร่วมมือระดับโลกสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืน

ภาพที่ 6.2 ภาพแสดงเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)

ทั้งนี้ การพัฒนาเครื่องเคลือบผิวด้วยละอองขนาดเล็กพร้อมสารไล่ยุงเพอร์เมทรินใช้ฉีดพ่นใส่เสื้อผ้าเพื่อให้ป้องกันยุง สอดคล้องกับเป้าหมายการ พัฒนาที่ยั่งยืน 5 ข้อได้แก่

เป้าหมายที่ 3 การสร้างหลักประกันว่าคนมีชีวิตที่มีสุขภาพดีและส่งเสริมสวัสดิภาพ สำหรับทุกคนในทุกวัย

เป้าหมายที่ 8 การส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ครอบคลุมและยังยืน การจ้างงานเต็มที่ มีผลิตภาพ และการมีงานที่เหมาะสมสำหรับทุกคน

เป้าหมายที่ 9 การสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความทนทาน ส่งเสริมการพัฒนา อุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม

เป้าหมายที่ 11 ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มี ภูมิต้านทานและยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เป้าหมายที่ 12 สร้างหลักประกันให้มีรูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน

ครอบคลุมประเด็น การจัดการและการใช้ทรัพยากรธรรมธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ซึ่งสรุปโดยภาพรวมปัจจัยทางด้านนโยบายส่งผลบวกต่อการทำธุรกิจการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก

6.2.2 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ (Economics)

จากสถานการณ์เศรษฐกิจในปัจจุบันอาจส่งผลให้การผลิตต่างๆ ในห่วงโซ่อุปทานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุงหยุดชะงัก เนื่องจากรัฐบาลให้ความสำคัญกับปัญหา โรค COVID-19 สำหรับการใช้จ่ายภายในประเทศ เศรษฐกิจที่กำลังฟื้นตัวจากวิกฤตครั้งรุนแรงยังจำเป็นต้องพึ่งพาการใช้จ่ายภาครัฐเป็นสำคัญ ทั้งการเร่งเบิกจ่ายงบประมาณรายจ่ายประจำปี 2564 ผนวกกับการใช้เงินกู้ตามแผนงานเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจและสังคมจากผลกระทบการระบาดของโรค COVID-19 ขณะที่การลงทุนภาครัฐแม้จะมีความล่าช้าในโครงการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่หลายโครงการ แต่มูลค่าการลงทุนรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี 2563 ส่วนการลงทุนภาคเอกชนมีแนวโน้มปรับดีขึ้นโดยเฉพาะที่เกี่ยวเนื่องกับการลงทุนภาครัฐและภาคส่งออก กอปรกับสัญญาณเชิงบวกจากการผลิตภาคอุตสาหกรรมทยอยฟื้นตัวตามความต้องการสินค้าที่มีความเกี่ยวข้องกับการป้องกันการระบาด และนโยบายการทำงานที่บ้าน ทั้งนี้ สอดคล้องกับอัตราการใช้กำลังการผลิตในหลายอุตสาหกรรมที่ฟื้นขึ้นแตะระดับก่อนวิกฤตในช่วงปลายปี 2563 สร้างโอกาสและความเป็นไปได้ที่จะขยายการลงทุนในระยะต่อไป ด้านการบริโภคภาคเอกชน ยังได้แรงส่งจากความต่อเนื่องของมาตรการกระตุ้นการใช้จ่ายและสนับสนุนการท่องเที่ยวในประเทศที่ขยายเวลาไปจนถึงราวไตรมาสแรกปี 2564 อีกทั้งกำลังซื้อจากกลุ่มชนชั้นกลางและกลุ่มที่มีรายได้สูงยังช่วยหนุนการบริโภคเติบโต อย่างไรก็ตาม การระบาดระลอกใหม่ และบาดแผลที่ทิ้งไว้จากวิกฤต COVID-19 ทั้งปัญหาการว่างงาน และการทำงานต่ำกว่าระดับ ตลอดจนหนี้ภาคครัวเรือนต่อ GDP ที่อยู่ในระดับสูงสุดในรอบ 18 ปี ล้วนเป็นปัจจัยที่จำกัดการเติบโตของการบริโภคในภาคครัวเรือน ซึ่งสรุปโดยภาพรวมปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจส่งผลบวกต่อการทำธุรกิจการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก

6.2.3 ปัจจัยด้านสังคมและวัฒนธรรม (Social and Demographic)

(1) การดำเนินชีวิตแบบ New Normal ซึ่งเป็นผลกระทบจากการแพร่ระบาดของ COVID-19 เป็นแนวทางที่ประชาชนจะต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ในช่วงที่มีการระบาด ทำให้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิถีชีวิตพร้อมกันทั่วโลก จากที่เคยออกจากบ้าน เพื่อไปทำงาน ไปโรงเรียน ทุกคนต้องหันมาทำทุกอย่างที่บ้าน หากมีความจำเป็นต้องออกจากบ้านไปซื้อของหรือแม้กระทั่งไปพบแพทย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ต้องใส่หน้ากากเพื่อป้องกันโรค ต้องเว้นระยะห่างสำหรับบุคคล ล้างมือบ่อยๆนาน 20 วินาที เช็ดมือด้วยแอลกอฮอล์ รวมถึงการปรับเปลี่ยนทางด้านธุรกิจและบริการต่าง ๆ ให้ทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน จึงต้องปรับเปลี่ยนไปสู่การดำเนินงานหลายสิ่งผ่านช่องทางออนไลน์ การใช้ระบบซื้อขายและบริการทางออนไลน์ สิ่งนี้ เกิดเป็นวิถีใหม่ในการดำรงชีวิต มีการ Work From Home พร้อมทำงานทำกิจกรรมต่างๆ ภายในที่อยู่อาศัยของตนเอง ส่งผลต่อความต้องการที่พักอาศัยที่เปลี่ยนไปจากเดิมที่อาศัยในพื้นที่ที่มีขนาดเล็กอาจจะไม่เพียงพอ ส่งผลให้ต้องการมีพื้นที่ที่สามารถทำอะไรได้หลายหลากมากยิ่งขึ้น หรือมีการออกจากบ้านเพื่อคลายความตึงเครียด เช่น ไปสวนสาธารณะใกล้บ้าน หรือเดินเล่นบริเวณใกล้บ้านมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้เสี่ยงต่อการถูกยุงกัดมากขึ้น ซึ่งสรุปโดยภาพรวมปัจจัยทางด้านนโยบายส่งผลบวกต่อการทำธุรกิจการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก

มีการดำเนินการทางธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ Online Business ด้วยพฤติกรรมการบริโภคที่เปลี่ยนแปลง จนส่งผลทำให้ระบบการสั่งซื้อสินค้าและบริการ ระบบการขนส่งระยะสั้นและการจัดส่งแบบรวดเร็ว จะเป็นที่ต้องการ และความสำคัญมากยิ่งขึ้น ซึ่งหลังจากนี้ การขอรับบริการจากผู้บริโภคจะเริ่มหันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพมากยิ่งขึ้น ระบบบริการต้องสร้างความมั่นใจมากขึ้นว่าสินค้าหรือบริการจะต้องมีมาตรฐาน ปลอดภัย และมีความสะอาด

(2) Aging Society หรือสังคมผู้สูงอายุ ถือเป็น Mega Trend ที่ท้าทายในระดับโลก หลายประเทศทั่วโลกเริ่มเข้าสู่สังคมสูงอายุ อย่างเช่นประเทศญี่ปุ่นก็กลายมาเป็น Super Aged Society แล้วเพราะมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่า 28% ส่วนประเทศไทยเองก็ได้เข้าสู่ Aging Society แล้วเช่นกันโดยพบว่าในปี 2563 มีอัตราประชากรสูงวัยมากถึง 26% และคาดว่าในอนาคตจะยิ่งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่ออัตราส่วนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดผลกระทบตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ วัยทำงานจะต้องรับภาระเลี้ยงดูผู้สูงอายุมากขึ้น รวมถึงเงินภาษีที่รัฐจำเป็นต้องจัดสรรเพื่อช่วยเหลือผู้สูงอายุมากขึ้น สวนทางกันกับสัดส่วนของผู้ที่เป็นกำลังในการจ่ายภาษีที่ลดน้อยลง ดังนั้นสังคมผู้สูงอายุจึงส่งผลกระทบกับประเทศไทยทั้งในด้านตลาดแรงงาน กำลังบริโภค และงบประมาณสำหรับผู้สูงอายุ ทำให้รัฐต้องเตรียมมาตรการรับมือให้พร้อมในอนาคตอันใกล้นี้ การเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุทั่วโลกทำให้เกิดระบบเศรษฐกิจใหม่ซึ่งเรียกกันว่า เศรษฐกิจสูงวัย หรือ Silver Economy ถือเป็นตลาดใหม่ที่จะนำมาซึ่งรายได้มหาศาลจากการตอบสนองความ ต้องการและความจำเป็นสำหรับผู้สูงอายุซึ่งมีกำลังซื้อสูง ซึ่งการดูแลรักษา ป้องกันการถูกยุงกัดโดยใช้ เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง ถือเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและสร้างความมั่นใจในการมีชีวิตที่ปลอดภัยของผู้สูงอายุได้ รวมทั้งผู้คนทั่วไปส่วนใหญ่ในกลุ่มอายุอื่นๆ ยังให้ความสำคัญในการใส่ใจใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุขภาพ ผู้คนรักสุขภาพมากขึ้น มีความ หากต้องมีการใช้สารเคมีต่างๆ และสัมผัสโดยตรงกับผิวหนังร่างกาย จะมีความกังวลเกี่ยวกับมลพิษสารตกค้างต่อร่างกายมากขึ้น

นอกเหนือจากนั้นประชากรทุกกลุ่ม มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีที่ดีขึ้น มีความเข้าใจในระบบการซื้อสินค้าออนไลน์ และการจ่ายชำระเงินผ่านการโอนและบัตรเครดิตเป็นอย่างดี ซึ่งสรุปโดยภาพรวมปัจจัยทางด้านสังคมส่งผลบวกต่อการทำธุรกิจการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก

6.2.4 ปัจจัยด้านเทคโนโลยี (Technology)

(1) แนวโน้มนวัตกรรมรักษ์โลกและปลอดภัยที่ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็ว จากความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยี ในการลดการใช้พลังงาน และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมไปถึงการใช้วัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนากระบวนการผลิตที่มี ความปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดการปล่อยมลพิษ การออกแบบและการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ บนพื้นฐานของการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการประหยัดการใช้สารเคมีโดยการใช้ เครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก ซึ่งจะทำให้มีการใช้สารเคมีอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(2) การเติบโตของสื่อสังคมอนไลน์ และเทคโนโลยีสื่อสารที่ใช้ในการทำ การตลาดหรือโฆษณาสินค้าต่าง ๆ ถึงผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายโดยตรง รวมทั้งการนำดิจิทัลเข้ามาใช้งานในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากตัวเลขผู้ใช้งาน อินเทอร์เน็ตที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา จำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตเติบโตอย่างก้าวกระโดด จากผลกระทบของ COVID-19 ทำให้การใช้อินเตอร์เน็ตในทำกิจกรรมต่าง ๆ ล้วนทำโดยใช้อินเตอร์เน็ต ส่งผลให้ให้การทำการตลาดเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุงตรงเป้าหมายมากยิ่งขึ้นโดยใช้งบประมาณที่ไม่มากนัก ซึ่งสรุปโดยภาพรวมปัจจัยทางด้านเทคโนโลยีส่งผลบวกต่อการทำธุรกิจการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.2.5 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)

(1) ความห่วงใยด้านสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นที่อยู่ในความสนใจ มากขึ้นเรื่อยๆ การใช้สารกันยุงที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดการใช้สารป้องกันยุง เป็นการลดการสร้างปัญหาสิ่งแวดล้อม เพราะการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กไม่ต้องผ่านกระบวนการผลิตแบบอุตสาหกรรม จึงมีจุดขายที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ

(2) ปัญหาขยะพลาสติก ในปัจจุบันเกิดจากพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดการใช้พลาสติกในปริมาณ มากขึ้น อีกทั้งพลาสติกส่วนมากมักเป็นรูปแบบของพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง (Single-Used Plastic) จึง เป็นสาเหตุให้เกิดขยะพลาสติกปริมาณมหาศาล ดังนั้นหากมีการประหยัดการใช้สารป้องกันยุงก็จะส่งผลให้ลดขยะพลาสติกที่ใช้บรรจุตามไปด้วย ซึ่งสรุปโดยภาพรวมปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้องส่งผลบวกต่อการทำธุรกิจการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก

6.2.6 ปัจจัยด้านระเบียบข้อกฎหมายเฉพาะ และมาตรการภาษี (Legal)

(1) กฎหมายการนำเข้า การนำเข้าอุปกรณ์ หรือสารเคมี เมื่อสินค้าถึงปลายทาง จะต้องติดต่อสายการเดินเรือหรือท่าอากาศยานเพื่อชำระค่าใช้จ่ายปลายทาง นำใบตราส่งสินค้าเปลี่ยนเป็นใบปล่อยสินค้า โดยรวมทั้งผ่านพิธีการศุลกากรขาเข้า ซึ่งพิธีการศุลกากรใช้ระบบดิจิทัลทั้งหมด บันทึกข้อมูลพร้อมลงลายมือชื่อในโปรแกรมส่งไปยังระบบคอมพิวเตอร์ของศุลกากร โดยการนำเข้ากรณีเภสัชเคมีภัณฑ์ เภสัชเคมีภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป เคมีภัณฑ์ และสินค้าที่ไม่สามารถแยกชนิดและคุณภาพได้โดยง่าย ต้องมีเอกสารใบรับรองการวิเคราะห์ของผู้ผลิตสินค้า (Certificate of Analysis) หรือเอกสาร รายละเอียดของสินค้า(Specification) หรือเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Material Safety Data Sheet) เพื่อแปลงเป็นใบขนสินค้าโดยอัตโนมัติ จากนั้นส่งสู่ระบบคอมพิวเตอร์ของกรมศุลกากรทางอินเตอร์เน็ต เมื่อศุลกากรได้รับข้อมูลเรียบร้อย ทำการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นในใบขนสินค้าได้แก่ ชื่อ ที่อยู่ผู้นำเข้า เลขประจำตัวผู้เสียภาษี พิกัดอัตราศุลกากร และราคาของสินค้า เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกต้องครบถ้วน ศุลกากรจะออกเลขที่ใบขนสินค้าให้ โดยแบ่งสินค้าออกเป็น 2 ประเภท

1. ใบขนสินค้าขาเข้าประเภทที่ไม่ต้องตรวจสอบพิธีการ (Green Line) สินค้าประเภทนี้ ผู้นำเข้านำใบขนสินค้าขาเข้าไปชำระภาษีอากรและวางประกันที่เกี่ยวข้องได้ทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ใบขนสินค้าขาเข้าประเภทที่ต้องตรวจสอบพิธีการ (Red Line) ส่วนสินค้าประเภทนี้ ผู้นำเข้าต้องนำใบขนสินค้าขาเข้าไปติดต่อกับหน่วยงานประเมินอากรของท่านที่นำเข้าสินค้านั้น ๆ ก่อนจนกลายเป็นสินค้าแบบ Green Line

เจ้าหน้าที่ตรวจและปล่อยสินค้า เป็น ขั้นตอนนำเข้าสินค้า ลำดับสุดท้าย ผู้นำเข้ายื่นใบขนสินค้าขาเข้ากับใบเสร็จรับเงินที่คลังสินค้าเพื่อปล่อยสินค้า เจ้าหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลของสินค้าเพื่อความถูกต้องโดยละเอียดอีกครั้ง เพื่อระบุว่าสินค้าดังกล่าวต้องผ่านการเปิดตรวจหรือยกเว้นการตรวจสินค้าที่ถูกปล่อยออกมาถูกขนส่งไปยังสถานที่ของผู้ประกอบการ เมื่อได้รับผู้ประกอบการควรตรวจสอบความเรียบร้อยของสินค้าทุกครั้ง

(1) พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๓๕ และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับรวมโดยสำนักคณะกรรมการกฤษฎีกา) กฎหมายวัตถุอันตรายเป็นกฎหมายที่ใช้ควบคุมเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ซึ่งเป็นวัตถุอันตราย ปัจจุบันมีหน่วยงานที่รับผิดชอบ 6 หน่วยงาน โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงานตามวัตถุประสงค์ของการนำวัตถุอันตรายไปใช้ดังนี้

1. กรมโรงงานอุตสาหกรรม รับผิดชอบวัตถุอันตรายที่นำไปใช้ในทางอุตสาหกรรม
2. กรมวิชาการเกษตร รับผิดชอบวัตถุอันตรายที่นำไปใช้ทางการเกษตร
3. กรมประมง รับผิดชอบวัตถุอันตรายที่นำไปใช้ทางการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
4. กรมปศุสัตว์ รับผิดชอบวัตถุอันตรายที่นำไปใช้ทางปศุสัตว์
5. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา รับผิดชอบวัตถุอันตรายที่นำไปใช้ในบ้านเรือน หรือ ทางสาธารณสุข
6. กรมธุรกิจพลังงาน รับผิดชอบวัตถุอันตรายที่เป็นก๊าซปิโตรเลียม

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 สาร Permethrin CAS No. 52645-53-1 เป็นวัตถุอันตรายประเภท 3 เว้นแต่ในส่วนที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมวิชาการเกษตรอยู่ใน บัญชี 5.1 หน้า 20 ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบกรมโรงงานอุตสาหกรรม โดยหากมีการผลิต การนำเขา การสงออก หรือการมีไวในครอบครองตองไดรับใบอนุญาต ซึ่งสรุปโดยภาพรวมปัจจัยทางด้านกฎหมายส่งผลลบต่อการเริ่มทำธุรกิจการเคลือบด้วย

ละอองขนาดเล็ก เพราะมีขั้นตอนในการขออนุญาตของสารเคลือบ แต่เมื่อผ่านแล้วก็จะส่งผลบวกเพราะเป็นการกีดกันคู่แข่งให้เข้าสู่ธุรกิจได้ยากขึ้นเช่นกัน

6.3 การวิเคราะห์สภาพการแข่งขันในอุตสาหกรรม (5 Forces Analysis)

6.3.1 ภัยจากคู่แข่งที่มีอยู่เดิมในตลาด (Rivalry among existing firms)

หากพิจารณาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคู่แข่งเดิมที่มีอยู่ในตลาด สารป้องกันยุง ปัจจุบันมีการแข่งขันที่ค่อนข้างสูง มีมากมายหลายรูปแบบ เชน ยาจุดกันยุง ยาฉีดกันยุง และโลชั่นทาปองกันยุง และมีหลากหลายยี่ห้อ อีกทั้งสามารถหาซื้อได้ง่าย จึงพิจารณาว่าภัยจากคู่แข่งที่มีอยู่เดิมในตลาดค่อนข้างสูง

6.3.2 อำนาจต่อรองของลูกค้า (The bargaining power of buyers)

เนื่องจากเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุงโดยใช้สารเพอร์เมทริน เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งานบนพื้นผิวเสื้อผ้า รวมทั้งเทคนิคการใช้งานที่เคลือบพื้นผิวผ้าด้านนอกโดยไม่ต้องใช้ทาหรือสัมผัสกับผิวหนังโดยตรง ทำให้ไม่เกิดอาการแพ้และระคายเคือง อีกทั้งประสิทธิภาพในการป้องกันยุงยาวนาน ซึ่งมีความแตกต่างจากการป้องกันยุงในปัจจุบันที่ต้องทา หรือฉีดพ่นใส่ผิวหนัง อาจทำให้เกิดอาการแพ้สารเคมี การจุดธูปกันยุง หรือการฉีดเสปรย์กันยุงในห้องอาจมีการสูดดมเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นการใช้เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุงจะสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าได้ว่าได้รับการปกป้องอย่างดี ดังนั้นการต่อรองราคาจึงไม่ใช่ปัจจัยที่ลูกค้าคำนึงถึงเป็นอันดับต้นๆ เนื่องจากผลิตภัณฑ์นับเป็นทางเลือกใหม่ในตลาด ภัยจากอำนาจการต่อรองจากลูกค้าจึงอยู่ในระดับปานกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.2.3 อำนาจต่อรองของผู้ผลิต หรือ ผู้จำหน่ายวัตถุดิบ (The bargaining power of suppliers)

เทคโนโลยีเครื่องสร้างละอองขนาดเล็ก Ultrasonic Atomizer ถูกใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรมรวมถึงด้านการแพทย์ หรือความงาม โดยปกติแล้วใช้สำหรับเติมน้ำแร่ธรรมชาติไว้สำหรับพ่นที่ใบหน้า โดยมีผู้ผลิตสินค้า OEM หลายราย รวมถึงลักษณะเครื่องมีหลากหลายแบบ นอกจากสามารถใช้เติมน้ำแร่เพื่อพ่นที่ใบหน้าแล้วยังสามารถนำใส่แอลกอฮอล์เพื่อใช้ทำความสะอาดมือได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามเครื่อง Ultrasonic Atomizer ยังไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย จึงต้องมีการสั่งซื้อมาจากต่างประเทศจึงพิจารณาว่าอำนาจต่อรองของผู้ผลิตอยู่ในระดับปานกลาง เพราะมีผู้ผลิตหลายที่และต้องเลือกโรงงานผลิตที่ต้องมีคุณภาพและสามารถปรับแต่งการใช้งานให้

เหมาะกับการนำมาใช้ในการฉีดพ่นเสื้อผ้ากันยุงได้ นอกเหนือจากนั้น สารไล่ยุงเพอร์เมทริน ต้องมีการสั่งซื้อมาจากต่างประเทศเช่นกัน แต่เนื่องจากเป็นสารที่ต้องควบคุมเนื่องจากเป็นสารอันตรายจึงพิจารณาว่าอำนาจต่อรองของผู้ผลิต อยู่ในระดับปานกลาง

6.2.4 ภัยจากสินค้าหรือบริการทดแทน (Threat of substitute products or services)

มีการแข่งขันระหว่างผู้ผลิตที่มีอยู่ในอุตสาหกรรม นอกเหนือจากสารป้องกันยุงประเภทต่างๆ ค่อนข้างมากนอกเหนือจาก ยาฉีดกันยุง และโลชั่นทาป้องกันยุงแล้ว ยังมีวิธีป้องกันยุงโดยวิธีอื่นๆ เช่น ยาจุดกันยุง เครื่องดักยุง การติดตั้งมุ้งลวด เครื่องสเปรย์สารไล่ยุงอัตโนมัติ เครื่องช็อตยุงไฟฟ้า จึงพิจารณาว่าภัยจากสินค้าหรือบริการทดแทน อยู่ในระดับค่อนข้างสูง

6.2.5 ภัยจากคู่แข่งหน้าใหม่ (Threat of new entrants)

จากการประเมินภัยคุกคามจากภัยจากคู่แข่งหน้าใหม่ พบว่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เนื่องจากสารป้องกันยุงมีหลากหลายชนิด รวมถึงปัจจุบันมีแนวโน้มที่สารสกัดจากธรรมชาติจะได้รับความนิยม แม้ในปัจจุบันสารเพอร์เมทรินจะสามารถนำเข้าจากต่างประเทศ หากในอนาคตบริษัทขนาดใหญ่ที่ผลิตสารกันยุงสนใจนำผลิตภัณฑ์นี้ไปขายจะทำให้ได้รับผลกระทบอย่างมากเนื่องจากกระบวนการผลิตอาจไม่ซับซ้อนมาก ในปัจจุบันคู่แข่งหรือบริษัทรายใหญ่ภายในประเทศยังไม่มีการใช้สารเพอร์เมทรินซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงได้ยาวนานมากกว่า จึงทำให้เป็นโอกาสในการก้าวนำตลาดและสร้างรายได้จากธุรกิจในช่วงเริ่มต้น และหากในอนาคตมีการวิจัยพัฒนาส่วนผสมของสารหรือพัฒนาตัวเครื่องให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานโดยมีฟังก์ชั่นที่จำเป็นและจดสิทธิบัตรได้ก็จะช่วยลดระดับความรุนแรงจากภัยในข้อนี้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.4 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค (SWOT Analysis)

6.4.1 จุดแข็ง (Strengths)

(1) เครื่อง Ultrasonic Atomizer สามารถสร้างละอองขนาดเล็กที่กระจายตัวได้สม่ำเสมอเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและราคาไม่สูง

(2) ละอองขนาดเล็กใช้สารป้องกันยุงต่อพื้นที่น้อยกว่ากระบอกฉีดน้ำแบบธรรมดาโดยจะเคลือบที่พื้นผิวโดยเคลือบเกาะพื้นผิวของผ้า ส่งผลให้ประหยัดสารเคมี เป็นการใช้สารอย่างคุ่มค่า

(3) สารเพอร์เมทรินเป็นสารที่ออกฤทธิ์ไล่ยุงและแมลงได้ยาวนานกว่า DEET

(4) สารเพอร์เมทรินเหมาะกับการใช้กับเสื้อผ้า และสิ่งทอต่างๆนอกนางเครื่องนุ่งห่มได้ เช่น ผ้าม่าน เต็นท์ มุ้ง เป็นต้น

(5) สามารถพกพาได้สะดวกใช้งานได้ง่ายทุกที่ทุกเวลา เช่น สามารถใช้ได้ที่บ้าน พกพาไปตามสถานที่ต่างๆ เช่น ไปเที่ยวน้ำตก ไปเดินป่า ในสวนหรือไร่ ที่มีแมลงชุกชุม

(6) บุคลากรมีความรู้ ความสามารถ มีความชำนาญทางด้านการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ด้านเทคโนโลยี

(7) ด้านการตลาด มีการประชาสัมพันธ์ และช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลาย

6.4.2 จุดอ่อน (Weaknesses)

(1) เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุงยังไม่เป็นที่รู้จักในตลาดป้องกันยุงจึงต้องเน้นเรื่องการรับรู้ของเทคโนโลยีและแบรนด์ของสินค้า

(2) ต้องนำเข้าสารเพอร์เมทรินซึ่งราคาอาจเพิ่มขึ้นตามอุปสงค์ที่เพิ่มมากขึ้น

(3) คุณภาพของเครื่อง Ultrasonic Atomizer อาจไม่ได้ตามที่กำหนดเนื่องจากเป็นการซื้อจากต่างประเทศ

(4) เครื่อง Ultrasonic Atomizer จะต้องทำการชาร์จเสมอ จึงจะสามารถใช้งานได้

(5) บริษัทมีรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ไม่หลากหลาย

(6) เทคโนโลยีไม่ซับซ้อนต้องมีการลงทุนวิจัยพัฒนาต่อ ซึ่งต้องใช้เงินทุนมากพอสมควร

6.4.2 โอกาส (Opportunities)

(1) ยุงเป็นพาหะนำเชื้อโรคมาสู่คนเสมอมา โดยเฉพาะฤดูฝนจะเป็นฤดูที่มีแหล่งเพาะพันธุ์ยุงมากจนทำให้เกิดโรคระบาด คือโรคไข้เลือดออกซึ่งจะทำให้สามารถจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้น และยังไม่มีวัคซีนในการป้องกันโรค วิธีการป้องกันตัวจากยุงกัดจึงเป็นสิ่งจำเป็น

(2) แนวโน้มของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ใส่ใจในสุขภาพมากขึ้น และแนวโน้มของ Smart Textile ที่ผู้บริโภคมีความรู้เรื่องการปรับปรุงคุณสมบัติของเสื้อผ้ามากขึ้น เช่น ผ้ากันน้ำ ผ้ากันเชื้อโรค จึงเป็นโอกาสของเสื้อผ้ากันยุงและแมลงในการเข้าสู่ตลาด

(3) การนำปัญหาของผู้บริโภคที่ต้องการผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่มีประสิทธิภาพยาวนานมากขึ้น และราคาไม่แพง มาสร้างนวัตกรรม เพื่อตอบสนองความต่อการของผู้บริโภค

(4) สามารถขยายตลาดไปยัง ลูกค้าที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ประโยชน์อย่างเฉพาะเจาะจงเพื่อป้องกันยุง เช่น นักท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ ที่กำลังมีแนวโน้มเติบโตขึ้น หรือกลุ่มประชากรที่มีการดำเนินชีวิตหรือประกอบอาชีพที่เสี่ยงตอการถูกยุงกัดไดงาย เชน พนักงานรักษาความปลอดภัย ชาวนา ชาวไร่ ชาวสวนยางพารา ทหาร ตำรวจ อาสาสมัคร รปภ. กรมป่าไม้ ฯลฯ เป็นการสร้างฐานลูกค้าใหม่นอกเหนือจากลูกค้าทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(5) นอกเหนือจากการป้องกันยุงแล้วยังมีโอกาสเพิ่มประเภทสินค้า โดยใช้สารเคมีที่อื่นๆ เช่น สารเคมีสำหรับพ่นที่พื้นผิว วัสดุต่างๆ เพื่อฆ่าเชื้อโรค

(6) ช่องทางการตลาดในปัจจุบันที่สามารถขายทาง Online ได้อย่างสะดวก

6.4.3 อุปสรรค (Threats)

(1) ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงมีคู่แข่งขันค่อนข้างมาก อาทิ สเปรย์กันยุง, เครื่องดักยุง, ไม้ตียุงไฟฟ้า, สเปรย์กำจัดแมลง และ ยาจุดกันยุง

(2) ปัญหาความไม่แน่นอนทาง การเมือง เศรษฐกิจที่ถดถอย และค่าแรงงานทีเพิ่มขึ้น และปัญหาโรคระบาดอาจทำให้ Supply Chain เกิดการชะงักได้

(3) อาจถูกลอกเลียนแบบได้ง่ายเพราะเทคโลโลยีต้นแบบยังมีความซับซ้อนน้อย

(4) ในช่วงที่วัตถุดิบขาดตลาดทำให้อำนาจการต่อรองของผู้ขายวัตถุดิบมีมากขึ้น ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น

(5) ลูกค้ามีทางเลือกที่หลากหลายในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กันยุง เช่น ประเภทฉีดพ่นโดยตรงใส่ผิวหนัง ประเภทยาจุดกันยุง ประเภทสเปรย์กำจัดยุงแบบกระป๋องอัดแก๊ส

(6) ลูกค้ามีแนวโน้มให้ความสำคัญในเรื่องสารสกัดจากธรรมชาติมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 7
การนำเทคโนโลยีออกสู่เชิงพาณิชย์

7.1 การวางแผนทางการตลาด

เมื่อนำผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยภายใน ปัจจัยภายนอก และการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านพฤติกรรมการซื้อและการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง ทั้งในด้านผลิตภัณฑ์ วิธี/ผลิตภัณฑ์กันยุงที่เลือกใช้ ความถี่ในการเลือกใช้ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และช่องทางสื่อสารการตลาด พบว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งในการวางกลยุทธ์และ แผนปฏิบัติการที่เหมาะสม สำหรับการวางจำหน่ายเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้ากันยุง ผลการศึกษามีส่วนช่วยให้สามารถเลือกใช้เครื่องมือสื่อสารการตลาดได้อย่างเหมาะสม เพื่อสื่อสารให้ ลูกค้าทราบเกี่ยวกับคุณสมบัติที่คาดหวัง และเลือกช่องทางจัดจำหน่ายที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการซื้อของกลุ่มเป้าหมาย

7.1.1 วัตถุประสงค์ทางการตลาด

วัตถุประสงค์ทางการตลาด แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

(1) ระยะสั้น (ภายใน 1 ปี) คือ สร้างการรับรู้ตราสินค้า 10% จากกลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากเป็นสินค้าใหม่ จึงจำเป็นต้องสร้างการรับรู้ให้ผู้บริโภคทราบถึงคุณสมบัติและประสิทธิภาพเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง โดยในช่วงปีแรก มีกลุ่มเป้าหมายในประเทศ

(2) ระยะกลาง (ภายใน 3 ปี) คือ สร้างการรับรู้ตราสินค้า 30% จากกลุ่มเป้าหมาย และ มียอดขายเพิ่มขึ้น 30 % ต่อปี โดยวางแผนขยายธุรกิจไปยังกลุ่มประเทศ CLMV ได้แก่ ประเทศกัมพูชา (Cambodia) สปป.ลาว (Lao PDR) เมียนมา (Myanmar) และเวียดนาม (Vietnam) เนื่องจาก แม้ว่าเศรษฐกิจโลกในปัจจุบันมีทิศทางชะลอตัวลง แต่ประเทศเหล่านี้สามารถเติบโตได้อย่างโดดเด่นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา แม้ว่าเมียนมาจะประสบปัญหาทางการเมือง แต่จะทำการประเมินสถานการณ์ต่อไป เพื่อสร้างความมั่นคงในการดำเนินธุรกิจ และสร้างรายได้อย่างยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.1.2 กลยุทธ์การกำหนดตลาดกลุ่มเป้าหมาย (STP: Market Strategy)

กลยุทธ์การกำหนดตลาดกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย การแบ่งส่วนการตลาด (Segmentation) การเลือกตลาดเป้าหมาย (Targeting) และการกำหนดจุดยืน (Positioning)

(1) การแบ่งส่วนตลาด (Segmentation) เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง เลือกแบ่งส่วนการตลาดตามประเภทของ สารป้องกันยุง จากมูลค่าตลาดประมาณ 4,500 ล้านบาท โดยจะอยู่ในส่วนของกลุ่มสเปรย์ทากันยุงซึ่งมีมูลค่าเป็น 15% ของมูลค่าตลาดทั้งหมด และมีโอกาสขยายตลาดในกลุ่มยาจุดกันยุงซึ่งมีมูลค่าเป็น 30% ของมูลค่าตลาดทั้งหมด เนื่องจากผู้ใช้งานต้องการป้องกันการถูกยุงกัดโดยไม่ได้ต้องการกำจัดยุง โดยเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กจัดอยู่ในกลุ่มสเปรย์เพื่อกันยุงเป็นหลัก แต่ก็สามารถใช้ทดแทนได้ทุกผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง

ภาพที่ 7.1 มูลค่าตลาดผลิตภัณฑ์กำจัดยุงในประเทศไทย

ที่มา: BrandAge : ตลาดพิฆาตยุง จุด ฉีด ทา 4,500 ล้านบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) การเลือกกลุ่มเป้าหมาย (Targeting) ใช้หลักประชากรศาสตร์ (Demographic) ร่วมกับพฤติกรรมและวิถีชีวิต (Behavior & Lifestyle) แล้วจึงเลือกตลาดเป้าหมายจากตลาดที่แบ่งเป็นหลายส่วน (Segment Market) โดยเจาะกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 25 – 35 ปี ที่ชอบทำกิจกรรมนอกบ้าน เช่นการเดินป่า ตั้งแคมป์ และกลุ่มที่ต้องมีการออกจากบ้านทุกวัน ทำงานในตอนกลางคืน เช่น รปภ. ตำรวจ ทหาร พ่อค้าแม่ค้า หรือเกษตรกรที่ทำงานในสวนในไร่ซึ่งมีโอกาสถูกยุงกัด หรือคนที่ชอบทำกิจกรรมยามว่างนอกบ้าน เช่น ออกกำลังกาย ทำสวนหย่อม ปลูกต้นไม้ และนิยมการใช้งานอินเทอร์เน็ตและสื่อสังคมออนไลน์เป็นประจำ

(3) การกำหนดตำแหน่งทางการตลาด (Positioning) เมื่อวิเคราะห์ กลุ่มเป้าหมาย และการเปรียบเทียบคู่แข่งทางการตลาด จึงเลือกวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์โดยมุ่งเน้นในเรื่องสามารถใช้งานได้นอกบ้าน พกพาสะดวก มีปากกรวยครอบขณะพ่นละอองเพื่อป้องกันละอองพัดปลิวขณะพ่นประสิทธิภาพการใช้งานได้ในระยะเวลานาน และสามารถฉีดพ่นใส่เสื้อผ้าโดยไม่ต้องใช้สารสัมผัส

ผิวหนังโดยตรง ซึ่งในปัจจุบันมีสินค้าในลักษณะเดียวกันในต่างประเทศแต่เป็นในรูปแบบของกระบอกสเปรย์แบบทั่วไป แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนักในไทย และไม่มีการทำการตลาดภายในประเทศไทย

ภาพที่ 7.2 แสดง Positioning ของผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในตลาด

การเปรียบเทียบคู่แข่งทางธุรกิจ

ตารางที่ 7.1 ตารางข้อมูลเปรียบเทียบคู่แข่งทางธุรกิจผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในตลาดประเทศไทย

ผลิตภัณฑ์	สารเคมีที่ใช้	ประเภท /การใช้งาน	ระยะเวลาในการป้องกัน	ปริมาณ	ราคา
Kindee	น้ำมันดอกยูคาลิปตัส, ลาเวนเดอร์	โลชั่นกันยุงออร์แกนิก + กลิ่นลาเวนเดอร์	3 ชั่วโมง	60 มิลลิลิตร	150 บาท
Off family ออฟ แฟมิลี่ โลชั่นกันยุง	สาร DEET	ออฟ! แฟมิลี่ โลชั่นทากันยุง	6 ชั่วโมง	50 มิลลิลิตร	50 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

 Off active spray ออฟ แอคทีฟ สเปรย์กันยุง	สาร DEET	ออฟ อินเซคท์ สเปรย์กันยุงและแมลงบินตัวเล็กๆ	6 ชั่วโมง	6 ออนซ์ (170กรัม)	135 บาท
 สกีโทลีนเสปรย์	น้ำมันตะไคร้หอม	สเปรย์กันยุง	7 ชั่วโมง	40 มิลลิลิตร	48 บาท
 ซอฟเทลสเปรย์	สาร DEET	สเปรย์กันยุง	7 ชั่วโมง	30 มิลลิลิตร	35 บาท
 Thermacell เครื่องไล่ยุงไฟฟ้า รุ่น MR300	N/A	เครื่องไล่ยุงไฟฟ้า	4 ชม. ต่อ 1 แผ่น	แก๊ส 1 หลอดและแผ่นไล่ยุง 3 แผ่น	990 บาท
 Thermacell เครื่องไล่ยุง รุ่น Backpacker	N/A	เครื่องไล่ยุงไฟฟ้า	4 ชม. ต่อ 1 แผ่น	แก๊ส 1 หลอดและแผ่นไล่ยุง 4 แผ่น	1590 บาท
 MAMA CHAN	น้ำมันตะไคร้หอม,น้ำมันหอมระเหยมะนาว, น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส	แผ่นแปะกันยุง	12 ชั่วโมง	30 แผ่น	140 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	, น้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์,น้ำมันหอมระเหยมิ้นท์				
	Permethrin	เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง	ป้องกันได้สูงสุด 6 สัปดาห์	เครื่องพ่น+สารไล่ยุง 200 มิลลิลิตร	280
 PERMETHRIN INSECT REPELLENT FOR CLOTHING	Permethrin	สเปรย์พ่นละอองสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง	ป้องกันได้สูงสุด 6 สัปดาห์ หรือ ซัก 6 ครั้ง	12 ออนซ์	13 USD. ประมาณ 400 บาท

7.1.3 ส่วนผสมทางการตลาด (4P: Marketing Mix)

(1) ผลิตภัณฑ์ (Product)

เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กเพื่อประยุกต์ใช้สำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง มีความแตกต่างจากการป้องกันยุงโดยการฉีดเสปรย์ทั่วไปที่ใช้ในประเทศไทยเนื่องจากเน้นฉีดพ่นลงเสื้อผ้าเพื่อไม่ให้สารเคมีสัมผัสผิวหนัง และใช้อุปกรณ์เครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก เพื่อช่วยให้ประหยัดการใช้สารเคมีและทำให้ไม่ซึมผ่านเนื้อผ้า ทำให้ผู้ใช้งานไม่สัมผัสสารเคมี และด้วยคุณสมบัติของเพอร์เมทรินเมื่อฉีดพ่นบนเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุงยุง แต่ไม่มีผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์หากใช้อย่างเหมาะสม เป็นสารออกฤทธิ์ที่ใช้ในเสื้อผ้าได้รับการพัฒนาโดยกองทัพสหรัฐอเมริกา เพื่อปกป้องทหารจากแมลงในป่า โดยบรรจุเป็นขวดสเปรย์จำนวน 2 ขนาด เพื่อจำหน่ายให้กับลูกค้า ได้แก่

1. เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กพร้อมสารเพอร์เมทริน ปริมาณ 200 มิลลิลิตร
2. สารเพอร์เมทรินชนิดเติมขนาดเล็ก ปริมาณ 150 มิลลิลิตร

(2) ราคา (Price)

ใช้กลยุทธ์การตั้งราคาจากราคาขายของสินค้าโดยต้องการกำไรเฉลี่ยร้อยละ 25 ของราคาขาย ซึ่งในช่วงเริ่มต้นของธุรกิจที่ค่อนข้างมีความเสี่ยงสูง จึงเลือกใช้การผลิตแบบรับจ้างผลิตสารเคมี แทนการลงทุนซื้อเครื่องจักรรวมทั้งการผลิตเอง ทำให้มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 0.67 บาทต่อมิลลิลิตร โดยรวมราคาสินค้าต่อหน่วย สูงกว่าคู่แข่งในต่างประเทศเล็กน้อย เพื่อสร้างกำไรในช่วงที่ยังไม่มีคู่แข่ง เนื่องจากในปัจจุบัน ยังไม่มีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กเพื่อสารกันยุงสำหรับผ้ากันยุงในประเทศไทย จึงกำหนดราคาสินค้าดังนี้

1. เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กพร้อมสารเพอร์เมทริน ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ราคา 280 บาท
2. สารเพอร์เมทรินชนิดเติมขนาดเล็ก ปริมาณ 150 มิลลิลิตร ราคา 120 บาท

(3) ช่องทางจัดจำหน่าย (Place)

ในช่วงการเปิดบริษัทใหม่ จะดำเนินการจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในเว็บไซต์ของบริษัท และช่องทางออนไลน์ต่างๆ เช่น Facebook Fanpage, Lazada, Shopee, Line@ เป็นต้น รวมทั้งการ ร่วมงานแสดงสินค้าที่เกี่ยวข้องกับลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย เช่น นักท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ หรือกลุ่มประชากรที่มีการดำเนินชีวิตหรือประกอบอาชีพที่เสี่ยงต่อการถูกยุงกัดได้ง่าย เช่น พนักงานรักษาความปลอดภัย ชาวนา ชาวไร่ ชาวสวนยางพารา ทหาร ตำรวจ อาสาสมัคร รปภ. กรมป่าไม้ เป็นต้น

ส่วนในช่องทางการจำหน่ายแบบออฟไลน์ จะเริ่มดำเนินการหลังสร้างการรับรู้ของตราสินค้าประมาณ 3-6 เดือน เนื่องจากสินค้ายังไม่ค่อยเป็นที่รู้จัก โดยจะวางจำหน่ายตามร้านสะดวกซื้อทั่วไป ซุปเปอร์มาร์เก็ต รวมถึงร้านค้าต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย เช่น แหล่งท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ หรือจำหน่ายแบบ B2G ให้กับหน่วยงานภาครัฐของทหาร ตำรวจ ที่บริเวนชายแดน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(4) การส่งเสริมการตลาด (Promotion)

การจัดโปรแกรมส่งเสริมการตลาด จะจัดผ่านช่องทางออนไลน์ ร้านสะดวกซื้อ หรือห้างซุปเปอร์มาร์เก็ตที่มีการจัดโปรโมชั่นตามฤดูกาล หรือเทศกาลต่างๆ เป็นต้น โดยใช้กลยุทธ์ในการสร้างการรับรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และตราสินค้า การสื่อสารจุดแตกต่างของผลิตภัณฑ์จากคู่แข่งอื่น ๆ ผ่านช่องทางออนไลน์ที่กำลังเป็นที่สนใจของคนในปัจจุบัน โดยเน้นในส่วนของ Facebook Fanpage, Youtube, Instagram, Tiktok และ Google Adwords และใช้ Influencer เช่น ด้านท่องเที่ยวแบบเดินป่า ช่วยสร้างกระแสในช่วงแรก โดยจะสื่อสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ สร้างความเชื่อมั่นในตัวผลิตภัณฑ์จน และทำให้มีความน่าสนใจ และรับรู้ถึงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ ผ่านการทำการตลาดที่ใช้ Influencer หรือผู้มีอิทธิพลบนโลกออนไลน์ที่มีผู้ติดตามจำนวนมาก และมีบุคลิกที่เข้ากับ

ผลิตภัณฑ์เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง เพื่อโน้มน้าวให้ผู้ที่ติดตามรับรู้ถึงสิ่งที่กำลังทำการตลาด และเป็นการเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคจำนวนมาก

นอกเหนือจากนั้นสิ่งที่จะทำให้ธุรกิจเติบโตอย่างยั่งยืน คือ ความน่าเชื่อ การบริการหลังการขายที่ดี เพราะพฤติกรรมของผู้บริโภคผ่านการซื้อของแบบออนไลน์ เมื่อเชื่อถือตราสินค้าใดแล้ว จะแนะนำบอกต่อผ่านการรีวิว หรือ แนะนำให้คนรู้จัก ซึ่งการสร้างความต่างให้ตราสินค้านี้ เกิดจากการสร้างคอนเทนต์, การบรรจุหีบห่อเพื่อช่วยเพิ่มมูลค่า, ข้อเสนอพิเศษ และบริการที่แตกต่างกัน

ในเรื่อการตั้งราคาขายจะมีการ ตั้งช่วงราคาที่มีหลายราคา (Dynamic price) และเลือกใช้แต่ละราคาให้เหมาะสม โดยพิจารณาจากคู่แข่ง, ฤดูกาล และภาวการณ์แข่งขัน เพราะพฤติกรรมผู้บริโภคที่ช้อปปิ้งสินค้าออนไลน์จะหมั่นเปรียบเทียบราคาสินค้าอยู่เสมอ

นอกจากนี้มีการส่งเสริมการตลาดผ่านช่องทางการร่วมงานแสดงสินค้า ที่ร่วมงานแสดงสินค้าที่เกี่ยวข้องกับลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย เช่น นักท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ หรือกลุ่มประชากรที่มีการดำเนินชีวิตหรือประกอบอาชีพที่เสี่ยงต่อการถูกยุงกัด ให้กลุ่มเป้าหมายเกิดความเชื่อมั่นและเกิดความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ รวมทั้งเป็นการสร้างการรับรู้ถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์อีกทางหนึ่งด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.2 การดำเนินการและการบริหารจัดการ

7.2.1 กิจกรรมหลัก (Primary Activities)

เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การตลาดและการขนส่งสินค้าไปสู่ผู้บริโภค เพื่อการพัฒนาคุณภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงสุด สามารถลดต้นทุนการผลิต หรือค่าใช้จ่ายของบริษัทได้แบบมีนัยสำคัญ หรือมีความได้เปรียบในด้านการแข่งขันเมื่อเทียบกับคู่แข่ง มีกิจกรรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) ด้านโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics)

การจัดหาวัตถุดิบ เช่น เครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก สาร เพอร์เมทริน และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิตสินค้า โดยในช่วงเริ่มต้นธุรกิจจำเป็นจะต้องใช้เงินลงทุนสูงในการลงทุนในเครื่องจักรการผลิต และยังเป็นธุรกิจใหม่ซึ่งมีความเสี่ยงสูง จึงใช้การจัดหาโรงงานรับจ้างผลิต (Original Equipment Manufacturing - OEM) เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง โดยไม่ต้องมีโรงงานเป็นของตัวเอง และเป็นการง่ายหากต้องมีการเปลี่ยนลักษณะหรือกลยุทธ์ทางธุรกิจ รวมทั้งมีผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาทางการผลิตช่วยดูแลเนื่องจากในช่วงเริ่มต้นอาจยังมีปริมาณการผลิตไม่มาก การผลิตในปริมาณที่ต่ำอาจทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง

(2) ด้านการผลิตและการดำเนินงาน (Operations)

วางแผนและดำเนินการโดยคัดเลือกโรงงานรับจ้างผลิต ที่มีมาตรฐานและคุณภาพ รวมทั้งมีต้นทุนการผลิตที่สามารถแข่งขันในตลาดได้ และมีการจัดทำสัญญาว่าจ้างการผลิตเพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ ความลับทางการค้า และคุณภาพการผลิต ให้สอดคล้องกับกฎหมายและมีการจดสิทธิบัตรเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กเพื่อปกป้องทรัพย์สินทางปัญญา

(3) ด้านโลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics)

การเก็บรักษาสินค้าและจัดส่งสินค้า วางแผนการจัดการให้พอดีกับความต้องการภายใน 2 สัปดาห์ เพื่อประหยัดต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า โดยวางแผนการสั่งผลิตสินค้าจากโรงงานรับจ้างผลิต และการจัดการคลังสินค้านั้นจะต้องมีการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ และการจ่ายสินค้าอาศัยหลักการเข้าก่อนออกก่อนเพื่อรักษาคุณภาพและลดต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า และทางบริษัทฯ ได้จัดซื้อยานพาหนะสำหรับการขนส่ง และจัดจ้างผู้ขนส่งภายนอกสำหรับขนส่งสินค้าไปยังลูกค้า

(4) ด้านการตลาดและการขาย (Marketing and Sales)

กระบวนการทางการตลาดตามที่กล่าวไปข้างต้นในส่วนของการวางแผนการตลาด กระตุ้นยอดขายผ่านสังคมออนไลน์ โดยเน้นการสื่อสารให้ความรู้ ความเข้าใจ เพื่อสร้างความเชื่อมั่น ควบคู่กับกิจกรรมจูงใจให้เกิดการใช้ผลิตภัณฑ์ครั้งแรก โดยการจัดโปรส่งเสริมการขายในทุกเดือน เช่น การจัดโปรโมชั่น Flash Sale มอบของสมนาคุณเมื่อลูกค้ารีวิวผลิตภัณฑ์ชวนเพื่อนมาให้ทดลองใช้ ผ่านช่องทางการจำหน่ายแบบออนไลน์ ซึ่งทาการตลาดผ่าน Facebook Fanpage, Youtube, Instagram และ Tiktok

(5) ด้านการให้บริการ (Service)

ครอบคลุมการให้บริการหลังการขายเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า แนะนำวิธีการใช้งานพร้อมบอกสรรพคุณผ่านคลิป Tiktok, Youtube และการเปิดช่องทางให้ลูกค้าสามารถสนทนาโดยตรงผ่าน Facebook Messenger, Lin@ เพื่อสอบถาม ให้ความเห็น ติชมเพื่อการพัฒนา สินค้าและผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งโพสต์วิธีการใช้เครื่องพ่นละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้าเพื่อป้องกันยุง และประสิทธภาพของผลิตภัณฑ์

7.2.2 กิจกรรมสนับสนุน (Support Activities)

(1) ด้านการบริหารจัดการ (Firm Infrastructure)

โครงสร้างพื้นฐานขององค์กร ระบบการเงิน และการบริการจัดการ ใช้ระบบบัญชีออนไลน์ ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จากทุกที่ โปรแกรมสามารถออกใบเสนอราคา เปิดบิลขาย ออกใบเสร็จ และใบกำกับภาษี สร้างใบแจ้งหนี้ใบวางบิล รับสินค้าเข้าสต๊อก ปิดงบบัญชี ส่งเอกสารให้ลูกค้า สามารถดาวน์โหลดได้ทันที ลดการใช้กระดาษในกระบวนการทั้งหมด ทำงานผ่านระบบออนไลน์ 24 ชั่วโมง ช่วยให้การติดต่อสื่อสารสะดวกรวดเร็ว

(2) ด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ (Human Resource Management)

การวางแผนบริหารทรัพยากรบุคคล เน้นที่การจัดจ้างผู้ให้บริการภายนอก (Outsourcing) ทั้งในส่วนของการจัดส่งสินค้า การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการถ่ายภาพประชาสัมพันธ์โดยมืออาชีพ เพื่อลดต้นทุนคงที่

(3) ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี (Technology Development)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การใช้เทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า เช่น การให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ผ่าน Facebook Fanpage ของผลิตภัณฑ์ วิธีการใช้งานใน Youtube และสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้าผ่านการสนทนาและ การรับออเดอร์ออนไลน์ ผ่านช่องทางต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความมั่นใจและให้ความสะดวกแก่ลูกค้า นอกจากนั้นยังมุ่งเน้นใช้เทคโนโลยีให้มีการปรับปรุงกระบวนการ พัฒนาและวิจัยสินค้าเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า รวมทั้งวางแผนสำหรับการลงทุนในเครื่องจักรการผลิตเพื่อลดต้นทุนสินค้าขายให้สามารถแข่งขันได้ในต่างประเทศ

(4) ด้านการจัดซื้อ (Procurement)

การจัดซื้อจัดหาวัตถุดิบเพื่อใช้ในกิจกรรมหลัก ช่วยสนับสนุนบริษัทในด้านต้นทุน ทั้งในส่วนของการเลือกและจัดหาโรงงานรับผลิต การทำสัญญาจัดซื้อ สัญญาจัดจ้างต่าง ๆ กับโรงงาน รวมถึงคู่ค้า และลูกค้า โดยเน้นเรื่องความโปร่งใสและสามารถตรวจสอบได้ เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิตเพื่อทำให้บริษัทสามารถควบคุมต้นทุนการผลิตได้ ใช้การทำสัญญาระยะยาวกับผู้จำหน่ายวัตถุดิบที่จำเป็นต้องใช้เป็นประจำเพื่อความมั่นคงของ ราคาวัตถุดิบ คุณภาพวัตถุดิบ ปริมาณที่จะได้รับ และแหล่งวัตถุดิบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.3 ความเป็นไปได้ทางการเงิน

7.3.1 สมมติฐานทางการเงิน (Financial Assumption)

(1) โครงสร้างเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเริ่มต้นโครงการ: โครงสร้างและแหล่งที่มาของเงินทุน จำนวนทั้งสิ้น 3 ล้านบาท มาจากเงินทุนจากส่วนของเจ้าของ จำนวน 3 ล้านบาท

ตารางที่ 7.2 เงินลงทุนเริ่มต้นในการดำเนินโครงการ

รายการ	**ทุนเจ้าของ**	**เงินกู้**	**รวมมูลค่า**
ค่าจดทะเบียนบริษัท	6,000		6,000
การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์	400,000		400,000
เงินทุนหมุนเวียน ใช้ในการจ้างผู้ผลิต ผลิตสินค้า OEM	2,095,000		2,095,000
ค่าใช้จ่ายการตลาดในช่วงปีแรก	254,000		254,000
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ อาทิ ค่าใช้จ่ายก่อนการเริ่มธุรกิจ	245,000		245,000
รวม	**3,000,000**		**3,000,000**

(2) ประมาณการยอดขายและรายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 7.3 ประมาณการยอดขาย

ประมาณการยอดขาย	**ชุดสเปรย์เริ่มต้น (เครื่องพ่น + สารไล่ยุงขนาด 200 มิลลิลิตร)**	**ขวดสารไล่ยุงชนิดเติม (ขนาด 150 มิลลิลิตร)**
จำนวนยอดขายต่อเดือน	6,792	679
ราคาต่อชุด	280	120
ยอดขายต่อเดือน	1,901,760	81,480
ยอดขายต่อปี	22,821,120	977,760

หมายเหตุ ประมาณการยอดขายเพิ่มขึ้นปีที่ 2, 3 ปีละ 10% ปีที่ 4 ปีละ 20% และ ปีที่ 5 ปีละ 30%

ตารางที่ 7.4 ประมาณการรายได้จากการขายสินค้า

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้จากการขาย (บาท)	23,798,000	26,177,800	28,795,580	34,554,696	44,921,105
ประมาณการลูกหนี้การค้า (บาท)	1,983,167	2,181,483	2,399,632	2,879,558	3,743,425
เงินสดรับจากการขายสินค้า (บาท)	21,814,833	23,996,317	26,395,948	31,675,138	41,177,679

(3) ประมาณการค่าใช้จ่าย แบ่งเป็นต้นทุนส่วนผันแปร และต้นทุนคงที่ ดังนี้

การตัดค่าเสื่อมราคา คิดค่าเสื่อมราคา 5 ปี จากรถกระบะ มูลค่าเริ่มต้น 750,000 บาท คิดเป็นค่าเสื่อมต่อปี 150,000 บาทต่อปี เป็นเวลา 5 ปี

ตารางที่ 7.5 ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร

ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร	บาท/เดือน	จำนวน	ค่าใช้จ่ายต่อเดือน	ค่าใช้จ่ายต่อปี
CEO	30,000	1	30,000	360,000
CMO	25,000	1	25,000	300,000
พนักงานบัญชี (Freelance)	1,500	1	1,500	18,000
ค่าเช่าสำนักงาน	25,000	1	25,000	300,000
ค่าวิจัยและพัฒนา	30,000	1	30,000	360,000
ค่าน้ำ-ค่าไฟ	5,000	1	5,000	60,000
ค่าโทรศัพท์	2,000	1	2,000	24,000
ค่าการตลาดออนไลน์	20,000	1	20,000	240,000
รวมทั้งสิ้น			**138,500**	**1,662,000**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.3.2 นโยบายทางการเงิน

ตารางที่ 7.6 สมมติฐานการเปลี่ยนแปลงทางการเงินในช่วง 5 ปี

รายการ	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
ปริมาณการขายเพิ่มขึ้น (%)	0%	10%	10%	20%	30%
ราคาขายเพิ่มขึ้น (%)	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม
ต้นทุนขายเพิ่มขึ้น (%)	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม
ค่าใช้จ่ายในการขายเพิ่มขึ้น (%)	0%	0%	5%	10%	10%
ค่าใช้จ่ายในการบริหารเพิ่มขึ้น (%)	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม	คงเดิม

ตารางที่ 7.7 นโยบายทางการเงิน

รายการ	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
ระยะเวลาการเก็บสินค้าคงเหลือ	เก็บสินค้าคงคลังให้เพียงพอกับปริมาณการขาย 1 เดือน				
การเรียกเก็บเงินจากลูกหนี้การค้า	ระยะเวลาการเก็บเงินลูกค้า 30 วัน				
ระยะเวลาการจ่ายเงินแก่เจ้าหนี้การค้า	ระยะเวลาการชำระหนี้แก่โรงงาน OEM 30 วัน				
นโยบายการจ่ายเงินปันผลให้แก่ผู้ถือหุ้น	เริ่มจ่ายในปีที่ 1 ปันผล 20% ของ กำไรสุทธิ				
เงินสดสำรองภายในกิจการ	1,000,000 บาท				
วงเงินสินเชื่อระยะสั้นที่ขอกู้-เงินเบิกเกินบัญชี(O/D)	-				
วงเงินสินเชื่อระยะยาว	-				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.3.3 งบการเงิน

(1) งบกำไรขาดทุน (Income Statement)

ตารางที่ 7.8 งบกำไรขาดทุน (Income Statement)

งบกำไรขาดทุน (Income Statement)	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
ยอดขาย (Sales)	23,798,000	26,177,800	28,795,580	34,554,696	44,921,105
ต้นทุนสินค้าขาย (Cost of goods sold)	16,815,500	18,486,250	20,324,075	24,367,290	31,645,077
กำไรขั้นต้น (Gross Profit)	6,982,500	7,691,550	8,471,505	10,187,406	13,276,028
ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร (SG&As)	1,676,000	1,676,000	1,676,000	1,676,000	1,676,000
กำไรก่อนจ่ายดอกเบี้ยและภาษี (EBIT)	5,156,500	5,865,550	6,645,505	8,361,406	11,450,028
ค่าใช้จ่ายดอกเบี้ย (Interest Expense)	-	-	-	-	-
กำไรก่อนจ่ายภาษี (EBT)	5,156,500	5,865,550	6,645,505	8,361,406	11,450,028
ภาษีจ่าย Tax (20%)	1,031,300	1,173,110	1,329,101	1,672,281	2,290,006
กำไรสุทธิ (Earning after Tax, Net Profit)	4,125,200	4,692,440	5,316,404	6,689,125	9,160,022
เงินปันผลจ่าย (Dividend Payment)	825,040	938,488	1,063,281	1,337,825	1,832,004
บวกกลับ กำไรสะสม (Addition to Retained Earning)	3,300,160	3,753,952	4,253,123	5,351,300	7,328,018

(2) งบดุลหรืองบแสดงฐานะทางการเงิน (Balance Sheet)

ตารางที่ 7.9 งบดุล (Balance Sheet)

งบดุล (Balance Sheet)	-	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
สินทรัพย์ (Assets)						
เงินสดหรือสินทรัพย์เทียบเท่าเงินสด (Cash)	3,000,000	4,104,002	7,812,218	12,000,032	17,027,651	23,653,043
ลูกหนี้การค้า (Account Recievable)		1,983,167	2,181,483	2,399,632	2,879,558	3,743,425
สินค้าคงคลัง (Inventory)		2,793,583	3,072,042	3,378,346	4,052,215	5,265,180
สินทรัพย์หมุนเวียนรวม (Total Current ASSETS)		8,880,752	13,065,743	17,778,009	23,959,424	32,661,648
สินทรัพย์ถาวร (Fixed Assets)						
สินทรัพย์ถาวรก่อนหักค่าเสื่อม (Gross)	-	-	-	-	-	-
ค่าเสื่อมราคาสะสม (Accumulated Depreciation)		150,000	300,000	450,000	600,000	750,000
สินทรัพย์ถาวรสุทธิ (Net Fixed Assets)		(150,000)	(300,000)	(450,000)	(600,000)	(750,000)
สินทรัพย์รวม (Total Assets)		**8,730,752**	**12,765,743**	**17,328,009**	**23,359,424**	**31,911,648**

หนี้สินและส่วนของเจ้าของ	**-**	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
เจ้าหนี้การค้า (Account Payable)		1,392,292	1,531,521	1,684,673	2,021,608	2,628,090
ค่าใช้จ่ายค้างจ่าย (Accruals)		1,038,300	1,180,110	1,336,101	1,679,281	2,297,006
เงินกู้ยืมระยะยาวครบกำหนดใน 1 ปี (L/T Due within 1 year)		-	-	-	-	
หนี้สินหมุนเวียนรวม (Total Current Liabilities)		2,430,592	2,711,631	3,020,774	3,700,889	4,925,095
หนี้สินระยะยาว (Long-Term Debt)	-	-	-	-	-	-
ส่วนของเจ้าของ (Equity Shareholders)	**-**	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
ทุนจดทะเบียนชำระแล้ว (Paid up capital)	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
กำไรสะสม (Retained Earning)		3,300,160	7,054,112	11,307,235	16,658,535	23,986,553
รวมส่วนของเจ้าของ (Total Shareholder Equity)		6,300,160	10,054,112	14,307,235	19,658,535	26,986,553
รวมหนี้สินกับส่วนของเจ้าของ (Total Liabilities&Equity)		**8,730,752**	**12,765,743**	**17,328,009**	**23,359,424**	**31,911,648**

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(3) งบกระแสเงินสด (Cash Flow Statement)

ตารางที่ 7.10 งบกระแสเงินสด (Cash Flow Statement)

งบกระแสเงินสด (Cash Flow Statement)	**-**	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน (Cash Flow from Operation)						
กำไรสุทธิ (Net Income)		4,125,200	4,692,440	5,316,404	6,689,125	9,160,022
บวกกลับค่าเสื่อมราคา (Depreciation)		150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
เพิ่มลดของลูกหนี้การค้า (Increase)Decrease Account Rec.		(1,983,167)	(198,317)	(218,148)	(479,926)	(863,867)
เพิ่มลดของสินค้าคงคลัง (Increase)Decrease Inventory		(2,793,583)	(278,458)	(306,304)	(673,869)	(1,212,965)
เพิ่มลดของเจ้าหนี้การค้า Increase(Decrease) Account Payable		1,392,292	139,229	153,152	336,935	606,482
เพิ่มลดของค่าใช้จ่ายค้าจ่าย Increase(Decrease) Accruals		1,038,300	141,810	155,991	343,180	617,724
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน (Net Cash Flow from Operation)		**1,929,042**	**4,646,704**	**5,251,095**	**6,365,444**	**8,457,397**
กระแสเงินสดจากการลงทุน (Cash Flow from Investment)						
เพิ่มลดของสินทรัพย์ถาวร (Increase) Decrease Fixed Assets		-	-	-	-	-
กระแสเงินสดจากการลงทุน (Net Cash Flow from Investment)		**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

กระแสเงินสดจากการจัดหาเงิน (Cash Flow from Financing)						
เพิ่มลดของการหนี้สิน Increase (Decrease) in L/T &S/T Debt		-	-	-	-	-
การจ่ายเงินปันผล (Dividend Payment)		(825,040)	(938,488)	(1,063,281)	(1,337,825)	(1,832,004)
การขายหุ้นเพิ่มทุน (Stock Issue)		-	-	-	-	-
กระแสเงินสดจากการจัดหาเงิน (Cash Flow from Financing)		**(825,040)**	**(938,488)**	**(1,063,281)**	**(1,337,825)**	**(1,832,004)**
กระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow)		**1,104,002**	**3,708,216**	**4,187,814**	**5,027,619**	**6,625,393**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(4) อัตราส่วนทางการเงิน

ตารางที่ 7.11 อัตราส่วนทางการเงิน

อัตราส่วนการวัดสภาพคล่องทางการเงิน (Liquidity Ratios)	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน (Current Ratio)	3.7	4.8	5.9	6.5	6.6
อัตราส่วนสินทรัพย์คล่องตัว (Acid-Test/Quick Ratio)	2.5	3.7	4.8	5.4	5.6
อัตราส่วนการวัดประสิทธิภาพในการใช้สินทรัพย์(Activity Ratio)					
อัตราหมุนเวียนของลูกหนี้การค้า (Accounts Receivable Turnover)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
อัตราหมุนเวียนของสินค้าคงเหลือ (Inventory Turnover)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
อัตราการหมุนเวียนของเจ้าหนี้ (Accounts Payable Turnover)	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
อัตราส่วนการวัดความสามารถในการก่อหนี้	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
อัตราส่วนหนี้สินต่อสินทรัพย์(Debt to Asset Ratio)	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
อัตราส่วนหนี้สินต่อทุน (Debt to Equity Ratio)	-	-	-	-	-
อัตราส่วนความสามารถจ่ายดอกเบี้ย (Interest Coverage Ratio)	-	-	-	-	-
อัตราส่วนการวัดความสามารถในการบริหารงาน	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
อัตราส่วนผลอบแทนจากสินทรัพย์(Return on Asset : ROA)	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3
อัตราส่วนผลตอบแทนจากส่วนผู้ถือหุ้น (Return on Equity : ROE)	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3
อัตราส่วนกำไรสุทธิต่อยอดขาย (Net Profit Margin)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

หมายเหตุ หนี้สินระยะยาวและดอกเบี้ยเป็นศูนย์

7.3.4 บทสรุปทางการเงิน

ตารางที่ 7.12 บทสรุปทางการเงิน

ตัวชี้วัดทางการเงิน	
Net Present Value (NPV)	20,073,169
Internal Rate of Return (IRR)	53.21%
Modiified Internal Rate of Return (MIRR)	36.41%
Payback Period	2.25 (2 ปี 4 เดือน)

เมื่อพิจารณาในเรื่องของมูลค่าปัจจุบันของโครงการ (NPV) พบว่ามีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่ามีผลตอบแทนจากการลงทุนในโครงการนี้มากกว่าเงินลงทุน โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในกิจการ (IRR) ร้อยละ 53.21% ทำให้โครงการนี้เป็นโครงการที่มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ และมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ประมาณ 2 ปี 4 เดือน

7.3.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อผลตอบแทนของโครงการ จากปัจจัยทางด้านยอดขายของสินค้าที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อโครงการเมื่อเทียบจากกรณีปกติ (Base Case) ดังนี้

สถานการณ์ดีกว่าปกติ (Best Case) กำหนดให้ยอดขายเพิ่มขึ้น ร้อยละ 30% ของ Base Case

สถานการณ์แย่กว่าปกติ (Worst Case) กำหนดให้ยอดขายลดลงร้อยละ 50% ของ Base Case

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 7.13 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการด้านยอดขาย

ปัจจัยด้านยอดขาย	**Best Case (+30%)**	**Base Case**	**Worst Case (-50%)**
Net Present Value (NPV)	28,418,936	20,073,169	6,411,943
Internal Rate of Return (IRR)	63%	53%	26%
Modiified Internal Rate of Return (MIRR)	41%	36%	20%
Payback Period	2.03 (2 ปี 1 เดือน)	2.25 (2 ปี 4 เดือน)	3.53 (3 ปี 7 เดือน)

บทที่ 8
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลการศึกษา

8.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติละอองที่ผลิตจากเครื่องสร้างละออง Ultrasonic Atomizer กับละอองจากเครื่อง Ultra Low Volume (ULV) และกระบอกฉีดน้ำ (Foggy)

(1) ลักษณะของละอองที่มาจากเครื่องแต่ละชนิด

เครื่อง ULV ให้ละอองที่มีคุณสมบัติความดันสูง โดยละอองสามารถพุ่งไปไกล 5-10 เมตร และทำให้พื้นผิวสัมผัสเปียกทันทีหากพ่นในระยะใกล้ ทำให้ไม่เหมาะสมกับการนำมาสเปรย์พ่นเสื้อผ้า เพราะมีความดันที่สูงเครื่อง ในขณะที่เครื่อง Ultrasonic Atomizer ให้ละอองที่มีคุณสมบัติเล็กละเอียดสม่ำเสมอ ละอองมีความดันต่ำสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเคลือบเสื้อผ้าได้ และสำหรับกระบอกฉีดน้ำ (Foggy) ให้ละอองที่มีคุณสมบัติเป็นละอองหยดน้ำขนาดใหญ่และเล็กผสมกัน ลักษณะไม่สม่ำเสมอ

(2) คุณสมบัติของละอองขนาดเล็กด้านขนาดของอนุภาค และความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของละอองเพื่อเคลือบบนพื้นผิวของผ้าตัวอย่าง

จากผลการศึกษาด้วยสารละลายต้นแบบสีแดงเพื่อดูการกระจายตัวของละอองขนาดเล็กจากเครื่อง Ultrasonic Atomizer และกระบอกฉีดน้ำ (Foggy) บนผ้าตัวอย่างและกระจกสไลด์ พบว่าสารละลายต้นแบบสีแดงจากเครื่อง Ultrasonic Atomizer ให้ผลการเคลือบบนพื้นผิวโดยดูจากลักษณะของสีแดงที่เคลือบบนผิวผ้ามีความสม่ำเสมอมากกว่ากระบอกฉีกน้ำที่ให้ผลบนพื้นผิวเป็นจุดแดงเข้มเล็กใหญ่กระจายเคลือบบนผิวผ้าและบางพื้นที่ไม่ถูกเคลือบ โดยเมื่อดูผลจากความแตกต่างระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกพ่นที่ 7, 8 และ 10 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นห้องพ่นและการ์ดป้องกันลมพัดละอองขณะพ่น สำหรับควบคุมการฟุ้งกระจายของละอองที่มีทิศทางพุ่งไปยังพื้นที่ๆ ให้ไปในทิศที่ต้องการในระหว่างการพ่นเคลือบด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer โดยประกอบปากกระบอกพ่นขนาดต่างๆ เข้ากับช่องสเปรย์ทางออกของสารเพื่อช่วยควมคุมทิศทางของละอองขนาดเล็กที่พุ่งออกมาด้วยความดันต่ำและมีการฟุ้งกระจายออกด้านข้าง ทำให้ละอองฟุ้งกระจายในกระบอกพ่นในทิศทางที่ต้องการและตกลงไปเคลือบผ้าต้นแบบซึ่งถูกครอบด้วยปากกระบอกพ่น ผลการศึกษาพบว่า ที่ขนาดกระบอกใหญ่ขึ้นละอองที่พ่นออกจากเครื่องพ่นจะมีลักษณะเบาและฟุ้งออกรอบทิศทางรอบข้างจากทิศทางที่สเปรย์สารออกไป จึงต้องใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฟุ้งเต็มปริมาตรของกระบอกพ่นขนาดใหญ่และเดินทางตกสัมผัสกับพื้นผิวของผ้า ส่งผลให้ปริมาตรความเข้มของสารต่อพื้นที่จะน้อยกว่ากระบอกพ่นขนาดเล็ก ทำให้ได้การเคลือบเป็นบริเวณที่กว้างกว่าและมีความหนาแน่นของสารเคลือบที่น้อยกว่าในเวลาที่เท่ากัน ดังนั้นทำให้สรุปได้ว่าจากการทดลองนี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกพ่นที่ 8 เซนติเมตร มีความเหมาะสมกับเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก Ultrasonic Atomizer ขนาดพกพาที่ใช้ในการศึกษาโครงการพิเศษนี้ ที่ให้อัตราการพ่นละอองที่สเปรย์ออกมาที่ 2 มิลลิลิตรต่อนาที ในขณะที่ปากกระบอกขนาดใหญ่ 10 เซนติเมตร ให้ผลการเคลือบที่บางแต่มีพื้นที่กว้างมากขึ้น ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7 เซนติเมตร พบว่าที่ให้การเคลือบที่แน่นหนาในเวลาสั้นที่ถึงแม้จะสม่ำเสมอแต่สารเคลือบที่เข้มข้นสามารถทะลุไปด้านหลังผ้าเป็นจำนวนมาก ที่เวลา 5 วินาที ดังนั้นปัจจัยด้านความสมดุลระหว่างปริมาตรของห้องพ่นหรือกระบอกพ่นสารเคลือบและอัตราการพ่นของละอองที่ออกจากเครื่องสร้างละออง รวมถึงอัตราการพ่นของละอองขนาดเล็กขณะที่ออกจากเครื่องซึ่งส่งผลต่อการฟุ้งกระจายของละออง จึงเป็นปัจจัยที่ต้องปรับให้เหมาะสมในเครื่องพ่นแต่ละรุ่นหากทำการผลิตเพื่อออกสู่เชิงพาณิชย์

(3) จากผลการศึกษาขนาดของอนุภาคและการกระจายตัวบนกระจกสไลด์

การศึกษาบนพื้นผิวกระจกสไลด์เพื่อจำลองให้เห็นภาพของละอองขณะพ่นที่ยังไม่ซึมสู่เส้นใยผ้าทันที เพื่อศึกษาลักษณะของละอองที่ตกกระทบกับผิวผ้าก่อนซึมลงด้านในเส้นใยผ้า ถึงลักษณะของอนุภาคและการกระจายตัวบนพื้นผิวผ้าที่เวลาพ่นที่ต่างกันของเครื่อง Ultrasonic Atomizer และกระบอกฉีดน้ำ จากผลการศึกษาพบว่า ละอองจากเครื่อง Ultrasonic Atomizer มีขนาดละอองที่เล็กและมีขนาดใกล้เคียงกันและกระจายตัวที่อย่างสม่ำเสมอ ปกคลุมพื้นผิวได้ครอบคลุมมากกว่าละอองจากกระบอกน้ำที่มีขนาดอนุภาคเล็กและใหญ่ผสมกันในขนาดที่แตกต่างกันและกระจายตัวไม่สม่ำเสมอเหลือช่องว่างของพื้นผิวที่มากกว่า เมื่อศึกษาตัวแปรด้านเวลาในการพ่นนานขึ้นพบว่าละอองขนาดเล็กจากเครื่อง Ultrasonic Atomizer ที่แม้จะมีการกระจายตัวที่ดีสามารถรวมตัวกันเป็นขนาดที่ใหญ่ขึ้นบนพื้นผิวสไลด์ได้ (หากการดูดซับสารเคลือบของพื้นผิวน้อยหรือไม่ดีพอ) ดังนั้นเมื่อพ่นเป็นเวลานานขึ้นโดยครอบผ้าตำแหน่งเดิม ซึ่งในกรณีเคลือบบนพื้นผิวผ้าหากละอองที่ไปเกาะยังไม่แห้งสู่เนื้อผ้าทันทีก็จะมีโอกาสเกิดการรวมตัวกันของละอองขนาดเล็กเป็นขนาดหยดที่ใหญ่ขึ้นเช่นกัน นั่นคือ สามารถนำผลไปประยุกต์ออกแบบการใช้งานเครื่องพ่น เป็นข้อแนะนำในขณะการพ่นคือไม่พ่นแช่ หยุดนิ่งที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งเป็นเวลานานเกินไป เนื่องจากหากผ้าดูดซับละอองได้ช้าจะเกิดการเกาะรวมตัวกันของหยดน้ำบนพื้นผิวผ้า และส่งผลให้การเคลือบไม่สม่ำเสมอ โดยสามารถปรับใช้ลักษณะการพ่นในระยะเวลาที่พอเหมาะ และเพิ่มรอบพ่นซ้ำเพื่อให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ละอองค่อยๆเคลือบอย่างสม่ำเสมอบนพื้นผิวซึ่งจะให้ประสิทธิภาพการเคลือบที่ดีกว่าการเคลือบที่เดียวเป็นเวลารอบเดียวนานๆ

8.1.2 ประสิทธิภาพการเคลือบเกาะของละอองขนาดเล็กจากเครื่อง Ultrasonic Atomizer ของสารละลายเพอร์เมทริน 0.5 % ที่สเปรย์บนผ้ากันยุงต้นแบบ

ผลการทดลอง เปรียบเทียบผ้าฝ้ายเปล่าและผ้าโทเรเปล่า ที่ผ่านการสเปรย์เคลือบด้วยสารเพอร์เมทริน 0.5% (w/v) ที่เวลา 3, 5 และ 10 วินาที แล้วนำมายืนยันผลการเคลือบด้วยวิธีวิเคราะห์เอกลักษณ์ด้วยเครื่อง FT-IR พบว่าเอกลักษณ์ของสารเพอร์เมทรินก่อนเคลือบบนผ้าเทียบกับเอกลักษณ์ของผ้าฝ้ายและผ้าโทเรเปล่าก่อนถูกเคลือบ มีช่วงเอกลักษณ์ของพีคขึ้นในช่วงเดียวกันหรือใกล้เคียงกันค่อนข้างมาก ซึ่งหลังจากพ่นเคลือบสารเพอร์เมทรินลงบนผ้ากันยุงต้นแบบทั้งผ้าฝ้ายและผ้าโทเร จึงไม่สามารถเห็นพีคของเพอร์เมทรินจากการเคลือบที่แยกออกมาจากพีคของผ้าได้ชัดเจนนัก และนอกจากนี้ยังมีโอกาสที่สารบางส่วนซึมสู่ด้านในของเส้นใยผ้า และปัจจัยการเคลือบที่เป็นลักษณะฟิล์มบาง ทำให้ลักษณะพีคที่ปรากฏเป็นเอกลักษณ์ของเพอร์เมทริน มีพีคที่เล็กมองเห็นไม่ชัดเจนในผ้าโทเรและผ้าฝ้าย ผลการยืนยันด้วยน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปหลังพ่น เพื่อหาน้ำหนักของสารเคลือบที่คงอยู่บนพื้นผิวผ้า นำมาคำนวณค่าน้ำหนักการเคลือบต่อพื้นที่ (Coating Weight) พบว่าที่เวลาพ่น 3 วินาที เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งไม่สามารถตรวจจับค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปหลังพ่นได้ แต่ลำหรับช่วงเวลาการพ่นที่ 5 และ 10 วินาที สามารถตรวจวัดค่าน้ำหนักผ้าแห้งหลังเคลือบที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น คิดเป็นค่าการเคลือบที่ 250 mg/m^2 ที่เวลาพ่น 5 วินาที และ 500 mg/m^2 ที่เวลาพ่น 10 วินาที สำหรับผ้าทั้ง 2 ชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.1.3 ศึกษาการยอมรับนวัตกรรมและความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

(1) ผลการศึกษาการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีเครื่องสเปรย์ละอองขนาดเล็ก

ผลการศึกษาการยอมรับนวัตกรรมเครื่องสเปรย์ละอองขนาดเล็กเพื่อเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการ สำหรับเสื้อผ้ากันยุงด้วยสารเพอร์เมทริน 0.5% (w/v) จากผลแบบสอบถามเพื่อศึกษาพฤติกรรมลูกค้าและปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับในเทคโนโลยีและตัดสินใจซื้อสินค้าของลูกค้า ทัศนคติมุมมองเกี่ยวกับเทคโนโลยีซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ในการป้องกันยุงกัด โดยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับในเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก ที่ผู้ตอบแบบสำรวจให้ความสำคัญมากเป็นอันดับหนึ่งในการยอมรับในเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กสำหรับผ้ากันยุงคือ ความปลอดภัยของส่วนผสมของสารกันยุงที่ต้องมีความปลอดภัย โดยสามารถอ่านได้จากฉลากเพื่อศึกษา

ส่วนผสมก่อนใช้ผลิตภัณฑ์กันยุง รองลงมาคือเรื่อง สามารถยอมรับการใช้สารสังเคราะห์ได้ หากใช้ในปริมาณที่ปลอดภัยและผ่านการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ และอันดับที่สาม ปัจจัยเสริมที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับส่วนผสมที่ใช้ ถ้าเป็นสารที่ได้มาจากสารจากธรรมชาติจะทำให้น่าสนใจในการเลือกใช้มากขึ้นและให้ความสำคัญกับการป้องกันยุงกัดที่สามารถป้องกันที่ตัวบุคคลมากว่าวิธีกำจัดหรือทำลายยุง โดยจากผลของประชากรส่วนใหญ่ มีความสนใจทดลองใช้เทคโนโลยีเคลือบผ้ากันยุงหากมีประสิทธิภาพในการกันยุงที่ยาวนาน และสามารถใช้ซ้ำได้ ทนการซักถึง 5-10 ครั้งต่อการเคลือบ 1 ครั้ง โดยสนใจระดับมากถึงมากที่สุดคิดเป็น 55.0 % และสนใจระดับปานกลาง 40.3 % สนใจระดับน้อยถึงน้อยที่สุด 4.7 % ทั้งนี้ประชากรส่วนใหญ่ ให้สนใจในรูปแบบลักษณะของการใช้เครื่องพ่นละอองแบบพกพาได้ในระดับมาก ในขณะที่สนใจรูปแบบของบริการตู้เคลือบตามจุดบริการต่างๆในระดับปานกลาง และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เช่น กังวลเครื่องคราบด่างจากการพ่นบนเสื้อผ้า และชอบวิธีการใช้บนเสื้อผ้าโดยไม่ต้องสัมผัสกับผิวกาย ซึ่งจากแนวโน้มของการปรับปรุงเสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติในการใช้งานด้านที่ต้องการ มีแนวโน้มที่เติบโตได้ในอนาคตที่ผู้ใช้งานสามารถเคลือบเสื้อผ้าได้เองด้วยเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กที่ใช้งานง่าย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมเพราะไม่ต้องผ่านกระบวนการทางอุตสาหกรรม และนอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายการใช้งานขึ้นกับคุณสมบัติของสารเคลือบ เช่น สเปรย์กันน้ำและคราบเปื้อนบนเสื้อผ้า หรือกันเชื้อโรค ดังนั้นทำให้เทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กจึงมีโอกาสในการพัฒนาต่อยอดได้อีกมากในอนาคต ในกลุ่มเสื้อผ้าเพื่อการป้องกันชนิดต่างๆนั่นเอง

(2) การประเมินความเป็นไปได้สู่เชิงพาณิชย์ของเทคโนโลยีการเคลือบผิวด้วยละอองขนาดเล็กสำหรับเสื้อผ้ากันยุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบเจ้าของเทคโนโลยีลงทุนในการดำเนินธุรกิจด้วยตนเอง (Spin off/Spin out) มีความเหมาะสมกับเทคโนโลยีเครื่องสเปรย์ละอองขนาดเล็กเพื่อเคลือบเสื้อผ้ากันยุงในระยะเริ่มแรกของธุรกิจ เพราะเป็นทางเลือกที่เจ้าของผลิตภัณฑ์มีสิทธิ์ในการวิจัยต่อยอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แม้จะมีการลงทุนที่สูงและมีความเสี่ยงในการดำเนินกิจการ แต่ด้วยรูปแบบธุรกิจที่ไม่ซับซ้อนและสามารถใช้การ OEM ในช่วงเริ่มต้นธุรกิจได้ และการมีสิทธิบัตรของเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กที่มีการพัฒนาขึ้นแบบต่างๆเก็บไว้จะช่วยสร้างความได้เปรียบ และความน่าสนใจในการหาแหล่งทุนหรือหาคู่ธุรกิจมาร่วมทุนในอนาคต ดังนั้นการดำเนินธุรกิจด้วยตนเอง (Spin off/Spin out) จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมเพราะผลิตภัณฑ์สามารถต่อยอดได้ทั้งตัวเครื่องสเปรย์ละอองขนาดเล็กและสูตรของสารเคลือบชนิดต่างๆ ที่จะจัดเก็บไว้แบบความลับทางการค้า เพื่อการทำธุรกิจในรูปแบบ

ให้สร้างโซลูชั่นเทคโนโลยีการพ่นเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กอย่างครบวงจรและเต็มรูปแบบ ที่ตรงตามความต้องการของลูกค้าในตลาดสำหรับอนาคตได้หลากหลายการใช้งาน เช่นกลุ่ม พ่นเคลือบเสื้อผ้าเพื่อป้องกันแสงแดดยูวี หรือกลุ่มป้องกันน้ำและคราบเปื้อนบนเสื้อผ้า ซึ่งในอนาคตเครื่องเคลือบละอองขนาดเล็กสามารถมีไว้ใช้ประจำทุกบ้านได้ เพื่อเคลือบเสื้อผ้าตามความต้องการในการทำกิจกรรมแต่ละวัน โดยเมื่อประเมินความเป็นไปได้ทางการเงินพบว่ามีความน่าสนใจในการลงทุน โดยมี NPV = 20,073,169 บาท และ IRR = 53%, PB = 2 ปี 4 เดือน (บนสมมติฐานการลงทุนเบื้องต้น 3 ล้านบาท ในระยะเวลาการออกขายสู่ตลาด 5 ปีแรก) พร้อมกันนี้ยังได้มีการจดสิทธิบัตรเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กแบบพกพา ที่ได้ทำการพัฒนาและออกแบบให้เหมาะสมในการใช้งาน เพื่อเป็นการป้องกันการลอกเลียนแบบของคู่แข็งและเป็นการรักษาจุดแข็งด้านการเป็นผู้นำที่ริเริ่มคิดค้นและพัฒนาระบบการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก ที่สามารถเป็นทางเลือกให้กับผู้ใช้งาน ด้วยเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนจึงมีราคาที่เข้าถึงได้ง่ายและทำให้รูปแบบธุรกิจการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเป็นไปได้จริงในเชิงพาณิชย์ พร้อมกันนี้เครื่องเคลือบจะสามารถขายได้ต้องใช้ควบคู่กับน้ำยาหรือสารเคลือบเพื่อเป็นการรักษาจุดแข็งที่ครอบคลุม รวมถึงเพื่อการขยายไลน์ธุรกิจในอนคต จึงมีการพัฒนาสารเคลือบไปพร้อมกับเครื่องเคลือบ เนื่องจากสารเคลือบจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ควบคู่กับเครื่องพ่นละออง (Complementary Goods) หากมีความหลายหลายจะช่วยกระตุ้นการซื้อและใช้งานเครื่องเคลือบละอองขนาดเล็กให้มีปริมาณที่มากขึ้น ทำให้สามารถสเกลธุรกิจออกไปได้มากขึ้น เพื่อการรักษาจุดยืนของความเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กอย่างครบวงจร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.2 ข้อเสนอแนะ

8.2.1 การวิจัยและพัฒนาเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน

จากการศึกษาโครงการพิเศษเพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเสื้อผ้ากันยุง ซึ่งเมื่อพิจารณาตามทฤษฎีระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม (Technology Readiness Levels) พบว่าเทคโนโลยียังอยู่ในระดับ TRL Level 4 นั่นคือ อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาองค์ประกอบและปัจจัยที่สำคัญต่อการใช้งานต้นแบบเครื่องพ่นละอองและทดสอบประสิทธิภาพการเคลือบของละอองขนาดเล็กโดยเลือกสารประเภทสารกันยุงเคลือบบนเสื้อผ้าเพื่อทำเป็นสิ่งทอเพื่อการป้องกันยุงต้นแบบ

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าขนาดของอนุภาคละอองและคุณภาพของการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กจากเครื่อง Ultrasonic Atomizer มีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

(1) กำลังไฟเข้าต้องมีการควบคุมและสังเกตุควบคู่กับอัตราการไหลของสารละลาย ไม่ให้เกินจุด Critical flow rate นั่นคือ เมื่อเกิน Flow rate จุดนี้ไป กระแสที่เพิ่มเข้าไปจะทำให้ขนาดอนุภาคมีขนาดใหญ่มากขึ้น ดังนั้นที่ก่อนค่า Critical flow rate กำลังไฟฟ้าที่เพิ่มไม่ส่งผลต่อขนาดอนุภาคมากนัก โดยขนาดอนุภาคจะมีขนาดใกล้เคียงกันไม่ต่างกันมาก

(2) อัตราการไหลของของเหลว (mL/min.) ขนาดของอนุภาคละอองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลของของเหลวที่เพิ่มขึ้นและการกระจายขนาดที่กว้างขึ้น (มีละอองขนาดเล็กและใหญ่ปนกัน)

(3) ค่าความหนืดของสารที่สูงขึ้นทำให้ต้องมีการให้พลังงานที่สูงขึ้น ส่งผลต่อคลื่นพลังงานของอนุภาคสารมีค่ามากขึ้น ความเข้มของคลื่นกระแทกมีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้อนุภาคมีความเร็วมากขึ้นและมีขนาดอนุภาคละอองที่ใหญ่ขึ้น

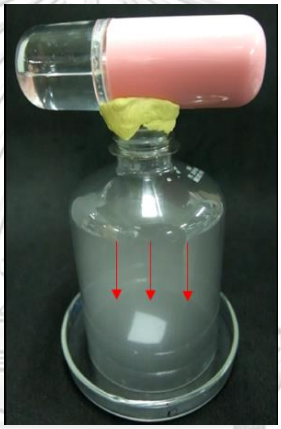
(4) อุณหภูมิของของเหลวต่อขนาดของอนุภาคละอองขนาดเล็ก โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ความหนืดของสารละลายลดลง ทำให้ขนาดอนุภาคละอองจะลดลงเมื่ออุณหภูมิของเหลวเพิ่มขึ้น

(5) ปัจจัยเสริมอื่นๆ ได้แก่ การใช้ก๊าซตัวช่วย (Assistant gas) ซึ่งอัตราการไหลของก๊าซตัวช่วยมีผลอย่างมากต่อการสร้างละอองขนาดเล็กและขนาดของอนุภาคละออง ซึ่งก๊าซสามารถช่วยเป่ากำจัดละอองขนาดใหญ่ทำให้ได้ขนาดละอองที่สม่ำเสมอ

Chulalongkorn University

เมื่อนำมารวมกับข้อสังเกตที่ได้จากการทดลอง เนื่องจากสถานการณ์โรคติดเชื้อโควิด 19 ทำให้ต้องใช้เครื่อง Ultrasonic Atomizer แบบพกพาในการศึกษาซึ่งทำให้พบปัจจัยสำคัญของเครื่องขนาดพกพา ได้แก่

(1) ละอองขนาดเล็กที่ถูกพ่นออกมาจะลอยอยู่ในการอากาศเป็นเวลานาน และตกลงอย่างอิสระลงบนพื้นผิวของเสื้อผ้าภายในปากกระบอกที่ครอบไว้จนหมด จึงเสนอแนะให้มีการปรับเครื่องพ่นให้สามารถควบคุมทิศทางของละอองเพื่อให้ละอองขนาดเล็กมีทิศในการเคลื่อนที่ไปยังผ้าได้แม่นยำและลดการฟุ้งกระจายออกด้านข้าง ซึ่งทำให้เกิดดารสูญเปล่าของสารเคลือบ โดยการปรับแต่งอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น เพิ่มเครื่อง Andersen Cascade Impactor ซึ่งมีคุณสมบัติในการใช้ควบคุมทิศทางการไหลของละอองขนาดเล็ก หรือในกรณีที่เป็นต้องพ่นขนาดใหญ่สามารถช่วยเพิ่มตัวดูดอากาศเพื่อทำให้เกิดการไหล Flow ของละอองขนาดเล็กไปยังพื้นผิวที่ต้องการเคลือบ



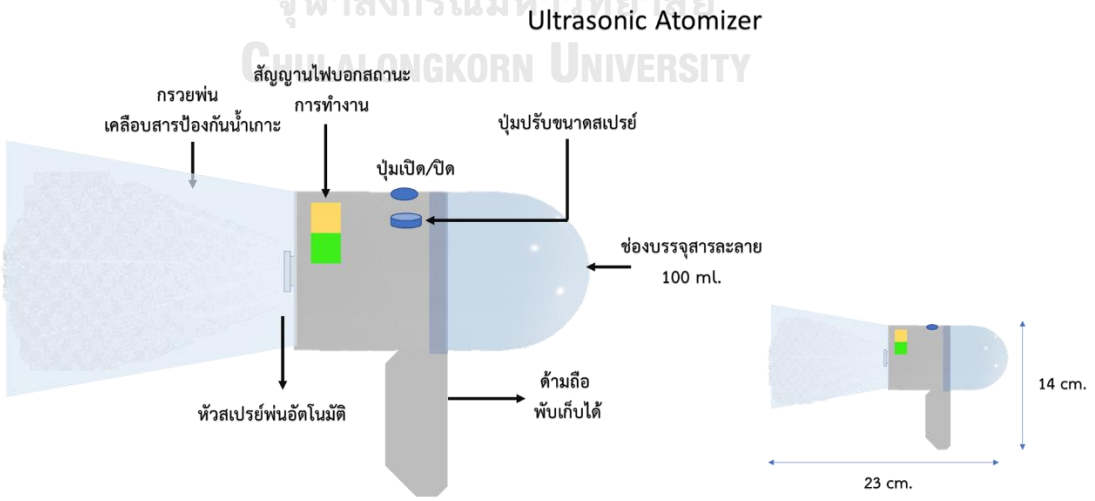
ภาพที่ 8.1 แสดงการตกของละอองขนาดเล็กที่ยังฟุ้งกระจายหลังครบเวลาพ่นและต้องรอให้ละอองตกลงอย่างอิสระลงบนพื้นผิวผ้าที่ต้องการเคลือบซึ่งใช้เวลานานกว่าละอองจะตกลงบนพื้นผิวผ้าหมดจนไม่เห็นไอละอองสีขาวของสารไล่ยุงเพอร์เมทริน

(2) จากผลของขนาดอนุภาคและการกระจายตัวบนสไลด์เมื่อสเปรย์นาน ละอองจะเกิดการชนกันและรวมตัวเป็นหยดละอองที่ขนาดใหญ่ขึ้นบนพื้นผิวที่ทำการเคลือบได้ จึงสามารถปรับรูปแบบการพ่นให้เป็นการเพิ่มรอบพ่นหรือพ่นซ้ำจำนวนรอบที่มากขึ้นได้ เพื่อให้มีการเคลือบที่สม่ำเสมอบนพื้นผิวในแต่ละครั้งทีละน้อยโดยไม่เกิดการรวมเป็นหยดใหญ่ เพื่อให้ได้พื้นผิวหลังเคลือบที่สม่ำเสมอมากขึ้น และในการพ่นเป็นเวลานานมีโอกาสที่ละอองขนาดเล็กที่ฟุ้งไปเกาะกระบอกพ่นและควบแน่นเป็นหยดตกลงบนผ้าได้ การปรับปรุงเครื่องพ่นจึงสามารถเพิ่มในส่วนของการเคลือบสารป้องกันน้ำเกาะที่ผนังห้องพ่นได้

(3) ตัวทำละลายสารออกฤทธิ์ไล่ยุงเพอร์เมทริน ซึ่งในการศึกษาใช้เป็นแอลกอฮอล์ 96% และน้ำ นอกจากนี้ยังวิจัยต่อยอดในการเพิ่มส่วนผสมของตัวช่วยในการยึดเกาะ (Binder) เพื่อช่วยนำพาให้สารเกาะติดบนพื้นผิวผ้าได้ดียิ่งขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทนต่อการซักได้มากขึ้น หรือสามารถเพิ่มส่วนผสมของสารออกฤทธิ์เพื่อเพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานอื่นๆของเสื้อผ้า เพื่อให้แตกต่างจากคู่แข่งในอนาคต เช่น ผ้ากันยูวีได้ กันน้ำ หรือเชื้อโรคได้ กันแมลงชนิดต่าง ๆ ได้มากขึ้น เพื่อนำเสนอเป็นรูปแบบโซลูชั่นในการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กที่ครบวงจร

(4) การออกแบบร่างต้นแบบของเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก โดยมีการปรับให้มีด้ามจับสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น พับเก็บได้ไม่เกะกะ เครื่องควบคุมอุณหภูมิสารละลาย และเพิ่มปุ่มปรับขนาดสเปรย์เพื่อเพิ่มอัตราการไหลของของเหลวในการสเปรย์พ่นเคลือบสำหรับพื้นที่กว้าง เช่น ผ้าม่าน เต็นท์ สัญญานไฟแสดงการทำงานเพื่อบ่งบอกสถานะการพ่น ไปส้ม คือ สารละลายไม่เพียงพอต้องทำการเติม หรือพลังงานเครื่องอ่อนต้องทำการชาร์จ และสีเขียว คือ เครื่องพร้อมใช้งาน กรวยสำหรับป้องกันลมพัดละอองมีการเคลือบสารป้องกันละอองน้ำเกาะตัวเป็นหยดน้ำ โดยหลักการทำงานของเครื่อง และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น กลไลควบคุมอัตตราการไหลของของเหลวเพื่อผลิตละอองขนาดเล็ก 2 ระดับสำหรับเสื้อผ้าทั่วไป และสิ่งทอขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ผิวพ่นบริเวณกว้าง การออกแบบสารเคลือบที่มีความหนืดสัมพันธ์กับอุณหภูมิการใช้งานเพื่อให้ความหนืดของสารที่ใช้มีค่าที่เหมาะสม โดยการตั้งค่าต่างๆในเครื่องจะต้องมีการทดสอบแต่ละค่าพารามิเตอร์ และความสัมพันธ์ของที่เกี่ยวข้องกัน ดังที่สรุปไปข้างต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 8.2 แสดงภาพร่างการออกแบบเครื่องต้นแบบของเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก

บรรณานุกรม

1. Chatha, S.A.S., et al., *Environmentally responsive and anti-bugs textile finishes – Recent trends, challenges, and future perspectives.* Science of The Total Environment, 2019. **690**: p. 667-682.
2. Katchwattana, P. โอกาสทองของ *Protective Textiles* ในพื้นที่ *EEC*. 2018 [cited 2021 10 Jun]; Vol.134/61:[Available from: https://www.salika.co/2018/05/15/protectivetextiles_eec_opportunity/.
3. Institute, T.T. นวัตกรรมอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย. 2021.
4. โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า, บ.แ., วันยุงโลกและการควบคุมโรคที่นำโดยยุง. Royal Thai Army Medical Journal 2017. **70**(Vol. 70 No. 3 (2017): JULY-SEPTEMBER, 2017): p. 181-187.
5. เจาะลึกปัญหาสุขภาพ, H. วันไข้เลือดออกอาเซียนประจำปี *2560*. 2017 [cited 2021 3 March]; Available from: https://www.hfocus.org/content/2017/06/14142.
6. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, ก., รายงายพยากรณ์โรคไข้เลือดออกปี *2562*

โรคไข้เลือดออก ปี *2562*. 2562, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. p. 5-14.
7. กรมควบคุมโรค, ก., สถานการณ์โรคติดต่อนำโดยยุงและการเมินความเสี่ยงต่อการระบาดในปี *2564*. 2563.
8. R.Somboon. ตลาดพิฆาตยุง จุด ฉีด ทา *4,500* ล้านบาท. 2017 [cited 2564 31 มกราคม]; Available from: http://http://www.brandage.com/article/744/ตลาดพิฆาตยุง-จุด-ฉีด-ทา-4,500-ล้าน.
9. สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, ด.พ.ว., ดร.อัจฉรา จันทร์ฉาย และ ดร.ประกอบ คุปรัตน์, นวัตกรรม: ความหมาย ประเภท และความสำคัญต่อการเป็นผู้ประกอบการ

วารสารบริหารธุรกิจ, 2553. **128**(ฉบับ128 ตุลาคม-ธันวาคม 2553): p. 49-65.
10. สวทช. *Technology Readiness Levels:* ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม. 2553 [cited 2564 10 เมษายน]; Available from: https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/technology-readiness-levels/.
11. Everett, R., *The diffusion of innovations.* Free Press, London, NY, USA, 1962.
12. กรมควบคุมโรค, แนวทางการจัดการการเรียนรู้โรคติดต่อนำโดยยุง. 2551.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

13. Meyer, T., *Cold Fogging for the Future*, in *Greenhouse Product News*. 2013. p. https://gpnmag.com/article/cold-fogging-future/.
14. Hoffmann, C., et al., *Spray Characterization of Ultra-low–volume Sprayers Typically Used in Vector Control.* Journal of the American Mosquito Control Association, 2009. **25**: p. 332-7.
15. Zhang, R., T. Hoffmann, and E. Tsotsas, *Novel Technique for Coating of Fine Particles Using Fluidized Bed and Aerosol Atomizer.* Processes, 2020. **8**(12): p. 1525.
16. Mezhericher, M., et al., *Ultrathin coating of particles in fluidized bed using submicron droplet aerosol.* Particuology, 2020. **53**: p. 23-29.
17. Leroux, F., et al., *Fluorocarbon nano-coating of polyester fabrics by atmospheric air plasma with aerosol.* Applied Surface Science, 2008. **254**(13): p. 3902-3908.
18. Zhang, Y., S. Yuan, and L. Wang, *Investigation of capillary wave, cavitation and droplet diameter distribution during ultrasonic atomization.* Experimental Thermal and Fluid Science, 2021. **120**: p. 110219.
19. Silva, A.C.Q., et al., *10 - Modification of textiles for functional applications*, in *Fundamentals of Natural Fibres and Textiles*, M.I.H. Mondal, Editor. 2021, Woodhead Publishing. p. 303-365.
20. Chavan, P.P. and P. Pandit, *Chapter 14 - Advanced insect repellent agents for protective textiles and clothing*, in *Advances in Functional and Protective Textiles*, S. ul-Islam and B.S. Butola, Editors. 2020, Woodhead Publishing. p. 335-357.
21. Nguyen, Q.-B.D., M.-A.N. Vu, and A.A. Hebert, *Insect Repellents: An Updated Review for the Clinician.* Journal of the American Academy of Dermatology, 2018.
22. 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.
23. Abdel-Mohdy, F.A., et al., *Repellency of controlled-release treated cotton fabrics based on cypermethrin and prallethrin.* Carbohydrate Polymers, 2008. **73**(1): p. 92-97.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

24. DeRaedt Banks, S., et al., *Permethrin-Treated Clothing as Protection against the Dengue Vector, Aedes aegypti: Extent and Duration of Protection.* PLoS Negl Trop Dis, 2015. **9**(10): p. e0004109.
25. Ardanuy, M., et al., *Preparation of durable insecticide cotton fabrics through sol–gel treatment with permethrin.* Surface and Coatings Technology, 2014. **239**: p. 132-137.
26. Sibanda, M., et al., *Bicomponent fibres for controlled release of volatile mosquito repellents.* Materials Science and Engineering: C, 2018. **91**: p. 754-761.
27. Singh, A. and J. Sheikh, *Development of multifunctional polyester using disperse dyes based through a combination of mosquito repellents.* Journal of Molecular Structure, 2021. **1232**: p. 129988.
28. Katz, T.M., J.H. Miller, and A.A. Hebert, *Insect Repellents: Assessment of Health Risks ☆*, in *Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition)*, J. Nriagu, Editor. 2019, Elsevier: Oxford. p. 683-687.
29. Roy Choudhury, A.K., *11 - Finishes for protection against microbial, insect and UV radiation*, in *Principles of Textile Finishing*, A.K. Roy Choudhury, Editor. 2017, Woodhead Publishing. p. 319-382.
30. Donaty, M., *MULTI-ELEMENT ULTRASONICATOMIZER*, in *Google Patents*, U.S. Patent, Editor. 2031, Sonics & Materials Inc., Newtown, CT (US): United States.
31. Costa, G., *Insect repellent fabric*, in *Google Patents*. 2027: United States.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	Prapassorn Tiranantakul
วัน เดือน ปี เกิด	23 January 1986
สถานที่เกิด	Nakhon Si Thammarat
ที่อยู่ปัจจุบัน	61/215 Pruklada3 village, Sawaipracharat Rd., Lam Luk Ka District, Pathum Thani Province, 12150

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University