

ชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการระบาดของไข้เลือดออก



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการ

นวัตกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mosquito repellent school uniform for preventing the outbreak of dengue fever



Miss Raviporn Chairongmaneedamrong

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

ชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการระบาดของไข้เลือดออก

โดย

น.ส.รวิพร ชัยรุ่งมณีดำรง

สาขาวิชา

ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ศาสตราจารย์ ดร.สนอง เอกสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.นนุช เหมืองสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ศาสตราจารย์ ดร.สนอง เอกสิทธิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล ใจเชื้อกุล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รวิพร ชัยรุ่งมณีดำรง : ชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการระบาดของไข้เลือดออก. (Mosquito repellent school uniform for preventing the outbreak of dengue fever) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.สนอง เอกสิทธิ์

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคประจำถิ่นที่เป็นปัญหาสาธารณสุขอันดับต้นๆ ของประเทศไทย ซึ่งสามารถติดต่อโดยมียุงลายเป็นพาหะนำเชื้อจากผู้ป่วยในระยะระบาดไปสู่บุคคลอื่น โดยส่วนมากจะเป็นในเวลากลางวัน และจากสถิติของกรมควบคุมโรคช่วงอายุที่มีการติดเชื้อไข้เลือดออกมากที่สุดคือช่วงอายุ 5-14 ปี จากปัญหาดังที่กล่าวมางานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเคลือบชุดนักเรียนเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการป้องกันยุงเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกที่โรงเรียน ซึ่งการเคลือบสารเพอร์เมทรินในปริมาณ 0.125 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และเทคนิคการพ่นละอองขนาดเล็ก (Aerosol) เป็นการเคลือบสารเคมีไว้ที่ผิวหนังของชุดนักเรียน เพื่อให้ผ้าที่ถูกเคลือบมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมน้อยที่สุด ลดการสัมผัสต่อผิวหนังของผู้ใช้โดยตรง และลดปริมาณการใช้สารเคมีพลังงาน และปริมาณของเหลือทิ้งในขั้นตอนการเคลือบ โดยอาศัยสารต้นแบบสีแดงจำลองการฉีดพ่นเพื่อดูการกระจายตัวของสารบนพื้นผิวผ้าโพลีเอสเตอร์ และอาศัยการชั่งน้ำหนักและเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier transform infrared spectrometer, FT-IR) เพื่อวัดปริมาณสารเพอร์เมทรินที่เคลือบอยู่บนผ้าโพลีเอสเตอร์ ผลของการวิจัยพบว่าวิธีการพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินสามารถเคลือบผิวผ้าได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง และมีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงในบริเวณโรงเรียน จึงสามารถเป็นทางเลือกในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกที่โรงเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการ ลายมือชื่อนิสิต

นวัตกรรม

ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6280129620 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT

KEYWORD: Permethrin, Aerosol, insecticide, Mosquito repellent

Raviporn Chairongmaneedamrong : Mosquito repellent school uniform for preventing the outbreak of dengue fever. Advisor: Prof. SANONG EKGASIT, Ph.D.

Dengue fever which is borne by Aedes mosquitoes from a patient in the epidemic stage in the daytime is one of Thailand's top health problems. According to the Department of Disease Control statistics, the age range with the most dengue infection is 5-14 years old. This study aimed to develop a prototype of the Permethrin coating school uniform for preventing the outbreak of dengue fever at the school using the Aerosol technique. The 0.125 mg/cm² of Permethrin is safe for coating. With the aerosol coating technique, which coated only on the fabric surface of the school uniform, the fabric properties remain the same closely as before applying and reducing dermal contact. In addition, the aerosol can reduce chemical usage, energy consumption, and pollution during the process. For verification of the consistency of the aerosol technique, this study used the red substance sprayed on the Toray. To verify the amount of Permethrin coated on Toray using Analytical Balance and Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR). The result showed that the Permethrin with aerosol technique can coat the fabric evenly and thoroughly and has the potential for coating school uniforms to prevent dengue fever outbreak at the school.

Field of Study: Technopreneurship and
Innovation Management

Student's Signature

Academic Year: 2020

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

โครงการค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงของ ศาสตราจารย์ ดร.สนอง เอกสิทธิ์ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และ ให้คำแนะนำปรึกษาที่เป็นประโยชน์แก่โครงการพิเศษ

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. นงนุช เหมือนสิน ประธานกรรมการสอบ และ รอง ศาสตราจารย์ ดร. ชัชวาล ใจซื่อกุล กรรมการสอบ ที่ได้ให้คำแนะนำในการพัฒนาโครงการพิเศษนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมเครื่องพ่นสารเพอร์เมทรินด้วย เทคนิคการพ่นละอองขนาดเล็กบนชุดนักเรียน รวมถึงความช่วยเหลือ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาต้นแบบ

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านในหลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม ซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนาโครงการพิเศษนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณเพื่อน และครอบครัว ที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ขอขอบคุณผู้ร่วมตอบแบบสอบถามทุกท่าน ที่สละเวลามาช่วยเหลือในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้โครงการนี้มีความสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รวีพร ชัยรุ่งมณีดำรง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3. ขอบเขตการของการศึกษา.....	3
1.4. สมมติฐานของการศึกษา.....	4
1.5. วิธีดำเนินการศึกษา.....	4
1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.7. Technology, Innovation and Management: TIM.....	5
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1. เพอร์เมทริน (Permethrin).....	6
2.2. เทคโนโลยีการเคลือบและย้อมผ้า.....	11
2.3. ผ้าโทเร.....	13
2.4. งานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง.....	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา.....	19

3.1. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษาโครงการพิเศษ.....	19
3.2. การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์	20
3.3. การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม.....	25
3.4. การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์	25
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล.....	27
4.1. ผลการศึกษาการเคลื่อนชูดนักเรียนด้วยเทคนิคละอองขนาดเล็กเพื่อป้องกันยุง	27
4.2. ผลการทดสอบการยอมรับนวัตกรรม	52
บทที่ 5 การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์.....	68
5.1. การประเมินเทคโนโลยี (Technology assessment)	68
5.2. การประเมินตลาด (Market assessment).....	71
5.3. การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (Technology exploitation).....	77
5.4. แผนการนำเทคโนโลยีออกสู่เชิงพาณิชย์	79
5.5. การประเมินความเป็นไปด้ด้านการเงิน (Financial feasibility).....	83
5.6. การสรุปผลการ (Summarize).....	92
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	94
6.1. สรุปผลการศึกษา.....	94
6.2. ข้อเสนอแนะ.....	95
บรรณานุกรม.....	96
ประวัติผู้เขียน.....	99
ภาคผนวก.....	100

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของเพอร์เมทรีน ⁴	7
ตารางที่ 2.2 ระดับความเป็นพิษของเพอร์เมทรีน ⁵	9
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการฉีดพ่นสารต้นแบบสีแดงลงบนผ้าโทเรโดยวางผ้าในแนวนอน	32
ตารางที่ 4.2 ภาพถ่ายด้วยกำลังขยาย 5x ของละอองของสารต้นแบบสีแดงบนแผ่นสไลด์ที่ระยะเวลา ต่างๆ	36
ตารางที่ 4.3 กราฟ FT-IR spectra ของเพอร์เมทรีน ผ้าโทเร พลาสติกใส และสารเพอร์เมทรีนบน พลาสติกใส สำหรับเปรียบเทียบ	39
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเคลือบสารเพอร์เมทรีนด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer.....	42
ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันสัตว์จำพวกขาปล้องของสาร Active ingredient แต่ละประเภท ⁷	50
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงจำนวนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามโดยแบ่งตามเพศ.....	52
ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงจำนวนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามโดยแบ่งตามอายุ	53
ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงระดับการศึกษาของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	53
ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงอาชีพของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	54
ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	55
ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	56
ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงลักษณะครอบครัวของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	56
ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงความตระหนักถึงอันตรายของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	58
ตารางที่ 4.14 ตารางแสดงระดับความกังวลต่อโอกาสในการเจ็บป่วยของบุตรหลานในปกครอง.....	58
ตารางที่ 4.15 เหตุผลประกอบความสนใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์	62
ตารางที่ 4.16 ตารางแสดงความคิดเห็นถึงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนด้วยสาร เพอร์เมทรีน.....	63

ตารางที่ 5.1 ตารางวิเคราะห์ SWOT ของเทคโนโลยีการเคลือบชุดนักเรียนด้วยเทคนิคละอองขนาดเล็ก.....	70
ตารางที่ 5.2 การกระจายของผู้ป่วยและผู้ป่วยเสียชีวิตด้วยโรคไข้เลือดออกจำแนกตามกลุ่มอายุ ปี 2563 (ข้อมูลณวันที่ 18 สิงหาคม 2563).....	72
ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบคู่แข่งในตลาดยากันยุง	75
ตารางที่ 5.4 การประเมินเพื่อเลือกรูปแบบการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์	78
ตารางที่ 5.5 กลยุทธ์ทางการตลาดสำหรับระยะเวลา 6 เดือน	82
ตารางที่ 5.6 ตารางสินทรัพย์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจ.....	83
ตารางที่ 5.7 ตารางประมาณการในการลงทุน.....	83
ตารางที่ 5.8 ตารางสมมติฐานทางการเงิน.....	83
ตารางที่ 5.9 ตารางนโยบายทางการเงิน.....	84
ตารางที่ 5.10 ตารางประมาณการในการขายสินค้ารายเดือน.....	84
ตารางที่ 5.11 ตารางประมาณการต้นทุนการผลิตรายเดือน	84
ตารางที่ 5.12 ตารางประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหารรายเดือน.....	85
ตารางที่ 5.13 ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน สินทรัพย์	85
ตารางที่ 5.14 ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน สินทรัพย์ถาวร	85
ตารางที่ 5.15 ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน หนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น.....	86
ตารางที่ 5.16 ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน ส่วนของผู้ถือหุ้น.....	86
ตารางที่ 5.17 ตารางงบกำไรขาดทุน	87
ตารางที่ 5.18 ตารางงบกระแสเงินสด	88
ตารางที่ 5.19 ตารางงบต้นทุนในการผลิต	89
ตารางที่ 5.20 ตารางการวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงิน	91
ตารางที่ 5.21 บทสรุปทางการเงิน (Base case)	91
ตารางที่ 5.22 บทสรุปทางการเงินในกรณี Worst case	91

ตารางที่ 5.23 บทสรุปทางการเงินในกรณี Best case..... 91



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 Molecular Structure-Permethrin ³	6
รูปที่ 2.2 เครื่องย้อมผ้าด้วยเทคนิคการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก ⁸	11
รูปที่ 2.3 กระบวนการในการเคลือบสารเพอร์เมทรินด้วยเทคนิคโซลเจล ⁹	12
รูปที่ 2.4 ภาพถ่ายผ้าโทเรด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10x	14
รูปที่ 3.1 สารต้นแบบสีแดง	21
รูปที่ 3.2 ปากกระบอกที่มีขนาด 7, 8, 10 เซนติเมตรตามลำดับ	21
รูปที่ 3.3 การเคลือบด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer โดยวางผ้าในแนวตั้ง.....	22
รูปที่ 3.4 การเคลือบด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer โดยวางผ้าในแนวนอน	22
รูปที่ 3.5 การผสมสารละลายเพอร์เมทรินเข้มข้น 0.5% w/v	23
รูปที่ 3.6 สารละลายเพอร์เมทรินความเข้มข้น 0.5% w/v	23
รูปที่ 3.7 การพ่นสารละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินบนผ้าขนาด 2 x 2 ตารางเซนติเมตร	24
รูปที่ 3.8 เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier transform infrared spectrometer, FT-IR).....	25
รูปที่ 4.1 ผลการพ่นละอองขนาดเล็กโดยวางผ้าในแนวตั้ง	27
รูปที่ 5.1 แผนที่แสดงตำแหน่งของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในตลาดยากันยุง	80

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1.1 อัตราป่วยโรคไข้เลือดออกจำแนกกลุ่มอายุ ประเทศไทย ปี 2558 - 2562 (ข้อมูล ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2562) ¹	1
แผนภูมิที่ 2.1 FT-IR spectra ของสารเพอร์เมทริน	6
แผนภูมิที่ 2.2 ปริมาณสารเพอร์เมทรินที่เมื่อถูกซัก ^๑	13
แผนภูมิที่ 2.3 FT-IR spectra ของผ้าโทเร	13
แผนภูมิที่ 2.4 ประสิทธิภาพในการกำจัดยุงหลังจากการซักอย่างต่อเนื่อง ¹⁰	15
แผนภูมิที่ 4.1 แผนภูมิแสดงจำนวนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามโดยแบ่งตามเพศ	52
แผนภูมิที่ 4.2 แผนภูมิแสดงช่วงอายุของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม.....	53
แผนภูมิที่ 4.3 แผนภูมิแสดงระดับการศึกษาของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม.....	54
แผนภูมิที่ 4.4 แผนภูมิแสดงอาชีพของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	55
แผนภูมิที่ 4.5 แผนภูมิแสดงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	55
แผนภูมิที่ 4.6 แผนภูมิแสดงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	56
แผนภูมิที่ 4.7 แผนภูมิแสดงลักษณะครอบครัวของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	57
แผนภูมิที่ 4.8 แผนภูมิจำนวนบุตรหลานของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามที่เคยเป็นโรคไข้เลือดออก.....	57
แผนภูมิที่ 4.9 แผนภูมิแสดงความตระหนักถึงอันตรายของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม	58
แผนภูมิที่ 4.10 แสดงระดับความกังวลต่อโอกาสในการเจ็บป่วยของบุตรหลานในปกครอง	59
แผนภูมิที่ 4.11 แผนภูมิแสดงสถานที่ที่ผู้ร่วมตอบแบบสอบถามคิดว่าบุตรหลานมีโอกาสในการติดโรคไข้เลือดออก.....	59
แผนภูมิที่ 4.12 แผนภูมิแสดงวิธีการป้องกันบุตรหลานจากยุงซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไข้เลือดออก	60
แผนภูมิที่ 4.13 แผนภูมิแสดงความรู้ถึงวิธีการที่โรงเรียนของบุตรหลานของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามใช้ในการนักเรียนจากยุงซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไข้เลือดออก	60

แผนภูมิที่ 4.14 แผนภูมิแสดงจำนวนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามที่มีประสบการณ์ในการใช้ผลิตภัณฑ์
ป้องกันยุงที่ในการเคลือบเครื่องแต่งกาย..... 61

แผนภูมิที่ 4.15 แผนภูมิแสดงความสนใจของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์เคลือบชุด
นักเรียนเพื่อป้องกันยุง..... 61

แผนภูมิที่ 4.16 แผนภูมิแสดงความคิดเห็นถึงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนด้วย
สารเพอร์เมทริน 64

แผนภูมิที่ 4.17 แผนภูมิแสดงจำนวนผู้ยอมรับผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เม-
ทริน..... 64

แผนภูมิที่ 4.18 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมสำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุง
โดยใช้เทคนิคการฉีดยาขนาดเล็ก..... 65

แผนภูมิที่ 4.19 แผนภูมิแสดงปัจจัยที่มีผลต่อการไม่ยอมรับนวัตกรรมสำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อ
ป้องกันยุง โดยใช้เทคนิคการฉีดยาขนาดเล็ก..... 66

แผนภูมิที่ 4.20 ตารางแสดงศักยภาพของช่องทางจัดจำหน่าย..... 67

แผนภูมิที่ 4.21 แสดงราคาในกลุ่มเป้าหมายยอมรับผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุง
..... 67

แผนภูมิที่ 5.1 แผนภูมิแสดงจำนวนนักเรียนในประเทศไทยในสังกัด สพฐ., อปท และ ตชด ประจำปี
การศึกษา 2559 - 2563 72

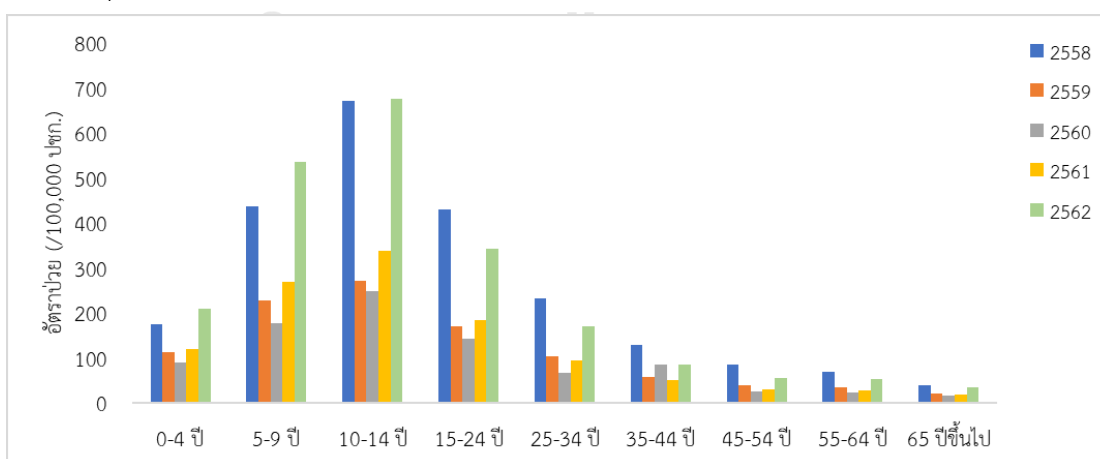
บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญ

โรคไข้เลือดออก (Dengue Fever) เกิดจากเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue Virus) ติดต่อกันได้ โดยมียุงลายเป็นพาหะนำโรค โดยยุงตัวเมียซึ่งมักออกหากินในเวลา 9:00 - 10:00 น. และ 16:00 - 17:00 น. เมื่อยุงกัดผู้ป่วยที่อยู่ในระยะไข่ซึ่งเป็นระยะที่มีไวรัสอยู่ในกระแสเลือดมาก เชื้อไวรัสจะฟักตัวและเพิ่มจำนวนอยู่ในกระเพาะของยุงประมาณ 8 - 10 วัน แล้วเดินทางเข้าสู่ต่อมน้ำลาย และเมื่อยุงกัดหรือดูดเลือดคนต่อไปเชื้อไวรัสจะถูกแพร่กระจายไปยังผู้ที่ถูกกัด เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายของคนจะใช้เวลาในการฟักตัวประมาณ 3 - 14 วัน ผู้ป่วยจึงจะแสดงอาการของโรค คือ มีไข้สูงเฉียบพลันประมาณ 2 - 7 วัน เบื่ออาหาร หน้าแดง ปวดศีรษะ ร่วมกับอาการคลื่นไส้ อาเจียน และอาจมีอาการปวดท้องร่วมด้วย บางรายอาจมีจุดเลือดสีแดงขึ้นตามตัว แขนขา อาจมีเลือดกำเดาออกหรือเลือดออกตามไรฟัน และการถ่ายอุจจาระดำเนื่องจากเลือดออก และอาจทำให้เกิดอาการช็อค ในรายที่ช็อคจะสังเกตได้จากการที่ไข้ลด แต่ผู้ป่วยซึมลง ตัวเย็น หหมดสติ และอาจเสียชีวิตได้

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคประจำถิ่น และเป็นปัญหาสาธารณสุขอันดับต้นๆของประเทศไทย ซึ่งมีการระบาดทั่วทั้งประเทศ และก่อให้เกิดการสูญเสียต่อชีวิตเป็นประจำทุกปี จากสถิติย้อนหลังพบว่าโรคไข้เลือดออกระบาดมากที่สุดในเด็กวัยเรียน โดยช่วงอายุที่มีการระบาดมากที่สุดคือ 10 - 14 ปี รองลงมาคือ 5 - 9 ปี และ 15 - 24 ปี ตามลำดับ¹



แผนภูมิที่ 1.1 อัตราป่วยโรคไข้เลือดออกจำแนกกลุ่มอายุ ประเทศไทย ปี 2558 - 2562 (ข้อมูล ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2562)¹

ยุงลายซึ่งเป็นพาหะของโรคไข้เลือดออกมักออกหากินในเวลากลางวัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ได้แก่นักเรียนใช้เวลาส่วนมากอยู่ที่โรงเรียน กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ให้ความสำคัญกับการเฝ้าระวัง และป้องกันการระบาดของไข้เลือดออกในเด็ก ด้วยการทำความสะอาดบริเวณโรงเรียน กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย และฉีดพ่นยากันยุง แต่ถึงกระนั้นมาตรการดังกล่าวก็ยังไม่สามารถรับมือกับโรคไข้เลือดออกได้อย่างที่มีประสิทธิภาพ เนื่องมาจากขาดความต่อเนื่องในการปฏิบัติ² ซึ่งสาเหตุมาจากการขาดทรัพยากรบุคคลเพื่อมารับผิดชอบดูแลรับผิดชอบให้มีการป้องกันมีประสิทธิภาพ หรืออาจขาดงบประมาณในการดำเนินการ

ยากันยุงเป็นทางเลือกที่ง่ายและใช้งบประมาณไม่สูงในป้องกันยุงลายและลดโอกาสในการแพร่ระบาดของไข้เลือดออก ยากันยุงที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดมีส่วนผสมของดีอีอีที (DEET) ซึ่งมีฤทธิ์ในการไล่ยุงด้วยการรบกวนกลไกการรับกลิ่น ทำให้ยุงไม่สามารถรับรู้ถึงตำแหน่งของคนแต่ไม่สามารถกำจัดยุง อีกทั้งสารกันยุงชนิดนี้ออกฤทธิ์ได้เพียงระยะเวลาสั้นๆ ไม่ทนต่อเหงื่อหรืออุณหภูมิ การจะใช้อยากันยุงที่มีส่วนผสมของดีอีอีทีให้สามารถป้องกันยุงได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องอาศัยความถี่ในการใช้งาน ทำให้การใช้นี้ในเด็กนักเรียนอาจจะไม่เหมาะสม เนื่องจากเด็กในวัยเรียนอาจไม่ได้ใส่ใจในการใช้อยากันยุงอย่างสม่ำเสมอ และด้วยสภาพอากาศของประเทศไทยที่เป็นเมืองร้อน ทำให้ประสิทธิภาพในการกันยุงยิ่งเสื่อมประสิทธิภาพไวยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้การใช้สารกันยุงชนิดอื่นเช่นเพอร์เมทริน (Permethrin) ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีอยู่ในดอกเบญจมาศ และมีฤทธิ์ในการกำจัดยุง สามารถลดปริมาณยุงในบริเวณโดยรอบ นอกจากนี้ยากันยุงที่มีส่วนผสมของเพอร์เมทรินออกฤทธิ์ได้ยาวนาน และทนต่อการซักล้าง ในการใช้สารกันยุงที่มีส่วนผสมของเพอร์เมทรินจะต่างจากการใช้ดีอีอีที โดยไม่ได้เป็นทาที่บริเวณผิวหนังโดยตรง แต่เป็นการเคลือบไว้ที่เครื่องแต่งกาย และสามารถกำจัดยุงเมื่อบินมาสัมผัสบริเวณที่มีสารเคลือบอยู่ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การเคลือบสารเพอร์เมทรินบนชุดนักเรียน เพื่อป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่โรงเรียน

เพอร์เมทรินถูกใช้ในการเคลือบชุดเครื่องแบบทหารสหรัฐอเมริกามากกว่า 20 ปี เพื่อป้องกันสัตว์รบกวนเมื่อต้องประจำการในป่าเป็นเวลานานๆ โดยวิธีในการเคลือบเสื้อผ้าที่มีนิยมนคือการใช้การชุบทั้งชุดลงไปในสารเคมีเพอร์เมทริน ซึ่งการทำวิธีการนี้ทำให้เนื้อผ้าที่ถูกชุบเปลี่ยนไป จากการแทรกตัวของสารเคมีในเส้นใยของผ้า และยังเป็นการเปลืองสารเคมีโดยไม่จำเป็นเนื่องจากส่วนที่ใช้ในการฆ่ายุงเป็นส่วนที่เคลือบอยู่ภายนอกชุดเท่านั้น และอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองจากการสัมผัสกับเพอร์เมทรินที่เคลือบอยู่ด้านในของชุด นอกจากนี้การ

ซุบทั้งซุดในสารเคมียังมีการใช้สเปรย์ในการเคลือบซุด ซึ่งประหยัดสารเคมีมากกว่าวิธีการซุบ แต่การฉีดพ่นสเปรย์ทำให้เกิดละอองขนาดใหญ่ จึงยังคงมีสารเคมีบางส่วนซึมผ่านเข้าไปยังเส้นใยของซุดที่ถูกเคลือบ

จากข้อมูลดังกล่าวมาจึงเกิดเป็นที่มาของการศึกษาการเคลือบซุดนักเรียนด้วยสารกันยุงชนิดเพอร์เมทรินด้วยเทคโนโลยีการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก (Aerosol coating) เพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกในเด็กวัยเรียน โดยมุ่งหวังที่จะลดเวลาในการขาดเรียน ค่าใช้จ่ายในการรักษาตัว และเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของเด็กนักเรียน อีกทั้งยังลดปริมาณการใช้สารเคมี พลังงาน และของเหลือทิ้งระหว่างกระบวนการเคลือบ โดยที่ยังสามารถเคลือบสารกันยุงที่ผิวนอกของซุดนักเรียนได้อย่างทั่วถึง และมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการป้องกันยุง

1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1. เพื่อพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบซุดเส้นใยของซุดนักเรียน
- 1.2.2. เพื่อศึกษาแนวทางในการลดปริมาณสารเคมีในการเคลือบด้วยเทคนิคการใช้ละอองขนาดเล็ก (Aerosol)
- 1.2.3. เพื่อประเมินการยอมรับนวัตกรรมผลผลิตผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทริน เพื่อเคลือบซุดซุดนักเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันยุง
- 1.2.4. เพื่อประเมินศักยภาพของตลาดและความเป็นไปได้ของธุรกิจจำหน่ายผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก (Ultrasonic atomizer) สำหรับพ่นสารเพอร์เมทริน และสารเคลือบซุดนักเรียนที่มีส่วนผสมของเพอร์เมทริน

1.3. ขอบเขตการของการศึกษา

- 1.3.1. ศึกษาการใช้เทคโนโลยีละอองขนาดเล็กในการเคลือบผ้าโทเร โดยพิจารณาการกระจายตัว และความสม่ำเสมอในการเคลือบโดยใช้สารต้นแบบสีแดงในการฉีดพ่น
- 1.3.2. พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบเส้นใยของซุดนักเรียน เพื่อการป้องกันยุง
- 1.3.3. ศึกษาการยอมรับที่มีต่อนวัตกรรม โดยการศึกษาการวิจัยเชิงปริมาณในรูปแบบการทำแบบสอบถามกับกลุ่มประชากรเป้าหมาย

1.4. สมมติฐานของการศึกษา

- 1.4.1. เทคโนโลยีการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก (Aerosol) สามารถเคลือบผ้าได้อย่างทั่วถึง มีการกระจายตัวของสารสม่ำเสมอ และสามารถใช้ทดแทนวิธีเคลือบแบบเก่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งประหยัดสารเคมี พลังงาน และลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนวิธีการเคลือบ
- 1.4.2. สามารถใช้เทคโนโลยีฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก ในการเคลือบสารเพอร์เมทรินบนพื้นผิวของชุดนักเรียนเพื่อให้มีคุณสมบัติในการป้องกันยุง
- 1.4.3. การเคลือบเพอร์เมทรินบนผิวของชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุงได้รับการยอมรับจากกลุ่มเป้าหมาย และมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาสู่เชิงพาณิชย์

1.5. วิธีดำเนินการศึกษา

- 1.5.1. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน แนวทางการป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกของโรงเรียนในประเทศไทย ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้เพอร์เมทรินในการเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก เทคนิคการเคลือบเพอร์เมทรินลงบนเส้นใยผ้าเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุง และทบทวนต่อการซักล้าง และเทคนิคการย้อมหรือเคลือบเส้นใยด้วยเทคโนโลยีการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก
- 1.5.2. ออกแบบและพัฒนาต้นแบบชุดนักเรียนกันยุง
 - 1.5.2.1. ทดสอบการกระจายตัวของสารเคมีบนผ้าเทโรซึ่งเป็นผ้าที่ใช้ในการผลิตชุดนักเรียน
 - 1.5.2.2. พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบเส้นใยของชุดนักเรียน
- 1.5.3. ทดสอบการยอมรับนวัตกรรม โดยการวิจัยเชิงปริมาณ ด้วยการเก็บแบบสอบถามกลุ่มเป้าหมายตัวอย่าง
- 1.5.4. ประเมินความเป็นไปได้ในการนำนวัตกรรมสู่เชิงพาณิชย์
- 1.5.5. สรุปผลวิจัย อภิปราย และให้ข้อเสนอแนะ

1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1. ลดจำนวนยุงในบริเวณห้องเรียน เนื่องจากเพอร์เมทรินสามารถกำจัดยุง เมื่อยุงมาสัมผัสบริเวณที่ถูกเคลือบด้วยสารเพอร์เมทริน
- 1.6.2. ลดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกจากที่โรงเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้แก่เด็กนักเรียน โดยการที่ลดจำนวนวันขาดเรียนเนื่องจากการพักรักษาตัวเมื่อเจ็บป่วยด้วยโรคที่แพร่ระบาดโดยยุงลาย และลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้ปกครอง ซึ่งอาจเกิดจากค่ารักษาพยาบาล หรือ ค่าเสียโอกาสในการทำงาน เพื่อสละเวลามาดูแลเด็กในปกครองที่เจ็บป่วย
- 1.6.3. แนวทางการป้องกันโรคไข้เลือดออกในสถานศึกษา ที่สามารถทำได้ง่าย และประหยัดค่าใช้จ่าย
- 1.6.4. สร้างการรับรู้ต่อนวัตกรรมและแนวทางในการนำผลิตภัณฑ์ไปสู่เชิงพาณิชย์

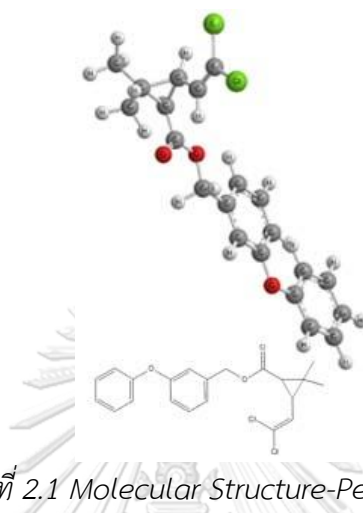
1.7. Technology, Innovation and Management: TIM

- 1.7.1. เทคโนโลยี คือ เทคโนโลยีการผลิตละอองขนาดเล็กของสารออกฤทธิ์ที่เป็นของเหลวด้วย Ultrasonic Atomizer
- 1.7.2. นวัตกรรม คือ การใช้เทคนิคละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเคลือบชุดนักเรียน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการกันยุง และลดการใช้สารเคมี พลังงาน และลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต
- 1.7.3. การจัดการ คือ การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม การจัดการความรู้และการสื่อสารเทคโนโลยีการเคลือบชุดนักเรียนด้วยเพอร์เมทรินโดยเทคนิคละอองขนาดเล็กให้เป็นที่รู้จัก เพื่อนำไปสู่การยอมรับ

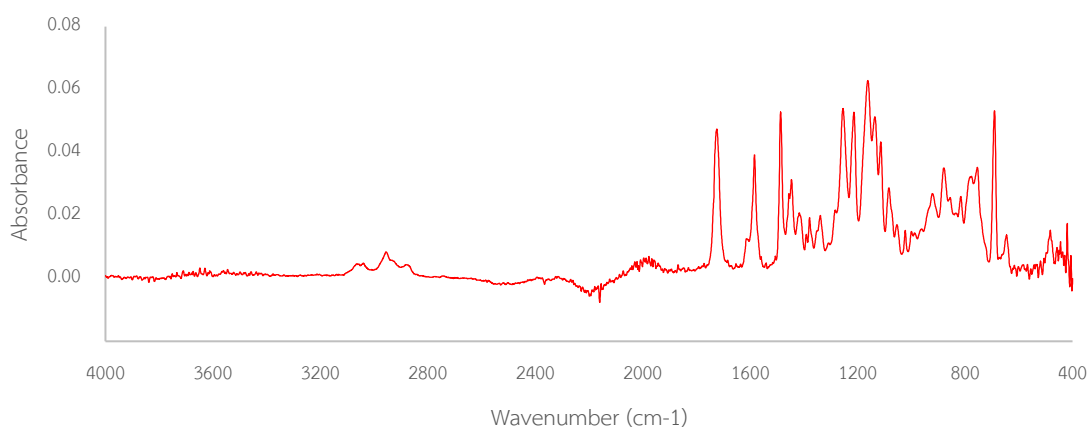
บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. เพอร์เมทริน (Permethrin)



รูปที่ 2.1 Molecular Structure-Permethrin³



แผนภูมิที่ 2.1 FT-IR spectra ของสารเพอร์เมทริน

เพอร์เมทรินเป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มไพเรทรอยด์สังเคราะห์ (Pyrethroid) ซึ่งเป็นสารเคมีสกัดเลียนแบบสารธรรมชาติ ซึ่งพบได้ในดอกเบญจมาศ โดยชื่อที่ทาง International Union of Pure Applied Chemistry (IUPAC) กำหนดสำหรับเพอร์เมทรินคือ 3-phenoxybenzyl (1 RS,3 RS;1 RS,3 SR)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethyl-cyclopropanecarboxylate และ หมายเลข Chemical Abstracts Service (CAS) คือ 52645-53-1 ซึ่งถูกลงทะเบียนกับ United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) ครั้งแรกในปี 1979 และอีกครั้งในปี 2006

Property Name	Property Value
Molecular Weight	391.3
XLogP3	6.5
Hydrogen Bond Donor Count	0
Hydrogen Bond Acceptor Count	3
Rotatable Bond Count	7
Exact Mass	390.0789499
Monoisotopic Mass	390.0789499
Topological Polar Surface Area	35.5 Å ²
Heavy Atom Count	26
Formal Charge	0
Complexity	521
Isotope Atom Count	0
Defined Atom Stereocenter Count	0
Undefined Atom Stereocenter Count	2
Defined Bond Stereocenter Count	0
Undefined Bond Stereocenter Count	0
Covalently-Bonded Unit Count	1
Compound Is Canonicalized	Yes
Boling point	290 °C at 760 mm Hg
Melting point	34 °C
Density	1.19 - 1.27 at 20 °C

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของเพอร์เมทริน⁴

ผลกระทบต่อมนุษย์

เพอร์เมทรินเป็นสารเคมีที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่งผลให้เกิดอาการกล้ามเนื้อชักเกร็ง เป็นอัมพาต และตายได้ สารพิษจากสารเพอร์เมทรินมีผลกระทบต่อแมลงมากกว่าในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เนื่องจากร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสามารถกำจัดสารพิษได้เร็วกว่าแมลง การใช้เพอร์เมทรินบนผิวหนังสามารถถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายประมาณ 0.5% ของปริมาณที่ใช้ และมีโอกาสที่จะได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายผ่านการรับประทาน แต่ในปริมาณที่น้อยกว่า

1% ซึ่งมักจะถูกกำจัดออกจากร่างกายอย่างรวดเร็ว หลังจากผ่านไป 1 ชั่วโมง สามารถตรวจพบเพอร์เมทรินในร่างกาย 75% โดยส่วนมากจะถูกกำจัดออกไปทางปัสสาวะ และบางส่วนทางอุจจาระ³

อาการเมื่อสัมผัสกับสารเพอร์เมทริน

- ทางผิวหนัง - ระคายเคือง ผิวหนังไหม้ คัน
- ทางตา - ตาแดง ปวดแสบปวดร้อน
- ทางการรับประทาน - เจ็บคอ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียร
- ทางการหายใจ - ระคายเคืองในจมูกและปอด หายใจลำบาก ปวดหัว เวียนหัว คลื่นไส้ อาเจียร

ระดับความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของเพอร์เมทรินแบ่งลักษณะการเข้าสู่ร่างกายดังนี้

- ทางการรับประทาน - U.S. EPA จัดเพอร์เมทรินเป็นสารที่มีพิษต่ำ โดยมี LD₅₀ อยู่ในช่วง 2280- 3580 mg/kg (ทดลองในหนู)
- ทางผิวหนัง - U.S. EPA จัดเป็นพิษต่ำเมื่อสัมผัสทางตา และต่ำมากเมื่อสัมผัสทางผิวหนัง โดยมี LD₅₀ มากกว่า 2000 mg/kg (ทดลองในกระต่าย)
- ทางการหายใจ - U.S. EPA ยังไม่ได้พิจารณาระดับความเป็นพิษ แต่จากการศึกษาของ National Pesticide Information Center (NPIC) จัดให้เป็นระดับต่ำมาก โดยมี LC₅₀ มากกว่า 23.4 mg/L⁵ (ทดลองในหนู)

U.S. EPA กำหนดปริมาณเพอร์เมทรินที่มนุษย์สามารถรับเข้าสู่ร่างกายได้ทุกวัน โดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติต่อสุขภาพอนามัย (Reference dose: RfD) และค่ามาตรฐาน (Population Adjusted Dose: PAD) คือ 0.25 mg/kg/day และยังมีหลักฐานที่แสดงว่าเพอร์เมทรินมีความเป็นพิษเรื้อรังในมนุษย์⁵

ในด้านการเป็นสารก่อมะเร็ง International Agency for Research on Cancer (IARC) จัดเพอร์เมทรินอยู่ในกลุ่มที่ 3 คือ ไม่สามารถจัดเป็นสารก่อมะเร็งต่อมนุษย์เนื่องจากขาดหลักฐานสนับสนุน และ U.S. EPA จัดเพอร์เมทรินอยู่ในจำพวกสารที่อาจจะเป็นสารก่อมะเร็งสำหรับมนุษย์โดยทางการกิน โดยอ้างอิงจากการทดลองในหนูทดลอง แต่ทั้งนี้ยังไม่มีหลักฐานชัดเจนที่ชี้ว่าเพอร์เมทรินก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์⁵

ผลกระทบต่อการใช้พันธุ จากการศึกษาทดลองในหญิงตั้งครรภ์ไม่พบหลักฐานที่บ่งชี้ว่าเพอร์เมทรินมีผลกระทบต่อการใช้พันธุ

TOXICITY CLASSIFICATION - PERMETHRIN				
	High Toxicity	Moderate Toxicity	Low Toxicity	Very Low Toxicity
Acute Oral LD₅₀	Up to and including 50 mg/kg (≤ 50 mg/kg)	Greater than 50 through 500 mg/kg (>50-500 mg/kg)	Greater than 500 through 5000 mg/kg (>500-5000 mg/kg)	Greater than 5000 mg/kg (>5000 mg/kg)
Inhalation LC₅₀	Up to and including 0.05 mg/L (≤0.05 mg/L)	Greater than 0.05 through 0.5 mg/L (>0.05-0.5 mg/L)	Greater than 0.5 through 2.0 mg/L (>0.5-2.0 mg/L)	Greater than 2.0 mg/L (>2.0 mg/L)
Dermal LD₅₀	Up to and including 200 mg/kg (≤200 mg/kg)	Greater than 200 through 2000 mg/kg (>200-2000 mg/kg)	Greater than 2000 through 5000 mg/kg (>2000-5000 mg/kg)	Greater than 5000 mg/kg (>5000 mg/kg)
Primary Eye Irritation	Corrosive (irreversible destruction of ocular tissue) or corneal involvement or irritation persisting for more than 21 days	Corneal involvement or other eye irritation clearing in 8 - 21 days	Corneal involvement or other eye irritation clearing in 7 days or less	Minimal effects clearing in less than 24 hours
Primary Skin Irritation	Corrosive (tissue destruction into the dermis and/or scarring)	Severe irritation at 72 hours (severe erythema or edema)	Moderate irritation at 72 hours (moderate erythema)	Mild or slight irritation at 72 hours (no irritation or erythema)
<p>The highlighted boxes reflect the values in the "Acute Toxicity" section of this fact sheet. Modeled after the U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, Label Review Manual, Chapter 7: Precautionary Labeling. http://www.epa.gov/oppfead1/labeling/lrm/chap07.pdf</p>				

ตารางที่ 2.2 ระดับความเป็นพิษของเพอร์เมทริน

นอกจากเพอร์เมทรินยังมีสารอีกหลายตัวที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการรบกวนของ สัตว์ขาปล้อง ซึ่งในตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันแมลงรบกวน ระหว่างเพอร์เมทรินและดีอีอีทีต่อสัตว์ขาปล้องชนิดต่างๆ โดยเพอร์เมทรินมีคุณสมบัติที่ดีกว่า ดีอีอีที ที่มีคุณสมบัติเพียงป้องกันไม่ให้สัตว์รบกวนเข้าใกล้ แต่เพอร์เมทรินสามารถล้ม (Knock-down) และกำจัด (Kill) สัตว์รบกวนเหล่านั้นได้ จึงสามารถลดปริมาณสัตว์รบกวนในบริเวณ โดยรอบด้วย และเพอร์เมทรินยังสามารถป้องกันสัตว์ขาปล้องได้หลากหลายชนิด

เพอร์เมทรินถูกใช้ในการเคลือบเครื่องแบบทหารกองทัพสหรัฐอเมริกามาเป็น เวลานานกว่า 20 ปี เพื่อป้องกันแมลงขาปล้องเช่น ยุง เห็บ ไร ให้แก่ทหารที่ต้องประจำการใน ป่าเป็นเวลานาน ซึ่งมักเจ็บป่วยจากโรงที่มียุงเป็นพาหะนำโรค โดยในการเคลือบชุดด้วยสาร เพอร์เมทรินจะใช้วิธีในการชุบทั้งชุดลงไปในสารละลายเพอร์เมทริน ซึ่งเพอร์เมทรินสามารถ กำจัดสัตว์รบกวนได้เฉพาะที่มาสัมผัสบริเวณผิวของชุดที่เคลือบเพอร์เมทรินเท่านั้น ทำให้ วิธีการชุบเครื่องแต่งกายด้วยสารเพอร์เมทรินทั้งตัวนั้นใช้สารเคมีมากเกินไป และ สารเคมีส่วนเกินที่อยู่ด้านในของเครื่องสามารถสัมผัสกับผิวหนังของผู้สวมใส่ และจะถูกดูดซึม เข้าไปทางผิวหนังในปริมาณเล็กน้อย ซึ่ง U.S. EPA ได้กำหนดปริมาณเพอร์เมทรินที่มีความ ปลอดภัยสามารถสวมใส่ 250 วันต่อปีสำหรับช่วงอายุ 10-35 ปี คือ 0.125 mg Al/cm^2 โดยที่ ผิวหนังของมนุษย์จะดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย $0.00068 \text{ mg/kg/day}$ ⁶ ซึ่งมีความปลอดภัยในการใช้ งาน (U.S. EPA กำหนด RfD คือ 0.25 mg/kg/day) และจากการศึกษาของ EPA ยังไม่พบ หลักฐานว่าเพอร์เมทรินมีผลกระทบต่อเด็กและทารกมากกว่าผู้ใหญ่⁷

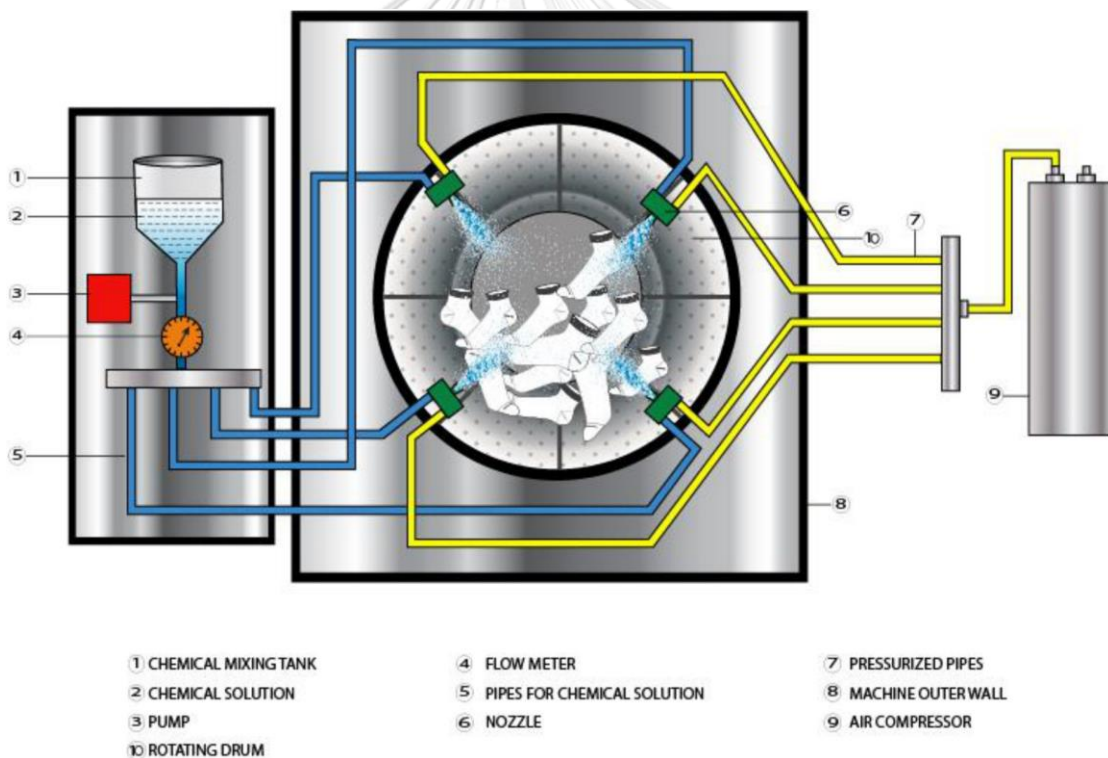
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เพอร์เมทรินสามารถถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์และแสงแดด เพอร์เมทรินจะเกาะตัว เป็นแท่งเมื่ออยู่บนผิวน้ำและสามารถอยู่แบบนี้ได้มากกว่าสิบปี แต่เนื่องจากเพอร์เมทรินไม่ ละลายน้ำและจะเกาะตัวเป็นแท่งเมื่อโดนน้ำ จึงไม่ปนเปื้อนลงไปในน้ำใต้ดิน เพอร์เมทรินเป็น สารที่ระเหยยาก และถึงแม้ว่าในดินจะมีเพอร์เมทรินปนเปื้อนแต่สารตกค้างในผลผลิตทาง การเกษตรมีน้อยมาก จากผลการทดลองพบว่าน้อยกว่า 1% จาก 1,700 ตัวอย่างของผลผลิต ทางการเกษตร ที่ตรวจพบเพอร์เมทริน

2.2. เทคโนโลยีการเคลือบและย้อมผ้า

2.2.1. การย้อมสีผ้าด้วยการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก (Aerosol)⁸

การย้อมผ้าด้วยเครื่องย้อมผ้าดังแสดงในรูปที่ 2.2 สีและสารเคมีจะถูกผสมในถังผสมในถังผสมด้วยแรงดันอากาศ ซึ่งแรงดันอากาศจะทำให้ส่วนผสมของสี ย้อมผ้า สารเคมี และน้ำเป็นละอองขนาดเล็ก ทำให้ใช้น้ำและสารเคมีในปริมาณที่น้อยกว่าวิธีการย้อมแบบทั่วไป ในส่วนของผ้าจะถูกใส่ลงไปในถังปั่นเพื่อให้สัมผัสกับละอองของส่วนผสมของสารเคมี เมื่อเวลาผ่านไปสีและสารเคมีจะค่อยๆสะสมอยู่บนพื้นผิวของผ้า เมื่อสีเคลือบอยู่ที่ผิวผ้าจนทั่วความร้อนจะถูกปล่อยออกมาเพื่อทำให้สีและสารเคมีติดอยู่กับผ้า หลังจากนั้นจะเป็นกระบวนการซักเพื่อกำจัดสารเคมีส่วนเกินออกไป

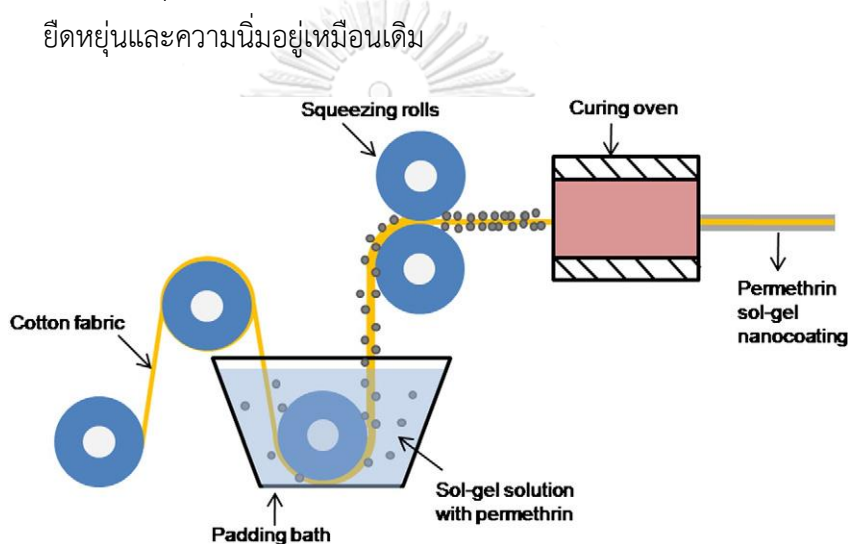


รูปที่ 2.2 เครื่องย้อมผ้าด้วยเทคนิคการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก⁸

กระบวนการย้อมสีผ้าด้วยเทคโนโลยีละอองขนาดเล็ก สามารถลดปริมาณการใช้น้ำลง 75% ปริมาณเกลือลดลง 80% ปริมาณการใช้สารเคมีลดลงสูงสุด 50% และยังสามารถลดการใช้พลังงานลง 47% เมื่อเทียบกับกระบวนการย้อมสีผ้าแบบดั้งเดิม โดยที่ยังได้ความเข้มและความสม่ำเสมอของสีเทียบเท่ากับวิธีดั้งเดิมโดยใช้ระยะเวลา

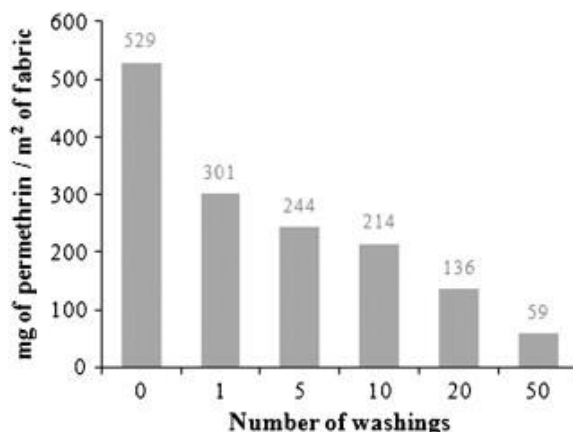
ในการย้อมเท่ากัน นอกจากนี้เทคโนโลยีละอองขนาดเล็กนี้สามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ในอุตสาหกรรมสิ่งทอซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อมลพิษทางน้ำมากที่สุดในโลก และเทคโนโลยีการย้อมสีผ้าด้วยละอองขนาดเล็กนี้มีความพร้อมที่จะนำไปปรับใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้

- 2.2.2. การเคลือบสารป้องกันแมลงเพอร์เมทรินลงบนผ้าฝ้ายโดยอาศัยเทคนิคโซลเจล (sol-gel)⁹ โดยใช้วิธีการจุ่ม และบีบอัด (Padding Method) สารเพอร์เมทรินเข้าไปในเส้นใยของผ้าฝ้ายโดยอาศัยซิลิคอนออกไซด์ นาโนโค้ตติ้ง (Silicon oxide nanocoating) ซึ่งช่วยให้คุณสมบัติของผ้าฝ้ายไม่มีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ผ้าฝ้ายจะยังคงความยืดหยุ่นและความนิ่มอยู่เหมือนเดิม



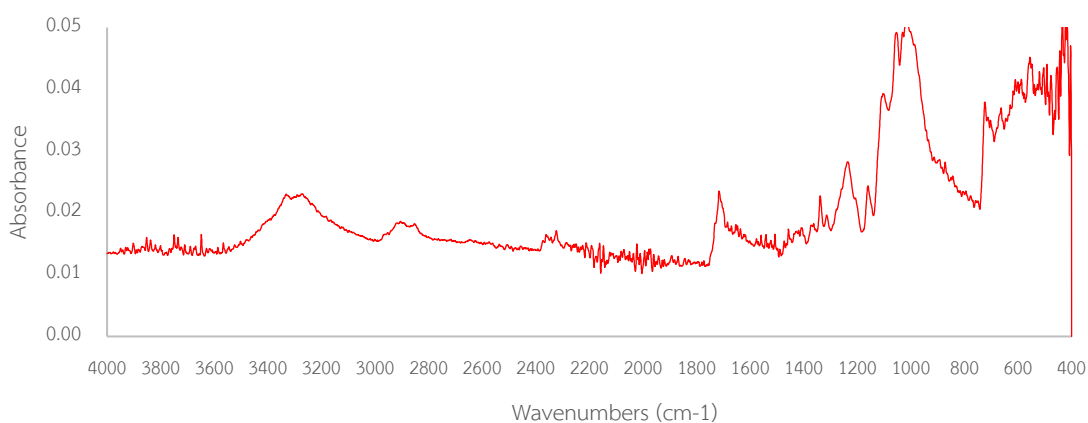
รูปที่ 2.3 กระบวนการในการเคลือบสารเพอร์เมทรินด้วยเทคนิคโซลเจล⁹

เมื่อทดสอบปริมาณเพอร์เมทรินที่อยู่ในผ้าฝ้ายในการซักแต่ละครั้งพบว่าเพอร์เมทรินลดลงไปอย่าง รวดเร็วในการซักครั้งแรก ซึ่งเหลือเพอร์เมทรินเพียง 43% แต่การลดลงของเพอร์เมทรินจะช้าลงในการซัก ครั้งต่อมา สาเหตุอาจเกิดจากโมเลกุลของเพอร์เมทรินถูกฝังลงไปในเมทริกของโซลเจลได้ยังไม่ดี และเมื่อซัก ไป 50 ครั้งพบว่า มีเพอร์เมทรินเหลืออยู่ 11% ซึ่งยังคงมีคุณสมบัติเพียงพอต่อการป้องกัน



แผนภูมิที่ 2.2 ปริมาณสารเพอร์เมทรินที่เมื่อถูกซัก

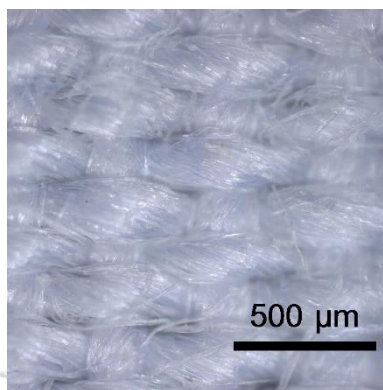
2.3. ผ้าโทเร



แผนภูมิที่ 2.3 FT-IR spectra ของผ้าโทเร

ผ้าที่นำมาตัดเสื้อนักเรียนคือผ้าโทเรชนิด TC (Teton Cotton) ผลิตจากการทอของเส้นใยสังเคราะห์ (Polyester) 65% และผ้าฝ้าย (Cotton) 35% ทำให้ได้คุณสมบัติที่ไม่ยับ จนเกินไป ผิวสัมผัสดี ไม่เงา ระบายอากาศได้ดี เนื้อผ้าบาง สวมใส่สบาย ซักแห้งได้ดี อยู่ทรง ไม่หดตัว และไม่ยับง่าย ซึ่งมีด้วยกันหลายชนิด โดยแบ่งตามจำนวนเส้นด้ายหรือเข็มที่ใช้ในการทอผ้าดิบ ได้แก่ TC 180, TC 186, TC 190, TC 210, TC 220 เป็นต้น กล่าวคือ ผ้า TC 180 มีเส้นด้ายทอเรียงกัน 180 เส้น ยิ่งตัวเลขยิ่งสูงแสดงว่ามีเส้นด้ายถี่มากขึ้น ทำให้มีมีความคงทนและก็มีราคาแพงมากกว่า เสื้อนักเรียนที่จัดจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบันส่วนมากคือ ผ้าโทเร TC 220 แต่เนื่องด้วยการบริหารจัดการต้นทุนของโรงงานจึงมีการใช้ผ้า TC 210 ทดแทนซึ่งยากต่อการแยกด้วยตาเปล่า

ในส่วนของกางเกง กระโปรง ชุดลูกเสือ ชุดเนตรนารี และชุดยูกาซาคิ จะเป็นผ้าโตรีชนิด TR (Tetoron Rayon) ผลิตมาจากเส้นใยสังเคราะห์ (Polyester) 65% และ เรยอน (Rayon) 35% โดยลักษณะของเนื้อผ้าจะมีความหนา ซึ่มซึบน้ำ และทนทานมากกว่าผ้าโตรีชนิด TC แต่การระบายความร้อนจะด้อยกว่า

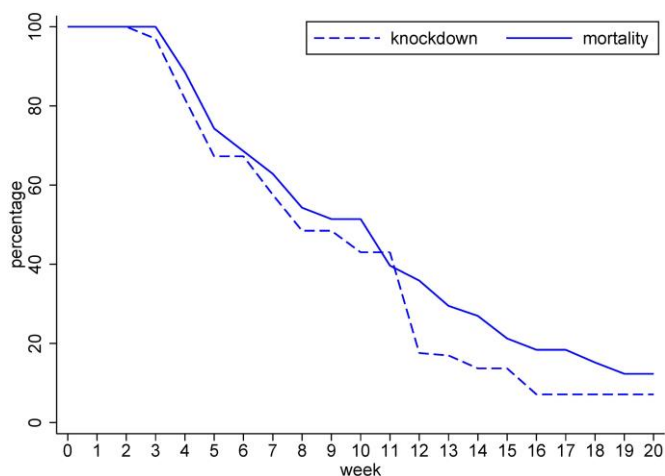


รูปที่ 2.4 ภาพถ่ายผ้าโตรีด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10x

2.4. งานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

2.4.1. การใช้เพอร์เมทรินในการเคลือบชุดนักเรียน

2.4.1.1. Pattamaporn Kittayapong และคณะ¹⁰ ศึกษาการลดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกในโรงเรียนโดยมีศูนย์กลางเป็นพาหะนำโรคโดยวิธีการชุบ (Factory dipping) ชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน ซึ่งชุดนักเรียนเหล่านี้สามารถลดประชากรยุงในบริเวณห้องเรียนได้ เมื่อเทียบกับห้องเรียนที่นักเรียนไม่ได้สวมใส่ชุดที่เคลือบด้วยสารเพอร์เมทริน ซึ่งชุดนักเรียนที่เคลือบด้วยเพอร์เมทรินสามารถฆ่ายุงได้ใกล้เคียง 100% หลังจากเคลือบสารครั้งแรกจนถึงการซักครั้งที่ 4 และประสิทธิภาพจะลดลงเรื่อยๆ และหลังการซักครั้งที่ 20 ประสิทธิภาพจะลดลงเหลือน้อยกว่า 20% แต่จากการศึกษาก่อนหน้านี้อ้างว่าชุดที่เคลือบสารกันยุงเพอร์เมทรินสามารถทนการซักล้างได้ถึง 70 ครั้ง ซึ่งสาเหตุอาจมาจากเนื้อผ้าของชุดนักเรียนที่มีคุณภาพต่ำกว่าชุดที่ใช้ในการทดลอง หรืออาจจะเป็นวิธีการซักผ้าและตากผ้าด้วยแสงแดดในพื้นที่เปิดในประเทศเขตร้อน หรือการรีดผ้าที่ทำให้เพอร์เมทรินลดลงอย่างรวดเร็วในการศึกษานี้มีนักเรียนเข้าร่วม 1655 คน โดยมีเด็กป่วยเป็นโรคไข้เลือดออก 57 คน และไม่มีผลยืนยันที่ชัดเจนอีก 16 คน



แผนภูมิที่ 2.4 ประสิทธิภาพในการกำจัดยุงหลังจากการชกอย่างต่อเนื่อง¹⁰

2.4.1.2. Annelies Wilder-Smith และคณะ¹¹ ศึกษาผลกระทบจากการใช้เพอร์เม-
 ทริน เคลือบชุดนักเรียนในประเทศไทย พบว่าสามารถลดโอกาสในการแพร่
 ระบาดของโรคไข้เลือดออกในเด็กนักเรียน และไม่เพียงแต่ลดจำนวนผู้ป่วย
 หรือเสียชีวิตเท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้แก่เด็กนักเรียน
 โดยการลดจำนวนวันที่ต้องขาดเรียนเนื่องจากการเจ็บป่วย และยังเป็น การ
 ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้ปกครองที่ต้องเสียไปเพื่อดูแลรักษาลูกหลานที่
 เจ็บป่วย รวมไปถึงเวลาดูแลงานที่อาจต้องหยุดเพื่อมาดูแลลูกที่ป่วย นอกจากนี้
 การใช้ชุดนักเรียนที่เคลือบด้วยสารกันยุงเพอร์เมทรินนี้สามารถเป็นวิธีการ
 ใหม่ที่ง่าย ปลอดภัยและประหยัดในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรค
 ไข้เลือดออกในประเทศที่มีทรัพยากรจำกัดได้

2.4.2. สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง

2.4.2.1. ชื่อย่อสิทธิบัตร: ชุดเคลือบสารป้องกันยุงกัด¹²

เลขที่สิทธิบัตร: 4723

ผู้ขอจดทะเบียนสิทธิบัตร: นายกิตติ พุฒิกานนท์

ผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: นายกิตติ พุฒิกานนท์

สถานะสุดท้าย: คณะกรรมการสิ่งเพิกถอนกรณีไม่ชำระค่าธรรมเนียมรายปี

บทสรุปการประดิษฐ์: ชุดเคลือบสารป้องกันยุงกัด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของชุดที่มีหมวกเย็บติดกับชุดซึ่งเป็นผ้าโปร่งบาง มีรูพรุนทั้งชุด แขนยาวที่สายยางยืดรัดปลายแขนและส่วนที่เป็นปลอกยาวที่มียางยืดรัด ทั้งด้านบนและด้านล่าง สำหรับการรัดเท้าและขาทั้ง 2 ข้าง โดยทั้ง 2 ส่วน จะเคลือบด้วยสารเคมีเพอร์เมทริน (permethrin) สำหรับฆ่ายุง

ข้อถ้อยสิทธิ:

- 1) ชุดเคลือบสารป้องกันยุงกัด มีลักษณะเป็นชุดคลุม และมีส่วนคลุมศีรษะ มีลักษณะพิเศษ คือชุดเคลือบสารป้องกันยุงกัดดังกล่าวทำจากผ้าตาข่าย ที่เคลือบสารเพอร์เมทริน (permethrin) ที่มีคุณสมบัติในการฆ่ายุง
- 2) ชุดเคลือบสารป้องกันยุงกัดตามข้อถ้อยสิทธิ 1 ที่ปลายแขนเสื้อของชุดคลุม มียางยืดสำหรับรัดข้อมือหรือกรณีต้องการให้คลุมถึงปลายมือ ก็สามารถรัดคลุมมือทั้งสองข้างได้
- 3) ชุดเคลือบสารป้องกันยุงกัดตามข้อถ้อยสิทธิ

2.4.2.2. ชื่อย่อสิทธิบัตร: น้ำยาสำหรับป้องกันยุงและแมลงที่มีส่วนผสมของสารยึดเกาะเนื้อผ้า¹³

เลขที่สิทธิบัตร: 13154

ผู้ขอจดทะเบียนสิทธิบัตร: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ตัวแทน: นางสาวอรุณศรี ศรีธนะอิทธิพล, นางสาวนฎพร ชัยศักดิ์ชาติตรี

ผู้ประดิษฐ์/ออกแบบ: นายวรล อินทะสันตา, นายนิพนธ์ พนมเขต

สถานะสุดท้าย: ยื่นคำขอชำระค่าธรรมเนียมรายปี

บทสรุปการประดิษฐ์: การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับน้ำยาเคลือบสิ่งทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและ ต้านเชื้อแบคทีเรีย ที่ ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์กำจัดแมลง (Anti-mosquito agent), สารต้านเชื้อ (Antibacterial

agent), สารกันยูวี (Anti UV agent), สารช่วยยึดติด (Binder) และสี (Dye or Pigment) โดยประกอบเพิ่มเติมด้วย สารสะท้อนน้ำ (Water repellent agent) ในอัตราส่วนที่คิดค้นขึ้นซึ่งเหมาะต่อ การนำไปใช้ได้จริงในการเคลือบ สิ่งทอรวมถึงผลิตภัณฑ์จากสิ่งทอดังกล่าว

ข้อถ้อยสิทธิ์:

- 1) น้ำยาเคลือบสิ่งทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและต้าน เชื้อแบคทีเรีย ที่ประกอบด้วย

สารออกฤทธิ์กำจัดแมลง	อัตราส่วน	0.1-15 %	โดยน้ำหนัก
สารต้านเชื้อแบคทีเรีย	อัตราส่วน	0.1-20 %	โดยน้ำหนัก
สารกันยูวี	อัตราส่วน	0.1-10 %	โดยน้ำหนัก
สารช่วยยึดติด	อัตราส่วน	0.1-30 %	โดยน้ำหนัก
สี	อัตราส่วน	0.05-3 %	โดยน้ำหนัก
- 2) น้ำยาเคลือบสิ่งทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและต้าน เชื้อแบคทีเรีย ตามข้อถ้อยสิทธิ์ที่ 1 ที่ซึ่งประกอบเพิ่มเติมด้วยสาร สะท้อนน้ำ อัตราส่วน 0.1-20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
- 3) น้ำยาเคลือบสิ่งทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและต้าน เชื้อแบคทีเรีย ตามข้อถ้อยสิทธิ์ที่ 1 หรือ 2 ที่ซึ่งสารออกฤทธิ์กำจัดแมลง ดังกล่าวเลือกได้จากเดลตาเมทริน (Deltamethrin), เพอร์เมทริน (Permethrin), อัลฟา-ไซเพอร์เมทริน (Alpha-Cypermethrin), อีโทเฟนพรอก (Etofenprox), แลมดาไซฮาโลทริน (Lambda Cyhalothrin) หรือของผสมของสิ่งเหล่านี้
- 4) น้ำยาเคลือบสิ่งทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและต้าน เชื้อแบคทีเรีย ตามข้อถ้อยสิทธิ์ที่ 1 หรือ 2 ที่ซึ่ง สารต้านเชื้อแบคทีเรีย ดังกล่าวเลือกได้จาก สารประกอบของเงิน หรือ สารประกอบของ สังกะสี อนุภาคที่ประกอบจากธาตุเงินหรืออนุภาคที่ประกอบจากธาตุ สังกะสี สารลดแรงตึงผิวประเภทไอออนิก สารคลอโรไซเลน หรือของ ผสมของสิ่งเหล่านี้
- 5) น้ำยาเคลือบสิ่งทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและต้าน เชื้อแบคทีเรีย ตามข้อถ้อยสิทธิ์ที่ 1 หรือ 2 ที่ซึ่ง สารกันยูวีดังกล่าวเลือก ได้จาก เบนโซฟีโนน (Benzophenone derivatives), เมทาโนน (Methanone derivatives), ฮินเดอร์ เอมีน สเตบิลไลเซอร์ (Hin-

dered Amine Stabilizer), ไทเทเนียมไดออกไซด์, ซิงค์ออกไซด์ หรือของผสมของสิ่งเหล่านี้

- 6) น้ำยาเคลือบสีทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและต้านเชื้อแบคทีเรีย ตามข้อถ้อยสิทธิที่ 1 หรือ 2 ที่ซึ่งสารช่วยยึดติดดังกล่าวเลือกได้จาก พอลิยูรีเทน(Polyurethane), พอลิอะคริลิก(Polyacrylic), พอลิสไตรีนบิวตะไดอีน (Polystyrene butadiene) หรือของผสมของสิ่งเหล่านี้
- 7) น้ำยาเคลือบสีทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและต้านเชื้อแบคทีเรีย ตามข้อถ้อยสิทธิที่ 1 หรือ 2 ที่ซึ่งสารสะท้อนน้ำดังกล่าวเลือกได้จากฟลูโอโรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 6 และ 8 หน่วย (C6 และ C8) สารกลุ่มซิลิโคนหรือของผสมของสิ่งเหล่านี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษาโครงการพิเศษ

- 3.1.1. ศึกษาค้นคว้างานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1.1.1. สารเคมีเพอร์เมทรินโดยศึกษาด้านความปลอดภัย ปริมาณการใช้งาน การรับรองจากสถาบันที่น่าเชื่อถือ และผลกระทบจากการใช้งานต่อสิ่งมีชีวิต และสภาพแวดล้อม
 - 3.1.1.2. เทคโนโลยีการเคลือบโดยเทคนิคละอองขนาดเล็ก (Aerosol) และการเคลือบสารเพอร์เมทรินเพื่อให้มีคุณสมบัติในการป้องกันยุง
 - 3.1.1.3. การใช้งานเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบชุดนักเรียน
 - 3.1.1.4. สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเพอร์เมทรินเพื่อป้องกันยุง
- 3.1.2. ออกแบบขั้นตอนวิธีการทดลอง และพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์
 - 3.1.2.1. กระบวนการเคลือบด้วยวิธีฉีดพ่นละอองขนาดเล็กเพื่อทดสอบการกระจายตัวของสารโดยอาศัยสารต้นแบบสีแดงเพื่อให้สังเกตเห็นได้ชัด เนื่องจากสารเพอร์เมทรินเป็นสารละลายที่มีสีใสเมื่อเคลือบบนผืนผ้าแล้วไม่สามารถมองเห็นสารบนผืนผ้าได้
 - 3.1.2.2. กระบวนการเคลือบสารเพอร์เมทรินบนผ้าโทเรด้วยเทคนิคการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก
 - 3.1.2.3. ต้นแบบผลิตภัณฑ์สำหรับพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบชุดนักเรียน
- 3.1.3. ทดสอบการยอมรับนวัตกรรม
 - 3.1.3.1. เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคือกลุ่มของผู้ปกครองที่มีลูก หรือหลานในวัยเรียน
- 3.1.4. ประเมินความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีไปสู่เชิงพาณิชย์
 - 3.1.4.1. ประเมินเทคโนโลยี
 - 3.1.4.2. ประเมินทางการตลาด
 - 3.1.4.3. การนำเทคโนโลยีสู่เชิงพาณิชย์
 - 3.1.4.4. ประเมินความเป็นไปได้ทางการเงิน
- 3.1.5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

3.2. การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

3.2.1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

- 1) เครื่องพ่นละออง Ultrasonic atomizer
- 2) ผ้าสังเคราะห์ไทเทร (ฝ้าย 35% + โพลีเอสเตอร์ 65%)
- 3) กระจกสไลด์ (Microscopic slide)
- 4) สารต้นแบบสีแดง
- 5) สารเพอร์เมทริน 98% (Permethrin)
- 6) เอทิลแอลกอฮอล์ 96% (Ethyl alcohol)
- 7) น้ำกลั่น
- 8) ปีกเกอร์
- 9) แท่งแก้วคนสาร
- 10) กระจกตวง
- 11) หลอดหยดสาร
- 12) กาวดินน้ำมัน (Patafix)
- 13) เครื่องกวนสาร (Magnetic stirrer)
- 14) กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical microscope)
- 15) เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier transform infrared spectrometer, FT-IR)
- 16) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance)
- 17) ปากคีบสแตนเลส (Forcep)
- 18) ขวดน้ำกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 7, 8, 10 เซนติเมตร

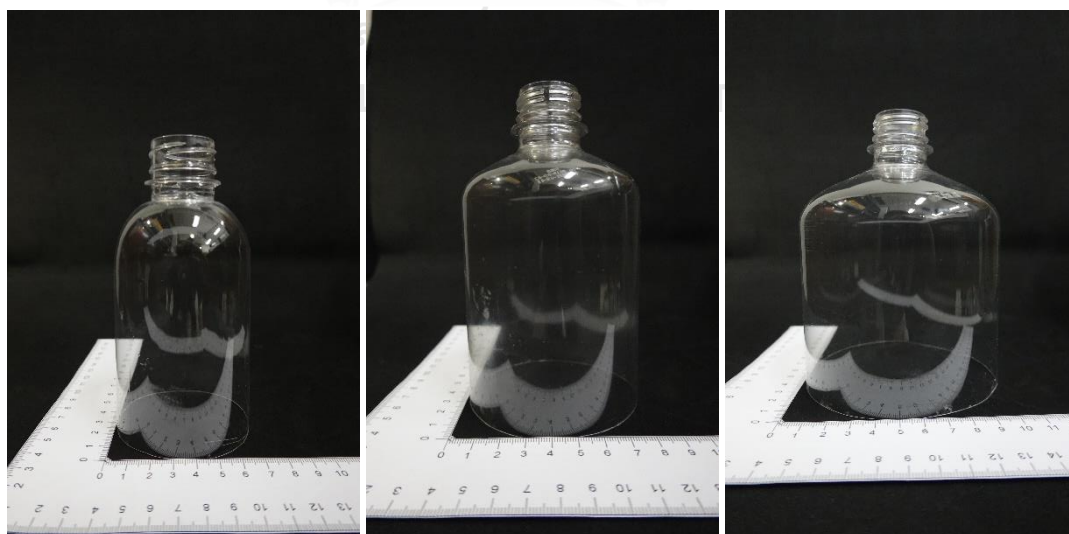
3.2.2. กระบวนการการเคลือบผ้าไทเทรซึ่งเป็นผ้าที่ใช้ในการผลิตชุดนักเรียน โดยวิธีฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก ด้วยสารต้นแบบสีแดงเพื่อดูการกระจายตัวของสารบนเนื้อผ้า

3.2.2.1. บรรจุสารต้นแบบสีแดงลงในเครื่อง Ultrasonic Atomizer



รูปที่ 3.1 สารต้นแบบสีแดง

3.2.2.2. ฉีดพ่นสารต้นแบบสีแดงเคลือบผ้าโทเรด้วยเทคนิคการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก (Aerosol) โดยใช้เครื่อง Ultrasonic atomizer ซึ่งต่อด้วยกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร, 8 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มการฟุ้งกระจายของละอองของสารต้นแบบสีแดง และเพื่อให้ละอองของสารสามารถเคลือบที่พื้นผิวของผ้าได้อย่างสม่ำเสมอ พ่นละอองขนาดเล็กโดยใช้กระบอกทั้งสามขนาดใส่เนื้อผ้าโดยตรง โดยพ่นใน 2 ลักษณะคือ พ่นโดยการวางผ้าในแนวตั้งดังแสดงในรูปที่ 3.3 และพ่นโดยวางผ้าในแนวนอนดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยระยะเวลาในการพ่นคือ 1 วินาที, 3 วินาที และ 5 วินาที



รูปที่ 3.2 ปากกระบอกที่มีขนาด 7, 8, 10 เซนติเมตรตามลำดับ



รูปที่ 3.3 การเคลือบด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer โดยวางผ้าในแนวตั้ง



รูปที่ 3.4 การเคลือบด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer โดยวางผ้าในแนวนอน

- 3.2.2.3. ฟันละอองขนาดเล็กของสารต้นแบบสีแดงลงบนแผ่นสไลด์ ที่ระยะเวลา 1 วินาที, 3 วินาที, 5 วินาที, 7 วินาที และ 10 วินาที ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยาย 5x เพื่อดูการกระจายตัวของละอองขนาดเล็กทันทีในขณะที่ละอองยังไม่แห้ง และส่องดูอีกครั้งเมื่อปล่อยให้สารต้นแบบสีแดงแห้ง
- 3.2.2.4. นำผ้าที่ผ่านการเคลือบไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical microscope) กำลังขยาย 5x และ 10x
- 3.2.3. กระบวนการเคลือบสารเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer บนผ้าไทรอน
- 3.2.3.1. ผสมสารเพอร์เมทรินกับน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ ให้ได้ความเข้มข้น 0.5% w/v โดยใช้อัตราส่วน เพอร์เมทรินต่อแอลกอฮอล์ต่อน้ำ คือ 0.5 กรัม (g): 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm³): 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร (cm³) ซึ่งเป็นความ

เข้มข้นที่มีความปลอดภัยในการใช้งานในพื้นที่ปิด (Indoor)¹⁴ นำไปคนด้วยเครื่องกวนสาร (Magnetic stirrer) จนได้เป็นสารละลายใส



รูปที่ 3.5 การผสมสารละลายเพอร์เมทรีนเข้มข้น 0.5% w/v



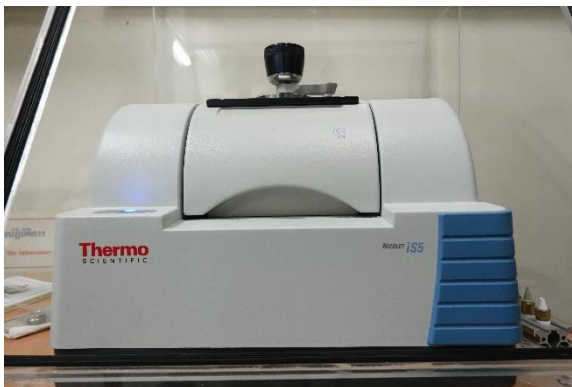
รูปที่ 3.6 สารละลายเพอร์เมทรีนความเข้มข้น 0.5% w/v

- 3.2.3.2. ตัดผ้าโทเรขนาด 2 x 2 ตารางเซนติเมตร และขนาด 12 x 30 ตารางเซนติเมตร และนำไปซังน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance)
- 3.2.3.3. บรรจุสารละลายลงในเครื่อง Ultrasonic atomizer ซึ่งต่อปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร
- 3.2.3.4. ฟันสารละลายเพอร์เมทรีนที่เตรียมไว้ลงบนผ้าขนาด 2 x 2 ตารางเซนติเมตร ที่เตรียมไว้ โดยวางผ้าในแนวนอน เป็นระยะเวลา 3 วินาที 5 วินาที และ 10 วินาที และปล่อยให้ละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรีนในปากกระบอกตกลงบนผ้าจนหมด จากนั้นปล่อยให้แห้ง



รูปที่ 3.7 การพ่นสารละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรีนบนผ้าขนาด 2×2 ตารางเซนติเมตร

- 3.2.3.5. พ่นสารละลายเพอร์เมทรีนที่เตรียมไว้ลงบนผ้าขนาด 12×30 เซนติเมตร โดยเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2.67 เซนติเมตรต่อวินาที (อัตราเร็วอ้างอิงจากการเคลื่อนที่ระยะเวลา 3 วินาที ด้วยปากกระบอก 8 เซนติเมตร) และ 1.6 เซนติเมตรต่อวินาที (อัตราเร็วอ้างอิงจากการเคลื่อนที่ระยะเวลา 5 วินาที ด้วยปากกระบอก 8 เซนติเมตร) จนทั่วทั้งผ้า จากนั้นปล่อยให้แห้ง
- 3.2.3.6. ชั่งน้ำหนักของผ้าหลังจากการเคลือบเพอร์เมทรีน คำนวณหาปริมาณของสารเพอร์เมทรีนที่อยู่บนผ้า โดยคิดจากน้ำหนักผ้าที่เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับก่อนเคลือบ
- 3.2.3.7. วัด IR spectrum ด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier transform infrared spectrometer, FT-IR) ของสารเพอร์เมทรีน ผ้าโทเรที่ไม่ผ่านการเคลือบ และผ้าโทเรที่ผ่านการเคลือบสารเพอร์เมทรีนที่ 3 วินาที, 5 วินาที, 10 วินาที และผ้าโทเรที่ผ่านการเคลือบด้วยการเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 2.67 เซนติเมตรต่อวินาที และ 1.6 ตารางเซนติเมตรต่อวินาที
- 3.2.3.8. พ่นสารเพอร์เมทรีนบนพลาสติกใส และวัด IR spectrum ของพลาสติกใส ก่อน และหลังพ่นสารเพอร์เมทรีนเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ เนื่องจาก IR spectrum ของผ้าโทเร และสารเพอร์เมทรีนมีความสูงที่ขึ้นมาในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน จึงมองเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ชัดเจน



รูปที่ 3.8 เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier transform infrared spectrometer, FT-IR)

3.3. การทดสอบการยอมรับนวัตกรรม

การทดสอบการยอมรับนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เคลือบชุดนักเรียนด้วยเทคนิคการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันยุงเป็นนวัตกรรมที่มีกลุ่มลูกค้าเป้าหมายคือผู้ปกครองที่มีบุตรหลานในวัยเรียน ซึ่งมีความกังวลต่อโรคระบาด และเพื่อพัฒนาปรับปรุงนวัตกรรมให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ โดยอาศัยกระบวนการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในรูปแบบของการทำแบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2: ความพร้อมในการรับมือกับโรคไข้เลือดออกในเด็กนักเรียนของผู้ปกครอง

ส่วนที่ 3: การยอมรับนวัตกรรมชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก

3.4. การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

3.4.1. การประเมินเทคโนโลยี (Technology Assessment) โดยประเมินความเป็นไปได้และระดับความพร้อมของเทคโนโลยีการฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของสารเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer โอกาสทางการตลาด ผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4.2. การประเมินตลาด (Market Assessment) เพื่อประเมินศักยภาพของตลาด โดยประเมินขนาดตลาด ความสามารถในการซื้อของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ความสามารถในการแข่งขัน และการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ซึ่งต้องประเมินอย่างรอบด้านทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก

- 3.4.3. การนำเทคโนโลยีสู่เชิงพาณิชย์ (Technology Commercialization) วิเคราะห์และประเมินแนวทางในการนำเทคโนโลยีออกสู่เชิงพาณิชย์
- 3.4.4. ประเมินความเป็นไปได้ทางการเงิน (Financial Feasibility) โดยตั้งสมมติฐานทางการเงิน เพื่อการประมาณงบการเงิน ห้อตราผลตอบแทน และอัตราส่วนทางการเงิน เพื่อประเมินความน่าสนใจของธุรกิจ



บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

4.1. ผลการศึกษาการเคลือบชุดนักเรียนด้วยเทคนิคละอองขนาดเล็กเพื่อป้องกันยูง

4.1.1. ผลการฉีดพ่นสารต้นแบบสีแดงด้วยเทคนิคละอองขนาดเล็กลงบนพื้นผิวของผ้าโพลีเอสเตอร์ เพื่อดูการกระจายตัว ของสารที่เคลือบบนผิวผ้าด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer



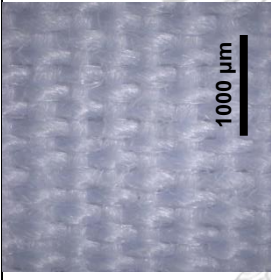
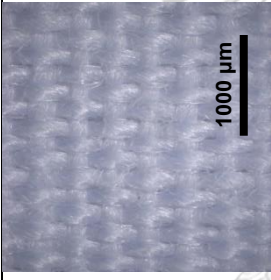
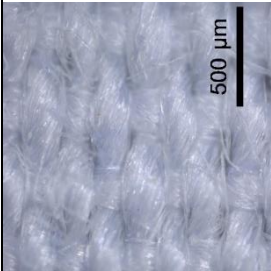
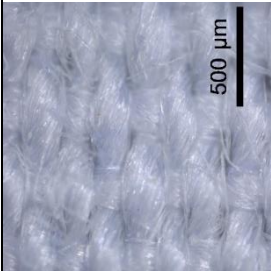
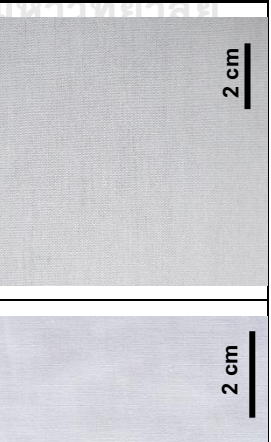
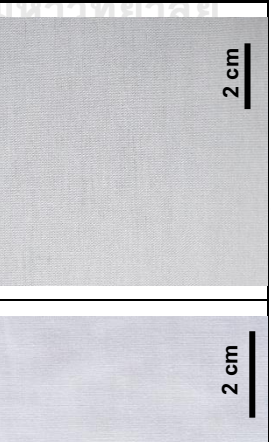
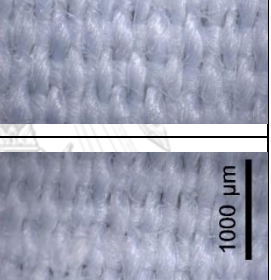
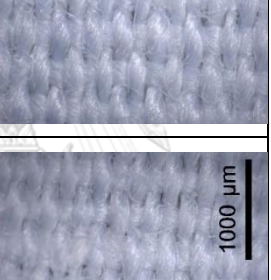
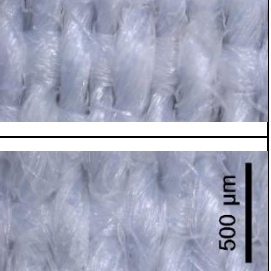
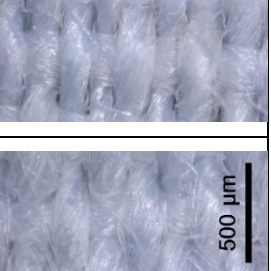
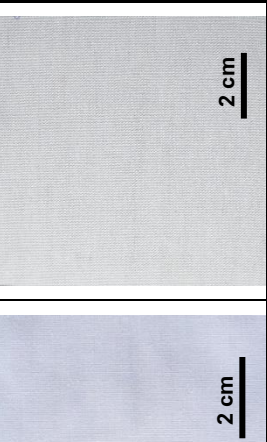
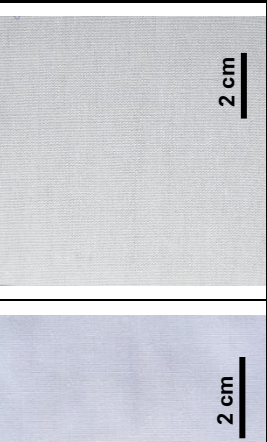
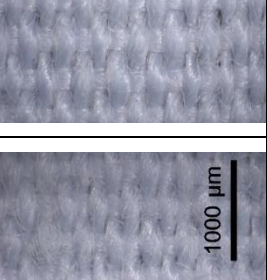
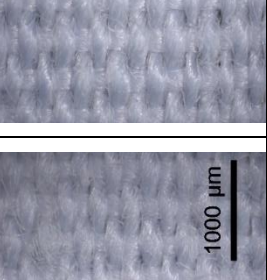
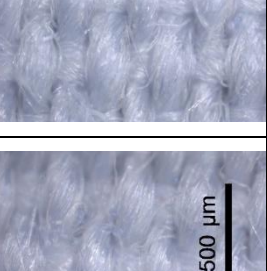
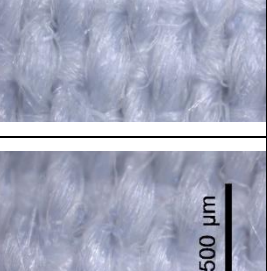
4.1.1.1. การพ่นละอองขนาดเล็กของสารต้นแบบสีแดงโดยแขวนผ้าไว้ในแนวตั้ง พบว่า ละอองของสารต้นแบบสีแดงไม่เคลือบติดที่ผิวผ้า แต่ตกอยู่ที่บริเวณข้างปาก กระบอก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าละอองขนาดเล็กที่ถูกพ่นออกมาจากเครื่อง Ultrasonic atomizer อาศัยแรงโน้มถ่วงในการเดินทางจากเครื่องพ่นไปยังผ้าที่อยู่ตรงบริเวณปลายกระบอก เมื่อวางผ้าในแนวตั้งละอองจึงเดินทางไปไม่ถึง และตกอยู่บริเวณข้างปากกระบอกเป็นส่วนใหญ่

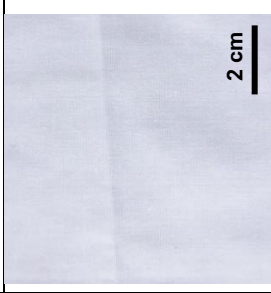
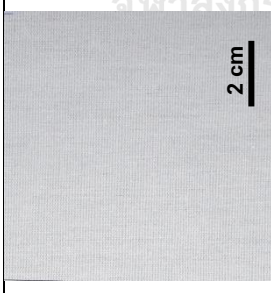
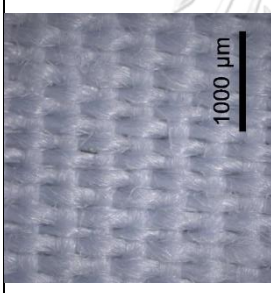
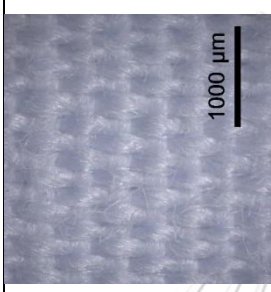
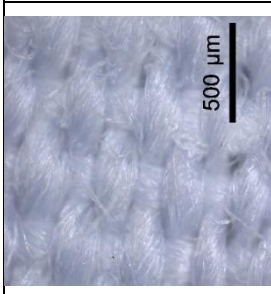
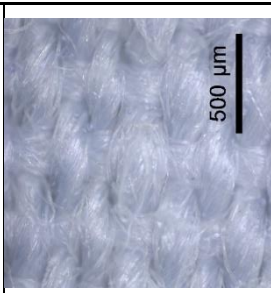
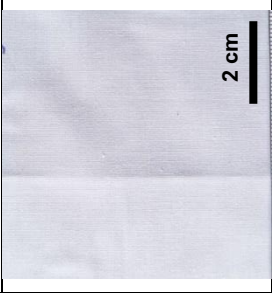

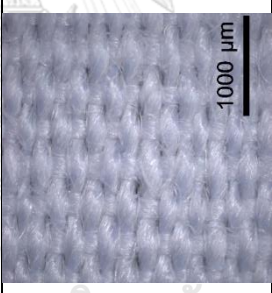
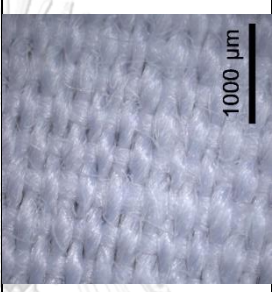
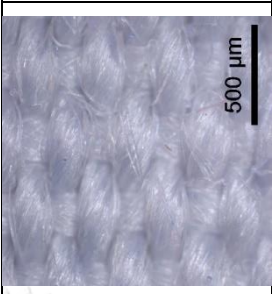
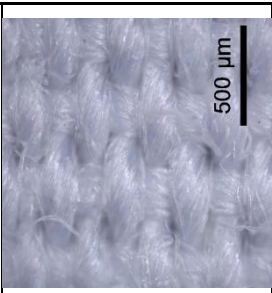

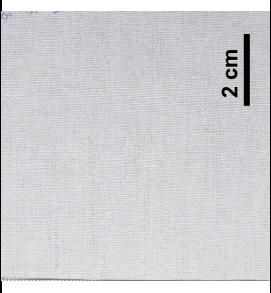
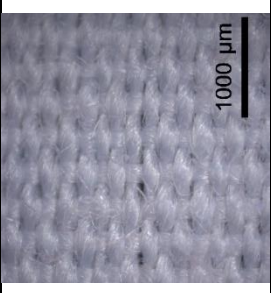
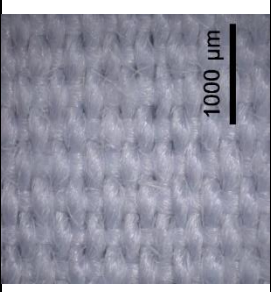
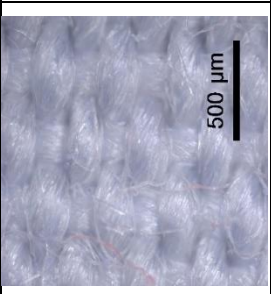
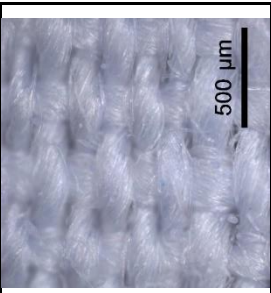



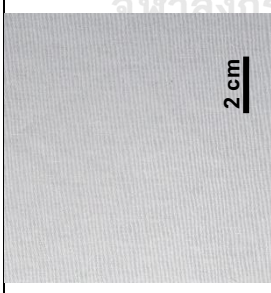
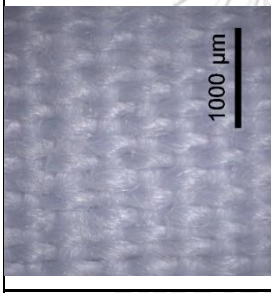
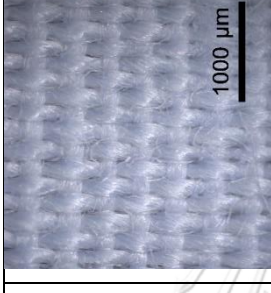
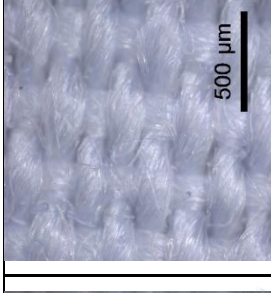
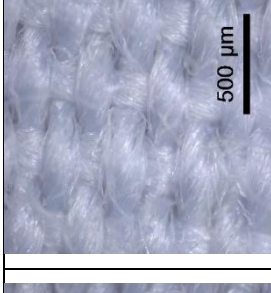
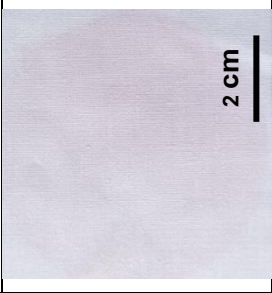

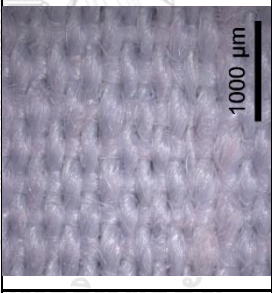
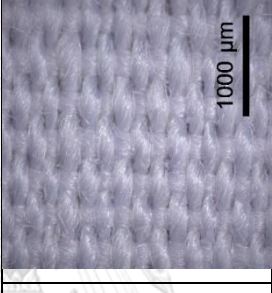
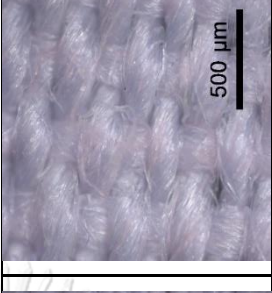

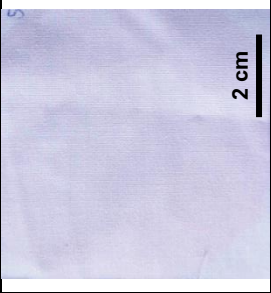
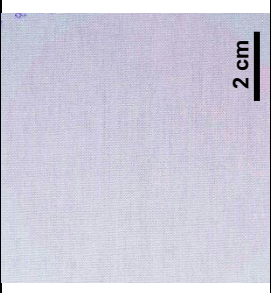
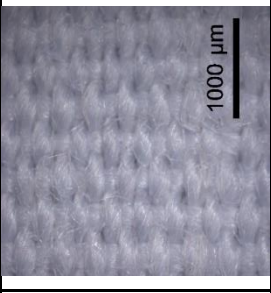
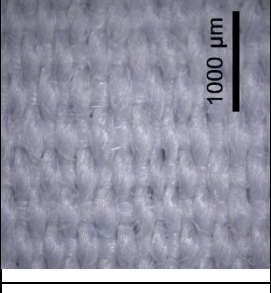
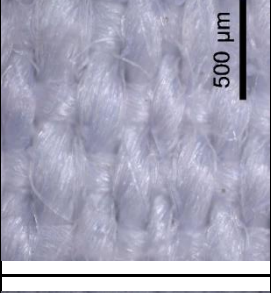
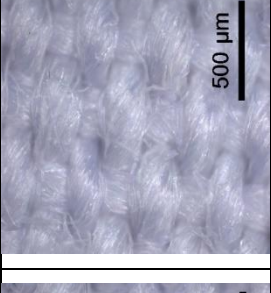
รูปที่ 4.1 ผลการพ่นละอองขนาดเล็กโดยวางผ้าในแนวตั้ง


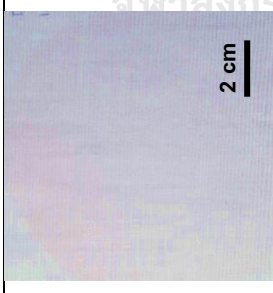
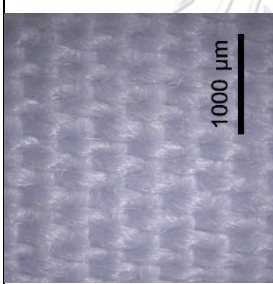
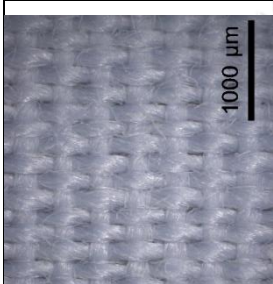
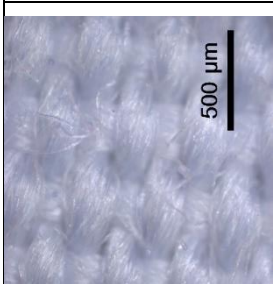
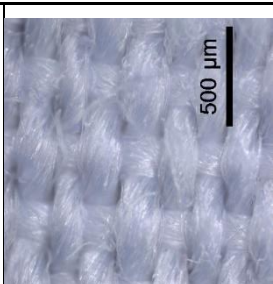
4.1.1.2. การพ่นสารละอองขนาดเล็กของสารต้นแบบสีแดงลงบนพื้นผิวผ้าโทเรโดยวางผ้าในแนวนอนโดยใช้ปากกระบอกกรวยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางคือ 7 เซนติเมตร, 8 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 1 วินาที ปากกระบอกทั้ง 3 ขนาดไม่สามารถมองเห็นละอองของสารต้นแบบสีแดงบนผ้าโทเร ที่ระยะเวลา 3 วินาที เริ่มเห็นสีแดงบนผ้าโทเรเล็กน้อย ที่ด้านหน้าของผิวผ้า แต่ไม่เห็นที่ด้านหลังของผ้า โดยปากกระบอกขนาด 7 เซนติเมตรสามารถมองเห็นสีได้ชัดเจนที่สุด รองลงมาคือ 8 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตรตามลำดับ ที่ระยะเวลา 5 วินาที สามารถมองเห็นสีแดงที่ผิวของผ้าทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยปากกระบอกกรวยขนาด 7 เซนติเมตรพบสีชัดเจนที่สุดทั้งด้านหน้าและด้านหลัง รองลงมาคือ 8 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งหมายความว่าที่ระยะเวลา 5 วินาทีสารต้นแบบสีแดงสามารถซึมทะลุผ่านเนื้อผ้าไปยังด้านหลัง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากผลการทดลองนี้ สามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการฉีดพ่นละอองขนาดเล็กให้เคลือบผ้าโทเรคือ 3 วินาที จะทำให้สารเคลือบอยู่ที่ผิวของผ้าโดยไม่ซึมทะลุไปด้านหลัง และขนาดของปากกระบอกขนาดเล็กมีผลทำให้ละอองอัดแน่นอยู่ในปากกระบอก และทำให้ละอองติดผ้าได้มากกว่าปากกระบอกขนาดใหญ่

จากการใช้งานจริงขนาดปากกระบอกขนาด 7 เซนติเมตร ซึ่งสามารถมองเห็นสีของสารต้นแบบสีแดงชัดเจนที่สุด จะใช้เวลาในการพ่นให้ทั่วทั้งเครื่องแต่กายมากที่สุดเนื่องจากปากกระบอกมีพื้นที่น้อย ในขณะที่ปากกระบอกขนาด 10 เซนติเมตร มีสีติดอยู่ที่ผ้าค่อนข้างน้อย ซึ่งการจะทำให้ได้ปริมาณสารเคลือบที่พื้นผิวของผ้าเพียงพอ จำเป็นต้องพ่นด้วยระยะเวลาที่นานขึ้น ขนาดปากกระบอกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการฉีดพ่นละอองขนาดเล็กเพื่อเคลือบเครื่องแต่งกายคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร

ภาพถ่ายผ้า		กำลังขยาย 5x		กำลังขยาย 10x	
ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง
ผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการเคลือบ					
					
ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบสีแดงเป็นเวลา 1 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร					
					
ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบสีแดงเป็นเวลา 1 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร					
					

ภาพถ่ายผ้า		กำลังขยาย 5x		กำลังขยาย 10x	
ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง
<p>ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบสีแดงเป็นเวลา 1 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร</p>					
					
<p>ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบสีแดงเป็นเวลา 3 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร</p>					
					
<p>ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบสีแดงเป็นเวลา 3 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร</p>					
					

ภาพถ่ายผ้า		กำลังขยาย 5x		กำลังขยาย 10x	
ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง
<p>ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบสีแดงเป็นเวลา 3 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร</p>					
					
<p>ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบสีแดงเป็นเวลา 5 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร</p>					
					
<p>ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบสีแดงเป็นเวลา 5 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร</p>					
					


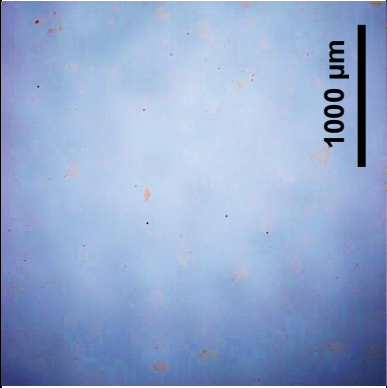

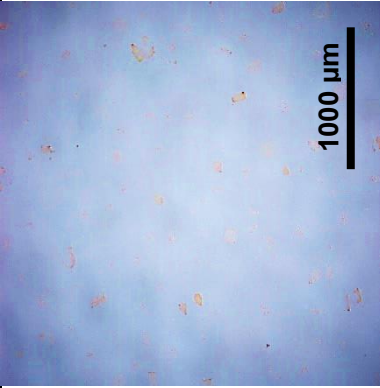
ภาพถ่ายผ้า		กำลังขยาย 5x		กำลังขยาย 10x	
ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง	ด้านหน้า	ด้านหลัง
<p>ผ้าใยที่พ่นสารต้นแบบสีแดงเป็นเวลา 5 วินาที โดยใช้ปากกระบอกขนาดใหญ่ผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร</p>					
					


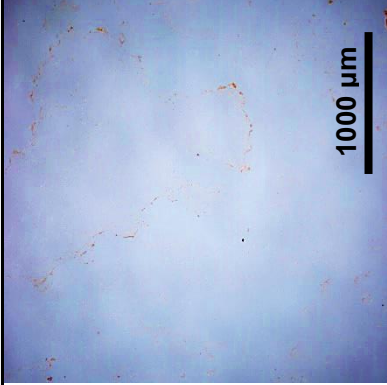

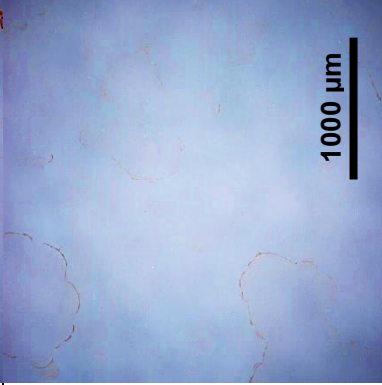
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการฉีดพ่นสารต้นแบบสีแดงลงบนผ้าใยโดยวางผ้าในแนวนอน



- 4.1.2. ผลการฉีดพ่นสารต้นแบบสีแดงด้วยเทคนิคละอองขนาดเล็กลงบนสไลด์เพื่อดูลักษณะการกระจายตัว และละอองที่ตกลงบนพื้นผิวของวัตถุพบว่าที่ 1 วินาที สามารถมองเห็นละอองขนาดเล็กการกระจายตัวโดยทั่วสไลด์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 5x และเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการพ่นละอองขนาดเล็กของสารต้นแบบสีแดง พบว่าขนาดละอองที่อยู่บนสไลด์มีขนาดใหญ่ขึ้นตามเวลาที่มากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.2 เนื่องจากละอองที่พ่นออกมาก่อนยังไม่แห้ง เมื่อมีละอองใหม่เพิ่มเข้ามาจึงเกิดการรวมตัวกัน ทำให้เห็นสารต้นแบบสีแดงที่อยู่บนแผ่นสไลด์มีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อนำไปพ่นที่เส้นใยผ้าจึงอาจทำให้เกิดการซึมไปด้านหลังของผ้า ซึ่งทำให้สูญเสียข้อดีของการเทคนิคการฉีดพ่นด้วยละอองขนาดเล็กไป ดังนั้นในการใช้งานจริงเพื่อพ่นสารเพอร์เมทริน จึงไม่ควรใช้ระยะเวลาในการฉีดพ่นมากกว่า 3 วินาที ในการฉีดพ่น 1 จุด และเพื่อชดเชยคุณสมบัติที่ใช้เวลาในการพ่นสั้นลง สามารถใช้วิธีพ่นซ้ำ อย่างน้อย 2 รอบเพื่อให้ได้ปริมาณที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุง



ระยะเวลาในการพ่น	ภาพการกระจายตัวของสารต้นแบบสีแดงหลังพ่นทันที	ภาพการกระจายตัวของสารต้นแบบสีแดงหลังแห้ง
1 วินาที		
3 วินาที		

ระยะเวลาในการพ่น	ภาพการกระจายตัวของสารต้นแบบสีแดงที่พ่นทันที	ภาพการกระจายตัวของสารต้นแบบสีแดงหลังแห้ง
5 วินาที		
7 วินาที		

ระยะเวลาในการพ่น	ภาพการกระจายตัวของสารต้นแบบสีแดงหลังพ่นทันที	ภาพการกระจายตัวของสารต้นแบบสีแดงหลังแห้ง
10 วินาที		

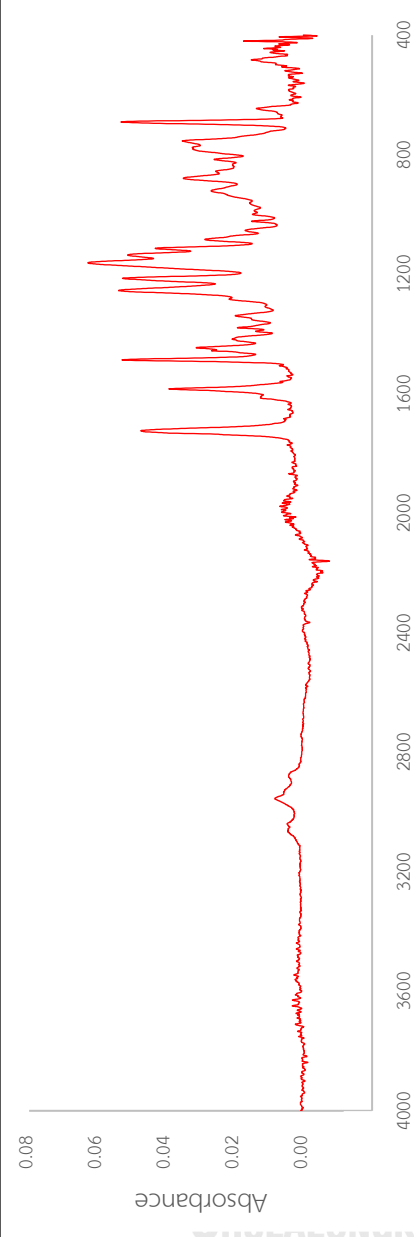
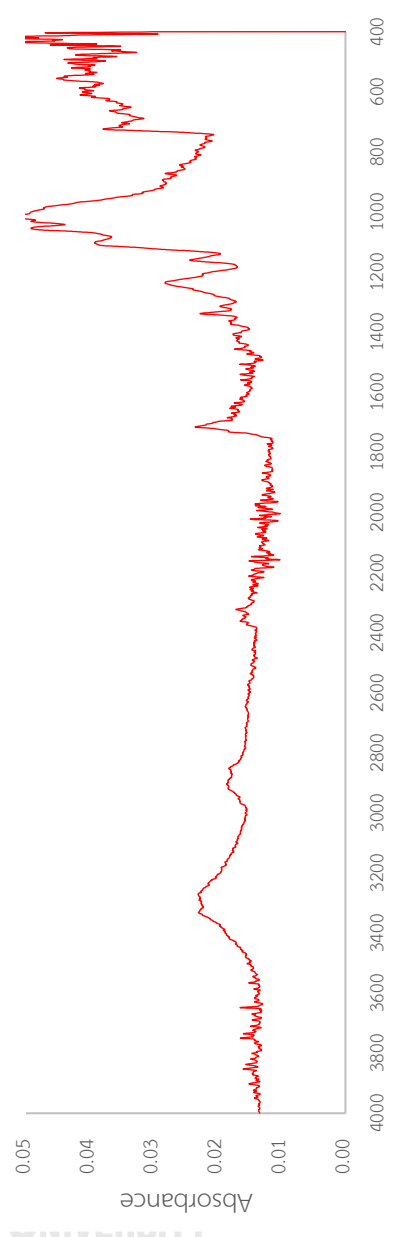
ตารางที่ 4.2 ภาพถ่ายด้วยกล้องขยาย 5X ของละอองของสารต้นแบบสีแดงบนแผ่นสไลด์ที่ระยะเวลาต่างๆ

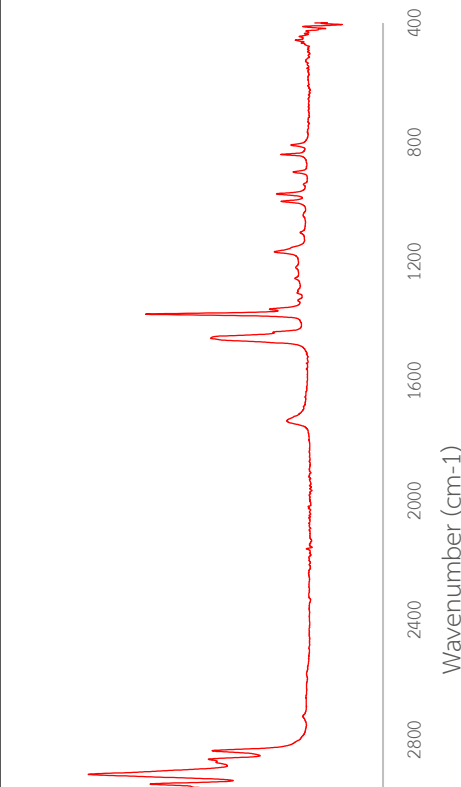
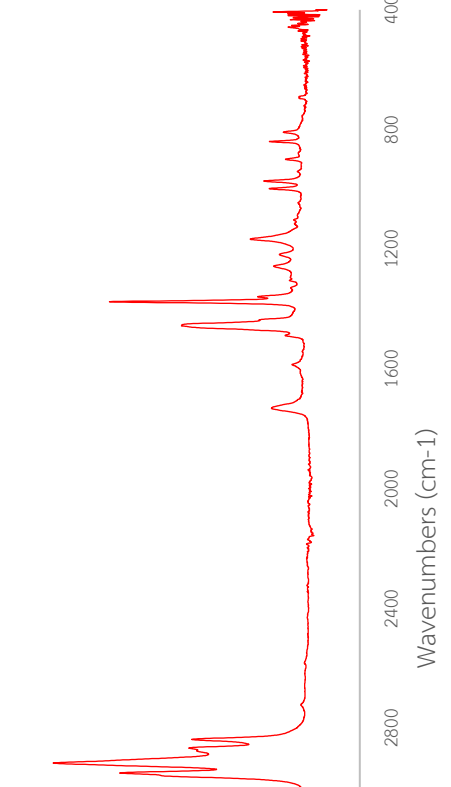


4.1.3. ผลของการเคลือบสารเพอร์เมทรีนบนพื้นผิวผ้าโทเรด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer


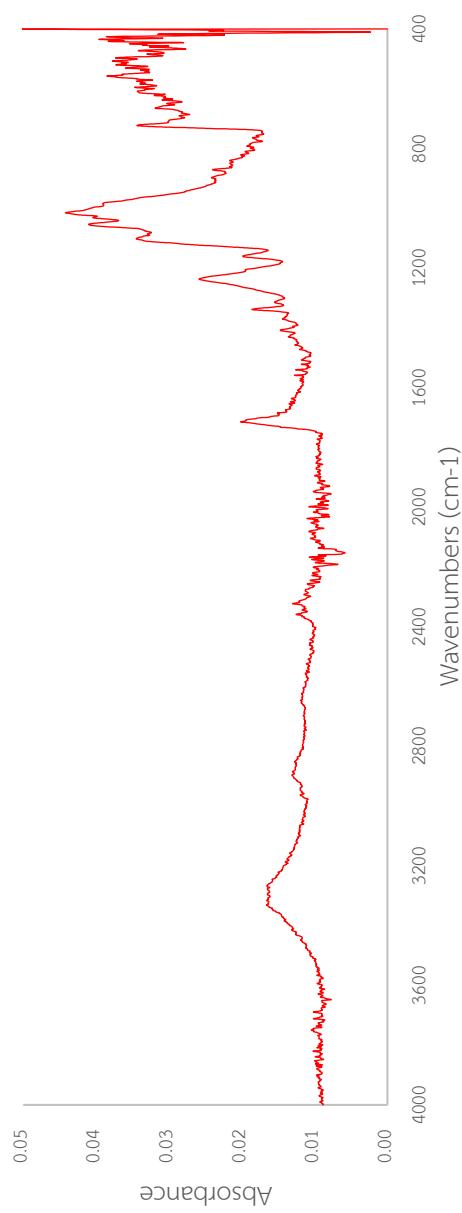
เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักของผ้าที่ถูกเปลี่ยนไป ในช่วงเวลา 3 นาที และ 5 วินาที เครื่องซั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งไม่สามารถวัดได้ เนื่องจากการพ่นด้วยละอองขนาดเล็กเป็นเทคนิคในการเคลือบสารเคมีบางๆบนผิวของวัตถุเพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมี พลังงาน และลดการสร้างขยะจากกระบวนการดังกล่าว ซึ่งทำให้เครื่องซั่งที่ใช้มีความละเอียดไม่เพียงพอในการวัด โดยน้ำหนักของผ้าโทเรที่เปลี่ยนไปสามารถวัดได้ เครื่องซั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งเมื่อใช้เวลา 10 วินาที และการพ่นโดยการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2.33 เซนติเมตรต่อวินาที และ 1.6 เซนติเมตรต่อวินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.4

เมื่อพิจารณา FT-IR spectra ของเพอร์เมทรีน และผ้าโทเร พบว่ามีสเปกตรัมสูง (Peak) ขึ้นมาในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันดังแสดงในตารางที่ 4.3 เมื่อนำผ้าโทเรที่ถูกเคลือบสารเพอร์เมทรีนด้วยเทคนิคการพ่นละอองขนาดเล็กมาดูกราฟ FT-IR spectra จึงไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนไปได้ชัดเจน ไม่ว่าจะใช้เวลาเคลือบนานเท่าใด เนื่องจากกราฟของทั้งสองสูงขึ้นมาในบริเวณเดียวกันจึงซ้อนทับกัน แต่เมื่อทำการเปรียบสารเพอร์เมทรีนที่ถูกพ่นลงไปบนพลาสติกใส พบว่ากราฟของพลาสติกที่ถูกพ่นสารเพอร์เมทรีนมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 1600 และ 1200 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกราฟของพลาสติกซึ่งไม่มีการเคลือบใดๆ และเมื่อพิจารณากราฟของเพอร์เมทรีน จะพบว่าช่วงดังกล่าวมีความสูง (Peak) ของสเปกตรัมของเพอร์เมทรีนขึ้นมาให้เห็นเช่นกัน


<p>วัสดุสำหรับเปรียบเทียบ</p>	<p>FT-IR spectra</p>
<p>เพอร์เมทรีน</p>	
<p>ผ้าใบ</p>	

<p>วัสดุสำหรับเปรียบเทียบ</p>	<p>FT-IR spectra</p>
<p>พลาสติกใส</p>	
<p>พลาสติกใสที่เคลือบด้วยลวดทองขนาดเล็ก ของเพอร์เมทรีน</p>	

ตารางที่ 4.3 กราฟ FT-IR spectra ของเพอร์เมทรีน ผ้ำโพลีเร พลาสติกใส และสารเพอร์เมทรีนบนพลาสติกใส สำหรับเปรียบเทียบ

FT-IR spectra	
<p>เงื่อนไขในการเคลือบ</p> <p>ฟอสเฟอของขนาดเล็กของเพอร์เมทรีนไนด์โดยไม่มีย้ายตำแหน่งเป็นระยะเวลา 3 วินาที</p>	<p>ปริมาณเพอร์เมทรีน*</p> <p>Not detectable</p> 
<p>ฟอสเฟอของขนาดเล็กของเพอร์เมทรีนไนด์โดยไม่มีย้ายตำแหน่งเป็นระยะเวลา 5 วินาที</p>	<p>Not detectable</p> 

FT-IR spectra		
<p>เงื่อนไขในการเคลือบ</p> <p>พ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรีนโนโดยไม่มีย้ายตำแหน่งเป็นระยะเวลา 10 วินาที</p>	<p>ปริมาณเพอร์เมทรีน*</p> <p>0.2 มิลลิกรัม โดยคิดเป็น 0.466% ของน้ำหนักก่อนเคลือบ</p>	
<p>พ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรีนโนโดยเคลือบที่ด้วยความเร็ว 2.67 เซนติเมตรต่อวินาที</p>	<p>2.3 มิลลิกรัม โดยคิดเป็น 0.063% ของน้ำหนักก่อนเคลือบ</p>	

เงื่อนไขในการ เคลือบ	ปริมาณ เพอร์เมทรีน*	FT-IR spectra
พ่นละอองขนาดเล็ก โดยเคลื่อนที่ด้วย ความเร็ว 1.6 เซนติเมตรต่อวินาที	5.9 มิลลิกรัม โดยคิดเป็น 0.138% ของ น้ำหนักก่อนเคลือบ	

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเคลือบสารเพอร์เมทรีนด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer

*ปริมาณของสารเพอร์เมทรีนบนผ้าที่ถูกเคลือบคิดจากน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับก่อนเคลือบ

4.1.4. ประสิทธิภาพในการกันยุง

สารเพอร์เมทรินเป็นสารฆ่าแมลงที่ได้รับการรับรองความปลอดภัยจากองค์การอนามัยโลก และ U.S. EPA ว่ามีความปลอดภัยในการใช้งานในมนุษย์ ซึ่งสารเพอร์เมทรินนี้มีฤทธิ์ในการป้องกัน และกำจัดสัตว์ขาปล้องหลายชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ยุง ไร เห็บ หมัด เป็นต้น ดังแสดงที่ในตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าสารเพอร์เมทรินมีความสามารถในการป้องกันผู้ใช้จากการถูกกัด (Bite Protection) และยังสามารถลดจำนวนของสัตว์ขาปล้องในบริเวณพื้นที่โดยรอบ (Knock-down) และ กำจัดสัตว์ขาปล้อง (Mortality) ในขณะที่ดีอีอีทีทำได้แค่เพียงการไล่สัตว์ประเภทขาปล้องเท่านั้น ซึ่งปริมาณเพอร์เมทรินที่เคลือบบนชุดปริมาณ 0.6 กรัมต่อตารางเมตร หรือ 0.06 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรสามารถกำจัดยุงได้ 85-95% ของปริมาณยุงที่ทำการทดสอบ ซึ่งปริมาณที่เคลือบบนผ้าโทเรตังแสดงในตารางที่ 4.4 มีปริมาณเพียงพอในการป้องกันยุง



Active ingredient	Vector	Exposure time	Bite Protection, %	Knock-down, %	Mortality, %	Reference
<i>Sprayed clothing</i>						
0.6 g/m ² permethrin (Dagnet 100)	Aedes (Stegomyia) aegypti	3 min	6.1% (± 6.1)	NR	84.8% (± 8)	Frances et al. (2003)
0.6 g/m ² permethrin (Dagnet 500)	Aedes (Stegomyia) aegypti	3 min	3.3% (± 3.3)	NR	97% (± 3.0)	Frances et al. (2003)
0.6 g/m ² permethrin (Pergrin 500)	Aedes (Stegomyia) aegypti	3 min	6.1% (± 6.1)	NR	93% (± 3.5)	Frances et al. (2003)
0.6 g/m ² permethrin (Dagnet 100)	Anopheles farauti	3 min	NR	100%	94.2% (± 2.5)	Frances et al. (2003)
0.6 g/m ² permethrin (Dagnet 500)	Anopheles farauti	3 min	NR	100%	100%	Frances et al. (2003)
0.6 g/m ² permethrin (Pergrin 500)	Anopheles farauti	3 min	NR	100%	100%	Frances et al. (2003)
0.5 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Culex spp.	Dusk to dawn	69%	NR	27%	Rowland et al. (1999)
0.5 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles nigerrimus	Dusk to dawn	65%	NR	4%	Rowland et al. (1999)
0.5 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles stephensi	Dusk to dawn	31%	NR	0%	Rowland et al. (1999)
0.5 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles subpictus	Dusk to dawn	37%	NR	34%	Rowland et al. (1999)

Active ingredient	Vector	Exposure time	Bite Protection, %	Knock-down, %	Mortality, %	Reference
1.0 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Culex spp.	Dusk to dawn	69%	NR	25%	Rowland et al. (1999)
1.0 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles nigerrimus	Dusk to dawn	62%	NR	10%	Rowland et al. (1999)
1.0 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles stephensi	Dusk to dawn	33%	NR	37%	Rowland et al. (1999)
1.0 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles subpictus	Dusk to dawn	22%	NR	18%	Rowland et al. (1999)
2.0 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Culex spp.	Dusk to dawn	76%	NR	44%	Rowland et al. (1999)
2.0 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles nigerrimus	Dusk to dawn	43%	NR	40%	Rowland et al. (1999)
2.0 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles stephensi	Dusk to dawn	58%	NR	39%	Rowland et al. (1999)
2.0 g/m ² permethrin (Imperator 25%)	Anopheles subpictus	Dusk to dawn	0%	NR	51%	Rowland et al. (1999)
0.125 mg/cm ² permethrin	Amblyomma americanum	1 h	100%	NR	100%	Schreck et al. (1982)
0.125 mg/cm ² permethrin	Amblyomma americanum	15 min	98.50%	NR	NR	Evans et al. (1991)

Active ingredient	Vector	Exposure time	Bite Protection, %	Knock-down, %	Mortality, %	Reference
0.125 mg/cm ² permethrin	Ixodes dammini	15 min	100%	NR	NR	Evans et al. (1991)
0.125 mg/cm ² permethrin	Total ticks	15 min	98%	NR	79%	Evans et al. (1991)
0.125 mg/cm ² permethrin	Anopheles dirus	5min	97%	99.4% (94.4–100%)	NR	Eamsila et al.
<i>Hand-dipped</i>						
0.125 mg/cm ² permethrin	Aedes (Stegomyia) albopictus	15 min	100%	60%	NR	Schreck & McGovern (1989)
0.125mg/cm ² permethrin	Glossina morsitans centralis (tsetse fly)	75 min	34.20%	NR	NR	Sholdt et al. (1989)
0.125mg/cm ² permethrin & 35% DEET(EDRF)†,‡	Glossina morsitans centralis (tsetse fly)	75 min	90.70%	NR	NR	Sholdt et al. (1989)
0.125 mg/cm ² permethrin & 75% DEET (in EtOH)§	Glossina morsitans centralis (tsetse fly)	75 min	81.40%	NR	NR	Sholdt et al. (1989)
0.125 mg/cm ² permethrin	Amblyomma americanum	15 min	97.50%	NR	NR	Evans et al. (1991)

Active ingredient	Vector	Exposure time	Bite Protection, %	Knock-down, %	Mortality, %	Reference
0.125 mg/cm ² permethrin	Ixodes dammini	15 min	100%	NR	NR	Evans et al. (1991)
0.125 mg/cm ² permethrin	Total ticks	15 min	97%	NR	69%	Evans et al. (1991)
0.125 g/cm ² permethrin	Trombicula spp. (chigger mite)	3 days	74.20%	NR	NR	Breeden et al. (1982)
75% DEET	Phlebotomine sandflies	20 min, September 1980, January 1981	89% mean (range 68.8–98.1%)	NR	NR	Schreck et al. (1982)
0.125 g/m ² permethrin	Phlebotomine sandflies	20 min, September 1980, January 1981	49% (range 6.8–90.5%)	NR	NR	Schreck et al. (1982)
0.125 g/m ² permethrin	Phlebotomus papatasi	1, 3, 5, 7, 10 min	NR	8%, 26%, 56%	56%, 84% 30%, 73%, 82%, 91%, 100%	Fryauff (1996)
0.125 g/m ² permethrin	Culex pipiens	1, 3, 5, 7, 10 min	NR	49%, 70%, 75%	85%, 98% 56%, 72%, 66%, 76%, 74%	Fryauff (1996)
<i>Factory-dipped</i>						
0.125 g/m ² permethrin	Aedes (Stegomyia) taeniorhynchus	9.5–10 h	99.9% (mean/day %)	NR	NR	Schreck & McGovern (1989)

Active ingredient	Vector	Exposure time	Bite Protection, %	Knock-down, %	Mortality, %	Reference
0.125 g/m ² permethrin	Aedes (Stegomyia) aegypti	2 h	56.25% (95% CI 0.35–0.55)	NR	11.66% (95% CI 8.43–16.30)	Pennettier et al. (2010)
0.125mg/cm ² permethrin	Culex sitiens	8 h	37.10%	NR	NR	Harbach et al. (1990)
0.125mg/cm ² permethrin	Aedes vigilax	8 h	43.10%	NR	NR	Harbach et al. (1990)
0.125mg/cm ² permethrin & 75% DEET (in EtOH)	Culex sitiens	8 h	72.90%	NR	NR	Harbach et al. (1990)
0.125mg/cm ² permethrin & 75% DEET (in EtOH)	Aedes vigilax	8 h	83.40%	NR	NR	Harbach et al. (1990)
0.125mg/cm ² permethrin & 35% DEET (EDRF)	Culex sitiens	8 h	78.80%	NR	NR	Harbach et al. (1990)
0.125mg/cm ² permethrin & 35% DEET (EDRF)	Aedes vigilax	8 h	93.50%	NR	NR	Harbach et al. (1990)
Permethrin	Anopheles spp.	6 h	48.4% (95% CI 0.63)	NR	11.3% (95% CI 1.66)	Deparis et al. (2004)

Active ingredient	Vector	Exposure time	Bite Protection, %	Knock-down, %	Mortality, %	Reference
Permethrin & 50% DEET	Anopheles spp.	6 h	44.6% (95% CI 0.93)	NR	11.3% (95% CI 1.27)	Deparis et al. (2004)
0.125mg/cm ² permethrin cotton cloth	Pediculus humanus L. (body lice)(field strain)	10, 15, 30, 45, 60, 75 min, 12 h	NR	0%, 23.3%, 48.1%, 75.7%, 90.7%, 96.7%, 100%, 100%, 100%	NR	Sholdt et al. (1989)
0.125mg/cm ² permethrin NYCO blend cloth	Pediculus humanus L. (body lice) (field strain)	15, 30, 60 s	NR	(68%, 30%, 32%)¶(64%, 40%, 50%)**(100%, 57%, 93%)††(100%, 100%, 100%)‡‡	NR	Sholdt et al. (1989)
0.125mg/cm ² permethrin NYCO blend cloth	Pediculus humanus L. (body lice) (field strain)	15, 30, 60 s	NR	(68%, 30%, 32%)¶(64%, 40%, 50%)**(100%, 57%, 93%)††(100%, 100%)‡‡	NR	Sholdt et al. (1989)
0.125mg/cm ² permethrin cotton cloth	Pediculus humanus L. (body lice) (laboratory strain)	15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 min, 24 h	NR	80%, 99%, 96%, 100%, 100%, 100%, 100%, 100%, 100%, 100%	NR	Sholdt et al. (1989)

Active ingredient	Vector	Exposure time	Bite Protection, %	Knock-down, %	Mortality, %	Reference
0.125mg/cm ² permethrin NYCO blend cloth	Pediculus humanus L. (body lice) (laboratory strain)	15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 min, 24 h	NR	72%, 96%, 100%, 100%, 100%, 100%, 100%, 100%	NR	Sholdt et al. (1989)
Permethrin ^{SS}	Ixodes ricinus	27 weeks	99% ^{¶¶} , 0.01 incidence rate ratio (95% CI 0.001–0.11)	NR	NR	Vaughn & Meshnick (2011)
<i>Polymer-coated</i>						
1200 mg/m ² permethrin	Ixodes ricinus	36 h	95.50%	NR	NR	Faulde et al. (2009)
<i>Hand-applied</i>						
33.25% DEET (EDRF)	Amblyomma americanum	15 min	60.40%	NR	NR	Evans et al.
33.25% DEET (EDRF)	Dermacentor variabilis	15 min	50%	NR	NR	Evans et al.
33.25% DEET (EDRF)	Ixodes dammini	15 min	10%	NR	NR	Evans et al. (1991)
33.25% DEET (EDRF)	Total ticks	15 min	59.80%	NR	NR	Evans et al. (1991)

ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันสัตว์จำพวกขาปล้องของสาร Active ingredient แต่ละประเภท

- *Bite protection: values in bold represent the percentage blood-fed after exposure; values in standard font represent the reduction in the percentage of bites.
- †Repellent applied to the skin while concurrently wearing treated clothing.
- #EDRF, extended duration repellent formulation or controlled release formulation.
- §EtOH, ethanol.
- ¶15 s, 30 s, 60 s exposure at 0.5 h knock-down.
- *15 s, 30 s, 60 s exposure at 1.0 h knock-down.
- ††15 s, 30 s, 60 s exposure at 6.0 h knock-down.
- ##15 s, 30 s, 60 s exposure at 12.0 h knock-down.
- §§No concentration of permethrin given; clothing provided by Insect Shield combining factory-based coating technology with a proprietary formulation of permethrin.
- ¶¶Rate of tick bites acquired during work hours was reduced by 99%
- NR, not reported; 95% CI, 95% confidence interval



4.2. ผลการทดสอบการยอมรับนวัตกรรม

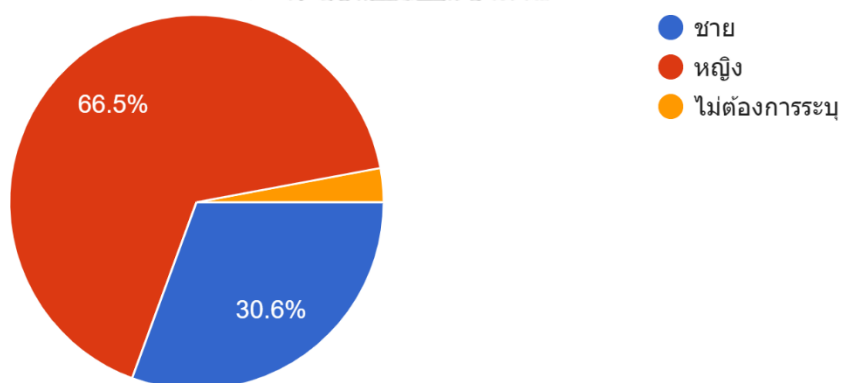
ผลจากการศึกษาการยอมรับนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สำหรับฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของสารเพอร์เมทรินเคลือบชุดนักเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันยุง และปกป้องบุตรหลานจากโรคไข้เลือดออก โดยอาศัยแบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้ปกครองที่มีบุตรหลานในวัยเรียนอยู่ในปกครอง มีผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามทั้งหมด 170 คน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.2.1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

4.2.1.1. เพศ กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบ่งตามเพศได้ดังนี้

เพศ	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ชาย	52	30.6%
หญิง	113	66.5%
ไม่ต้องการระบุ	5	2.9%

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงจำนวนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามโดยแบ่งตามเพศ

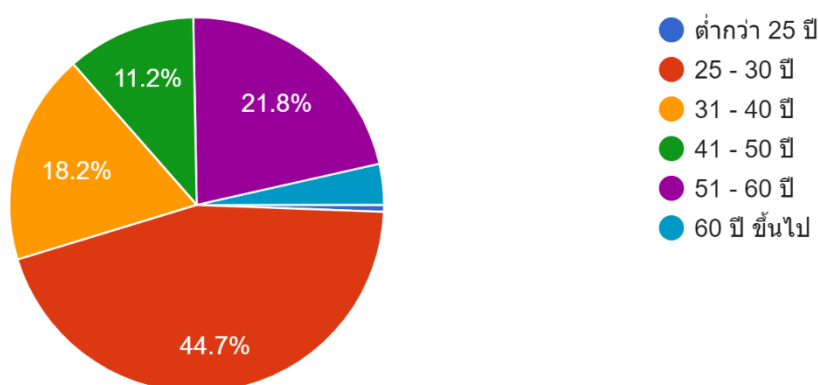


แผนภูมิที่ 4.1 แผนภูมิแสดงจำนวนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามโดยแบ่งตามเพศ

4.2.1.2. อายุ กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบ่งตามช่วงอายุได้ดังนี้

ช่วงอายุ	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ต่ำกว่า 25	1	0.6%
25 - 30 ปี	76	44.7%
31 - 40 ปี	31	18.2%
41 - 50 ปี	19	11.2%
51 - 60 ปี	37	21.7%
60 ปี ขึ้นไป	6	3.5%

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงจำนวนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามโดยแบ่งตามอายุ

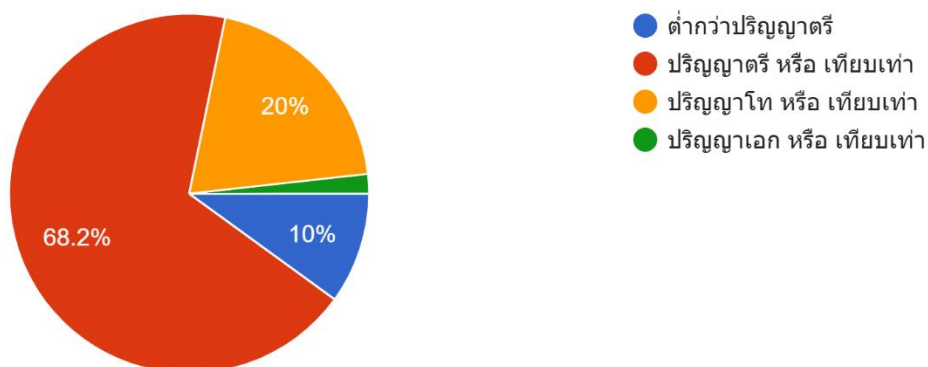


แผนภูมิที่ 4.2 แผนภูมิแสดงช่วงอายุของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

4.2.1.3. ระดับการศึกษา กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบ่งตามระดับการศึกษาได้ดังนี้

ระดับการศึกษา	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ต่ำกว่าปริญญาตรี	17	10%
ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า	116	68.2%
ปริญญาโท หรือเทียบเท่า	33	20%
ปริญญาเอกหรือเทียบเท่า	3	1.8%

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงระดับการศึกษาของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

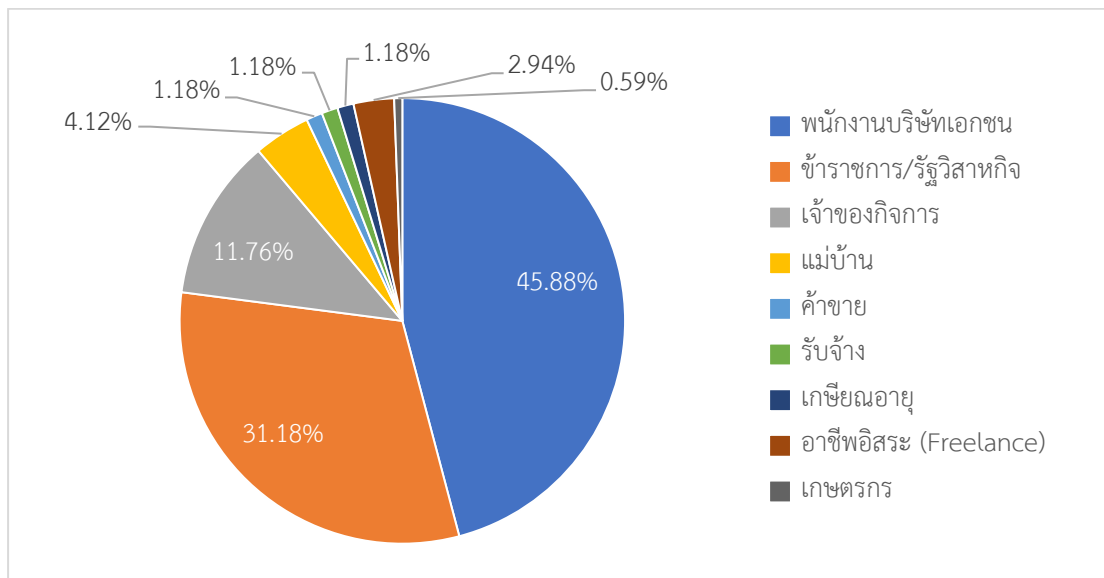


แผนภูมิที่ 4.3 แผนภูมิแสดงระดับการศึกษาของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

4.2.1.4. อาชีพ กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบ่งตามอาชีพได้ดังนี้

อาชีพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
พนักงานบริษัทเอกชน	78	45.9%
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ/องค์กรอิสระ/หน่วยงานของรัฐบาล	53	31.2%
เจ้าของกิจการ	18	10.6%
แม่บ้าน	7	4.1%
ค้าขาย	2	1.2%
รับจ้าง	2	1.2%
เกษียณอายุ	2	1.2%
อาชีพอิสระ (Freelance)	2	1.2%
โปรแกรมเมอร์อิสระ	1	0.6%
เสริมสวย	1	0.6%
ร้านกาแฟ	1	0.6%
เกษตรกร	1	0.6%
เทรนเนอร์ส่วนบุคคล	1	0.6%
กายภาพบำบัดอิสระ	1	0.6%

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงอาชีพของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

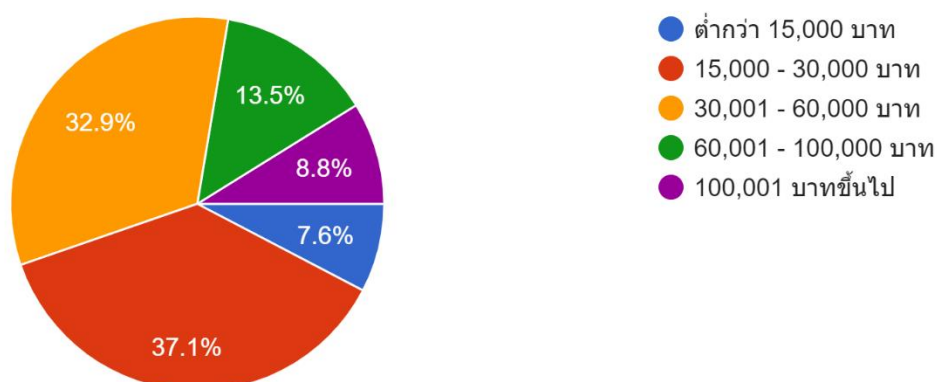


แผนภูมิที่ 4.4 แผนภูมิแสดงอาชีพของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

4.2.1.5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบ่งตาม รายได้เฉลี่ยต่อเดือนได้ดังนี้

รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ต่ำกว่า 15,000 บาท	13	7.6%
15,000 - 30,000 บาท	63	37.1%
30,001 - 60,000 บาท	56	32.9%
60,001 - 100,000 บาท	23	13.5%
100,001 บาทขึ้นไป	15	8.8%

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

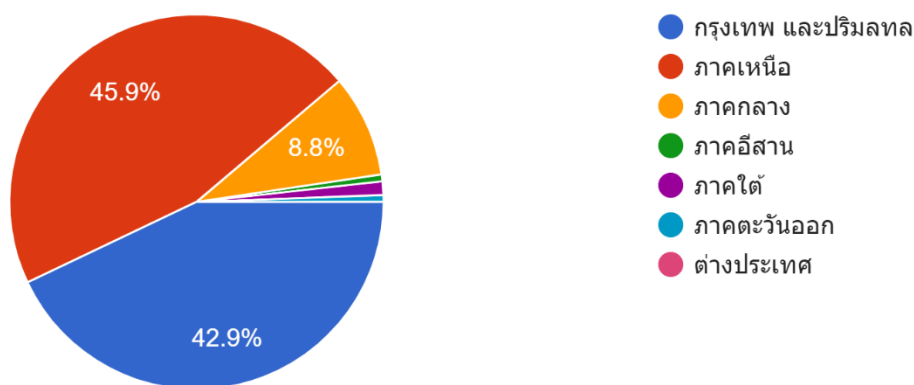


แผนภูมิที่ 4.5 แผนภูมิแสดงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

4.2.1.6. ที่อยู่อาศัย กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบ่งตามภูมิภาคที่อยู่อาศัยได้ดังนี้

ภูมิภาค	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
กรุงเทพ และปริมณฑล	73	42.9%
ภาคเหนือ	78	45.9%
ภาคกลาง	15	8.8%
ภาคอีสาน	1	0.6%
ภาคใต้	2	1.2%
ภาคตะวันออก	1	0.6%
ต่างประเทศ	0	0%

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

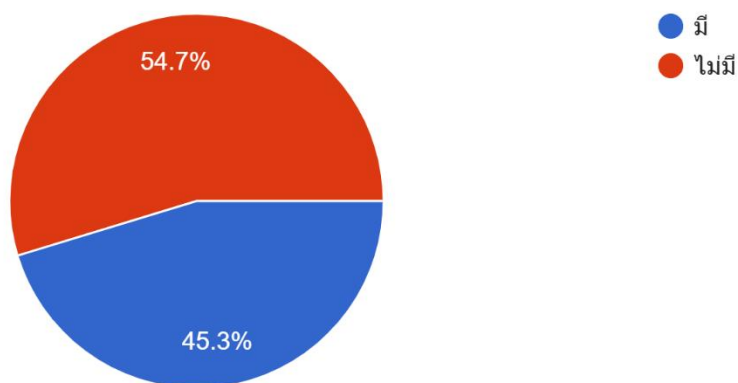


แผนภูมิที่ 4.6 แผนภูมิแสดงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

4.2.1.7. ลักษณะครอบครัว กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมตอบแบบสอบถามแบ่งตามการมีบุตรและไม่มีบุตรได้ดังนี้

การมีบุตร	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
มีบุตร	77	45.3%
ไม่มีบุตร	93	54.7%

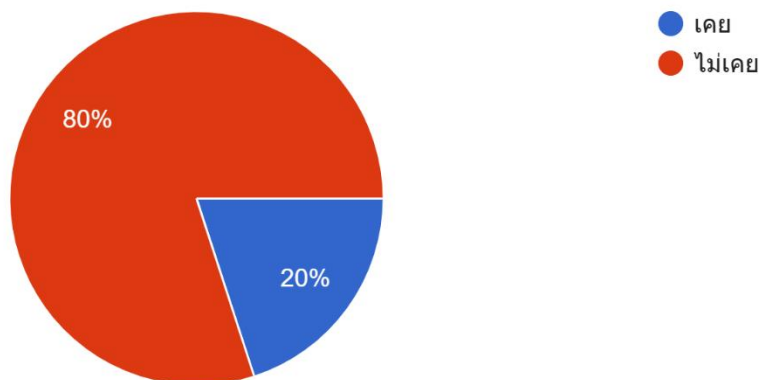
ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงลักษณะครอบครัวของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม



แผนภูมิที่ 4.7 แผนภูมิแสดงลักษณะครอบครัวของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

4.2.2. ความพร้อมในการรับมือกับโรคไข้เลือดออกในเด็กนักเรียนของผู้ปกครอง

4.2.2.1. ประสบการณ์ในการรับมือเมื่อบุตรหลานป่วยเป็นโรคไข้เลือดออก โดยสอบถามถึงประวัติการเจ็บป่วยของบุตรหลานในปกครองของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม พบว่า บุตรหลานของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามจำนวน 34 คน หรือคิดเป็น 20% และ จำนวนบุตรหลานของผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามที่ไม่เคยเป็นโรคไข้เลือดออกมีทั้งหมด 136 คน หรือคิดเป็น 80%

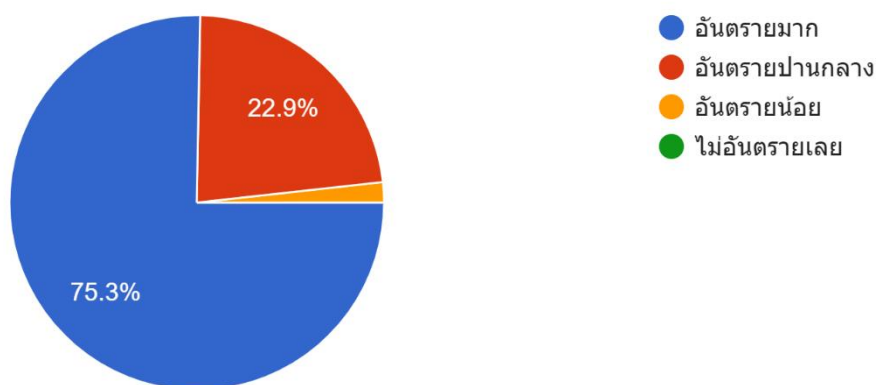


แผนภูมิที่ 4.8 แผนภูมิจำนวนบุตรหลานของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามที่เคยเป็นโรคไข้เลือดออก

4.2.2.2. ความตระหนักถึงอันตรายของโรคไข้เลือดออก พบว่าผู้ร่วมตอบแบบสอบถามส่วนมากมีความตระหนักถึงอันตรายของโรคไข้เลือดออก แต่ยังมีบางส่วนที่คิดว่าโรคไข้เลือดออกไม่มีความอันตราย

ความตระหนักถึงอันตราย	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
อันตรายมาก	128	75.3%
อันตรายปานกลาง	39	22.9%
อันตรายน้อย	3	1.8%
ไม่อันตรายเลย	0	0%

ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงความตระหนักถึงอันตรายของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

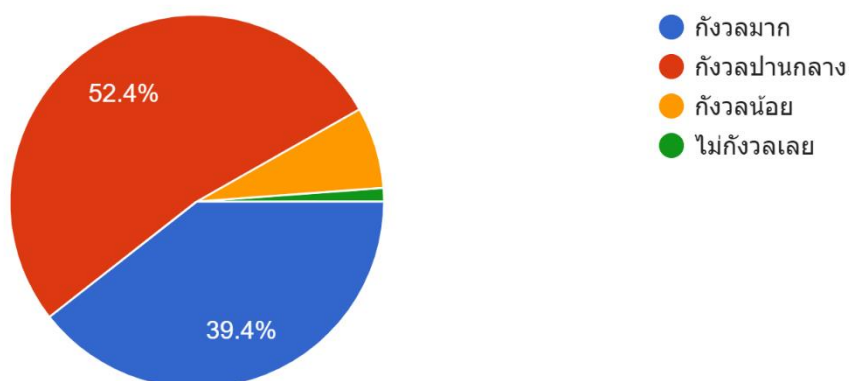


แผนภูมิที่ 4.9 แผนภูมิแสดงความตระหนักถึงอันตรายของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม

4.2.2.3. ความกังวลต่อการเจ็บป่วยของบุตรหลานของผู้ร่วมตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ร่วมตอบแบบสอบถามส่วนมากมีความกังวลว่าบุตรหลานอาจมีโอกาสติดเชื้อโรคไข้เลือดออกในระดับปานกลาง รองลงมาคือกังวลมาก กังวลน้อย และไม่กังวลเลย ตามลำดับ

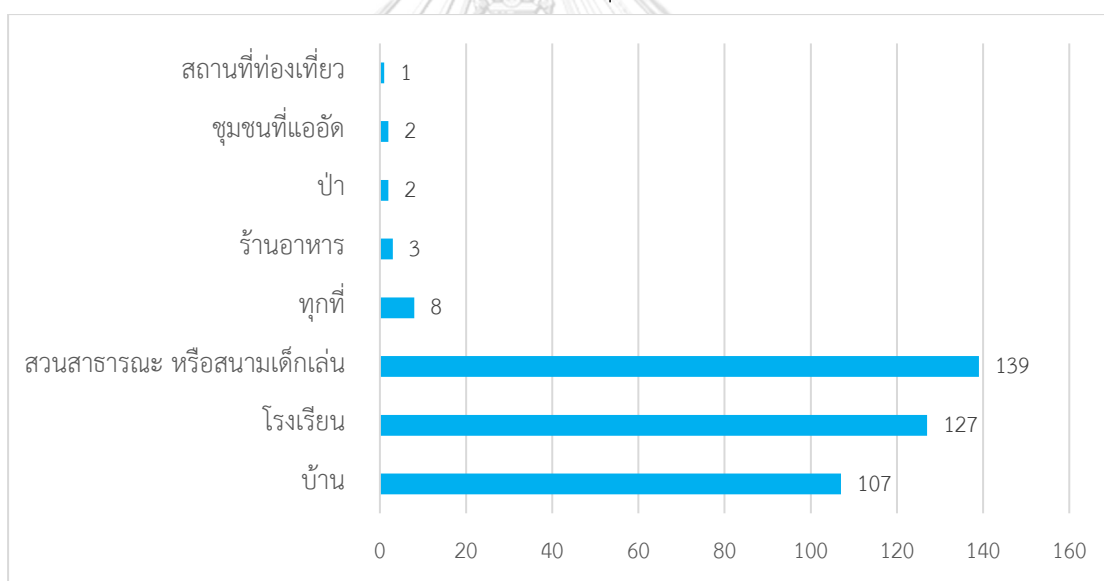
ความกังวลของผู้ปกครอง	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
กังวลมาก	67	39.4%
กังวลปานกลาง	89	52.4%
กังวลน้อย	12	7.1%
ไม่กังวลเลย	2	1.2%

ตารางที่ 4.14 ตารางแสดงระดับความกังวลต่อโอกาสในการเจ็บป่วยของบุตรหลานในปกครอง



แผนภูมิที่ 4.10 แสดงระดับความกังวลต่อโอกาสในการเจ็บป่วยของบุตรหลานในปกครอง

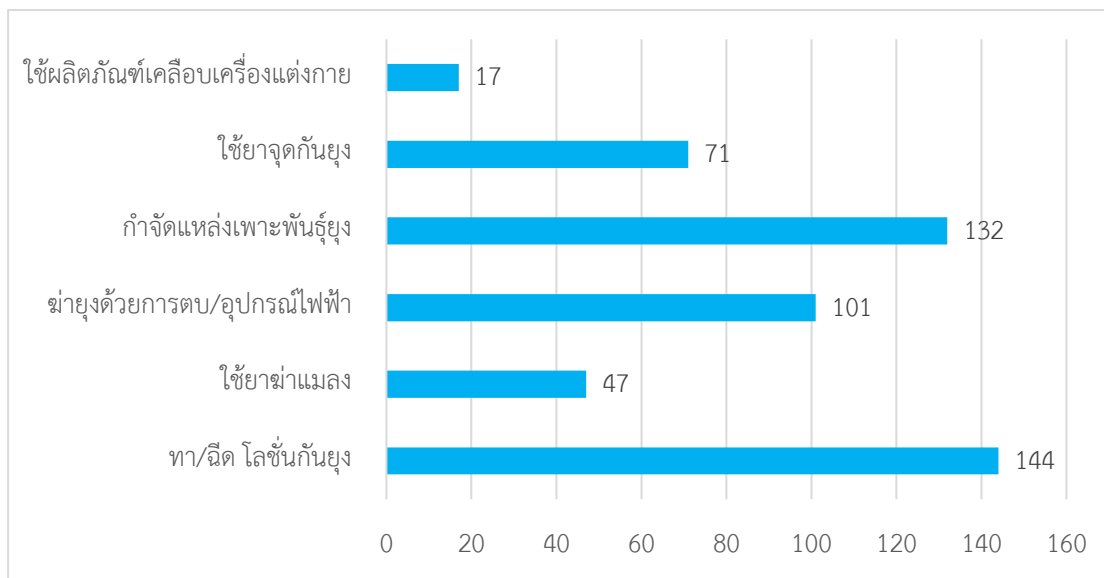
4.2.2.4. ความเข้าใจต่อสถานที่ที่มีโอกาสในการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกในเด็กพบว่า ผู้ร่วมตอบแบบสอบถามคิดว่าสถานที่ที่บุตรหลานมีโอกาสในการติดโรคไข้เลือดออกมากที่สุดคือ สนามเด็กเล่น หรือสวนสาธารณะ รองลงมา คือ โรงเรียน บ้าน และสถานที่อื่นๆ ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 4.11 แผนภูมิแสดงสถานที่ที่ผู้ร่วมตอบแบบสอบถามคิดว่าบุตรหลานมีโอกาสในการติดโรคไข้เลือดออก

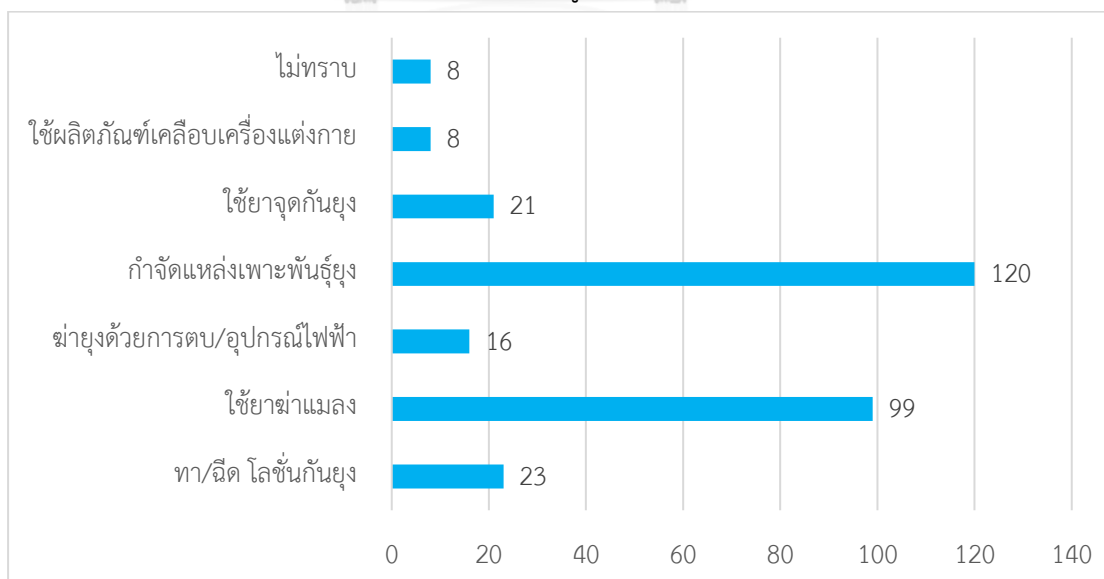
4.2.2.5. วิธีการรับมือกับยุงของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามเพื่อป้องกันบุตรหลานจากโรคไข้เลือดออก โดยวิธีที่เป็นที่นิยมมากที่สุดคือทาโลชั่นหรือฉีดสเปรย์กันยุง รองลงมาคือ การกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำ การฆ่ายุงด้วยวิธีอื่นๆ การฉีดยาฆ่าแมลงในบริเวณโดยรอบ ตามลำดับ และมีผู้ร่วมแบบสอบถาม 10% ที่เคย

ใช้ผลิตภัณฑ์ในการเคลือบเครื่องแต่งกายเพื่อป้องกันบุตรหลานจากโรค ไข้เลือดออก



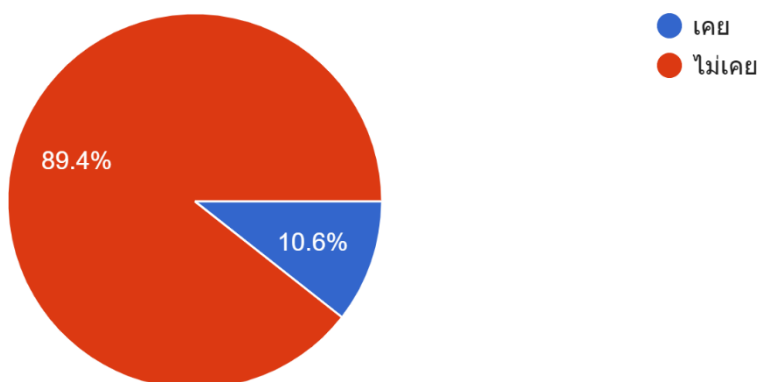
แผนภูมิที่ 4.12 แผนภูมิแสดงวิธีการป้องกันบุตรหลานจากยุงซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไข้เลือดออก

4.2.2.6. ความรู้เกี่ยวกับวิธีการรับมือของโรงเรียนที่บุตรหลานของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามใช้ในการรับมือกับยุงในบริเวณโรงเรียน โดยวิธีที่ผู้ร่วมตอบแบบสอบถามคิดว่าโรงเรียนใช้ในการรับมือกับโรคไข้เลือดออกคือ การกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุง รองลงมาคือการฉีดพ่นยาฆ่าแมลงในบริเวณโดยรอบโรงเรียน และในจำนวนนี้มีผู้ที่ไม่ทราบถึงมาตรการในการรับมือของโรงเรียน



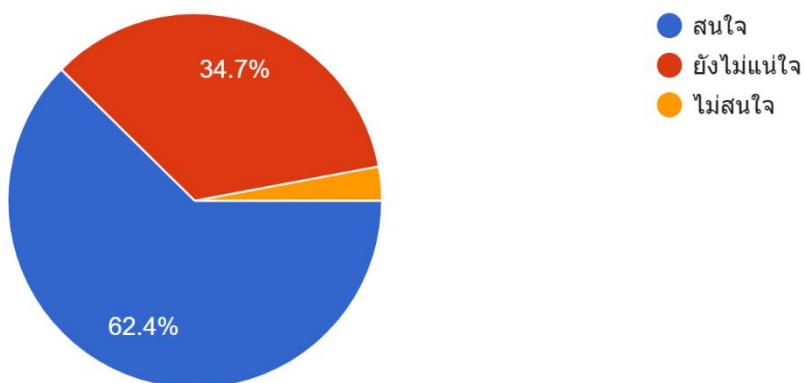
แผนภูมิที่ 4.13 แผนภูมิแสดงความรู้ถึงวิธีการที่โรงเรียนของบุตรหลานของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามใช้ในการนักเรียนจากยุงซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไข้เลือดออก

4.2.2.7. ประสบการณ์ในการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันยูงที่ในการเคลือบเครื่องแต่งกาย พบว่า 10.6% ของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามมีประสบการณ์เคยใช้ สารกันยูง ในการเคลือบเครื่องแต่งกาย



แผนภูมิที่ 4.14 แผนภูมิแสดงจำนวนของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามที่มีประสบการณ์ในการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันยูงที่ในการเคลือบเครื่องแต่งกาย

4.2.2.8. การทดสอบความสนใจต่อผลิตภัณฑ์เคลือบชุดนักเรียนโดยเทคนิคลองขนาด เล็กของสารเพอร์เมทรีน ซึ่งผู้ร่วมตอบแบบสอบถามส่วนมากให้ความสนใจใน ผลิตภัณฑ์เป็นจำนวน 106 คน คิดเป็น 62.4% ยังไม่แน่ใจ 59 คน คิดเป็น 34.7% และ ไม่สนใจ 5 คน คิดเป็น 2.9%



แผนภูมิที่ 4.15 แผนภูมิแสดงความสนใจของผู้ร่วมตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์เคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยูง

ความสนใจต่อสินค้า	เหตุผลสนับสนุน
สนใจใช้ผลิตภัณฑ์	มีความง่าย และสะดวกในการใช้งาน สารกันยูงไม่ต้องสัมผัสกับผิวโดยตรง ช่วยลดโอกาสในการแพ้ และความไม่สบายตัวเมื่อใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดโลชั่นหรือสเปรย์

ความสนใจต่อสินค้า	เหตุผลสนับสนุน
	<p>ต้องการลองนวัตกรรมใหม่</p> <p>ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ดีกว่าที่มีอยู่ในท้องตลาด</p> <p>ความปลอดภัยในการใช้งาน</p> <p>สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของบุตรหลาน</p> <p>ความวิตกกังวลต่อโรคไข้เลือดออกจึงมองหาทางเลือกในการปกป้องบุตรหลาน</p> <p>ไม่ไว้วางใจการรับมือกับยุ่ง่ายของโรงเรียน</p> <p>ระยะเวลาในการใช้งานยาวนาน ไม่ต้องคอยทายากันยุ่งบ่อยๆ</p> <p>ลดโอกาสในการสัมผัสทายากันยุ่ง</p> <p>โอกาสในการใช้งาน เช่นในช่วงฤดูฝนที่มียุ่ง่าย หรือ ระยะเวลาที่บุตรหลานอยู่ที่โรงเรียนเป็นเวลานาน มีส่วนช่วยในการตัดสินใจซื้อ</p>
ยังไม่แน่ใจที่จะใช้ผลิตภัณฑ์	<p>ต้องการหาข้อมูลเพิ่มเติมประกอบการตัดสินใจ</p> <p>มีความกังวลต่อผลข้างเคียงของสารเคมีต่อร่างกายของบุตรหลาน</p> <p>เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยรู้จักมาก่อน</p> <p>ไม่แน่ใจในด้านประสิทธิภาพในการป้องกันยุ่ง</p> <p>ราคาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจ</p> <p>ไม่ต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารเคมี</p> <p>ต้องการรอคำนแนะนำจากผู้ใช้จริง</p> <p>มีความกังวลต่อผลข้างเคียงของสารเคมีต่อชุดนักเรียนที่ถูกเคลือบ</p> <p>ความสะดวกในการใช้เป็นปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจ</p> <p>ไม่มั่นใจว่าสามารถกันยุ่งในบริเวณที่ชุดไม่สามารถครอบคลุมได้</p>
ไม่สนใจใช้ผลิตภัณฑ์	<p>ความยุ่ง่ายในการใช้งาน</p> <p>ไม่ตอบโจทย์การใช้งาน</p> <p>สินค้าเดิมที่มีในท้องตลาด สามารถใช้ได้ดีอยู่แล้ว</p> <p>กังวลต่อสารตกค้างจากการใช้งาน</p> <p>คิดว่าไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุ่ง</p>

ตารางที่ 4.15 เหตุผลประกอบความสนใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- 4.2.3. การยอมรับนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทริน บนผิวของชุดนักเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันยุงเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก

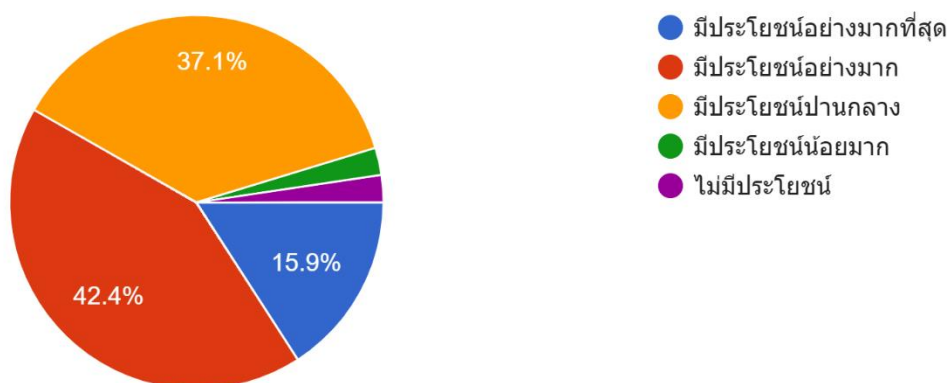
วิธีการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ทำโดยการอธิบายถึงผลิตภัณฑ์ ชุดนักเรียนกันยุง เป็นการนำชุดนักเรียนที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดมาเคลือบสารเพอร์เมทริน ซึ่งเป็นสารสกัดที่มีในดอกเบญจมาศ มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และได้รับการรับรองจาก WHO และ U.S. EPA โดยใช้วิธีฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก ทำให้สารเพอร์เมทรินไม่ซึมเข้าไปในเนื้อผ้า เพื่อลดการสัมผัสโดยตรงกับผิวหนัง และไม่เปลี่ยนคุณสมบัติของผ้า

ชุดนักเรียนกันยุงนี้มีหลักการทำงานคือ เมื่อยุงบินมาสัมผัสชุดที่เคลือบสารเพอร์เมทรินนี้ ยุงจะถูกกำจัด จึงเป็นการลดปริมาณยุงในบริเวณใกล้เคียงอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นการเคลือบสาร 1 ครั้งสามารถใช้งานได้ระยะเวลายาวนาน และถึงแม้ชุดที่เคลือบสารนี้ถูกซักล้างคุณสมบัติในการกันยุงนี้ยังคงอยู่ โดยจำนวนของการซักล้างขึ้นอยู่กับวิธีการซักของแต่ละบุคคล ต่างจากการใช้ผลิตภัณฑ์กันยุงแบบโลชั่นที่จำเป็นต้องทาถี่ๆ จึงจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเด็กนักเรียนมักไม่ให้ความใส่ใจที่จะทาโลชั่นกันยุงอย่างสม่ำเสมอ

- 4.2.3.1. ความคิดเห็นถึงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการป้องกันยุง ได้ผลดังนี้

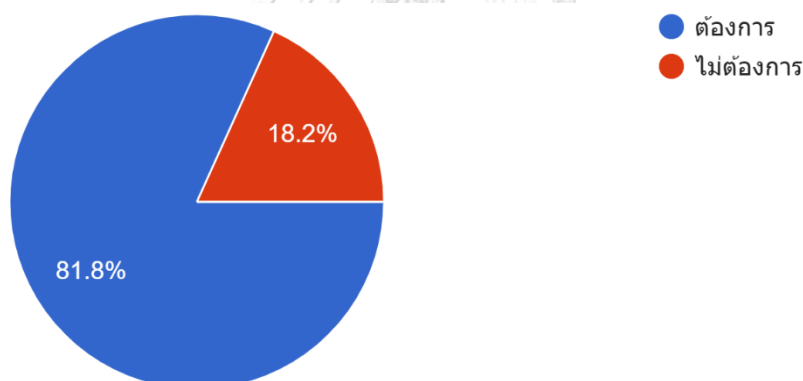
ความคิดเห็น	จำนวน (คน)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
มีประโยชน์อย่างมากที่สุด	27	15.9%
มีประโยชน์อย่างมาก	72	42.4%
มีประโยชน์ปานกลาง	63	37.1%
มีประโยชน์น้อย	4	2.4%
ไม่มีประโยชน์	4	2.4%

ตารางที่ 4.16 ตารางแสดงความคิดเห็นถึงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน



แผนภูมิที่ 4.16 แผนภูมิแสดงความคิดเห็นถึงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

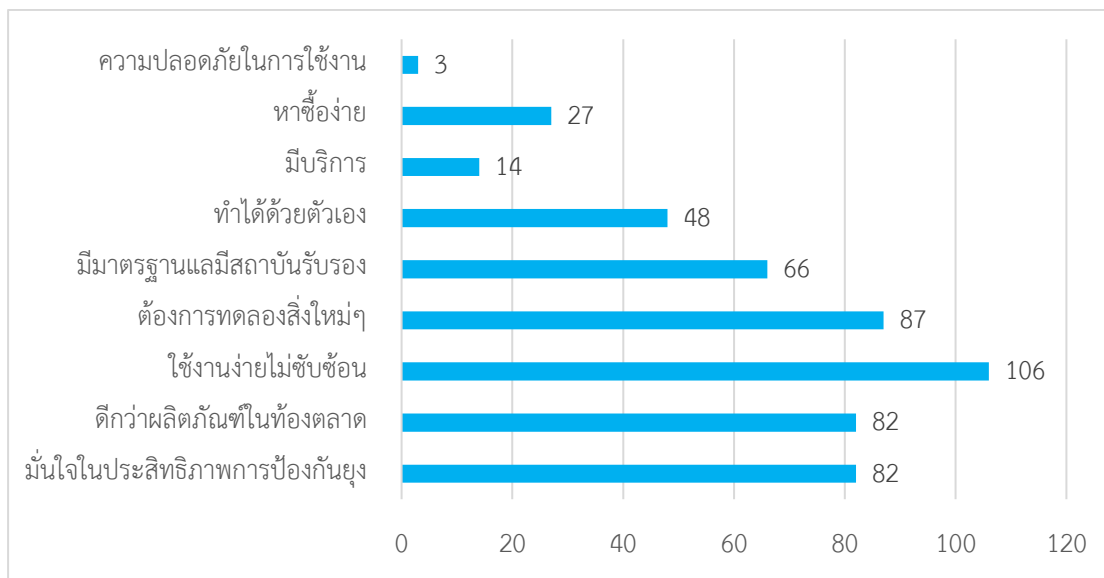
4.2.3.2. การยอมรับในผลิตภัณฑ์พบว่ากลุ่มเป้าหมายผู้ร่วมตอบแบบสอบถามยอมรับในนวัตกรรมใหม่ และต้องการนวัตกรรมนี้ในการปกป้องบุตรหลานจากโรคไข้เลือดออก ซึ่งจำนวนผู้ร่วมตอบแบบสอบถามที่ยอมรับนวัตกรรมคือ 139 คน คิดเป็น 81.8% และไม่ยอมรับในนวัตกรรม 31 คน คิดเป็น 18.2%



แผนภูมิที่ 4.17 แผนภูมิแสดงจำนวนผู้ยอมรับผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

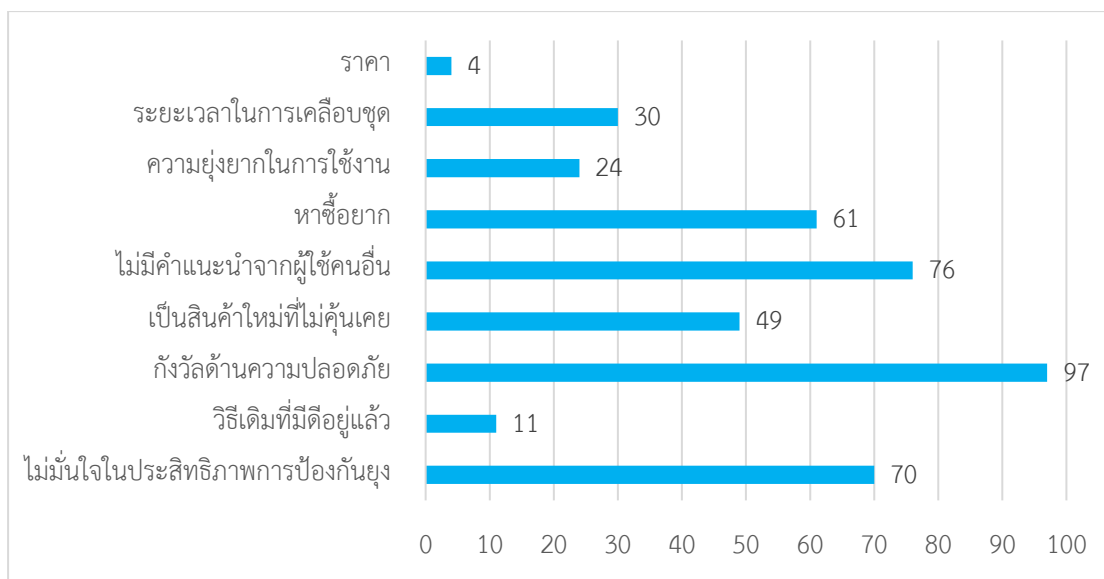
4.2.3.3. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมสำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุง โดยใช้เทคนิคการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก พบว่า กลุ่มเป้าหมายให้ความสำคัญกับความสะดวกในการใช้งาน และมีความต้องการทดลองสิ่งใหม่ๆ อีกทั้งยังมีความคาดหวังต่อประสิทธิภาพในการป้องกันยุง และคาดหวังต่อผลลัพธ์ที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ในท้องตลาด อีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรม คือความปลอดภัยของสารเคมีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งการมี

งานวิจัยหรือ สถาบันที่น่าเชื่อถือรับรอง ทำให้เกิดการยอมรับนวัตกรรมในกลุ่มเป้าหมาย



แผนภูมิที่ 4.18 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมสำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุง โดยใช้เทคนิคการฉีดย่นละอองขนาดเล็ก

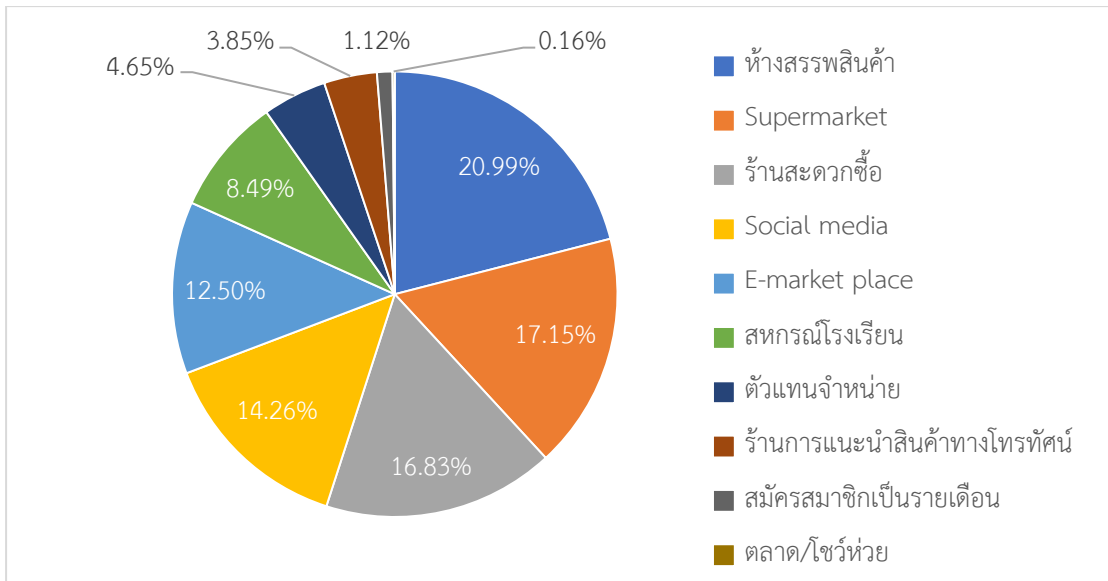
4.2.3.4. ปัจจัยที่มีผลต่อการไม่ยอมรับนวัตกรรมสำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุง โดยใช้เทคนิคการฉีดย่นละอองขนาดเล็ก พบว่า กลุ่มเป้าหมายมีความกังวลในด้านความเป็นอันตรายของสารเพอร์เมทรินซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของผลิตภัณฑ์ อีกปัจจัยหนึ่งคือผลิตภัณฑ์นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้ไม่คุ้นเคย จึงต้องการบทรวิจารณ์จากผู้ใช้อื่น (Customer review) เพื่อประกอบการตัดสินใจ อีกปัจจัยที่ทำให้ทำให้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายอาจจะตัดสินใจไม่เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ คือความยากในการหาซื้อผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้กลุ่มเป้าหมายยังคงไม่มั่นใจในประสิทธิภาพในการทำงานของผลิตภัณฑ์ว่าจะสามารถป้องกันบุตรหลานจากโรคไข้เลือดออกได้จริง และความยากในการใช้งาน รวมถึงเวลาที่ต้องใช้ในการเคลือบชุดนักเรียนยังเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญต่อการไม่ยอมรับนวัตกรรม



แผนภูมิที่ 4.19 แผนภูมิแสดงปัจจัยที่มีผลต่อการไม่ยอมรับนวัตกรรมสำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุง โดยใช้เทคนิคการฉีดยาขนาดเล็ก

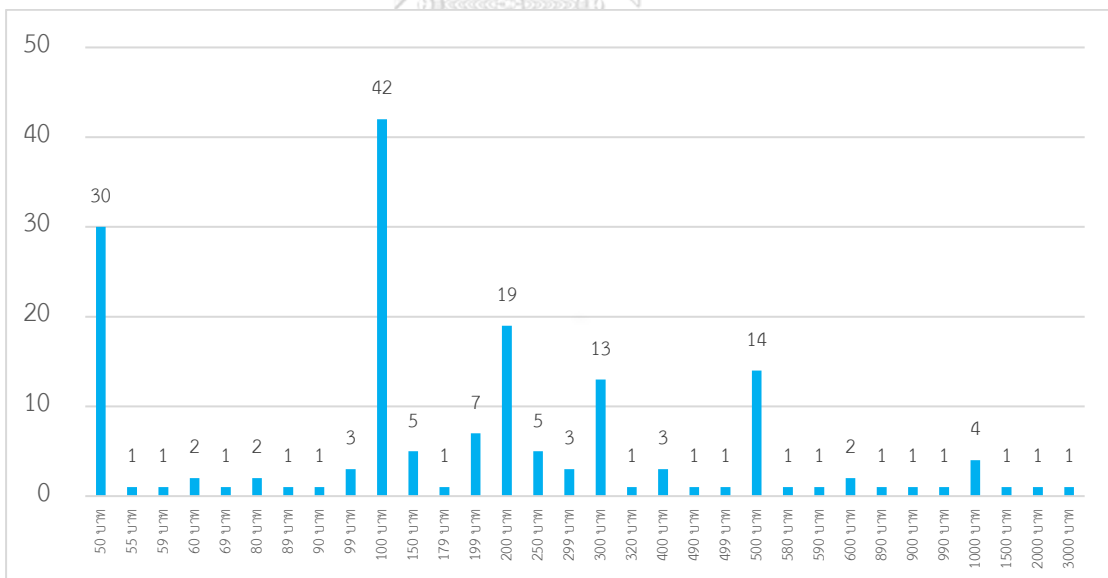
4.2.3.5. ช่องทางในการจัดจำหน่ายที่มีศักยภาพในการดึงดูดกลุ่มผู้ใช้เป้าหมายโดยเรียงตามความสนใจของกลุ่มเป้าหมายคือ

1. ห้างสรรพสินค้า (Shopping mall)
2. ซูเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket)
3. ร้านสะดวกซื้อ
4. สื่อออนไลน์ (Social media)
5. แพลตฟอร์มออนไลน์ (E-market place)
6. สหกรณ์โรงเรียน
7. ตัวแทนจำหน่าย
8. รายการแนะนำสินค้าทางโทรทัศน์ (Infomercial)
9. การสมัครสมาชิกรายเดือน (Subscription model)
10. ร้านโชว์ห่วย



แผนภูมิที่ 4.20 ตารางแสดงศักยภาพของช่องทางจัดจำหน่าย

4.2.3.6. ราคาที่กลุ่มเป้าหมายยอมรับผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถใช้ในการเคลือบชุดนักเรียนได้จำนวน 10 ชุดต่อ 1 ชั้น อยู่ในช่วงราคาระหว่าง 50 - 3,000 บาท ซึ่งราคาของกลุ่มเป้าหมายยอมรับมากที่สุดคือ 100 บาท รองลงมาคือ 50, 200, 500 และ 300 บาท ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 4.21 แสดงราคาของกลุ่มเป้าหมายยอมรับผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุง

บทที่ 5

การศึกษาความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

5.1. การประเมินเทคโนโลยี (Technology assessment)

เทคโนโลยีการฉีดพ่นละอองขนาดเล็กด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer เป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้ว ซึ่งมีงานวิจัยรองรับว่าสามารถเคลือบสิ่งทอได้อย่างทั่วถึง ประหยัดทรัพยากร และลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการ

การใช้เพอร์เมทรินเพื่อเคลือบชุดเพื่อป้องกันยุงหรือสัตว์ขาปล้อง มีการใช้งานมาเป็นระยะเวลานานแล้ว แรกเริ่มเป็นการเคลือบชุดเครื่องแบบในกองทัพสหรัฐอเมริกา ต่อมาจึงเริ่มมีการใช้ในครัวเรือนอย่างแพร่หลาย โดยใช้วิธีการชุบ หรือฉีดพ่นสเปรย์ ซึ่งสารเพอร์เมทรินนี้ได้รับการรับรองโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization หรือ WHO) และสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ (United States Environmental Protection Agency หรือ U.S. EPA)

เทคโนโลยีการฉีดพ่นเพอร์เมทรินด้วยเทคนิคละอองขนาดเล็ก ด้วยเครื่อง Ultrasonic Atomizer เป็นเทคโนโลยีที่อยู่ในระหว่างการพัฒนา (Developing technology) ซึ่งมีความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม (Technology readiness: TRL) อยู่ที่ระดับ 5 คือการทดสอบองค์ประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง (Breadboard) ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

5.1.1. การประเมินขั้นปฐมภูมิ (Primary evaluation)

5.1.1.1. โอกาสทางการตลาด (Market Opportunity)

โอกาสทางการตลาด (Market opportunity) ประเทศไทยเป็นประเทศซึ่งมีการระบาดของโรคไข้เลือดออกเป็นประจำทุกปี ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระค่าใช้จ่าย และเป็นการเสียโอกาสที่การทำงาน ยิ่งไปกว่านั้นยังอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต จากสถิติของกระทรวงสาธารณสุขช่วงอายุที่มีการระบาดมากที่สุดคือ 5 - 14 ปี รองลงมาคือ 15 -24 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุของเด็กในวัยเรียน โดยจำนวนนักเรียนในประเทศไทยปีการศึกษา 2563 คือ 7.33 ล้านคน ปีการศึกษา 2562 คือ 7.36 ล้านคน อ้างอิงข้อมูลของสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นไทย (อปท.) และ กองร้อยตำรวจตระเวนชายแดน (ตชด)¹⁵

5.1.1.2. ความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี (Technology feasibility)

1) เป้าหมาย (Goal)

เพื่อเป็นทางเลือกในการป้องกันยุง และลดปัญหาการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกในเด็กวัยเรียน ที่มีประสิทธิภาพ สามารถลดการใช้ทรัพยากร และปริมาณของเหลือใช้จากกระบวนการผลิต

2) เกณฑ์ (Criteria)

ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ดีกว่าสินค้ากันยุงชนิดอื่นๆ ในท้องตลาด⁷ โดยเน้นที่ความสามารถในการป้องกันยุงเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกในวัยเรียน และลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้ปกครองในการปฐมพยาบาลดูแลบุตรหลานยามเจ็บปวด ซึ่งมีงานวิจัยรองรับผลของการทำงานของสารเพอร์เมทรินว่าสามารถกำจัดยุงที่มาสัมผัสกับผิวชุดที่เคลือบสารเพอร์เมทริน ส่งผลให้ยุงในบริเวณโดยรอบลดลง ซึ่งต่างจากสารกันยุงประเภทอื่นที่ทำเพียงไล่ยุงไม่ให้เข้ามาใกล้ผู้ใช้เท่านั้น นอกจากนี้เพอร์เมทรินออกฤทธิ์ได้ยาวนาน และยังคงอยู่แม้จะถูกซัก ทำให้ไม่มีความจำเป็นต้องเคลือบบ่อยครั้ง

ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (Environment Responsibility) การใช้เทคนิคการฉีดพ่นละอองขนาดเล็กสามารถลดการใช้น้ำพลังงาน สารเคมี และลดปริมาณของเหลือทิ้งจากกระบวนการลงได้

3) เทคโนโลยีที่มีอยู่แล้ว (Technology benchmark)

โลชั่นหรือสเปรย์กันยุงที่เป็นที่นิยมและมีวางขายอย่างแพร่หลาย มีส่วนผสมของดีอีที (DEET) ซึ่งทำหน้าที่ในการไล่ยุงด้วยการรบกวนกลไกการรับกลิ่นของยุง โดยที่ไม่ได้กำจัดยุง แต่เป็นการพรางตัวผู้ใช้จากยุง ซึ่งสารกันยุงชนิดนี้มีระยะเวลาในการออกฤทธิ์สั้น จึงจำเป็นต้องใช้ซ้ำๆ เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพียงพอ โลชั่นและสเปรย์กันยุงชนิดนี้เป็นที่นิยมแพร่หลาย ผู้ใช้มั่นใจในความปลอดภัยเพราะมีการใช้งานกันมาเป็นเวลานาน และสามารถหาซื้อได้ง่ายตามร้านสะดวกซื้อทั่วไป

4) การเก็บข้อมูล (Collecting data)

อาศัยการวิจัยข้อมูลเชิงปริมาณโดยการทำแบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับเทคโนโลยี และนวัตกรรมชุดนักเรียนเคลือบสาร

ป้องกันยูเปอร์เมทรินด้วยเทคโนโลยีการฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก และ
ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze data) - การวิเคราะห์ SWOT

<p>จุดแข็ง (Strength)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ สารเพอร์เมทรินจะถูกเคลือบแค่บริเวณผิวด้านนอกชุดโดยไม่สัมผัสกับผิวโดยตรงจึงช่วยลดโอกาสในการเกิดการระคายเคือง ▪ เพอร์เมทรินสามารถออกฤทธิ์ยาวนานกว่าการใช้สเปรย์หรือโลชั่นที่มีส่วนผสมของดีอีอีทีหรือสารสกัดจากธรรมชาติ และเพอร์เมทรินยังสามารถทนต่อการซักล้าง ▪ วิธีการเคลือบด้วยเทคนิคการฉีดพ่นละอองขนาดเล็กช่วยให้ประหยัดสารเคมี น้ำ และพลังงาน ▪ ลดปริมาณของเสียจากกระบวนการเคลือบ 	<p>โอกาส (Opportunity)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ การใช้ทรัพยากรอย่างพอดี ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและเหลือทิ้งน้อยที่สุด โดยใช้เทคโนโลยีฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก ซึ่งประหยัดสารเคมี พลังงาน น้ำ และลดของเสียในกระบวนการผลิต ▪ การป้องกันโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยยังไม่มีประสิทธิภาพดีพอ ยังคงมีเด็กติดเชื้อและสร้างความสูญเสียต่อครอบครัว ซึ่งสร้างความกังวลให้แก่ผู้ปกครอง ดังนั้นทางเลือกในการป้องกันโรคไข้เลือดออกด้วยการเคลือบสารป้องกันยูงไว้ที่ชุดนักเรียนจึงเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ในการปกป้องบุตรหลานจากโรคนี
<p>จุดอ่อน (Weakness)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ประสิทธิภาพการกันยูงสามารถลดลงตามปริมาณและวิธีการในการซัก ▪ ยูงสามารถกัดในบริเวณที่ไม่ถูกเคลือบด้วยสารกันยูง เช่นบริเวณที่ไม่มีชุดปกคลุมและอาจทำให้ประสิทธิภาพในการกันยูงไม่ดีเท่าที่คาดหวัง ▪ การเคลือบชุดต้องใช้เวลาในการฉีดพ่นเพื่อให้ทั่วและได้ปริมาณที่เพียงพอในการป้องกันยูงและการฟ้นอาจไม่ทั่วทุกบริเวณของชุดนักเรียน 	<p>อุปสรรค (Threat)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ สินค้าเดิมในตลาดได้รับการยอมรับ ใช้งานง่าย และหาซื้อได้ง่าย ▪ เพอร์เมทรินเป็นสารเคมีที่ผู้ใช้ส่วนมากไม่รู้จักทำให้เกิดความไม่มั่นใจในความปลอดภัยและประสิทธิภาพ ▪ กฎหมายในประเทศไทยจัดให้สารเพอร์เมทรินเป็นสารอันตรายประเภทที่ 3 การผลิต การนำเข้า การส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องรับใบอนุญาต¹⁶ ซึ่งอาจมีความมากในการสื่อสารด้านความปลอดภัยไปยังผู้ใช้

ตารางที่ 5.1 ตารางวิเคราะห์ SWOT ของเทคโนโลยีการเคลือบชุดนักเรียนด้วยเทคนิคละอองขนาดเล็ก

เล็ก

5.1.2. การประเมินขั้นทุติยภูมิ (Secondary evaluation)

5.1.2.1. ผลกระทบของเทคโนโลยีต่อสังคม (Technology impacts on society)

เพอร์เมทรินเป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ที่ได้รับการรับรองความปลอดภัยจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) องค์การ United State Environment Protection Agency (US EPA) และองค์การ National Pesticide Information (NPIC) มีความเป็นพิษต่ำ สามารถใช้งานกับเด็กและผู้ใหญ่ได้โดยมีผลกระทบต่ำ เมื่อเข้าสู่ร่างกายสามารถขับออกไปได้ในเวลาอันรวดเร็ว โดยการใช้งานสารเพอร์เมทรินนี้จะเป็นการใช้เพื่อฉีดพ่นพืชผลทางการเกษตรเพื่อป้องกันสัตว์รบกวนและเคลือบเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายเพื่อป้องกันสัตว์จำพวกขาบ้อง เช่น ยุง เห็บ หรือ หมัด เป็นต้น ซึ่งสารเพอร์เมทรินนี้มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง จึงสามารถช่วยป้องกันโรคระบาดที่มีสาเหตุมาจากยุง เช่น โรคไข้เลือดออก โรคไข้มาลาเรีย โรคชิคุนกุนยา เป็นต้น

5.1.2.2. ผลกระทบของเทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม (Technology impacts on environment)

สารเพอร์เมทรินมีโอกาที่จะปนเปื้อนไปในดินและน้ำ ซึ่งสารฆ่าแมลงชนิดนี้สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์และแสงแดด เมื่อปนเปื้อนลงไปในน้ำเพอร์เมทรินจะเกาะตัวเป็นก้อนจึงไม่เกิดการปนเปื้อนลงไปในน้ำใต้ดิน สารเพอร์เมทรินมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำทั้งน้ำจืด และน้ำเค็ม แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อมากนัก

5.2. การประเมินตลาด (Market assessment)

5.2.1. ขนาดตลาด (Market size)

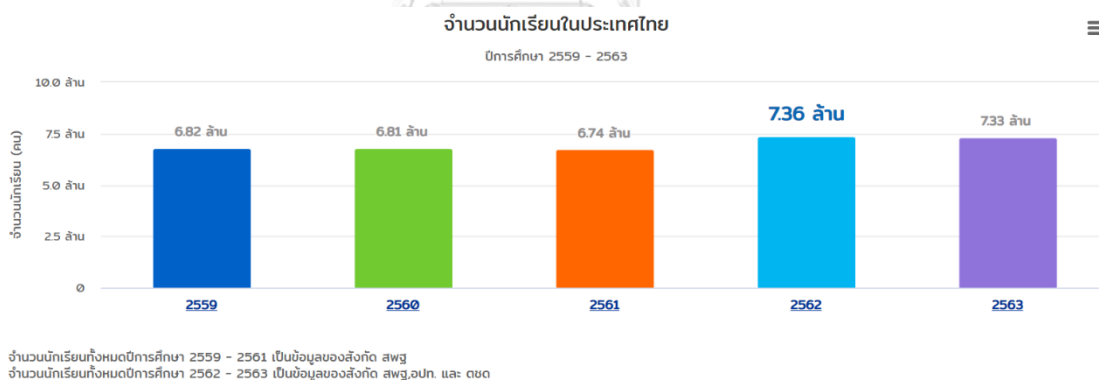
ประเทศไทยมียุงชุกชุมตลอดทั้งปี และยิ่งมากขึ้นในฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่โรคไข้เลือดออกระบาดหนัก ซึ่งมูลค่าตลาดผลิตภัณฑ์กันยุงในประเทศไทยมีมูลค่าสูงถึง 4,500 ล้านบาท โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มสเปรย์ฆ่ายุง 55% กลุ่มยาจุดกันยุง 30% กลุ่มสเปรย์ทากันยุง 15% และมีอัตราการเติบโตประมาณ 5% ซึ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มการเติบโตมากที่สุดคือกลุ่มสเปรย์ทากันยุง

จากสถิติการติดเชื้อโรคไข้เลือดออกของประเทศไทย พบว่ากลุ่มเด็กในช่วงอายุ 5-14 ปี มีอัตราป่วยสูงสุดคือ 213.46 ต่อประชากรแสนคน รองลงมาได้แก่ กลุ่ม

อายุ 15-24 ปี อัตราป่วยคือ 131.10 ต่อประชากรแสนคน และอายุ 0 - 4 ปี อัตราป่วยคือ 72.89 ต่อประชากรแสนคน ซึ่งเป็นช่วงอายุในวัยเรียน

กลุ่มอายุ	จำนวนผู้ป่วย (ราย)	อัตราป่วย (ต่อ ประชากรแสนคน)	ผู้ป่วยตาย (ราย)	อัตราป่วยตาย (ร้อยละ)
0 - 4 ปี	2,457	72.89	2	0.08
5 - 14 ปี	16,775	213.46	5	0.03
15 - 24 ปี	11,641	131.10	11	0.09
25 - 34 ปี	5,819	62.40	5	0.09
35 - 44 ปี	3,123	30.38	1	0.03
45 - 54 ปี	2,096	20.44	3	0.14
55 - 64 ปี	1,423	18.64	4	0.28
65 ปีขึ้นไป	1,069	15.01	1	0.09

ตารางที่ 5.2 การกระจายของผู้ป่วยและผู้ป่วยเสียชีวิตด้วยโรคไข้เลือดออกจำแนกตามกลุ่มอายุ ปี 2563 (ข้อมูลณวันที่ 18 สิงหาคม 2563)



แผนภูมิที่ 5.1 แผนภูมิแสดงจำนวนนักเรียนในประเทศไทยในสังกัด สพฐ., อปท และ ดชช ประจำปี การศึกษา 2559 - 2563

วิธีการจัดการยุงในบริเวณโรงเรียนในประเทศไทย ใช้วิธีการฉีดพ่นยาฆ่าแมลง และการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุง ซึ่งต้องได้รับการดูแลเอาใจใส่จากผู้อำนวยการและบุคลากรในโรงเรียนอย่างต่อเนื่อง และกระทำอย่างสม่ำเสมอ ทำให้วิธีการนี้ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการควบคุมยุงลายซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไข้เลือดออก ดังนั้นผู้ปกครองจึงอาจเกิดความกังวล การมองหาทางเลือกเพื่อปกป้อง

บุตรหลานตนเองจึงเป็นทางออกที่ดีที่สุด โดยอาศัยผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดคือ โลชั่นกันยุง และ สเปรย์กันยุง ซึ่งมีระยะเวลาการออกฤทธิ์สั้นประมาณ 2 ชั่วโมง จึงจำเป็นต้องทาอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานเพียงพอในการไล่ยุง แต่เด็กในวัยนี้มักมีกิจกรรมอื่นที่ดึงดูดความสนใจมากกว่า จึงอาจละเลยการใช้ซ้ำ ชุดนักเรียนเคลือบสารเพอร์เมทรินจึงมีโอกาสนในการได้รับส่วนแบ่งในตลาดยากันยุง เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้ปกครองในการปกป้องบุตรหลานจากโรคไข้เลือดออก

5.2.2. กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย (Target customers)

ผลิตภัณฑ์เพอร์เมทรินเพื่อเคลือบชุดนักเรียนมีกลุ่มผู้ใช้เป้าหมายเป็นเด็กวัยเรียน อายุระหว่าง 4 - 20 ปี โดยมีกลุ่มลูกค้าเป้าหมายเป็นผู้ปกครองซึ่งมีบุตรหลานในช่วงอายุดังกล่าว

5.2.3. คู่แข่ง (Competitors)

ผลิตภัณฑ์	ข้อดี	ข้อเสีย
คู่แข่งทางตรง		
Insect Shield บริการรับเคลือบเสื้อผ้าด้วยสารเพอร์เมทรินซึ่งสามารถทนการซักซึ่งอยู่ได้ยาวนานกว่าเคลือบเองด้วยตัวเองมากถึง 5 เท่า ผู้ใช้สามารถส่งเสื้อผ้าที่ต้องการเคลือบผ่านทางบริษัทขนส่ง Insect Shield จะเคลือบชุดและส่งคือกลับไป ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการเคลือบเป็นชิ้นๆ หรือเป็นเซต โดยสามารถดำเนินการสั่งซื้อได้ทางเว็บไซต์ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ สะดวกต่อการใช้งาน เนื่องจากด้วยผู้ใช้ไม่ต้องทำการเคลือบด้วยตนเอง ■ ระยะเวลาในการออกฤทธิ์เพื่อการกันยุงยาวนานกว่าการพ่นด้วยตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> ■ เป็นบริการที่อยู่ต่างประเทศทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่สูง และต้องใช้เวลาในการส่งเสื้อผ้าไปเคลือบแต่ละครั้ง ■ กระบวนการเคลือบเป็นการนำเครื่องแต่งกายทั้งตัวลุ่มลงไปในสารละลายเพอร์เมทริน ทำให้มีสารฆ่าแมลงที่ฝังด้านในและด้านนอกของเครื่องแต่งกาย ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองสาร และอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองในบางคน
SAWYER	<ul style="list-style-type: none"> ■ ใช้งานง่าย ผู้ใช้มีความคุ้นเคยกับการใช้สินค้าในรูปแบบ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ สามารถหาซื้อได้เฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ

ผลิตภัณฑ์	ข้อดี	ข้อเสีย
<p>สเปรย์เคลือบเสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย และอุปกรณ์ตั้งแคมป์ ซึ่งมีส่วนผสมของสารเพอร์เมทริน โดยสามารถทนการซักล้างได้สูงสุด 6 ครั้งต่อการพ่น 1 ครั้ง นอกจากนี้ยังสามารถใช้กับสุนัข เพื่อป้องกันเห็บได้นานถึง 6 อาทิตย์</p> 	<p>แบบสเปรย์อยู่แล้ว</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ สามารถใช้งานได้หลากหลายทั้งเคลือบเครื่องแต่งกาย อุปกรณ์ตั้งแคมป์ และป้องกันเห็บในสุนัข 	<p>ช่องทางออนไลน์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการจัดส่งที่สูง</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ การเคลือบด้วยการฉีดพ่นสเปรย์จะได้ละอองขนาดใหญ่ ส่งผลให้เกิดการซึมเข้าไปด้านในของเนื้อผ้า ซึ่งเป็นการเปลืองสาร และอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองในผู้ใช้งานราย
<p>โลชั่นและสเปรย์กันยุง</p> <p>มีหลากหลายยี่ห้อให้เลือกซื้อในท้องตลาด เช่น ก.ย.15 ซอฟเฟล ออฟ! เป็นต้น และผู้บริโภคควรจ้กคุ้นเคย โดยมีทั้งแบบสารสกัดธรรมชาติเช่น ตรีโคไรหอม และแบบที่ส่วนผสมของดีอีอีที (DEET)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ผู้ใช้คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ในลักษณะนี้ ■ หาซื้อได้ง่าย ■ ราคาถูก ■ ใช้งานง่าย ■ มีหลายยี่ห้อ มีหลายกลิ่นให้เลือก 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ประสิทธิภาพในการกันยุงอยู่ได้ไม่นาน จำเป็นต้องใช้ซ้ำๆ บ่อยๆ ■ ต้องทาที่ผิวโดยตรงซึ่งอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวในกลุ่มคนที่แพ้ดีอีอีที ■ ไม่สามารถฆ่ายุงได้ ทำหน้าที่เพียงไล่ยุง
<p>คู่แข่งทางอ้อม</p>		

ผลิตภัณฑ์	ข้อดี	ข้อเสีย
<p>สเปรย์กำจัดแมลง</p> <p>เป็นการใช้ในลักษณะฉีดพ่นในบริเวณโดยรอบเพื่อกำจัดแมลงศัตรูรบกวน เช่น ยุง มด ปลวก แมลงสาบ เป็นต้น ส่วนมากจะใช้ชนิดที่มีส่วนผสมของสารเคมี ซึ่งมีหลากหลายยี่ห้อให้เลือกซื้อ เช่น เซนไดร์ท์ ไบคอน ซิลด์ ท็อกซ์ อาท เป็นต้น</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ สามารถกำจัดยุง และแมลงอื่นๆ ในบริเวณที่ฉีดพ่นได้พร้อมๆกัน ■ หาซื้อได้ง่าย ■ ราคาถูก 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ใช้สารเคมีที่ค่อนข้างอันตราย จำเป็นต้องใช้ให้ถูกวิธี และหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง ■ บางชนิดมีกลิ่นเหม็น ■ อาจมีสารตกค้างบนข้าวของเครื่องใช้ในบริเวณที่ถูกฉีดพ่น
<p>ยาจุดกันยุง</p> <p>มีลักษณะเป็นขด โดยมีส่วนผสมของสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroids) ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่มีพิษต่ำกว่าสารกำจัดแมลงกลุ่มอื่น ใช้งานโดยการจุดไฟที่ขดยากันยุง ในท้องตลาดมีหลากหลายยี่ห้อให้เลือกซื้อ เช่น ไบคอน คายาริ ห่านฟ้า คินโซ เป็นต้น</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ สามารถฆ่ายุงได้ โดยส่งผลต่อระบบประสาทของยุง ทำให้ยุงเป็นอัมพาตและตาย ในที่สุด ส่งผลให้ยุงไม่เข้าใกล้ในบริเวณดังกล่าว ■ หาซื้อได้ง่าย ■ ราคาถูก 	<ul style="list-style-type: none"> ■ อาจเกิดเพลิงไหม้จากการจุดไฟที่ขดยากันยุง ■ หากสูดดมในปริมาณมาก และยาวนาน จะทำให้รู้สึกหายใจติดๆ ขัดๆ หรือหายใจไม่สะดวก ■ ใช้ได้ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทดีเท่านั้น

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบคู่แข่งในตลาดยากันยุง

5.2.4. การวิเคราะห์ 5 Forces

1) อำนาจต่อรองจากลูกค้า (Power of Customers)

ลูกค้ามีอำนาจการต่อรองสูง เนื่องจากในตลาดมีผลิตภัณฑ์เพื่อการกันยู่งให้เลือกหลากหลาย ซึ่งมีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย ใช้งานง่าย และลูกค้ามีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

2) อำนาจต่อรองจากคู่ค้า (Power of Suppliers)

คู่ค้ามีอำนาจการต่อรองต่ำ เนื่องจากสารเพอร์เมทรินสามารถหาซื้อได้ง่าย มีผู้จัดจำหน่ายจำนวนมาก และเครื่องพ่น Nano ultrasonic atomizer ก็สามารถหาซื้อได้ง่ายในราคาไม่แพง

3) การคุกคามของคู่แข่งรายใหม่ (Threat of New Entrants)

โอกาสในการเข้ามาของคู่แข่งรายใหม่ค่อนข้างสูงเพราะการลงทุนเพื่อเข้ามาในอุตสาหกรรมไม่สูง แต่สามารถป้องกันด้วยการจดสิทธิบัตร

4) การคุกคามจากสินค้าทดแทน (Threat of Substitutes)

สินค้าทดแทนมีจำนวนมากในท้องตลาด ซึ่งส่งผลให้มีการคุกคามที่สูงต่อผลิตภัณฑ์ แต่เนื่องด้วยประสิทธิภาพในการป้องกันยู่ง การเป็นพิษที่ต่ำ และระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่นานกว่า สามารถเป็นข้อดีที่ดึงดูดลูกค้าให้มาใช้ผลิตภัณฑ์กันยู่งด้วยสารเพอร์เมทรินโดยวิธีการฉีดละอองขนาดเล็กได้

5) การแข่งขันของผู้ที่อยู่ในอุตสาหกรรม (Industry Rivalry)

การแข่งขันในอุตสาหกรรมอยู่ในเกณฑ์สูง เนื่องจากในตลาดมีสินค้าที่สามารถกันยู่งจำนวนมาก ซึ่งมีเจ้าตลาดและผู้ใช้คุ้นเคยมานาน

5.2.5. การวิเคราะห์ PESTEL

1) การเมือง (Political)

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคประจำถิ่นของประเทศไทยซึ่งรัฐบาลให้ความสำคัญ และมีการจัดสรรเพื่อการรณรงค์ให้ประชาชนตระหนักถึงอันตรายของโรค และหาทางป้องกันตัวเอง ทำให้ผลิตภัณฑ์เคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยู่ง มีโอกาสในการเป็นทางเลือกใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันบุตรหลานจากอันตรายของโรค

2) เศรษฐกิจ (Economic)

เศรษฐกิจประเทศไทยยังคงชะลอตัวเนื่องจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้กำลังซื้อของประชาชนลดลง ประกอบกับเด็กนักเรียนเรียนด้วยวิธีออนไลน์ที่บ้านซึ่งไม่ต้องใส่ชุดนักเรียน ส่งผลให้การตัดสินใจพวกเขาไม่

เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการตัดสินใจซื้อสินค้าเคลือบชุดนักเรียนเพื่อการป้องกันยุง

3) สังคม (Social)

สังคมให้ความสนใจในโรคอุบัติใหม่อย่างโควิด-19 มากกว่าโรคไข้เลือดออก ประชาชนจึงละเลยการป้องกันโรคไข้เลือดออกที่เกิดขึ้นในทุกๆปี แต่ก่อนหน้าจะมีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 รัฐบาลมีการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ในทุกปี ซึ่งก็ได้รับการตอบรับและความร่วมมือจากประชาชน ดังนั้นเมื่อสถานการณ์โรคโควิด - 19 ดีขึ้นนวัตกรรมการเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุงจึงมีโอกาสนในการได้รับความสนใจจากสังคม

4) เทคโนโลยี (Technological)

เทคโนโลยีการผลิตละอองขนาดเล็กด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer ได้รับการพัฒนาทำให้มีเครื่องขนาดพกพาได้ และต้นทุนต่ำ ซึ่งช่วยในการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ฉีดพ่นสารเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer จากเดิมที่ต้องใช้เครื่องที่ใหญ่เคลื่อนย้ายลำบาก และมีราคาแพง

5) สิ่งแวดล้อม (Environmental)

วิธีการเคลือบด้วยละอองขนาดเล็กเป็นการเปลี่ยนแปลงวิธีการย้อมหรือเคลือบเครื่องแต่งกายที่ลดการใช้ทรัพยากรลง โดยสามารถลดการใช้สารเคมีพลังงาน และน้ำ ลงได้จากวิธีเดิมอย่างมาก อีกทั้งยังลดปริมาณของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต จึงทำให้สามารถลดรอยเท้าทางระบบนิเวศลงได้ (Carbon footprint) อย่างมาก

6) กฎหมาย (Legal)

สารเพอร์เมทรินถูกจัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3¹⁷ ซึ่งเป็นวัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องรับใบอนุญาต¹⁶ ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจผิดในด้านความปลอดภัย

5.3. การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (Technology exploitation)

5.3.1. แนวทางการการแสวงหาประโยชน์ (Mode of Exploitation)

เป็นการนำเทคโนโลยีการเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารฆ่าแมลงเพอร์เมทรินโดยใช้เทคนิคละอองขนาดเล็กออกไปภายนอกองค์กร (External exploitation) เพื่อจัดจำหน่ายให้แก่ลูกค้าภายนอกองค์กร

5.3.2. วิธีในการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ (Exploitation approach)

Criteria	Weight	Sell		Licensing		Joint venture		Spin-offs	
		Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score
ผลตอบแทนจากการลงทุน (1 ต่ำ -> 5 สูง)	0.5	1	0.5	3	1.5	4	2	5	2.5
ความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจ (5 ต่ำ -> 1 สูง)	0.2	5	1	3	0.6	2	0.4	1	0.2
งบประมาณในการลงทุน (5 ต่ำ -> 1 สูง)	0.1	5	0.5	3	0.3	4	0.4	5	0.5
สิทธิในการครอบครองและไปต่อยอด (1 ต่ำ -> 5 สูง)	0.2	1	0.2	3	0.6	2	0.4	5	1
Total	1		0.5		3		3.2		4.2

ตารางที่ 5.4 การประเมินเพื่อเลือกรูปแบบการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

เมื่อพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5.4 รูปแบบในการนำเทคโนโลยีออกสู่เชิงพาณิชย์ที่เหมาะสมที่สุดคือ เจ้าของเทคโนโลยีลงทุนผลิตและจัดจำหน่ายเอง โดยคาดหวังจะได้รับการตอบแทนสูง และยังคงมีความเป็นเจ้าของเทคโนโลยี สามารถพัฒนาต่อยอดได้อย่างเต็มที่ และสามารถยอมรับได้ในความเสี่ยงการดำเนินธุรกิจ และการลงทุนที่สูงกว่าการทำธุรกิจในรูปแบบอื่น

5.4. แผนการนำเทคโนโลยีออกสู่เชิงพาณิชย์

5.4.1. เป้าหมายทางการตลาด

5.4.1.1. เป้าหมายระยะสั้น (ภายใน 1 ปี) สร้างการรับรู้ผลิตภัณฑ์และตราสินค้า 20% ของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย โดยเน้นให้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายรับรู้ถึงผลิตภัณฑ์ใหม่ และสร้างความรู้ความเข้าใจถึงความปลอดภัยของสารเพอร์เมทรินที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ ได้ส่วนแบ่งทางการตลาด 1%

5.4.1.2. เป้าหมายระยะยาว (ภายใน 5 ปี) สร้างการรับรู้ผลิตภัณฑ์และตราสินค้า 60% ของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และเพิ่มยอดขาย 20% ต่อปี เพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาด 2% ต่อปี

5.4.2. การแบ่งส่วนตลาดและการแบ่งทางการตลาด (STP)

5.4.2.1. การแบ่งส่วนตลาด (Market segment)

- 1) แบ่งตามลักษณะประชากร โดยแบ่งตาม ลักษณะครอบครัวคือ กลุ่มที่มีบุตรหลานในวัยเรียน และไม่มีบุตรหลานในวัยเรียน
- 2) แบ่งตามพฤติกรรมผู้บริโภค คือ กลุ่มของผู้ที่มีความต้องการทดลองสิ่งใหม่ กลุ่มของผู้ที่มีความต้องการประโยชน์จากสินค้า กลุ่มของผู้ที่ต้องการความง่ายในการใช้งาน
- 3) แบ่งตามจิตวิทยา คือ กลุ่มของผู้ที่มีความกังวลในการดูแลบุตรหลาน

5.4.2.2. ตลาดกลุ่มเป้าหมาย (Target market)

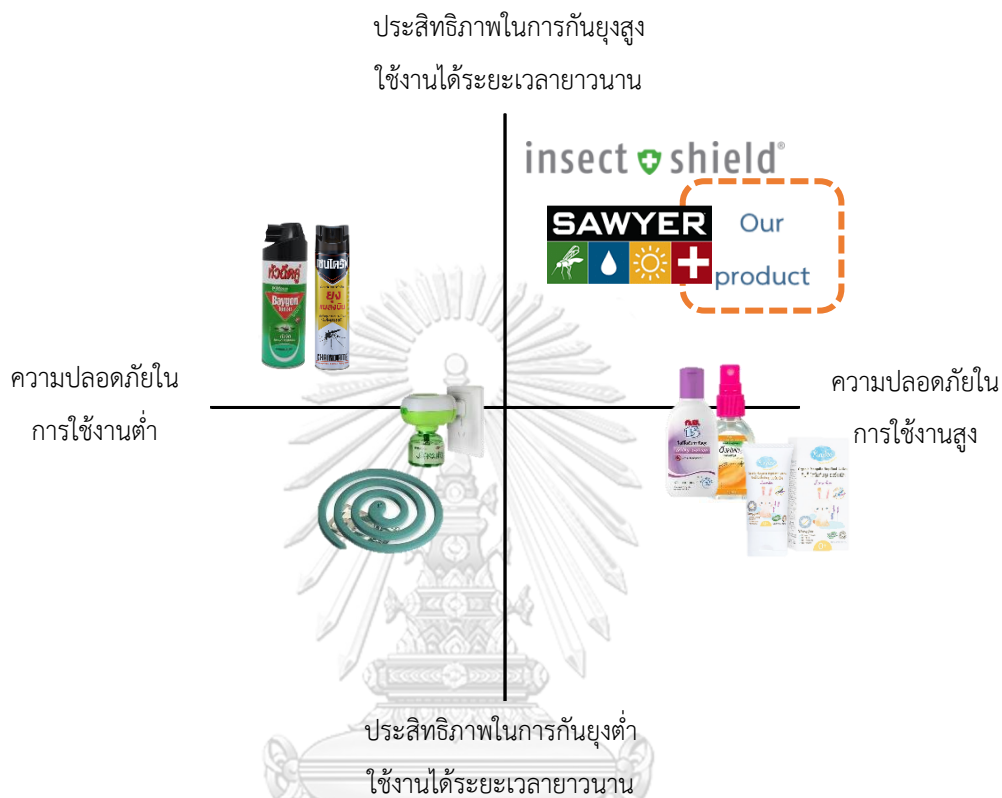
กลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลัก (Primary target) ของผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อการป้องกันยุง คือ กลุ่มของผู้ปกครองที่มีบุตรหลานในวัยเรียน ซึ่งผู้ปกครองมีความกังวลว่าลูกหลานอาจติดเชื้อจากเสื้อผ้าที่โรงเรียน

กลุ่มลูกค้าเป้าหมายรอง (Secondary target) คือผู้ที่ต้องการทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ (Early adopter) และต้องการผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าที่มีอยู่ในตลาดปัจจุบัน

5.4.2.3. การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Positioning)

ผลิตภัณฑ์สำหรับฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบชุดนักเรียนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการการยุง และสามารถออกฤทธิ์ได้ยาวนาน กว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ แต่ยังคงทนไม่เท่ากับการเคลือบด้วยวิธี Factory dipping ของ Insect shield ในด้านความปลอดภัยสารเพอร์

เมทรินได้รับการรับรองด้านความปลอดภัยจากองค์กรชั้นนำของโลก ยิ่งไปกว่านั้นการใช้ละอองขนาดเล็กในการเคลือบทำให้สารเคมีอยู่ที่บริเวณผิวของชุด จึงไม่สัมผัสกับผิวหนังโดยตรง สามารถลดโอกาสในการระคายเคือง



รูปที่ 5.1 แผนที่แสดงตำแหน่งของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในตลาดยากันยุง

5.4.3. กลยุทธ์ทางการตลาด (4Ps)

5.4.3.1. กลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)

ผลิตภัณฑ์สำหรับฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทริน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการกันยุงให้กับชุดนักเรียน มีประสิทธิภาพในการป้องกันบุตรหลานจากยุงลายอันเป็นพาหะของโรคไข้เลือดออก โดยเมื่อมียุงมาสัมผัสที่ผิวของชุดนักเรียนที่มีการเคลือบสารเพอร์เมทริน ยุงจะถูกรบกวนระบบประสาท ทำให้เป็นอัมพาตหรือตาย ซึ่งสามารถช่วยลดจำนวนยุงในบริเวณโดยรอบได้อีกด้วย และสารเพอร์เมทรินเป็นสารฆ่าแมลงที่ได้รับการรับรองโดย WHO ว่าเป็นสารที่มีความเป็นพิษต่อมนุษย์ต่ำ สามารถใช้เพื่อเคลือบเครื่องแต่งกายและสวมใส่ได้ทุกวันโดยไม่มีอันตรายต่อทั้งเด็กและผู้ใหญ่⁵

ชุดนักเรียนที่ถูกเคลือบด้วยสารเพอร์เมทรินนี้สามารถใช้เพื่อป้องกันบุตรหลานจากการคุกคามจากยุง โดยมีระยะเวลาการใช้งานที่ยาวกว่าการใช้โลชั่นหรือสเปรย์กันยุง นอกจากนี้ด้วยเทคนิคการพ่นละอองขนาดเล็ก (Aerosol) ที่ใช้ในการเคลือบแทนวิธีการชุบ (Dipping) ทำให้สารเพอร์เมทรินเคลือบอยู่ที่บริเวณผิวหนังนอกของชุดนักเรียนเท่านั้น เป็นการหลีกเลี่ยงการสัมผัสที่ผิวโดยตรง ทำให้ลดโอกาสในการระคายเคือง และการดูดซึมสารเพอร์เมทรินทางผิวหนัง

ในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์สำหรับพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เครื่องพ่นละอองขนาดเล็ก Ultrasonic atomizer ซึ่งเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กสามารถพกพาได้สะดวก และ น้ำยาสำหรับเคลือบชุดนักเรียน ซึ่งมีส่วนผสมของสารเพอร์เมทรินความเข้มข้น 0.5% w/v

5.4.3.2. กลยุทธ์ด้านราคา (Price)

สินค้าที่จัดจำหน่ายแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) เครื่องพ่นสาร Ultrasonic Atomizer จัดจำหน่ายราคา 299 บาท
- 2) สารเคลือบเพอร์เมทริน 1 ขวด สามารถพ่นได้ประมาณ 10 ชุด ราคา 99 บาท

5.4.3.3. กลยุทธ์ด้านช่องทางจัดจำหน่าย (Place)

ช่องทางการจัดจำหน่ายเป็นแบบ Omni channel คือจัดจำหน่ายทั้งช่องทางออฟไลน์ และออนไลน์ โดยในส่วนของช่องทางออฟไลน์วางขายในห้างสรรพสินค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต และร้านสะดวกซื้อ ช่องทางออนไลน์จัดจำหน่ายผ่านช่องทาง Social network เช่น Facebook, Line เป็นต้น และแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น Lazada, Shopee เป็นต้น

5.4.3.4. กลยุทธ์ด้านส่งเสริมการตลาด (Promotion)

ในช่วงแรกเน้นการประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างการรับรู้ถึงผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยเน้นสื่อสารถึงประสิทธิภาพในการป้องกันยุง และความปลอดภัยในการใช้งาน ซึ่งเป็นสิ่งที่กลุ่มลูกค้าเป้าหมายให้ความสำคัญมากที่สุด โดยใช้วิธีการให้ใช้ผู้มีอิทธิพลบนสื่อสังคม (Influencer) ซึ่งมีความรู้ด้านสารเคมี และด้านสุขภาพในการประชาสัมพันธ์ เน้นการทำตลาดแบบให้ข้อมูล (Infomercial) เป็นหลัก อาศัยการโฆษณาบนสื่อออนไลน์ เช่น ไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) ทวิตเตอร์ (Twitter) ยูทูบ (Youtube) และการโฆษณาด้วยรายการขายสินค้าทางโทรทัศน์ซึ่งสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง

เมื่อสินค้าเป็นเริ่มเป็นที่รู้จัก จึงเริ่มออกรายการส่งเสริมการขายโดยใช้วิธีการขายสารเคลือบเป็นชุดและแถมเครื่องฟน เพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า และเริ่มจัดกิจกรรมบนสังคมออนไลน์ โดยให้ลูกค้าได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยแลกกับสินค้าทดลอง เพื่อเป็นการแจกสินค้าทดลองให้แก่ลูกค้าเป้าหมาย และเป็นช่องทางในการประชาสัมพันธ์ด้วยการบอกต่อ (Viral Market หรือ Word of Mouth)

กิจกรรมทางการตลาด	ช่องทางในการทำการตลาด	เดือนที่					
		1	2	3	4	5	6
การประชาสัมพันธ์ (Public relations)	ผู้มีอิทธิพลบนสื่อสังคม (Influencer)	x	x	x			
	การให้ข้อมูล (Infomercial)			x	x	x	x
	การตลาดแบบปากต่อปาก (Viral market)				x	x	x
การโฆษณา (Advertising)	ผ่านช่องทางสังคมออนไลน์ (Social marketing)	x	x	x	x	x	x
	ผ่านช่องทางโทรทัศน์	x	x	x	x	x	x
การส่งเสริมการขาย (Promotion)	ของแถม (Complementary product)				x	x	x
ช่องทางการจำหน่าย (Channel)	ช่องทางออนไลน์ คือสังคมออนไลน์ และแพลตฟอร์มออนไลน์	x	x	x	x	x	x
	ห้างสรรพสินค้า ร้านสะดวกซื้อ และซูเปอร์มาร์เก็ต				x	x	x

ตารางที่ 5.5 กลยุทธ์ทางการตลาดสำหรับระยะเวลา 6 เดือน

5.5. การประเมินความเป็นไปได้ด้านการเงิน (Financial feasibility)

5.5.1. สินทรัพย์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจ

รายการ	มูลค่าประมาณ	ภาระผูกพัน
อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน	500,000	5 ปี
สินค้าคงเหลือสำเร็จรูป	695,000	1 เดือน
รถกระบะ	700,000	5 ปี
รวมมูลค่าสินทรัพย์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจ	1,195,000	

ตารางที่ 5.6 ตารางสินทรัพย์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจ

5.5.2. ประมาณการในการลงทุน

รายการ	ทุนเจ้าของ	เงินกู้	รวมมูลค่า
ค่าจดทะเบียนบริษัท	6,250		6,250
ค่าอุปกรณ์สำนักงาน		500,000	500,000
ค่ารถกระบะสำหรับขนส่ง		700,000	700,000
เงินสดหมุนเวียน	500,000	500,000	1,000,000
รวม	556,250	1,700,000	2,206,250

ตารางที่ 5.7 ตารางประมาณการในการลงทุน

5.5.3. ข้อสมมติฐานทางการเงิน

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
จำนวนลูกค้าเพิ่มขึ้น	20%	20%	10%
รายได้เพิ่มขึ้น	10%	20%	20%
ราคาขายเพิ่มขึ้น	0%	0%	0%
ต้นทุนเพิ่มขึ้น	10%	20%	20%
ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น	0%	0%	0%

ตารางที่ 5.8 ตารางสมมติฐานทางการเงิน

5.5.4. นโยบายทางการเงิน

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ระยะเวลาในการให้เครดิตค่าสินค้า	1 เดือน	1 เดือน	1 เดือน
ระยะเวลาเครดิตซื้อสินค้า	1 เดือน	1 เดือน	1 เดือน
วงเงินสินเชื่อระยะยาวที่ขอกู้	1,700,000 บาท	0 บาท	0 บาท
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาว	MLR+4%	MLR+4%	MLR+4%

ตารางที่ 5.9 ตารางนโยบายทางการเงิน

5.5.5. ประมาณการในการขายสินค้ารายเดือน

	เครื่องฟ่นสาร	สารเคลือบเพอร์เมทริน
ปริมาณการขายต่อเดือน	1,000 ซีน	4,000 ซีน
ราคาขายต่อหน่วย	299 บาท	99 บาท
รายได้รวมจากการขายรวม	299,000 บาท	396,000 บาท

ตารางที่ 5.10 ตารางประมาณการในการขายสินค้ารายเดือน

5.5.6. ประมาณต้นทุนการผลิตรายเดือน

	เครื่องฟ่นสาร	สารเคลือบเพอร์เมทริน
ปริมาณผลิตต่อเดือน	1,000 ซีน	4,000 ซีน
รวมต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	80 บาท	20 บาท
รายได้รวมจากการขายรวม	80,000 บาท	80,000 บาท

ตารางที่ 5.11 ตารางประมาณการต้นทุนการผลิตรายเดือน

5.5.7. ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหารรายเดือน

รายการ	ค่าใช้จ่าย
ค่าขนส่ง	50,000
เงินเดือนพนักงาน 5 คน คนละ 15,000 บาท	75,000
ค่าสาธารณูปโภค	10,000
ค่าเช่าสำนักงาน	20,000
ค่าเสื่อมราคา	240,000
ดอกเบี้ยจ่าย	170,000
ค่าโฆษณา	50,000
รวมค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารต่อเดือน	565,000

ตารางที่ 5.12 ตารางประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหารรายเดือน

5.5.8. งบแสดงฐานะทางการเงิน

สินทรัพย์ (Assets)	ปีที่ 0	ปีที่ 1
เงินสดหรือสินทรัพย์เทียบเท่าเงินสด (Cash)	1,000,000	2,718,000
ลูกหนี้การค้า (Account receivable)	0	695,000
สินค้าคงคลัง (Inventory)	0	695,000
สินทรัพย์หมุนเวียนรวม (Total current assets)	0	4,108,000

ตารางที่ 5.13 ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน สินทรัพย์

สินทรัพย์ถาวร (Fixed Assets)	ปีที่ 0	ปีที่ 1
สินทรัพย์ถาวรก่อนหักค่าเสื่อม (Gross)	1,200,000	1,200,000
ค่าเสื่อมราคาสะสม (Accumulated Depreciation)	0	240,000
สินทรัพย์ถาวรสุทธิ (Net Fixed Assets)	0	960,000
สินทรัพย์รวม (Total Assets)	0	5,068,000

ตารางที่ 5.14 ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน สินทรัพย์ถาวร

หนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น	ปีที่ 0	ปีที่ 1
เจ้าหนี้การค้า (Account Payable)	0	160,000
ค่าใช้จ่ายค้างจ่าย (Accruals)	0	720,000
เงินกู้ยืมระยะยาวครบกำหนดใน 1 ปี (L/T Due within 1 year)	0	340,000
หนี้สินหมุนเวียนรวม (Total Current Liabilities)	0	1,220,000
หนี้สินระยะยาว (Long-Term Debt)	1,700,000	1,360,000

ตารางที่ 5.15 ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน หนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น

ส่วนของผู้ถือหุ้น (Equity Shareholders)	ปีที่ 0	ปีที่ 1
ทุนจดทะเบียนชำระแล้ว (Paid up capital)	556,250	556,250
กำไรสะสม (Retained Earnings)	0	1,988,000
รวมส่วนของผู้ถือหุ้น (Total Shareholder Equity)	0	2,544,250
รวมหนี้สินกับส่วนของผู้ถือหุ้น (Total Liabilities & Equity)	0	5,124,250

ตารางที่ 5.16 ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน ส่วนของผู้ถือหุ้น

5.5.9. งบกำไรขาดทุน

Income Statement	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
ยอดขาย (Sales)	8,340,000	9,174,000	11,008,800	13,210,560	13,210,560
ต้นทุนสินค้าขาย (Cost of goods sold)	1,920,000	2,112,000	2,534,400	3,041,280	3,041,280
กำไรขั้นต้น (Gross Profit)	6,420,000	7,062,000	8,474,400	10,169,280	10,169,280
ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร (SG&As)	2,460,000	2,460,000	2,460,000	2,460,000	2,460,000
กำไรก่อนจ่ายดอกเบี้ยและภาษี (EBIT)	3,720,000	4,362,000	5,774,400	7,469,280	7,469,280
ค่าใช้จ่ายดอกเบี้ย (Interest Expense)	170,000	170,000	136,000	102,000	68,000
กำไรก่อนจ่ายภาษี (EBT)	3,550,000	4,192,000	5,638,400	7,367,280	7,401,280
ภาษีจ่าย Tax (20%)	710,000	838,400	1,127,680	1,473,456	1,480,256
กำไรสุทธิ (Net Profit)	2,840,000	3,353,600	4,510,720	5,893,824	5,921,024
เงินปันผลจ่าย (Dividend Payment)	852,000	1,006,080	1,353,216	1,768,147	1,776,307
กำไรสะสม (Retained Earnings)	1,988,000	2,347,520	3,157,504	4,125,677	4,144,717

ตารางที่ 5.17 ตารางงบกำไรขาดทุน

5.5.10. งบกระแสเงินสด

งบกระแสเงินสด (Cash Flow Statement)	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
กำไรสุทธิ (Net Income)	2,840,000	3,353,600	4,510,720	5,893,824	5,921,024
ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000
เพิ่มลดของลูกหนี้การค้า	-695,000	-69,500	-152,900	-183,480	0
เพิ่มลดของสินค้าคงคลัง	-695,000	-69,500	-152,900	-183,480	0
เพิ่มลดของเจ้าหนี้การค้า	160,000	16,000	35,200	42,240	0
เพิ่มลดของค่าใช้จ่ายจ่าย	720,000	128,400	289,280	345,776	6,800
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน	2,570,000	3,599,000	4,769,400	6,154,880	6,167,824
เพิ่มลดของสินทรัพย์ถาวร (Increase) Decrease Fixed Assets	0	0	0	0	0
กระแสเงินสดจากการลงทุน (Net Cash Flow from Investment)	0	0	0	0	0
เพิ่มลดของการหนี้สิน	0	-340,000	-340,000	-340,000	-340,000
การจ่ายเงินปันผล (Dividend Payment)	-852,000	-1,006,080	-1,353,216	-1,768,147	-1,776,307
การขายหุ้นเพิ่มทุน (Stock Issue)	0	0	0	0	0
กระแสเงินสดจากการจัดหาเงิน	-852,000	-1,346,080	-1,693,216	-2,108,147	-2,116,307
กระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow)	1,718,000	2,252,920	3,076,184	4,046,733	4,051,517

ตารางที่ 5.18 ตารางงบกระแสเงินสด

5.5.11. งบประมาณในการผลิต

ต้นทุนการผลิต	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
ต้นทุนในการจ้างผลิตเครื่องพ่นสาร Ultrasonic Atomizer ต่อชิ้น	80	80	80	80	80
จำนวนการผลิต เครื่องพ่นสาร Ultrasonic Atomizer	12,000	13,200	15,840	19,008	19,008
ต้นทุนในการจ้างผลิตสารเคลือบเพอร์เมทรีน ต่อขวด	20	20	20	20	20
จำนวนการผลิตสารเคลือบเพอร์เมทรีน	48,000	52,800	63,360	76,032	76,032
รวมต้นทุนในการจ้างผลิต	1,920,000	2,112,000	2,534,400	3,041,280	3,041,280

ตารางที่ 5.19 ตารางงบประมาณในการผลิต

5.5.12. การวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงิน

อัตราส่วนแสดงสภาพคล่อง (Liquidity Ratio)	
อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียน (Current Ratio)	3.37
อัตราส่วนเงินทุนหมุนเวียนเร็ว (Acid-Test/Quick Ratio)	2.80
อัตราส่วนวัดกิจกรรม (Activity Ratio)	
อัตราการหมุนเวียนของลูกหนี้การค้า (Accounts Receivable Turnover)	12
ระยะเวลาเก็บหนี้เฉลี่ย (Accounts Receivable Outstanding Days)	30
อัตราการหมุนเวียนของสินค้าคงเหลือ (Inventory Turnover)	12
ระยะเวลาขายสินค้าเฉลี่ย (Inventory Outstanding Days)	30
อัตราการหมุนเวียนของเจ้าหนี้ (Accounts Payable Turnover)	52.125
ระยะเวลาจ่ายชำระเจ้าหนี้ (Accounts Payable Outstanding Days)	6.91
วงจรกระแสเงินสด (Cash Conversion Cycle)	53.09
อัตราส่วนแสดงความสามารถในการทำกำไร (Profitability Ratio)	
อัตรากำไรขั้นต้น (Gross Profit Margin)	6,420,000
EBIT Margin	0.45
อัตรากำไรสุทธิ (Net Profit Margin)	0.34
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อทรัพย์สิน (Return On Asset)	0.56
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อส่วนผู้ถือหุ้น (Return On Equity)	1.12
กำไรต่อหุ้น (Earnings Per Share)	14.20
อัตราส่วนแสดงความสามารถในการชำระหนี้ (Solvency Ratio)	
อัตราส่วนหนี้สินต่อสินทรัพย์รวม (Debt Ratio)	0.34
อัตราส่วนหนี้สินต่อส่วนผู้ถือหุ้น (Debt-Equity Ratio)	3.06
อัตราส่วนแสดงความสามารถในการชำระดอกเบี้ย (Interest Coverage Ratio)	21.88
Non-Financial KPI	
Sale Growth (%)	0.10

สัดส่วนของยอดขาย	
รายได้ต่อจำนวนพนักงาน (บาท/คน)	4,170,000.00
ค่าใช้จ่ายดำเนินงานต่อพนักงาน (บาท/คน)	1,230,000.00
กำไรต่อพนักงาน (บาท/คน)	1,420,000.00
กระแสเงินสดจากการดำเนินงานต่อกำไรสุทธิ (เท่า)	0.90
อัตราการลดลงของต้นทุน (%)	-0.10

ตารางที่ 5.20 ตารางการวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงิน

5.5.13. บทสรุปทางการเงิน

NPV	13,696,578.91 บาท
WACC	13%
IRR	135.30%
Payback period	10 เดือน

ตารางที่ 5.21 บทสรุปทางการเงิน (Base case)

*เป็นการประมาณการโดยมีระยะเวลาดำเนินโครงการ 5 ปี

5.5.14. บทสรุปทางการเงินกรณียอดขายมีการเปลี่ยนแปลง

5.5.14.1. กรณียอดขายตกลง 50%

NPV	2,273,062.53 บาท
WACC	13%
IRR	36.32%
Payback period	2 ปี 9 เดือน

ตารางที่ 5.22 บทสรุปทางการเงินในกรณี Worst case

5.5.14.2. กรณียอดขายเพิ่มขึ้น 30%

NPV	20,550,688.73 บาท
WACC	13%
IRR	192.67%
Payback period	7 เดือน

ตารางที่ 5.23 บทสรุปทางการเงินในกรณี Best case

5.6. การสรุปผลการ (Summarize)

เทคโนโลยีการฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของสารเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบชุดนักเรียน มีศักยภาพในนำไปสู่เชิงพาณิชย์ ในรูปแบบเจ้าของเทคโนโลยีลงทุนทำธุรกิจเอง โดยมีเหตุผลสนับสนุนคือ

- เทคโนโลยีการเคลือบชุดนักเรียนเพื่อป้องกันยุงด้วยละอองขนาดเล็กมีความพร้อมในระดับ TRL5 คือมีการทดสอบพ่นเพอร์เมทรินด้วยเครื่อง Ultrasonic atomizer บนผ้าโทเร ซึ่งเพอร์เมทรินสามารถเคลือบบนผิวของผ้าได้อย่างสม่ำเสมอ และมีปริมาณเพียงพอต่อการป้องกันยุงตามที่คาดหวังไว้ และสารเพอร์เมทรินมีผลการยืนยันจากงานวิจัยว่าสามารถกำจัดยุงได้จริง และดีกว่าสารกันยุงประเภทดีอีอีทีที่มีวางขายอย่างแพร่หลายในท้องตลาด⁷
- สารเพอร์เมทรินมีงานวิจัยสนับสนุน และได้รับการรับรองจากสถาบันที่น่าเชื่อถือว่ามีประสิทธิภาพสูง และมีความปลอดภัยในการใช้งานกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น มนุษย์ และสุนัข (ไม่ควรใช้ในแมว)^{3,5} นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม แม้จะปนเปื้อนลงดิน และแหล่งน้ำ สามารถสลายตัวได้ตามธรรมชาติโดยเชื้อจุลินทรีย์ และแสงแดดอย่างช้าๆ
- การพ่นสารเพอร์เมทรินด้วยละอองขนาดเล็กทำให้สารเคลือบเฉพาะที่บริเวณผิวด้านบนของผ้า ไม่ซึมลงด้านหลังทำให้ไม่สัมผัสผิวหนังโดยตรงจึงลดโอกาสการระคายเคือง และยังประหยัดสารเคมี พลังงาน และลดปริมาณของเสียในกระบวนการเคลือบ⁸
- จำนวนนักเรียนในประเทศไทยมีมากกว่า 7 ล้านคนต่อปี และสถิติโรคไข้เลือดออกที่ระบาดมักเกิดขึ้นกับเด็กในช่วงอายุ 5-24 ปี ก่อให้เกิดความกังวลแก่ผู้ปกครอง ผลิตภัณฑ์เคลือบสารกันยุงสำหรับชุดนักเรียนจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ และตลาดผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงมีมูลค่าถึง 4500 ล้านบาท และมีอัตราการเติบโต 5% ทำให้ผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบชุดนักเรียนเพื่อการป้องกันยุงมีโอกาสในการได้รับส่วนแบ่งตลาด
- เทคโนโลยีมีความสามารถในการแข่งขันในตลาดยากันยุงในประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่มีโรคไข้เลือดออกเป็นโรคประจำถิ่น และมีการระบาดของโรคไข้เลือดออกเป็นประจำทุกปี แต่ยังคงมีอุปสรรคในด้านกฎหมายรับรองความปลอดภัยของประสารเพอร์เมทรินในประเทศไทย ซึ่งต้องดำเนินการยื่นเรื่องขออนุญาต
- เทคโนโลยีมีความสามารถในการสร้างผลตอบแทนจากการลงทุน โดยมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 10 เดือน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ภายใต้อสมมติฐานที่มีระยะเวลาในการ

ดำเนินการเป็นเวลา 5 ปีคือ 13.7 ล้านบาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการ (IRR) คือ 135.3% ซึ่งมากกว่าต้นทุนทางการเงิน



บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1. สรุปผลการศึกษา

6.1.1. การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์สำหรับพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบบนพื้นผิวของชุดนักเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันยุง

6.1.1.1. เทคนิคการพ่นละอองขนาดเล็ก (Aerosol) สามารถใช้ในการฉีดพ่นสารเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบชุดนักเรียน เพื่อป้องกันโรคไข้เลือดออกในเด็กนักเรียน ซึ่งละอองขนาดเล็กจะเคลือบอยู่ที่บริเวณพื้นผิวของเส้นใยผ้าของชุดนักเรียน จึงเป็นการลดโอกาสที่สารเพอร์เมทรินจะสัมผัสกับผิวหนังของผู้สวมใส่โดยตรง ส่งผลให้สามารถลดโอกาสในการระคายเคือง และยังสามารถเคลือบได้อย่างทั่วถึง สม่ำเสมอ และมีปริมาณเพียงพอต่อการป้องกันยุงลาย ซึ่งเป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก

6.1.1.2. วิธีการในการพ่นละอองขนาดเล็กต้องตั้งปากกระบอกของเครื่องพ่นให้ตั้งฉากกับพื้น เพื่ออาศัยแรงโน้มถ่วงในการทำให้ละอองของสารเดินทางไปเคลือบที่พื้นผิวของวัตถุเป้าหมาย

6.1.1.3. สารเพอร์เมทรินสามารถใช้ในการเคลือบชุดนักเรียนโดยมีมีศักยภาพเพียงพอในการป้องกันยุงลาย และลดปริมาณยุงโดยรอบห้องเรียน ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าสารป้องกันยุงชนิด ดีอีอีที ที่ทำได้เพียงไล่ยุงเท่านั้น

6.1.2. การทดสอบการยอมรับนวัตกรรมจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

จากการศึกษาเชิงปริมาณโดยอาศัยแบบสอบถามสามารถสรุปได้ว่ากลุ่มผู้ใช้เป้าหมายให้การยอมรับในนวัตกรรมนี้ โดยคิดเป็น 81.8% จากผู้ร่วมตอบแบบสอบถามทั้งหมด 170 คน โดยปัจจัยหลักที่ผู้ใช้ให้การยอมรับคือ การใช้งานง่าย ได้ทดลองใช้สิ่งใหม่ที่ไม่เคยใช้มาก่อน และประสิทธิภาพในการป้องกันยุง ส่วนปัจจัยที่ทำให้ผู้ใช้ไม่ยอมรับนวัตกรรมคือ ความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของสารเคมีซึ่งไม่เคยรู้จัก และการได้รับการบอกต่อจากผู้ใช้อื่นมีผลต่อการตัดสินใจของผู้ใช้

6.1.3. การประเมินความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์สำหรับฉีดพ่นละอองขนาดเล็กของสารเพอร์เมทรินเพื่อเคลือบชุดนักเรียนเป็นเทคโนโลยีที่อยู่ในขั้นกำลังพัฒนา ซึ่งเมื่อสามารถพัฒนาต่อยอดให้มีการใช้งานสะดวก และใช้งานง่าย ลดเวลาในการเคลือบแล้ว และสามารถทำงาน

ได้ตามที่คาดหวัง เทคโนโลยีมีศักยภาพเพียงพอที่จะออกสู่เชิงพาณิชย์ โดยเมื่อพิจารณาศักยภาพของตลาด และความเป็นไปได้ทางการเงิน ควรนำเทคโนโลยีออกสู่เชิงพาณิชย์โดยวิธีการลงทุนดำเนินธุรกิจด้วยตนเอง (Spin off)

6.2. ข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ถูกพัฒนาในโครงการอิสระนี้ ยังคงมีปัญหาเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการเคลือบซึ่งในแต่ละจุดต้องใช้เวลามากถึง 3 วินาที ซึ่งในการใช้งานจริงที่ต้องเคลือบชุดนักเรียนทั้งตัวจะทำให้เสียเวลามาก อีกทั้งวิธีในการฉีดพ่นจำเป็นต้องอาศัยแรงโน้มถ่วงเพื่อให้ละอองของเพอร์เมทรินตกลงบนพื้นผิวของผ้า ทำให้เมื่อพ่นสารเพอร์เมทรินเสร็จแล้วต้องรอจนกว่าเพอร์เมทรินที่กระจายอยู่ในปากกรวยจะตกลงบนผ้าจนหมด ซึ่งต้องใช้เวลาอีก 1-2 นาที จึงยังคงเป็นไปได้ในการจะใช้งานกับชุดนักเรียนซึ่งมีพื้นที่เยอะ

ในการพัฒนาต่อไปในอนาคตอาจใช้ Anderson cascade impactor (ACI) เพื่อบังคับให้ละอองซึ่งมีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบาเดินทางจากเครื่องพ่นมายังพื้นผิวของชุดได้ไว ตรงจุดมากยิ่งขึ้น และยังสามารถเคลือบเสื้อผ้าในขณะที่แขวนอยู่ได้ นอกจากนี้ควรออกแบบตู้เพื่อให้สามารถพ่นได้ทีละหลายๆชุดในครั้งเดียว เป็นการลดระยะเวลาในการทำงาน เพื่อให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายที่ให้ความสำคัญกับความง่ายและสะดวกในการใช้

ศึกษาวิธีการเพิ่มระยะเวลาให้การเคลือบแต่ละครั้งให้สามารถใช้งานได้ยาวนานและทนต่อการซักล้าง โดยอาจเพิ่มสารเช่น เซลลูโลส เป็นต้น หรือใช้เทคนิคโซลเจลในระหว่างของขั้นตอนการเคลือบ

ศึกษาโมเดลการทำธุรกิจในรูปแบบการให้บริการเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทรินด้วยเทคนิคละอองขนาดเล็กตามความต้องการของผู้ใช้ (On-demand services) โดยใช้เครื่อง Ultrasonic atomizer ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และสามารถเคลือบชุดนักเรียนได้ครั้งละหลายตัว โดยคิดค่าบริการแบบรายชุดหรือเป็นแพ็คเกจเหมาจ่าย (รายละเอียดในภาคผนวก)

ศึกษาความเป็นไปได้ในการขายเทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ให้กับภาครัฐ และโรงเรียนเอกชน เพื่อเป็นทางเลือกในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกในสถานศึกษา ซึ่งลงทุนน้อย สามารถปฏิบัติได้ง่าย มีประสิทธิภาพที่ดี และสามารถปฏิบัติได้โดยแม้อยู่ในประเทศที่มีทรัพยากรที่จำกัด

บรรณานุกรม

- (1) กองโรคติดต่อฯ โดยแมลง; 12, ส.; สถาบันป้องกันควบคุมโรคเขตเมือง. รายงานพยากรณ์โรคไข้เลือดออก 2563. **2020**.
- (2) Thuethong, C.; Eksirinimit, T. Model developing a school-based for dengue prevention and control 5 pilot school at Nakhon Si Thammarat Province. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น **2019**.
- (3) Toynton, K. L., B.; Buhl, K.; Stone, D. Permethrin General Fact Sheet. *National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services* **2019**.
- (4) PubChem Compound Summary for CID 40326, Permethrin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Permethrin> (accessed May 27, 2021 2021).
- (5) Toynton, K.; Luukinen, B.; Buhl, K.; Stone, D. Permethrin technical fact sheet. *National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services* **2009**.
- (6) Snodgrass, H. L. Permethrin transfer from treated cloth to the skin surface: potential for exposure in humans. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues* **1992**, *35*, 91-105.
- (7) Banks, S.; Murray, N.; WILDER-SMITH, A.; Logan, J. G. Insecticide-treated clothes for the control of vector-borne diseases: a review on effectiveness and safety. *Medical and veterinary entomology* **2014**, *28*, 14-25.
- (8) Wahab, A.; Hussain, T. Eco-Friendly garment processing using aerosol technology. *Water Resources and Industry* **2020**, *23*.
- (9) Ardanuy, M.; Faccini, M.; Amantia, D.; Aubouy, L.; Borja, G. Preparation of durable insecticide cotton fabrics through sol-gel treatment with permethrin. *Surface and Coatings Technology* **2014**, *239*, 132-137.
- (10) Kittayapong, P.; Olanratmanee, P.; Maskhao, P.; Byass, P.; Logan, J.; Tozan, Y.; Louis, V.; Gubler, D. J.; Wilder-Smith, A. Mitigating Diseases Transmitted by Aedes Mosquitoes: A Cluster-Randomised Trial of Permethrin-Impregnated School Uniforms. *PLoS Negl Trop Dis* **2017**, *11*, e0005197.

- (11) Wilder-Smith, A.; Byass, P.; Olanratmanee, P.; Maskhao, P.; Sringernyuang, L.; Logan, J. G.; Lindsay, S. W.; Banks, S.; Gubler, D.; Louis, V. R.; Tozan, Y.; Kittayapong, P. The impact of insecticide-treated school uniforms on dengue infections in school-aged children: study protocol for a randomised controlled trial in Thailand. *Trials* **2012**, *13*, 212.
- (12) พุฒิกานนท์, น. ชุดเคลือบสารป้องกันยุงกัด. ไทย Patent.
- (13) นายวรล อินทะสันดา, น. พ. น้ํายาเคลือบสิ่งทอที่ช่วยยืดอายุสิ่งทอสูตรสำหรับกำจัดแมลงและต้านเชื้อแบคทีเรีย. ไทย Patent.
- (14) Prevention, P. a. T. S.: Reregistration Eligibility Decision (RED) for Permethrin. In *EPA 738-R-09-306*; Agency, U. S. E. P., Ed.: <https://www.epa.gov>, 2009.
- (15) จำนวนนักเรียนทั้งหมดในประเทศไทย.
<https://isee.eef.or.th/screen/studentdata/student.html> (accessed 06 May 2021 2021).
- (16) พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 กรมโรงงานอุตสาหกรรม:
<http://www.apsconsult.com/index.php/en/>, 1992.
- (17) เพอร์เมทริน (*Permethrin*); กรมควบคุมมลพิษ: <https://www.pcd.go.th/>, 2016.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	รวีพร ชัยรุ่งมณีดำรง
วัน เดือน ปี เกิด	04 ธันวาคม 2534
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	60/7 ซอยอ่อนนุช 66 แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

แบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรม ชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการระบาดของไข้เลือดออก

คำชี้แจง

- แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการค้นคว้าอิสระ หัวข้อชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการระบาดของไข้เลือดออก ระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมต้นแบบชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการระบาดของโรคไข้เลือดออกในเด็กวัยเรียน
- แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน
 - ข้อมูลที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ข้อมูลที่ 2: ความพร้อมในการรับมือกับโรคไข้เลือดออกในเด็กนักเรียนของผู้ปกครอง
 - ข้อมูลที่ 3: การยอมรับนวัตกรรมชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก
- กรุณาตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงและตรงกับความคิดเห็นของท่านที่สุด
- หากท่านไม่มีบุตร กรุณาตอบแบบสอบถามโดยคำนึงถึงเด็กที่อยู่ในปกครองของท่านเช่น น้องหรือหลาน

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

- เพศ
 - ชาย
 - หญิง
- อายุ
 - ต่ำกว่า 25 ปี
 - 25 - 30 ปี
 - 31 - 40 ปี
 - 41 - 50 ปี
 - 51 - 60 ปี

- มากกว่า 60 ปี
3. ระดับการศึกษา
- ต่ำกว่าปริญญาตรี
- ปริญญาตรี หรือ เทียบเท่า
- ปริญญาโท หรือ เทียบเท่า
- ปริญญาเอก หรือ เทียบเท่า
4. อาชีพ
- ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ/องค์กรอิสระ/หน่วยงานของรัฐ
- พนักงานบริษัทเอกชน
- เจ้าของกิจการ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน
- ต่ำกว่า 15,000 บาท
- 15,000 - 30,000 บาท
- 30,001 - 60,000 บาท
- 60,001 - 100,000 บาท
- 100,001 บาทขึ้นไป
6. ที่อยู่อาศัย
- กรุงเทพฯ และปริมณฑล
- ภาคเหนือ
- ภาคกลาง
- ภาคอีสาน
- ภาคตะวันออก
- ภาคใต้
- ต่างประเทศ
7. ท่านมีบุตรหรือไม่
- ไม่มี
- มี

ส่วนที่ 2: ความพร้อมในการรับมือกับโรคไข้เลือดออกในเด็กนักเรียนของผู้ปกครอง

8. บุตรหลานของท่านเคยติดเชื้อโรคไข้เลือดออกหรือไม่
- เคย
- ไม่เคย
9. ท่านคิดว่าโรคไข้เลือดออกมีความอันตรายมากน้อยเพียงใด
- อันตรายมาก
- อันตรายปานกลาง
- อันตรายน้อย
- ไม่อันตรายเลย
10. ท่านมีความกังวลเกี่ยวกับโรคไข้เลือดออกที่อาจเกิดขึ้นกับบุตรหลานของท่านมากน้อยเพียงใด
- กังวลมาก
- กังวลปานกลาง
- กังวลน้อย
- ไม่กังวลเลย
11. ท่านคิดว่าสถานที่ใดเป็นแหล่งแพร่โรคไข้เลือดออก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- บ้าน
- โรงเรียน
- สวนสาธารณะ หรือ สนามเด็กเล่น
- อื่น (โปรดระบุ) _____
12. วิธีป้องกันยุงที่ท่านใช้เพื่อป้องกันบุตรหลานของท่านจากโรคไข้เลือดออก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ทา/ฉีด โลชั่นกันยุง
- ฉีดยาฆ่าแมลงในบริเวณบ้าน
- ฆ่ายุงด้วยวิธีต่างๆ เช่น การตบ การใช้ไม้ขีด การใช้เครื่องดักยุง เป็นต้น
- กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุง
- ใช้ผลิตภัณฑ์กันยุงชนิดจุดเพื่อไล่ยุง
- ใช้ผลิตภัณฑ์เคลือบเครื่องแต่งกายที่ผสมสารป้องกันยุง
- อื่น (โปรดระบุ) _____

13. ท่านทราบหรือไม่ว่าโรงเรียนที่บุตรหลานของท่านศึกษาอยู่มีมาตรการในการกันยุงอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ทา/ฉีด โลชั่นกันยุง
- ฉีดยาฆ่าแมลงในบริเวณโรงเรียน
- ฆ่ายุงด้วยวิธีต่างๆ เช่น การตบ การใช้ไม้ช้อน การใช้เครื่องดักยุง เป็นต้น
- กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุง
- ใช้ผลิตภัณฑ์กันยุงชนิดจุดเพื่อไล่ยุง
- ใช้ผลิตภัณฑ์เคลือบเครื่องแต่งกายที่ผสมสารป้องกันยุง
- อื่น (โปรดระบุ) _____
14. ท่านรู้จักหรือเคยใช้ผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบเครื่องแต่งกายเพื่อป้องกันยุงมาก่อนหรือไม่
- เคย
- ไม่เคย
15. หากมีผลิตภัณฑ์เคลือบชุดนักเรียนที่สามารถกำจัดยุงและมีระยะเวลาการทำงานที่นานกว่าแบบโลชั่นท่านสนใจที่จะใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวหรือไม่
- สนใจ
- ยังไม่แน่ใจ (ต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมก่อนตัดสินใจ)
- ไม่สนใจ
- เนื่องจาก _____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 3: การยอมรับนวัตกรรมชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก

ชุดนักเรียนกันยุง เป็นการนำชุดนักเรียนที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดมาเคลือบสารเพอร์เมทริน ซึ่งเป็นสารสกัดที่มีในดอกเบญจมาศ มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และได้รับการรับรองจาก WHO และ US EPA โดยใช้วิธีฉีดพ่นละอองขนาดเล็ก ทำให้สารเพอร์เมทรินไม่ซึมเข้าไปในเนื้อผ้า เพื่อลดการสัมผัสโดยตรงกับผิวหนัง และไม่เปลี่ยนคุณสมบัติของผ้า

ชุดนักเรียนกันยุงนี้มีหลักการทำงานคือ เมื่อยุงบินมาสัมผัสชุดที่เคลือบสารเพอร์เมทรินนี้ ยุงจะถูกกำจัด จึงเป็นการลดปริมาณยุงในบริเวณใกล้เคียงอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นการเคลือบสาร 1 ครั้งสามารถใช้งานได้ระยะเวลายาวนาน และถึงแม้ชุดที่เคลือบสารนี้ถูกซักล้างคุณสมบัติในการกันยุงนี้ยังคงอยู่ โดยจำนวนของการซักล้างขึ้นอยู่กับวิธีการซักของแต่ละบุคคล ต่างจากการใช้ผลิตภัณฑ์กัน

ยุงแบบโลชั่นที่จำเป็นต้องทาถึง ๆ จึงจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเด็กนักเรียนมักไม่ให้ความใส่ใจที่จะทาโลชั่นกันยุงอย่างสม่ำเสมอ

16. ชุตนักเรียนกันยุงมีประโยชน์ต่อท่านระดับใด

- มีประโยชน์อย่างมากที่สุด
- มีประโยชน์อย่างมาก
- มีประโยชน์ปานกลาง
- มีประโยชน์น้อยมาก
- ไม่มีประโยชน์

17. ท่านต้องการให้บุตรหลานของท่านสวมใส่ชุตนักเรียนที่เคลือบสารป้องกันยุง หรือไม่

- ต้องการ
- ไม่ต้องการ

18. เหตุผลใดที่จะทำให้ท่านเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อเคลือบสารกันยุงบนชุตนักเรียนให้แก่บุตรหลานของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- มั่นใจว่าสามารถปกป้องบุตรหลานจากโรคไข้เลือดออกได้
- เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีเดิมในการป้องกันยุง
- ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน
- ได้ลองวิธีการใหม่ / อยากรทดลอง
- มีมาตรฐาน และมีสถาบันรับรอง
- สามารถทำได้ด้วยตัวเอง
- มีบริการไม่ต้องทำเอง
- หาซื้อง่าย
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

19. เหตุผลใดที่จะทำให้ท่านไม่เลือกใช้ผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบสารกันยูงบนชุดนักเรียนให้แก่บุตร

หลานของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ไม่มั่นใจว่าสามารถปกป้องบุตรหลานจากโรคไข้เลือดออกได้
- วิธีเดิมที่ใช้ดีอยู่แล้ว
- กังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของสารเพอร์เมทรินที่ใช้เคลือบ
- เป็นของใหม่ที่ไม่คุ้นเคย
- ยังไม่มีการรีวิวหรือแนะนำจากผู้ใช้งานคนอื่น
- หาซื้อยาก
- ยุ่งยาก ไม่อยากทำเอง
- เสียเวลาในการเคลือบ
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

20. หากมีการวางขายผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบสารกันยูงบนชุดนักเรียน ควรจัดจำหน่ายในช่องทาง

ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ห้างสรรพสินค้า (Robinson, Central, The Mall)
- Social Media (Facebook, Instagram, Line)
- E-Market place (Lazada, Shopee, JD)
- ร้านสะดวกซื้อ (7-11, Lawson)
- Supermarket (Lotus, BigC, Tops)
- รายการแนะนำสินค้าทางโทรทัศน์
- ตัวแทนจำหน่าย
- สมัครสมาชิกเป็นรายเดือน
- สหกรณ์โรงเรียน
- อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

21. ท่านคิดว่าราคาเท่าไรเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สำหรับเคลือบสารกันยูงบนชุดนักเรียน

(ผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นสามารถพ่นชุดนักเรียนได้ประมาณ 10 ชุด)

แผนการเงินสำหรับการทำธุรกิจบริการเคลือบสารเพอร์เมรินบนชุดนักเรียนด้วยเทคนิคการฉีดยา
ละอองขนาดเล็ก ตามความต้องการของผู้ใช้

1. สมมติฐานทางการเงิน (Financial assumption)

1.1. สินทรัพย์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจ

รายการ	มูลค่าประมาณ	ภาวะผูกพัน
อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน	500,000	5 ปี
สินค้าคงเหลือสำเร็จรูป	400,000	1 เดือน
เครื่องสำหรับพ่นละอองขนาดเล็ก	1,000,000	10 ปี
รถกระบะ	700,000	5 ปี
รวมมูลค่าสินทรัพย์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจ	2,600,000	

ตารางสินทรัพย์ที่ใช้ในการประกอบธุรกิจสำหรับธุรกิจบริการเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

1.2. ประมาณการในการลงทุน

รายการ	ทุนเจ้าของ	เงินกู้	รวมมูลค่า
ค่าจดทะเบียนบริษัท	6,250		6,250
ค่าอุปกรณ์สำนักงาน		500,000	500,000
ค่ารถกระบะสำหรับขนส่ง		700,000	700,000
เครื่องสำหรับพ่นละอองขนาดเล็ก		1,000,000	1,000,000
เงินสดหมุนเวียน	500,000	500,000	1,000,000
รวม	556,250	2,700,000	3,206,250

ตารางประมาณการในการลงทุนสำหรับธุรกิจบริการเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

1.3. ข้อสมมติฐานทางการเงิน

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
จำนวนลูกค้าเพิ่มขึ้น	20%	20%	10%
รายได้เพิ่มขึ้น	10%	20%	20%
ราคาขายเพิ่มขึ้น	0%	0%	0%
ต้นทุนเพิ่มขึ้น	10%	20%	20%
ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น	0%	0%	0%

ตารางสมมติฐานทางการเงินสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

1.4. นโยบายทางการเงิน

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ระยะเวลาในการให้เครดิตค่าสินค้า	1 เดือน	1 เดือน	1 เดือน
ระยะเวลาเครดิตซื้อสินค้า	1 เดือน	1 เดือน	1 เดือน
วงเงินสินเชื่อระยะยาวที่ขอกู้	2,700,000 บาท	0 บาท	0 บาท
อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาว	MLR+4%	MLR+4%	MLR+4%

ตารางนโยบายทางการเงินสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

1.5. ประมาณการในการขายสินค้ารายเดือน

	แพ็คเกจหมาจ่าย 10 ชุด	เคลื่อนที่ละชุด
ปริมาณการขายต่อเดือน	500 ชุด	1,500 ชุด
ราคาขายต่อหน่วย	500 บาท	100 บาท
รายได้รวมจากการขายรวม	250,000 บาท	150,000 บาท

ตารางประมาณการในการขายสินค้ารายเดือนสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

1.6. ประมาณต้นทุนการผลิตรายเดือน

	สารเคลื่อนเพอร์เมทริน
ปริมาณผลิตต่อเดือน	130 ลิตร
รวมต้นทุนการผลิตต่อหน่วย	100 บาท/ลิตร
รายได้รวมจากการขายรวม	13,000 บาท

ตารางประมาณการต้นทุนการผลิตรายเดือนสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

1.7. ประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหารรายเดือน

รายการ	ค่าใช้จ่าย
ค่าขนส่ง	50,000
เงินเดือนพนักงาน 5 คน คนละ 15,000 บาท	75,000
ค่าสาธารณูปโภค	30,000
ค่าเช่าสำนักงาน	20,000
ค่าเสื่อมราคา	340,000
ดอกเบี้ยจ่าย	270,000
ค่าโฆษณา	50,000
รวมค่าใช้จ่ายในการขายและบริหารต่อเดือน	835,000

ตารางประมาณการค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหารรายเดือนสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนที่

นักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

1.8. งบแสดงฐานะทางการเงิน

สินทรัพย์ (Assets)	ปีที่ 0	ปีที่ 1
เงินสดหรือสินทรัพย์เทียบเท่าเงินสด (Cash)	1,000,000	1,596,840
ลูกหนี้การค้า (Account receivable)	0	400,000
สินค้าคงคลัง (Inventory)	0	400,000
สินทรัพย์หมุนเวียนรวม (Total current assets)	0	2,396,840

ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน สินทรัพย์สำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนที่นักเรียนด้วยสารเพอร์เมทริน

สินทรัพย์ถาวร (Fixed Assets)	ปีที่ 0	ปีที่ 1
สินทรัพย์ถาวรก่อนหักค่าเสื่อม (Gross)	2,200,000	2,200,000
ค่าเสื่อมราคาสะสม (Accumulated Depreciation)	0	340,000
สินทรัพย์ถาวรสุทธิ (Net Fixed Assets)	0	1,860,000
สินทรัพย์รวม (Total Assets)	0	4,256,840

ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน สินทรัพย์ถาวรสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนที่นักเรียนด้วยสารเพอร์

เมทริน

หนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้น	ปีที่ 0	ปีที่ 1
เจ้าหนี้การค้า (Account Payable)	0	13,000
ค่าใช้จ่ายค้างจ่าย (Accruals)	0	296,800
เงินกู้ยืมระยะยาวครบกำหนดใน 1 ปี (L/T Due within 1 year)	0	340,000
หนี้สินหมุนเวียนรวม (Total Current Liabilities)	0	649,800
หนี้สินระยะยาว (Long-Term Debt)	2,700,000	2,360,000

ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน หนี้สินและส่วนของผู้ถือหุ้นสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนชูดนนักเรียน
ด้วยสารเพอร์เมทริน

ส่วนของผู้ถือหุ้น (Equity Shareholders)	ปีที่ 0	ปีที่ 1
ทุนจดทะเบียนชำระแล้ว (Paid up capital)	556,250	556,250
กำไรสะสม (Retained Earnings)		747,040
รวมส่วนของผู้ถือหุ้น (Total Shareholder Equity)		1,303,290
รวมหนี้สินกับส่วนของผู้ถือหุ้น (Total Liabilities & Equity)		4,313,090

ตารางงบแสดงฐานะทางการเงิน ส่วนของผู้ถือหุ้นสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนชูดนนักเรียนด้วยสารเพอร์
เมทริน

1.9. งบกำไรขาดทุน

Income Statement	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
ยอดขาย (Sales)	4,800,000	5,280,000	6,336,000	7,603,200	7,603,200
ต้นทุนสินค้าขาย (Cost of goods sold)	156,000	171,600	205,920	247,104	247,104
กำไรขั้นต้น (Gross Profit)	4,644,000	5,108,400	6,130,080	7,356,096	7,356,096
ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	340,000	340,000	340,000	340,000	340,000
ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร (SG&As)	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000
กำไรก่อนจ่ายดอกเบี้ยและภาษี (EBIT)	1,604,000	2,068,400	3,090,080	4,316,096	4,316,096
ค่าใช้จ่ายดอกเบี้ย (Interest Expense)	270,000	270,000	236,000	202,000	168,000
กำไรก่อนจ่ายภาษี (EBT)	1,334,000	1,798,400	2,854,080	4,114,096	4,148,096
ภาษีจ่าย Tax (20%)	266,800	359,680	570,816	822,819	829,619
กำไรสุทธิ (Net Profit)	1,067,200	1,438,720	2,283,264	3,291,277	3,318,477
เงินปันผลจ่าย (Dividend Payment)	320,160	431,616	684,979	987,383	995,543
กำไรสะสม (Retained Earnings)	747,040	1,007,104	1,598,285	2,303,894	2,322,934

ตารางงบกำไรขาดทุนสำหรับธุรกิจบริการเคลื่อนที่โดยศูนย์การเรียนรู้ด้วยดาวเทียมเพอร์เมทรีน

1.10. งบกระแสเงินสด

งบกระแสเงินสด (Cash Flow Statement)	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
กำไรสุทธิ (Net Income)	1,067,200	1,438,720	2,283,264	3,291,277	3,318,477
ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)	340,000	340,000	340,000	340,000	340,000
เพิ่มลดของลูกหนี้การค้า	-400,000	-40,000	-88,000	-105,600	0
เพิ่มลดของสินค้าคงคลัง	-400,000	-40,000	-88,000	-105,600	0
เพิ่มลดของเจ้าหนี้การค้า	13,000	1,300	2,860	3,432	0
เพิ่มลดของค่าใช้จ่ายจ่าย	296,800	92,880	211,136	252,003	6,800
กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน	917,000	1,792,900	2,661,260	3,675,512	3,665,277
เพิ่มลดของสินทรัพย์ถาวร (Increase) Decrease Fixed Assets	0	0	0	0	0
กระแสเงินสดจากการลงทุน (Net Cash Flow from Investment)	0	0	0	0	0
เพิ่มลดของการหนี้สิน	0	-340,000	-340,000	-340,000	-340,000
การจ่ายเงินปันผล (Dividend Payment)	-320,160	-431,616	-684,979	-987,383	-995,543
การขายหุ้นเพิ่มทุน (Stock Issue)	0	0	0	0	0
กระแสเงินสดจากการจัดหาเงิน	-320,160	-771,616	-1,024,979	-1,327,383	-1,335,543
กระแสเงินสดสุทธิ (Net Cash Flow)	596,840	1,021,284	1,636,281	2,348,129	2,329,734

ตารางงบกระแสเงินสดสำหรับธุรกิจบริการเคสโดยชุดนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ

1.1.1. งบประมาณในการผลิต

ต้นทุนการผลิต	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
ต้นทุนในการผลิตสารเคลือบเพอร์เมทรีนต่อลิตร	100	100	100	100	100
จำนวนการผลิตสารเคลือบเพอร์เมทรีน (ลิตร๗)	1,560	1,716	2,059.2	2,461.04	2,471.04
รวมต้นทุนในการจ้างผลิต	156,000	171,600	205,920	247,104	247,104

ตารางงบประมาณในการผลิตสำหรับธุรกิจบริการเคลือบชุดนักเรียนด้วยสารเพอร์เมทรีน





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY