# ชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุงโดยกระบวนเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก

## Meditation Clothing with Mosquito Repellent Efficacy via Fabric Aerosol Coating

พรนภัส เข็มทอง

Pornnapas Khemthong

หลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Technopreneurship and Innovation Management Program Chulalongkorn University

Pornnapas.kh@gmail.com

**บทคัดย่อ**

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

**คำสำคัญ :** ชุดปฏิบัติธรรม, เพอร์เมทริน, การเคลือบผิวด้วยละอองขนาดเล็ก, การป้องกันยุง

**Abstract**

The purpose of this research is to develop the meditation clothing with mosquito repellent efficacy via fabric aerosol clothing due to mosquito is the key infection of insect disease such as Dengue Zika and Chikungunya. Moreover, the growth of urbanization effect to economics and society in several ways even mental. The stress statistical report from department of mental in 2020 showed that 7.3 of 100,000 people have completed suicide

and increased from 6.6 of 100,000 people in 2019. Thus, meditation is the alternative way to relief their environmental forces. As result from the study show that the best absorption fiber is cotton 100% fabric and cotton 95% with polyester 5% subsequently. From FT-IR spectrometer observation process shows the rise of permethrin at 1400 to 1900 cm-1 wavelength in both fabrics. Furthermore, as weight testing compare between before and after clothing increase more than 0.196% of pure fabric weight. Refer to market research over 83.5% of participants interested in the new product development of meditation clothing and 46.9% has been disturbed by mosquito.

**Keywords :** Meditation Clothing, Permethrin, Aerosol Coating, Mosquito Repellent

**บทนำ**

สถานการณ์ของโรคระบาดในปัจจุบันเกิดขึ้นจากพาหะที่หลากหลาย ยุงลายคือหนึ่งในพาหะสำคัญ อาทิ โรคไข้เลือดออก (Dengue) โรคติดเชื้อไวรัสซิก้า (Zika Virus) และโรคไข้ปวดข้อยุงลาย (Chikungunya) เป็นต้น จากรายงานสถานการณ์โรคจากแมลงในประเทศไทยของกรมโรคติดต่อนำโดยแมลง กระทรวงสาธารณสุข พบว่าในปี 2563 มีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 1075.3 คนต่อประชากรหนึ่งล้านคน ผู้ป่วยโรคไข้ปวดข้อยุงลาย 164.6 คนต่อประชากรหนึ่งล้านคน และผู้ป่วยโรคติดเชื้อไวรัสซิก้า 2.2 คนต่อประชากรหนึ่งล้านคน โดยเฉพาะช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม มีผู้ป่วยด้วยโรคจากยุงลายมากกว่า 38,000 คน (กระทรวงสาธารณสุข, 2020) เนื่องด้วยปัจจัยจากสภาพอากาศร้อนชื้นที่เหมาะกับการแพร่พันธุ์ของยุง ส่งผลให้ปัจจุบันมีการคิดค้นวิธีการป้องกันยุงที่หลากหลายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์และบริการต่าง ๆ อาทิ สเปรย์กันยุง ยากันยุง มุ้งนาโน น้ำมันหอมระเหย แผ่นแปะกันยุง สายรัดข้อมือ การตกแต่งสำเร็จเพื่อเพิ่มคุณสมบัติสิ่งทอ เป็นต้น ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบจากธรรมชาติหรือสารสังเคราะห์และกระบวนการในการผลิต

สารสกัดจากธรรมชาติไล่แมลง (Natural Repellent) จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกนอกจากสารสังเคราะห์ (Synthetic Chemical Repellent) เนื่องจากเป็นสารสกัดจากพืช (Plant-Derived Insect Repellent) โดยเฉพาะ Permethrin และสาร pyrethroids ที่สามารถสกัดได้จากต้นไม้ในตระกูลเบญจมาศ Chrysanthemum cinerariifolium ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลงทำให้เป็นอัมพาต (Marshalonis, Knowlton, & Merchant, 2006) มักใช้ในรูปแบบสเปรย์พ่นเคลือบเสื้อผ้า เช่น permethrin-impregnated หรือ pyrethroid-impregnated

เสื้อผ้าจัดเป็นปัจจัยพื้นฐานของมนุษย์และอุตสาหกรรมเคลือบผิวจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญ จากข้อมูลของ Transparency Market Research ได้คาดการณ์ว่าอุตสาหกรรมเคลือบผิวในตลาดโลกจะมีมูลค่ารวมกว่า 5 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2025 ด้วยอัตราเติบโต (CAGR) ที่ร้อยละ 3.9 โดยมีประเทศจีนเป็นผู้นำในตลาด (Smith, 2019) กล่าวโดยสรุปคืออุตสาหกรรมเคลือบผิวเป็นอุตสาหกรรมขนาด

ใหญ่ที่กำลังเติบโต และสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในด้านผลิตภัณฑ์ การเกษตร การก่อสร้าง ยารักษาโรค บรรจุภัณฑ์ การขนส่ง สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม

ในปัจจุบันการขยายตัวของความเป็นเมือง (Urbanization) ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในหลากหลายมิติ ทั้งในด้านการพัฒนาการเข้าถึงสิ่งต่าง ๆ ความสะดวกสบายและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น การติดต่อสื่อสารเป็นไปโดยง่าย ในขณะเดียวกันผู้คนแสวงหาความเป็นส่วนตัวมากขึ้น สถานที่จำเพาะเพื่อสร้างความสงบทางจิตใจจึงเป็นสิ่งที่ผู้คนแสวงหานอกจากความเป็นเมือง ดังเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนสำนักปฏิบัติธรรมในประเทศไทยในปัจจุบันมากกว่า 1600 แห่ง โดยอ้างอิงทะเบียนสำนักปฏิบัติธรรมประจำจังหวัด ตามมติมหาเถรสมาคม สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ (สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ, 2020) ประกอบกับสภาวะความเครียดที่เพิ่มมากขึ้นดังรายงานอัตราการฆ่าตัวตายของกรมสุขภาพจิตปี 2560 ถึง 2563 (กระทรวงสาธารณสุข, 2020) คิดเป็น 6.0 6.3 6.6 และ 7.3 รายต่อประชากรแสนคนตามลำดับ โดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 30-49 ปี ที่ได้รับแรงกดดันจากวิกฤตวัยกลางคน (Midlife-Crisis) และการทำงาน รวมถึงโรคติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยตรง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้ผู้คนจำนวนมากที่ต้องการแสวงหาทางออกจึงมีแนวโน้มเข้าวัดและปฏิบัติธรรมเพื่อฟื้นฟูจิตใจมากขึ้น

จากข้อมูลทั้งหมดข้างต้น จึงเป็นที่มาของการศึกษาและพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีคุณสมบัติในการป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็กที่มีส่วนผสมของเพอร์เมทริน

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีคุณสมบัติในการป้องกันยุงด้วยกระบวนการเคลือบผิวเส้นใยด้วยละอองขนาดเล็ก
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการติดสารเพอร์ตามชนิดเส้นใย
3. เพื่อประเมินความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ของผลิตภัณฑ์ชุดปฏิบัติธรรมที่มีคุณสมบัติป้องกันยุง

**ระเบียบวิธีวิจัย**

1. การทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว

(1) ทดสอบการกระจายตัวของสีบนเศษผ้าโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ครั้งตามระยะเวลาในการพ่นจากเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่ 1 วินาที 3 วินาที และ 5 วินาที และการทดลองแต่ละครั้งประกอบด้วยเศษผ้าทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 และผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65

(2) ส่องดูการกระจายตัวของสีด้วยกล้องจุลทรรศน์

2. การทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการติดของสารเพอร์เมทรินบนพื้นผิว

(1) ทดสอบการติดสารเพอร์เมทรินที่ความเข้มข้น 0.5% w/v น้ำ 30 ส่วน และแอลกอฮอล์ 70 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ครั้งตามระยะเวลาในการพ่นจากเครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่ 3 วินาที 5 วินาที และ 10

วินาที และการทดลองแต่ละครั้งประกอบด้วยเศษผ้าทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 และผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65

(2) ชั่งน้ำหนักผ้าขนาด 2 x 2 cm หลังพ่นทีละชิ้น และบันทึกน้ำหนักที่ได้

(3) ทดสอบความสามารถในการติดสารเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง FT-IR Spectrometer

3. การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

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

(1) การประเมินทางเทคโนโลยี (Technology Assessment) แบ่งเป็นการประเมินขั้นปฐมภูมิ (Primary evaluation) และการประเมินขั้นทุติยภูมิ (Secondary evaluation)

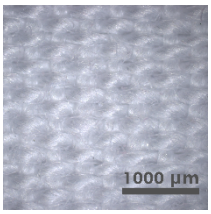
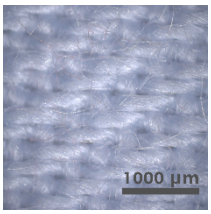
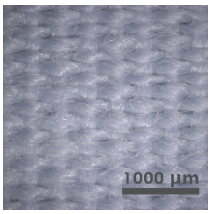
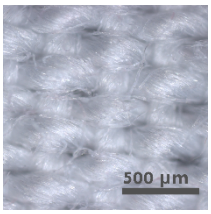
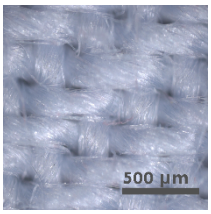
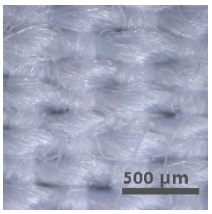
(2) การประเมินทางตลาด (Market Assessment) การประเมินสภาพแวดล้อมภายในและสภาพแวดล้อมภายนอก โดยใช้เครื่องมือ SWOT และ Five Forces Model

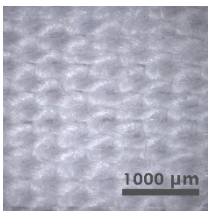
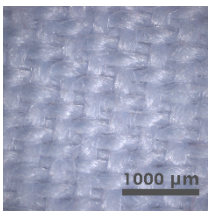
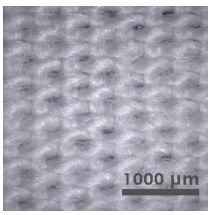
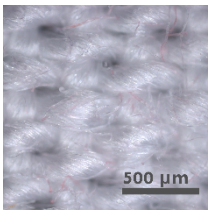
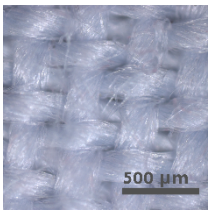
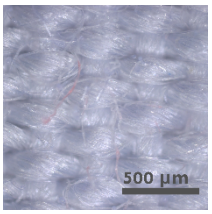
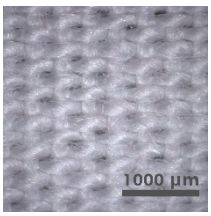
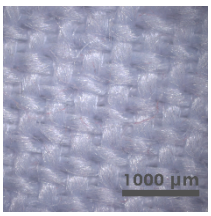
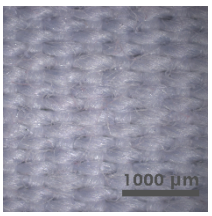
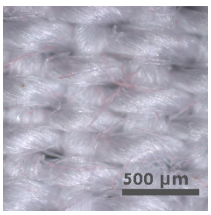
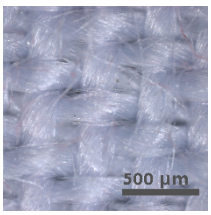
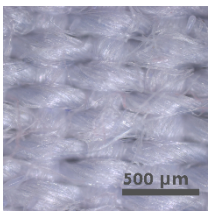
(3) การนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (Technology Exploitation) การวิเคราะห์ศักยภาพของเทคโนโลยีโดยการวิเคราะห์กลยุทธ์ที่เหมาะสม (Potential type of strategy)

(4) การประเมินความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibilities) การวิเคราะห์ภาพรวมทางการเงินและการประเมินความเสี่ยง

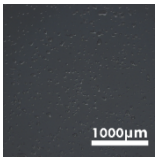
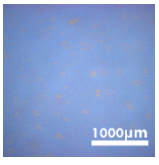
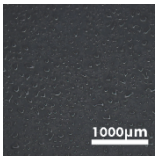
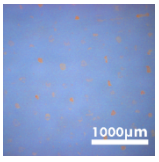
**ผลการวิจัย**

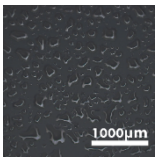
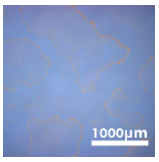
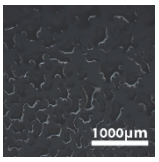
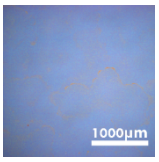
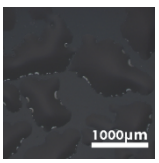
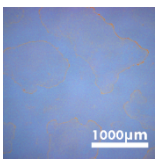
1. ผลการทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารบนพื้นผิว

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

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 วินาที | X5 |  |  |  |
| | X10 |  |  |  |
| 5 นาที | X5 |  |  |  |
| | X10 |  |  |  |

ตารางที่ 1 แสดงผลการย้อมติดสีของผ้า 3 ประเภทที่กำลังขยาย x5 และ x10

| ชนิดกระจก / ระยะเวลาพ่น | กระจกเปียก | กระจกแห้ง |
|---|---|---|
| 1 วินาที |  |  |
| 3 วินาที |  |  |

| | | |
|---|---|---|
| 5 วินาที |  |  |
| 7 วินาที |  |  |
| 10 วินาที |  |  |

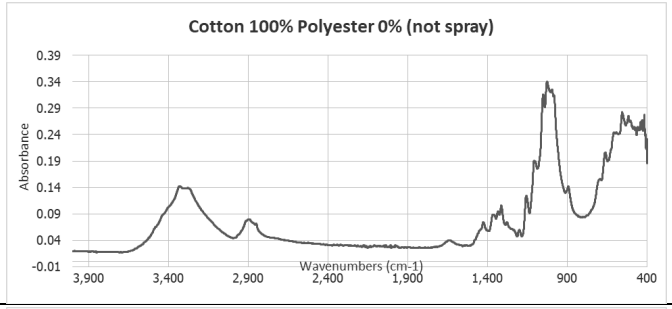
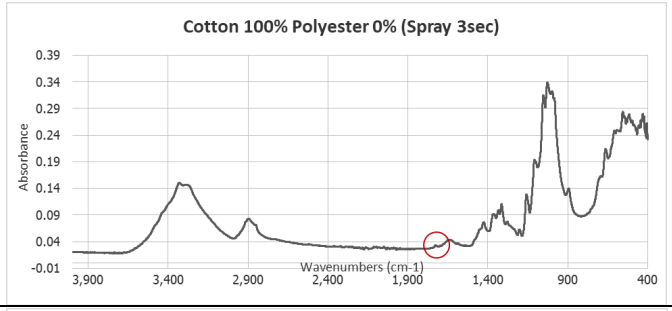
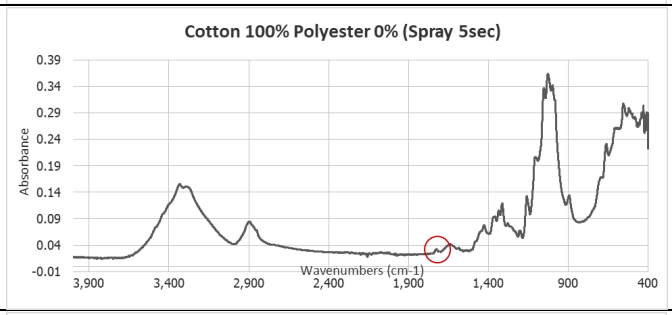
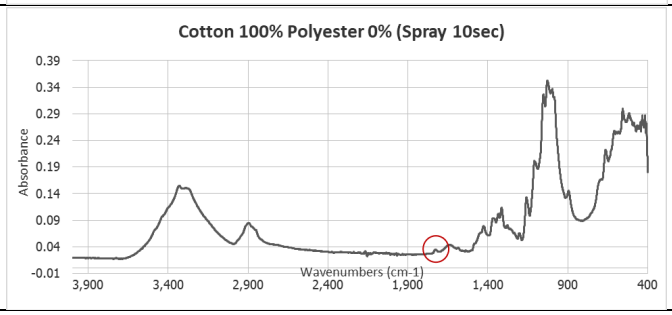
ตารางที่ 2 แสดงผลการกระจายตัวของสีบนกระจกสไลด์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย x5

2. ผลการทดสอบระยะเวลาในการเคลือบชิ้นงานที่มีผลต่อการติดของสารเพอร์เมทรินบนพื้นผิว

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

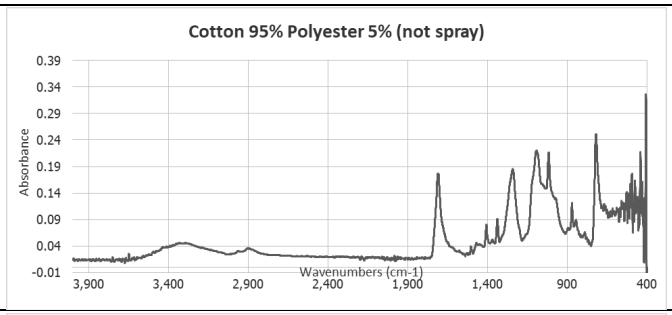
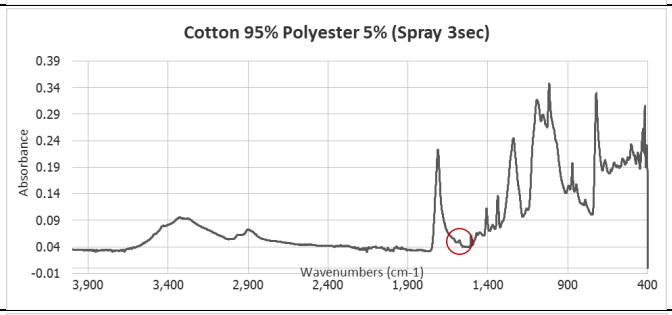
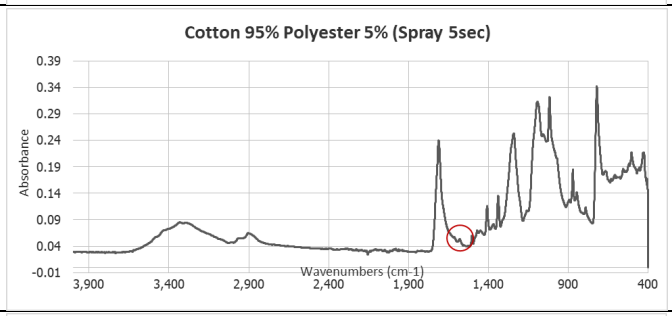
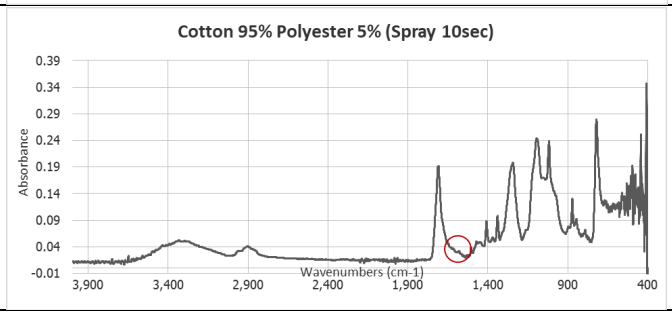
ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักที่เปลี่ยนของผ้าก่อนและหลังพ่นเพอร์เมทริน

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

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

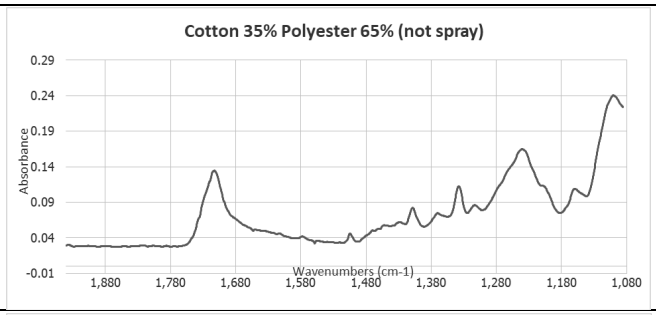
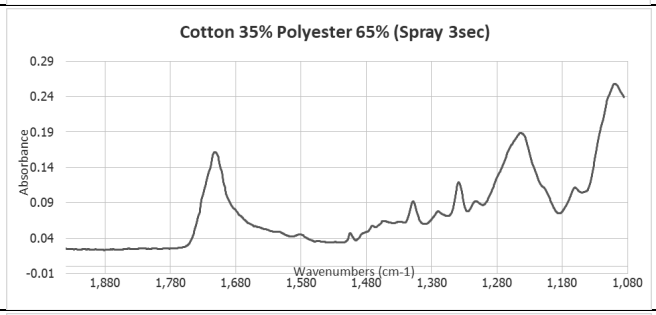
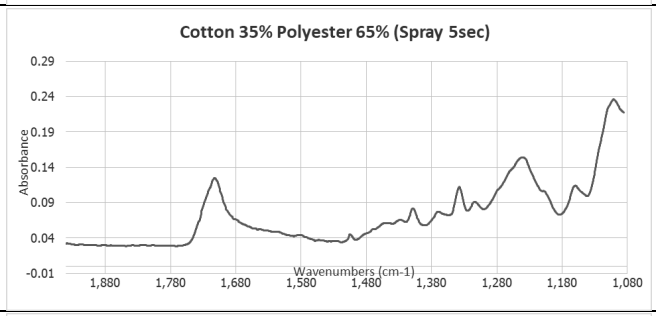
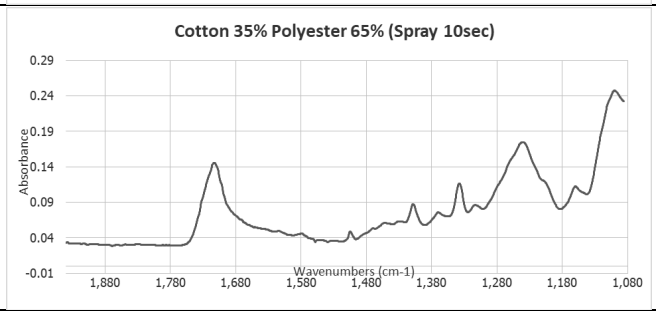


ตารางที่ 1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้ายบริสุทธิ์

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



ตารางที่ 5 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้ายร้อยละ 95

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



ตารางที่ 6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นผ้าฝ้ายร้อยละ 35

**อภิปรายผล**

จากตารางที่ 1 เมื่อส่องดูเม็ดสีด้วยตาเปล่าและกล้องจุลทรรศน์พบว่า เม็ดสีเกิดการกระจายตัวทั่วทั้งพื้นผิว เกิดการซึมผ่านในผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ และผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 ในขณะที่ผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 พบเม็ดสีเกาะบนเส้นใยชั้นนอกจำนวนมาก แต่ไม่สามารถระบุรูปแบบ (pattern) ของการกระจายตัวได้ และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกขนาด 7 ซม. 8 ซม. และ 10 ซม. พบว่าที่ขนาด 7 ซม. สามารถเกิดการติดสีได้ไวแต่ควบคุมความเข้มสีได้ยาก เนื่องจากอนุภาคเกิดการเกาะกลุ่มกันอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กระบอกขนาด 10 ซม. สามารถเกิดการติดสีได้ช้าแต่ควบคุมความเข้มสีได้ง่ายเนื่องจากอนุภาคเกิดการกระจายตัว จึงสรุปได้ว่าขนาดหน้าตัดที่เหมาะสมที่สุดคือกระบอกขนาด 8 ซม. เนื่องจาก สามารถเกิดการติดสีได้เร็วและควบคุมความเข้มสีได้ง่าย

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาการทดลองพ่นละอองบนกระจกสไลด์ (Glass Slide) เพื่อดูการกระจายตัวที่ระยะเวลา 1 วินาที 3 วินาที 5 วินาที และ7 วินาที ด้วยกระบอกขนาด 8 ซม. พบว่าภายหลังการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย x5 พบว่าที่ระยะเวลา 1 วินาที พบการกระจายตัวของอนุภาคขนาดเล็กที่ (primary particle) ยังไม่เกิดการรวมกลุ่มจำนวนมาก และอนุภาคเกิดการรวมกลุ่มขนาดใหญ่เมื่อพ่นด้วยระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ทั้งนี้สรุปได้ว่าการพ่นด้วยเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กในระยะเวลาสั้นจะทำให้เกิดการกระจายตัวของละอองจำนวนมาก ส่งผลให้เมื่อพ่นลงผ้าจึงเกิดการกระจายตัวและซึมผ่านได้ดี ในขณะที่การพ่นด้วยระยะเวลานานอนุภาคจะเกิดการรวมกลุ่มกันลักษณะคล้ายการพ่นด้วยสเปรย์ซึ่งมีอนุภาคขนาดใหญ่และการซึมผ่านเนื้อผ้าที่ด้อยกว่า

จากตารางที่ 3 เมื่อนำสารเพอร์เมทรินพ่นลงบนผ้าทั้งสามชนิดได้แก่ ผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ ผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 และผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 ด้วยกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. ที่ระยะเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาทีตามลำดับ พบการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินบนผ้าฝ้ายบริสุทธิ์ และผ้าฝ้ายร้อยละ 95 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 5 จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเลขคลื่นที่ช่วง Wavenumbers 1400 ถึง 1900 cm-1 ที่ระยะเวลาในการพ่นมากกว่า 3 วินาทีขึ้นไป แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูดบนผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ต่อโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65

**องค์ความรู้จากงานวิจัย**

1. เพิ่มคุณค่าสิ่งทอด้วยคุณสมบัติการป้องกันยุงโดยกระบวนการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็ก
2. สร้างการตระหนักต่อผลกระทบจากโรคที่มียุงเป็นพาหะ และลดอัตราการเจ็บป่วยหรือเสียชีวิต
3. ลดปริมาณการใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นมิตรต่อผู้สวมใส่

**สรุป**

1. การพัฒนาต้นแบบชุดปฏิบัติธรรมป้องกันยุง

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

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

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

2. การทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรม

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

3. การประเมินความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

จากการศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์พบว่าเป็นลักษณะกิจการร่วมค้า (Joint Venture) ร่วมกับสำนักปฏิบัติธรรม ในรูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) เพื่อตอบโจทย์ปัญหาการถูกรบกวนจากยุงของผู้บริโภค (Pain Point) ซึ่งยังไม่ได้รับการแก้ไข โดยกลุ่มเป้าหมายคือกลุ่มผู้ปฏิบัติธรรมนอกที่พักอาศัยช่วงอายุ 25 ถึง 40 ปี ซึ่งมีความสนใจในเทคโนโลยีใหม่ๆ และได้รับอิทธิพลจากการบอกต่อจากผู้ใช้จริง โดยใช้เงินลงทุน 1,000,000 บาท และคาดว่าจะคืนทุนภายในระยะเวลา 1.1 ปี

**ข้อเสนอแนะ**

1. งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติธรรมต้นแบบที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุง ทั้งนี้จากข้อมูลจากวิจัยตลาดพบว่า ผู้ทำแบบสอบถามมีความต้องการในการนำประสิทธิภาพในการป้องกันยุงไปประยุกต์ใช้กับเสื้อผ้าประเภทอื่นอาทิเช่น ชุดลำลอง โดยจากผลการศึกษาพบว่าสามารถประยุกต์ใช้การเคลือบเพอร์เมทรินด้วยละอองขนาดเล็กได้กับเสื้อผ้าทุกประเภท ที่มีสัดส่วนของผ้าฝ้ายมากกว่าร้อยละ 95 การนำไปใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นจึงมีความเป็นไปได้

2. จากการศึกษาเป็นเพียงการทดสอบการพ่นแบบอยู่กับที่เท่านั้น ในการใช้งานจริงควรศึกษาเพิ่มเติมถึงวิธีการพ่นในลักษณะเคลื่อนที่เพื่อให้สัมพันธ์กับพื้นที่บนพื้นผิว รวมทั้งการพิจารณาระบบบังคับทิศทางการไหลและการกักเก็บละอองขนาดเล็ก (Anderson cascade impactor) เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของของอนุภาคและการควบคุมทิศทางที่สะดวกมากขึ้น และเนื่องด้วยงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระยะสั้น จึงศึกษาเพียงการกระจายตัวของสารบนพื้นผิวและการเกาะติดของสารเพอร์เมทรินเท่านั้น ในอนาคตสามารถศึกษาต่อยอดได้ด้วยการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข เพื่อเพิ่มการรับรองมาตรฐานและความสบายใจแก่ผู้ใช้งาน ทั้งนี้เบื้องต้นจากการศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมในบทที่ 2 พบว่าองค์การอนามัยโลกได้ระบุการใช้สารเพอร์เมทรินที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานรวมทั้งเด็กและสตรีมีครรภ์หรือที่ปริมาณ 1250 mg/m2

**บรรณานุกรม**


กระทรวงสาธารณสุข. **รายงานจำนวนการฆ่าตัวตายของประเทศไทย.** กรมสุขภาพจิต. Retrieved from https://www.dmh.go.th/report/suicide/

กระทรวงสาธารณสุข. (2020). **รวมสถานการณ์โรคติดต่อนำโดยแมลงย้อนหลัง.** กรมควบคุมโรค.

สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. (2020). **ทะเบียนสำนักปฏิบัติธรรมประจำจังหวัด ตามมติเถรสมาคม ว่าด้วยการจัดตั้งสำนักปฏิบัติธรรมประจำจังหวัด พ.ศ.2558**. ข้อมูลสารสนเทศ.

Marshalonis, D., Knowlton, R. E., & Merchant, H. (2006). **Acute toxicity of permethrin to four populations of ovigerous grass shrimp, Palaemonetes pugio Holthuis.** Bull Environ Contam Toxicol, 77(4), 543-550. doi:10.1007/s00128-006-1098-4

Smith, W. C. (2019). **1 - Commentary/overview of textile coating and lamination**This chapter is the result of the author's research and previous writings.** In W. C. Smith (Ed.), Smart Textile Coatings and Laminates (Second Edition) (pp. 3-10): Woodhead Publishing