

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาตจวิทยา

พฤษภาคม 2554

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาตจวิทยา

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาตจวิทยา

พฤษภาคม 2554

อมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์. (2554). การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในการป้องกัน
ยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด. ปรินญาณพนธ์ วท.ม. (ตจวิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์นายแพทย์ มนต์รี
อุดมเพทายกุล, รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล โกมลมิศร์.

ภูมิหลัง: การกัดของยุงก่อให้เกิดความเจ็บปวด ผื่นผิวหนังอักเสบ อาการคัน เกาจนเป็น
บาดแผล ทำให้เกิดโรคผิวหนังติดเชื้อและรอยดำตามมา นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญใน
ประเทศเขตร้อน การใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการป้องกันยุงอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม
และเกิดการสร้างความต้านทานของยุงได้ น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ
โดยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมีความสามารถในการระเหยเป็นไอ กลิ่นหอมฉุน มีโมโนเทอร์ปีนและ
เซสควิเทอร์ปีนซึ่งมีฤทธิ์ป้องกันยุงกัดได้ และยังไม่มีการวิจัยใดที่ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอม
ระเหยจากข่าเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในการป้องกันยุงลาย
บ้านและยุงรำคาญกัด และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กที่ความเข้มข้น
ต่างๆ ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด

วิธีการวิจัย: เป็นการศึกษาเชิงทดลองโดยใช้วิธี arm-in-cage ทดสอบในอาสาสมัคร 10 คน
อาสาสมัครแต่ละคนจะได้รับการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และ
สารควบคุม บริเวณทดสอบเป็นแขนท่อนล่าง สอดแขนเข้าไปในกรงที่มียุงลายบ้านหรือยุงรำคาญ
จำนวน 250 ตัวจนถึงช่วงเวลาที่มียุงกัดเป็นตัวที่ 2 วัดระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์
ของสารแต่ละตัว และติดตามผลข้างเคียงจากน้ำมันหอมระเหยที่ 24 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน

ผลการทดลอง: ระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอม
ระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมเป็น 67.76, 93.49 และ 0.69 นาที ตามลำดับ
ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุง
รำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมเป็น
150.45, 192.40 และ 0.74 นาที ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p < 0.05$) เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยของน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และ
ร้อยละ 10 ในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์นานกว่าระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายกัด
อย่างสมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไม่พบผื่นแพ้สัมผัสหรือผื่นแพ้ระคายเคืองใน
อาสาสมัครแต่อย่างใด

สรุป: น้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กเป็นสมุนไพรตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญ โดยประสิทธิภาพขึ้นกับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยและชนิดของยุง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นตำรับทางการค้าที่ป้องกันยุงได้นานขึ้น

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย, ข่าเล็ก, ยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญ, ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์



EFFECTIVENESS OF ESSENTIAL OIL OF *Alpinia officinarum* Hance IN REPELLENCY
AGAINST *Aedes aegypti* AND *Culex quinquefasciatus*



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science in Dermatology
at Srinakharinwirot University

May 2011

Amolaya Suchivoraphanpong. (2011). *Effectiveness of Essential Oil of Alpinia officinarum Hance in Repellency against Aedes aegypti and Culex quinquefasciatus*. Master thesis, M.S. (Dermatology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Montree Udompataikul, Assoc. Prof. Dr. Narumon Kamalamisra.

Background: Mosquito bites result in pain, hypersensitivity reaction, itching, excoriation, infection and post-inflammatory hyperpigmentation. Mosquito-borne diseases are also crucial problems in tropical countries. However long-term synthetic repellent use may cause contamination in environment and chemical resistance. Therefore, plant-derived essential oil is an interesting alternative for mosquito bites protection. In this research, essential oil of *Alpinia officinarum* Hance was chosen as our interest. It has vaporizing property and characteristic odor. Moreover, it contains monoterpenes and sesquiterpenes which their repellent effects have been proven. There is no previous report claiming its repellent effect.

Objective: To determine the effectiveness of essential oil of *Alpinia officinarum* Hance in repellency against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* and to compare the effectiveness of essential oil at different concentration in repellency against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*.

Method: According to experimental study designed, ten volunteers were recruited. The arm-in-cage method was performed in each volunteer to assess the effectiveness of 5%, 10% essential oil and control material. The test areas were volunteers' forearms. The volunteers inserted their treated forearms in a cage containing 250 female mosquitoes until the second bite occurred. The completed protection time of each material was measured. Adverse effects were evaluated at 24 hours, 72 hours and 7 days after the experiment.

Results: The average completed protection time of 5%, 10% essential oil and control against *Aedes aegypti* were 67.76, 93.49 and 0.69 minutes, respectively, which were significantly different ($p < 0.05$). The average completed protection time of 5%, 10% essential oil and control against *Culex quinquefasciatus* were 150.45, 192.40 and 0.74 minutes, respectively, which were also significantly different ($p < 0.05$). In addition, the average

completed protection time of both 5% and 10% essential oil against *Culex quinquefasciatus* were significantly longer than that of *Aedes aegypti* ($p < 0.05$). Allergic contact dermatitis and irritant contact dermatitis were not found.

Conclusion: Essential oil of *Alpinia officinarum* Hance is a novel plant-derived repellent against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. Its effectiveness depends on concentration and mosquitoes's species. Commercial formulation could be developed to improve its effectiveness.

Keywords: essential oil, *Alpinia officinarum* Hance, *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*, completed protection time



ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด
ของ
แพทย์หญิงอมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาตจวิทยา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์นายแพทย์มนตรี อุดมเพทายกุล) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิงสุวิรากร โอภาสวงศ์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. นฤมล โกมลมิศร์)

(รองศาสตราจารย์นายแพทย์มนตรี อุดมเพทายกุล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล โกมลมิศร์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.มาลัย ทวีโชติภัทร์)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างดียิ่งจากคณาจารย์หลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์นายแพทย์ มนต์รี อุดมเพทายกุล ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดจนชี้แนะวิธีการศึกษาวิจัยครั้งนี้อย่างใกล้ชิด และแนะนำแนวทางการอภิปรายและสรุปผลเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล โกมลมิศร์ ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดจนชี้แนะวิธีการศึกษาวิจัยและแนะนำข้อมูลต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้อย่างใกล้ชิด อีกทั้งยังให้ความช่วยเหลือเรื่องอุปกรณ์ สถานที่ทำวิจัย และยุงที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิงสุวิภากร โอภาสวงศ์ และอาจารย์ ดร. มาลัย ทวีโชติภักดิ์ ที่ให้ความกรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ผู้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สุธีร์ รัตนมงคลกุล ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดจนให้คำแนะนำด้านวิธีการศึกษาวิจัยและสถิติที่ใช้ในการวิจัย จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร.วรัญญู สุจิรวพันธ์พงศ์ และนายแพทย์ชวลิต แซ่ลิ่ม ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดจนให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มต้นจนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกคนในภาควิชา กิ่ววิทยากาการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ทุกท่านที่ช่วยเหลือผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

ท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์ใดๆ อันเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดามารดา และครอบครัวที่ให้การสนับสนุนทางการศึกษาและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอย่างดีมากตลอดมา

แพทย์หญิงอมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
สมมุติฐานในการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
แมลงที่เป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์.....	5
กลุ่มแมลงและแมลง.....	5
ยุง.....	6
วงจรชีวิตของยุง.....	11
ปัจจัยที่ดึงดูดยุงให้เข้ามาหามนุษย์.....	12
โรคที่มียุงเป็นพาหะ.....	13
พยาธิกำเนิดและลักษณะทางคลินิกของโรคผิวหนังที่มีแมลงเป็นสาเหตุ.....	15
ระบาดวิทยา.....	15
พยาธิกำเนิดของปฏิกิริยาภูมิแพ้.....	15
ลักษณะทางคลินิก.....	17
การรักษาแมลงกัดต่อยและ Papular urticaria.....	18
ปฏิกิริยาภูมิแพ้.....	20
การป้องกันแมลงกัดด้วยวิธีต่างๆ.....	22
สารทาป้องกันยุง.....	23
กลไกในการป้องกันยุง.....	24
ประวัติของสารไล่แมลง.....	25
สารป้องกันยุงชนิดต่างๆ.....	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ).....	5
คุณสมบัติทางกายภาพของสารทากันยุงที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการ ป้องกันยุง.....	34
ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารทากันยุง.....	34
สารเคมีสำคัญที่พบในพืชสมุนไพร.....	36
สารออกฤทธิ์ป้องกันกำจัดแมลงจากพืชสมุนไพร.....	38
การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร.....	40
การสกัดน้ำมันหอมระเหย.....	41
น้ำมันหอมระเหย.....	42
ส่วนของพืชที่นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย.....	42
องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย.....	43
การเก็บรักษาและข้อพึงระวังในการใช้น้ำมันหอมระเหย.....	44
ปฏิบัติการการพ่นน้ำมันหอมระเหย.....	45
ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันยุงและแมลงต่างๆ.....	46
สารเคมีในน้ำมันที่มีผลต่อความสามารถในการป้องกันยุง.....	52
การเสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกันของน้ำมันหอมระเหย.....	53
การปรับปรุงประสิทธิภาพการป้องกันยุงและแมลงของน้ำมันหอมระเหย.....	53
ส่วนประกอบและคุณสมบัติของข่าเล็กและน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก.....	54
ประวัติ.....	54
ลักษณะทั่วไป.....	55
การใช้ประโยชน์ทางแผนโบราณ.....	57
สารที่สกัดได้จากเหง้าของข่าเล็ก.....	58
คุณสมบัติของสารสกัดจากเหง้าข่าเล็ก.....	65
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	68
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	68
ประชากร (population) และ กลุ่มตัวอย่าง (sample).....	68

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินงานวิจัย (ต่อ).....	68
การคำนวณขนาดตัวอย่าง.....	68
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	69
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	70
รูปแบบการวิจัย.....	72
วิธีดำเนินงานวิจัย.....	72
การประเมินผล.....	79
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
4 ผลการวิจัย.....	82
ลักษณะโดยทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	82
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบทางสถิติ.....	85
ผลการวิเคราะห์ผลข้างเคียง.....	104
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	110
อภิปรายผล.....	110
สรุป.....	126
ข้อเสนอแนะ.....	126
บรรณานุกรม.....	127
ภาคผนวก.....	139
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	149

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ระยะเวลาในการป้องกันแมลงของ DEET ที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	27
2 ระยะเวลาในการป้องกันแมลงของ Picaridin ที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	30
3 ส่วนต่างๆ ของพืชที่นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย.....	43
4 ผลการทำ Patch test ต่อน้ำมันหอมระเหยในผู้ป่วย 15,682 คน ทำการทดสอบคน ละอย่างน้อย 1 ชนิด.....	46
5 ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในส่วนไฮโดรคาร์บอน.....	61
6 ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในส่วน Oxygenated compounds....	63
7 แสดงข้อมูลอายุของอาสาสมัคร.....	83
8 แสดงข้อมูลอายุของอาสาสมัครด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD).....	83
9 แสดงข้อมูลเพศ ประวัติการแพ้สารต่างๆ และประวัติการใช้ยาด้วยร้อยละ.....	84
10 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่าง สมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 ใน เอทิลแอลกอฮอล์.....	86
11 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่าง สมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 ใน เอทิลแอลกอฮอล์.....	86
12 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่าง สมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10 ใน เอทิลแอลกอฮอล์.....	87
13 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่าง สมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10 ใน เอทิลแอลกอฮอล์.....	88
14 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่าง สมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์.....	88
15 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่าง สมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์.....	89

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated measure ANOVA (Huynh-Feldt).....	89
17 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้น 5 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated ANOVA.....	90
18 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated ANOVA.....	90
19 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated ANOVA.....	91
20 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์	94
21 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์.....	94
22 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์.....	95
23 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์.....	96
24 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์.....	96
25 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์.....	97

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
26 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated ANOVA (Sphericity Assumed).....	97
27 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated ANOVA.....	98
28 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated ANOVA.....	98
29 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated ANOVA.....	99
30 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยวิธี Repeated ANOVA.....	102
31 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated ANOVA.....	102
32 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยสารควบคุม โดยวิธี Repeated ANOVA.....	103
33 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยอาสาสมัครด้วยความถี่และร้อยละ หลังการทดสอบทันที.....	105
34 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยอาสาสมัครด้วยความถี่และร้อยละ หลังการทดสอบทันที.....	106

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
35	แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยแพทย์ด้วยความถี่และร้อยละ หลังการทดสอบทันที.....	107
36	แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยแพทย์ด้วยความถี่และร้อยละ หลังการทดสอบทันที.....	107
37	แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านอย่างสมบูรณ์ของสมุนไพรจากการศึกษาต่างๆ.....	117
38	แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญอย่างสมบูรณ์ของสมุนไพรจากการศึกษาต่างๆ.....	121



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงลายบ้าน (<i>Aedes aegypti</i>) สันหลังอกด้านบนมี เกล็ดสีขาว รูปร่างคล้ายเคียว 1 คู่.....	7
3 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงลายสวน (<i>Aedes albopictus</i>) สันหลังอกด้าน บนมีเกล็ดสีขาวเป็นเส้นตรงอยู่กลางสันหลัง.....	8
4 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงก้นปล่อง (<i>Anopheles</i> spp.).....	9
5 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงรำคาญ (<i>Culex</i> spp.).....	10
6 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงแม่ไก่ (<i>Armigeres subalbatus</i>).....	10
7 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงเสือหรือยุงแมนโซเนีย (<i>Mansonia</i> spp.).....	11
8 แสดงวงจรชีวิตของยุงตั้งแต่ระยะไข่จนระยะตัวเต็มวัย.....	12
9 แสดงลักษณะผื่น Papular urticaria	18
10 แสดงลักษณะของเหง้า ใบ ผล และดอกของข่าเล็ก.....	56
11 แสดงลักษณะของข่าเล็กที่ปรากฏในธรรมชาติ.....	56
12 แสดงลักษณะของเหง้าข่าเล็ก มีสีออกน้ำตาลแดง.....	57
13 แสดงลักษณะของเหง้าข่าใหญ่เปรียบเทียบกับเหง้าข่าเล็ก.....	57
14 แสดง Gas chromatogram ของส่วนไฮโดรคาร์บอน.....	60
15 แสดง Gas chromatogram ของส่วน Oxygenated compounds.....	62
16 แสดงปิเปตที่ใช้วัดปริมาณสารทดสอบให้ได้ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตรเพื่อทดลองบนบริเวณ ทดสอบ.....	71
17 แสดงกรงทดสอบซึ่งมียุงลายหรือยุงรำคาญตัวเมียจำนวน 250 ตัว.....	72
18 แสดงปลอกแขนพลาสติกซึ่งใช้หุ้มแขนส่วนที่ไม่ได้ทำสารทดสอบ.....	72
19 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันยุงด้วยวิธี Arm-in-cage.....	73
20 แสดงการทำสารทดสอบด้วยปิเปตลงบนพื้นที่ทดสอบขนาด 30 ตารางเซนติเมตร ซึ่ง ได้กำหนดขอบเขตด้วยเทปกาวยึดเรียบร้อยแล้ว.....	74

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
21 แสดงการสวมปลอกแขนพลาสติกที่เจาะรูพอดีกับบริเวณทดสอบเพื่อปกปิดส่วนที่ไม่ได้ทำสารทดสอบไว้.....	75
22 แสดงการยื่นแขนข้างที่ทำสารทดสอบเข้าไปในกรงที่มียุ้งอยู่ 250 ตัว.....	75
23 แสดงยุ้งลงกักบริเวณทดสอบ โดยการทดสอบจะสิ้นสุดเมื่อมียุ้งลงกักอย่างน้อย 2 ตัว ในบริเวณทดสอบในช่วงระยะเวลา 3 นาที.....	76
24 แสดงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันยุง.....	78
25 กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกักตัวอย่างสมบูรณ์จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม.....	92
26 แผนภาพการกระจายของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายบ้านกักตัวอย่างสมบูรณ์ของสารทดสอบแต่ละชนิดในอาสาสมัครแต่ละคน.....	93
27 กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกักตัวอย่างสมบูรณ์จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม.....	100
28 แผนภาพการกระจายของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงรำคาญกักตัวอย่างสมบูรณ์ของสารทดสอบแต่ละชนิดในอาสาสมัครแต่ละคน.....	101
29 กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกักตัวอย่างสมบูรณ์เปรียบเทียบยุงลายบ้านและยุงรำคาญจากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม.....	104
30 แสดงอาการผิวแฉะจากการทาน้ำมันหอมระเหย.....	108
31 แสดงตุ่มนูนบวมแดงจากยุงที่ใช้ทดสอบกัด.....	109
32 แสดงลำดับการคัดเลือกอาสาสมัครในโครงการวิจัย.....	112

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาตจวิทยา

พฤษภาคม 2554

อมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์. (2554). การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในการป้องกัน
ยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด. ปริญญาานิพนธ์ วท.ม. (ตจวิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์นายแพทย์ มนต์รี
อุดมเพทายกุล, รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล โกมลมิศร์.

ภูมิหลัง: การกัดของยุงก่อให้เกิดความเจ็บปวด ผื่นผิวหนังอักเสบ อาการคัน เกาจนเป็น
บาดแผล ทำให้เกิดโรคผิวหนังติดเชื้อและรอยดำตามมา นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญใน
ประเทศเขตร้อน การใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการป้องกันยุงอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม
และเกิดการสร้างความต้านทานของยุงได้ น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ
โดยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมีความสามารถในการระเหยเป็นไอ กลิ่นหอมฉุน มีโมโนเทอร์ปีนและ
เซสควิเทอร์ปีนซึ่งมีฤทธิ์ป้องกันยุงกัดได้ และยังไม่มีการวิจัยใดที่ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอม
ระเหยจากข่าเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในการป้องกันยุงลาย
บ้านและยุงรำคาญกัด และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กที่ความเข้มข้น
ต่างๆ ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด

วิธีการวิจัย: เป็นการศึกษาเชิงทดลองโดยใช้วิธี arm-in-cage ทดสอบในอาสาสมัคร 10 คน
อาสาสมัครแต่ละคนจะได้รับการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และ
สารควบคุม บริเวณทดสอบเป็นแขนท่อนล่าง สอดแขนเข้าไปในกรงที่มียุงลายบ้านหรือยุงรำคาญ
จำนวน 250 ตัวจนถึงช่วงเวลาที่มียุงกัดเป็นตัวที่ 2 วัดระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์
ของสารแต่ละตัว และติดตามผลข้างเคียงจากน้ำมันหอมระเหยที่ 24 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน

ผลการทดลอง: ระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอม
ระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมเป็น 67.76, 93.49 และ 0.69 นาที ตามลำดับ
ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุง
รำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมเป็น
150.45, 192.40 และ 0.74 นาที ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p < 0.05$) เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยของน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และ
ร้อยละ 10 ในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์นานกว่าระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายกัด
อย่างสมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไม่พบผื่นแพ้สัมผัสหรือผื่นแพ้ระคายเคืองใน
อาสาสมัครแต่อย่างใด

สรุป: น้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กเป็นสมุนไพรตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญ โดยประสิทธิภาพขึ้นกับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยและชนิดของยุง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นตำรับทางการค้าที่ป้องกันยุงได้นานขึ้น

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย, ข่าเล็ก, ยุงลายบ้าน, ยุงรำคาญ, ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์



EFFECTIVENESS OF ESSENTIAL OIL OF *Alpinia officinarum* Hance IN REPELLENCY
AGAINST *Aedes aegypti* AND *Culex quinquefasciatus*



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science in Dermatology
at Srinakharinwirot University

May 2011

Amolaya Suchivoraphanpong. (2011). *Effectiveness of Essential Oil of Alpinia officinarum Hance in Repellency against Aedes aegypti and Culex quinquefasciatus*. Master thesis, M.S. (Dermatology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Montree Udompataikul, Assoc. Prof. Dr. Narumon Kamalamisra.

Background: Mosquito bites result in pain, hypersensitivity reaction, itching, excoriation, infection and post-inflammatory hyperpigmentation. Mosquito-borne diseases are also crucial problems in tropical countries. However long-term synthetic repellent use may cause contamination in environment and chemical resistance. Therefore, plant-derived essential oil is an interesting alternative for mosquito bites protection. In this research, essential oil of *Alpinia officinarum* Hance was chosen as our interest. It has vaporizing property and characteristic odor. Moreover, it contains monoterpenes and sesquiterpenes which their repellent effects have been proven. There is no previous report claiming its repellent effect.

Objective: To determine the effectiveness of essential oil of *Alpinia officinarum* Hance in repellency against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* and to compare the effectiveness of essential oil at different concentration in repellency against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*.

Method: According to experimental study designed, ten volunteers were recruited. The arm-in-cage method was performed in each volunteer to assess the effectiveness of 5%, 10% essential oil and control material. The test areas were volunteers' forearms. The volunteers inserted their treated forearms in a cage containing 250 female mosquitoes until the second bite occurred. The completed protection time of each material was measured. Adverse effects were evaluated at 24 hours, 72 hours and 7 days after the experiment.

Results: The average completed protection time of 5%, 10% essential oil and control against *Aedes aegypti* were 67.76, 93.49 and 0.69 minutes, respectively, which were significantly different ($p < 0.05$). The average completed protection time of 5%, 10% essential oil and control against *Culex quinquefasciatus* were 150.45, 192.40 and 0.74 minutes, respectively, which were also significantly different ($p < 0.05$). In addition, the average

completed protection time of both 5% and 10% essential oil against *Culex quinquefasciatus* were significantly longer than that of *Aedes aegypti* ($p < 0.05$). Allergic contact dermatitis and irritant contact dermatitis were not found.

Conclusion: Essential oil of *Alpinia officinarum* Hance is a novel plant-derived repellent against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. Its effectiveness depends on concentration and mosquitoes's species. Commercial formulation could be developed to improve its effectiveness.

Keywords: essential oil, *Alpinia officinarum* Hance, *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*, completed protection time



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โรคที่มีแมลงเป็นพาหะ เช่น ไข้เลือดออก มาลาเรีย พิลารีเรียในต่อมน้ำเหลือง ไข้สมองอักเสบ เป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศในเขตร้อนรวมถึงประเทศไทย⁽¹⁾ เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีวัคซีนที่ป้องกันโรคเหล่านี้ได้ การป้องกันไม่ให้ยุงและแมลงกัดจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด และใช้วิธีอื่นร่วมด้วย⁽²⁾ เช่น สร้างสิ่งกีดขวางหรือกำบัง จัดการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุง จัดการแหล่งเกาะพักของยุงในบ้าน เป็นต้น ยุงที่เป็นพาหะนำโรคร้ายมาสู่คนมีประมาณ 35 ชนิด ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เช่น ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก, ยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*, *Anopheles maculates*, *Anopheles minimus*, *Anopheles sundaicus*) เป็นพาหะนำโรคมาลาเรีย, ยุงรำคาญ (*Culex fuscocephala*, *Culex gelidus*, *Culex tritaeniorhynchus*) เป็นพาหะนำโรคไข้สมองอักเสบ, ยุงเสือ (*Mansonia bonnea*, *Mansonia dives*, *Mansonia Indiana*, *Mansonia uniformis*) ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) และยุงลาย (*Aedes niveus*) เป็นพาหะนำโรคเท้าช้าง⁽¹⁾

นอกจากนี้การกัดต่อยจากแมลงทำให้เกิดความเจ็บปวดและปฏิกิริยาทางผิวหนัง⁽³⁾ โดยผื่นผิวหนังอักเสบจากแมลง (Insect bite reaction) เป็นอาการที่เกิดจากปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายต่อสารก่อภูมิแพ้จากแมลง ซึ่งอาจเกิดจากยุง ริ้น ไร เห็บ หรือหมัดในสัตว์เลี้ยงเช่น สุนัข แมว โดยลักษณะผื่นและความรุนแรงจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

ปัญหาผื่นผิวหนังอักเสบจากแมลงกัดต่อยมักพบบ่อยในเด็ก โดยเฉพาะผื่นแพ้ที่เกิดจากยุงกัด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพทางภูมิศาสตร์ ประกอบกับรูปแบบการดำรงชีวิตประจำวัน ปฏิกริยาภูมิแพ้ต่อยุงเป็นปฏิกิริยาทางผิวหนังหลังจากโดนยุงกัดโดยลักษณะของปฏิกิริยาภูมิแพ้แบบเฉียบพลัน (Immediated reaction) มีลักษณะเป็นตุ่มนูนแดงเกิดในระยะเวลา 20 นาทีหลังสัมผัส จากนั้น 2-6 ชั่วโมง จะพบผื่นเป็นลักษณะตุ่มแดงคันอาจมีอาการบวมของผิวหนังรอบๆ และปฏิกิริยาตามหลัง (Delayed reaction) จะมีลักษณะตุ่มนูนคันเกิดขึ้นในหลังสัมผัสตั้งแต่ 24 ชั่วโมงซึ่งรอยโรคนี้ในบางรายอาจอยู่ได้นานหลายสัปดาห์⁽⁴⁾ ในผู้ป่วยเด็กที่มีอาการแพ้ยุงนั้นเมื่อโดนยุงกัดร่างกายจะตอบสนองต่อน้ำลายและสารในน้ำลายของยุง เกิดเป็นปฏิกิริยาภูมิแพ้แบบเฉียบพลัน (Immediated reaction) และปฏิกิริยาตามหลัง (Delayed reaction) ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งลักษณะทางผิวหนังที่พบในผู้ป่วยกลุ่มนี้มักมีความรุนแรงกว่าคนทั่วไปคือ อาจพบตุ่มนูนแดงขนาดใหญ่หรือมีตุ่มน้ำ และมักมีอาการคันมากและเป็นอยู่นานเนื่องจากการกระตุ้นซ้ำๆ จากการเกา ในเด็กมักจะเกาจนเป็นบาดแผล และ

อาจเกิดการติดเชื้อได้ ซึ่งหากไม่ได้รับการดูแลรักษาที่เหมาะสมอาจทำให้เกิดโรคผิวหนังติดเชื้อ เช่น Impetigo หรือ Ecthyma ได้ นอกจากนี้การอักเสบที่เป็นอยู่นานนั้นเมื่อแผลหายแล้วจะมีโอกาสเกิดเป็นรอยดำ ซึ่งจะส่งผลถึงการขาดความมั่นใจและเสียบุคลิกภาพของคนไข้ได้

การใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่ประกอบไปด้วยสารเคมีสังเคราะห์ในขนาดที่ไม่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง นอกจากจะทำให้เกิดการสร้างความต้านทานของยุงต่อสารเคมีแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษในสิ่งแวดล้อมและปัญหาต่อผู้บริโภคได้⁽⁵⁾ โดยมีรายงานการเกิดพิษต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาทส่วนกลาง จากการใช้น,N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุดในโลก^(5,7) โดยเฉพาะเด็กเล็กซึ่งมีความเสี่ยงในการเกิดพิษได้มากกว่า ในปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสมุนไพรเพื่อนำมาใช้เป็นทางเลือกในการรักษาโรคต่างๆ รวมไปถึงการนำมาพัฒนาเป็นสารไล่ยุง สารฆ่ายุง และสารที่รบกวนการวางไข่ของยุงด้วย ซึ่งสมุนไพรมีสารเคมีตามธรรมชาติที่น่าจะมีความปลอดภัยมากกว่าจึงเป็นสิ่งที่ควรสนับสนุนให้มีการใช้มากขึ้น แต่ก็ควรใช้อย่างระมัดระวังให้มีความถูกต้องและเหมาะสมด้วย ดังนั้นงานวิจัยสมุนไพรในประเทศไทยจึงควรได้รับการส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนามาใช้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น เพื่อให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคต่อไป

สมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบนั้นเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลง ซึ่งมีการศึกษาวิจัยมาตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 แล้ว^(5,6,7) เช่น ตะไคร้หอม (Citronella) ซึ่งมาจากสกุล *Cymbopogon* มีการศึกษากันมาอย่างช้านาน และปัจจุบันยังคงเป็นสมุนไพรไล่ยุงที่นิยมมากที่สุดทั่วโลก ส่วนน้ำมันหอมระเหยอื่นๆที่มีรายงาน เช่น ยูคาลิปตัส กานพลู แมงลัก ขมิ้นชัน พิมเสนใบ มะแข่น เป็นต้น ยังคงมีนักวิจัยให้ความสนใจแสวงหาสมุนไพรที่มีประสิทธิผลต่อการป้องกันแมลงให้เป็นทางเลือกที่มากขึ้น

การศึกษครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก (*Alpinia officinarum* Hance) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และ ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กคือ มีความสามารถในการระเหยเป็นไอและมีกลิ่นที่หอมฉุนมากเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว กลิ่นจะต่างจากขิงโดยข่ามีกลิ่นเหมือนไม้มากกว่าและมีกลิ่นมินท์ที่แรงกว่าขิง⁽⁸⁾ ซึ่งน่าจะรบกวนต่อมรับกลิ่นของยุงได้ดี และมีสารที่เป็นส่วนประกอบทั้งกลุ่ม Monoterpenes ได้แก่ α -pinene, limonene, terpinolene, camphor และกลุ่ม Sesquiterpenes ได้แก่ β -caryophyllene, α -bergamotene, β -bisabolene⁽⁹⁾ ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงได้ นอกจากนี้ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมีความใกล้เคียงกับน้ำมันหอมระเหยจากข่าใหญ่มาก^(9,10,11) โดยมีรายงานประสิทธิภาพในการป้องกันยุงของน้ำมันหอมระเหยข่าใหญ่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ใน

เอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าป้องกันยุงลายบ้านได้นาน 0.6 ± 0.2 ชั่วโมง⁽¹⁰⁾ และป้องกันยุงรำคาญได้นาน 6.1 ± 0.9 ชั่วโมง⁽¹⁰⁾ น้ำมันหอมระเหยชาเล็กก็น่าจะป้องกันยุงลายและยุงรำคาญกัดได้เช่นเดียวกันหรืออาจจะป้องกันได้นานมากกว่านี้ นอกจากนี้จากการค้นหาวางานวิจัยที่ตีพิมพ์ทั้งในประเทศและต่างประเทศจากฐานข้อมูลต่างๆ ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในความเข้มข้นต่างๆ ในการป้องกันยุงกัดเลย ส่วนในเรื่องของความเป็นพิษนั้นยังไม่มีรายงานความเป็นพิษในคนแต่อย่างใด และยังเป็นสมุนไพรที่ใช้เป็นยาแผนโบราณมานานนับพันปี ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงทำเพื่อเป็นการค้นพบน้ำมันหอมระเหยตัวใหม่ที่ใช้ป้องกันยุงได้และศึกษาว่าความเข้มข้นต่างๆ มีระยะเวลาในการไต่ยุงแตกต่างกันมากน้อยเท่าไร ถ้าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กป้องกันยุงได้ดีก็นำไปศึกษาต่อยอดเพิ่มเติม เช่น ศึกษาในยุงชนิดอื่นๆ รวมทั้งยุงที่มีการดื้อต่อ DEET หรือนำไปพัฒนาเป็นตำรับ (Formulation) ที่ป้องกันยุงได้นานขึ้น หรือนำไปผสมกับพืชชนิดอื่นที่ป้องกันยุงได้เพื่อเสริมฤทธิ์กัน (Synergistic effect) เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของชาเล็กอีกด้วย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด
2. เพื่อพัฒนาตำรับยากันยุงที่ผลิตจากสมุนไพร ลดการใช้ยากันยุงสังเคราะห์ที่มีพิษต่อคนและสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อเป็นการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรของไทย
4. เพื่อเป็นการสนับสนุนให้สมุนไพรไทยเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด ในกลุ่มอาสาสมัครอายุ 20-60 ปี ไม่จำกัดเพศ สุขภาพแข็งแรง จากการให้ยุงลายบ้านและยุงรำคาญทดลองกัดจากห้องปฏิบัติการกัด ทำการวัดระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ และประเมินผลข้างเคียงจากการใช้น้ำมันหอมระเหย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

อาสาสมัครอายุ 20-60 ปี ไม่จำกัดเพศ สุขภาพแข็งแรง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

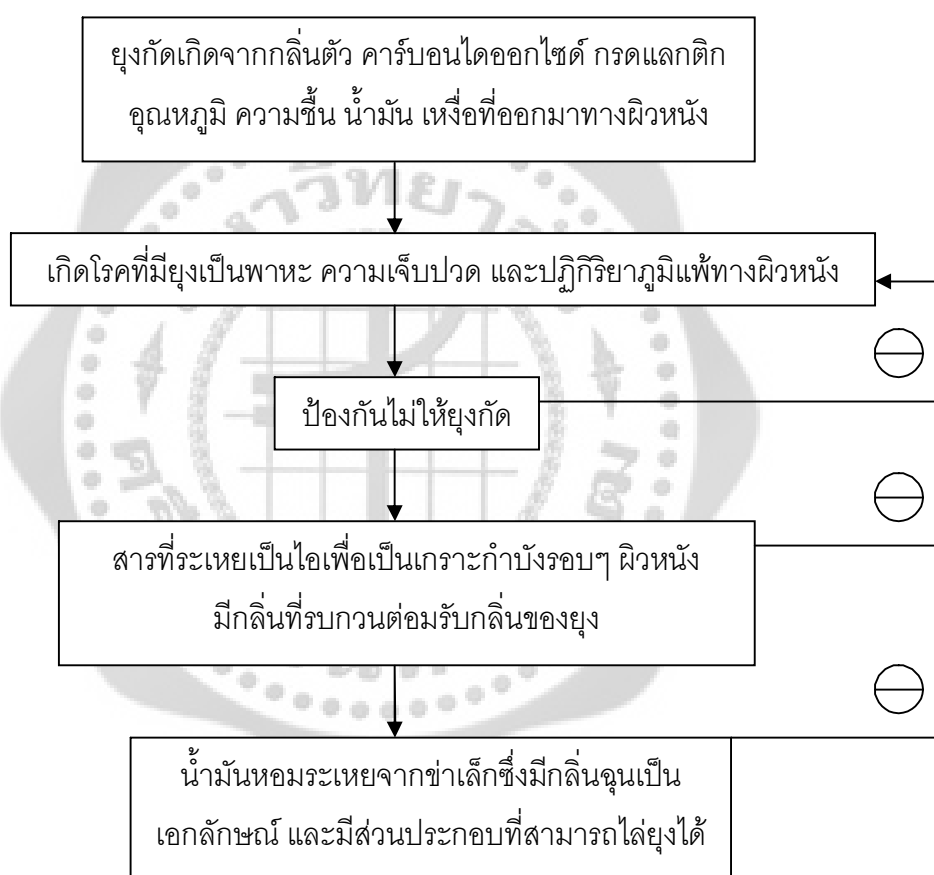
อาสาสมัครอายุ 20-60 ปี ไม่จำกัดเพศ สุขภาพแข็งแรง จำนวน 10 คน และสามารถมาตรวจติดตามผลตามนัดได้

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรอิสระ น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์

ตัวแปรตาม ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ (Completed protection time)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด
2. น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กที่มีความเข้มข้นมากกว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัดมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แมลงที่เป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์
2. โรคที่มียุงเป็นพาหะ
3. พยาธิกำเนิดและลักษณะทางคลินิกของโรคผิวหนังที่มีแมลงเป็นสาเหตุ
4. ปฏิกิริยาภูมิแพ้ (Allergic reaction)
5. การป้องกันแมลงกัดด้วยวิธีต่างๆ
6. สารทาป้องกันยุง
7. สารเคมีสำคัญที่พบในพืชสมุนไพร
8. การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร
9. น้ำมันหอมระเหย
10. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันยุงและแมลงต่างๆ
11. ส่วนประกอบและคุณสมบัติของขี้ผึ้งและน้ำมันหอมระเหยจากขี้ผึ้ง

1. แมลงที่เป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์

1.1 กลุ่มแมงและแมลง ^(12,13)

แมงและแมลงทำให้มีอาการทางผิวหนังได้บ่อย ซึ่งมีความรุนแรงต่างกันในแต่ละบุคคล สัตว์กลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

1. กลุ่มแมง ได้แก่ ไร (Mite), หิด (Scabies), เล็นไร (Demodicidosis) และเห็บ (Tick)
2. กลุ่มแมลง ได้แก่ ยุง (Mosquitoes), เหา (Lice), โลน (Phthirius pubis), เือด (Cimex) และหมัด (Flea)

แมลงมีทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์และชนิดที่เป็นโทษ แมลงทำให้เกิดผลกระทบเมื่อพิจารณาในแง่ของการแพทย์ ดังนี้

1. การทำให้เกิดผลกระทบโดยตรง เช่น ผิวหนังอักเสบเนื่องจากแพ้ น้ำลายของแมลงทำให้คัน ถ้ามีการเกาจะทำให้เกิดแผลและนำไปสู่การติดเชื้อแบคทีเรียซ้ำซ้อนได้ การแพ้พิษหรือสัมผัสแมลง เช่น ผึ้ง ต่อ แตน ตัวก้นกระดก ทำให้เจ็บปวด บวม และอักเสบ นอกจากนี้แมลงก่อให้เกิดความรำคาญ และสูญเสียเลือด เช่น เหา ยุง แมลงดูดเลือดอื่นๆ รวมถึงอุบัติเหตุที่แมลงบินเข้าตา จมูก หู นอกจากนี้

ตัวอ่อนของแมลงอีกหลายชนิดสามารถเข้าไปอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดแผลเรื้อรังได้ เช่น หนอนแมลงวันบางชนิด

ลักษณะของผื่นหรือตุ่มที่เกิดขึ้นหลังถูกแมลงกัดเป็นดังนี้^(3,12,13)

- ยุงและริ้น ทำให้ผิวหนังบวมเป็นตุ่มแดง อาจขยายใหญ่ขึ้นหากผู้ถูกกัดมีอาการแพ้
- เือด ทำให้เกิดเป็นตุ่มแดง จุดคัน อักเสบ หรืออาจเป็นผื่นลมพิษ
- มวนเพศผสมชาติ ทำให้เกิดตุ่มน้ำ หรืออาจเป็นผื่นลมพิษ
- เหา น้ำลายเหาทำให้คันได้มาก มักเกาและมีการติดเชื้อแบคทีเรียซ้ำซ้อนจนเกิดตุ่มหนอง

นานไปผิวหนังจะหนาขึ้นมีสีคล้ำเรียกว่า Vagabond's syndrome

- ริ้นฝอยทราย ทำให้เกิดตุ่มคัน หรือผื่นลมพิษ

การรักษาอาการที่เกิดจากการถูกแมลงกัดหรือต่อย ควรพิจารณาตามอาการแสดงของร่างกาย ที่ตอบสนองต่อพิษนั้น ได้แก่

- อาการเฉพาะที่ไม่รุนแรง ใช้น้ำแข็งวางประคบ ทายาแก้แพ้ หรือให้รับประทานยาแก้ปวด ยาแก้อักเสบ และยาแก้แพ้
- อาการช็อค (Anaphylaxis) ต้องให้ออกซิเจนช่วยหายใจ ให้สารทางหลอดเลือดดำ

2. การเป็นพาหะทำให้เกิดโรค⁽¹⁾ ได้แก่ เป็นตัวพาโรค (Mechanical transmission) คือการที่เชื้อโรคติดไปกับตัวแมลงวัน แมลงสาบ ติดไปตามขาหรืออวัยวะต่างๆของแมลง เช่น ไข่ไทฟอยด์ อหิวาตกโรค บิด นอกจากนั้นยังเป็นพาหะแพร่เชื้อโรค (Vector) การแพร่โดยวิธีนี้เชื้อโรคจะเข้าไปเจริญในร่างกายของแมลง (Biological transmission) ก่อนเข้าสู่คน เชื้ออาจติดต่อสู่คนได้โดยถูกแมลงกัดดูดเลือด หรือติดมากับอุจจาระของแมลง รวมถึงเป็นที่อาศัยเจริญเติบโตของเชื้อโรค (Intermediate host) เช่น พยาธิอาศัยอยู่ในแมลงสาบ

1.2 ยุง (Mosquitoes)^(12,13)

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Diptera

Family : Culicidae

ยุงเป็นแมลงขนาดเล็ก มีปีก 1 คู่ จัดอยู่ในอันดับ Diptera วงศ์ Culicidae ในประเทศไทยมีประมาณ 412 ชนิด แหล่งอาศัยมีอยู่ทั่วไปทั้งในเขตเมือง ชนบทและป่า ในประเทศเขตร้อนชื้นนั้นเป็นที่ทราบกันดีว่ายุงนั้นนอกจากจะเป็นพาหะของโรคหลายชนิด เช่น มาลาเรีย ไข้เลือดออก ไข้เหลืองแล้ว ปัญหาซึ่งเกิดจากยุงที่พบได้บ่อยคือปฏิกิริยาแพ้ทางผิวหนังหรือภาวะภูมิไวต่อยุงกัดที่เกิดจากการตอบสนองต่อน้ำลายของยุง ซึ่งยุงใช้ในการปล่อยสารต้านการแข็งตัวของเลือดเข้าสู่กระแสเลือดโดยที่การ

ตอบสนองนั้นจะขึ้นอยู่กับภาวะภูมิไวของแต่ละคน ยุงที่เป็นปัญหาทางการแพทย์ที่สำคัญของประเทศไทย เช่น

1. ยุงลาย (*Aedes spp.*)

ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) (ภาพประกอบ 2) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) (ภาพประกอบ 3) เป็นพาหะนำเชื้อไวรัสเดงกี ก่อให้เกิดโรคไข้เลือดออก นอกจากนี้ยุงลาย *Aedes niveus* เป็นพาหะนำพยาธิ *Wuchereria bancrofti* ก่อให้เกิดโรคฟิลาเรียในต่อมน้ำเหลืองคนได้

ลักษณะสำคัญ ลำตัวและขามีลายดำสลับขาว เป็นยุงขนาดเล็ก ชอบกัดในเวลากลางวันแต่กลางคืนก็กัดได้ แหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญ เช่น ภาชนะขังน้ำดื่ม น้ำใช้ จานรองขาตู้ ยางรถยนต์ แจกันดอกไม้ เศษวัสดุที่มีน้ำขัง ตอไม้ไผ่ กะลา กาบใบพืช เกาะพักอยู่ตามสิ่งห้อยแขวนภายในบ้าน

มีวงจรชีวิต 9-14 วัน ตัวเมียอายุประมาณ 1 เดือน ตัวผู้อายุประมาณ 6-7 วัน ยุงแต่ละตัววางไข่ได้ 3-4 ครั้ง จำนวน 50-200 ฟองต่อครั้ง ยุงตัวเมียเมื่ออายุได้ 2-3 วัน จึงเริ่มออกหากินเลือดคนหรือสัตว์ โดยจะหากินตั้งแต่เช้าจนถึงเวลาพลบค่ำ โดยเฉพาะในช่วงเวลา 8.00 - 17.00 นาฬิกา เพื่อนำเอาโปรตีนและแร่ธาตุไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตของรังไข่ ส่วนยุงตัวผู้จะดูดน้ำหวานเพื่อดำรงชีวิต



ภาพประกอบ 2 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) สันหลังอกด้านบนมีเกล็ดสีขาว รูปร่างคล้ายเคียว 1 คู่

ที่มา: อุษาวดี ถาวรระ. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. บริษัทไชร์จำกัด; 2546. หน้า 9-27.



ภาพประกอบ 3 แสดงลักษณะวิทยาภายนอกของยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) สันหลังอกด้านบน มีเกล็ดสีขาวเป็นเส้นตรงอยู่กลางสันหลัง

ที่มา: อุษาวดี ถาวรระ. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. บริษัทไชร์จำกัด; 2546. หน้า 9-27.

แหล่งเพาะพันธุ์ของลูกน้ำยุงลายทั้งสองชนิดแตกต่างกัน ลูกน้ำของยุงลายบ้านจะอยู่ในภาชนะขังน้ำชนิดต่างๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่อยู่ในบ้านและบริเวณรอบๆ บ้าน เช่น โถงน้ำดื่ม น้ำใช้ บ่อซีเมนต์เก็บน้ำในห้องน้ำ ถ้วยหล่อชาตักกับข้าวกันมด แจกัน ภาชนะเลี้ยงปลูด่าง จานรองกระถางต้นไม้ ยางรถยนต์เก่าและเศษวัสดุต่างๆ ที่มีน้ำขัง เป็นต้น

ลูกน้ำยุงลายสวนมักเพาะพันธุ์อยู่ในแหล่งเพาะพันธุ์ธรรมชาติ เช่น โพรงไม้ โพรงหิน กระบอกลไม้ไผ่ กาบใบพืชจำพวกกล้วย พลับพลึง หมาก ฯลฯ ตลอดจนแหล่งเพาะพันธุ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นและอยู่บริเวณรอบๆ บ้านหรือในสวน เช่น ยางรถยนต์เก่า รางน้ำฝนที่อุดตัน ถ้วยรองน้ำยางพาราที่ไม่ใช้แล้ว หรือแม้แต่แอ่งน้ำบนดิน

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ยุงลายบ้านปลอดเชื้อในการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กเนื่องจากปัจจุบันได้มีรายงานการวิจัยที่พบว่าการกระจายตัวของยุงลายบ้านในแหล่งอาศัยของคนเพิ่มขึ้น ซึ่งปกติยุงลายบ้านจะมีกำเนิดในป่าแถบทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และอาศัยกินเลือดจากสัตว์ จากนั้นได้มีการพัฒนาจนสามารถกินเลือดมนุษย์ และยังสามารถเพาะพันธุ์ได้ทั้งแหล่งที่ขังน้ำชนิดต่างๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น และแหล่งเพาะพันธุ์ธรรมชาติ

การขยายตัวของประชากรและที่อยู่อาศัยจากในเมืองออกสู่เขตชานเมืองและชนบทมากขึ้น จึงทำให้ยุงลายสวนปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังพบการกระจายของยุงลายสวนไปยังสหรัฐอเมริกา ประเทศในแถบอเมริกา หมู่เกาะแปซิฟิก ออสเตรเลีย แอฟริกา ญี่ปุ่น และทวีปยุโรป สันนิษฐานว่าติดไปกับการขนส่งสินค้าประเภทยาง และพันธุ์ไม้ ที่นำเข้าจากทวีปเอเชีย การที่ยุงลายสวนสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันไปได้นั้น เนื่องจากมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิได้ตั้งแต่เขตร้อนจนถึงเขตหนาวเย็นโดยสามารถผสมพันธุ์และมีชีวิตอยู่ได้ที่

อุณหภูมิต่ำถึง -5 องศาเซลเซียส ตัวอ่อนสามารถหยุดการเจริญเติบโตเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าระดับที่จะสามารถทนได้ นอกจากนี้ยังพบว่าในไข่แดงนั้นมีปริมาณไขมันมากและตัวอ่อนสามารถสร้างไขมันได้มีประสิทธิภาพมากกว่ายุงลายบ้านทำให้ทนต่อสภาพอากาศหนาวเย็นได้⁽¹⁴⁾ จากปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้ยุงลายสวนมีอัตราการรอดชีวิตสูง มีระยะเวลาในการปรับตัวสั้น และมีอัตราการเจริญเติบโตของประชากรสูง จึงเป็นปัญหาสำหรับการใช้ชีวิตประจำวันของคนที่อยู่อาศัยตามแหล่งกระจายพันธุ์ของยุง

2. ยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.)

ยุงก้นปล่องมีหลายชนิดที่เป็นพาหะนำเชื้อพลาสมาเดียมก่อให้เกิดโรคมาลาเรีย พบว่าชนิดที่เป็นพาหะหลักมีประมาณ 40 ชนิด สำหรับชนิดที่เป็นพาหะที่สำคัญในประเทศไทย เช่น *Anopheles dirus*, *Anopheles maculatus*, *Anopheles minimus*, *Anopheles sundaicus* นอกจากนี้ยุงก้นปล่องบางชนิดยังเป็นพาหะที่สำคัญนำพยาธิ *Brugia* spp. ก่อให้เกิดโรคฟิลาเรียในต่อมน้ำเหลืองคนได้

ลักษณะทั่วไป⁽¹³⁾ ลำตัวสีน้ำตาลดำ ปากเป็นแท่งยาวหนา (ภาพประกอบ 4) เวลากัดลำตัวยกขึ้นทำมุม 45 องศา เป็นยุงขนาดเล็ก ออกหากินเวลากลางคืน มีทั้งชนิดชอบกินเลือดสัตว์และกินเลือดคน แหล่งเพาะพันธุ์อยู่ในป่า เช่น ลำธาร แอ่งหิน คูน้ำ นาข้าว หลุมพลอย หลุมรอยเท้าสัตว์ ที่มีแสงแดดส่องถึงและมีร่มเงาบางส่วน



ภาพประกอบ 4 แสดงลักษณะพื้นฐานของยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.)

ที่มา: อุษาวดี ถาวรระ. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. บริษัทไชร์จำกัด; 2546. หน้า 9-27.

3. ยุงรำคาญ (*Culex* spp.)

ยุงรำคาญมีหลายชนิดที่เป็นพาหะนำเชื้อเจอีไวรัส (Japanese encephalitis virus) ซึ่งก่อให้เกิดโรคไข้สมองอักเสบ ยุงรำคาญชนิดที่สำคัญ เช่น *Culex fuscocephala*, *Culex gelidus*, *Culex tritaeniorhynchus* และ *Culex vishnui* นอกจากนี้ยังมีชนิด *Culex quinquefasciatus* เป็น

พาหะนำพยาธิ *Wuchereria bancrofti* ก่อให้เกิดโรคฟิลาเรียในต่อมน้ำเหลืองคน และเป็นพาหะนำพยาธิ *Dirofilaria* ก่อให้เกิดโรคพยาธิหนอนหัวใจในสุนัข

ลักษณะทั่วไป⁽¹³⁾ ลำตัวสีน้ำตาล เป็นยุงขนาดเล็ก (ภาพประกอบ 5) พบมากที่สุด พบได้ทั่วไปทั้งตามเมืองและชนบท ออกหากินตั้งแต่พลบค่ำไปตลอดคืน ในเวลากลางวันมักจะเกาะพักตามมุมมืดที่อับชื้น เช่น ในรองเท้า ตามราวแขวนเสื้อผ้า แหล่งเพาะพันธุ์ เช่น แอ่งน้ำขังใต้ถุนบ้าน ท่อระบายน้ำ คูคลองที่มีขยะ น้ำล้างคอกสัตว์ พุงหญ้า นาข้าว



ภาพประกอบ 5 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงรำคาญ (*Culex* spp.)

ที่มา: อุษาวดี ถาวรระ. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. บริษัทดีไซร์จำกัด; 2546. หน้า 9-27.

4. ยุงแม่ไก่ (*Armigeres subalbatus*)

เป็นยุงขนาดใหญ่ ลำตัวลายดำสลับขาวแต่ขาไม่ลาย (ภาพประกอบ 6) ชอบกัดในเวลาพลบค่ำและเช้ามืด เป็นพาหะนำพยาธิหนอนหัวใจในสุนัขเช่นเดียวกับยุงรำคาญ แหล่งเพาะพันธุ์ เช่น บ่อพักน้ำ ลูกมะพร้าวที่ถูกกระรอกเจาะ กะลามะพร้าว ตุ่มไที่มีน้ำสกปรก⁽¹³⁾



ภาพประกอบ 6 แสดงสัณฐานวิทยาภายนอกของยุงแม่ไก่ (*Armigeres subalbatus*)

ที่มา: อุษาวดี ถาวรระ. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. บริษัทไชร์จำกัด; 2546.
หน้า 9-27.

5. ยุงเสือหรือยุงแมนโซเนีย (*Mansonia* spp.)

ยุงเสือเป็นพาหะที่สำคัญนำพยาธิ *Brugia* spp. ก่อเกิดโรคฟิลาเรียในต่อมน้ำเหลืองคน ชนิดที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ *Mansonia annulifera*, *Mansonia bpnneae*, *Mansonia dives* และ *Mansonia uniformis*

ลักษณะทั่วไป⁽¹³⁾ ตัวลายคล้ายเสือ มีสีน้ำตาล เป็นยุงขนาดกลาง (ภาพประกอบ 7) ส่วนใหญ่ออกหากินในเวลากลางคืน แต่มีบางชนิดที่กัดในเวลากลางวัน พบยุงชนิดนี้ตามชานเมืองที่มีหนอง บึง ป่าพรุ ซึ่งมีพืชน้ำปกคลุม เนื่องจากลูกน้ำยุงชนิดนี้อาศัยอยู่ใต้น้ำตลอดเวลา ใช้ท่อหายใจเกาะติดกับพืชน้ำโดยหายใจผ่านพืชน้ำที่มันเกาะอยู่

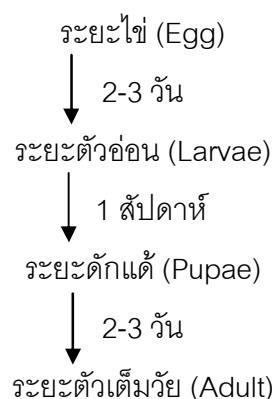


ภาพประกอบ 7 แสดงลักษณะภายนอกของยุงเสือหรือยุงแมนโซเนีย (*Mansonia* spp.)

ที่มา: อุษาวดี ถาวรระ. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. บริษัทไชร์จำกัด; 2546.
หน้า 9-27.

1.3 วงจรชีวิตของยุง⁽¹⁴⁾

ยุงอยู่อาศัยอยู่ทั่วโลกยกเว้นทวีปแอนตาร์กติกา ยุงจะเกิดจากแหล่งที่มีน้ำนิ่ง โดยสามารถอยู่อาศัยได้ทั้งบึงหนองน้ำจืด น้ำเค็ม หรือน้ำกร่อย น้ำที่อยู่ตามภาชนะในบ้านเรือน และน้ำขังตามแหล่งต่างๆ วงจรชีวิตของยุงแบ่งเป็น 4 ระยะ (ภาพประกอบ 8) ดังนี้



ภาพประกอบ 8 แสดงวงจรชีวิตของยุงตั้งแต่ระยะไข่จนระยะตัวเต็มวัย

เริ่มจากการที่ยุงตัวเมียวางไข่อาจเป็นจำนวนหลายร้อยใบในคราวเดียวกันบนพื้นผิวน้ำ ไข่ของยุงบางสายพันธุ์ที่ยังไม่ได้ฟัก อาจอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่แห้งได้นานหลายสัปดาห์จนถึงหลายเดือน เมื่อถึงช่วงที่สภาวะแวดล้อมเหมาะสมก็จะฟักตัวออกมาได้ ไข่ยุงส่วนมากจะฟักตัวออกมาหลังวางไข่ประมาณ 2-3 วัน และตัวอ่อนอาจอาศัยอยู่ในน้ำนานประมาณ 1 สัปดาห์แล้วเปลี่ยนระยะไปเป็นดักแด้ จากนั้นดักแด้จะอยู่ในน้ำนานประมาณ 2-3 วันก่อนที่จะเปลี่ยนระยะไปเป็นยุงตัวเต็มวัย

ยุงตัวเมียเท่านั้นที่ดูดเลือดคนและสัตว์เป็นอาหารเพื่อนำไปผลิตไข่ ส่วนยุงตัวผู้จะอาศัยน้ำหวานในดอกไม้เป็นอาหาร โดยมากยุงจะหาอาหารทุก 3-4 วัน ในการดูดเลือดแต่ละครั้งยุงตัวเมียจะดูดเลือดในปริมาณที่มากกว่าน้ำหนักตัวของมันเอง ยุงส่วนใหญ่จะดูดเลือดตอนกลางวัน มีบางสปีชีส์ที่ดูดเลือดตอนพลบค่ำหรือตอนกลางคืน

ยุงบางสายพันธุ์ดูดเลือดสัตว์เป็นหลัก บางสายพันธุ์ก็ดูดเลือดคนเป็นหลัก ในยุงบางสายพันธุ์จะมีการดูดเลือดข้ามจากคนไปสัตว์ หรือจากสัตว์มาคนเมื่อฤดูกาลเปลี่ยนแปลง (Seasonal switching) ซึ่งเป็นกลไกที่อธิบายเหตุผลว่าเหตุใดเชื้อโรคจึงสามารถแพร่จากสัตว์มาสู่คนได้

1.4 ปัจจัยที่ดึงดูดยุงให้เข้ามาหามนุษย์^(14,15)

ยุงรับรู้ตำแหน่งของคนและสัตว์ที่มันจะดูดเลือดได้โดยใช้ประสาทสัมผัสทางการมองเห็น อุณหภูมิ ความร้อน และการดมกลิ่น ซึ่งการรับรู้ตำแหน่งโดยผ่านการได้กลิ่นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด การรับรู้ผ่านการมองเห็นนั้นจะมีประโยชน์ในการบอกตำแหน่งคนที่อยู่ในระยะไกล ในขณะที่การรับรู้กลิ่นจะช่วยบอกตำแหน่งคนที่อยู่ในระยะใกล้เข้ามา ในยุงที่ออกหากินในเวลากลางวัน การเคลื่อนไหวของคนหรือการสวมใส่เสื้อผ้าที่มีสีเข้มจะเป็นตัวกระตุ้นให้ยุงเข้ามาหามากขึ้นอีกด้วย ปัจจัยที่มีผลดึงดูดให้ยุงเข้ามาหา ได้แก่

1. คาร์บอนไดออกไซด์และกรดแลกติก เมื่อร่างกายมีเมตาบอลิซึมจะเกิดการปล่อยสารประกอบออกมารวมกันประมาณ 300-400 ชนิดทางผิวหนัง และปล่อยสารที่ระเหยได้ออกมาทางลมหายใจประมาณ 100 ชนิด สารประกอบเหล่านี้จะทำให้เกิดกลิ่นตัวขึ้นมา สารประกอบที่มีการค้นพบว่าออกมาทางผิวหนังและทางลมหายใจและเป็นตัวดึงดูดให้ยุงเข้ามา ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และกรดแลกติก โดยคาร์บอนไดออกไซด์นั้นจะปล่อยออกมาทางลมหายใจเป็นหลัก และเป็นตัวดึงดูดยุงที่อยู่ในระยะไกลได้มากถึง 36 เมตร ส่วนกรดแลกติกก็เป็นตัวดึงดูดโดยยุงจะรับรู้กรดแลกติกผ่านทางต่อมรับสารเคมี (Chemoreceptor) ที่อยู่บนหนวดของยุง ซึ่งต่อมรับกลิ่นนี้เองจะโดนยับยั้งโดยสารไล่แมลง DEET

2. อุณหภูมิและความชื้นของผิวหนัง เป็นปัจจัยดึงดูดยุงในระยะใกล้ ยุงที่มีสายพันธุ์ต่างกัน อาจมีความชอบในการเข้าหาอวัยวะแตกต่างกัน เช่น บางสายพันธุ์ชอบศีรษะ บางสายพันธุ์ชอบเท้า ทั้งนี้เป็นผลมาจากอวัยวะที่แตกต่างกันจะมีอุณหภูมิและปริมาณเหงื่อที่แตกต่างกันไป โดยคนที่ไม่มีเหงื่อ (Anhidrosis) จะมีการดึงดูดยุงน้อยกว่า

3. สารประกอบระเหยได้ที่มาจากน้ำมัน (Sebum) และเหงื่อ (Apocrine sweat และ eccrine sweat) บนผิวหนัง หรือสารประกอบที่เป็นผลมาจากปฏิกริยาระหว่างแบคทีเรียบนผิวหนัง (Microflora) กับน้ำมันและเหงื่อ โดยพบว่าต่อมรับกลิ่นของยุง *Anopheles gambiae* คือ AgOR1 ซึ่งอยู่ในยุงเพศเมียเท่านั้น จะตอบสนองกับกลิ่นเหงื่อของคน⁽¹⁶⁾

4. กลิ่นตัวโดยรวมของคนคนนั้น มีอิทธิพลมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์และกรดแลกติกเดี่ยวๆ

5. กลิ่นจากน้ำหอม สบู่ โลชั่น ผลิตภัณฑ์แต่งผม

6. อายุ พบว่าผู้ใหญ่ถูกยุงกัดมากกว่าเด็ก และคนอายุมากถูกยุงกัดน้อยกว่าคนอายุน้อย

7. เพศ ผู้ชายถูกกัดง่ายกว่าผู้หญิง

8. พื้นที่ผิว คนที่มีขนาดตัวใหญ่กว่ามีแนวโน้มที่ยุงจะเข้าหามากกว่าเนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และความร้อนที่ปล่อยออกมามากกว่า

2. โรคที่มียุงเป็นพาหะ (Mosquito-borne diseases)⁽¹⁾

ในแต่ละปีประชากรประมาณ 700 ล้านคนทั่วโลกได้รับผลกระทบจากโรคที่มียุงเป็นพาหะ และบางครั้งโรคมีความรุนแรงจนก่อให้เกิดสูญเสียชีวิตได้มากถึง 1 ในทุกๆ 17 คน โดยองค์การอนามัยโลกรายงานว่าโรคมาลาเรียนั้นก่อให้เกิดการสูญเสียชีวิตได้มากถึงปีละ 3 ล้านคน ยุงเป็นพาหะนำเชื้อได้หลายชนิด เช่น อาโบไวรัสที่เป็นสาเหตุของไข้เหลือง (Yellow fever) ไข้เลือดออก (Dengue hemorrhagic fever) ไข้สมองอักเสบ (Encephalitis) เชื้อพลาสโมเดียมที่เป็นสาเหตุของมาลาเรีย นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำพยาธิเท้าช้างที่เป็นสาเหตุของโรคเท้าช้าง (Filariasis) ด้วย ตัวอย่างของโรคที่นำโดยยุง ได้แก่

1. ไข้เลือดออก (Dengue hemorrhagic fever)

โรคนี้ระบาดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อเมริกาใต้ หมู่เกาะแปซิฟิก ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน มีรายงานพบผู้ป่วยปีละ 50 ล้านคน ตายปีละ 24,000 คน ประเทศไทยมักจะมีการแพร่ระบาดหนักในทุก 2-4 ปี อาการของโรคไข้เลือดออกที่พบคือ มีไข้สูงแบบเฉียบพลัน อาเจียน รับประทานอาหารไม่ได้ ตับโต เจ็บหน้าอก อาจมีเลือดกำเดาออก มีการเปลี่ยนแปลงในระดับเกล็ดเลือด มีการรั่วของของเหลวออกจากหลอดเลือด จึงจัดเป็นโรคติดต่ออันตรายเพราะอาจทำให้เกิดการช็อกเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ โรคนี้มีระยะฟักตัวประมาณ 1 สัปดาห์ มีถุงลายบ้านและถุงลายสวนเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสเดงกี ยุงจะมีเชื้อไปตลอดชีวิต และผลการวิจัยพบว่ายุงที่มีเชื้อสามารถถ่ายทอดเชื้อไวรัสเดงกีไปยังลูกหลานได้ ซึ่งเชื้อมี 4 ซีโรไทป์ ได้แก่ เดงกี 1, เดงกี 2, เดงกี 3 และเดงกี 4 การติดเชื้อเกิดจากยุงลายที่มีเชื้อไวรัสเดงกีกัด ในการติดเชื้อเดงกีครั้งแรกมักจะไม่แสดงอาการ หรือหากมีอาการจะมีไข้ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ มีผื่นหรือจุดเลือดออกที่ผิวหนัง ผู้ป่วยจะมีภูมิคุ้มกันต่อไวรัสชนิดนั้นไปตลอดชีวิต แต่ยังสามารถเป็นไข้เลือดออกได้อีกหากติดเชื้อไวรัสเดงกีต่างชนิดกับครั้งแรก การติดเชื้อซ้ำด้วยไวรัสเดงกีต่างชนิดกันมักจะทำให้เกิดโรคไข้เลือดออก เนื่องจากภูมิคุ้มกันที่มีในครั้งแรกไปกระตุ้นให้มีการเพิ่มปริมาณของไวรัสชนิดหลัง และนำไวรัสเข้าสู่เซลล์เป็นผลให้มีไวรัสปริมาณมากในร่างกายของผู้ป่วย นอกจากนี้พบว่าเซลล์ภูมิคุ้มกันเกิดการตายแบบทำลายตัวเองทำให้ภูมิคุ้มกันลดลง อาการของผู้ป่วยแต่ละรายรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับยีนที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมของแต่ละบุคคลและเชื้อที่ได้รับ หากรักษาไม่ทันอาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้

2. มาลาเรีย (Malaria)

มาลาเรียจัดเป็นโรคสำคัญที่สุดในกลุ่มโรคที่แมลงเป็นพาหะ พบผู้ป่วยประมาณ 100 กว่าประเทศในเขตร้อนโดยเฉพาะอเมริกาใต้ ในแต่ละปีมีผู้ป่วยด้วยโรคมาลาเรียประมาณ 300 ล้านคน เสียชีวิตประมาณ 1 ล้านคน มียุงก้นปล่องเป็นพาหะนำเชื้อโปรโตซัวสกุลพลาสโมเดียม (*Plasmodium*) อาการของโรคนี้ คือมีไข้เป็นพักๆ หนาวสั่น บางคนจึงเรียกว่าไข้จับสั่น อาจมีอาการคล้ายเป็นหวัด ปวดศีรษะ ไอ เจ็บคอ ปวดกล้ามเนื้อ อาเจียนและท้องเสียร่วมด้วย บางรายมีเชื้อแต่ไม่แสดงอาการ จะทราบว่าเป็นมาลาเรียก็ต่อเมื่อเจาะเลือด อาการป่วยเกิดขึ้น 8-30 วันหลังจากได้รับเชื้อ ซึ่งเชื้อสาเหตุสำคัญในสกุล *Plasmodium* มี 4 ชนิด คือ *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae*, และ *P. ovale* สำหรับชนิดที่รุนแรงคือ *P. falciparum* ซึ่งอาจทำให้เกิดมาลาเรียขึ้นสมอง (Cerebral malaria)

3. โรคฟิลาเรียในต่อมน้ำเหลือง (Lymphatic filariasis)

ประชากรทั่วโลกในเขตร้อนและร้อนชื้นประสบกับปัญหาโรคนี้ประมาณ 120 ล้านคน ใน 80 ประเทศ โรคนี้เกิดจากหนอนพยาธิชนิด *Wuchereria bancrofti* หรือ *Brugia malayi* หรือ *Brugia timori* เข้าไปอาศัยอยู่ในระบบน้ำเหลือง ทำให้เกิดสภาพอ่อนแอเรื้อรัง ในที่สุดอวัยวะบางส่วนมีขนาด

ใหญ่โตและรูปร่างผิดปกติ มักเกิดที่ขา บางคนจึงเรียกว่าโรคเท้าช้างแต่อาจเป็นที่แขน แขนงม หรือลูก
อ้นทะได้ หนองพยาธิพวกนี้มีชีวิตยืนยาวหลายปี พาหะสำคัญของหนองพยาธิชนิด *Wuchereria*
bancrofti ได้แก่ ยุงลาย *Aedes niveus* ยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.) และยุงรำคาญ (*Culex*
quinquefasciatus) ส่วน *Brugia* spp. พาหะที่สำคัญคือยุงเสือ (*Mansonia* spp.) ทั้ง 4 ชนิด ซึ่งมีอยู่ใน
ประเทศไทยและออกหากินทั้งกลางวันและกลางคืน

4. โรคไข้สมองอักเสบเจอี (Japanese encephalitis)

โรคไข้สมองอักเสบเจอีระบาดในแถบเอเชียอย่างกว้างขวาง โรคนี้มีอาการรุนแรงทางสมอง
อัตราตายสูงอาจถึงร้อยละ 40 เป็นโรคที่เกิดจากไวรัสเจอี มียุงรำคาญทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมาแล้วเป็น
พาหะสำคัญ ระยะฟักตัวของเชื้อในยุงประมาณ 9-12 วัน โดยมีสุกรและม้าเป็นแหล่งอาศัยที่สำคัญและ
เพิ่มปริมาณของเชื้อและแพร่มาสู่คน ระยะฟักตัวของเชื้อในคนประมาณ 5-15 วัน อาการของโรคนี้คือ มี
ไข้สูง ปวดศีรษะ อาเจียน ชี้น อาจเกิดอัมพาตของแขน ขา ชัก หมดสติ ขณะนี้เป็นโรคเดียวในโรคที่นำ
โดยแมลงที่มีวัคซีนป้องกันแม้จะไม่ได้ผลร้อยละ 100 กระทำได้โดยการฉีดวัคซีนเมื่ออายุ 18 เดือน 2 เข็ม
ห่างกัน 1 สัปดาห์และฉีดกระตุ้นอีก 1 เข็มเมื่ออายุ 2 ปี

3. พยาธิกำเนิดและลักษณะทางคลินิกของโรคผิวหนังที่มีแมลงเป็นสาเหตุ

3.1 ระบาดวิทยา

ปัญหาแมลงกัดต่อยเป็นปัญหาที่พบได้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ แต่พบบ่อยในเด็กรวมทั้งทารก
โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อน โดยทั่วไปผู้ป่วยมักมีอาการเพียงเล็กน้อยเช่นในวัยรุ่นหรือผู้ใหญ่จะมี
ลักษณะผื่นบวมขึ้นชั่วคราว⁽¹²⁾ ความรุนแรงของการเกิดปฏิกิริยาภูมิไวต่อการกัดต่อยอาจมีตั้งแต่เล็ก
น้อย เช่น อาการคันจนถึง Anaphylaxis ขึ้นกับภาวะภูมิไวของแต่ละบุคคลต่อชนิดของสัตว์ที่เป็นสาเหตุ
ซึ่งมักเกิดจากการตอบสนองต่อสารพิษหรือน้ำลายจากสัตว์ และพบว่ายุง หมัด ไรเป็นสาเหตุการ
เกิดปฏิกิริยาภูมิแพ้เฉพาะตำแหน่งที่ถูกกัด และมักไม่ทำให้เกิดลมพิษทั่วร่างกาย⁽¹⁷⁾

3.2 พยาธิกำเนิดของปฏิกิริยาภูมิแพ้

ปฏิกิริยาภูมิแพ้ต่อยุงเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยซึ่งพบเป็นปฏิกิริยาทางผิวหนังหลังจากโดนยุงกัด
โดยลักษณะของปฏิกิริยาภูมิแพ้แบบเฉียบพลัน (Immediated reaction) มีลักษณะเป็นตุ่มนูนแดงเกิดใน
ระยะเวลา 20 นาทีหลังสัมผัส และปฏิกิริยา Delayed reaction จะมีลักษณะตุ่มนูนคันเกิดขึ้นหลังสัมผัส
ตั้งแต่ 24 ชั่วโมง ซึ่งรอยโรคนี้ในบางรายอาจอยู่ได้นานหลายสัปดาห์

จากการศึกษา Specific IgE ในอาสาสมัครที่เป็นภูมิแพ้ต่อยุงกัดโดยวิธี Dot-blot assay และ
Immuno-blot assay พบว่าให้ผลบวกในผู้ป่วยที่มีประวัติแพ้ต่อแมลงอื่นกัดจึงคิดว่าน่าจะมีสารก่อภูมิแพ้
ในกลุ่มแมลงที่ร่วมกันได้ เนื่องจากเคยมีรายงานการเกิดปฏิกิริยาข้ามกลุ่มกัน⁽⁴⁾

Horsmanheimo และคณะ⁽¹⁸⁾ ทำการศึกษาการหลั่ง Histamine และ Leukotriene C₄ ในปฏิกิริยาทางผิวหนังจากยุงกัด พบว่าการหลั่งสาร histamine ในช่วงแรกเกิดจากการกระตุ้น Mast cell โดย Saliva – specific IgE antibody และการหลั่งของสาร Histamine ในระยะท้ายของปฏิกิริยาทางผิวหนัง เกิดจากการกระตุ้น Mast cell จากการที่ยังคงมีน้ำลายของยุงซึ่งเป็นสารก่อภูมิแพ้อยู่ในชั้นหนังแท้

ระดับแอนติบอดีชนิด Specific IgE และ IgG4 พบในซีรัมของเด็กและผู้ใหญ่ที่มีปฏิกิริยาทางผิวหนังต่อยุงกัด โดยการศึกษาของ Peng และคณะ⁽¹⁹⁾ พบว่าในกลุ่มที่มีปฏิกิริยาภูมิแพ้เฉียบพลันมีระดับของ Saliva – specific IgE สูงขึ้น และยังมีการศึกษาที่ทำการประเมินซีรัมของผู้ป่วยที่มีปฏิกิริยาภูมิแพ้ทั่วร่างกายแบบเฉียบพลันต่อยุงกัด พบว่ามีระดับของ Saliva-specific IgE สูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ระดับของ Saliva-specific IgG นั้นไม่พบความแตกต่างกันของทั้งสองกลุ่ม⁽²⁰⁾

3.3 ลักษณะทางคลินิกที่พบได้จากแมลงกัดหรือปฏิกิริยาจากแมลงกัด (Insect bite reaction) หรือ Papular urticaria ซึ่งเป็นปฏิกิริยาภูมิแพ้ต่อแมลงกัดต่อย⁽⁷⁴⁾

ในผู้ที่ไม่มีปฏิกิริยาไวต่อยุงกัดจะพบเพียงลักษณะของอาการระคายเคืองหรือตุ่มแดงคันขนาดเล็ก⁽²¹⁾ ส่วนในรายที่มีปฏิกิริยาไวจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเฉียบพลัน คือมีตุ่มบวมแดงคันขนาด 2-10 มิลลิเมตร อาจพบผื่นลมพิษ (Papular urticaria) ซึ่งรอยโรคอาจคงอยู่เป็นเวลาหลายชั่วโมง หลายวัน หรือนานกว่านั้นได้⁽²²⁾ ในผู้ป่วยอายุน้อยจะมีอาการที่รุนแรงกว่าโดยอาจพบตุ่มน้ำ หรือตุ่มเลือดออกได้ ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบหรือ Granuloma และติดเชื้อแบคทีเรียได้ รอยโรคเหล่านี้มักพบในตำแหน่งที่สัมผัสยุง เช่น นอกร่มผ้า โดยเฉพาะแขนและขา

ส่วน Papular urticaria เป็นปฏิกิริยาที่เป็นผลจากภาวะภูมิไวเกิน (Hypersensitivity) หรือ id reaction ต่อการกัดของแมลงและสัตว์ขาข้อ (Arthropods) บางชนิด เช่น ยุง (Mosquitoes), หมัด (Flea), เห็บ (Bed bug), เหา (Lice), โคน (Phthirus pubis), แมลงบิน (Gnat), ไร (Mite), หิด (Scabies), เห็บ (Tick) และ ตัวอ่อนของเห็บ (Chigger) เป็นต้น⁽²³⁾

3.4 พยาธิสรีรวิทยาและกลไกการเกิด

แมลงและสัตว์ขาข้อที่เป็นสาเหตุของ Papular urticaria ได้บ่อยคือ ยุง และหมัด เมื่อถูกกัดจะเกิดปฏิกิริยาต่อพิษและน้ำลายของแมลงที่กัด โดยปฏิกิริยาเฉียบพลันจะเกิด Histamine, serotonin, formic acid และ kinin ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้แก่ Immediate wheal และ Flare ซึ่งเป็นปฏิกิริยา IgE-mediated hypersensitivity และ Delayed hypersensitivity ต่อส่วนที่เป็นโปรตีนของน้ำพิษและน้ำลาย โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้พบเฉพาะบางคนเท่านั้น ปฏิกิริยาเหล่านี้บางครั้งอาจเป็น Foreign body reaction ต่อส่วนของแมลงและสัตว์ขาข้อที่เหลือค้างในผิวหนัง ถ้าปฏิกิริยาคงอยู่นานอาจมีปฏิกิริยาแบบ Lichenoid ได้⁽²³⁾

ยังไม่ทราบกลไกการเกิด Papular urticaria ที่แน่ชัด แต่เชื่อว่า Papular urticaria เป็นผลจากปฏิกิริยาภูมิไวเกิน (Hypersensitivity reaction) ชนิดที่ 1 ในผู้ที่เคยได้รับแอนติเจนชนิดนั้นมาแล้ว (Sensitized patient) เป็นการตอบสนองต่อแอนติเจนของแมลงหรือสัตว์ขาข้อตรงตำแหน่งของผิวหนังที่โดนกัด แล้วแพร่กระจายไปตามกระแสเลือด (Hematogenous dissemination) ซึ่งข้อสนับสนุนของสมมุติฐานนี้คือ การพบ Eosinophil และ Mast cell ได้บ่อยในรอยโรคของ Papular urticaria ซึ่งการหลั่ง Histamine ของ Mast cell ทำให้หลอดเลือดบริเวณรอยโรคมี Permeability เพิ่มขึ้น แล้วเกิดอาการบวมแดงและคัน

อย่างไรก็ตาม Heng และคณะ⁽²⁴⁾ ได้ศึกษาพยาธิกำเนิดของ Papular urticaria ในผู้ป่วยจำนวน 3 ราย พบว่าที่หลอดเลือดในผิวหนังชั้นหนังแท้ด้านบนของรอยโรคที่มีอายุน้อยกว่า 24 ชั่วโมง มีการสะสมของ IgM, C1q และ C3 ส่วนรอยโรคที่มีอายุ 24-48 ชั่วโมง พบ IgM และ C3 และรอยโรคที่มีอายุ 48-72 ชั่วโมง พบ C3 ลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาของรอยโรคระยะแรกที่เกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง จะพบ Neutrophil, eosinophil และ nuclear fragmentation

3.5 ลักษณะทางคลินิก⁽²³⁾

รอยโรคของ Papular urticaria (ภาพประกอบ 9) มีลักษณะเป็นตุ่ม (Papules) ขนาดเล็ก หรือเป็นตุ่มน้ำ (Vesicles) หรือเป็น Papulaovesicles มีอาการคัน รอยโรคมักเกิดเป็นกลุ่ม (Crops) และสมมาตรกัน ตำแหน่งที่พบคือ ลำตัว แขน และขา โดยเฉพาะด้านนอกของแขนขา แต่ก็อาจเกิดที่หน้าและคอได้เมื่อตุ่มหนึ่งเกิดขึ้นอีกตุ่มหนึ่งอาจจะยุบหายไป การเกาและการถูทำให้รอยโรคหนาตัวขึ้น (Lichenified) หรือเป็นรอยถลอกหรือเป็นแผล เมื่อรอยโรคหายอาจเป็นรอยดำ (Hyperpigmentation) หรือรอยขาว (Hypopigmentation) ถ้าผู้ป่วยเกาแรงจนเป็นแผลลึก อาจหายด้วยรอยแผลเป็น (Scarring) รอยโรคของแต่ละตุ่มจะเกิดขึ้นนานประมาณ 2-12 วัน และมักพบรอยโรคทุกระยะพร้อม ๆ กัน การติดเชื้อแบคทีเรียแทรกซ้อนเฉพาะที่อาจทำให้เกิด Impetigo หรือ Ecthyma โดยทั่วไปผู้ป่วยมักมีอาการไม่รุนแรง ไม่มีไข้ ไม่มีอาการตามระบบและไม่มีต่อมน้ำเหลืองโต ในผู้ป่วยบางรายอาจเป็นโรคซ้ำตามฤดูกาล (Seasonal) แต่บางรายก็มีอาการตลอดทั้งปี⁽⁷⁹⁾

สำหรับ Papular urticaria ที่เกิดจากการกัดของยุง มักพบในประเทศเขตร้อนหรือในฤดูร้อนของประเทศในเขตอบอุ่นและเขตนาว รอยโรคมักเป็นที่แขนขาบริเวณนอกर्मผ้า

การเกิดรอยดำตามหลังการอักเสบ (Postinflammatory hyperpigmentation) เกิดจากการกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของเม็ดสี และการกระจายของเม็ดสีที่ผิดปกติภายหลังกระบวนการอักเสบ อาจเกิดกระจายทั่วไปหรือเกิดเฉพาะที่ขึ้นอยู่กับความรุนแรง การอักเสบที่มีระยะเวลานานและเกิดซ้ำๆ จะทำให้เกิดรอยดำได้มาก⁽⁸⁰⁾ โดยเม็ดสีส่วนเกินจะสะสมอยู่ในชั้นหนังกำพร้าหรืออาจสะสมอยู่ทั้งที่หนังกำพร้าและชั้นหนังแท้ พยาธิกำเนิดยังไม่ทราบแน่ชัด แต่เชื่อว่าการเพิ่มขึ้นของเม็ดสีเป็นผลมาจากสาร

Cytokine, inflammatory mediator และ reactive oxygen species ไปกระตุ้นการเติบโตของเซลล์สร้างเม็ดสี (Melanocyte) การเพิ่มจำนวนของ Dendrocyte และเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ Tyrosinase ⁽²⁵⁾



ภาพประกอบ 9 แสดงลักษณะผื่น Papular urticaria

ที่มา: ดาราวรรณ วนะชีวนาวิน. Papular urticaria. ใน: กนกวลัย กุลทันทน์, บรรณาธิการ. โรคภูมิแพ้. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน; 2552. หน้า 271-279

3.6 การรักษาแมลงกัดต่อยและ papular urticaria

1. ยาทาากลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ (Topical glucocorticoids)

ยาทาคอร์ติโคสเตียรอยด์มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและกดภูมิคุ้มกัน (Anti-inflammatory and immunosuppressive action) คอร์ติโคสเตียรอยด์เพิ่มการสังเคราะห์ Lipocortin ซึ่งช่วยลดการทำงานของ Phospholipase A₂ ทำให้เกิดการลดความเข้มข้นของ Arachidonic acid ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ Prostaglandin และ Leukotriene ที่ตอบสนองต่อการอักเสบ นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ยับยั้งการผลิตและการหลั่งของ Cytokines เช่น Interleukin-1, interleukin-6, tumor necrosis factor- α (TNF- α) และ γ -interferon จาก Macrophage, langerhans cell และ monocyte ซึ่งสารเหล่านี้ก่อให้เกิดการทำงานของ T-cells และกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ⁽²⁶⁾ โดยยาทาากลุ่มคอร์ติโคสเตียรอยด์นี้ได้ใช้เป็นยามาตรฐานในการรักษาผิวหนังอักเสบจากแมลงกัดต่อย

ยากลุ่มคอร์ติโคสเตียรอยด์ มีทั้งชนิดทาและชนิดรับประทาน แม้ว่าการใช้ยาทาภายนอกจะค่อนข้างปลอดภัย แต่ก็ยังพบผลข้างเคียงได้ถ้าใช้ยาที่มีความแรงสูงเกินไป ใช้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ใช้บริเวณผิวหนังที่บาง ในผู้สูงอายุ หรือเด็ก หรือมีการปิดทับด้วยแผ่นฟิล์ม ดังนั้นเมื่อสามารถควบคุมอาการของโรคได้จึงควรลดปริมาณและความถี่ในการใช้ยา เพื่อป้องกันลดอาการไม่พึงประสงค์จากยา

ผลข้างเคียงของการใช้ยาทาเฉพาะที่กลุ่มนี้ ได้แก่ ผิวหนังฝ่อ (Cutaneous atrophy) ผิวแตก ลาย (Striae) เส้นเลือดฝอยที่ผิวหนังขยายตัว (Telangiectasia) ผิวหนังสีอ่อนลง (Hypopigmentation) ขนงอกผิดปกติ (Hypertrichosis) และผื่นแพ้สัมผัสและระคายเคือง (Allergic and irritant contact dermatitis) นอกจากนี้การใช้ยาทาในปริมาณมากหรือใช้ไม่ถูกต้อง อาจทำให้ยาดูดซึมผ่านผิวหนังเกิดผลข้างเคียงทั่วร่างกายได้ ได้แก่ การเจริญเติบโตช้า (Growth retardation) ความดันโลหิตสูง (Hypertension) กระดูกพรุน (Osteoporosis) หน้าบวม (Cushingoid facies) ต้อกระจก (Cataracts) เป็นต้น

2. ยาต้านฮิสตามีน (Antihistamines)

ยาในกลุ่มนี้จะแย่งจับกับตัวรับสารฮิสตามีนในเนื้อเยื่อ ซึ่งการทำงานเกี่ยวข้องกับการขยายตัวของหลอดเลือด และการเพิ่มการซึมผ่านของหลอดเลือด เป็นยาหลักที่ช่วยลดอาการคัน และอาจต้องให้ผู้ป่วยรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยลดอาการเห่อของรอยโรคเกาที่ยุ่งเหยิงไม่สนิทด้วยตัวอย่างยาต้านฮิสตามีนที่ใช้ ได้แก่ Hydroxyzine, diphenhydramine, cetirizine เป็นต้น จากรายงานการให้ยา Cetirizine ในอาสาสมัครผู้ใหญ่ที่แพ้ยุง (Mosquito sensitive) ก่อนถูกยุงกัด พบว่ายาต้านฮิสตามีนช่วยลด Immediate whealing และลดการเกิด Delayed reaction ในผู้ป่วยที่มี Classic papular urticaria ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการให้ยา Cetirizine หลังจากผู้ป่วยถูกยุงกัดแล้วพบว่ายาช่วยลด Immediate whealing และอาการคันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ไม่มีผลต่อ Delayed reaction⁽²⁷⁾

H1-antihistamine มีการใช้ในเด็กเพื่อรักษาโรคภูมิแพ้ เช่น ลมพิษ, ผื่นภูมิแพ้ผิวหนัง (Atopic dermatitis) ผลข้างเคียงของยาในกลุ่ม First-generation ได้แก่ ความสามารถทางกระบวนการคิดลดลง กระวนกระวาย ไม่อยู่นิ่ง ชัก ผลจากการต้านโคลิเนอร์จิก (Anticholinergic effects) ได้แก่ ตาพร่ามัว ปากแห้งคอแห้ง ปัสสาวะไม่ออก ดังนั้นยาในกลุ่มนี้จึงใช้จำกัดเฉพาะเด็กที่เป็นโรคลมพิษและผื่นภูมิแพ้ผิวหนังที่มีอาการคันรุนแรงเท่านั้น สำหรับกลุ่ม Second-generation นั้นยาจะผ่านเข้าไปในสมองน้อย ทำให้ลดผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลางในเด็ก^(26,27)

3. ยาทาชนิดอื่นๆ

Doxepin เป็นยาในกลุ่ม Tricyclic antidepressant มีฤทธิ์ต้านฮิสตามีน ช่วยบรรเทาอาการคัน แต่ไม่เป็นที่ยอมรับให้ใช้ในผู้ป่วยเด็ก สามารถดูดซึมทางผิวหนังได้ และห้ามใช้ในผู้ที่ได้รับยา กลุ่ม Monoamine oxidase inhibitor

Diphenhydramine เป็น Topical antihistamine สามารถดูดซึมทางผิวหนังได้

ยาทาที่มีส่วนประกอบของการบูร (Camphor), เมนทอล, phenol salicylic acid หรือ praxomine อาจช่วยบรรเทาอาการคันได้บ้างในผู้ป่วยบางราย แต่ยาที่มีส่วนประกอบของสารกลุ่มนี้ ควร

หลีกเลี่ยงการใช้ในเด็ก และหญิงมีครรภ์ เนื่องจากก่อให้เกิดการระคายเคืองของผิวหนัง และสามารถดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ ซึ่ง Salicylic acid ทำให้เกิด Salicylism ได้หากใช้ในบริเวณกว้างโดยใช้มากกว่า 2 กรัมต่อวัน หรือใช้เป็นระยะเวลานานโดยเฉพาะในเด็ก

4. ยาทาปฏิชีวนะ (Topical antibiotics)

ในผู้ป่วยที่รอยโรคมีการติดเชื้อแบคทีเรียซ้ำซ้อน ถ้าการติดเชื้อแบคทีเรียไม่มากหรือมีการติดเชื้อเฉพาะที่อาจให้ยาปฏิชีวนะชนิดทา เช่น Mupirocin เป็นต้น

4. ปฏิกริยาภูมิแพ้ (Allergic reaction) ⁽²⁸⁾

ภาวะภูมิคุ้มกันไวเกินเป็นการเปลี่ยนแปลงความสามารถของแต่ละบุคคลในการตอบสนองต่อสารก่อภูมิแพ้ผ่านทางระบบภูมิคุ้มกันโดยปฏิกริยาภูมิแพ้ แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

4.1 IgE mediated hypersensitivity (Type I)

ปฏิกริยานี้มีสารสื่อกลางที่สำคัญคือ Histamine, leukotriene และ prostaglandin ซึ่งหลั่งจาก Tissue mast cell และ circulatory basophil ซึ่งถูกกระตุ้นด้วยสารก่อภูมิแพ้ (Antigen) ทำให้ IgE ไปจับกับเซลล์ที่ถูกกระตุ้น (Sensitized cell) ทำให้มีการหลั่งสารสื่อกลางนี้ออกมา อาการและอาการแสดงจากปฏิกริยาของสารสื่อกลางต่ออวัยวะต่างๆ เช่น ผิวหนัง ระบบหายใจ หัวใจ ทางเดินอาหาร ทำให้เกิดอาการได้ตั้งแต่ คัน ลมพิษ หลอดลมตีบ จนถึง Anaphylactic shock

Anaphylaxis เป็นปฏิกริยาภูมิแพ้เฉียบพลันทั่วร่างกายจากการหลั่งสารเคมีสื่อกลาง (Chemical mediator) จากปฏิกริยาภูมิคุ้มกัน ซึ่งสาเหตุมีมากมาย เช่น อาหาร ยา Latex วัคซีน ฮอร์โมน โปรตีนจากสัตว์ หรือมนุษย์ สำหรับปฏิกริยาจากยุงกัดมักทำให้เกิดปฏิกริยาเฉพาะที่ และไม่บ่อยพบ Anaphylaxis ⁽²⁹⁾

ลักษณะของภาวะภูมิไวเกินชนิดนี้พบได้จากปฏิกริยาตอบสนองต่อแมลงกัดต่อยได้ พบว่ายุงกัดเป็นสาเหตุของการเกิดผื่นบวม (Wheal) และ Delayed bite papule มีการศึกษาผลขึ้นเนื้อที่เวลา 2 ชั่วโมงจากผู้ป่วยที่โดนยุงกัด พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ Eosinophil และ neutrophil นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของ T-helper cell ด้วย ซึ่งให้เห็นว่า Inflammatory cell response ใน Delayed mosquito-bite นั้นเหมือนกับปรากฏใน Allergic late-phase response ⁽³⁰⁾ และยังพบว่าการตอบสนองใน Late-phase allergic cutaneous และ Bronchial response สูงสุดอยู่ที่ 4-12 ชั่วโมง หลังได้รับแอนติเจน ⁽³¹⁾

Mast cell เป็นเซลล์ที่สำคัญต่อภาวะภูมิไวเกินชนิดนี้ โดย Mast cell พบในเนื้อเยื่อของอวัยวะที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ผิวหนัง ทางเดินหายใจ และทางเดินอาหารเนื่องจากเป็นตำแหน่งที่เป็นเป้าหมายของการติดเชื้อและการสัมผัสกับสารภายนอกในร่างกาย Mast cell มีบทบาทสำคัญในโรคภูมิแพ้

ซึ่งกระตุ้นผ่านทาง IgE ที่เกาะอยู่กับตัวรับ IgE (Fc ϵ RI) ซึ่งตัวรับนี้อยู่บนผิวของ Mast cell อย่างไรก็ตาม Mast cell ยังถูกกระตุ้นโดย IgG ผ่านทางตัวรับ Fc ϵ Rw ได้อีกด้วย

Mast cell มีความสามารถในการหลั่งสารสื่อกลางได้หลากหลายชนิด ซึ่งสารเหล่านี้จำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด

1. Preformed mediator เช่น histamine, proteoglycan และ neutral protease รวมถึง Cytokine เช่น tumor necrosis factor (TNF) ซึ่งเป็นสารที่อยู่ภายใน Cytoplasmic mast cell granule และจะมีการหลั่งหลังการกระตุ้นทันที

2. สารสื่อกลางที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ภายหลังการกระตุ้น เช่น Cytokine, chemokine, lipid mediator และ growth factor ซึ่งทำให้เกิด Pro-inflammatory, anti-inflammatory และมีผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน

การหลั่งสารสื่อกลางทั้งสองกลุ่มของ Mast cell ขึ้นกับกลไกการกระตุ้นการทำงานและความแรงของสัญญาณจากการกระตุ้น⁽³²⁾

Histamine เป็นสารสื่อกลางของอาการคันในโรคทางผิวหนังหลายชนิด การรับความรู้สึกคันและปวดถูกส่งผ่านทาง C-fiber ความรุนแรงของการคันถูกกระตุ้นได้โดยความถี่ของสิ่งเร้าโดย C-fiber และ A- α fiber จะนำสัญญาณด้วยความเร็วที่แตกต่างกันไปยัง Spinal cord ผ่านทาง Dorsal nerve root ของ Spinal nerve

อาการคันที่เกิดขึ้นเฉพาะที่เชื่อว่ามีกำเนิดมาจากระบบประสาทส่วนกลาง การยับยั้งจะเกิดโดยการเกา เรียกทฤษฎีว่า "Gate-control" โดยการเกาและการสัมผัสจะส่งสัญญาณระบบประสาทผ่านทาง A-fiber ขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการยับยั้งสัญญาณการคันใน C-fiber⁽³³⁾ Zhai และคณะ⁽³⁴⁾ รายงานว่าการใช้ยาทา 2.5% hydrocortisone สามารถลดอาการคันจากการเหนียวหน้าด้วยสารฮีสตามีนได้

4.2 Cytotoxic reactions (Type II)

เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกัน (Antibody) ต่อ Cell surface ทำให้เกิดความผิดปกติกับอวัยวะและระบบต่าง ๆ เช่น ระบบโลหิต แต่ยังไม่พบปฏิกิริยาที่แสดงออกทางผิวหนัง โรคที่พบจากปฏิกิริยานี้ เช่น Pemphigus, hemolytic disease of the new born, transfusion reaction, hemolytic anemia และ leukemia

4.3 Immune complex reactions (Type III)

ปฏิกิริยานี้เกี่ยวข้องกับ Immune complex ที่สะสมที่หลอดเลือด ทำให้เกิดการทำลายของเนื้อเยื่อผ่านการกระตุ้นการทำงานของระบบ Complement หรือ Toxic product จากเม็ดเลือดขาว โรคที่พบเกิดจากปฏิกิริยานี้ ได้แก่ Serum sickness, vasculitis และ glomerulonephritis

4.4 Delayed – type hypersensitivity (Type IV)

เป็นปฏิกิริยาระหว่างสารก่อภูมิแพ้ (Allergen) และเม็ดเลือดขาวที่ถูกกระตุ้นทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ เม็ดเลือดขาว และ Toxic lymphoid cell โรคที่พบในกลุ่มนี้ ได้แก่ Contact dermatitis, tuberculin test, lichenoid drug eruption, fixed drug eruption, toxic epidermal necrolysis, erythema multiforme และ graft versus host type reaction

5. การป้องกันแมลงกัดด้วยวิธีต่างๆ

ปัจจุบันโรคต่างๆ ที่มีุงเป็นพาหะนั้นมีเพียงโรคไข้สมองอักเสบเท่านั้นที่มีวัคซีนป้องกัน แต่ก็ยังไม่สามารถใช้ได้ผลร้อยละ 100 การดูแลรักษาอาการของผู้ป่วยจากโรคอื่นๆ ที่มีุงเป็นพาหะนั้น มักเป็นการรักษาตามอาการ เช่น โรคไข้เลือดออก การให้ยารักษาผู้ป่วยโรคมาลาเรียก็ประสบกับปัญหาเชื้อดื้อยาทำให้อาการรุนแรงจนอาจถึงแก่ชีวิตได้ ส่วนโรคฟิลาเรียหรือเท้าช้างนั้นอาการกว่าจะปรากฏใช้เวลานานมาก ผู้ป่วยมาตรวจรักษาเมื่อเกิดผลพวงของโรคแล้วคือ อวัยวะบวมโต มีไมโครฟิลาเรียเต็มไปหมด ทำให้สภาพร่างกายและจิตใจของผู้ป่วยผิดปกติ การรักษาในปัจจุบันต้องใช้ยาฆ่าหนอน พยาธิ Diethylcarbamazine หรือ Ivermectin ผสมกับ Albendazole ร่วมกับการผ่าตัด

การป้องกันและหลีกเลี่ยงมีหลักการหรือวิธีการง่ายๆ ที่สามารถเลือกพิจารณาปฏิบัติได้ดังนี้⁽³⁵⁾

1. สร้างสิ่งกีดขวาง กำบัง เช่น กรงมุงลวดตามประตู หน้าต่าง หรือช่องลม หากไม่สามารถทำได้ก็ควรกางมุ้งเวลานอน ในกรณีที่อยู่หรือเข้าไปในพื้นที่ทีุ่งและแมลงอื่นชุกชุมควรสวมเสื้อผ้าค่อนข้างหนาและมิดชิด

2. จัดการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ุง ไม่ให้น้ำขังในภาชนะปากเปิดทั้งหลาย ทั้งภาชนะในบ้าน เช่น แจกัน ภาชนะใส่พื้ด่าง จานรองขาตู้ ภาชนะใส่น้ำใช้ในห้องน้ำ รวมถึงต้องจัดการแหล่งเพาะพันธุ์ุงภาชนะปากเปิดทั้งหลายที่อยู่รอบๆ บ้านด้วย

3. จัดการแหล่งเกาะพักของุงในบ้าน เช่น รวพาดผ้า มุง กองเสื้อผ้า มุมอับต่างๆ ต้องจัดสภาพแวดล้อมเหล่านี้ให้เรียบร้อย

4. การใช้ปัจจัยภายนอกอื่นๆ จำพวกลม ควัน หรือสารระเหยไลุ่ง หรือสารทาป้องกันุง เช่น เปิดพัดลม จุดยากันุง แผ่นไลุ่งไฟฟ้า ยาจุดไฟฟ้า วางไว้บริเวณประตู ทางเข้า หน้าต่างบ้าน หรือใช้สารทาป้องกันุงเมื่ออยู่นอกบ้าน ซึ่งมีทั้งสมุนไพรและสารเคมีที่ปลอดภัยต่อผิวหนัง ก่อนใช้ควรสังเกตเครื่องหมายรับรองของ อย. หรือหน่วยงานราชการ รวมถึงการใช้สารไลุ่งชุบตามเสื้อผ้า ถุงเท้า มุงเต็นท์ เพื่อป้องกันุงหรือแมลงดูดเลือดอื่นๆ เมื่อเข้าไปในพื้นที่เสี่ยง ส่วนเครื่องมือไลุ่งที่ปล่อยอัลตราซาวด์ออกมาหรือการเลี้ยงนก มีการศึกษาว่าไม่ช่วยในการไลุ่งแต่อย่างใด⁽¹⁴⁾ นอกจากนี้เครื่องมือที่ดัก

ยุงด้วยไฟฟ้าก็พบว่าไม่ได้ผลเช่นกัน โดยพบว่าแมลงส่วนใหญ่ที่ตายเป็นแมลงที่มีประโยชน์ ส่วนน้อยเพียงแค่วัยละ 0.17 เท่านั้นที่เป็นยุงตัวเมีย⁽¹⁴⁾

5. การควบคุมสภาวะแวดล้อม

- ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (Insect growth regulator) ร่วมกับยาฆ่าแมลง (insecticide) เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของไข่และตัวอ่อนของแมลง ตัวอย่างยาที่ใช้ เช่น ทรายาอะเบท , Malathion 5 % , fenitrothion 2 % , fenoxycarb และ methoprene เป็นต้น

- อาบน้ำและทำความสะอาดสัตว์เลี้ยงในบ้าน ด้วยแชมพูที่มีตัวยาฆ่าแมลงชนิดนั้นๆ ตามที่สัตวแพทย์แนะนำ

- ไข่ของแมลงอาจหลุดออกจากตัวของสัตว์เลี้ยงไปอยู่บนพรม ร่องพื้นบ้าน หรือรอยแตกร้าวตามพื้นและผนังบ้าน จึงควรทำความสะอาดบ้านด้วยเครื่องดูดฝุ่น รวมทั้งทำความสะอาดถุงที่เก็บฝุ่น (Vacuum bag) ด้วย

- ในกรณีของตัวหมัดพบว่า อาหารของหมัด ได้แก่ สารอินทรีย์ คราบของหมัด คราบเลือดที่แห้งแล้ว จึงควรทำความสะอาดให้ครอบคลุมบริเวณที่สัตว์เลี้ยงชอบอยู่ ทั้งในบ้านและบริเวณนอกบ้านด้วย⁽²³⁾

6. สารทาป้องกันยุง

สารทาป้องกันยุงและแมลง หมายถึง สารที่ออกฤทธิ์เฉพาะที่หรือที่ระยะไกลออกไป ทำหน้าที่ป้องกันยุงและแมลงไม่ให้บินเข้ามาหา มาเกาะบนผิวหนัง หรือเข้ามากัดผิวหนังของมนุษย์หรือสัตว์ และมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้สามารถนำมาใช้ทาผิวหนังได้^(5,7,14,35) กลไกการออกฤทธิ์เกิดขึ้นจากไอระเหยที่มาจากสารทาป้องกันยุงและแมลงมาอยู่รอบๆผิวหนังเสมือนเป็นเกราะกักบัง (Vapor barrier) ไม่ให้ยุงหรือแมลงเข้ามาเกาะที่ผิวหนัง สารทาป้องกันยุงในอุดมคติต้องมีลักษณะดังนี้^(5,36)

1. สามารถป้องกันยุงและแมลงได้หลายสายพันธุ์
2. ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองผิวหนังและเยื่อเมือก
3. ไม่มีกลิ่น หรือมีกลิ่นที่พึงประสงค์
4. ไม่มีผลต่อเสื้อผ้า เช่น ทำให้เปราะเปื้อน ทำให้สีซีดจาง หรือทำให้ใยผ้าอ่อนลง
5. ไม่เหนียวเหนอะหนะ และทนต่อการถู เสื้อผ้าสี เหงื่อหรือน้ำที่มาชะล้าง
6. ไม่มีผลต่อวัตถุที่ทำมาจากพลาสติก
7. มีความเสถียร
8. ราคาคุ้มค่า
9. ไม่ก่อให้เกิดพิษต่อร่างกาย

10. มีระยะเวลาป้องกันยุงและแมลงที่เหมาะสม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา มีข้อกำหนดร่วมกันว่า ผลิตภัณฑ์สารทาป้องกันยุงที่จะขอจดทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเพื่อจำหน่ายในประเทศไทยนั้น จะต้องสามารถป้องกันกัดของยุงลายบ้านซึ่งทดสอบตามวิธีการมาตรฐานที่กำหนดขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง⁽³⁷⁾ การใช้สารไล่แมลงอาจใช้ปริมาณน้อยๆ เพื่อลดการกัดของแมลง ทั้งนี้ต้องระวังความเป็นพิษของสารไล่แมลงด้วย โดยพิจารณาประโยชน์และโทษของสารไล่แมลงอย่างรอบคอบก่อนการใช้

6.1 กลไกในการป้องกันยุง

สารป้องกันยุงแต่ละชนิดมีกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกันไป แม้แต่ในสารป้องกันยุงชนิดเดียวกันอาจออกฤทธิ์กับยุงหรือแมลงชนิดต่างๆ ได้แตกต่างกันไป⁽⁷⁾ สารทาป้องกันยุงอาจแบ่งเป็น 2 ประเภทตามกลไกที่ออกฤทธิ์ คือ Vapor หรือ Olfactory repellents เช่น DEET ซึ่งจะมีการระเหยสร้างเกราะไม่ให้ยุงบินเข้ามาหา ซึ่งเป็นกลไกหลักของสารป้องกันยุง อีกประเภทหนึ่งคือ Contact หรือ Gustatory repellent ซึ่งสามารถระเหยได้แต่ไม่มาก เช่น Indalone ออกฤทธิ์โดยแมลงจะบินเข้ามาหาและสัมผัสพื้นผิวนั้นก่อนที่จะถูกไล่ออกไป⁽³⁶⁾

สารป้องกันยุงส่วนใหญ่จะออกฤทธิ์โดยการระเหยเป็นไอ เพื่อเป็นเกราะปกป้องอยู่รอบๆผิวไม่ให้ยุงบินเข้ามาหา เนื่องจากไอระเหยนั้นมีกลิ่นและรสที่ยุงไม่ชอบ ไม่ได้เกิดจากการบดบังกลิ่นของสารที่ขับออกมาทางผิวหนังแต่อย่างใด นั่นคือยุงยังสามารถบินเข้ามาหาได้แต่พอเข้ามาใกล้ก็จะบินหนีออกไป ไอระเหยที่ทำหน้าที่เป็นเกราะกับังนี้มีระยะห่างประมาณ 4 เซนติเมตรจากผิวหนังหลังจากที่ทาสารไล่ยุง ดังนั้นบริเวณที่ไม่ได้ทายากันยุงจะไม่สามารถป้องกันยุงได้แม้ว่าบริเวณที่ทายากันยุงนั้นจะอยู่ใกล้ ยุงจะรับรู้กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์นี้ผ่านต่อมรับกลิ่นซึ่งอยู่บนหนวด (Antenna) ของมัน⁽⁸⁾ สารป้องกันยุงจะต้องมีระดับของการระเหยที่เหมาะสมด้วยจึงจะมีระยะของเกราะกับังดี กล่าวคือถ้าระเหยเร็วมากสารไล่ยุงจะอยู่บนผิวหนังไม่นาน ทำให้ประสิทธิภาพไม่ดี ส่วนสารป้องกันยุงที่ระเหยได้น้อยจะทำให้มีความเข้มข้นของไอระเหยต่ำ ประสิทธิภาพก็ไม่ดีอีกเช่นกัน ดังนั้นความสามารถในการไล่ยุงจึงขึ้นกับจุดเดือดของสารนั้น โดยจุดเดือดของสารที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 230 ถึง 260 องศาเซลเซียส ที่ระดับความดันบรรยากาศเท่ากับ 1⁽³⁶⁾

ส่วนสารป้องกันยุงที่เป็น Gustatory repellent นั้นจะออกฤทธิ์โดยยุงบินมาเกาะสัมผัสกับพื้นผิวที่ทาสาร แล้วต่อมรับรสซึ่งอยู่บนเท้า (Tarsi) ของยุงจะทำหน้าที่รับรสที่เป็นสารระคายเคืองของมัน แล้วส่งผ่านความรู้สึก ทำให้ยุงบินออกไปโดยไม่กัด⁽⁸⁾

6.2 ประวัติของสารไล่แมลง⁽⁷⁾

ในสมัยก่อนมีการใช้น้ำมันดิน ควันไฟ น้ำมันจากพืชในการไล่แมลง ในปี 1946 US Department of Agriculture ร่วมกับกองทัพสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาสารที่ชื่อว่า DEET เพื่อใช้ในทหารที่ไปออกรบในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 และมีการขายในท้องตลาดครั้งแรกในปี 1956 ปัจจุบัน DEET ยังคงเป็นสารไล่แมลงที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุด และยังเป็นสารไล่แมลงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดอีกด้วย ก่อนหน้าที่จะมีการใช้ DEET สารไล่แมลงที่ใช้กันหลักๆได้แก่ น้ำมันตะไคร้, Dialkyl phthalates, indalone และ Rutger 612 โดยน้ำมันจากตะไคร้มีการใช้ตั้งแต่ปีคริสต์ศักราช 1901 และเป็นสารไล่แมลงที่ใช้กันมากที่สุดในช่วงก่อนที่จะมี DEET และยังคงมีการใช้มาจนทุกวันนี้แม้ว่าประสิทธิภาพจะด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ก็ตาม

6.3 สารป้องกันยุงชนิดต่างๆ

สารป้องกันยุงที่ใช้ทากับผิวหนังหรือใช้กับเสื้อผ้านั้นมีจุดประสงค์ในการป้องกันยุง แมลงวันดำ หนัด ไร เห็บ เนื่องจากเมื่อแมลงเหล่านี้กัดหรือขบถ่ายบนผิวหนังคน จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาทั้งเฉพาะที่และทางระบบอื่นๆ นอกจากนี้ยังเป็นตัวนำโรคต่างๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว การใช้ยากันยุงจึงเป็นการป้องกันโรคและยังเป็นการลดความรุนแรงของปฏิกิริยาการแพ้แมลงอีกด้วย

ยาทาป้องกันยุงมีหลายรูปแบบ ได้แก่ ละอองของเหลว สเปรย์ โลชั่น ครีม น้ำมัน ผงแป้ง แท่ง หรือเป็นอิมัลชันที่ใช้กับเสื้อผ้า เป็นต้น⁽⁷⁾ ระยะเวลาในการป้องกันแมลงนอกจากจะขึ้นอยู่กับรูปแบบเหล่านี้แล้ว ยังขึ้นอยู่กับสารออกฤทธิ์หลัก บุคคลแต่ละคน สิ่งแวดล้อม และสายพันธุ์ของแมลงอีกด้วย⁽³⁶⁾ The Canada Communicable Disease Report⁽²⁾ ได้แนะนำการป้องกันแมลงที่มีประสิทธิภาพโดยใช้มาตรการหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ การใช้สารไล่แมลง อยู่ในบ้านในเวลาที่ยุงมักออกหากินคือเวลารุ่งเช้าและพลัดพลัด การใช้เกราะกำบัง เช่น เสื้อผ้า มุ้ง

Buzz Off Insect Shield เป็นสารไล่แมลงตัวแรกที่ได้รับการจดทะเบียนจาก US Environmental Protection Agency โดยสารไล่แมลงยี่ห้อนี้ใช้ Permethrin เป็นส่วนประกอบหลัก มีประสิทธิภาพในการไล่แมลงแม้จะผ่านการซักล้าง 25 ครั้ง แต่จะเสียประสิทธิภาพการไล่แมลงถ้านำไปซักแห้ง⁽⁵⁾ นอกจากนี้ Picaridin ยังเป็นสารไล่แมลงที่ Center for Disease Control and Prevention (CDC) ได้แนะนำให้ป็นทางเลือกนอกจาก DEET ซึ่งเป็นสารไล่แมลงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดก่อนหน้าที่จะมี Picaridin และยังมีการค้นพบว่ายุง *Anopheles albimanus* ซึ่งเป็นพาหะนำมalariaเรียมีการดื้อต่อ DEET แล้ว⁽³⁸⁾ นอกเหนือจากสารเคมีสังเคราะห์เหล่านี้ ยังมีการนำสารสกัดจากพืชมาผลิตเป็นสารไล่แมลงอีกมากมาย และจุดสนใจล่าสุดของการวิจัยสารไล่แมลงคือ Olfactory binding protein (OBP) ซึ่งน่าจะพัฒนาไปเป็นสารไล่แมลงรุ่นใหม่ได้ในอนาคต ในอนาคตข้างหน้าสารไล่แมลงอาจใช้พ่นไปในอากาศโดยไม่ต้องทาลงบนผิวหนังเพื่อเป็นการลดพิษที่อาจเกิดกับร่างกายได้

ส่วนสารไดยูอื่น ๆ ที่ได้รับการรับรองจาก US Environmental Protection Agency ได้แก่ DEET, picaridin, MGK-326, MGK-264, IR3535, น้ำมันตะไคร้หอม และน้ำมันเลมอนยูคาลิปตัส

1. DEET (N,N-diethyl-3-methylbenzamide หรือ N,N-diethyl-m-toluamide)

เป็นสารออกฤทธิ์ที่มีฤทธิ์ไล่แมลงได้ครอบคลุมมากที่สุดและมีประสิทธิภาพมากที่สุดนับตั้งแต่ช่วงปี 1950 เป็นต้นมา มีการศึกษาเปรียบเทียบ DEET กับสารอื่นๆ มากมายแต่ยังไม่มีสารใดที่มีประสิทธิภาพมากกว่า ประชากรประมาณร้อยละ 30 ใช้สารไดยูชนิดนี้ มีฤทธิ์ครอบคลุมยุง หมัด เห็บ ไร รัน แมลงวันดำ ตัวอ่อนของเห็บ และแมลงอื่นๆ ที่ดูดเลือดหรือก่อให้เกิดความรำคาญ⁽³⁹⁾ DEET ที่ขายในสหรัฐอเมริกา มีตั้งแต่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ไปจนถึงร้อยละ 100 แต่ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมี DEET น้อยกว่าร้อยละ 40 แม้ว่าความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ระยะเวลาในการป้องกันนานมากขึ้น เช่น ที่ร้อยละ 6 จะป้องกันยุงได้ 2 ชั่วโมง ในขณะที่ร้อยละ 20 จะป้องกันยุงได้ 4 ชั่วโมง และมีการออกแบบให้ค่อยๆ ปลดปล่อยสารออกมาทำให้ระยะเวลาที่ยาวนานถึง 12 ชั่วโมง (ตาราง 1) แต่ความเข้มข้นที่มากกว่าร้อยละ 50 จะไม่ทำให้ระยะเวลาในการป้องกันนานมากขึ้นแต่อย่างใด (Plateau effect) โดย Buescher และคณะ⁽⁴⁰⁾ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับประสิทธิภาพในการไล่ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) พบว่าระยะเวลาการป้องกันยุงและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นมากขึ้นจนถึงร้อยละ 50 โดยมีประสิทธิภาพในการป้องกันได้ถึงร้อยละ 95 ได้นานกว่า 4 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 ก็สามารถป้องกันได้ระยะเวลาและประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน และที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 จะมีความเหนียวเหนอะหนะไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้จริง ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ DEET ความเข้มข้นร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 35 ก็ถือว่าเพียงพอแล้วสำหรับการป้องกันแมลงที่มีประสิทธิภาพ⁽⁵⁾ กรณีที่เป็นการสัมผัสที่มีความเสี่ยงสูงอาจใช้ DEET ความเข้มข้นมากกว่านี้ก็ได้ เด็กไม่ควรใช้ผลิตภัณฑ์ที่มี DEET มากกว่าร้อยละ 10 เนื่องจากมีโอกาสเกิดความเป็นพิษสูงกว่าผู้ใหญ่ และห้ามใช้ในเด็กอายุน้อยกว่า 4 ปี⁽⁴¹⁾

สารป้องกันยุงนี้สามารถทาผิวหนังได้โดยตรง หรือทาที่เสื้อผ้า กระดาษหน้าต่าง มุ้ง เต็นท์ ถุงนอน และมีความปลอดภัยเมื่อใช้กับผ้าฝ้าย ขนสัตว์ และไนลอน แต่พบว่าสามารถทำให้ผ้าสแปนเด็กซ์ เรยอน อะซีเตท และหนังที่ผ่านการย้อมสีเกิดการเสียหายได้ นอกจากนี้ยังละลายพลาสติก และไวน์ลิ่งซึ่งพบในที่นั่งในรถยนต์ได้อีกด้วย⁽⁷⁾ ในการทดสอบความสามารถในการติดไฟพบว่าผ้า polyester acrylic ที่พ่นด้วย DEET เกิดการติดไฟได้ทันทีเมื่อเข้าใกล้เปลวไฟ⁽⁷⁾

การศึกษาคัดค้านผ่านผิวหนังพบว่า DEET ร้อยละ 100 มีการดูดซึมผ่านผิวหนังร้อยละ 5.6 ส่วนความเข้มข้นร้อยละ 15 จะมีการดูดซึมผ่านผิวหนังร้อยละ 8.4 สารนี้จะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วภายใน 2 ชั่วโมงหลังทา และถูกขับออกจากพลาสมาใน 4 ชั่วโมงแล้วขับถ่ายออกทางปัสสาวะหมดภายใน 12 ชั่วโมง ไม่พบว่าการสะสมในชั้นไขมันของผิวหนังแต่อย่างใด⁽⁴²⁾

ตาราง 1 ระยะเวลาในการป้องกันแมลงของ DEET ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น	ยี่ห้อการค้า	ระยะเวลาป้องกัน	ตำรับ
น้อยกว่า 10%	Cutter, Skedaddle, Skintastic (Off)	1-3 ชั่วโมง	สเปรย์ ละอองน้ำ เจล โลชั่น
10% ถึง 30%	Cutter, Cutter Backwoods, Cutter Backyard, Deep Woods Off!, Muskol, Off!	4-6 ชั่วโมง	สเปรย์ ละอองน้ำ โลชั่น แท่ง
Extended release 20% ถึง 33%	Sawyer, Ultrathon	6-12 ชั่วโมง	โลชั่น ละอองน้ำ

ที่มา: Brown M, Hebert AA. Insect repellents: An overview. J Am Acad Dermatol. 1997; 36: 243-9.

กลไกการออกฤทธิ์ คือทำให้เกิดเกราะกำบังที่เป็นไอระเหย (Vapor barrier) ซึ่งรบกวนแมลงไม่ให้เข้ามาสัมผัสกับผิวหนัง โดยไอที่ระเหยออกมาจะสร้างกลิ่นและรสชาติที่ไม่ดีให้กับแมลง โดยที่ประสิทธิภาพของไอระเหยนี้จะสัมพันธ์โดยตรงกับจุดเดือดของสารนั้น สารที่มีจุดเดือดต่ำจะระเหยได้เร็วมาก ทำให้เกิดการสลายของผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็ว ในทางตรงกันข้ามสารที่มีจุดเดือดสูงมากก็จะทำให้การระเหยเป็นไปได้ไม่เพียงพอในการทำให้เกิดการไล่แมลงได้^(5,15,36)

ส่วนเรื่องความเป็นพิษพบว่าเป็นสารที่มีความปลอดภัยสูง มีรายงานคนไข้ 43 รายที่ได้รับพิษจาก DEET ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา⁽⁵⁾ ได้แก่ อาการทางระบบประสาทส่วนกลาง 25 ราย อาการทางระบบหัวใจและหลอดเลือด 1 ราย อาการทางผิวหนังและอาการแพ้ 17 ราย โดยอาการทางระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ เชื่องซึม สับสน ภาวะหลงผิด ปวดศีรษะ เดินเซ มือสั่น ชัก ภาวะสมองทำงานผิดปกติ เป็นต้น โดยที่พบว่าหลังเกิดการชักผู้ป่วยกลับมามีอาการทางระบบประสาทปกติ อาการทางระบบประสาทจะเกิดขึ้นเมื่อมีอาการเป็นพิษของทุกระบบแล้วเท่านั้น DEET จึงไม่ใช่ Selective neurotoxin แต่อย่างใด⁽⁴³⁾

อาการทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ หัวใจเต้นช้า ความดันโลหิตต่ำ ซึ่งความรุนแรงของอาการสัมพันธ์กับขนาดของสารที่ได้รับเข้าไป การทดลองในสัตว์พบว่าพิษต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดน่าจะเกิดจากการนำไฟฟ้าผ่าน Atrioventricular node ลดลงเป็นผลให้เกิดภาวะความดันโลหิตต่ำและหัวใจเต้นช้า⁽⁴⁴⁾ ส่วนอาการทางผิวหนัง ได้แก่ ระคายเคืองต่อผิวหนังและเยื่อเมือกและทางเดินหายใจ

ส่วนบน ลมพิษ ตุ่มน้ำที่มีเลือดอยู่ข้างใน (Hemorrhagic bullae) ผิวหนังถลอก (Erosions) และอาจเกิดการแพ้รุนแรงถึงขั้นช็อก (Anaphylaxis) ได้^(45,46,47)

มีรายงานผู้เสียชีวิต 6 รายโดย 3 รายเกิดจากการรับประทานเข้าไปโดยไม่ตั้งใจ 1 รายเป็นเด็กที่มีภาวะขาดเอนไซม์ Ornithine carbamoyl transferase⁽⁴⁹⁾ ซึ่ง Ornithine เป็นส่วนหนึ่งของวงจรการสังเคราะห์ยูเรีย และคาดว่า DEET น่าจะไปรบกวนเมตาบอลิซึมของยูเรีย ส่วนอีก 2 รายเป็นเด็กที่ใช้ DEET ในปริมาณที่มากเกินไปจนเกิดอาการทางสมอง (Toxic encephalopathy)

Tenenbein และคณะ⁽⁵⁰⁾ ทำการศึกษาภาวะเป็นพิษจาก DEET พบว่าผู้ป่วย 5 รายดื่มสารไล่ยุงที่ DEET ความเข้มข้นร้อยละ 47.5 ถึงร้อยละ 95 เข้าไปปริมาณมาก อาการที่พบภายใน 1 ชั่วโมงหลังกิน ได้แก่ โคม่า ชัก ความดันโลหิตต่ำ ผู้ป่วย 2 รายเสียชีวิต ส่วนผู้ป่วยอีก 3 รายกลับมาเป็นปกติ นอกจากนี้ยังรายงานว่ามีผลิตภัณฑ์ที่มี DEET ความเข้มข้นน้อยกว่าร้อยละ 50 แทบจะไม่ก่อให้เกิดผลข้างเคียงเมื่อใช้ทาผิวหนังในผู้ใหญ่⁽⁵¹⁾ การใช้ DEET ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 50 ถึงร้อยละ 75 ในอาสาสมัครและในทหารทำให้เกิดผิวหนังแดง ตุ่มน้ำขนาดใหญ่ ภาวะผิวหนังตาย และเกิดแผลเป็นตามมาได้⁽⁵¹⁾

จะเห็นได้ว่ารายงานผู้ที่ได้รับพิษจาก DEET ส่วนมากเกิดจากการใช้สารในปริมาณที่มากเกินไปหรือใช้สารไม่ถูกวิธี และยังไม่มีหลักฐานว่าความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น อายุ และเพศจะมีผลต่อระดับความรุนแรงของอาการ (Severity) แต่อย่างใด หลังจากหายจากอาการเป็นพิษ ผู้ป่วยร้อยละ 99 ไม่มีผลกระทบต่อร่างกายในระยะยาว นอกจากนี้การทดลองในหนูพบว่าการที่หนูทดลองได้รับสารทางการกินในปริมาณสูงไม่ได้ก่อให้เกิดความพิการต่อตัวอ่อนในครรภ์ หรือก่อให้เกิดมะเร็งแต่อย่างใด ดังนั้น DEET จึงเป็นสารที่ถือว่ามีความปลอดภัยถ้าใช้อย่างถูกต้อง⁽¹⁴⁾

การใช้ DEET ร่วมกับยากันแดดจะทำให้การดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้มากขึ้น⁽²⁾ การทดลองในหนูพบว่าการทำ DEET ร่วมกับยากันแดดทำให้เกิดการดูดซึม DEET ผ่านผิวหนังได้เร็วกว่าทำ DEET เดี่ยวๆ ถึง 6 เท่า⁽⁵²⁾ และยังมีรายงานพบว่า DEET ทำให้ประสิทธิภาพของยากันแดดลดลงโดยวัดจากค่า Sun protection factor⁽⁵³⁾ ดังนั้นการใช้สาร 2 ชนิดนี้ร่วมกันจึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก สารอื่นๆที่พบว่าถ้าทาพร้อมกับ DEET แล้วจะทำให้ความเป็นพิษเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ยาทาากลุ่มเรตินอยด์ รวมไปถึง Bexarotene และ alitretinoin⁽⁵⁾

ผลิตภัณฑ์ที่มี DEET เป็นส่วนประกอบมีทั้งแบบธรรมดา และแบบที่ค่อยๆ ปลดปล่อยสารออกมาโดยใช้สูตร Microencapsulation แม้ว่า DEET จะมีที่ใช้มายาวนานถึง 60 ปี และเป็นสารที่นิยมใช้มากที่สุดก็ยังคงมีความเป็นไปได้ว่าสารใหม่ที่มีกลิ่นที่ดีกว่าและมีพิษต่อร่างกายน้อยกว่าอาจมาแทนที่ DEET ก็เป็นไปได้

สรุปกล่าวคือควรใช้สารไล่ยุงนี้ในความเข้มข้นที่เหมาะสมกับกิจกรรมที่ทำ เช่น ทำงานในสวน ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 10 ถึง 30 ก็เพียงพอ แต่ถ้าไปเดินป่าหรือตั้งแคมป์ก็ควรใช้ความเข้มข้นที่มากขึ้น

เช่น ร้อยละ 40 ถึง 50 ส่วนปริมาณที่เหมาะสมคือ 2-4 ซ่อนใต้สำหรับแขน 2 ข้าง ขา 2 ข้าง และใบหน้าในผู้ใหญ่⁽⁷⁾

2. Permethrin

วางจำหน่ายเป็นครั้งแรกในปี 1973 Permethrin จัดเป็นสาร Pyrethroid สังเคราะห์ มีฤทธิ์ไล่แมลงและฆ่าแมลงได้ มีประสิทธิภาพสูงต่อยุงและแมลงต่างๆ เช่น เหา ยุง แมลงวันดำ โดยเฉพาะหมัดเห็บ ไร (Ticks) โดยพบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่า DEET ในการป้องกันเห็บ หมัด ไร และยุงกัดเห็บ หมัด ไร ได้ด้วยในขณะที่ DEET จะฆ่าไม่ได้ การออกฤทธิ์จะต้องอาศัยการสัมผัสโดยตรงระหว่างสารกับกับแมลง (Contact insecticide) ทำให้สารนี้ไม่เหมาะสมกับการนำมาทาที่ผิวหนัง แม้ว่าการดูดซึมผ่านผิวหนังจะมีน้อยมากและความเป็นพิษต่ำมากก็ตาม ดังนั้นควรใช้ Permethrin กับเสื้อผ้า เต็นท์ มุ้ง สเปรย์ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ทนทานต่อความร้อนและแสงแดด⁽¹⁴⁾

กลไกการออกฤทธิ์เกิดขึ้นโดยการกระตุ้นระบบประสาทของแมลงอย่างรุนแรง และยับยั้ง Adenosine triphosphatase, acetylcholinesterase และ gamma-aminobutyric acid receptor ทำให้ไซโตเคียมไม่สามารถจะเคลื่อนผ่านเข้าไปในเส้นประสาทได้จนทำให้เกิดอัมพาตในที่สุด⁽⁵⁴⁾ Permethrin มีที่ใช้ในเกษตรกรรม การกำจัดวัชพืช การป่าไม้ การควบคุมเหา เป็นต้น สารนี้สามารถใช้บนเสื้อผ้า รองเท้า มุ้ง เต็นท์ และต้องทาใหม่หลังจากซักล้างไปแล้ว 5 ครั้ง ความเป็นพิษเกิดเมื่อใช้สารในขนาดที่สูง ทำให้เกิดอาการทางระบบประสาท เช่น ลุกี้ลุดกลน มือสั่น อัมพาต และอุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น และยังทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเยื่อเมือก มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ ระบบภูมิคุ้มกัน และยังอาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้อีกด้วย⁽⁵⁵⁾

เต็นท์ที่ทาด้วย Permethrin ความเข้มข้นร้อยละ 1 แบบ Oil-based เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่าอาสาสมัครที่อยู่ในเต็นท์ที่ทาสารได้รับการป้องกันยุงถึงร้อยละ 84 ถึงร้อยละ 94 นานถึง 42 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอาสาสมัครที่อยู่นอกเต็นท์ที่ทาสารก็ได้รับการป้องกันยุงร้อยละ 43 ถึงร้อยละ 82 ซึ่งก็ยิ่งมากกว่าอาสาสมัครที่อยู่นอกเต็นท์ที่ไม่ได้ทาสาร⁽⁵⁶⁾

ส่วนประสิทธิภาพของ Permethrin ร้อยละ 0.5 แบบสเปรย์ ในการป้องกัน lone star tick ภายใต Field assay โดยพ่นสเปรย์เพียงครั้งเดียว นาน 15, 30 และ 60 วินาที พบว่าสามารถป้องกันได้อย่างสมบูรณ์ (ร้อยละ 100) ได้นานถึง 3 วัน โดยทำการทดสอบวันละ 1 ชั่วโมง⁽⁵⁷⁾

นอกจากนี้มีการศึกษาการใช้ DEET ร้อยละ 35 แบบ Polymer-based ทาบนผิวหนัง ร่วมกับ Permethrin ทาบนเสื้อผ้าที่กำลังสวมใส่ พบว่าสามารถป้องกันยุงกัดได้มากถึงร้อยละ 99.9 (กัด 1 ตัวต่อชั่วโมง) นาน 8 ชั่วโมง ในขณะที่คนที่ไม่ได้ป้องกันถูกยุงกัดถึง 1188 ครั้งใน 1 ชั่วโมง⁽⁵⁸⁾

ยี่ห้อทางการค้าของ Permethrin ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ได้แก่ Duranon Tick Repellent, Repel Permanone, Cutter Outdoorsmen Gear Guard, Sawyer Clothing Tick Repellent, 3M

Clothing and Gear Insect Repellent, No Stinkin' Ticks ซึ่ง Permanone นั้นมีกลิ่นที่หอม เป็นสเปรย์ ใช้พ่นที่เสื้อผ้าและเต็นท์ มีความคงทนแม้ว่าจะผ่านการซักล้างหลายครั้ง วิธีใช้สารกลุ่มที่มี Permethrin คือพ่นลงบนเสื้อผ้าทั้ง 2 ด้านทั้งในและนอกนาน 45 วินาทีให้ชุ่มเล็กน้อย แล้วปล่อยให้แห้งนาน 2-4 ชั่วโมงก่อนนำเสื้อผ้านั้นมาสวมใส่^(5,14)

3. Picaridin (2-(2-hydroxyethyl)-1-piperidinecarboxylic acid 1-methylpropyl ester, KBR 3023)⁽⁵⁾

เป็นสารไล่แมลงที่ได้รับการรับรองแล้วในสหรัฐอเมริกา และยังมีที่ใช้มากในยุโรปและออสเตรเลีย โดยเริ่มใช้ในออสเตรเลียตั้งแต่ปี 1998 Picaridin มีคุณสมบัติของสารไล่แมลงในอุดมคติเนื่องจากเป็นสารที่ไม่มีกลิ่น ไม่เหนียวเหนอะหนะเมื่อทาลงบนผิวหนัง ก่อให้เกิดการระคายเคืองผิวหนังต่ำ และไม่ทำให้พลาสติกและผ้าเสียหาย ยังไม่มีรายงานผลข้างเคียงที่รุนแรงจากการใช้ Picaridin

ห้ามใช้สารนี้ในเด็กอายุน้อยกว่า 2 ปี⁽⁵⁹⁾ Picaridin มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ DEET แต่การศึกษาเปรียบเทียบยังน้อยอยู่ ในปี 2000 องค์การอนามัยโลกได้แนะนำให้ Picaridin เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ป้องกันุงที่เป็นพาหะนำโรคมาลาเรีย เนื่องจาก Picaridin มีประสิทธิภาพสูง ความปลอดภัยสูง ไม่มีกลิ่น และไม่เหนียวเหนอะหนะ นอกจากนั้นการทดลองในสัตว์ไม่พบว่ามีพิษแต่อย่างใด

กลไกการออกฤทธิ์เหมือนกับ DEET คือสร้างเกราะกำบังที่เป็นไฮโดรคาร์บอนเหมือนกัน ใช้ได้ผลกับการไล่ยุง แมลง เห็บ ไร หมัด ระยะเวลาในการป้องกันแมลงของ Picaridin แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ระยะเวลาในการป้องกันแมลงของ Picaridin ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น	ยี่ห้อการค้า	ระยะเวลาป้องกัน	ตำรับ
7%	Cutter Advanced	3-4 ชั่วโมง	สเปรย์
15%	Cutter Advanced Sport	6-8 ชั่วโมง	ละอองน้ำ
20%	Cutter Advanced Sport	8-10 ชั่วโมง	ละอองน้ำ

ที่มา: Brown M, Hebert AA. Insect repellents: An overview. J Am Acad Dermatol. 1997; 36: 243-9.

4. Dialkyl phthalate⁽⁷⁾ เป็นสารไลยุงที่ได้จากการสังเคราะห์ นับเป็นสารไลยุงสังเคราะห์ที่มีมานานตั้งแต่ก่อนสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ตัวอย่างเช่น Dimethyl phthalate ที่มีการค้นพบในปี 1929 ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ประกอบไปด้วยสารประกอบที่เป็นของแข็งที่มีฤทธิ์ไล่แมลง เช่น n-butyl sulfone สาร

ไล่แมลง Dimethyl phthalate มีประโยชน์ในการป้องกัน Ixodid ticks ที่เป็นพาหะของ Lyme disease⁽⁶⁰⁾ ส่วนการป้องกันยุงนั้นต้องใช้ขนาดยาอย่างน้อยที่สุด 8 ถึง 8.15 มิลลิกรัมต่อตารางนิ้ว เมื่อเทียบกับ DEET แล้วใช้เพียง 0.36 ถึง 0.50 มิลลิกรัมต่อตารางนิ้วเท่านั้น⁽¹⁵⁾ Dimethyl phthalate มีความเป็นพิษปานกลาง อาจทำให้เกิดการระคายเคืองเช่นเดียวกับ DEET และยังกดระบบประสาทส่วนกลาง รบกวนระบบทางเดินอาหาร ทำอันตรายต่อไต มีความเสี่ยงทำให้เกิดการพิการแต่กำเนิดของทารกในครรภ์

5. Ethyl butylacetyl amino propionate มีความเป็นพิษปานกลาง ก่อให้เกิดการระคายเคืองตา นอกจากใช้ไล่ยุงแล้ว Ethyl butylacetyl amino propionate มีประสิทธิภาพในการไล่มด แมลงวัน แมงมุม เห็บ หมัดอีกด้วย⁽⁴¹⁾

6. Indalone (Butyl 3,4-dihydro-2,2-dimethyl-4-oxo-2H-pyran-6-carboxylate) ถูกค้นพบในปี 1937 เป็นสารไล่แมลงที่แมลงจะต้องเข้ามาสัมผัสกับพื้นผิวก่อนที่จะถูกไล่ออกไป (Contact or gustatory repellent) สารนี้มีความปลอดภัยทั้งทาบนผิวหนังและพ่นลงไปบนเสื้อผ้า⁽⁷⁾

7. Rutger 612 ประกอบไปด้วย 2-ethyl-1,3-hexanediol ปัจจุบันไม่มีแล้ว แต่ส่วนประกอบหลักยังคงมีที่ใช้อยู่ในสารไล่ยุงชนิดอื่นๆ เช่น 6-12 Plus Insect Stick, Off! Insect Repellents IV เป็นต้น ซึ่งวางขายในสหรัฐอเมริกา จุดประสงค์หลักใช้ในการไล่แมลงวันดำ (Black flies) 2-ethyl-1,3-hexanediol ไล่แมลงชนิดอื่นได้ไม่ค่อยดี การดูดซึมผ่านผิวหนังมีน้อยมาก ผลข้างเคียงที่พบบ่อย ได้แก่ การระคายเคืองผิวหนัง นอกจากนี้ US Environmental Protection Agency ได้ประกาศให้ 2-ethyl-1,3-hexanediol เป็นสารก่อให้เกิดความพิการของทารกในครรภ์ ห้ามใช้ในคนตั้งครรภ์⁽⁷⁾

8. สารสกัดจากพืช

ส่วนของพืชที่นำมาใช้เป็นสารไล่ยุงคือส่วนของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าจะมีความปลอดภัยต่อมนุษย์มากกว่าสารเคมีสังเคราะห์ และมีพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า แต่จากการศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันยังไม่พบว่ามีสารไล่ยุงจากพืชที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับ DEET ดังจะกล่าวในหัวข้อน้ำมันหอมระเหยต่อไป

9. กระเทียม

กระเทียมมีความเป็นพิษต่อร่างกายน้อยมากและแทบจะไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม Rajan และคณะ⁽⁶¹⁾ ทำการศึกษา Randomized, double-blinded, placebo-controlled โดยให้อาสาสมัครรับประทานกระเทียมในตอนเย็นของวันก่อนที่จะพบผู้ทำวิจัย ในวันรุ่งขึ้นให้มาทดสอบกับยุงลายภายในห้องทดลอง แล้วทำการทดสอบ Placebo ในอีก 28 วันถัดไป ประเมินผลโดยดูจากจำนวนของยุงที่กัดและไม่กัด น้ำหนักของยุงหลังการดูดเลือด ผลการศึกษาพบว่ากระเทียมสามารถเป็นสารไล่ยุงชนิดรับประทานได้

10. Olfactory binding proteins

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบลักษณะพันธุกรรมและชีววิทยาของการดมกลิ่นของยุง *Anopheles gambiae* ซึ่งเป็นพาหะนำมalaria เจริญหลักในทวีปแอฟริกา ยุงตัวเมียอาศัยการดมกลิ่นในการหาอาหาร โดยที่แมลงที่เรียกว่าอยู่บนผิวหนังของคนปล่อยสารในระดับโมเลกุลที่มีกลิ่นออกมา ซึ่งยุงจะได้รับกลิ่นนี้ผ่าน Olfactory binding proteins ของมันแล้วส่งสัญญาณไปทางเซลล์ประสาทรับกลิ่น (Olfactory neurons) ซึ่งทำให้ยุงเกิดการตื่นตัวขึ้นมา จึงทำให้เกิดทฤษฎีว่าการทำลายต่อมรับกลิ่นของยุงจะรบกวนการรับกลิ่นทำให้ยุงกัดคนน้อยลงได้

Jones และคณะ⁽⁶²⁾ ได้ค้นพบเป้าหมายของสารไล่ยุงคือโปรตีน GPRor7 การทำลายโปรตีนตัวนี้จะทำให้เกิดการจับกันของ Olfactory binding proteins ที่อยู่ในสารไล่ยุงและต่อมรับกลิ่นของแมลง ก่อให้เกิดการทำลายการรับกลิ่นของยุงตามมา ประโยชน์ของ Olfactory binding proteins คือสามารถพ่นไปในอากาศได้โดยตรง ทำให้ไม่ต้องสัมผัสกับผิวหนัง และยังสามารถป้องกันยุงกัดได้ในบริเวณที่กว้างมากขึ้น สรุปกล่าวคือ Olfactory binding proteins นั้นมีความปลอดภัยสูง สามารถใช้ได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่

6.4 วิธีใช้สารทาป้องกันยุง⁽⁶³⁾

ทาบนผิวหนังบางๆให้ทั่วบริเวณที่ต้องการป้องกันยุง ไม่ควรทาสารป้องกันยุงบริเวณผิวหนังในร่มผ้าแต่ควรสเปรย์บนเสื้อผ้า ไม่ควรทาบนบริเวณที่เป็นแผลรวมทั้งผิวที่แพ้แดด หลีกเลี่ยงบริเวณรอบดวงตาและรอบปาก เมื่อกลับเข้าบ้านควรล้างสารทาป้องกันยุงออกด้วยสบู่และน้ำ

6.5 สารทาป้องกันยุงในเด็ก

เด็กมีความเสี่ยงในการเกิดพิษจากสารไล่ยุงมากกว่า โดยมีรายงานพบการชักในเด็กที่ได้รับสาร DEET แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีการให้คำแนะนำการใช้สารที่ถูกต้องกับผู้ปกครองและเน้นย้ำให้มีการอ่านฉลากก่อนใช้ทุกครั้ง ก็จะมีโอกาสเกิดพิษจาก DEET ได้น้อยมากโดยเฉพาะการทาสารไล่ยุง DEET บนใบหน้าเนื่องจากถ้าสารเข้าตาจะทำให้โอกาสเกิดพิษต่อร่างกายสูงขึ้น มีการศึกษาความปลอดภัยของ DEET ในเด็กและสรุปว่าความเสี่ยงในการเกิดพิษนั้นมีน้อยมากประมาณร้อยละ 0.05 ถึง 0.1 ของผู้ใช้ทั้งหมดเท่านั้น อาการเป็นพิษที่พบ ได้แก่ ความดันต่ำ ชัก หายใจติดขัด หมดสติ และเสียชีวิตได้⁽⁶⁴⁾

ส่วนในหญิงตั้งครรภ์และให้นมบุตรนั้น ได้มีการศึกษาในแม่ที่สัมผัส DEET ในช่วงตั้งครรภ์ไตรมาสที่ 2 และ 3 พบว่าไม่มีผลต่อพัฒนาการของทารกแรกเกิด ไปจนถึงหลังคลอด 1 ปีแต่อย่างใด ส่วนในหญิงให้นมบุตรนั้นก็ไม่พบว่ก่อให้เกิดพิษต่อทารกเช่นเดียวกัน

6.6 ข้อแนะนำในการใช้สารทาป้องกันยุง^(14,63)

1. ใช้สารทาป้องกันยุงที่ได้รับการรับรองจาก อย. มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้
2. ไม่ควรทาสารป้องกันยุงให้เด็กอายุต่ำกว่า 2 ปี เว้นแต่อยู่ในสภาวะที่มีความเสี่ยงสูง และต้องใช้อย่างระมัดระวัง ไม่ทายากันยุงซ้ำเกินโดยไม่ล้างออก และหลีกเลี่ยงบริเวณใบหน้า

3. ถ้าทาสารป้องกันยุงแล้วรู้สึกแสบร้อนที่ผิวหนัง ให้ล้างออกด้วยสบู่และน้ำ
4. เมื่อออกจากพื้นที่ที่มียุง ให้ล้างออกโดยใช้น้ำและสบู่
5. การใช้ DEET และยากันแดดในเวลาเดียวกันสามารถกระทำได้ แต่ควรหลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่รวมทั้งสารไล่ยุงและยากันแดดไว้ด้วยกัน เนื่องจากยากันแดดต้องทาซ้ำเมื่อออกแดดหรือว่ายน้ำ ในขณะที่สารไล่ยุงนั้นไม่ต้องทาซ้ำถี่เหมือนกับยากันแดด
6. สารป้องกันยุงที่ออกแบบมาให้ใช้กับผิวหนังได้สามารถนำมาใช้กับเสื้อผ้าได้ แต่สารที่ออกแบบมาให้ใช้กับเสื้อผ้าไม่สามารถใช้กับผิวหนังได้ DEET, 2-ethyl-1,3-hexanediol และ dimethyl phthalate สามารถนำมาใช้ได้กับทั้งผิวหนังและเสื้อผ้า
7. ทาสารไล่ยุงบริเวณผิวหนังที่มีโอกาสสัมผัสกับยุงและเสื้อผ้า ส่วนผิวหนังที่อยู่ใต้เสื้อผ้านั้นไม่จำเป็นต้องทา
8. เมื่อต้องการทาบริเวณใบหน้าให้ถูสารกันยุงที่ฝ่ามือก่อน แล้วทาบหน้าบางส่วน
9. เมื่อทาสารไล่ยุงแล้ว ให้เช็ดสารไล่ยุงที่ฝ่ามือออก เพื่อป้องกันการสัมผัสตา ปาก และอวัยวะเพศต่อไป
10. ระวังอย่าให้สารระเหยสัมผัสกับเยื่อบุตา
11. เก็บให้พ้นมือเด็ก
12. หลีกเลี่ยงการทาบริเวณผิวหนังที่เป็นแผลเปิด หรือผิวหนังที่กำลังมีการระคายเคืองหรืออักเสบ อยู่
13. ไม่ทาสารกันยุงรอบตาและรอบปาก อย่าทาสารไล่ยุงที่มือของเด็ก
14. ทายากันยุงในปริมาณที่เหมาะสม ไม่ต้องทาซ้ำบ่อยๆ สามารถทาซ้ำที่เดิมได้เมื่อสารทาป้องกันยุงหมดฤทธิ์

6.7 คุณสมบัติทางกายภาพที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันยุง⁽³⁶⁾

1. จุดเดือด (Boiling point) และความดันไอ (Vapor pressure) พบว่าสารที่มีจุดเดือดระหว่าง 260 ถึง 280 องศาเซลเซียสจะมีความดันไอที่เหมาะสมในการไล่ยุง
2. จุดหลอมเหลว (Melting point) สารที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 37 องศาเซลเซียส จะมีความสามารถในการไล่ยุงได้ต่ำ เช่น Trimethyl citrate ซึ่งเป็นของแข็งไม่มีฤทธิ์ในการไล่แมลงได้ ในขณะที่ Triethyl, triisopropyl และ tributyl esters ซึ่งเป็นของเหลวสามารถไล่แมลงได้มาก แต่ก็ไม่เป็นไปตามนี้เสมอไป เช่น Coumarin มีจุดหลอมเหลว 68-70 องศาเซลเซียสแต่ก็ป้องกันแมลงได้ดี
3. สัมประสิทธิ์การแบ่งแยก (Partition coefficient) สารป้องกันยุงที่ดีควรละลายได้ดีทั้งในน้ำและไขมัน เนื่องจากกลไกของสารทาป้องกันยุงคือมีการระเหยเป็นไอ ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไปรบกวนและไป

สัมผัสกับต่อมรับกลิ่น (Olfactory receptor) ของยุง การที่สารจะไปสัมผัสกับต่อมรับกลิ่นของยุงได้ จะต้องมีการละลายในไขมันที่ดีด้วย

4. การดูดซับรังสีอินฟราเรดของสารป้องกันยุง (Infrared absorption) สารป้องกันยุงที่ดูดซับอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสม ($449-471$ เซนติเมตร⁻¹) จะทำให้ความร้อนที่ปล่อยออกมารอบผิวลดลง จึงทำให้ดึงดูดยุงเข้าหาน้อยลงด้วย แต่การวัดการดูดอินฟราเรดไม่ได้เป็นเครื่องมือคัดกรองสารทาป้องกันยุงที่ดี

5. น้ำหนักโมเลกุล (Molecular weight) จากการศึกษาคุณสมบัติของยาป้องกันยุงประเภท Aliphatic amides of cyclic amines พบว่าสารป้องกันยุงที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 200-210 มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงมากที่สุด

6. ความเข้มข้น สารนั้นจะต้องมีความเข้มข้นที่มากกว่าหรือเท่ากับความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดที่จะป้องกันยุงได้

7. ความหนืด (Viscosity) และแรงตึงผิว (Surface tension) สารที่มีความหนืดมาก แรงตึงผิวมากจะมีประสิทธิภาพดีกว่า เนื่องจากจะมี Diluting effect น้อยกว่าสารที่มีความหนืดน้อย

6.8 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารทาป้องกันยุง ^(15,36,65)

1. เหยื่อหรือฝน สารไล่ยุงจะถูกชะล้างด้วยน้ำได้ง่ายทำให้หมดฤทธิ์เร็วขึ้น ปัจจุบันยังไม่มี Vehicle ของสารไล่ยุงที่เหมาะสมที่สามารถกันน้ำได้ ซึ่งการพัฒนาสารไล่ยุงที่กันน้ำได้มีความสำคัญในแอฟริกากลาง อเมริกากลาง เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นบริเวณที่มีฝนตกมาก นอกจากนี้การออกเหยื่อนอกจากจะเป็นปัจจัยที่ดึงดูดยุงเข้าหาแล้ว ยังเป็นปัจจัยที่ทำให้สารไล่ยุงหมดฤทธิ์เร็วขึ้นด้วย เนื่องจากการชะล้าง การดูดซึมผ่านผิวหนัง และการขับออกจากผิวหนังที่มากขึ้น

2. อุณหภูมิและความชื้น Khan และคณะ⁽⁶⁶⁾ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และระยะเวลาในการป้องกันแมลงของ DEET และยากันยุงอื่นๆ พบว่าที่อุณหภูมิ 26-50 องศาเซลเซียสจะมี Negative correlation ($r=-.9552$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) และทดสอบ Ethyl hexenediol, dimethylphthalate, Indalone, hexamethyleneimine butane sulfonamide ที่อุณหภูมิ 40 และ 26 องศาเซลเซียส พบว่ามี Positive correlation ($+.9821$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) จึงเป็นการสนับสนุนว่าอุณหภูมิมีผลต่อระยะเวลาป้องกันยุง โดยที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสประสิทธิภาพยังคงเท่าเดิมได้เป็นระยะเวลานาน แต่ที่อุณหภูมิมากกว่า 26 องศาเซลเซียสจะไม่สามารถคาดเดาประสิทธิภาพของยากันยุงได้ เพราะที่อุณหภูมิสูงสารจะระเหยเร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียสจะทำให้ระยะเวลาการป้องกันยุงลดลงได้มากถึงร้อยละ 50 ความชื้นของอากาศก็มีผลต่อการระเหยของสาร เช่น ที่ที่มีความชื้นสูงการระเหยของสารจะช้ากว่าที่ความชื้นต่ำ

3. กระแสลม Khan และคณะ⁽⁶⁶⁾ พบว่าที่อุณหภูมิห้อง 26 องศาเซลเซียส และมีกระแสลมปกติ DEET สามารถป้องกันยุงได้นาน 201 นาที แต่ถ้ากระแสลม 192 เมตร/นาทีพบว่าป้องกันได้เพียง 73 นาที ซึ่งลดลงถึงร้อยละ 66 ดังนั้นถ้าลมแรงสวระเหยเร็ว ก็จะมีหมดฤทธิ์เร็วกว่า

การประมาณความถี่ในการทาสารป้องกันยุงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความเร็วลม เช่น การทา DEET ที่อุณหภูมิห้อง (26 องศาเซลเซียส) จะกันได้นาน 10-12 ชั่วโมง ถ้าอยู่ที่ที่มีความเร็วลม 7 ไมล์ต่อชั่วโมง จะต้องทาซ้ำที่ 3-4 ชั่วโมง แต่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มเป็น 35 องศาเซลเซียส จะต้องทาซ้ำที่ 1.5-2 ชั่วโมง

4. Intrinsic repellency ของสารทาป้องกันยุง หรือเรียกอีกอย่างว่า Potency ของสารทาป้องกันยุง วัดจากความเข้มข้นของไอระเหย (Vapor concentration) สารที่มี Intrinsic repellency สูง จะใช้จำนวนโมเลกุลน้อยในการทำให้เกิดการไล่ยุง ดังนั้นถ้าใช้สารไล่ยุงในปริมาณที่เท่ากัน สารที่มี Intrinsic repellency สูงจะอยู่ได้นานกว่า

5. ขนาดของสารไล่ยุงต่ำที่สุดที่จะไล่ยุงได้ (Minimum effective dose, MED) เช่น DEET ต้องมีปริมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรเป็นอย่างน้อยจึงจะสามารถไล่ยุงได้ สารที่มี MED ต่ำ หมายความว่าสามารถไล่ยุงได้โดยที่มีความเข้มข้นไอระเหยต่ำ คือมี Intrinsic repellency สูงนั่นเอง⁽⁶⁵⁾ สารไล่ยุงที่มี Intrinsic repellency น้อยจะต้องทาในปริมาณที่มากกว่าสารที่มี Intrinsic repellency มาก แต่อย่างไรก็ตาม Maibach และคณะ⁽¹⁵⁾ ได้ทำการวัด MED ของสารไล่ยุง 7 ชนิดและพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง MED และระยะเวลาที่จะสามารถป้องกันยุงได้ อันเนื่องมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ อัตราการระเหยของสารไล่ยุงที่แตกต่างกัน การยืดเกาะและการซึมผ่านผิวหนังที่แตกต่างกัน

6. ชนิดของยุง ประสิทธิภาพของของสารทาป้องกันยุงต่อยุงต่างชนิดกันจะไม่เท่ากัน

7. ผู้ใช้ พบว่าสารไล่ยุงชนิดเดียวกัน ทาในปริมาณเท่ากัน ในสภาวะแวดล้อมที่เหมือนกันจะให้ระยะเวลาในการป้องกันยุงที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล อันเป็นผลมาจากอัตราการระเหย อัตราการดูดซึมผ่านผิวหนังของสารไล่ยุงในแต่ละคนจะไม่เท่ากัน คนอายุมากที่ผิวหยาบ สารทาป้องกันยุงจะหมดฤทธิ์เร็วกว่าคนอายุน้อยที่ผิวละเอียดกว่า นอกจากนี้คนที่มีการขับเหงื่อออกไข้ออกไข้อที่ผิวมากจะถูกยุงกัดได้เร็วกว่าคนอื่นที่ทาสารป้องกันยุงชนิดเดียวกัน

8. การเสียดสี เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้สารไล่ยุงหมดฤทธิ์เร็ว ดังนั้นการใช้สารไล่ยุงที่มี Vehicle ที่เหมาะสมจะช่วยลดการสูญเสียจากการเสียดสีได้ มีผู้คิดค้นตำรับที่ลดการถูกเสียดสีมากมาย แต่ก็ยังไม่สำเร็จเท่าที่ควร การเสียดสีเกิดได้ทั้งจากเสื้อผ้าโดยเฉพาะปกคอเสื้อและแขนเสื้อ จากสิ่งของที่ถูรอบข้าง การออกกำลังกายก็ทำให้เกิดการเสียดสีที่ปกคอและแขนเสื้อเป็นหลายร้อยครั้งในช่วงเวลาสั้นๆ ดังนั้นถ้ามีการออกกำลังกายจะต้องทาสารไล่ยุงซ้ำถี่มากขึ้น

9. ความถี่ของการทาสารป้องกันยุง

10. ความสม่ำเสมอในการทาลงบนผิวหนัง ผู้ใช้ต้องทำให้ทั่วบริเวณที่มีโอกาสสัมผัสกับยุงได้ บริเวณที่ไม่ได้ทาลงไต่ยุงแม้ว่าจะห่างไม่กี่เซนติเมตรจากบริเวณที่ทาาก็มีโอกาสถูกยุงกัดได้เช่นกัน เนื่องจากสารที่ทาลงไปนั้นจะสร้างเกราะก้ำบังเป็นระยะไม่กี่เซนติเมตรเท่านั้น

11. ระดับของการทำกิจกรรม ถ้ามีการทำกิจกรรมมากเมตาบอลิซึมก็มากขึ้น อาจดึงดูดยุงได้มากกว่าดังที่กล่าวมาข้างต้น

12. จำนวนและชนิดของยุงที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมขณะนั้น สารป้องกันยุงแต่ละชนิดมีผลต่อยุงต่างชนิดได้แตกต่างกัน

13. ระดับความชุ่มชื้นและอุณหภูมิของผิวหนัง ขึ้นการทำงานของต่อมเหงื่อและต่อมไขมัน

14. การดูดซึมของสารผ่านผิวหนัง (Absorption) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพลดลง เช่น การทา DEET จะมีอัตราการดูดซึมผ่านผิวหนังมากสุดใน 12 ชั่วโมงหลังทา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.7 ของขนาดที่ทาต่อชั่วโมง

15. การเปลี่ยนแปลงของสารที่ผิวหนัง เช่น การมี Oxidation

16. เสี่ยงในสิ่งแวดล้อม และการเคลื่อนไหวของเหยื่อ

17. กลิ่นตัวของคนคนนั้น

7. สารเคมีสำคัญที่พบในพืชสมุนไพร ^(35,37)

สารเคมีในพืชมีหลายชนิด ซึ่งสารเคมีนี้มีความแตกต่างกันไปตั้งแต่ชนิด ปริมาณ คุณสมบัติ และการกระจายตัวในพืช นอกจากนี้ความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมียังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น พันธุ์พืช สภาพทางภูมิศาสตร์หรือภูมิประเทศ ภูมิอากาศ การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว วิธีการหลังการเก็บเกี่ยว การถนอมอายุ การเก็บรักษา การแปรรูปหรือการสกัด รวมถึงการสะสม การทราบสารเคมีที่สำคัญจะช่วยให้สามารถนำสมุนไพรมาพัฒนาเป็นยา ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เครื่องสำอาง หรือผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงได้อย่างเหมาะสม สารที่ใช้กำจัดแมลงมักเป็นสารที่มีพิษ เช่น กลุ่มแอลคาลอยด์ ส่วนสารที่มีฤทธิ์ในการป้องกันหรือไล่แมลงมักเป็นสารกลุ่มน้ำมันหอมระเหย กลุ่มสารเคมีที่สำคัญอาจแบ่งได้ดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) ถูกสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงและเก็บเป็นอาหารสะสมของพืช สามารถใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ แบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1.1 พวกที่เป็นน้ำตาล แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ น้ำตาลเชิงเดี่ยว (Monosaccharides) และ น้ำตาลเชิงซ้อน (Oligosaccharides)

1.2 พวกที่ไม่ใช่น้ำตาล จะไม่มีรสหวานและไม่ละลายน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ Polysaccharides เช่น แป้ง ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี แป้งมันฝรั่ง แป้งสาคุ วิลาส และ Polyuronides เช่น กัม

2. โปรตีน (Proteins) เป็นสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนอยู่ในโมเลกุล เกิดจากการดอะมิโนมาจับกันเป็นโมเลกุลใหญ่ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

2.1 Simple proteins เมื่อถูกย่อยจะให้กรดอะมิโน

2.2 Conjugated proteins ประกอบด้วยโปรตีนจับกับส่วนที่ไม่ใช่โปรตีน

2.3 Derived proteins เป็นสารที่ได้จากการสลายตัวของโปรตีน

สารประกอบกลุ่มโปรตีนใช้เป็นอาหารและใช้ด้านการรักษา เช่น ใช้เป็นสารต้านพิษ หรือเป็นสารมีพิษ ใช้รักษาโรคไขข้ออักเสบ ใช้เป็นเซรุ่มต้านพิษ

3. ไขมัน (Lipids) เป็นเอสเทอร์ที่เกิดจากกรดไขมันชนิดโมเลกุลยาวจับกับแอลกอฮอล์ แบ่งเป็น

3.1 ไขมัน (Fat) และน้ำมันไม่ระเหย (Fixed oil) ส่วนใหญ่ได้มาจากส่วนเมล็ด มักนำมาใช้เป็นอาหารและใช้ประโยชน์ในด้านเภสัชกรรม

3.2 ขี้ผึ้งหรือแว็กซ์ (Wax) เป็นสารที่ใช้ในการเตรียมยาขี้ผึ้ง ครีม

4. น้ำมันหอมระเหย (Volatile oils) เป็นของเหลวที่มีกลิ่นเฉพาะตัว ส่วนมากจะมีกลิ่นหอมระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญประเภท Monoterpenes, sesquiterpenes และ oxygenated derivatives

5. ยางไม้ (Gums) เป็นของเหนียวที่ได้จากพืช เกิดขึ้นเมื่อกรีดหรือทำให้พืชนั้นเป็นแผล

6. เรซินและบาลซัม (Resins and balsams) มักนำมาใช้ในทางยา

6.1 เรซิน เป็นสารประกอบที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนมากมักเปราะ แตกง่าย บางชนิดอาจนิ่ม เมื่อเผาไฟจะหลอมเหลวได้สารที่ใส ชื่น และเหนียว เรซินเกิดจากสารเคมีหลายชนิด เช่น Resin acid, resin alcohol, resene และ ester นอกจากนี้ยังมี Oleoresin ซึ่งเป็นสารผสมระหว่างเรซินกับน้ำมันหอมระเหย เช่น ยางสน ในขณะที่ Oleo-gum-resin เป็นสารผสมระหว่างกัมและโอเลโอเรซิน เช่น มดยอบ (Myrrh)

6.2 บาลซัม เป็น Resinous mixture ซึ่งประกอบด้วยกรดซินนามิก (Cinnamic acid) หรือกรดเบนโซอิก (Benzoic acid) หรือเอสเทอร์ของกรดทั้งสองชนิดนี้ เช่น Tolu balsam, กายาน (Benzoin)

7. แอลคาลอยด์ (Alkaloids) เป็นสารที่มีรสขม มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ พบมากในพืชชั้นสูง มีคุณสมบัติเป็นด่าง และมักจะมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

8. กลัยโคไซด์ (Glycosides) เป็นสารประกอบที่มี 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นน้ำตาล (Glycone) และส่วนที่ไม่เป็นน้ำตาล (Aglycone) มาจับกัน สารประเภทนี้มักนำมาใช้ประโยชน์ทางยา

9. แทนนิน (Tannins) เป็นสารประกอบพวกโพลีฟีนอลซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับโปรตีนในหนังสือสัตว์จะทำให้หนังสือไม่เน่าเปื่อยไปตามธรรมชาติ แทนนินมีรสฝาด

10. ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นสารประกอบพวกโพลีฟีนอล มักจะมีสี เช่น แดง ม่วง เหลือง หรือน้ำเงิน มักจะพบในรูปกลัยโคไซด์

11. สเตียรอยด์ (Steroids) เป็นสารที่มีสูตรโครงสร้างเช่นเดียวกับฮอร์โมน และยาต้านอักเสบ อาจแบ่งเป็น Steroidal saponins ซึ่งที่พบมักมีสูตรโครงสร้างเป็น 6 ring ในธรรมชาติพบทุกตัวในรูปของกลัยโคไซด์ นำมาใช้เป็นยาต้านการอักเสบ หรือใช้เป็นยารักษาโรคหัวใจ ในขณะที่ Triterpenoid saponins พบได้ในธรรมชาติในรูป Triterpene อีสาระ หรือกลัยโคไซด์ Triterpenoid saponins บางชนิดใช้เป็นยาลดความดันโลหิต

12. ซาโปนิน (Saponins) เป็นสารประกอบจำพวกกลัยโคไซด์ที่มีส่วน Aglycone (sapogenin) เป็นสารจำพวกสเตียรอยด์ หรือไตรเทอร์ปีนอยด์ ส่วนนี้จะจับกับส่วนน้ำตาล น้ำตาลที่พบส่วนใหญ่เป็น Oligosaccharide 1-5 หน่วย ซาโปนินมีคุณสมบัติบางอย่างคล้ายสบู่ เช่น สามารถเกิดฟองเมื่อเขย่ากับน้ำ เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ดี

13. แอนทราควิโนน (Anthraquinones) เป็นสารประกอบจำพวกควิโนนที่พบมากที่สุดและมีความสำคัญที่สุด พบทั้งในรูปอีสาระและในรูปกลัยโคไซด์ มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย 3-ring system เป็นสารที่มีสีแดงส้ม

7.1 สารออกฤทธิ์ป้องกันกำจัดแมลงจากพืชสมุนไพร ^(35,37,67)

ปัจจุบันมีรายงานพบพืชกว่า 2000 ชนิดทั่วโลกที่มีสารออกฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงแตกต่างกัน เช่น ออกฤทธิ์เป็นสารไล่แมลง (Repellents), ออกฤทธิ์ดึงดูดแมลง (Attractants), ออกฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลงตัวเต็มวัย (Adulticides) และออกฤทธิ์เป็นสารฆ่าตัวอ่อนแมลง (Larvicides) เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทของสารออกฤทธิ์ฆ่าแมลงตามช่องทางที่สารเข้าทำลาย ได้แก่ สารประเภทกินตาย (Stomach poisons), สารประเภทสัมผัสตาย (Contact poisons), และสารประเภททำลายประสาท (Nervous poisons) เป็นต้น หรืออาจจะแบ่งตามลักษณะปฏิกิริยาที่มีผลกับแมลง ได้แก่ สารทำลายทางกายภาพ (Physical insecticides), สารที่มีพิษต่อระบบหายใจ (Respiratory insecticides), สารที่มีพิษต่อระบบประสาท (Nervous poisons), สารที่มีพิษต่อเนื้อเยื่อเฉพาะแห่ง (Protoplasmic poisons) และสารออกฤทธิ์ยับยั้งการกิน (Antifeedants) เป็นต้น

สารออกฤทธิ์ฆ่าแมลงที่มาจากพืช (Botanical insecticides) ที่สำคัญ ได้แก่

1. อะซาไดแรคติน (Azadirachtin) มีฤทธิ์ฆ่าตัวอ่อนแมลง โดยยับยั้งการกินทำให้ไม่มีการเจริญเติบโต และมีผลต่อระดับฮอร์โมนทำให้ไม่วางไข่ สารนี้พบมากในสะเดาอินเดีย (Azadirachta indica)

2. นิโคติน (Nicotine) หรือยาสูบ เป็นสารกลุ่มแอลคาลอยด์ (Alkaloid) เมื่อนำมาผสมกับสบู่อ่อนในน้ำร่อนเท้าจะพ่นฉีดฆ่าแมลงได้ดี ออกฤทธิ์แบบสัมผัสตายและกินตาย นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง พบสารนี้ในยาสูบ *Nicotina tabacum* และ *Nicotina rustica* ในการใช้ควรระมัดระวังเพราะระคายเคืองต่อผิวหนัง

3. โรทีโนน (Rotenone) หรือโรทีนอยด์ (Rotenoids) หรือโล่ดิน เป็นแอลคาลอยด์ชนิดหนึ่ง มีฤทธิ์แบบสัมผัสตายและกินตาย สลายตัวง่ายเมื่อถูกแสงหรือความร้อน พบในพืชหลายชนิด เช่น หางไหลแดง (*Derris elliptica*) หนอนตายอยาก (*Stemona collinsae*) และในพืชสกุล *Tephrosia* ได้แก่ ครามป่า (*Tephrosia purpurea*) และด่านราชสีห์ (*Tephrosia vestita*) สารนี้มีพิษมากต่อปลา ควรใช้อย่างระมัดระวังไม่ให้แพร่กระจายลงสู่แม่น้ำลำคลอง

4. ปิปปิเปอริน (Piperine) เป็นแอลคาลอยด์ชนิดหนึ่ง สารชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าแมลงและสารไล่แมลง พบมากในพริกไทย (*Piper nigrum*)

5. ไพรีทรินส์ (Pyrethrins) สกัดมาจากดอกไพรีทรัม (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) ใช้กันมากในประเทศจีน ญี่ปุ่น และประเทศในแถบเปอร์เซีย ปัจจุบันพบไพรีทรินส์ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงเกือบทุกชนิด ไพรีทรินส์เป็นสารกำจัดแมลงประเภทออกฤทธิ์สัมผัสตาย และเป็นพิษต่อระบบประสาทแมลงโดยตรง แต่มีพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นน้อยมากและยังสลายตัวเร็วในสภาพ แดดจ้า จึงนับว่าเป็นสารฆ่าแมลงที่ดี ต่อมาได้มีการสังเคราะห์สารที่มีคุณสมบัติคล้ายไพรีทรินส์ขึ้น และเรียกลักษณะนี้ว่าไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic pyrethroids)

6. ซาโปนิน (Saponins) ใช้เป็นสารฆ่าตัวเต็มวัยและสารไล่แมลง พบในพืชหลายชนิด เช่น ปอกระเจา (*Corchorus olitorius*) สลอด (*Croton tiglium*) และขมิ้นชัน (*Curcuma longa*)

7. ไฮยาโนเจนิกกลัยโคไซด์ (Cyanogenic glycosides) สารกลุ่มนี้มักจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงเพราะเป็นตัวยับยั้งการกิน ออกฤทธิ์แบบสัมผัส พบในพืชหลายชนิด เช่น มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta*) ชมพูพวง (*Kleinhovia hospita*)

8. แทนนิน (Tannins) มีฤทธิ์ต่อแมลงแบบสัมผัสตายและยับยั้งการกิน พบสารนี้ในว่านน้ำ (*Acorus calamus*) และน้อยหน่า (*Annona squamosa*)

9. ยางขาว (Latex) เป็นสารฆ่ายุงทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย พบในมะละกอ (*Carica papaya*)

10. น้ำมันหอมระเหย (Volatile oil)⁽⁶⁾ พบในพืชจำพวกที่มีเหง้า ใบ หรือผลที่มีกลิ่นหอม เช่น ขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) ขิง (*Zingiber officinalis*) ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) ในน้ำมันหอมระเหยของพืชแต่ละชนิด จะมีสารมากมายหลายชนิดปะปนกันอยู่ สารเหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป เช่น มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ไล่แมลง หรือดึงดูดแมลง เป็นต้น อย่างไรก็ตามน้ำมันหอมระเหยมีข้อจำกัดคือ สามารถระเหยได้เร็วที่อุณหภูมิห้อง หรือที่อุณหภูมิสูงเกินกว่า 30 องศาเซลเซียส จึงทำให้มีความคงทนต่ำในการออกฤทธิ์ ดังนั้นในการใช้จึงต้องนำมาพัฒนาเป็นตำรับ เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและมีระยะเวลาการออกฤทธิ์ที่ยาวนานขึ้น

7.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของสมุนไพร⁽⁶⁾

1. ส่วนที่ใช้ เนื่องจากส่วนต่างๆของพืชมีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน
2. อายุเก็บเกี่ยว ต้องมีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมจึงจะได้สารที่ต้องการ
3. การเตรียมและการเก็บรักษา ไม่ว่าจะเป็นการล้าง ตัด ทำให้แห้ง ก็มีผลเช่นกัน
4. ปัจจัยภายนอก ได้แก่ ฤดูกาล ลักษณะดินและปุ๋ย

8. การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร^(35,37)

การสกัด (Extraction) เป็นการดึง หรือชะส่วนที่ละลายออกจากส่วนที่ไม่ละลายซึ่งอาจเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ ด้วยการใช้ตัวสกัดที่เป็นของเหลวที่เหมาะสม ความสามารถในการสกัดจะขึ้นอยู่กับอัตราการซึมผ่าน (Rate of diffusion) ของส่วนที่ละลายผ่านชั้นสัมผัสของของเหลวที่ทำหน้าที่เป็นตัวสกัด (Solvent) กับสารตั้งต้นที่จะสกัด

8.1 การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพร

การสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรอาจทำได้หลายวิธีเช่น

1. การหมัก (Maceration) ทำได้โดยการนำสมุนไพรมาหมักแช่ในตัวทำละลายที่เหมาะสมในภาชนะที่ปิด หมักไว้ในระยะเวลาที่กำหนด และในระหว่างการหมักให้มีการคนด้วย เมื่อครบกำหนดตามต้องการ ค่อยๆรินเอาสารสกัดออก และบีบเอาสารละลายออกจากกาก (Marc) รวมสารสกัดที่ได้นำไปกรอง ทำซ้ำจนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์

2. การแช่ (Infusion) ทำได้โดยการหมักแช่สมุนไพรในน้ำร้อนเป็นเวลานานตั้งแต่ 5 นาที ถึง 2 ชั่วโมง ไม่มีการบีบกาก อุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่จะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสมุนไพร และชนิดหรือประเภทของสารสำคัญที่ต้องการสกัด

3. การชง (Percolation) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญโดยใช้ Percolator โดยหมักสมุนไพรกับตัวทำละลายพอขึ้น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วค่อยๆบรรจุลงใน Percolator เติมน้ำ Solvent ลงไปให้ระดับ Solvent อยู่เหนือสมุนไพรสูงประมาณ 0.5 ซม. ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงค่อยๆ เริ่มรินเอาสารสกัดออก

4. การต้ม (Decoction) ทำโดยการต้มสมุนไพรกับน้ำให้เดือดนาน 30 นาที คนบ่อยๆ เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำมากรอง บีบกากเบาๆ

5. การสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้เครื่อง Soxhlet (Soxhlet extraction) เป็นกระบวนการสกัดสารสำคัญโดยใช้ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ การสกัดทำได้โดยใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายใน Flask ระเหยขึ้นไป แล้วกลั่นตัวลงมาใน Thimble ซึ่งบรรจุสมุนไพร เมื่อ Solvent ใน Extraction chamber สูงถึงระดับที่จะเกิด Siphon สารสกัดจะถูก Siphon ลงไปใน Flask การให้ความร้อนอาจใช้ Heating mantle หรือ Water-bath ตัวทำละลายจะระเหยขึ้นไปถึงสารสกัดไว้ใน Flask วนเวียนจนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์

6. Centrifugation เป็นการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรโดยการเหวี่ยงซึ่งผลจากการเหวี่ยงทำให้ Solid แยกออกจาก Liquid จะได้สารสกัดที่ใส

7. Extraction by thermomicrodistillation เป็นการสกัดสารโดยใช้เครื่องมือ Thermomicro Analysis and Separation Ovens (TAS oven) เป็นการสกัดสารซึ่งมีปริมาณน้อยมาก โดยนำสารใส่ลงใน Cartridge ซึ่งข้างหนึ่ง Seal อีกข้างหนึ่งเป็น Capillary เมื่อใส่เข้าไปใน Oven ความร้อนจะทำให้สารระเหย หรือระเหิดออกมาทาง Capillary รองรับสารที่ระเหยหรือระเหิดออกมาด้วยแผ่น TLC แล้วจึงนำไปตรวจสอบ

8.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหย

1. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) เป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น เบนซีน หรือปิโตรเลียมอีเทอร์ วิธีนี้มีข้อดีคือน้ำมันหอมระเหยจะมีกลิ่นคงเดิม เพราะไม่สลายตัวเนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ต่ำ แต่มีข้อเสียคือราคาแพง

2. การบีบ (Mechanical expression) เป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีบีบ วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำมันหอมระเหยบางชนิดซึ่งจะสลายตัวได้เมื่อถูกความร้อน จึงใช้การบีบน้ำมันแทนการกลั่น เช่น น้ำมันจากผิวมะนาวหรือผิวส้ม โดยนำผลส้มไปบีบจะได้ Water-in-oil emulsion ซึ่งนำไปแยกน้ำมันหอมระเหยโดยวิธี Centrifugation

3. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) เป็นการกลั่นด้วยไอน้ำ ใช้กับพืชสดที่มีการสลายตัวของสารได้ง่ายโดยผ่านไอน้ำไปบนสมุนไพร ซึ่งบรรจุไว้ใน flask พร้อมน้ำ ไอน้ำจะพาเอาน้ำมันหอมระเหยไปยัง Condenser แล้วกลั่นตัว ทิ้งไว้ น้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำ

4. การกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation) เป็นวิธีกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรแห้งและสารสำคัญในสมุนไพรไม่สลายเมื่อถูกความร้อน ทำโดยต้มกับน้ำ เมื่อน้ำและน้ำมันหอมระเหยลอยขึ้นไปถึง Condenser จะกลั่นตัวแล้วจึงนำไปแยกชั้นจากน้ำ

5. การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage) เคยใช้มากในอุตสาหกรรมน้ำหอม เนื่องจากกลีบดอกไม้มีความบอบบาง และน้ำมันหอมระเหยมีในปริมาณที่น้อยและสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน จึงต้องใช้วิธีนี้เพื่อดูดซับน้ำมันหอมระเหยออก วิธีการนี้ทำได้โดยใช้ไขมันที่ไม่มีกลิ่นหรือน้ำมันมะเย (Fixed oil) มาแผ่เป็นฟิล์มบางๆบนกระจก นำกลีบดอกไม้มาโปรยบนฟิล์มแล้วตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วเก็บกลีบดอกไม้ออก นำกลีบดอกไม้ชุดใหม่มาโปรยแทน ไขมันจะดูดซับสารหอมไว้ จากนั้นนำไขมันมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อแยกเอาน้ำมันหอมระเหยออก

6. การกลั่นชนิด Destructive (Destructive distillation) เป็นการกลั่นน้ำมันพืชในวงค์สน โดยนำมาเผาในที่ที่มีอากาศไม่เพียงพอ จะเกิดการสลายตัวได้สารระเหยออกมาซึ่งแยกออกเป็น 2 ชั้น คือชั้นน้ำซึ่งประกอบด้วย Methanol และ Crude acetic acid กับชั้นของน้ำมันดิน เช่น Pine tar หรือ Juniper tar

7. การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (Supercritical fluid extraction) เหมาะสำหรับสารที่สลายตัวง่ายเมื่อถูกความร้อน แต่มีค่าใช้จ่ายสูง

9. น้ำมันหอมระเหย^(68,69,70)

น้ำมันหอมระเหย (Volatile oil หรือ Essential oil) เป็นสารอินทรีย์ที่พืชผลิตขึ้นตามธรรมชาติ เก็บไว้ตามส่วนต่าง ๆ เช่น ใบ กลีบดอก ผิวของผล เกสร ราก หรือเปลือกของลำต้น มีลักษณะเป็นของเหลวที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อนและแตกต่างกัน ซึ่งทำให้มีคุณสมบัติและกลิ่นที่แตกต่างกันไป น้ำมันหอมระเหยมีกลิ่นหอมระเหยง่ายนำไปสู่การใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย เช่น การใช้ในศาสตร์บำบัดด้วยกลิ่นหรือสวดคนบำบัด (Aromatherapy) การใช้ไล่แมลงหรือดึงดูดแมลง การใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) หรือการใช้ประโยชน์ทางยา เช่น ฤทธิ์แก้ปวดในทางเดินปัสสาวะและละลายก้อนนิ่วของน้ำมันสน ฤทธิ์กระตุ้น แต่งกลิ่น และขับลมในยาธาตุหรือยาหอม ฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค (Antiseptic) บรรเทาอาการอักเสบ คลายเครียด กระตุ้นการไหลเวียนของระบบเลือด ช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ บรรเทาอาการปวดเมื่อย และกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ หรือกระตุ้นความจำ อารมณ์ ช่วยผ่อนคลายหรือกระตุ้นความรู้สึกให้สดชื่น จะเห็นได้จากการนำไปเป็นส่วนหนึ่งของการรักษาผู้ป่วยเรื้อรังด้วย นอกจากนี้กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยยังมีประโยชน์ในส่วนของดอกไม้โดยช่วยดึงดูดแมลงมาผสมเกสร ปกป้องการรุกรานจากศัตรู และรักษาความชุ่มชื้นแก่พืช

9.1 ส่วนของพืชที่นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย^(6,71)

พืชที่มีน้ำมันหอมระเหยนั้น มักจะพบว่าพืชมีการสร้างน้ำมันหอมระเหยแล้วเก็บสะสมไว้ในอวัยวะพิเศษ ที่มักเรียกว่าต่อม (Gland) ซึ่งมักกระจุกกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆของพืช เช่น อยู่ที่ดอก ใบ ผล เมล็ด ต้น หรือราก แตกต่างกันไปในพืชต่างสกุลหรือต่างวงศ์ พืชบางชนิด เช่น ต้นส้ม สามารถกลั่น

น้ำมันหอมระเหยออกมาได้หลายชนิด คือ เนโรลี (Neroli) ซึ่งกลั่นจากดอกส้ม มีราคาแพงมาก เพตติเกรน (Petitgrain) สกัดจากเปลือกและใบของต้นส้ม และ น้ำมันเปลือกส้ม (Orange) ที่สกัดมาจากเปลือกของผล มีราคาถูกที่สุด ตัวอย่างส่วนของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยและพบได้บ่อยมาก (ตารางที่ 3)

ตาราง 3 ส่วนต่างๆของพืชที่นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย

ส่วนของพืช	ชนิดของพืช
ดอก	ลาเวนเดอร์, กุหลาบ, เนโรลี, คาโมไมล์, เจอเรเนียม, กระดังงา, มะลิ, จำปี, จำปา, ลั่นทม, ช่อนกลั่น, แคลรี เซจ, กานพลู, แก้วกุหลาบ
ผล	ส้ม, มะกรูด, พริกไทยดำ, เมล็ดแครอท, เลมอน, มะกรูด, มะนาว, ลูกจันทน์เทศ, เกรฟฟรุต, จูนิเปอร์เบอร์รี่
ใบ	โหระพา, กระจเพรา, อบเชย, มะกรูด, ตะไคร้หอม, ยูคาลิปตัส, ไชยเทศ, จูนิเปอร์, ตะไคร้, เมลิสสา, เปปเปอร์มินท์, ทีทรี, แมงลัก
เปลือกและลำต้น	ซีดาร์, อบเชย, เพตติเกรน, ไม้จันทน์หอม, จันทน์ขาว
ราก	เวเลเรียน, แฝกหอม, สไปนาร์ด
เมล็ด	พริกไทย, ผักชี, จันทน์เทศ
ยางไม้	กฤษณา, กายาน, เมอร์, แฟรงคินเซนส์

ที่มา: สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. (2543). ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2553, จาก <http://medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/index.asp>

ส่วนที่มีน้ำมันหอมระเหยนั่นสังเกตได้ง่าย โดยนำชิ้นส่วนนั้นๆที่มีสภาพค่อนข้างบาง หรือผ่านให้เป็นแผ่นบางๆนำไปส่องแสง จะเห็นเป็นจุดใสโปร่งแสง มีกลิ่นหอม และเมื่อขยี้ บี หรือตำก็จะได้กลิ่นมากขึ้น คุณภาพและปริมาณของน้ำมันหอมระเหยในพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดพันธุ์พืช สิ่งแวดล้อม สภาพดิน ฟ้า อากาศ และแสงแดด ตลอดจนระดับความสูงของพื้นที่ รวมถึงอายุการเก็บเกี่ยวและวิธีการเก็บเกี่ยว

9.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย ^(6,35,37,71,72,73)

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย อาจแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆได้ดังนี้

1. น้ำมันหอมระเหยชนิดไฮโดรคาร์บอน จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก อาจเป็น Monocyclic terpene เช่น Limonene, p-cymene หรือ Dicyclic

monoterpene เช่น Pinene ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันยูคาลิป น้ำมันกระวาน น้ำมันส้ม น้ำมันอบเชย

2. น้ำมันหอมระเหยชนิดแอลกอฮอล์ จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบหลัก อาจเป็น Acyclic alcohol เช่น Geraniol, citronellol หรือ Monocyclic alcohol เช่น Menthol, terpineol ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันสน น้ำมันดอกกุหลาบ น้ำมันดอกส้ม น้ำมันมินท์

3. น้ำมันหอมระเหยชนิดอัลดีไฮด์ จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีอัลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น Geraniol, neral, citronellal, t-cinnamaldehyde ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันจากส้ม มะนาว ตะไคร้หอม เปลือกอบเชยจีน

4. น้ำมันหอมระเหยชนิดคีโตน จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีคีโตนเป็นองค์ประกอบหลักอาจเป็น Monocyclic terpene ketone เช่น Menthone, carvone, piperitone, pulegone หรือเป็น Dicyclic ketone เช่น Camphor, fenchone, thujone ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันมินท์ น้ำมันการบูร

5. น้ำมันหอมระเหยชนิดฟีนอล จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีฟีนอลเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น Eugenol, thymol, carvacrol ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันกานพลู น้ำมันไทม์

6. น้ำมันหอมระเหยชนิดฟีนอลิกเอสเทอร์ จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีฟีนอลิกเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น Anethole, safrole ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันจันทน์เทศ

7. น้ำมันหอมระเหยชนิดออกไซด์ จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น Cineol (eucalyptol) ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันยูคาลิป

8. น้ำมันหอมระเหยชนิดเอสเทอร์ จะเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น Allyl isothiocyanate, methyl salicylate ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยประเภทนี้ เช่น น้ำมันมัสตาร์ด น้ำมัน Wintergreen

9.3 การเก็บรักษาและข้อพึงระวังในการใช้น้ำมันหอมระเหย ⁽⁷¹⁾

น้ำมันหอมระเหยเป็นสิ่งที่สามารถระเหยได้ง่ายและรวดเร็วเมื่อถูกกระทบโดยอากาศความร้อนหรือแสงไฟ ผู้ใช้จึงควรเก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ในขวดแก้วที่บดแสงที่ป้องกันน้ำมันหอมระเหยจากแสงภายนอกที่จะทำให้คุณภาพของน้ำมันหอมระเหย และปิดมิดชิดเพื่อป้องกันการระเหยออกสู่อากาศ ควรเก็บไว้ในที่ ๆ มีอุณหภูมิพอเหมาะ คือประมาณ 18-20 องศาเซลเซียส หรืออาจเก็บไว้ในตู้เย็นก็ได้ ถึงแม้ว่าน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด จะมีอายุการใช้งานแตกต่างกัน แต่น้ำมันหอมระเหยส่วนมากจะมีอายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 2-3 ปี แล้วหลังจากนั้นจะค่อย ๆ เสื่อมคุณภาพอย่างช้า ๆ ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยประเภทชิทราล ซึ่งได้แต่พืชตระกูลส้ม ที่จะมีอายุใช้งานสั้นอยู่ที่ 9-18 เดือน

9.4 ข้อควรระวังในการใช้น้ำมันหอมระเหย

- เก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ในที่ปลอดภัยจากเด็กและสัตว์เลี้ยง
- ห้ามใช้น้ำมันหอมระเหยเป็นยาภายในเด็ดขาด เว้นเสียแต่ได้รับการแนะนำจากแพทย์อย่างใกล้ชิด
- ระวังไม่ควรขยี้ตาหรือสัมผัสผิวหนังส่วนที่อ่อนบางในขณะที่กำลังใช้น้ำมันหอมระเหยอยู่ เนื่องจากอาจมีน้ำมันหอมระเหยติดอยู่ที่มือได้
- น้ำมันหอมระเหยบางชนิดมีผลทำให้สมองสั่งงานให้ร่างกายหลั่งฮอร์โมน ที่ทำให้มดลูกเกิดการบีบตัว สำหรับผู้ที่กำลังตั้งครรภ์อยู่ในช่วง 3 เดือนแรก จึงห้ามใช้น้ำมันหอมระเหยอย่างเด็ดขาด เพราะอาจเกิดอันตรายกับครรภ์ได้
- เจือจางน้ำมันหอมระเหยให้เหมาะกับผู้ใช้และประเภทการใช้
- ไม่ควรใช้น้ำมันหอมระเหยกับเด็กแรกเกิดที่มีอายุน้อยกว่า 6 เดือน ควรปรึกษาแพทย์หรือผู้มีความรู้ก่อนการใช้น้ำมันหอมระเหยทุกครั้ง
- น้ำมันหอมระเหยในตระกูลส้มจะไวต่อแสงแดด จึงควรหลีกเลี่ยงการถูกแดดหลังจากนวดตัวด้วยน้ำมันประเภทนี้ ซึ่งอาจทำให้เกิดการระคายเคืองได้

9.5 ปฏิบัติการแพ้น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่สามารถก่อให้เกิดได้ทั้ง Irritant contact dermatitis เนื่องจากความเข้มข้นที่สูงจะมีความระคายเคือง และยังสามารถก่อให้เกิด Allergic contact dermatitis ซึ่งอาจเกิดจากการสัมผัสโดยตรงหรือเป็น Airborne ก็ได้ เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยมีสารที่ก่อให้เกิดอาการแพ้ (Allergen) อยู่ เช่น α -pinene, linalool, linalyl acetate, caryophyllene, geraniol, terpineol⁽⁸⁾ เป็นต้น โดยเฉพาะ α -pinene ซึ่งเป็นสารก่อการแพ้หลักซึ่งพบในน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่และได้มีการเสนอว่า ถ้าสามารถกำจัด α -pinene ในกระบวนการผลิตได้จะลดการเกิดผื่นแพ้สัมผัสจากน้ำมันได้มาก⁽⁷³⁾

Information Network of Department of Dermatology (IVDK)⁽⁷⁴⁾ ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ป่วยที่ทำ Patch test กับน้ำมันหอมระเหยอย่างน้อย 1 ชนิด พบว่ามีผู้ป่วยที่ทำ Patch test 15,682 ราย ระหว่างเดือนมกราคม ปี 2000 จนถึงเดือนธันวาคม ปี 2008 พบว่าผู้ป่วย 637 คนให้ผลบวกกับน้ำมันหอมระเหยอย่างน้อย 1 ชนิด และสังเกตว่าผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มที่ให้ผลบวกจะมีอัตราส่วนของ Occupational dermatitis (เช่น นักนวดอโรมา) ร้อยละ 24.2, Hand dermatitis ร้อยละ 32.7, Atopic dermatitis ร้อยละ 22.3 และผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า 40 ปี ร้อยละ 77.9 อยู่ในกลุ่มนี้ ผลการทำ Patch test น้ำมันหอมระเหย 14 ตัวได้ผลดังตารางที่ 4

ตาราง 4 ผลการทำ Patch test ต่อน้ำมันหอมระเหยในผู้ป่วย 15,682 คนทำการทดสอบคนละอย่างน้อย 1 ชนิด

Allergen	%	Test context	N (tested)	% (?/IR)	% (+)	% (++/+++)	% (pos. std.) (95% CI)	RI	PR
Ylang-ylang (I and II) oil	10	B	3175	1.61	1.86	0.79	2.52 (1.94–3.10)	0.24	70.2
		Sp	2155	1.58	2.27	1.90	3.93 (3.08–4.78)	0.45	54.4
Lemongrass oil	2	B	2435	0.53	0.49	0.12	0.55 (0.26–0.85)	0.07	80.0
		Sp	8445	1.17	1.82	0.67	2.25 (1.93–2.56)	0.36	73.0
Sandalwood oil	10	B	3671	1.28	1.06	0.27	1.26 (0.88–1.64)	0.02	79.6
		Sp	1002	0.60	1.10	0.70	1.80 (0.93–2.67)	0.50	61.1
Clove oil	2	Sp	6893	0.95	0.89	0.60	1.53 (1.22–1.84)	0.26	60.2
Jasmine absolute	5	B	3668	1.06	1.39	0.30	1.52 (1.11–1.92)	0.23	82.3
		Sp	982	1.02	0.51	0.71	1.16 (0.47–1.85)	0.09	41.7
Laurus nobilis leaf oil ^a	2	Sp	6297	0.5	0.54	0.44	1.00 (0.73–1.26)	0.36	55.6
Cedar wood oil	10	Sp	6223	0.73	0.6	0.17	0.83 (0.58–1.09)	0.05	79.6
Patchouli oil	10	B	2446	0.57	0.57	0.04	0.56 (0.26–0.85)	0.03	93.3
		Sp	828	0.72	0.72	0.60	1.43 (0.56–2.30)	0.29	54.6
Neroli oil	2	Sp	6220	0.52	0.64	0.15	0.71 (0.50–0.92)	0.20	81.6
Peppermint oil	2	Sp	6546	0.68	0.48	0.16	0.59 (0.39–0.79)	–0.05	75.6
Narcissus absolute	2	B	2445	0.74	0.53	0.08	0.52 (0.25–0.80)	–0.09	86.7
		Sp	809	0.49	0.49	0.12	0.56 (0.05–1.07)	0.11	80.0
Lemon oil	2	Sp	6467	0.35	0.22	0.07	0.27 (0.14–0.40)	–0.10	77.8
Eucalyptus spp. oil	2	Sp	6680	0.41	0.19	0.06	0.24 (0.11–0.37)	–0.30	73.3
Orange oil	2	Sp	6246	0.56	0.2	0	0.16 (0.05–0.27)	–0.54	100

B, along with baseline series in the 'monitor series'; CI, confidence interval; IR, irritant; PR, positivity ratio; Sp, special series; pos. std., proportion of age-standardized and sex-standardized; RI, reaction index.

^aOil from the seeds of *Laurus nobilis* is not permitted for use in cosmetics (No. 359 of Annex II of EU Cosmetics Directive); other extracts are not restricted. The CAS numbers are not consistently used for extracts from defined parts of the plant.

ที่มา: Uter W, Schmidt E, Geier J, Lessmann H, Schnuch A, Frosch P. Contact allergy to essential oils: current patch test results (2000-2008) from the Information Network of Departments of Dermatology (IVDK). Contact dermatitis. 2010; 63: 277-83.

จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดทำให้เกิดได้ทั้ง Allergic contact dermatitis และ Irritant contact dermatitis โดยน้ำมันหอมระเหยบางชนิดมีส่วนของการระคายเคืองมากกว่าการแพ้ เช่น น้ำมันเปปเปอร์มินท์ นาซิสซัสแอบโซลูท เลมอน ยูคาลิปตัส และส้ม น้ำมันหอมระเหยอื่นๆที่มีรายงานการเกิดผื่นแพ้สัมผัส ได้แก่ น้ำมันทีทรี โรสแมรี่ คาโมมายล์⁽⁷⁵⁾ เป็นต้น

การแพ้ในรูปแบบอื่นๆที่พบได้ ได้แก่ Phototoxic dermatitis, contact urticaria, erythema-multiforme-like⁽⁷⁶⁾, anaphylaxis⁽⁷⁵⁾ การทำ Patch test ด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ผู้ป่วยมีประวัติสัมผัสจะให้คำตอบที่ดีที่สุด⁽⁷²⁾ เพื่อที่จะได้หลีกเลี่ยงอย่างถูกต้อง

10. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันยุงและแมลงต่างๆ

10.1 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆในการป้องกันยุงและแมลงต่างๆ

น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์มากมายมารวมกันอย่างซับซ้อน ซึ่งมีคุณสมบัติในการระเหยเป็นไอ สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยได้จากพืชที่มีกลิ่นหอมหลายชนิดจากทั่ว

โลก คุณสมบัติในการระเหยเป็นไอนี้เองทำให้สามารถนำน้ำมันหอมระเหยมาประยุกต์ใช้เป็นสารทาป้องกันยุงและแมลงได้ โดยบริษัทผลิตยาทาป้องกันยุงบางแห่งได้นำน้ำมันหอมระเหยจากพืชมาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญด้วย ส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ Hydrocarbon (terpenes และ sesquiterpenes), alcohols, esters, ethers, aldehydes, ketones, lactones, phenols และ phenol esters ^(6,9,35) พืชแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนของสารเหล่านี้ที่แตกต่างกันไป ทำให้ส่วนประกอบเหล่านี้มีส่วนสำคัญทำให้พืชแต่ละชนิดมีกลิ่นเฉพาะตัว แม้แต่พืชในสปีชีส์เดียวกันแต่ปลูกในพื้นที่ที่แตกต่างกันก็มีส่วนประกอบที่ไม่เหมือนกัน ปัจจุบันมีการค้นพบน้ำมันหอมระเหยกว่า 3000 ชนิดทั่วโลก ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น แต่งกลิ่นในเครื่องสำอาง แต่งกลิ่นและรสในอาหารและยา เป็นต้น องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยมีความปลอดภัยต่อคน ข้อเสียของน้ำมันหอมระเหยคือระเหยเร็วทำให้ระยะเวลาในการป้องกันไม่นาน และก่อให้เกิดการ ระคายเคืองต่อผิวหนังได้ถ้าใช้ในความเข้มข้นสูง

ปัจจุบัน US EPA ได้ขึ้นทะเบียนให้น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ (Citronella oil) มะนาว (Lemon oil) และน้ำมันยูคาลิปตัส (Eucalyptus oil) เป็นส่วนประกอบของสารไล่ยุงที่ทาบนผิวหนังได้ เนื่องจากมีความเป็นพิษต่ำ ได้ผลดี และผู้บริโภคยอมรับ

พืชในตระกูลตะไคร้หอม (*Cymbopogon* spp.) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.) และแมงลัก (*Ocimum* spp.) มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางมาก ส่วนพืชอื่นที่มีรายงานว่ามีประสิทธิภาพในการไล่แมลง ^(6,35,37,77) ได้แก่ ต้นซีดาร์ (Cedar), เวอร์บีนา (Verbena), พืชจำพวกมินท์ (Pennyroyal), ดอกเจอราเนียม (Geranium), ลาเวนเดอร์ (Lavender), สน (Pine), เสม็ดขาว (Cajeput), อบเชย (Cinnamon), โรสแมรี่ (Rosemary), ใบโหระพา (Basil), ต้นไทม์ (Thyme), กระเทียม (Garlic), สะระแหน่ (Peppermint) ในที่นี้จะกล่าวถึงพืชบางชนิดเท่านั้น

1. ตะไคร้หอม (*Cymbopogon* spp.) มีการนำมาใช้เป็นสารป้องกันยุงมาอย่างช้านาน และยังเป็นสารทาป้องกันยุงที่ผลิตมาจากธรรมชาติที่ใช้กันมากที่สุดในโลกอีกด้วย น้ำมันหอมระเหยได้มาจากการสกัดส่วนใบ ก่อนปี 1940 น้ำมันตะไคร้หอมได้รับความนิยมมาก และตะไคร้หอมได้รับการจดทะเบียนกับ EPA ว่าเป็นสารไล่แมลง ⁽¹⁴⁾ Govere และคณะ ⁽⁷⁸⁾ ทำการทดลองในประเทศแอฟริกาใต้พบว่า *Cymbopogon excavatus* สามารถป้องกันยุง *Anopheles arabiensis* อย่างสมบูรณ์ได้นานถึง 2 ชั่วโมง และเมื่อผ่านไป 4 ชั่วโมงพบว่าประสิทธิภาพในการป้องกันยุงยังมีมากอยู่ถึงร้อยละ 59.3

Tawatsin และคณะ ⁽⁷⁹⁾ ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจาก *Cymbopogon winterianus* ความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยปริมาตร พบว่าป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ได้อย่างสมบูรณ์นาน 3 ชั่วโมง แต่ถ้าผสมกับ vanillin ความเข้มข้นร้อยละ 5 พบว่าสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานขึ้นเป็น 6.5 ชั่วโมงซึ่งแตกต่างจากน้ำมันหอมระเหยที่ไม่ได้ผสม Vanillin อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

และยังพบว่า DEET ความเข้มข้นร้อยละ 25 ที่ผสมและไม่ผสม Vanillin ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้อย่างน้อย 8 ชั่วโมง ส่วนประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) นั้นพบว่าน้ำมันตะไคร้หอม *Cymbopogon winterianus* ทั้งแบบที่ผสมและไม่ผสม vanillin สามารถป้องกันยุงรำคาญได้อย่างสมบูรณ์นานอย่างน้อย 8 ชั่วโมงซึ่งป้องกันได้เท่ากับ DEET โดยการเติม Vanillin ไม่ได้ทำให้ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญได้อย่างสมบูรณ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Ansari และคณะ⁽⁸⁰⁾ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก *Cymbopogon martinii martinii* สามารถป้องกันยุงก้นปล่องได้อย่างสมบูรณ์นานถึง 12 ชั่วโมงโดยทำการทดสอบภาคสนามเปรียบเทียบกับกำมะถันที่ไม่ทำอะไรเลย นอกจากนี้ Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus* พบว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถกันยุงลายได้นาน 60 นาทีและน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 100 กันยุงลายได้นานถึง 120 นาที ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ *Cymbopogon citratus* ความเข้มข้นร้อยละ 50 และร้อยละ 100 นั้นป้องกันยุงลายได้นานเท่ากันคือ 30 นาที⁽⁷⁷⁾

นอกจากนี้ Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ ยังทำการศึกษาประสิทธิภาพของตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus* ในการป้องกันยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) พบว่าน้ำมันความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นาน 40 นาที น้ำมันความเข้มข้นร้อยละ 50 ป้องกันได้นาน 80 นาที และน้ำมันความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันยุงรำคาญได้นาน 100 นาที

จะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมนั้นมีระยะเวลาในการป้องกันที่สั้นกว่า DEET ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยจาก *Cymbopogon winterianus* และ *Ocimum americanum* จากการศึกษาของ Tawatsin⁽⁷⁹⁾ ที่ป้องกันยุงรำคาญได้เท่ากับ DEET ที่ความเข้มข้นเท่ากัน ดังนั้นการหาสารป้องกันยุงนั้นจึงจะต้องหาซ้ำเมื่ออยู่ในที่ที่มีแมลงเป็นเวลานาน ยี่ห้อที่มีขายในท้องตลาด ได้แก่ Natrapel เป็นโลชั่นที่มีน้ำมันตะไคร้หอมอยู่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถลดจำนวนยุงที่มากัดได้มากถึงร้อยละ 84 เมื่อเทียบกับ DEET ความเข้มข้นร้อยละ 14 พบว่าลดจำนวนยุงกัดได้ร้อยละ 96 ในเวลาที่เท่ากัน ส่วน Buzz away มีน้ำมันตะไคร้หอมอยู่ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงลายได้นาน 1.9 ชั่วโมง เมื่อนำไปทดสอบใน Field พบว่าป้องกันยุงได้ร้อยละ 88 ในเวลา 2 ชั่วโมง⁽¹⁴⁾ นอกจากนี้ยังมีเทียนที่มีส่วนผสมเป็นน้ำมันตะไคร้แต่จากการศึกษาพบว่าการที่ไล่ยุงได้น่าจะเป็นผลมาจากควันไฟของเทียนและเป็นผลจากการที่มีความร้อน ความชื้น คาร์บอนไดออกไซด์ จากเทียนเป็นตัวดึงดูดให้ยุงเข้ามา ยุงจึงไม่ไปกัดคน

ตะไคร้หอมเจริญเติบโตได้ง่ายและรวดเร็วในเขตเมืองร้อน การสกัดน้ำมันหอมระเหยทำได้โดยวิธีสกัดด้วยไอน้ำ (Steam distillation) ตะไคร้หอมมีกลิ่นหอมและยังมีการนำไปใช้เป็นยาแผนโบราณอีก

ด้วย พืชตระกูลตะไคร้หอมประกอบไปด้วยสารเคมีหลายชนิดที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงได้ ได้แก่ α -pinene, camphene, camphor, geraniol และ terpenen-4-ol โดยสารประกอบที่มีความสามารถป้องกันยุงที่พบมากที่สุดนี้คือ Citronellal, citronellol และ geraniol นอกจากนี้ยังมีการสังเคราะห์อนุพันธ์ของน้ำมันตะไคร้เป็นสารกลุ่ม Monoterpene aldehyde ซึ่งนำมาใช้ในการผลิตยาทาป้องกันยุงยี่ห้อต่างๆอีกด้วย⁽⁷⁷⁾

2. ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.) มีคุณสมบัติในการไล่ยุงและแมลงได้มาก ได้แก่ *Ixodes ricinus*, *Aedes albopictus*, *Mansonia* และ *P. humanus capitis*^(81,82) ส่วนคุณสมบัติในการไล่ *Aedes aegypti* และตัวอ่อนของ *C. pomonella* พบว่าสามารถไล่ได้แต่ประสิทธิภาพไม่มากนัก นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสไม่สามารถไล่ *L.serricorne* (Cigarette beetle) ได้เลย Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ ได้ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus globulus* ความเข้มข้นร้อยละ 100 พบว่าสามารถไล่ยุง *Aedes aegypti* ได้นาน 30 นาที ส่วนพืชตระกูลยูคาลิปตัสอื่นๆที่มีรายงาน ได้แก่ *Eucalyptus camaldulensis* ต่อยุง *Culex pipiens*, *E. maculate citriodon* ต่อยุง *Mansonia*, *E. globulus* ต่อยุง *A. albopictus* และ *E. globulus* ต่อยุง *Acanthoscelides obtectus*^(6,77)

3. แมงลัก (*Ocimum* spp.) ก็ได้มีการใช้มาอย่างยาวนานเช่นกัน โดย Tawatsin และคณะ⁽⁷⁹⁾ ทำการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจาก *Ocimum americanum* ความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยปริมาตร พบว่าป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ได้อย่างสมบูรณ์นาน 3 ชั่วโมง แต่ถ้าผสมกับ Vanillin ความเข้มข้นร้อยละ 5 พบว่าสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานขึ้นเป็น 6.5 ชั่วโมงซึ่งแตกต่างจากน้ำมันหอมระเหยที่ไม่ได้ผสม Vanillin อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อทดสอบกับยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) พบว่าทั้งแบบที่ผสมและไม่ผสม Vanillin สามารถป้องกันยุงรำคาญอย่างสมบูรณ์ได้นานอย่างน้อย 8 ชั่วโมงเช่นเดียวกันกับน้ำมันตะไคร้หอมและ DEET ที่ความเข้มข้นเท่ากัน

Padilha de Paula และคณะ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก *Ocimum selloi* ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันยุง *Anopheles braziliensis* ส่วนพืชตระกูลแมงลักอื่นๆ ที่มีรายงานว่าป้องกันยุงได้ ได้แก่ *O. gratissimum* L., *O. basilicum* ต่อยุง *Culex pipiens*, *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*, *Callosobruchus maculatus*, *O. forskolei* ต่อยุง *Anopheles gambiae* และ *O. fischeri* ต่อยุง *Anopheles gambiae*^(6,77)

4. มะเข็ญ (*Zanthoxylum limonella*) ซึ่งสกัดน้ำมันมาจากส่วนผล Das และคณะ⁽⁸³⁾ พบว่าสามารถป้องกันยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) ได้นาน 4-5 ชั่วโมง Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ รายงานความสามารถในการป้องกันยุงลายบ้านพบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันได้ 30 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันได้นาน 80 นาทีและความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันได้นาน

120 นาที เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญอย่างสมบูรณ์พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันได้ 50 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันได้นาน 100 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันได้นาน 170 นาที เมื่อทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) พบว่าป้องกันได้นาน 60-190 นาที ขึ้นกับความเข้มข้น

มะเข็ญเป็นพืชที่สกัดแล้วได้น้ำมันมากถึงร้อยละ 12.5 โดยน้ำหนัก (w/w)⁽⁷⁷⁾ ดังนั้นจึงเป็นพืชที่มีความคุ้มค่ามาก ส่วนประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยชนิดนี้ ได้แก่ Limonene (31.1%), terpin-4-ol (13.9%) และ sabinene (9.1%)

5. กานพลู (*Syzygium aromaticum*) มีการศึกษาโดย Barnard และคณะ⁽⁸⁴⁾ พบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* oko) 90-225 นาที และยุง *Anopheles albimanus* ได้นานถึง 75-213 นาที ส่วน Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ รายงานความสามารถในการป้องกันยุงลายบ้านพบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันได้ 30 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันได้นาน 70 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันได้นาน 120 นาที เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญอย่างสมบูรณ์พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันได้ 80 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันได้นาน 120 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันได้นาน 240 นาที และยังทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) พบว่าป้องกันได้นาน 80-210 นาที ขึ้นกับความเข้มข้น และสรุปว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงทั้ง 3 ชนิดได้มากที่สุดจากน้ำมันหอมระเหยทั้ง 38 ชนิดที่ทำการทดสอบ

ส่วนประกอบหลักของกานพลู คือ Eugenol, eugenol acetate และ beta-caryophyllene ซึ่ง Eugenol มีคุณสมบัติในการไล่ยุง *Aedes aegypti* และ *Anopheles gambiae*

6. พิมเสนใบ (*Pogostemon cablin*) เป็นพืชที่มีใช้ในทางแพทย์แผนโบราณ เช่น รักษาหวัด เชื้อราผิวหนัง และใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ รายงานความสามารถในการป้องกันยุงลายบ้านพบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันได้นาน 60 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันได้นาน 120 นาที เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญอย่างสมบูรณ์พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันได้ 60 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันได้นาน 90 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันได้นาน 150 นาที และยังทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) พบว่าป้องกันได้นาน 80-170 นาที ขึ้นกับความเข้มข้น

ส่วนประกอบของของน้ำมันหอมระเหยจากพิมเสนใบ ได้แก่ Monoterpenoids, sesquiterpenoids, flavonoids และ alkaloids

7. พริกไทยญี่ปุ่น (*Zanthoxylum piperitum*) Choochote และคณะ⁽⁵⁹⁾ พบว่าน้ำมันหอมระเหยพริกไทยญี่ปุ่นความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ได้ 1.5 ชั่วโมง ถ้า

เดิมวานิลิน ความเข้มข้นร้อยละ 5 จะกันได้นานมากขึ้นเป็น 2.5 ชั่วโมง โดยทำการเปรียบเทียบกับ DEET ความเข้มข้นร้อยละ 25 พบว่าป้องกันยุงลายบ้านได้ 3.5 ชั่วโมง และถ้าเดิมวานิลินความเข้มข้นร้อยละ 5 จะป้องกันยุงลายบ้านได้มากขึ้นเป็น 5.5 ชั่วโมง และยังทำการทดสอบภาคสนามพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยญี่ปุ่นสามารถป้องกันยุง *Aedes gardnerli*, *Anopheles barbirostris*, *Armigres subalbatus*, *Culex vishnui* และ *Mansonia uniformis* จะเห็นได้ว่ามีฤทธิ์ครอบคลุมแมลงได้กว้าง

ส่วนประกอบได้แก่ Limonene (37.99%), sabinene (13.30%), β -myrcene (7.17%)⁽⁸⁶⁾

8. ชิง (*Zingiber officinalis* Linn) อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ส่วนเหง้าใช้เป็นยาแผนโบราณรักษาหวัด ปวดศีรษะ อาเจียน ท้องอืด Pushpanathan และคณะ⁽⁸⁷⁾ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากชิงสามารถฆ่าตัวอ่อนยุงได้โดยมีค่า LC_{50} เป็น 50.78 ppm และที่ความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรพบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ได้อย่างสมบูรณ์เป็นระยะเวลา 15, 30, 60 และ 120 นาทีตามลำดับ

ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากชิง ได้แก่ Zingibers, zingiberol, β -eudemol⁽⁸⁷⁾

9. ข่าใหญ่ (*Alpinia galanga*) โดย Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยข่าใหญ่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทานอลพบว่าป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ได้นาน 0.6 ± 0.2 ชั่วโมง ป้องกันยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) ได้นาน 7.8 ± 0.2 ชั่วโมง ป้องกันยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) ได้นาน 8 ชั่วโมง และป้องกันยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ได้นาน 6.1 ± 0.9 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าใหญ่จะป้องกันยุงที่ดูดเลือดในเวลากลางคืนมากกว่ายุงที่ออกหากินในเวลากลางวัน นอกจากนี้ยังได้ทดสอบการป้องกันยุงในห้องปฏิบัติการโดยยื่นแขนเข้าในกรงนาน 1, 2 และ 3 นาที พบว่าการยื่นแขนในกรงเพียง 1 นาที จะทำให้ระยะเวลาในการป้องกันยุงที่วัดได้นานที่สุด ในขณะที่การยื่นแขนเข้าในกรงนาน 3 นาทีจะมีระยะเวลาในการป้องกันสั้นกว่า ผู้วิจัยจึงได้เสนอว่าควรทำการทดสอบนาน 3 นาทีเป็นอย่างน้อยจะดีที่สุด เพราะบอกถึงระยะเวลาการป้องกันที่ถูกต้องและแม่นยำมากกว่า

ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากข่าใหญ่ ได้แก่ Eucalyptol (39.50%), 4-allyphenyl acetate (5.73%), caryophyllene (3.35%), d -limonene (1%) เป็นต้น

น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรอื่นที่มีรายงานว่าสามารถป้องกันยุงได้^(37,77) เช่น กะเพราแดง (*Ocimum tenuiflorum* L.) ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) พริกไทยดำ (*Piper nigrum* L.) ไพล (*Zingiber montanum* (Koenig) Link ex Dietz) มะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) สะระแหน่ (*Mentha cordifolia*) โหระพา (*Ocimum basilicum* L.) กระเทียม (*Allium sativum* L.) สะระแหน่ญี่ปุ่น (*Mentha arvensis* L.) สน (*Pinus sylvestris* L.) พลุ (*Piper betle* L.)

10.2 สารเคมีในน้ำมันที่มีผลต่อความสามารถในการป้องกันยุง

สารเคมีในน้ำมันหอมระเหยที่มีผลต่อความสามารถในการป้องกันยุง⁽⁶⁾ ได้แก่

1. สารในกลุ่ม Monoterpenes ได้แก่ α -pinene, cineole, eugenol, limonene, terpinolene, citronellol, citronellal, camphor และ thymol
2. สารในกลุ่ม Sesquiterpenes ได้แก่ Beta-caryophyllene ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุง *Aedes aegypti* ได้สูง
3. สารในกลุ่ม Phytol ซึ่งเป็นไดเทอร์ปีนแอลกอฮอล์ที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรง (Linear diterpene alcohol) มีคุณสมบัติป้องกันยุง *Anopheles gambiae* ได้มาก
4. สารประกอบที่มีออกซิเจน (Oxygenated compounds) ได้แก่ Phenylethylalcohol, beta-citronellol, citronamyl alcohol, geraniol จะมีคุณสมบัติในการป้องกันหมัด *Ixodes ricinus* ได้ดี สารประกอบเหล่านี้พบในน้ำมันหอมระเหยจาก *Dianthus caryophyllum*

นอกจากนี้ยังมีรายงานที่ยืนยันถึงสารเคมีที่มีผลต่อความสามารถในการป้องกันยุงของน้ำมันหอมระเหย ทำโดย Omolo และคณะ⁽⁸⁸⁾ และ Odalo และคณะ⁽⁸⁹⁾ ได้ทำการศึกษาความสามารถในการป้องกันยุง *Anopheles gambiae* ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในเคนยา 12 ชนิดโดยทดสอบทั้งตัวน้ำมันหอมระเหย และทดสอบส่วนประกอบย่อยที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหยอีกด้วย ผลการศึกษาพบว่าสารที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหยที่มีความสามารถในการป้องกันยุง *Anopheles gambiae* ได้แก่ Perillyl alcohol, cis-verbenol, cis-carveol, geraniol, citronellal, perillaldehyde, caryophyllene oxide, carvacrol, 4-isopropylbenzenemethanol, thymol, 3-carene และ myrcene สารเหล่านี้จัดว่าอยู่ในกลุ่ม Sesquiterpenoid, diterpenoid และ acyclic, monocyclic และ bicyclic monoterpenoids ดังที่ได้กล่าวมานั้นเอง จะสังเกตได้ว่าสารเหล่านี้เป็น Oxygenated compound และเป็น Alcohols หรือ Aldehydes เท่านั้น (ยกเว้น Caryophyllene oxide)

สารเคมีที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงที่กล่าวมาข้างต้นนั้นส่วนมากเป็น Oxygenated compound ที่มี Hydroxyl group อยู่ที่ Primary, secondary หรือ aromatic carbon ซึ่งตำแหน่งของ hydroxyl group นี้เองจะมีผลต่อความสามารถในการป้องกันยุงด้วย กล่าวคือ ถ้า Hydroxyl group ไปอยู่ที่ตำแหน่ง Tertiary carbon ความสามารถในการป้องกันยุงจะหมดไปนั่นเอง⁽⁶⁾

นอกจากนี้สารในกลุ่ม Terpenoids ที่มี 2 Functional group พบว่า Functional group ที่อยู่ทางด้านหัวบวกจะมีผลต่อ Olfactory receptor ของยุงมากกว่า ดังนั้นปฏิกิริยาระหว่างสารป้องกันยุงและ Receptor ของยุง (Repellent-receptor interaction) จึงเป็นปฏิกิริยาทางประจุไฟฟ้า (Electrophilic interaction)⁽⁶⁾

10.3 การเสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกันของน้ำมันหอมระเหย (Synergistic phenomena)

น้ำมันหอมระเหยประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักหลายชนิดดังที่ได้กล่าวมาแล้วซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้ทำหน้าที่เสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกันทำให้น้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ในการไล่แมลงมากกว่าส่วนประกอบเดี่ยวๆ แต่อย่างไรก็ตามส่วนประกอบรองซึ่งพบในสัดส่วนที่ไม่มากก็มีความสำคัญต่อการออกฤทธิ์ไล่แมลงเช่นกันโดยทำหน้าที่เป็นตัวเสริมฤทธิ์ (Synergists)⁽⁸⁸⁾

นอกจากนี้การนำน้ำมันหอมระเหยต่างชนิดกันมาผสมกันก็เป็นการเสริมฤทธิ์การไล่แมลงเช่นกัน เช่น การนำน้ำมันหอมระเหยจาก *Artemisia princeps* และ *Cinnamomum camphora* จะทำให้มีฤทธิ์ในการไล่แมลง *Sitophilus oryzae* L. และ *Bruchus rugimanus* ในระยะตัวเต็มวัย ซึ่งกลไกในการเสริมฤทธิ์ยังไม่ทราบแน่ชัด ต้องอาศัยการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

10.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพการป้องกันยุงและแมลงของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยมีการระเหยเป็นไอ ทำหน้าที่เป็นเกราะกำบังยุงและแมลงอยู่รอบๆ ผิวหนัง แต่คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยทำให้มีการระเหยได้เร็ว ทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาเป็นตำรับที่จะรักษาส่วนประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่ไล่ยุงให้อยู่บนผิวหนังเป็นระยะเวลานานมากขึ้น

ระยะเวลาในการออกฤทธิ์และประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ขึ้นอยู่กับตำรับ เช่น ครีม โพลีเมอร์ ไมโครเอนแคปซูเลท ตัวอย่างเช่นการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ *Cymbopogon citratus* ในรูปแบบต่างๆ พบว่า Hydrophilic base มีประสิทธิผลมากที่สุด รองลงมาคือ Emulsion base และ Oleaginous base ตามลำดับ⁽⁹⁰⁾ ส่วนการพัฒนาสูตรเป็นไมโครเอนแคปซูเลทซึ่งจะค่อยๆ ปลดปล่อยสารสำคัญออกมาทำให้ประสิทธิผลและระยะเวลาการออกฤทธิ์ยาวนานมากขึ้น เช่น น้ำมันหอมระเหยจากมะเข้ (Zanthoxylum limonella) นำมาไมโครเอนแคปซูเลทในเจลาตินที่ทำมาจาก glutaraldehyde พบว่ามีประสิทธิผลในการไล่ยุงมากขึ้น⁽⁹¹⁾

นอกจากนี้ยังมีการใช้สาร Fixative เช่น พาราฟินเหลว⁽⁹⁰⁾, วานิลิน⁽⁹²⁾, กรดซาลิไซลิก⁽⁹³⁾, น้ำมันมัสตาร์ด, น้ำมันมะพร้าว⁽⁹⁴⁾ เป็นต้น มาเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย โดยสารที่นิยมมากคือวานิลิน โดยจะเพิ่มระยะเวลาป้องกันยุงกัดได้นานมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ⁽⁵⁰⁾ ตัวอย่างเช่น Yang และ Ma และคณะ⁽⁸¹⁾ ผสมน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus globulus* 15% ในแอลกอฮอล์ กับวานิลินร้อยละ 5 พบว่ามีระยะเวลาป้องกันยุง *Aedes albopictus* กัดนานมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการพบว่าการเติมวานิลินอาจทำให้ประสิทธิภาพในการไล่แมลงที่ดื้อต่อ DEET มากขึ้นด้วย จึงมีความเป็นไปได้ว่าการนำน้ำมันหอมระเหยมาพัฒนาเป็นรูปแบบต่างๆ อาจช่วยแก้ปัญหาการไล่แมลงที่ดื้อต่อ DEET ซึ่งเป็นสารป้องกันแมลงที่มีมานานและใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดด้วย เช่น Kamsuk และคณะ⁽⁸⁵⁾

ทำการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยญี่ปุ่น (*Zanthoxylum piperitum*) ผสมกับวานิลินพบว่าสามารถไล่แมลง *Armigeres subalbatus* ซึ่งเป็นสปีชีส์ที่ดื้อต่อ DEET

สรุปกล่าวคือ การเพิ่มประสิทธิภาพในการไล่ยุงและแมลงของน้ำมันหอมระเหยทำได้โดยการพัฒนาเป็นตำรับต่างๆ การใส่สาร Fixative และการนำสารป้องกันแมลงหลายๆ ชนิดมารวมกัน ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของพืชนั้นๆ อีกด้วย

11. ส่วนประกอบและคุณสมบัติของข่าเล็กและน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Alpinia officinarum* Hance

Kingdom *Plantae*

Order *Zingiberales*

Family *Zingiberaceae*

Genus *Alpinia*

Species *A. officinarum*

ชื่อสากลทั่วไป Lesser galangal, galangal minor

ชื่อท้องถิ่น ข่าเล็ก, Galangal, China root, India root, East India Catarrh root, Rhizoma Galangae, Gargaut, Colic root

11.1 ประวัติ

ข่าเล็ก (Lesser galangal) เป็นสปีชีส์ที่จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ซึ่งประกอบด้วย 47 สกุล และ 1400 สปีชีส์ทั่วโลก สปีชีส์ที่พบบ่อยในประเทศไทย ได้แก่ *Alpinia officinarum* Hance, *Alpinia galangal* (L.) Willd และ *Alpinia conchigera* Griff ซึ่งทั้ง 3 สปีชีส์นี้มักใช้ในการประกอบอาหารและยังเป็นยารักษาโรคได้ด้วย⁽⁹⁴⁾

ข่าเล็กมีต้นกำเนิดที่ประเทศจีนโดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ เช่น เกาะไหหลำ ไต้หวัน และยังปลูกกันมากที่อินเดียซึ่งส่งออกเหง้าข่าเป็นอันดับที่ 2 รองจากจีนโดยเฉพาะที่เชียงใหม่ นอกจากนี้ยังพบมากในไทย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น มาเลเซีย^(9,11,97,98) ส่วนข่าใหญ่ (*Alpinia galanga*, greater galangal) นั้นมีมากที่เกาะชวา เหง้าข่าเล็กมีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในยุโรปสมัยโบราณมานานนับพันปี แต่ในปัจจุบันไม่ค่อยมีที่ใช้ในยุโรปกันแล้ว ประเทศที่มีการใช้มากคืออินเดียและรัสเซีย โดยใช้ในการแต่งกลิ่นและรสในน้ำส้มสายชูและเหล้า Nastoika ในรัสเซีย และยังใช้เป็นเครื่องเทศและยาดังที่พบในลิทัวเนียเอสโตเนีย และประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผงสีน้ำตาลแดงใช้เป็นยารักษาโรค นำมาสูดดม นอกจากนี้ยังใช้ในประเทศอินเดียในอุตสาหกรรมน้ำหอมอีกด้วย

คำว่า Alpinia นั้นตั้งชื่อโดย Plumier ซึ่งตั้งตามชื่อของนักพฤกษศาสตร์ชาวอิตาลีชื่อตั้งในศตวรรษที่ 17 ชื่อ Prospero Alpino ส่วนคำว่า Galangal นั้นมาจากภาษาอารบิก Khalanjan เหง้าของข่าเล็กนั้นมีความยาวประมาณ 1.5 ถึง 3 นิ้ว มีความหนาไม่เกิน 0.75 นิ้ว เหง้าจะมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก มีเส้นขนยาวล้อมรอบที่เหง้าเป็นระยะซึ่งเป็นบริเวณที่เคยเป็นใบมาก่อน ลักษณะภายนอกมีสีแดงน้ำตาล เมื่อตัดเนื้อด้านในมาดูจะพบว่าตรงกลางจะมีสีเข้มและเนื้อที่อยู่รอบจะมีสีอ่อนกว่า กลิ่นของข่าเล็กจะหอมฉุนเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว กลิ่นจะต่างจากขิงโดยข่ามีกลิ่นเหมือนไม้มากกว่าและมีกลิ่นมินท์แรงกว่าขิง⁽⁸⁾ ข่าเล็กมีรสชาติเผ็ดร้อนอันเป็นผลมาจาก Galangal acetate ที่อยู่ในเหง้า⁽⁸⁾ เหง้าจะมีความทนทานไม่เปราะแตกง่าย

11.2 ลักษณะทั่วไป ^(9,11,98)

ข่าเล็กเป็นพืชล้มลุกมีลำต้นใต้ดินที่เรียกว่าเหง้า ลำต้นบนดินสูงประมาณ 1-2 เมตร ต้นเล็กและสั้นกว่าข่าหลวงเล็กน้อย ใบเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่สีเขียวเข้มเป็นมัน ลักษณะรูปไข่เรียวยาว คล้ายใบพาย กลิ่นและรสหอมฉุน มีดอกอยู่ปลายต้นเป็นรูปพีระมิด กลีบดอกสีขาวมีเส้นสีแดงเข้ม ผลเป็นทรงกลมมีสีส้มแดงและจะกลายเป็นสีดำเมื่อผลแก่แล้ว (ภาพประกอบ 10 และ 11) เป็นสมุนไพรที่ปลูกได้ตลอดปี

ลักษณะของข่าเล็กจะแตกต่างจากข่าใหญ่ กล่าวคือข่าใหญ่มีลำต้นสูง 1-2 เมตร ใบยาว 25-35 เซนติเมตรค่อนข้างแคบ ผลเป็นรูปรีสีน้ำตาลอ่อน จะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มเมื่อผลแก่ซึ่งต่างไปจากต้นของข่าเล็ก ข่าเล็กขนาดของต้นจะเล็กกว่า ใบจะยาวและแคบกว่าข่าใหญ่ เหง้าของข่าเล็กจะมีขนาดเล็กกว่า เปลือกและเนื้อของข่าเล็กจะมีสีออกแดงน้ำตาล ในขณะที่เนื้อของข่าใหญ่จะมีสีออกขาวหรือเหลืองอ่อน (ภาพประกอบ 12 และ 13) ข่าเล็กมีกลิ่นหอมฉุนและรสที่เผ็ดจัดจ้านและหวานกว่าข่าใหญ่ ทั้งข่าเล็กและข่าใหญ่ชอบขึ้นในที่ร่มและในที่ที่ดินค่อนข้างชื้น

ข่าใหญ่และข่าเล็กอยู่ในตระกูล Zingiberaceae เหมือนกัน เหง้าก็มีความคล้ายคลึงกับขิง ข่าใหญ่มักใช้ประโยชน์ในการประกอบอาหารหรือใช้เป็นผงเครื่องเทศ ส่วนข่าเล็กนั้นมักใช้เป็นยาแผนโบราณมากกว่าเนื่องจากมีคุณสมบัติเป็น Antitumor, antiulcer, antibacterial, antifungal, anti-emetic, analgesic, anti-inflammatory, anti-proliferative, antioxidant⁽⁸⁾

ทั้งข่าเล็กและข่าใหญ่มี Galangal acetate เป็นส่วนประกอบทำให้มีรสเผ็ดร้อน จึงนำมาใช้ในการแต่งรสอาหารและเครื่องดื่ม โดยทำให้รสชาติของแอลกอฮอล์แรงขึ้นหรือใช้เป็นตัวแทนรสชาติของแอลกอฮอล์ในเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังมีที่ใช้ในเครื่องใช้ประจำวันอีกด้วย แต่ Galangal acetate มีความเสถียรน้อยจึงต้องมีการพัฒนาโครงสร้างใหม่ที่เสถียรมากกว่า⁽⁸⁾

เหง้าประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยและเรซินเป็นส่วนประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมี Galangol, kaempferid, galangin, alpinin, แป้ง และส่วนประกอบอื่นๆ ดังจะกล่าวต่อไป



ภาพประกอบ 10 แสดงลักษณะของเหง้า ใบ ผล และดอกของข่าเล็ก

ที่มา: Nuttaporn Samart. Isolation and identification of galangin and other compounds from *Alpinia galanga* Linnaeus Willd and *Alpinia officinarum* Hance. Master thesis, M.S. (Chemistry). Nakornratchasima: Suranaree University of Technology, Thailand; 2007.



ภาพประกอบ 11 แสดงลักษณะของข่าเล็กที่ปรากฏในธรรมชาติ

ที่มา: Nuttaporn Samart. Isolation and identification of galangin and other compounds from *Alpinia galanga* Linnaeus Willd and *Alpinia officinarum* Hance. Master thesis, M.S. (Chemistry). Nakornratchasima: Suranaree University of Technology, Thailand; 2007.



ภาพประกอบ 12 แสดงลักษณะของเหง้าข่าเล็ก มีสีออกน้ำตาลแดง

ที่มา: Ecocrop. *Alpinia officinarum*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2553, จาก <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropView?id=3054>



ภาพประกอบ 13 แสดงลักษณะของเหง้าข่าใหญ่ (ข่า) เปรียบเทียบกับเหง้าข่าเล็ก (ขมิ้น)

ที่มา: Nuttaporn Samart. Isolation and identification of galangin and other compounds from *Alpinia galanga* Linnaeus Willd and *Alpinia officinarum* Hance. Master thesis, M.S. (Chemistry). Nakornratchasima: Suranaree University of Technology, Thailand; 2007.

11.3 การใช้ประโยชน์ทางแผนโบราณ^(9,97)

เหง้าข่ามีสรรพคุณใช้เป็นยาขับโลหิตที่เน่าในมดลูก รักษาบาดทะยัก นำมาใช้ในการรักษาท้องอืด ท้องเฟ้อ คลื่นไส้ อาเจียน โรคกระเพาะอาหาร เมาเรือ ใช้เป็นยากระตุ้น และยังเป็นยาระบายอีก

ด้วย ส่วนต้นชำใช้รักษาบิดชนิดที่ตกเป็นโลหิต ใบใช้ทารักษากลาก ส่วนดอกนั้นใช้ทารักษาเกลื้อน ยาในรูปแบบผงใช้สูดดมลดอาการน้ำมูกไหล ส่วนของน้ำมันหอมระเหยใช้เป็นน้ำหอม นอกจากนี้ยังมีการใช้เป็นยาในสัตว์ เช่น ใช้เป็นยากระตุ้นนม

11.4 สารที่สกัดได้จากเหง้าของข่าเล็ก

1. Diaryheptanoids⁽⁹⁸⁻¹⁰⁶⁾ เป็นสารที่พบได้ในสกุล *Alpinia* หลายสปีชีส์ เช่น *A. officinarum*, *A. katsumadai*, *A. oxyphylla*, *A. conchigera* มีฤทธิ์ Antitumor, antiemetic และ anti-inflammatory ได้แก่ 7-(4",5"-dihydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-4-heptene-3-one, 1,7-diphenyl-5-heptene-3-one, 4-phenethyl-1,7-diphenyl-1-heptene-3,5-dione, 1,7-diphenyl-4-heptene-3-one, 7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-4-heptene-3-one, 1,7-diphenyl-5-hydroxy-3-heptanone, 5-hydroxy-7-(4"-hydroxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone, 5-hydroxy-7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone, 5-methoxy-7-(4"-hydroxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone, 5-methoxy-7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone, 1-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-7-phenyl-5-hydroxy-4,6-heptadiene-3-one, 1,7-diphenyl-3,5-heptadione, 5-hydroxy-1,7-diphenyl-6-heptene-3-one และยังมีการค้นพบ diarylheptanoids นอกเหนือจากนี้อีกมากมาย เช่น Officinin A⁽¹⁰²⁾, officinaruminane A⁽⁹⁹⁾, officinaruminane B⁽⁹⁹⁾, alpinoid D⁽¹⁰¹⁾, alpinoid E⁽¹⁰¹⁾ เป็นต้น

2. Flavonoids เป็นสารที่มีโครงสร้างของ C₁₅(C₆-C₃-C₆) Flavone nucleus ร่วมกันซึ่งเป็นวงแหวน Benzene 2 วง เชื่อมกันด้วยวงแหวน Pyrone หรือ Oxygen ที่มี Pyran flavonoids ที่พบในเหง้าข่าเล็ก ได้แก่ Galangin, 3-O-methyl galangin⁽¹⁰⁷⁾, kaempferide ซึ่งเป็น Flavonol และ Pinobanksin ซึ่งเป็น Flavanonol

Galangin เป็นสารที่พบมากในเหง้าข่าเล็ก และยังพบในพืชอื่นๆ อีกด้วย Galangin มีฤทธิ์ Anti-clastogenic, anti-mutagenic, anti-oxidative⁽¹⁰⁷⁾ มีการศึกษาพบว่า Galangin มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus epidermidis*⁽¹⁰⁸⁾, herpes simplex virus⁽¹⁰⁹⁾ โดยเฉพาะ *S. aureus* ที่ดื้อต่อยาปฏิชีวนะกลุ่ม Beta-lactam และ MRSA⁽¹¹⁰⁾ ซึ่งเป็นปัญหาอย่างมาก และยังมีฤทธิ์ต้านมะเร็งโดยไปยับยั้ง Detoxification enzyme CYP1A1 และปรับเปลี่ยน Acryl hydrocarbon receptor มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ในกลุ่ม Cyclooxygenases ซึ่งจะไปยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดจึงลดโอกาสเกิดโรคหัวใจขาดเลือดได้ นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ Endothelial tissues อีกด้วย ส่วน 3-O-methyl galangin มีฤทธิ์ยับยั้ง Pancreatic lipase ได้จึงมีคุณสมบัติเป็นยาลดไขมันได้⁽¹⁰⁷⁾

3. Glycosides^(111,112) ได้แก่ (1R,3S,4S)-trans-3-hydroxy-1,8-cineole, β -D-glucopyranoside, 3-methyl-2-buten-1-yl β -D-glucopyranoside, benzyl β -D-glucopyranoside, 1-O- β -D-

glucopyranosyl-4-allylbenzene (chavicol β -D-glucopyranoside), 1-hydroxy-2-O- β -D-glucopyranosyl-4-allylbenzene, 1-O- β -D-glucopyranosyl-2-hydroxy-4-allylbenzene (demethyl eugenol β -D-glucopyranoside), 1-O-(6-O- α -L-rhamnopyranosyl- β -D-glucopyranosyl)-2-hydroxy-4-allylbenzene (demethyleugenol β -rutinoside), 1-O-(6-O- α -L-rhamnopyranosyl- β -D-glucopyranosyl)-4-allylbenzene (chavicol β -rutinoside) และ 1,2-di-O- β -D-glucopyranosyl-4-allylbenzene และยังมีการค้นพบ glycosides ใหม่อีกด้วย เช่น Alponoside A (4'-hydroxy-2'-methoxyphenol-beta-D-[6-O-[4"-hydroxy-3", 5"-dimethoxy (benzoate)]]-glucopyranoside)⁽¹¹³⁾

4. Phenylpropanoids 7 ชนิด⁽¹¹¹⁾ ได้แก่ (*E*)-*p*-coumaryl alcohol γ -O-methyl ether, (*E*)-*p*-coumarylalcohol, (4*E*)-1,5-bis(4-hydroxyphenyl)-1-methoxy-2-(methoxymethyl)-4-Pentene, (4*E*)-1,5-bis(4-hydroxyphenyl)-1-ethoxy-2-(methoxymethyl)-4-pentene, (4*E*)-1,5-bis(4-hydroxyphenyl)-1-[(2*E*)-3-(4-acetoxyphenyl)-2-propenoxy]-2-(methoxymethyl)-4-pentene, (4*E*)-1,5-bis(4-hydroxyphenyl)-2-(methoxymethyl)-4-penten-1-ol, (4*E*)-1,5-bis(4-hydroxyphenyl)-2-(hydroxyl methyl)-4-penten-1-ol

5. Neolignans⁽¹¹²⁾

6. Alpinin

7. Galangol

8. Sterol ได้แก่ β -sitosterol 3-O- β -D-6-palmitoylglucoside⁽¹¹³⁾

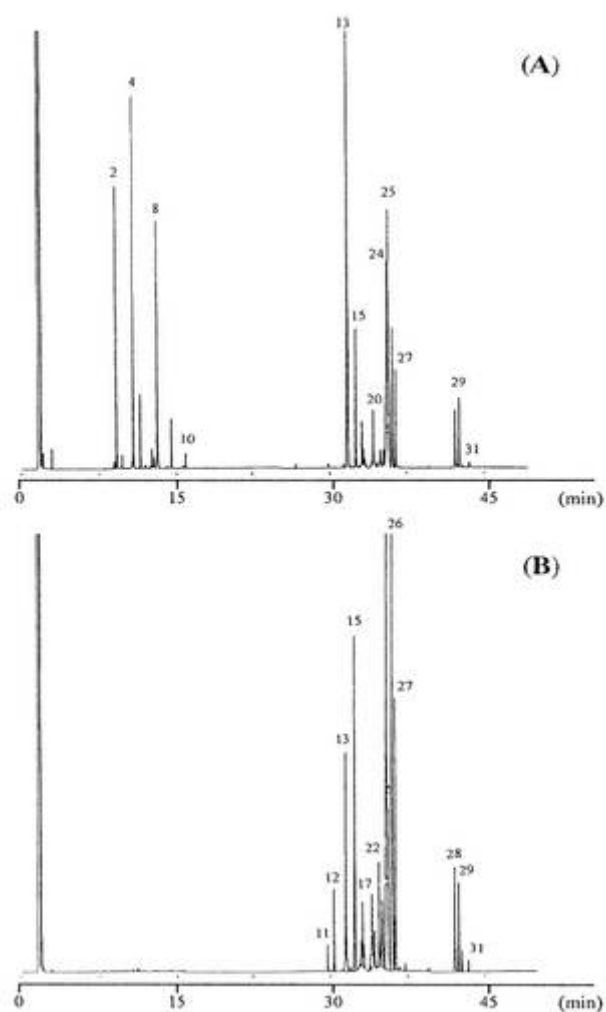
9. Resins

10. น้ำมันหอมระเหย (Essential oil)

มีการศึกษาส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กครั้งแรกในปี 1969 โดย Lawrence และคณะแต่ยังไม่สามารถที่จะแยกเป็นส่วนประกอบย่อยๆได้ ต่อมา Ly และคณะ⁽⁹⁾ ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยออกมาได้เป็นน้ำมันหอมระเหย 2 ส่วน คือส่วน Hydrocarbon และส่วน Oxygenated compound จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Gas chromatography-mass spectrometry ได้ผลดังนี้

1. ส่วนไฮโดรคาร์บอน

ส่วนประกอบไฮโดรคาร์บอน 28 ชนิดเมื่อดูจาก Chromatogram (ภาพประกอบ 14) จะเห็นว่าแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ตั้งแต่ Peak ที่ 1-10 เป็นสารในกลุ่ม Monoterpenes กลุ่มที่ 2 ตั้งแต่ Peak ที่ 11-27 เป็นสารในกลุ่ม Sesquiterpenes และกลุ่มที่ 3 ตั้งแต่ Peak ที่ 28-31 เป็นไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ



ภาพประกอบ 14 แสดง Gas chromatogram ของส่วนไฮโดรคาร์บอน โดยที่ (A) เหง้าสดและ (B) เหง้าแห้ง

ที่มา: Ly TM, Yamauchi R, Kato K. Volatile components of the essential oils in galanga (*Alpinia officinarum* Hance) from Vietnam. Food Sci Technol Res. 2001; 7(4): 303-6.

ส่วนประกอบที่เป็นไฮโดรคาร์บอนหลักคือ α -pinene (1.7%), β -pinene (2.6%) ซึ่งเป็น Monoterpenes, β -caryophyllene (6.4%), α -bergamotene (1.3%), β -bisabolene (2.6%) ซึ่งเป็น Sesquiterpenes และ Pentadecane (2.4%) (ตาราง 5) โดย Monoterpenes หลักที่พบในข่าเล็กยังพบได้เหมือนกันในข่าใหญ่อีกด้วย แต่ที่น่าสังเกตคือส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าแห้งจะแตกต่างไปจากเหง้าสดโดยเหง้าสดจะพบ Monoterpenes มากกว่าในขณะที่เหง้าแห้งจะพบ Sesquiterpenes มากกว่า ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในส่วนไฮโดรคาร์บอน

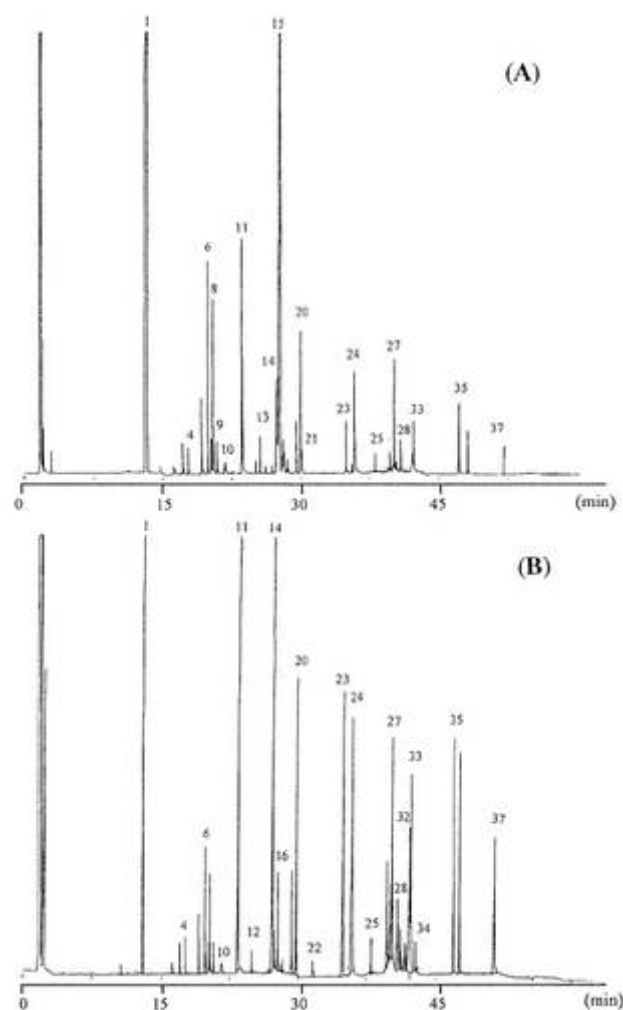
Peak No	Compound	Kovat's indices	Published indices	Fresh rhizome (%) ^{a)}	Dried rhizome (%) ^{a)}
1	α -Thujene	922	924 ^{c)}	0.1	n.d.
2	α -Pinene	929	928 ^{c)}	1.7	n.d.
3	Camphene	941	940 ^{c)}	0.1	n.d.
4	β -Pinene	969	967 ^{c)}	2.6	n.d.
5	Myrcene	982	981 ^{c)}	0.5	n.d.
6	α -Terpinene	1006	1006 ^{c)}	0.1	n.d.
7	<i>p</i> -Cymene	1009	1008 ^{c)}	0.1	n.d.
8	Limonene	1019	1020 ^{c)}	2.0	n.d.
9	γ -Terpinene	1048	1047 ^{c)}	0.4	n.d.
10	Terpinolene	1076	1077 ^{c)}	0.1	n.d.
11	α -Copaene	1369	1369 ^{d)}	n.d.	0.3
12	β -Elemene	1382	1381 ^{d)}	n.d.	0.6
13	β -Caryophyllene	1410	1403 ^{c)}	6.4	2.9
14	α -Santalene	1412	1412 ^{d)}	n.d.	0.2
15	α -Bergamotene	1429	1436 ^{d)}	1.3	4.7
16	Unknown	1443	—	0.3	0.3
17	β -Farnesene	1446	1448 ^{d)}	0.1	0.8
18	Unknown	1447	—	0.1	0.3
19	Patchoulene ^{b)}	1466	—	n.d.	0.2
20	α -Caryophyllene ^{b)}	1468	—	0.5	1.4
21	α -Curcumene	1475	1475 ^{d)}	n.d.	0.4
22	Germacrene	1483	1482 ^{d)}	0.2	1.5
23	Zingibrene ^{b)}	1489	—	0.2	1.3
24	β -Bisabolene	1497	1496 ^{d)}	2.6	9.6
25	Pentadecane	1501	1500 ^{c)}	2.4	1.9
26	Unknown	1510	—	1.2	8.9
27	α -Farnesene	1518	1501 ^{d)}	0.8	3.3
28	3-Hexadecyne ^{b)}	1663	—	0.5	1.5
29	8-Heptadecene ^{b)}	1672	—	0.6	1.2
30	3-Octadecene ^{b)}	1684	—	n.d.	0.4
31	Heptadecane ^{b)}	1700	—	0.1	0.3
Total (%)				25.0	42.0

n.d.: not detected. ^{a)}Relative percentage based on peak area on the gas chromatogram (FID), refers to the total essential oil. ^{b)}Tentative identification based upon mass spectrum only. ^{c)}Bylaite *et al.*, 1998; ^{d)}Davies, 1990; ^{e)}De Pooter *et al.*, 1985.

ที่มา: Ly TM, Yamauchi R, Kato K. Volatile components of the essential oils in galanga (*Alpinia officinarum* Hance) from Vietnam. Food Sci Technol Res. 2001; 7(4): 303-6.

2. ส่วน Oxygenated compound

ส่วน Oxygenated compounds 29 ชนิดเมื่อดูจาก Chromatogram (ภาพประกอบ 15) จะเห็นว่าแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ตั้งแต่ Peak ที่ 1-22 เป็นสารในกลุ่ม Monoterpenes และ Aromatic compounds กลุ่มที่ 2 ตั้งแต่ Peak ที่ 23-37 เป็นสารในกลุ่ม Sesquiterpenes และ Aromatic compounds



ภาพประกอบ 15 แสดง Gas chromatogram ของส่วน Oxygenated compounds โดยที่ (A) หัวสด และ (B) หัวแห้ง

ที่มา: Ly TM, Yamauchi R, Kato K. Volatile components of the essential oils in galanga (*Alpinia officinarum* Hance) from Vietnam. Food Sci Technol Res. 2001; 7(4): 303-6.

ส่วนประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยทั้งจากหัวสดและหัวแห้งในส่วนของ Oxygenated compounds คือ 1,8-cineole (ตาราง 6) ซึ่งก็ตรงกับรายงานของ Lawrence และคณะ⁽¹¹⁴⁾ และยังพบว่า 1,8-cineole ก็เป็นส่วนประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยจากข่าใหญ่เช่นเดียวกัน สรุปคือน้ำมันหอมระเหยจากหัวสดมีไฮโดรคาร์บอนร้อยละ 25 และ Oxygenated compounds ร้อยละ 75 ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากหัวแห้ง มีไฮโดรคาร์บอนร้อยละ 42 และ Oxygenated compounds ร้อยละ 58 ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในส่วน Oxygenated compounds

Peak No	Compound	Kovat's indices	Published indices	Fresh rhizome (%) ^{a)}	Dried rhizome (%) ^{a)}
1	1,8-Cineole	1028	1025 ^{b)}	50.0	8.2
2	Linalool	1084	1086 ^{b)}	n.d.	0.2
3	Verbenol ^{b)}	1105	—	0.2	0.4
4	2,8-Menthadien-1-ol	1113	1120 ^{b)}	0.2	0.3
5	Terpinen-1-ol ^{b)}	1145	—	0.6	0.7
6	4-Terpineol	1160	1160 ^{b)}	1.6	1.4
7	<i>p</i> -Cymen-8-ol	1167	1167 ^{b)}	0.2	0.3
8	α -Terpineol	1172	1178 ^{b)}	1.2	0.9
9	Piperitol ^{b)}	1179	—	0.3	0.4
10	Trans-Carveol	1196	1200 ^{b)}	0.2	0.2
11	Chavicol	1237	1243 ^{c)}	2.0	5.3
12	Bornyl acetate	1266	1264 ^{c)}	0.1	0.3
13	4-Thujen-2 α -yl acetate ^{b)}	1277	—	0.3	n.d.
14	Chavicol acetate	1315	1309 ^{c)}	1.2	5.9
15	Exo-2-Hydroxy-1,8-cineole acetate ^{b)}	1323	—	11.2	0.4
16	Eugenol ^{b)}	1328	—	0.2	1.0
17	Carveol acetate ^{b)}	1340	—	n.d.	0.2
18	Citronellyl acetate	1341	1335 ^{b)}	0.1	n.d.
19	Geranyl acetate	1361	1363 ^{b)}	0.4	1.2
20	Methyl eugenol	1371	1368 ^{c)}	1.0	3.3
21	Unknown	1373	—	0.2	n.d.
22	Unknown	1410	—	n.d.	0.3
23	Eugenyl acetate	1484	1483 ^{c)}	0.3	3.7
24	Unknown	1511	—	1.1	4.4
25	<i>trans</i> -Nerolidol	1561	1553 ^{c)}	0.1	0.4
26	Caryophyllene oxide	1582	1575 ^{b)}	0.1	1.3
27	Spathulenol ^{b)}	1615	—	0.7	2.5
28	Guaiol ^{b)}	1632	—	0.2	1.2
29	δ -Cadinol ^{b)}	1640	—	n.d.	0.4
30	Unknown	1649	—	n.d.	0.4
31	Unknown	1656	—	n.d.	0.2
32	4-Hydroxycinnamyl acetate	1666	—	0.1	2.3
33	α -Bisabolol	1670	1666 ^{b)}	0.3	2.6
34	Unknown	1681	—	n.d.	0.3
35	Unknown	1794	—	0.6	2.9
36	Farnesyl acetate ^{b)}	1815	—	0.2	2.4
37	Unknown	1949	—	0.1	2.1
Total (%)				75.0	58.0

n.d.: not detected. ^{a)}Relative percentage based on peak area on the gas chromatogram (FID), refers to the total essential oil. ^{b)}Tentative identification based upon mass spectrum only. ^{c)}Bylaite *et al.*, 1998; ^{d)}Davies, 1990; ^{e)}De Pooter *et al.*, 1985.

ที่มา: Ly TM, Yamauchi R, Kato K. Volatile components of the essential oils in galanga (*Alpinia officinarum* Hance) from Vietnam. Food Sci Technol Res. 2001; 7(4): 303-6.

Zhang และคณะ⁽⁹⁷⁾ ได้ศึกษาส่วนประกอบและฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ พบส่วนประกอบ 46 ชนิดและทำการวัดระดับการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี Reducing power, diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) assay และ ferricthiocyanate test พบว่าน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดข่าเล็กด้วยเมทานอลมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจริง ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ในน้ำมันหอมระเหยไม่ได้เกิดจากส่วนประกอบใดเป็นหลัก แต่เกิดจากผลรวมของส่วนประกอบหลายๆ ชนิด จึงเสนอว่าน่าจะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อเป็นการเก็บรักษาอาหารให้อยู่นานขึ้นได้ เป็นทางเลือกหนึ่งแทนการใช้สารสังเคราะห์ที่อาจเกิดพิษกับคนและสิ่งแวดล้อมได้

ส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นๆ ที่มีรายงานว่ามียุทธิต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ Eucalyptol, α -terpineol, gamma-murolene, α -farnesene, caryophyllene, α -bergamotene และ gamma-gurjunene

จากคุณสมบัติทั้งหมดที่กล่าวมาจะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กน่าจะมีฤทธิ์ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัดได้ เนื่องจากมีความสามารถในการระเหยเป็นไอ มีกลิ่นที่หอมฉุนมากเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว น่าจะรบกวนต่อมรับกลิ่นของยุงได้ดี และมีส่วนประกอบทั้งกลุ่ม Monoterpenes ได้แก่ α -pinene, myrcene, limonene, terpinolene, eugenol กลุ่ม Sesquiterpenes ได้แก่ β -caryophyllene, α -bergamotene, β -bisabolene, verbenol, caryophyllene oxide ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงได้ และส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีส่วนที่เหมือนกับน้ำมันหอมระเหยจากชาใหญ่^(9,10,11) ได้แก่ 1,8-cineole, α -pinene, β -pinene, α -thujene, camphene, limonene, verbenol, 2,8-menthadien-1-ol, terpinen-1-ol, α -terpineol, 4-terpineol, p-Cymen-8-ol, piperitol, 4-Thujen-2 α -yl acetate, carveol acetate, trans-nerolidol, spathulenol, guaniol, δ -cadinol, 4-hydroxycinnamyl acetate, farnesyl acetate, myrcene, α -terpinene, γ -terpinene, terpinolene, linalool, p-cymene, α -copaene, α -bergamotene, β -patchoulene, β -elemene, β -caryophyllene, germacrene และ caryophyllene oxide มีรายงานประสิทธิภาพในการป้องกันยุงของน้ำมันหอมระเหยชาใหญ่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ได้นาน 0.6 ± 0.2 ชั่วโมง⁽¹⁰⁾ และป้องกันยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ได้นาน 6.1 ± 0.9 ชั่วโมง⁽¹⁰⁾ น้ำมันหอมระเหยชาเล็กก็น่าจะป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัดได้เช่นเดียวกันหรืออาจจะป้องกันได้นานกว่า นอกจากนี้จากการค้นหางานวิจัยที่ตีพิมพ์ทั้งในประเทศและต่างประเทศจากฐานข้อมูลต่างๆ ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในความเข้มข้นต่างๆ ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัดเลย ส่วนในเรื่องของความเป็นพิษนั้นยังไม่มีรายงานความเป็นพิษในคนแต่อย่างใด และยังเป็นสมุนไพรที่ใช้เป็นยาแผนโบราณมานานนับพันปี ผู้วิจัยจึงได้เลือกน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการทำงานวิจัยครั้งนี้เพื่อเป็นการค้นพบน้ำมันหอมระเหยตัวใหม่ที่ใช้ป้องกันยุงได้และเป็นการศึกษาว่าน้ำมันหอมระเหยแต่ละความเข้มข้นมีระยะเวลาในการไล่ยุงแตกต่างกันมากน้อยเท่าไร

11.5 คุณสมบัติของสารสกัดจากเหง้าข่าเล็ก

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าสารสกัดจากเหง้าข่าเล็กมีคุณสมบัติดังนี้

1. ลดระดับไขมันในเลือดและลดการเกิดโรคอ้วน การทดลองในหนู⁽¹¹⁵⁾ พบว่าสามารถลดระดับ Total cholesterol, triglyceride และ LDL-cholesterol ได้ และยังเพิ่ม HDL-cholesterol ได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังทำให้ Adipose tissue น้ำหนักลดลงด้วยจึงเป็นสารที่น่าจะลดการเกิดโรคอ้วนได้
2. ยับยั้งการทำงานของ Pancreatic lipase^(116,117) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยา Hydrolysis ของ Emulsified ester ของ Glycerol และ Long-chain fatty acid จากนั้น Fatty acid และ monoglycerides จะรวมกันเป็น Triglyceride ใน Mucosal cell ที่ลำไส้แล้วเกิดการดูดซึมต่อไป การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นี้จึงเป็นการลดการดูดซึม Triglycerides จึงลดโอกาสการเกิด Atherosclerotic plaque การทดลองในหนูพบว่า 5-hydroxy-7-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone และ 3-methylethergalangin สามารถลดระดับของ Triglyceride และ Cholesterol ในเลือดได้
3. ลดการอาเจียน⁽¹¹³⁾ การทดลองในลูกไก่ที่ถูกกระตุ้นให้อาเจียนโดย Copper sulfate พบว่าฤทธิ์ในการลดการอาเจียนเป็นผลมาจาก Kaempferide และ 5-hydroxy-7-(4-hydroxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone โดยมีการตอบสนองแบบขึ้นกับขนาดยา (Dose-dependent)
4. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Helicobacter pylori*⁽⁹⁸⁾ จากสารในกลุ่ม Diarylheptanoids โดยเฉพาะ 7-(4'',5''-dihydroxy-3''-methoxyphenyl)-1-phenyl-4-heptene-3-one, 1,7-diphenyl-5-heptene-3-one, 4-phenethyl-1,7-diphenyl-1-heptene-3,5-dione
5. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC)^(118,119) โดย 5-hydroxy-7-(4''-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Diarylheptanoids มีฤทธิ์ยับยั้งและฆ่า EPEC ได้ และยังสามารถยับยั้งการอักเสบที่ถูกกระตุ้นโดย Lipopolysaccharide จากแบคทีเรีย ใน Mononuclear cell จากเลือดคนได้ ดังนั้นสารจากข่าเล็กจึงมีคุณสมบัติในการรักษาโรคท้องเสียในเด็กที่เกิดจากเชื้อนี้ได้ ซึ่งในระยะหลังพบว่าการดื้อยาต้านปฏิชีวนะมากขึ้น
6. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียอื่นๆ เช่น *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*⁽¹²⁰⁾
7. ต้านเชื้อไวรัส⁽¹⁰⁵⁾ พบว่า Diarylheptanoids โดยเฉพาะ 7-(4''-hydroxy-3''-methoxyphenyl)-1-phenyl-4E-hepten-3-one และ (5S)-5-hydroxy-7-(4''-hydroxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone สามารถต้านการทำงานของไวรัส Influenza A/PR/8/34 (H1N1) ในห้องทดลองได้
8. เป็น Potent platelet-activating factor antagonist⁽¹¹²⁾ โดยที่ Platelet-activating factor (PAF) เป็น Mediator ที่ทำให้เกิดการอักเสบโดย Alveolar macrophage, eosinophils, neutrophils,

platelets จะสร้าง PAF ขึ้นมาตอบสนองต่อภาวะอักเสบ ทำให้เกิด Vascular permeability เพิ่มขึ้น, Hemoconcentration, hypotension, ulcerogenesis, bronchoconstriction, platelet degranulation จึงมีบทบาทสำคัญใน Septic shock, asthma, ischemia/reperfusion injury, pancreatitis, inflammatory bowel disease และ rhinitis ได้ สารในเหง้าข่าเล็กที่มีฤทธิ์นี้คือ 7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-3,5-heptadione, 5-hydroxy-7-(4"-hydroxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone และ 5-methoxy-7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone ซึ่งสารทั้ง 3 ชนิดนี้อยู่ในกลุ่ม Diarylheptanoids

9. ยับยั้งการสร้าง Nitric oxide ใน Activated macrophage โดยที่ Nitric oxide นั้นเป็นอนุมูลอิสระที่ผลิตมาจาก L-arginine ทำหน้าที่เป็น Mediator ที่สำคัญในระบบของสิ่งมีชีวิต เช่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาท ระบบภูมิคุ้มกัน โดยควบคุมระดับความดันโลหิต สารสื่อประสาท และเซลล์ภูมิคุ้มกัน⁽¹⁰⁴⁾ การสร้าง Nitric oxide มากเกินไปทำให้เกิดภาวะอักเสบและเกิด Carcinogenesis ในตำแหน่งที่มีการอักเสบนั้นๆ ได้ โดยสารที่มีฤทธิ์ยับยั้ง ได้แก่ 7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenylhept-4-en-3-one และ 3,5-dihydroxy-1,7-diphenylheptane ซึ่งเป็น Diarylheptanoids และ Galangin ซึ่งเป็น Flavonols สารเหล่านี้ทำหน้าที่ยับยั้ง Nitric oxide synthase ผ่านการยับยั้ง iNOS protein และลด mRNA expression จึงมีบทบาทในการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับความเสื่อมของระบบประสาท โรคที่มีการอักเสบ และลดโอกาสมะเร็งขยายตัว⁽¹⁰⁴⁾

10. ฤทธิ์ต้านมะเร็ง An และคณะ⁽¹⁰⁰⁾ ทดสอบ Cytotoxicity assay ต่อ Human hepatocarcinoma (hepG2), human breast tumor (MCF-7), human CNS glioblastoma (SF-268) cell line พบว่า 7-(3,4-dihydroxyphenyl)-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-4-en-3-heptanone มีฤทธิ์ต้าน Cell line มะเร็งเหล่านี้ได้

Sun และคณะ⁽¹⁰¹⁾ พบว่า (5R)-5-hydroxy-7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone, (5R)- 7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-5-methoxy-1-phenyl-3-heptanone และ 7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-4E-hepten-3-one มีฤทธิ์ Cytotoxic ต่อ Human neuroblastoma cell line (IMR-32) และได้เสนอว่าสารเคมีในข่าเล็กน่าจะมีประโยชน์ในการรักษา neuroblastoma นอกจากนี้พบว่า Galangin มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการเกิด Genotoxicity จึงเป็นสารที่นำมาใช้ในการป้องกันการเกิดมะเร็งได้⁽¹²¹⁾

11. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ใช้ประโยชน์ในการเก็บรักษาอาหารโดยเฉพาะอาหารจำพวกไขมันที่มี oxidation ได้ง่าย สารที่มีฤทธิ์นี้คือสารกลุ่ม Phenylpropanoids และ Glycosides (β -glycoside และ 1,2-dihydroxy-4-allylbenzene)⁽¹¹¹⁾ ข่าเล็กจึงนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารทำให้เก็บรักษาอาหารได้ยาวนานขึ้นและยังเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ (Dietary antioxidants) ที่สำคัญอีกด้วย

12. ยับยั้งการสร้างเมลานิน โดย Matsuda และคณะ⁽¹²²⁾ พบว่า Diarylheptanoids 4 ชนิด (5-hydroxy-1,7-diphenyl-3-heptanone, 7-(4"-hydroxy-3"methoxyphenyl)-1-phenylhept-4-en-3-one, 5-hydroxy-7-(4"-hydroxy-3"-methoxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone และ 3,5-dihydroxy-1,7-diphenylheptane) และ Flavonols 2 ชนิด (Kaempferide และ Galangin) ที่พบในสารสกัดจากเหง้าข่าเล็กด้วยอะซีโตนสามารถยับยั้งการสร้างเมลานินใน Murine B16 melanoma 4A5 cells ที่ถูกกระตุ้นด้วย Theophylline และยังพบว่า 7-(4"-hydroxy-3"methoxyphenyl)-1-phenylhept-4-en-3-one, kaempferide และ galangin สามารถยับยั้ง mRNA expression ของเอนไซม์ Tyrosinase, tyrosinase-related proteins-1 และ 2 ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการเร่งการสร้างเมลานิน และระดับโปรตีนของ Microphthalmia-associated transcription factor (MITF) ซึ่งมีบทบาทใน Survival, development และ Differentiation ของ Melanocyte แต่กลไกในการยับยั้งยังคงต้องศึกษาต่อไป

13. ยับยั้งเอนไซม์ 5 α -reductase inhibitor⁽¹⁰³⁾ โดยทำการทดลองในสารสกัดจากต่อมลูกหมากของหนูซึ่งมีเอนไซม์ 5 α -reductase inhibitor type I อยู่พบว่า Diarylheptanoids 4 ชนิดสามารถยับยั้งเอนไซม์นี้ได้ถึงร้อยละ 51 จึงน่าจะมีประโยชน์ในการรักษาโรคที่เป็น Androgen-dependent เช่น ต่อมลูกหมากโต ศีรษะล้านจากฮอร์โมนแอนโดรเจน และสิว

14. ลดการอักเสบในภาวะข้ออักเสบทั้งชนิดเฉียบพลันและเรื้อรัง (Acute and chronic arthritis)⁽¹²³⁾ พบว่าลดการอักเสบ ลดการปวดของข้อได้โดยประเมนจากอาการบวมและการยับยั้งการสร้าง Nitric oxide ใน LPS-induced RAW 264.7 cells (Murine macrophage) เหง้าข่าเล็กจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษาข้ออักเสบรูมาตอยด์ทั้งชนิดเฉียบพลันและเรื้อรัง

15. ยับยั้งการสร้าง Prostaglandin และ Leukotriene⁽¹⁰⁶⁾ กลไกคือยับยั้ง Arachidonate 5-lipoxygenase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการสร้าง Leukotriene ส่วนประกอบในข่าเล็กที่มีฤทธิ์นี้คือ Gingerols และ Diarylheptanoids ที่มี Catechol group เป็นส่วนประกอบ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย
3. รูปแบบการวิจัย
4. วิธีดำเนินงานวิจัย
5. การประเมินผล
6. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร (Population) และกลุ่มตัวอย่าง (Sample)

ประชากร ได้แก่ กลุ่มอาสาสมัครชายหญิงอายุ 20-60 ปี สุขภาพแข็งแรง ที่ให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย โดยผู้วิจัยทำการเลือกกลุ่มอาสาสมัครอายุระหว่าง 20-60 ปี ที่มีสุขภาพแข็งแรง จำนวน 10 คน เป็นชาย 5 คนและหญิง 5 คน โดยอาสาสมัครสมัครใจและให้ความร่วมมือยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยและทาน้ำมันหอมระเหยเพื่อทำการทดสอบ

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่างอ้างอิงจากการศึกษาแบบทดลองของ Trongtokit และคณะ⁽¹²⁴⁾ ที่ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงของครีมที่มีส่วนผสมของน้ำมันกานพลูความเข้มข้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 พบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงลายกัดอย่างสมบูรณ์ของครีมที่มีน้ำมันกานพลูความเข้มข้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 เป็น 100 นาทีและ 140 นาที ตามลำดับ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยประเมินผลจากระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ การศึกษาของ Trongtokit และคณะ⁽¹²⁴⁾ พบว่าความแตกต่างของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของครีมกานพลูความเข้มข้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 เป็น 40 นาที และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่าง (Standard deviation of difference) เป็น 30 นาที

จำนวนอาสาสมัครที่เข้าร่วมในงานวิจัยคำนวณจากสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างการทดลองแบบ Paired t-test โดยใช้โปรแกรมการคำนวณขนาดตัวอย่าง (Power and sample size calculations

version 3.0.34) แทนค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของประชากร (δ) เป็น 40 นาที ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่าง (σ) เป็น 30 นาที โดยมีค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และมี Power ร้อยละ 90 ขนาดตัวอย่างที่ได้มาคือ 8 คน เนื่องจากในโครงการวิจัยต้องทำการทดสอบหลายครั้งและติดตามผลหลังการทดสอบ อาจทำให้อาสาสมัครมารับการรักษาและติดตามผลไม่ต่อเนื่อง จึงได้กำหนด Dropout rate เป็นร้อยละ 20 ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 10 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กฎเกณฑ์ในการคัดเลือกเข้ามาศึกษา (Inclusion criteria)

1. อาสาสมัครอายุตั้งแต่ 20-60 ปี ไม่จำกัดเพศ เข้าร่วมการวิจัยโดยความสมัครใจ
2. อาสาสมัครมีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัวที่รุนแรง
3. อาสาสมัครลงลายลักษณ์อักษรในใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed Consent)
4. อาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการต้องสามารถมารับการตรวจติดตามผลที่เวลา 24 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง และ 7 วันหลังการทดสอบได้

กฎเกณฑ์ในการคัดอาสาสมัครออกจากการศึกษา (Exclusion Criteria)

1. มีอาการของโรคผิวหนังอื่นร่วมด้วยในบริเวณที่ทดสอบ
2. มีประวัติแพ้แพ้สัมผัสต่อยาทาในกลุ่มคอร์ติโคสเตียรอยด์
3. มีประวัติปฏิกิริยาภูมิแพ้ต่อยุงหรือแมลงกัดทางผิวหนังแบบรุนแรง โดยอาศัยการชักประวัติอาการทางผิวหนังหลังการสัมผัสยุงหรือแมลงกัดต่อย มีลักษณะข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

- 1) รอบตาบวม (Periorbital edema)
- 2) ปากบวม (Lip swelling)
- 3) หายใจลำบาก (Breathlessness)
- 4) มีอาการของทางเดินหายใจส่วนบนหรือล่างบวม (Stridor, wheezing)
- 5) ความดันโลหิตต่ำ (Hypotension)
- 6) เจ็บหน้าอก (Chest pain)
- 7) ปวดท้อง คลื่นไส้อาเจียน ท้องเสีย

4. มีประวัติแพ้แพ้สัมผัสต่อน้ำมันหอมระเหยมาก่อน
5. มีประวัติรับประทานยาคอร์ติโคสเตียรอยด์ หรือยากดภูมิคุ้มกันในช่วง 4 สัปดาห์ หรือรับประทานยาที่มีฤทธิ์ต้านฮิสตามีนในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย
6. มีประวัติหายากลุ่มคอร์ติโคสเตียรอยด์ในบริเวณท้องแขนที่จะทำการทดสอบในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย
7. สตรีตั้งครรภ์ หรือกำลังให้นมบุตร

8. ไม่สามารถมาทำการทดสอบและติดตามผลเป็นระยะได้

กฎเกณฑ์ในการให้อาสาสมัครเลิกจากการศึกษา (Discontinuation Criteria)

1. มีปฏิกิริยาภูมิแพ้ต่อยุงหรือแมลงกัดทางผิวหนังชนิดรุนแรงดังได้กล่าวมาข้างต้น
2. มีผื่นแพ้สัมผัส (Allergic contact dermatitis) เกิดขึ้นระหว่างทำการการศึกษา
3. ผู้ป่วยต้องการออกจากการศึกษา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. น้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก (*Alpinia officinarum* Hance) ซึ่งนำมาจากบริษัทอุตสาหกรรมเครื่องหอมไทย-จีน จำกัด ได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม และมีใบรับรองการวิเคราะห์ (Certificate of analysis) สกัดโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) บรรจุในภาชนะทึบแสง และเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เหตุผลที่คณะผู้วิจัยเลือกน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มาทำการศึกษาเนื่องจากเป็นความเข้มข้นที่มีโอกาสระคายเคืองต่ำ นอกจากนี้ถ้าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงได้ไม่แตกต่างกัน ก็ควรที่จะเลือกใช้ความเข้มข้นที่ต่ำกว่าเพื่อลดการระคายเคืองและเป็นการลดต้นทุนการผลิตด้วย

2. เทปแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70

3. ปิเปต (Pipette) วัดปริมาณสารทดสอบ (ภาพประกอบ 16)

4. กล้องถ่ายรูปดิจิทัลยี่ห้อ Canon รุ่น Ixus 80 IS

5. ยุงลายบ้านตัวเมียปลอดเชื้อ (*Aedes aegypti*) จากห้องปฏิบัติการ อายุ 5-7 วัน จากภาควิชากีฏวิทยาการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล เลี้ยงด้วยเทคนิคปลอดเชื้อในห้องทดลอง อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) $80 \pm 10\%$ ระยะเวลาสว่าง 14 ชั่วโมง ระยะเวลามืด 10 ชั่วโมง

ตัวอ่อนยุงได้รับอาหารเป็นอาหารสุนัขบดละเอียด ส่วนยุงระยะตัวเต็มวัยนั้นได้รับอาหารเป็นซูโครสความเข้มข้นร้อยละ 10 และน้ำหวานที่มีวิตามินรวมความเข้มข้นร้อยละ 10 และให้ยุงตัวเมียมีการดูดเลือดหนูปลอดเชื้อที่โดนขังเป็นระยะๆ เพื่อกระตุ้นให้ยุงตัวเมียวางไข่เพื่อขยายจำนวนยุงต่อไป ยุงที่นำมาทดสอบเป็นยุงลายตัวเมียมีอายุ 5-7 วัน อดอาหารนาน 12 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ ให้ยุงสัมผัสแค่แผ่นที่เปียกชุ่มไปด้วยน้ำเท่านั้น

6. ยุงรำคาญตัวเมียปลอดเชื้อ (*Culex quinquefasciatus*) จากห้องปฏิบัติการ อายุ 5-7 วัน จากภาควิชากีฏวิทยาการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล เลี้ยงด้วยเทคนิคปลอดเชื้อในห้องทดลอง โดยวิธีการเลี้ยงเหมือนกับยุงลายบ้านดังที่กล่าวมาในข้อ 4 ยุงที่นำมาทดสอบเป็นยุง

ราคาญตัวเมียอายุ 5-7 วัน อดอาหารนาน 12 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ ให้งูงั้สัมผัสแค่แผ่นที่เปียกชุ่มไปด้วยน้ำเท่านั้น

7. กรงใส่ยุงขนาด 30x30x30 ลูกบาศก์เซนติเมตร กรงยุงล้อมรอบด้วยมุ้งลวด (ภาพประกอบ 17)

8. ปลอกแซนพลาสติก เจาะรูขนาด 3x10 ตารางเซนติเมตร (ภาพประกอบ 18)

9. ถู่มือยาง

10. นาฬิกาจับเวลา

11. ไฟฉาย ใช้เพื่อดูยุงที่มาเกาะบนแซนในเวลาากลางคืน

12. เทปกาว ใช้แปะบนผิวหนังเพื่อกำหนดขอบเขตของบริเวณทดสอบ

13. ยาทาคอร์ติโคสเตียรอยด์ (0.1% Triamcinolone cream)

14. ยาด้านฮิสตามีน Loratadine

15. แบบประเมินผลข้างเคียงสำหรับแพทย์

16. แบบประเมินผลข้างเคียงสำหรับอาสาสมัคร

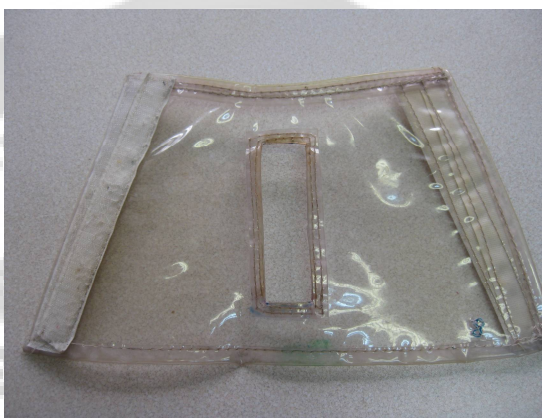
17. เอกสารอธิบายข้อมูลและขั้นตอนการวิจัย



ภาพประกอบ 16 แสดงปิเปตที่ใช้วัดปริมาณสารทดสอบให้ได้ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตรเพื่อทาลงบนบริเวณทดสอบ



ภาพประกอบ 17 แสดงกรงทดสอบซึ่งมีถุงลายหรือถุงรำคาญตัวเมียจำนวน 250 ตัว



ภาพประกอบ 18 แสดงปลอกแขนพลาสติกซึ่งใช้หุ้มแขนส่วนที่ไม่ได้ทำสารทดสอบ

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental study) รูปแบบการวิจัยเป็นการศึกษาที่อาสาสมัครแต่ละคนได้รับการรักษา (Intervention) ทุกอย่าง หรือเรียกว่า Crossover study

วิธีดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยใช้วิธีมาตรฐานของการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยาต้านยุง กระทรวงอุตสาหกรรม⁽³⁷⁾ ร่วมกับวิธีการขององค์การอนามัยโลก (WHO)⁽¹²⁵⁾ วิธีการนี้เรียกว่า Arm-in-cage (ภาพประกอบ 19) ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกในปี 1919 โดยนับเป็นวิธีการทดสอบสารป้องกันยุงและแมลงวิธีแรกที่ได้รับการยอมรับ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้น



ภาพประกอบ 19 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันยุงด้วยวิธี Arm-in-cage

ที่มา: จารีย์ บันสิทธิ์. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์ 2 น้ำมันหอมระเหย. บริษัทไชร์ จำกัด; 2548. หน้า 8-25.

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. คัดเลือกอาสาสมัครตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น
2. ให้ข้อมูลและอธิบายขั้นตอนต่างๆ ในระหว่างการเข้าร่วมวิจัย รวมถึงอธิบายผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากการถูกยุงกัด เช่น ตุ่มแดงคัน และจากการทาน้ำมันหอมระเหย เช่น คัน แสบร้อน เป็นต้น
3. อาสาสมัครลงลายลักษณ์อักษรในใบยินยอมเข้าร่วมโครงการ (Informed consent)
4. ทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับประวัติส่วนตัว ตรวจร่างกายสำหรับเป็นค่าพื้นฐาน
5. การทดสอบในยุ้งลายบ้านจะกระทำในช่วงเวลา 8.00-16.00 น. เนื่องจากปกติยุ้งลายบ้านจะกัดในเวลากลางวัน ส่วนการทดสอบในยุ้งรำคาญจะกระทำในช่วงเวลา 18.00-20.00 น. เนื่องจากปกติจะยุ้งรำคาญจะกัดในเวลาพลบค่ำไปจนถึงตลอดคืน และต้องมีการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการที่ทดสอบด้วย โดยควบคุมให้มีแสงสว่างอยู่ในช่วง 300-500 Lux ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70-80 และอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26-28 องศาเซลเซียส
6. การทดสอบเป็นแบบ double-blinded กล่าวคืออาสาสมัครและแพทย์ผู้ทำวิจัยไม่ทราบว่าน้ำมันหอมระเหยนั้นเป็นน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นเท่าใด และให้ผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการรักษาเป็นผู้ติดฉลาก A, B, และ C ที่ขวดน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และเอทิลแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นตัวแปรควบคุม โดยการติดฉลากนั้นเป็นไปแบบสุ่ม และไม่มีการให้ข้อมูลกับอาสาสมัครว่าน้ำมันหอมระเหยนั้นน่าจะป้องกันยุงได้นานเท่าใด
7. การเลือกลำดับของน้ำมันหอมระเหยที่ทดสอบนั้นเป็นไปอย่างสุ่ม โดยให้อาสาสมัครจับฉลากน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นต่างๆที่จะทดสอบตามลำดับ

8. ทำการเตรียมน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำให้เจือจางด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ จนได้น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และตัวแปรควบคุมเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ เก็บรักษาน้ำมันหอมระเหยที่ยังไม่ได้ใช้โดยแช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในภาชนะที่ปิดสนิท

9. กำหนดบริเวณทดสอบให้เป็นแขนท่อนล่างข้างซ้ายและข้างขวา โดยบริเวณศึกษาจะอยู่ในพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3×10 ตารางเซนติเมตร โดยห่างจากข้อพับแขนประมาณ 5 เซนติเมตร

10. ทำความสะอาดแขนทั้ง 2 ข้างที่จะทำการทดสอบด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด ในวันที่ทำการทดสอบไม่ให้อาสาสมัครทาโลชั่น น้ำมัน ครีมกันแดด หรือฟอกสบู่มา โดยที่แขนข้างหนึ่งเป็นข้างที่ทำน้ำมันหอมระเหย อีกข้างไม่ทำอะไรเลย โดยการกำหนดว่าข้างไหนทาหรือไม่ทานั้นเป็นไปอย่างสุ่มโดยให้จับฉลากเช่นกันว่าแขนข้างใดเป็นข้างที่ทำน้ำมันหอมระเหย

11. ใช้น้ำมันหอมระเหยปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ทาลงบนผิวหนังแขนด้านท้องแขนที่ใช้เป็นพื้นที่ทดสอบในช่วงระหว่างข้อมือถึงข้อศอกในพื้นที่ขนาด 3×10 ตารางเซนติเมตร ซึ่งได้ใช้เทปกาวแปะบนผิวหนังเพื่อกำหนดขอบเขตไว้แล้ว แล้วปล่อยให้แห้งนาน 1 นาทีที่อุณหภูมิห้อง (ภาพประกอบ 20)



ภาพประกอบ 20 แสดงการทาสารทดสอบด้วยปิเปตลงบนพื้นที่ทดสอบขนาด 30 ตารางเซนติเมตร ซึ่งได้กำหนดขอบเขตด้วยเทปกาวเรียบร้อยแล้ว

12. อาสาสมัครจะปิดผิวหนังส่วนที่ไม่ได้ทา น้ำมันหอมระเหย โดยการสวมปลอกแขนซึ่งได้เจาะรูเปิดเป็นช่องขนาด 3×10 ตารางเซนติเมตร ที่พอดีกับบริเวณพื้นที่ทดสอบ (ภาพประกอบ 21)

13. เคาะข้างกรงยุงเพื่อกระตุ้นให้ยุงมีความตื่นตัว

14. สอดแขนเข้าไปในกรงยุงขนาด $30 \times 30 \times 30$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งบุด้วยผ้าไนลอนสีขาว ในกรงยุงนี้จะมียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) หรือยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) เพศเมีย จำนวน 250 ตัว อายุ 5-7 วัน ซึ่งอดอาหารมานาน 12 ชั่วโมง ทำการเลือกยุงมาแบบสุ่ม แล้วปล่อยให้ยุงเข้าไปในกรงให้ทำการปรับตัวให้ชินกับอากาศนาน 1 ชั่วโมง



ภาพประกอบ 21 แสดงการสวมปลอกแขนพลาสติกที่จะระบุพอดีกับบริเวณทดสอบเพื่อปกปิดส่วนที่ไม่ได้ ทาสารทดสอบไว้

15. สอดแขนข้างที่ไม่ทาน้ำมันหอมระเหยเข้าไปก่อนนาน 3 นาที ถ้ามีขุ่นลายอย่างน้อย 2 ตัว มาเกาะบนแขนให้สะบัดแขนให้ขุ่นบินออกไปจากแขนทันที โดยไม่ให้ขุ่นกีดแล้วนำแขนข้างนั้นออกมา จากกรง ขั้นตอนนี้ทำเพื่อทดสอบให้แน่ใจว่าขุ่นลายขุดนั้นหิวและมีความพร้อมที่จะกัด

16. จากนั้นอาสาสมัครใส่แขนข้างที่ทาน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในกรงขุ่นนาน 3 นาที⁽¹⁰⁾ เช่นเดียวกัน ในระหว่างนั้นสังเกตบริเวณพื้นที่ที่ใช้ทดสอบ และนับจำนวนขุ่นที่ลงกีดในแต่ละครั้ง เมื่อครบเวลาจึงเอาแขนออกและนำแขนเข้ากรงทดสอบทุกๆ 15 นาที โดยสอดแขนเข้าในกรงนาน 3 นาทีเท่า เดิม โดยที่ระยะเวลา 3 นาทีรวมอยู่ใน 15 นาทีแล้ว (ภาพประกอบ 22)



ภาพประกอบ 22 แสดงการยื่นแขนข้างที่ทาสารทดสอบเข้าไปในกรงที่มีขุ่นอยู่ 250 ตัว

17. สอดแขนข้างที่ทาน้ำมันหอมระเหยกับแขนเปล่าที่ไม่ได้ทาอะไรเลยสลับกันเป็นระยะเพื่อ ยืนยันว่าขุ่นมีความพร้อมที่จะกัด และเพื่อเป็นการลดอคติในการทำวิจัยด้วย

18. ระหว่างที่นำแขนข้างที่ทำน้ำมันหอมระเหยออกมานอกกรง ระวังไม่ให้บริเวณทดสอบมีการถู เลียดสี หรือสัมผัสกับสารอื่นๆ

19. บันทึกเวลาตั้งแต่เริ่มยื่นแขนเข้าไปในกรงยุงครั้งแรกจนถึงช่วงเวลาที่มียุงลงกัดในพื้นที่ทดสอบเป็นตัวที่ 2 หมายถึงมียุงกัด 2 ตัวในช่วงระยะเวลาเดียวกัน หรือยุงกัดครั้งละ 1 ตัวในช่วงระยะเวลาที่ติดกัน 2 ช่วง (ภาพประกอบ 23) ช่วงเวลาดังกล่าวกำหนดให้เป็นระยะเวลาป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ (Completed protection time)



ภาพประกอบ 23 แสดงยุงลงกัดบริเวณทดสอบ โดยการทดสอบจะสิ้นสุดเมื่อมียุงลงกัดอย่างน้อย 2 ตัว ในบริเวณทดสอบในช่วงระยะเวลา 3 นาที

20. ทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 13-19 ในอาสาสมัครคนเดิมทั้งหมด 3 รอบ จากนั้นนำระยะเวลาป้องกันยุงกัดมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ระยะเวลาป้องกันยุงกัดเฉลี่ยที่ความเข้มข้นนั้นๆ ในคนนั้น

21. อาสาสมัครทุกคนทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยทุกความเข้มข้น (ร้อยละ 5 และร้อยละ 10) และทำในสารควบคุมด้วย (เอทิลแอลกอฮอล์) โดยทำการทดสอบเพียงวันละครั้งในอาสาสมัคร 1 คน และทำการทดสอบห่างกันอย่างน้อย 1 สัปดาห์เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีผื่นแพ้สัมผัสเกิดขึ้นจึงจะทำการทดสอบต่อ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบ Crossover study เนื่องจากอาสาสมัครทุกคนต้องทดสอบทุกความเข้มข้นและทดสอบยุงทั้ง 2 ชนิด

22. ทำการทดสอบกับทั้งยุงลายบ้าน และยุงรำคาญ โดยมีขั้นตอนการทดสอบเหมือนกัน

23. ถ่ายภาพผิวหนังก่อนและหลังเริ่มการทดสอบด้วยกล้องดิจิทัล

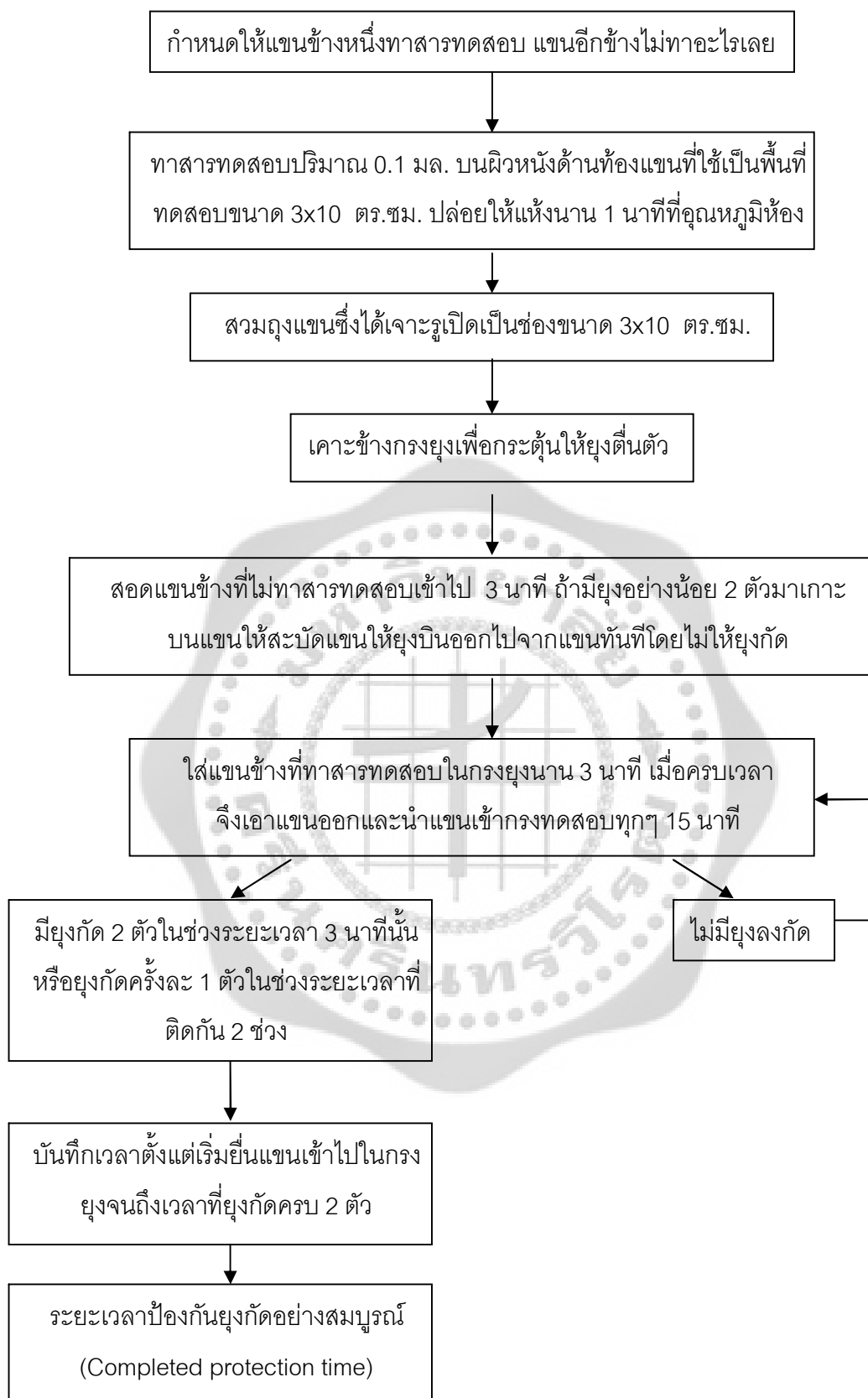
24. แพทย์ผู้วิจัยติดตามผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยที่ 24 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง และ 7 วันหลังทำการทดสอบ เพื่อดูผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหย เช่น อาการคัน ผื่นแดง แสบร้อน เป็นต้น

25. ทำการจ่ายยาทา 0.1% Triamcinolone cream ในผู้ป่วยที่มีอาการผื่นแพ้สัมผัสโดยให้ทาตามคำแนะนำของแพทย์วันละ 2 ครั้ง คือ เช้าและก่อนนอน ในผู้ป่วยที่มีอาการคันมากให้ยาด้านฮิสตามีนชนิดไม่่วงนอนชนิด Loratadine โดยรับประทานครั้งละ 1 เม็ดในเวลาเช้า

26. ให้อาสาสมัครทำการบันทึกผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยที่ 24 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง และ 7 วันหลังการทดสอบเช่นกัน

27. ถ่ายภาพรอยโรคขณะอาสาสมัครมาติดตามผลข้างเคียงทุกครั้ง





ภาพประกอบ 24 แสดงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการป้องกันยุง

การประเมินผล

1. ประเมินประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด โดยเริ่มวัดระยะเวลาตั้งแต่น้ำมันเข้าไปในกรงยุงจนถึงเวลาที่ยุง 2 ตัวกัดในช่วงเวลาเดียวกัน หรือยุง 1 ตัวกัดในช่วงเวลาที่ติดต่อกัน 2 ช่วง นำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าที่ได้เป็นระยะเวลาในการป้องกันยุงลายกัดอย่างสมบูรณ์ (Completed protection time) โดยมีหน่วยในการวัดเป็นนาฬิกา แล้วนำค่าที่ได้ของแต่ละความเข้มข้นมาเปรียบเทียบกัน

2. อาสาสมัครประเมินผลข้างเคียง หลังสิ้นสุดการทดสอบที่ 24 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน หลังการทดสอบ

3. แพทย์บันทึกอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นหลังการรักษาทุกครั้งที่มาติดตามผลการรักษา ที่ 24 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง และ 7 วันหลังการทดสอบ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลอายุ และข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัครสรุปในรูปของร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. วิเคราะห์ระยะเวลาในการป้องกันยุงลายกัดอย่างสมบูรณ์ (Completed protection time) ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กแต่ละความเข้มข้น โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากอาสาสมัครทั้งหมด วัดหน่วยเป็นนาฬิกา และคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างอาสาสมัครแต่ละคนด้วย

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ (Completed protection time) ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กแต่ละความเข้มข้น โดยการทดสอบทางสถิติแบบ Repeated measures ANOVA โดยมีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ใช้โปรแกรม SPSS version 16.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4. วิเคราะห์ผลข้างเคียงจากการรักษาโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

5. การนำเสนอข้อมูลเป็นแผนภูมิและตาราง

การบริหารงานวิจัยและตารางปฏิบัติงาน

กิจกรรม	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
จัดทำโครงร่างการวิจัย	x	x					
จัดทำแบบบันทึกข้อมูล		x					
การเก็บข้อมูล			x	x	x		
Data monitoring report			x	x	x		
วิเคราะห์ข้อมูล					x		
จัดทำรายงาน	x				x	x	
นำเสนอผลงานวิจัยและตีพิมพ์							x

งบประมาณการวิจัย

ค่าใช้จ่าย

จำนวนเงิน (บาท)

1. งบประมาณรวม

ค่าตอบแทนหัวหน้าโครงการ 5,000

2. งบดำเนินการรวม

2.1 ค่าตอบแทนแพทย์ผู้ช่วยเหลืองานวิจัย 5,000

2.2 ค่าพิมพ์แบบเก็บข้อมูล 500

2.3 ค่าใช้จ่ายในการเผยแพร่ผลงานวิชาการ

- การเผยแพร่งานวิจัย 2,000

- ค่าใช้จ่ายในการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการระดับ

นานาชาติ

- ค่าลงทะเบียนการประชุมวิชาการเพื่อเสนอผลงาน 2,000

2.4 ค่าวัสดุอุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์ในการทดสอบ 5,000

2.5 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับน้ำมันหอมระเหย 2,000

2.6 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเชทิลแอลกอฮอล์ 100

2.7 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับยาทาโครติโคสเตียรอยด์และยาต้านฮีสตามีน 1,000

ค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท)
2.8 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับชุดทดสอบการตั้งครุฑ	350
2.9 ค่าตอบแทนผู้ป่วยในรูปค่าพาหนะ/ของสมนาคุณ(โดยประมาณ)	20,000
3. งบการจัดประชุมรวม	
3.1 การประชุมชี้แจงเพื่อนำเสนอเค้าโครงร่างวิจัย	2,000
3.2 เบี้ยประชุมงานประชุมวิชาการสมาคมแพทย์ผิวหนังในประเทศ	2,000
รวมงบประมาณทั้งสิ้น	50,950

คำชี้แจงอื่นๆ

1. ยุงที่ใช้ในงานวิจัยเป็นยุงลายบ้านและยุงรำคาญปลอดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ภาควิชา
กัญญาวิทยาการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล
2. ลิขสิทธิ์และสิทธิในการเผยแพร่ของงานวิจัยเป็นของคณะผู้วิจัยและมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ
3. ไม่มีบริษัทผู้สนับสนุนในการเผยแพร่ผลงานวิจัย
4. งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเชิงทดลองนี้ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด การทดสอบใช้ยุงลายบ้านและยุงรำคาญจากห้องปฏิบัติการ ภาควิชาที่วิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยมีจำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 10 คน ทำการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ โดยผลการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง จะนำเสนอเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ลักษณะโดยทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ผลการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบข้อมูลการวิจัยเชิงพรรณนาเรื่องผลข้างเคียงของน้ำมันหอมระเหย และผลข้างเคียงจากการทดสอบ

ตอนที่ 1 ลักษณะโดยทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลประชากรศาสตร์

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กเปรียบเทียบความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด ได้ทำการทดลองวิจัยในอาสาสมัครชายหญิง จำนวน 10 คน อาสาสมัครทั้งหมดสามารถมาติดตามผลการรักษาได้ครบทุกคนตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการ ข้อมูลของอาสาสมัครแสดงดังตาราง 7, 8 และ 9 ดังนี้

ตาราง 7 แสดงข้อมูลอายุของอาสาสมัคร

อายุ (ปี)	จำนวน	ร้อยละ
27	2	20
31	1	10
32	2	20
36	1	10
37	1	10
47	1	10
49	1	10
55	1	10
รวม	10	100

ตาราง 8 แสดงข้อมูลอายุของอาสาสมัครด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ประวัติ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
อายุ(ปี)	37.30	9.74	27	55

ตาราง 9 แสดงข้อมูลเพศ ประวัติการแพ้สารต่างๆ และประวัติการใช้ยาด้วยร้อยละ

ประวัติ		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	5	50
	หญิง	5	50
	รวม	10	100
โรคประจำตัว	มี	2	20
	ไม่มี	8	80
	รวม	10	100
ประวัติแพ้ยา	มี	1	10
	ไม่มี	9	90
	รวม	10	100
ประวัติแพ้ยาทาคอร์ติโคสเตียรอยด์	มี	0	0
	ไม่มี	10	100
	รวม	10	100
ประวัติแพ้ไขมันหอยทะเล	มี	0	0
	ไม่มี	10	100
	รวม	10	100
ประวัติรับประทานคอร์ติโคสเตียรอยด์หรือยากดภูมิต้านทานในช่วง 4 สัปดาห์	มี	0	0
	ไม่มี	10	100
	รวม	10	100
ประวัติรับประทานยาต้านฮิสตามีนในช่วง 2 สัปดาห์	มี	0	0
	ไม่มี	10	100
	รวม	10	100
ประวัติทายาคอร์ติโคสเตียรอยด์ในช่วง 2 สัปดาห์	มี	0	0
	ไม่มี	10	100
	รวม	10	100

จากข้อมูลตาราง 7, 8 และ 9 แสดงข้อมูลอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 10 คน มีอายุ 27-55 ปี เป็นเพศหญิง 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ของกลุ่มอาสาสมัครทั้งหมดและเพศชาย 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ของกลุ่มอาสาสมัครทั้งหมด อายุเฉลี่ยของอาสาสมัครเท่ากับ 37.30 ปี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.74

อาสาสมัครมีประวัติโรคประจำตัวที่ไม่รุนแรงจำนวน 2 คน ได้แก่ อาสาสมัครหมายเลข 1 และหมายเลข 4 มีประวัติภูมิแพ้ (Allergic rhinitis) มีอาการเดือยละ 1-2 ครั้ง นอกจากนี้มีประวัติแพ้ยางจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ของกลุ่มอาสาสมัครทั้งหมด โดยมีอาการตุ่มนูนแดงและคันเมื่อถูกยุงกัด อาสาสมัครทุกรายไม่มีประวัติการแพ้ยาทาสเตรียรอยด์และน้ำมันหอมระเหยมาก่อน ไม่มีอาสาสมัครรายใดที่มีประวัติรับประทานยาคอร์ติโคสเตียรอยด์และยากดภูมิต้านทานในช่วง 4 สัปดาห์ก่อนทำการศึกษา รับประทานยาต้านฮิสตามีนในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนทำการศึกษา และทายาคอร์ติโคสเตียรอยด์ในบริเวณแขนที่จะทำการทดสอบในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนทำการศึกษาแต่อย่างใด

ตอนที่ 2 ผลการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตอย่างสมบูรณ์

ข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาและข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากขี้เหล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ แสดงในตาราง 10-19 ดังนี้

ตาราง 10 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์

อาสาสมัคร (คนที่)	ระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	63.00	76.13	77.17	72.10
2	60.72	62.17	61.33	61.41
3	62.58	60.17	76.08	66.28
4	48.00	77.22	60.87	62.03
5	92.50	63.00	75.17	76.89
6	60.40	47.25	76.00	61.22
7	60.82	61.50	63.00	61.77
8	61.07	61.15	63.00	61.74
9	77.03	91.08	62.88	77.00
10	62.95	93.00	75.42	77.12

จากข้อมูลดังแสดงในตาราง 10 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์ โดยทำการทดสอบในอาสาสมัคร 3 ครั้ง โดยเว้นช่วงห่างของการทดสอบแต่ละครั้งนาน 1 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 10 คนมีความแตกต่างกัน และในอาสาสมัครคนเดียวกันก็มีความแตกต่างในการทดสอบแต่ละครั้งอีกด้วย จากนั้นนำระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 3 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ยดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 11 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์

สารทดสอบ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5	61.22	77.12	67.76	7.19

จากตาราง 11 แสดงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าในอาสาสมัคร 10 คนมีค่าต่ำสุดเป็น 61.22 นาที ส่วนค่าสูงสุดเป็น 77.12 นาที ค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้ง 10 คนเป็น 67.76 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 7.19 นาที

ตาราง 12 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์

อาสาสมัคร (คนที่)	ระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	92.87	93.00	77.25	87.71
2	77.17	62.25	76.33	71.92
3	121.88	92.17	90.17	101.41
4	122.08	108.53	120.00	116.87
5	121.17	106.20	107.83	111.73
6	61.75	61.50	91.42	71.56
7	77.17	76.00	91.58	81.58
8	77.08	76.48	92.07	81.88
9	93.00	123.00	107.92	107.97
10	63.00	122.93	120.93	102.29

จากข้อมูลในตาราง 12 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์ โดยทำการทดสอบในอาสาสมัคร 3 ครั้งโดยเว้นช่วงห่างของการทดสอบแต่ละครั้งนาน 1 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 10 คน มีความแตกต่างกัน และในอาสาสมัครคนเดียวก็มีความแตกต่างในการทดสอบแต่ละครั้งอีกด้วย จากนั้นนำระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 3 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ยดังแสดงในตาราง

ตาราง 13 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์

สารทดสอบ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 10	71.56	116.87	93.49	16.62

จากตาราง 13 แสดงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าในอาสาสมัคร 10 คนมีค่าต่ำสุดเป็น 71.56 นาที ส่วนค่าสูงสุดเป็น 116.87 นาที ค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้ง 10 คนเป็น 93.49 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 16.62 นาที

ตาราง 14 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์

อาสาสมัคร (คนที่)	ระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.80	0.60	0.67	0.69
2	0.80	0.53	0.63	0.65
3	0.83	0.63	0.70	0.72
4	0.63	0.70	0.53	0.62
5	0.63	0.60	0.67	0.63
6	0.83	0.63	0.67	0.71
7	0.92	0.67	0.63	0.74
8	0.75	0.65	0.72	0.71
9	0.75	0.63	0.68	0.69
10	0.77	0.65	0.72	0.71

จากข้อมูลในตาราง 14 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ โดยทำการทดสอบในอาสาสมัคร 3 ครั้งโดย

เว้นช่วงห่างของการทดสอบแต่ละครั้งนาน 1 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 10 คน มีความแตกต่างกัน และในอาสาสมัครคนเดียวกันก็มีความแตกต่างในการทดสอบแต่ละครั้งอีกด้วย จากนั้นนำระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 3 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ยดังแสดงในตาราง

ตาราง 15 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์

สารทดสอบ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เอทิลแอลกอฮอล์	0.62	0.74	0.69	0.04

จากตาราง 15 แสดงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าในอาสาสมัคร 10 คน มีค่าต่ำสุดเป็น 0.62 นาที ส่วนค่าสูงสุดเป็น 0.69 นาที ค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้ง 10 คนเป็น 0.69 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.04 นาที

ตาราง 16 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated measures ANOVA (Huynh-Feldt)

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม	45909.872	2	33287.432	267.075	<0.001

จากตาราง 16 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated measures ANOVA จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าสถิติ Mauchly's W เป็น 0.421 หรือค่าสถิติไคสแควร์ 6.922 และมีค่า P 0.031 สรุปได้ว่าความแปรปรวนไม่มีลักษณะ

เป็น Compound symmetry ในการอ่านผลจะใช้วิธี Huynh-Feldt โดยพบว่าระยะเวลาในการป้องกัน ยุงลายกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมมีอย่างน้อย 2 กลุ่มที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.001$) จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบทีละคู่โดยใช้วิธี Bonferroni

ตาราง 17 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้น 5 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5 และสารควบคุม	67.068	2.276	<0.001

จากตาราง 17 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 และสารควบคุม โดยวิธี Repeated measures ANOVA เปรียบเทียบรายคู่ (Pairwise comparison) ด้วยวิธี Bonferroni พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 ป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าสารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

ตาราง 18 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 10 และสารควบคุม	92.804	5.261	<0.001

จากตาราง 18 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10 และสารควบคุม โดยวิธี Repeated measures

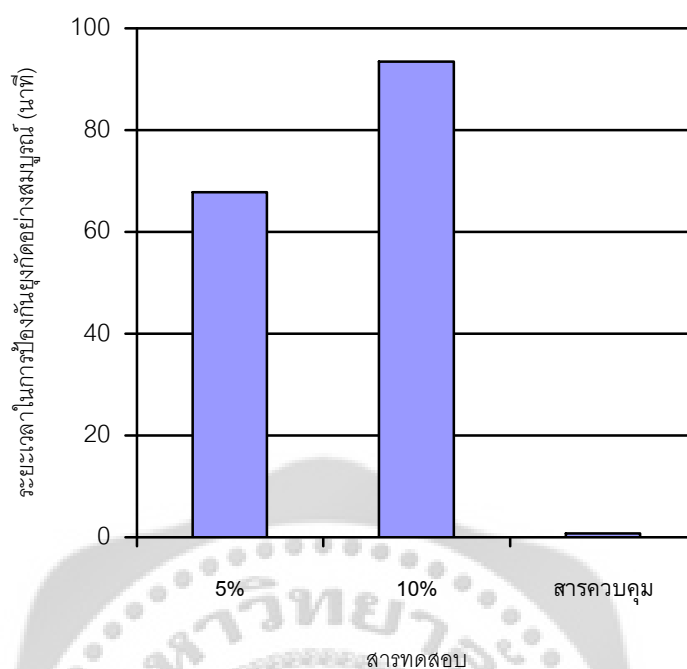
ANOVA แบบเปรียบเทียบรายคู่ (Pairwise comparison) ด้วยวิธี Bonferroni พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าสารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

ตาราง 19 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5 และร้อยละ 10	25.736	4.326	<0.001

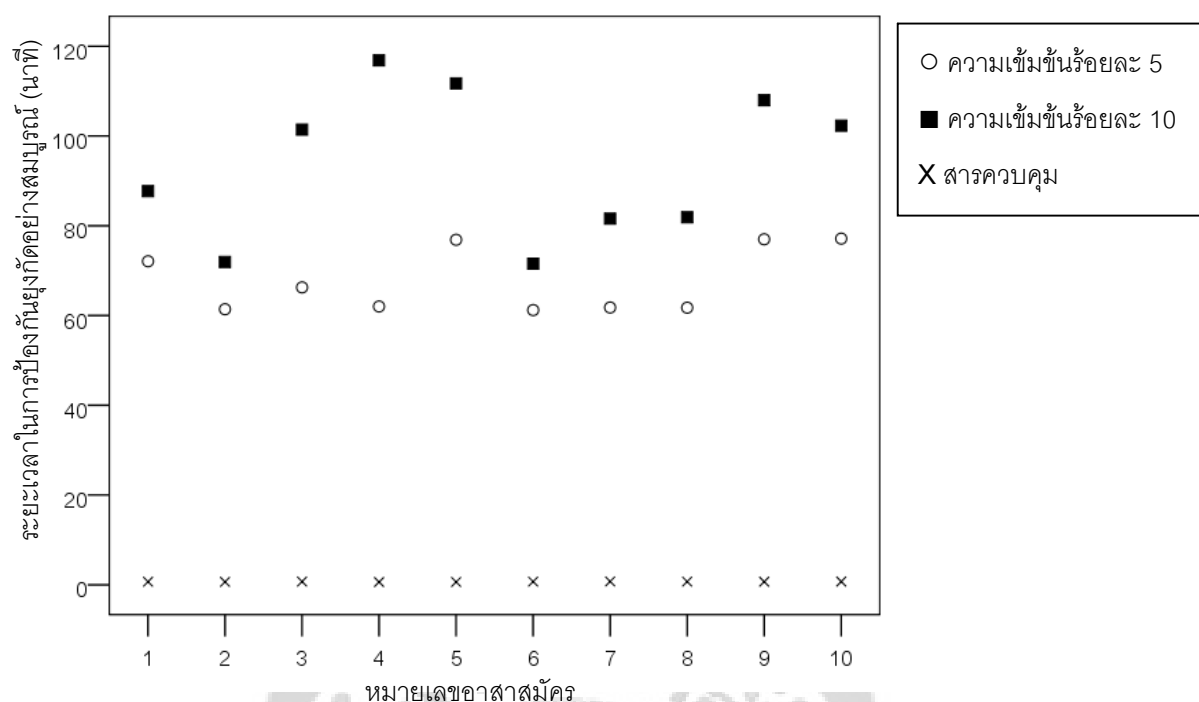
จากตาราง 19 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated measures ANOVA แบบเปรียบเทียบรายคู่ (Pairwise comparison) ด้วยวิธี Bonferroni พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม และแผนภาพการกระจายของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายบ้านกุดอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครแต่ละคน แสดงในภาพประกอบ 25 และภาพประกอบ 26 ตามลำดับ ดังนี้



ภาพประกอบ 25 กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม

จากภาพประกอบ 25 เป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม พบว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าสารควบคุม



ภาพประกอบ 26 แผนภาพการกระจายของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารทดสอบแต่ละชนิดในอาสาสมัครแต่ละคน

จากภาพประกอบ 26 เป็นแผนภาพการกระจายของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครแต่ละคน พบว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงลายบ้านกัได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 ป้องกันยุงลายบ้านกัได้นานกว่าสารควบคุมในอาสาสมัครทุกคน

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์

ข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาและข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ แสดงในตาราง 20-29 ดังนี้

ตาราง 20 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์

อาสาสมัคร (คนที่)	ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	166.20	152.50	151.23	156.64
2	107.50	121.18	106.70	111.79
3	151.00	166.30	152.42	156.57
4	135.20	152.75	137.25	141.73
5	210.87	181.47	183.00	191.78
6	105.75	151.20	152.92	136.62
7	122.08	137.18	136.70	131.99
8	153.00	122.82	151.20	142.34
9	167.50	122.25	152.83	147.53
10	181.48	197.87	183.00	187.45

จากข้อมูลในตาราง 20 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์ โดยทำการทดสอบในอาสาสมัคร 3 ครั้ง โดยเว้นช่วงห่างของการทดสอบแต่ละครั้งนาน 1 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 10 คน มีความแตกต่างกัน และในอาสาสมัครคนเดียวกันก็มีความแตกต่างในการทดสอบแต่ละครั้งอีกด้วย จากนั้นนำระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 3 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ยดังแสดงในตาราง 20

ตาราง 21 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์

สารทดสอบ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5	111.79	191.78	150.45	24.34

จากตาราง 21 แสดงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ในเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าในอาสาสมัคร 10 คนมีค่าต่ำสุดเป็น 111.79 นาที ส่วนค่าสูงสุดเป็น 191.78 นาที ค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้ง 10 คนเป็น 150.45 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 24.34 นาที

ตาราง 22 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์

อาสาสมัคร (คนที่)	ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	181.35	182.20	197.00	186.85
2	153.00	166.33	167.75	162.36
3	198.53	196.27	197.50	197.43
4	227.17	226.22	211.88	221.76
5	240.50	225.83	212.78	226.37
6	105.75	153.00	182.50	147.08
7	181.17	196.67	197.37	191.74
8	167.97	197.08	152.18	172.41
9	180.17	213.00	212.83	202.00
10	210.25	225.25	212.47	215.99

จากข้อมูลในตาราง 22 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์ โดยทำการทดสอบในอาสาสมัคร 3 ครั้งโดยเว้นช่วงห่างของการทดสอบแต่ละครั้งนาน 1 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 10 คน มีความแตกต่างกัน และในอาสาสมัครคนเดียวกันก็มีความแตกต่างในการทดสอบแต่ละครั้งอีกด้วย จากนั้นนำระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 3 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ยดังแสดงในตาราง

ตาราง 23 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์

สารทดสอบ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 10	147.08	226.37	192.40	25.98

จากตาราง 23 แสดงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าในอาสาสมัคร 10 คนมีค่าต่ำสุดเป็น 147.08 นาที ส่วนค่าสูงสุดเป็น 226.37 นาที ค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้ง 10 คนเป็น 192.40 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 25.98 นาที

ตาราง 24 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์

อาสาสมัคร (คนที่)	ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	0.83	0.82	0.60	0.75
2	0.55	0.67	0.62	0.61
3	0.75	0.85	0.83	0.81
4	0.68	0.75	0.92	0.78
5	0.53	0.83	0.72	0.69
6	0.58	0.68	0.75	0.67
7	0.72	0.65	0.87	0.75
8	0.68	0.82	0.58	0.69
9	0.87	0.80	1.00	0.89
10	0.75	0.87	0.62	0.75

จากข้อมูลในตาราง 24 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงพรรณนาของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ โดยทำการทดสอบในอาสาสมัคร 3 ครั้งโดย

เว้นช่วงห่างของการทดสอบแต่ละครั้งนาน 1 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 10 คน มีความแตกต่างกัน และในอาสาสมัครคนเดียวกันก็มีความแตกต่างในการทดสอบแต่ละครั้งอีกด้วย จากนั้นนำระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครทั้ง 3 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ยดังแสดงในตาราง 24

ตาราง 25 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์

สารทดสอบ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เอทิลแอลกอฮอล์	0.61	0.89	0.74	0.08

จากตาราง 25 แสดงข้อมูลเชิงวิเคราะห์ของระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าในอาสาสมัคร 10 คน มีค่าต่ำสุดเป็น 0.61 นาที ส่วนค่าสูงสุดเป็น 0.89 นาที ค่าเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้ง 10 คนเป็น 0.74 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.08 นาที

ตาราง 26 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated measures ANOVA (Sphericity Assumed)

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม	203017.083	2	101508.542	368.314	<0.001

จากตาราง 26 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated ANOVA จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าสถิติ Mauchly's W เป็น 0.906 หรือค่าสถิติไคสแควร์ 0.787 และมีค่า P 0.675 สรุปได้ว่าความแปรปรวนมีลักษณะเป็น Compound symmetry

ในการอ่านผลจะใช้วิธี Sphericity Assumed โดยพบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมมีอย่างน้อย 2 กลุ่มที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบทีละคู่โดยใช้วิธี Bonferroni

ตาราง 27 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กกับความเข้มข้นร้อยละ 5 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5 และสารควบคุม	149.705	7.690	<0.001

จากตาราง 27 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กกับความเข้มข้นร้อยละ 5 และสารควบคุม โดยวิธี Repeated measures ANOVA แบบเปรียบเทียบรายคู่ (Pairwise comparison) ด้วยวิธี Bonferroni พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กกับความเข้มข้นร้อยละ 5 ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าสารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

ตาราง 28 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กกับความเข้มข้นร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 10 และสารควบคุม	191.659	8.204	<0.001

จากตาราง 28 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กกับความเข้มข้นร้อยละ 10 และสารควบคุม โดยวิธี Repeated measures

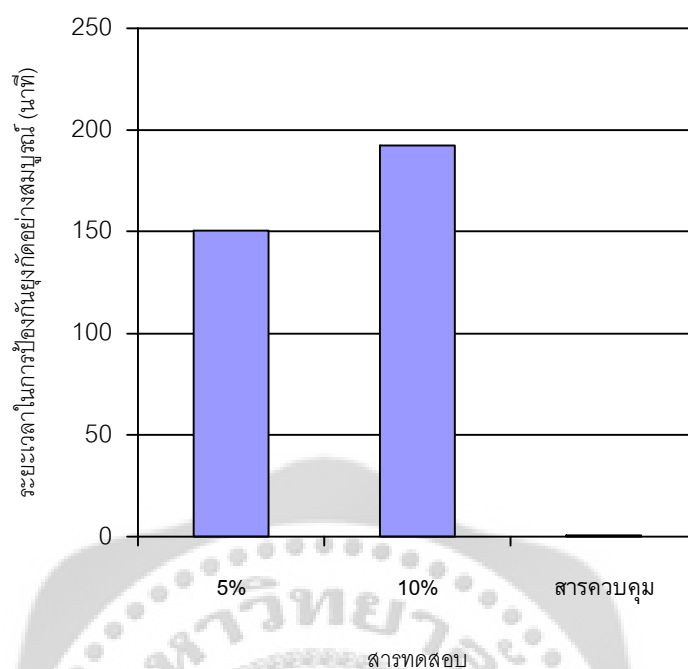
ANOVA แบบเปรียบเทียบรายคู่ (Pairwise comparison) ด้วยวิธี Bonferroni พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าสารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

ตาราง 29 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 5 และร้อยละ 10	41.954	6.239	<0.001

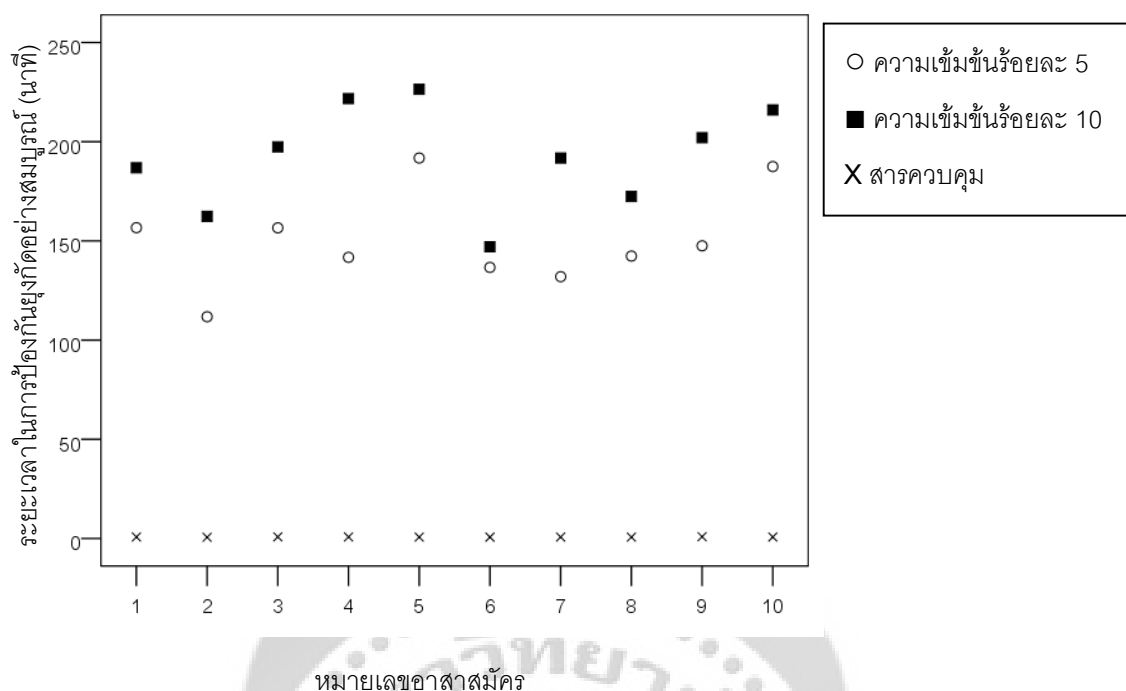
จากตาราง 29 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated measures ANOVA พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม และแผนภาพการกระจายของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครแต่ละคน แสดงในภาพประกอบ 27 และภาพประกอบ 28 ตามลำดับ ดังนี้



ภาพประกอบ 27 กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม

จากภาพประกอบ 27 เป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม พบว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงกัดได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงกัดได้นานกว่าสารควบคุม



ภาพประกอบ 28 แผนภาพการกระจายของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของสารทดสอบแต่ละชนิดในอาสาสมัครแต่ละคน

จากภาพประกอบ 28 เป็นแผนภาพการกระจายของระยะเวลาเฉลี่ยในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของอาสาสมัครแต่ละคน พบว่าในอาสาสมัครทุกคนน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญกัดได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญที่ความเข้มข้นต่างๆ

ข้อมูลเชิงวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ แสดงดังในตาราง 30-32 ดังนี้

ตาราง 30 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ	82.69	6.03	<0.001

จากตาราง 30 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยวิธี Repeated measures ANOVA พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) ระหว่างยุงลายบ้านและยุงรำคาญ กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่ายุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)

ตาราง 31 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ	98.91	3.87	<0.001

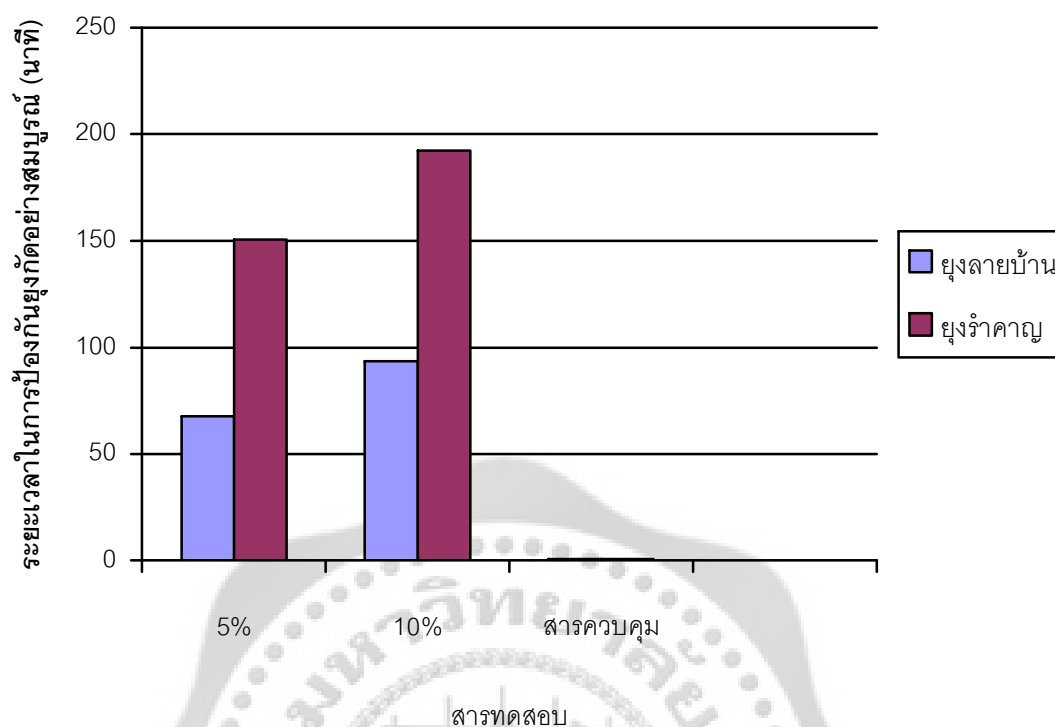
จากตาราง 31 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated measures ANOVA พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) ระหว่างยุงลายบ้านและยุงรำคาญ กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่ายุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)

ตาราง 32 แสดงข้อมูลวิจัยเชิงวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยสารควบคุม โดยวิธี Repeated measures ANOVA

กลุ่มที่ทำการเปรียบเทียบ	Mean Difference	Standard Error	p-value
ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ	0.05	0.03	0.074

จากตาราง 32 เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยสารควบคุม โดยวิธี Repeated measures ANOVA พบว่าไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P=0.074$) ระหว่างยุงลายบ้านและยุงรำคาญ กล่าวคือสารควบคุมสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้ไม่แตกต่างกับยุงรำคาญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์โดยเปรียบเทียบยุงลายบ้านและยุงรำคาญจากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุม แสดงในภาพประกอบ 29



ภาพประกอบ 29 กราฟแท่งเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์เปรียบเทียบ
ยุ้งลายบ้านและยุ้งรำคาญจากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5,
ร้อยละ 10 และสารควบคุม

จากภาพประกอบ 29 พบว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงลาย
บ้านและยุ้งรำคาญได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็ก
ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงลายบ้านและยุ้งรำคาญได้นานกว่าสารควบคุม นอกจากนี้จะ
เห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กทั้งความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุง
รำคาญได้นานกว่ายุงลายบ้าน แต่สารควบคุมป้องกันยุงลายบ้านและยุ้งรำคาญได้ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 3 ข้อมูลการวิจัยเชิงพรรณนาเรื่องผลข้างเคียงจากน้ำมันหอมระเหย และ ผลข้างเคียงจากการทดสอบ

การวิจัยนี้ได้ทำการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5
และร้อยละ 10 หลังสิ้นสุดการทดสอบทันที และหลังสิ้นสุดการทดสอบที่ 24, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน
ตามลำดับ โดยแบ่งเป็นการประเมินผลข้างเคียงโดยอาสาสมัครและการประเมินผลข้างเคียงโดยแพทย์

การประเมินผลข้างเคียงโดยอาสาสมัคร

อาสาสมัครประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยใช้ Visual analog scale ประเมินอาการแสบร้อน คัน แดง แห้ง ลอก โดยให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 ข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยอาสาสมัครด้วยความถี่และร้อยละ แสดงในตาราง 33 และ 34 ตามลำดับ ดังนี้

ตาราง 33 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยอาสาสมัครด้วยความถี่และร้อยละ หลังการทดสอบทันที

อาการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
แสบร้อน	1	10
คัน	0	0
แดง	0	0
แห้ง	1	10
ลอก	0	0

จากตาราง 33 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยอาสาสมัคร พบว่ามีอาสาสมัคร 1 ราย (คิดเป็นร้อยละ 10) มีอาการแสบร้อนเล็กน้อย บริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบหลังจากทาน้ำมันหอมระเหย โดยเป็นอยู่ประมาณ 10 วินาที หลังจากนั้นไม่มีอาการแสบร้อนอีก นอกจากนี้ยังมีอาสาสมัครอีก 1 ราย (คิดเป็นร้อยละ 10) มีอาการผิวแห้งบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบหลังจากทาน้ำมันหอมระเหย โดยเป็นอยู่ประมาณ 2 ชั่วโมง หลังจากทาน้ำมันหอมระเหย

เมื่อติดตามผลข้างเคียงโดยให้อาสาสมัครประเมินที่ 24, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน หลังการทดสอบ ไม่มีอาสาสมัครรายใดมีอาการแสบร้อน คัน แดง แห้ง หรือลอก

ตาราง 34 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยอาสาสมัครด้วยความถี่และร้อยละ หลังการทดสอบทันที

อาการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
แสบร้อน	2	20
คัน	0	0
แดง	0	0
แห้ง	1	10
ลอก	0	0

จากตาราง 34 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยอาสาสมัคร พบว่ามีอาสาสมัคร 2 ราย (คิดเป็นร้อยละ 20) มีอาการแสบร้อนเล็กน้อยบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบหลังจากทาน้ำมันหอมระเหย โดยเป็นอยู่นานประมาณ 10 วินาที หลังจากนั้นไม่มีอาการแสบร้อนอีก นอกจากนี้ยังมีอาสาสมัครอีก 1 ราย (คิดเป็นร้อยละ 10) มีอาการผิวแห้งบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบหลังจากทาน้ำมันหอมระเหย โดยเป็นอยู่นานประมาณ 2 ชั่วโมง หลังจากทาน้ำมันหอมระเหย

เมื่อติดตามผลข้างเคียงโดยให้อาสาสมัครประเมินที่ 24, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน หลังการทดสอบ ไม่มีอาสาสมัครรายใดมีอาการแสบร้อน คัน แดง แห้ง หรือลอก

การประเมินผลข้างเคียงโดยแพทย์

แพทย์ผู้วิจัยประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยประเมินอาการผื่นผิวหนังแดง (Erythema) บวม (Edema) ตุ่มน้ำใส (Vesicles, oozing) ขุย (Scaling) รอยเกา (Excoriation) หรือผิวแห้ง (Xerosis) ข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 โดยแพทย์ด้วยความถี่และร้อยละ แสดงในตาราง 35 และ 36 ตามลำดับ ดังนี้

ตาราง 35 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยแพทย์ด้วยความถี่และร้อยละ หลังการทดสอบทันที

อาการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
แดง (Erythema)	0	0
บวม (Edema)	0	0
ตุ่มน้ำใส (Vesicles, oozing)	0	0
ขุย (Scaling)	0	0
รอยเกา (Excoriation)	0	0
แห้ง (Xerosis)	1	10

จากตาราง 35 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยแพทย์ พบว่ามีอาสาสมัคร 1 ราย (คิดเป็นร้อยละ 10) มีอาการผิวแห้งบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบหลังจากทาน้ำมันหอมระเหย โดยอาการแห้งหายไปเมื่อติดตามผลข้างเคียงที่ 24 ชั่วโมง เมื่อติดตามผลข้างเคียงโดยแพทย์ประเมินที่ 24, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน หลังการทดสอบ ไม่มีอาสาสมัครรายใดมีผื่นผิวหนังแดง (Erythema) บวม (Edema) ตุ่มน้ำใส (Vesicles, oozing) ขุย (Scaling) รอยเกา (Excoriation) หรือผิวแห้ง (Xerosis) แต่อย่างใด

ตาราง 36 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยแพทย์ด้วยความถี่และร้อยละ หลังการทดสอบทันที

อาการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
แดง (Erythema)	0	0
บวม (Edema)	0	0
ตุ่มน้ำใส (Vesicles, oozing)	0	0
ขุย (Scaling)	0	0
รอยเกา (Excoriation)	0	0
แห้ง (Xerosis)	1	10

จากตาราง 36 แสดงข้อมูลการประเมินผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยแพทย์ พบว่ามีอาสาสมัคร 1 ราย (คิดเป็นร้อยละ 10) มีอาการผิวหนังบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบหลังจากทาน้ำมันหอมระเหย โดยอาการแห้งหายไปเมื่อติดตามผลข้างเคียงที่ 24 ชั่วโมง

เมื่อติดตามผลข้างเคียงโดยแพทย์ประเมินที่ 24, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน หลังการทดสอบ ไม่มีอาสาสมัครรายใดมีผื่นผิวหนังแดง (Erythema) บวม (Edema) ตุ่มน้ำใส (Vesicles, oozing) ขุย (Scaling) รอยเกา (Excoriation) หรือผิวหนังแห้ง (Xerosis) แต่อย่างใด

ภาพประกอบ 30 แสดงอาการผิวหนังแห้งจากการทาน้ำมันหอมระเหย โดยพบอาสาสมัคร 1 ราย (คิดเป็นร้อยละ 10) มีอาการผิวหนังบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบหลังจากทาน้ำมันหอมระเหย โดยเป็นอยู่นานประมาณ 2 ชั่วโมง และเมื่อติดตามผลที่ 24 ชั่วโมง, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน หลังการทดสอบ ไม่พบอาการผิดปกติแต่อย่างใด



ภาพประกอบ 30 แสดงอาการผิวหนังแห้งจากการทาน้ำมันหอมระเหย

ผลข้างเคียงจากการยุงที่ใช้ในทดสอบ

อาสาสมัคร 1 ราย (คิดเป็นร้อยละ 10) ซึ่งมีประวัติแพ้ยุงมาก่อน มีอาการตุ่มนูนบวมแดงและคันจากการถูกยุงกัด (ภาพประกอบ 31) โดยมีอาการอยู่นาน 2-3 วัน จากนั้นตุ่มยุบลงและเหลือรอยดำบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบ รอยดำเป็นอยู่นานประมาณ 2 สัปดาห์ ส่วนอาสาสมัครรายอื่นๆมีเพียงตุ่มนูนบวมแดงเล็กน้อยเท่านั้นหลังจากถูกยุงกัด โดยตุ่มหายไปภายใน 24 ชั่วโมง หลังทำการทดสอบ



ภาพประกอบ 31 แสดงตุ่มนูนบวมแดงจากยุงที่ใช้ทดสอบกัด



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผล

การกัดต่อยจากแมลงทำให้เกิดความเจ็บปวดและปฏิกิริยาทางผิวหนัง⁽³⁾ โดยผิวหนังอักเสบจากแมลง (Insect bite reaction) เป็นอาการที่เกิดจากปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายต่อสารก่อภูมิแพ้จากแมลง ปัญหาผิวหนังอักเสบจากแมลงกัดต่อยมักพบบ่อยในเด็ก โดยเฉพาะผื่นแพ้ที่เกิดจากยุงกัด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพทางภูมิศาสตร์ที่เป็นเขตร้อนชื้น ประกอบกับรูปแบบการดำรงชีวิตประจำวันของแต่ละคน งานวิจัยนี้ทดสอบโดยใช้ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ซึ่งเป็นยุงที่มีกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปัจจุบันพบแพร่กระจายในหลายประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ยุงยังเป็นพาหะนำโรคที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุข โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อน ได้แก่ ยุงลายบ้านเป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก ส่วนยุงรำคาญนั้นเป็นยุงที่พบมากที่สุดในประเทศไทย เป็นพาหะนำโรคเท้าช้าง

การศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาภูมิแพ้ต่อยุง โดย Horsmanheimo และคณะ⁽¹⁸⁾ ได้ทำการศึกษากายหลัง Histamine และ Leukotriene C₄ ในปฏิกิริยาทางผิวหนังจากยุงกัด พบว่าการหลั่งสาร histamine ในช่วงแรกเกิดจากการกระตุ้น Mast cell โดย Saliva – specific IgE antibody และการหลั่งของสาร Histamine ในระยะท้ายของปฏิกิริยาทางผิวหนัง เกิดจากการกระตุ้น Mast cell จากการที่ยังคงมีน้ำลายของยุง ซึ่งเป็นสารก่อภูมิแพ้อยู่ในชั้นหนังแท้

ระดับแอนติบอดีชนิด Specific IgE และ IgG4 พบในซีรัมของเด็กและผู้ใหญ่ที่มีปฏิกิริยาทางผิวหนังต่อยุงกัด โดยการศึกษาของ Peng และคณะ⁽¹⁹⁾ พบว่าในกลุ่มที่มีปฏิกิริยาภูมิแพ้เฉียบพลันมีระดับของ Saliva – specific IgE สูงขึ้น และยังมีการศึกษาที่ทำการประเมินซีรัมของผู้ป่วยที่มีปฏิกิริยาภูมิแพ้ทั่วร่างกายแบบเฉียบพลันต่อยุงกัด พบว่ามีระดับของ Saliva-specific IgE สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ระดับของ Saliva-specific IgG นั้นไม่พบความแตกต่างกันของทั้งสองกลุ่ม⁽²⁰⁾

ในผู้ป่วยที่มีอาการแพ้ยุงนั้น เมื่อถูกยุงกัดร่างกายจะตอบสนองต่อน้ำลายและสารในน้ำลายของยุง ปฏิกิริยาภูมิแพ้ต่อยุงเป็นปฏิกิริยาทางผิวหนังแบบเฉียบพลัน (Immediate reaction) มีลักษณะเป็นตุ่มนูนแดงเกิดในระยะเวลา 20 นาทีหลังสัมผัส จากนั้น 2-6 ชั่วโมง จะพบผื่นเป็นลักษณะตุ่มแดงคันอาจมีอาการบวมของผิวหนังรอบๆ และปฏิกิริยาตามหลัง (Delayed reaction) จะมีลักษณะตุ่มนูนคันเกิดขึ้นในหลังสัมผัสตั้งแต่ 24 ชั่วโมง ซึ่งรอยโรคนี้ในบางรายอาจอยู่ได้นานหลายสัปดาห์⁽⁴⁾ ลักษณะทางผิวหนังที่พบในผู้ป่วยกลุ่มนี้มักจะมีอาการรุนแรงกว่าคนทั่วไปคือ อาจพบตุ่มนูนแดงขนาดใหญ่หรือมีตุ่มน้ำ มักมีอาการคันมากและเป็นอยู่นานเนื่องจากการกระตุ้นซ้ำๆ จากการเกา โดยอาจเกา

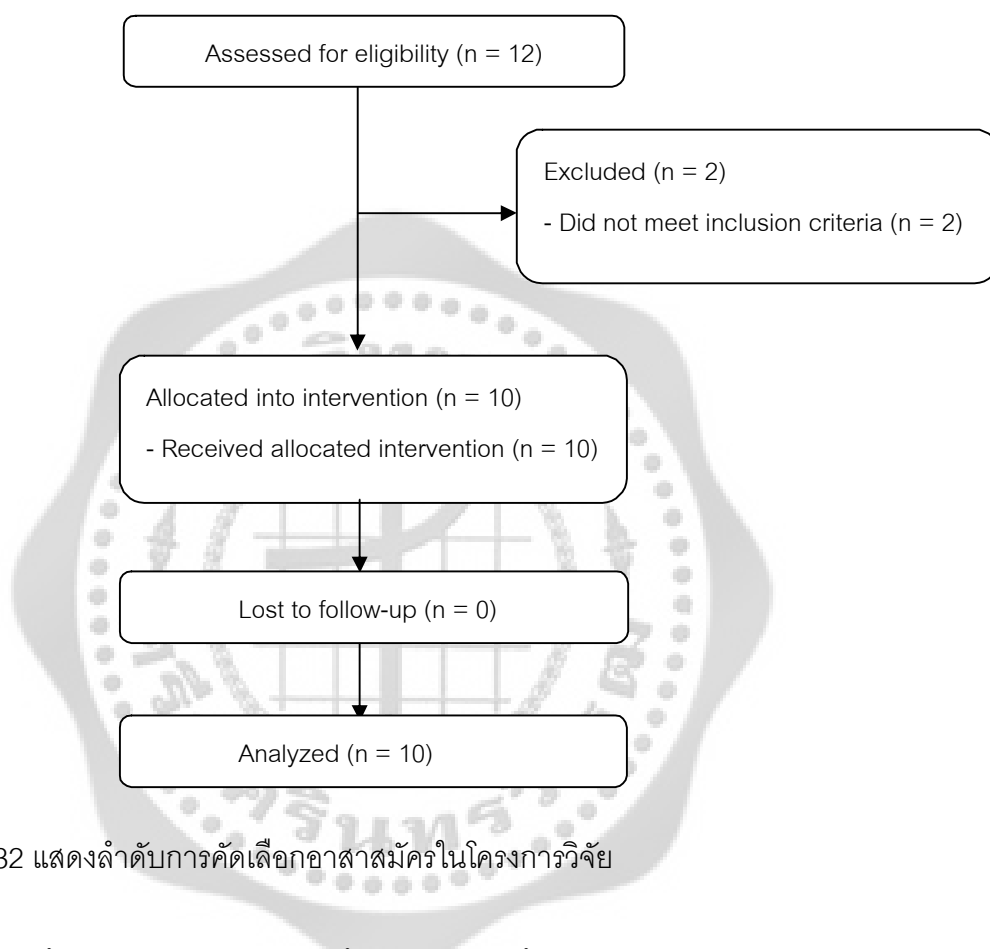
จนเป็นบาดแผล และเกิดการติดเชื้อตามมาได้ เช่น Impetigo หรือ Ecthyma นอกจากนี้เมื่อผิวหนังหายแล้วจะมีโอกาสกลายเป็นรอยดำหรือรอยแผลเป็น ซึ่งส่งผลกระทบต่อบุคลิกภาพและความมั่นใจของผู้ป่วยได้

การใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารเคมีสังเคราะห์เพื่อป้องกันยุงและแมลงในขนาดที่ไม่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง อาจก่อให้เกิดการสร้างภูมิต้านทานต่อสารเคมีในภายหลังและเกิดการปนเปื้อนของสารพิษในสิ่งแวดล้อมได้⁽⁵⁾ ในปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสมุนไพรเพื่อนำมาใช้เป็นทางเลือกในการนำมาพัฒนาเป็นสารไล่ยุง โดยสมุนไพรที่มีสารเคมีตามธรรมชาติที่น่าจะมีความปลอดภัยมากกว่าและมีความเป็นพิษต่อคนน้อยกว่าจึงเป็นสิ่งที่ควรสนับสนุนให้มีการใช้มากขึ้น สมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นองค์ประกอบนั้นเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดยุงและแมลง โดยมีการศึกษาวิจัยมาตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 แล้ว^(5,6,7) เช่น ตะไคร้หอม (Citronella) ซึ่งจัดอยู่ในสกุล *Cymbopogon* มีการศึกษากันมาอย่างช้านานและปัจจุบันยังคงเป็นสมุนไพรไล่ยุงที่นิยมมากที่สุดทั่วโลก ส่วนน้ำมันหอมระเหยอื่นๆ ที่มีรายงาน เช่น ยูคาลิปตัส กานพลู แมงลัก ขมิ้นชัน พิมเสนใบ มะแข่น เป็นต้น ยังคงมีนักวิจัยให้ความสนใจแสวงหาสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพต่อการป้องกันแมลงให้เป็นทางเลือกที่มากขึ้น และยังมีโอกาสพัฒนาให้เป็นตำรับที่น่าใช้

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก (*Alpinia officinarum* Hance) ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และ ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมีความสามารถในการระเหยเป็นไอและมีกลิ่นที่หอมฉุนมากเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว⁽⁸⁾ ซึ่งน่าจะรบกวนต่อมรับกลิ่นของยุงได้ดี และมีสารที่เป็นส่วนประกอบทั้งกลุ่ม Monoterpenes ได้แก่ α -pinene, myrcene, limonene, terpinolene, eugenol และกลุ่ม Sesquiterpenes ได้แก่ β -caryophyllene, α -bergamotene, β -bisabolene, verbenol, caryophyllene oxide⁽⁹⁾ ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงได้ นอกจากนี้ส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กยังมีความใกล้เคียงกับข่าใหญ่มาก^(9,10,11) โดยมีรายงานประสิทธิภาพในการป้องกันยุงของน้ำมันหอมระเหยข่าใหญ่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์ พบว่าป้องกันยุงลายบ้านได้นาน 0.6 ± 0.2 ชั่วโมง⁽¹⁰⁾ และป้องกันยุงรำคาญได้นาน 6.1 ± 0.9 ชั่วโมง⁽¹⁰⁾ น้ำมันหอมระเหยข่าเล็กก็น่าจะป้องกันยุงลายและยุงรำคาญกัดได้เช่นเดียวกันหรืออาจจะป้องกันได้นานมากกว่า นอกจากนี้จากการค้นหาวางานวิจัยที่ตีพิมพ์ทั้งในประเทศและต่างประเทศจากฐานข้อมูลต่างๆ ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในความเข้มข้นต่างๆ ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด และยังไม่มียางานความเป็นพิษในคนแต่อย่างใด ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาเพื่อเป็นการค้นพบน้ำมันหอมระเหยตัวใหม่ที่ใช้ป้องกันยุงได้และศึกษาว่าความเข้มข้นต่างๆ มีระยะเวลาในการไล่ยุงแตกต่างกันอย่างไร

อภิปรายข้อมูลทั่วไป

อาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการมีทั้งหมด 12 คน พบว่ามีอาสาสมัคร 2 คนที่คุณสมบัติไม่เข้ากับเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นจึงมีอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้ทั้งหมด 10 คน ไม่มีอาสาสมัครรายใดไม่มาตามนัดที่กำหนดไว้ (ภาพประกอบ 32)



ภาพประกอบ 32 แสดงลำดับการคัดเลือกอาสาสมัครในโครงการวิจัย

การวิจัยนี้มีอาสาสมัครเข้าร่วมจนสิ้นสุดโครงการทั้งหมด 10 คน โดยอาสาสมัครทุกคนจะได้รับการทดสอบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และสารควบคุมเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละสารและทำการทดสอบทั้งในยุงลายบ้านและยุงรำคาญ การทดลองเป็นแบบ Double-blinded ทำการสุ่มลำดับของสารที่ทดสอบเพื่อลดอคติในการทดสอบ ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างมีรายละเอียดดังนี้

เพศ ในการศึกษานี้มีผู้ป่วยที่เป็นเพศหญิงเท่ากับเพศชาย อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาในอดีตที่แสดงให้เห็นว่าปัจจัยเรื่องเพศมีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันยุง

อายุ การศึกษาวิจัยครั้งนี้อายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมีค่า 37.30 ปี พบว่าคนอายุมากที่ผิวหยาบ สารทาบป้องกันยุงจะหมดฤทธิ์เร็วกว่าคนอายุน้อยที่ผิวละเอียดกว่าอันเป็นผลมาจากอัตราการระเหย อัตราการดูดซึมผ่านผิวหนังของสารไล่ยุงในแต่ละคนจะไม่เท่ากัน^(15,36,65)

ประวัติโรคประจำตัว อาสาสมัครส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80) ไม่มีโรคประจำตัว อาสาสมัคร 2 รายมีประวัติภูมิแพ้ากาศ (Allergic rhinitis) อย่างไรก็ตามไม่มีการศึกษาในอดีตที่แสดงให้เห็นว่าโรคประจำตัวมีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันยุง

ประวัติแพ้ยุง อาสาสมัคร 1 ราย (ร้อยละ 10) มีประวัติแพ้ยุงโดยมีอาการตุ่มแดงบวม คันเมื่อถูกยุงกัด เป็นอยู่นาน 2-3 วัน ปฏิเสธประวัติแพ้ยุงแบบรุนแรง

ประวัติแพ้ยาทาคอร์ติโคสเตียรอยด์ ไม่มีอาสาสมัครรายใดมีประวัติแพ้ยาทาคอร์ติโคสเตียรอยด์

ประวัติแพ้น้ำมันหอมระเหย ไม่มีอาสาสมัครรายใดมีประวัติแพ้ น้ำมันหอมระเหย

ประวัติการรับประทานยาคอร์ติโคสเตียรอยด์ ยาคุมกำเนิดต้านทานในช่วง 4 สัปดาห์ และรับประทานยาต้านฮิสตามีน หรือทายาคอร์ติโคสเตียรอยด์ในบริเวณทดสอบในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนทำการศึกษา ไม่มีอาสาสมัครคนใดมีประวัติรับประทานหรือทายาดังกล่าว จึงลดผลของการดปฏิกิริยาภูมิไวเกินชนิดที่ 4 (Hypersensitivity type 4) จากยา ดังนั้นจึงไม่บดบังผลข้างเคียงในเรื่องผื่นแพ้สัมผัส (Allergic contact dermatitis)

อภิปรายผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์

1.1 ระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 เปรียบเทียบกับสารควบคุม

น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ได้นาน 67.76 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.19 นาที) เมื่อเปรียบเทียบกับสารควบคุมที่ป้องกันได้นาน 0.69 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.04 นาที) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้

1.2 ระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 เปรียบเทียบกับสารควบคุม

น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงลายบ้านกัดอย่างสมบูรณ์ได้นาน 93.49 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 16.62 นาที) เมื่อเปรียบเทียบกับสารควบคุมที่ป้องกันได้นาน 0.69 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.04 นาที) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้

1.3 ระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 เปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10

น้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงลายบ้านอย่างสมบูรณ์ได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ดังนั้นระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านจึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย โดยน้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นมากกว่าสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา มีข้อกำหนดร่วมกันว่า ผลิตภัณฑ์สารทาป้องกันยุงที่จะขอจดทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เพื่อบำหน่ายในประเทศไทยนั้น จะต้องสามารถป้องกันการกัดของยุงลายบ้านซึ่งทดสอบตามวิธีการมาตรฐานที่กำหนดขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง⁽³⁷⁾ เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยมีความสามารถในการระเหยมาก เพื่อเป็น Vapor phase ในการป้องกันไม่ให้ยุงเข้าหา ทำให้สารป้องกันยุงที่เป็นน้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ค่อนข้างสั้น ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ซึ่งมีระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกัตัวอย่างสมบูรณ์น้อยกว่า 2 ชั่วโมงจึงต้องนำไปพัฒนาเป็นตำรับ เช่น ครีม โลชั่น Polymer mixture หรือ Microencapsulation นอกจากนี้อาจใส่สารที่ทำหน้าที่เป็น Base หรือ Fixative เช่น Liquid paraffin⁽⁹⁰⁾, vanillin⁽⁹²⁾, salicylic acid⁽⁹³⁾, mustard oil, coconut oil⁽⁹⁴⁾ เป็นต้น เพื่อให้อัตราการระเหยลดลง และสารประกอบ aromatic ในน้ำมันหอมระเหยติดอยู่ที่ผิวหนังนานมากขึ้น เป็นผลให้ฤทธิ์ในการป้องกันยุงนานมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ ซึ่งศึกษาความสามารถในการป้องกันยุง 4 สปีชีส์ ได้แก่ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*), ยุงลายสวน (*Aedes albopictus*), ยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) โดยศึกษาน้ำมันหอมระเหย 18 ชนิด แต่ละชนิดใช้ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์และเติมวานิลินเป็น Additive โดยทำการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากข่าใหญ่ซึ่งอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เช่นเดียวกันและมีส่วนประกอบที่ใกล้เคียงกับน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมาก พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าใหญ่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์และเติมวานิลินสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้อย่างสมบูรณ์นาน 36 นาที ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กทั้งความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าใหญ่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ถึง 31.76 นาที และ 57.49 นาที ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าถ้าเราเติมวานิลินลงไป ในน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก

เช่นเดียวกับการศึกษาของ Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ น่าจะทำให้น้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กป้องกันยุงลายบ้านได้แตกต่างกันมากกว่านี้ ส่วนเหตุผลที่น้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าน่าจะเป็นผลมาจากกลิ่นที่หอมฉุนมากกว่าจึงรบกวนต่อมรับกลิ่นบนหนวดของยุงได้มากกว่า และน่าจะเกิดจากส่วนประกอบหลายตัวที่มีความแตกต่างกัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าผลที่มากกว่านี้เป็นผลมาจากส่วนประกอบชนิดใด เนื่องจากฤทธิ์ในการป้องกันยุงเป็นผลเสริมกัน (Synergistic effect) ของส่วนประกอบหลายชนิด

เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลกและได้รับการขึ้นทะเบียนจาก US EPA โดย Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus* ในการป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) พบว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถกันยุงลายบ้านได้นาน 60 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันยุงลายบ้านได้นาน 120 นาที ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม *Cymbopogon citratus* ความเข้มข้นร้อยละ 50 และร้อยละ 100 นั้นป้องกันยุงลายบ้านได้นานเท่ากันคือ 30 นาที⁽⁷⁷⁾ จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ยังสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus* ความเข้มข้นร้อยละ 50 ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากการศึกษาของเราถึง 10 เท่า และ 5 เท่าได้ 7.76 นาที และ 33.49 นาที ตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 ยังสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม *Cymbopogon citratus* ความเข้มข้นร้อยละ 50 และร้อยละ 100 ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าถึง 10 และ 20 เท่าได้ 37.76 นาที และ 63.49 นาที ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กจึงมี Intrinsic repellency ต่อยุงลายบ้านที่มากกว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมทั้ง 2 สปีชีส์คือ *Cymbopogon nardus* และ *Cymbopogon citratus*

ส่วน Tawatsin และคณะ⁽⁷⁹⁾ ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมเช่นกันแต่เป็นคนละสปีชีส์กับ Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ โดยใช้ตะไคร้หอม *Cymbopogon winterianus* ความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยปริมาตร พบว่าป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ได้อย่างสมบูรณ์นาน 3 ชั่วโมง แต่ถ้าผสมกับ vanillin ความเข้มข้นร้อยละ 5 พบว่าสามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานขึ้นเป็น 6.5 ชั่วโมงซึ่งแตกต่างจากน้ำมันหอมระเหยที่ไม่ได้ผสมวานิลินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามเราไม่สามารถเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยจากการศึกษาของเราได้เนื่องจากเป็นความเข้มข้นที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นการศึกษาในอนาคตอาจทำการเปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กกับน้ำมันตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon citratus* และ *Cymbopogon winterianus* ที่ความเข้มข้นเท่ากันต่อไปเพื่อเปรียบเทียบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงแตกต่างกันมากน้อยเท่าใด

และระยะเวลาในการป้องกันที่แตกต่างกันนั้นสมุนไพรชนิดใดจะมีความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนและประสิทธิผลที่มากกว่า เนื่องจากเมื่อพิจารณาในแง่ต้นทุนแล้วตะไคร้หอมก็ยังคงมีราคาที่ถูกกว่าชาเล็ก ดังนั้นการศึกษาเพิ่มเติมจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญในการเลือกใช้สมุนไพรต่อไป

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับสารป้องกันยุงที่มีขายในท้องตลาด โดยเทียบกับ Buzz away ซึ่งมีน้ำมันตะไคร้หอมอยู่ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงลายได้นาน 1.9 ชั่วโมง⁽¹⁴⁾ ซึ่งนานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กที่ความเข้มข้นเท่ากัน แต่การที่ Buzz away กันยุงลายได้นานกว่าน่าจะเป็นผลจากการที่ Buzz away ได้มีการพัฒนาสูตรให้มียูติติฟิได้นานมากขึ้น ในขณะที่การศึกษาของเราเป็นน้ำมันหอมระเหยที่ยังไม่ได้ปรับสูตรหรือใส่ Fixatives หรือ Additives ให้ยูติติฟิได้นาน

พืชตระกูลตะไคร้หอมประกอบไปด้วยสารเคมีหลายชนิดที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงได้ ได้แก่ α -pinene, camphene, camphor, geraniol และ terpenen-4-ol โดยสารประกอบที่มีความสามารถป้องกันยุงที่พบมากที่สุดในกลุ่มนี้ คือ Citronellal, citronellol และ geraniol จะเห็นว่าส่วนประกอบของน้ำมันตะไคร้หอมมีความแตกต่างจากชาเล็กโดยน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กจะไม่มี Citronellal, citronellol และ geraniol ดังที่พบในตะไคร้หอม

เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส โดย Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ ได้ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus globulus* ความเข้มข้นร้อยละ 100 พบว่าสามารถป้องกันยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ได้นาน 30 นาที ในขณะที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และร้อยละ 50 ไม่สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้เลย ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ซึ่งมีความเข้มข้นน้อยกว่า 20 และ 10 เท่า ตามลำดับ ยังป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าถึง 37.76 นาที และ 63.49 นาที ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กจึงมี Intrinsic repellency ต่อยุงลายบ้านที่มากกว่าน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus globulus* เช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบกับมะแข่น (*Zanthoxylum limonella*) ซึ่งพบมากในภาคเหนือของประเทศไทย โดย Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ รายงานความสามารถในการป้องกันยุงลายบ้านพบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันได้ 30 นาที ซึ่งป้องกันได้สั้นกว่าน้ำมันหอมระเหยจากการศึกษาของคณะผู้วิจัยที่ความเข้มข้นเท่ากันถึง 63.49 นาที และน้ำมันมะแข่นความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นาน 80 นาที ซึ่งก็ป้องกันได้สั้นกว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 จากการศึกษาคณะผู้วิจัยที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 5 เท่า น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กจึงมี Intrinsic repellency ต่อยุงลายบ้านที่มากกว่ามะแข่นเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับกานพลูที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 เท่ากันพบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงลายบ้านกดย่างสมบูรณ์ของชาเล็กมีค่ามากกว่ากานพลูอีกด้วย (ตาราง 37) จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านของสมุนไพรหลายชนิดที่กล่าวมาข้างต้น (ตาราง

37) จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมี Intrinsic repellency ที่สูงกว่าข่าใหญ่ ตะไคร้หอมทั้งสปีชีส์ *Cymbopogon nardus* และ *Cymbopogon citratus* ยูคาลิปตัส มะแข่นและกานพลู ข่าเล็กจึงเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพสูงในการเป็นสารป้องกันยุงลายบ้าน ส่วนเรื่องของความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนและประสิทธิภาพ (Cost-effectiveness) จะต้องทำการศึกษากันต่อไป

เมื่อเปรียบเทียบกับสารป้องกันยุงสังเคราะห์ที่นิยมใช้มากที่สุดในโลกคือ DEET โดย Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ พบว่า DEET ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์และเติม vanillin สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้อย่างสมบูรณ์นานมากถึง 7.5 ชั่วโมง จะเห็นว่า DEET ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์สามารถป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าใหญ่ที่ความเข้มข้นเท่ากันและเติม vanillin มาก และยิ่งนานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กจากการศึกษาของคณะผู้วิจัยอีกด้วย ซึ่งผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับการศึกษาอื่นๆ ที่เปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยกับสารสังเคราะห์ DEET ก็พบว่า DEET ป้องกันยุงลายบ้านได้นานกว่าเช่นกัน

ตาราง 37 แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้านอย่างสมบูรณ์ของสมุนไพรจากการศึกษาต่างๆ

การศึกษา	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	Additives	ระยะเวลาป้องกัน (นาที)
Tawatsin	<i>Alpinia galanga</i>	ข่าใหญ่	10	Vanillin	36
และคณะ ⁽¹⁰⁾	DEET	DEET	10	Vanillin	450
Choochote และคณะ ⁽⁵⁹⁾	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	พริกไทยญี่ปุ่น	100		90
			100	Vanillin	150
	DEET	DEET	25		210
			25	Vanillin	330
Trongtokit	<i>Cymbopogon nardus</i>	ตะไคร้หอม	50		60
และคณะ ⁽⁷⁷⁾			100		120
	<i>Cymbopogon citratus</i>	ตะไคร้หอม	50		30
			100		30

ตาราง 37 (ต่อ)

การศึกษา	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	Additives	ระยะเวลา ป้องกัน (นาทีก)
	<i>Eucalyptus globulus</i>	ยูคาลิปตัส	10		0
			50		0
			100		30
	<i>Zanthoxylum limonella</i>	มะเข้	10		30
			50		80
			100		120
	<i>Syzygium aromaticum</i>	กานพลู	10		30
			50		70
			100		120
	<i>Pogostemon cablin</i>	พืชมะลิ	10		0
			50		60
			100		120
Tawatsin และคณะ ⁽⁷⁹⁾	<i>Cymbopogon winterianus</i>	ตะไคร้หอม	25		180
			25	Vanillin	390
การศึกษาของเรา	<i>Alpinia officinarum</i> Hance	ข่าเล็ก	5		67.76
			10		93.49

2. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญได้อย่างสมบูรณ์

2.1 ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญได้อย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 เปรียบเทียบกับสารควบคุม

น้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงรำคาญได้อย่างสมบูรณ์ได้นาน 150.45 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 24.34 นาที) เมื่อเปรียบเทียบกับสารควบคุมที่ป้องกันได้นาน 0.74 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.08 นาที) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงรำคาญได้

2.2 ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญได้อย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็ก ความเข้มข้นร้อยละ 10 เปรียบเทียบกับสารควบคุม

น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงรำคาญได้อย่างสมบูรณ์ได้นาน 192.40 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 25.98 นาที) เมื่อเปรียบเทียบกับสารควบคุมที่ป้องกันได้นาน 0.74 นาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.08 นาที) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงรำคาญได้

2.3 ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกตัวอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 5 เปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 10

น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงลายบ้านอย่างสมบูรณ์ได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ดังนั้นความสามารถในการป้องกันยุงรำคาญจึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย โดยน้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นมากกว่าสามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ ซึ่งทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยชาใหญ่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์และเติมวานิลลินโดยทดสอบกับยุง 4 สปีชีส์ พบว่าป้องกันยุงรำคาญได้นาน 6.1 ชั่วโมง ซึ่งป้องกันได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 10 ในการศึกษาซึ่งป้องกันได้เพียง 192.40 นาที หรือ 3.2 ชั่วโมงเท่านั้น แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมี Intrinsic repellency ต่อยุงรำคาญที่น้อยกว่าชาใหญ่ เนื่องจากส่วนประกอบของน้ำมันในการศึกษาของ Tawatsin⁽¹⁰⁾ และการศึกษาของคณะผู้วิจัยไม่เหมือนกัน อย่างไรก็ตามการเติม vanillin ในการศึกษาของ Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ น่าจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ฤทธิ์ในการป้องกันยุงรำคาญยาวนานกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ไม่เติมวานิลลินและน้ำมันหอมระเหยจากชาใหญ่ อาจจะมีส่วนประกอบบางอย่างที่ไปรบกวนต่อมรับกลิ่นของยุงรำคาญได้มากกว่าก็เป็นได้

เมื่อเปรียบเทียบกับตะไคร้หอมโดย Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ ทำการศึกษาประสิทธิภาพของตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus* ในการป้องกันยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) พบว่าน้ำมันความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นาน 40 นาที น้ำมันความเข้มข้นร้อยละ 50 ป้องกันได้นาน 80 นาที และน้ำมันความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันยุงรำคาญได้นาน 100 นาที จะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันตะไคร้หอมที่ความเข้มข้นเท่ากันมากถึง 152.40 นาที และจะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีความเข้มข้นเพียงร้อยละ 5 ยังสามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันตะไคร้หอมความเข้มข้นร้อยละ 50 และร้อยละ 100 ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าถึง 10 และ 20 เท่าได้มากถึง 70.45 นาที และ 50.45 นาที

ตามลำดับ ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากขี้เหล็กจึงมี Intrinsic repellency ต่อยุงรำคาญที่มากกว่าตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus*

การศึกษาของ Tawatsin และคณะ⁽⁷⁹⁾ ทำการทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม *Cymbopogon winterianus* และน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลแมงลัก (*Ocimum americanum*) ความเข้มข้นร้อยละ 25 พบว่าน้ำมันตะไคร้หอม *Cymbopogon winterianus* และแมงลัก *Ocimum americanum* ทั้งแบบที่ผสมและไม่ผสมวานิลินสามารถป้องกันยุงรำคาญกัดได้อย่างสมบูรณ์นานอย่างน้อย 8 ชั่วโมงซึ่งป้องกันได้เท่ากับ DEET ในการศึกษาเดียวกัน และพบว่าการเติมวานิลินไม่ได้ทำให้ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์มีความแตกต่างไปจากการไม่เติมวานิลินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาที่ทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม *Cymbopogon winterianus* และพืชตระกูลแมงลัก *Ocimum americanum* ความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 จึงยังไม่สามารถเปรียบเทียบกับการศึกษาของคณะผู้วิจัยได้

ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากมะเข็ญ (*Zanthoxylum limonella*) นั้น Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงรำคาญอย่างสมบูรณ์ได้ 50 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันได้นาน 100 นาทีและความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันได้นาน 170 นาที จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากขี้เหล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันมะเข็ญที่ความเข้มข้นเท่ากันมากถึง 142.40 นาที และน้ำมันหอมระเหยจากขี้เหล็กความเข้มข้นเพียงร้อยละ 10 ยังสามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันมะเข็ญความเข้มข้นร้อยละ 50 และร้อยละ 100 ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าถึง 5 และ 10 เท่าได้ถึง 92.40 นาที และ 22.40 นาที ตามลำดับ ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากขี้เหล็กจึงมี Intrinsic repellency ต่อยุงรำคาญมากกว่ามะเข็ญ

ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู (*Syzygium aromaticum*) Trongtokit และคณะ⁽⁷⁷⁾ รายงานความสามารถในการป้องกันยุงรำคาญพบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันได้ 80 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 สามารถป้องกันได้นาน 120 นาทีและความเข้มข้นร้อยละ 100 ป้องกันได้นาน 240 นาที และสรุปว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้าน ยุงรำคาญ และยุงก้นปล่องได้นานที่สุดจากน้ำมันหอมระเหยทั้ง 38 ชนิดที่ทำการทดสอบ อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากขี้เหล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันกานพลูที่ความเข้มข้นเท่ากันมากถึง 112.40 นาที และน้ำมันหอมระเหยจากขี้เหล็กความเข้มข้นเพียงร้อยละ 5 ยังสามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันกานพลูความเข้มข้นร้อยละ 50 ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าถึง 10 เท่าได้ถึง 32.45 นาที ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากขี้เหล็กจึงมี Intrinsic repellency ต่อยุงรำคาญที่มากกว่ากานพลูเช่นเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบกับพิมเสนใบ (*Pogostemon cablin*) ก็พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมี Intrinsic repellency ต่อยุงรำคาญที่มากกว่าเช่นเดียวกัน (ตาราง 38) จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญกับสมุนไพรหลายชนิดที่กล่าวมาข้างต้น (ตาราง 38) จะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กมี Intrinsic repellency ที่สูงกว่าตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) มะแข่น กานพลู และพิมเสนใบ แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าข่าเล็กมี Intrinsic repellency ต่อยุงรำคาญที่น้อยกว่าข่าใหญ่ เนื่องจากส่วนประกอบของน้ำมันในการศึกษาของ Tawatsin⁽¹⁰⁾ และการศึกษาของเราไม่เหมือนกัน จากข้อมูลทั้งหมดสรุปได้ว่า ข่าเล็กจึงเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพสูงในการเป็นสารป้องกันยุงรำคาญ ส่วนเรื่องของความคุ้มทุนทางด้านต้นทุนและประสิทธิผลนั้นต้องทำการศึกษาต่อไป

ตาราง 38 แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันยุงรำคาญอย่างสมบูรณ์ของสมุนไพรจากการศึกษาต่างๆ

การศึกษา	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	Additives	ระยะเวลาป้องกัน (นาทีก)
Tawatsin	<i>Alpinia galanga</i>	ข่าใหญ่	10	Vanillin	366
และคณะ ⁽¹⁰⁾	DEET	DEET	10	Vanillin	480
Trongtokit	<i>Cymbopogon nardus</i>	ตะไคร้หอม	10		40
และคณะ ⁽⁷⁷⁾			50		80
			100		100
	<i>Zanthoxylum limonella</i>	มะแข่น	10		50
			50		100
			100		170
	<i>Syzygium aromaticum</i>	กานพลู	10		80
			50		120
			100		240
	<i>Pogostemon cablin</i>	พิมเสนใบ	10		60
			50		90
			100		150
การศึกษาของเรา	<i>Alpinia officinarum</i> Hance	ข่าเล็ก	5		150.45
			10		192.40

เมื่อเปรียบเทียบกับสารป้องกันยุงสังเคราะห์ที่นิยมใช้มากที่สุดในโลกคือ DEET โดย Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ พบว่า DEET ความเข้มข้นร้อยละ 10 ในเอทิลแอลกอฮอล์และเดิมาวนิลินสามารถป้องกันยุงรำคาญได้อย่างสมบูรณ์นานมากถึง 8 ชั่วโมง ซึ่งไม่แตกต่างจากประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลายบ้าน (7.5 ชั่วโมง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) จะเห็นว่า DEET ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์สามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาใหญ่ที่ความเข้มข้นเท่ากันและเดิมาวนิลินมาก และยิ่งนานกว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กจากการศึกษาของเราอีกด้วย ซึ่งผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับการศึกษาอื่นๆ ที่เปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยกับสารสังเคราะห์ DEET ก็พบว่า DEET ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่าเช่นกัน ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยจาก *Cymbopogon winterianus* และ *Ocimum americanum* จากการศึกษานี้ของ Tawatsin⁽⁷⁹⁾ ที่ป้องกันยุงรำคาญได้เท่ากับ DEET ที่ความเข้มข้นเท่ากัน

แม้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กจะป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญได้น้อยกว่า DEET ซึ่งเป็นสารป้องกันยุงสังเคราะห์ที่นิยมมากที่สุดทั่วโลกที่ความเข้มข้นเท่ากัน และมีราคาแพงกว่า แต่น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กก็เป็นทางเลือกหนึ่งของสารป้องกันยุงที่มาจากธรรมชาติ ที่น่าจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า และเกิดความเป็นพิษต่อคนน้อยกว่า นอกจากนี้ยังอาจมีบทบาทในการลดการสร้างความต้านทานของยุงต่อสารเคมีที่อยู่ในสารป้องกันยุงอีกด้วย ส่วนความคุ้มค่าทางด้านต้นทุนและประสิทธิผล (Cost-effectiveness) อาจต้องประเมินเพิ่มเติมต่อไป

3. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญที่ความเข้มข้นต่างๆ

3.1 ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยเปรียบเทียบยุงลายบ้านและยุงรำคาญ

เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยวิธี Repeated measures ANOVA พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P<0.001$) ระหว่างยุงลายบ้านและยุงรำคาญ กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 สามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่ายุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)

3.2 ระยะเวลาในการป้องกันยุงรำคาญกัดอย่างสมบูรณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยเปรียบเทียบยุงลายบ้านและยุงรำคาญ

เมื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงลายบ้านและยุงรำคาญ จากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยวิธี Repeated measures ANOVA พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) ระหว่างยุงลายบ้านและยุงรำคาญ กล่าวคือน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงรำคาญ

ได้นานกว่ายุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ ที่พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากชำใหญ่ความเข้มข้นร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่ายุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เช่นกัน

นอกจากนี้ Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ ศึกษา น้ำมันหอมระเหย 18 ชนิด พบว่าระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ของยุงที่ออกหากินในเวลากลางคืน ได้แก่ ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) ซึ่งอยู่ในช่วง 4.5 ถึง 8 ชั่วโมง นานกว่ายุงที่ออกหากินในเวลากลางวัน ได้แก่ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ซึ่งอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 2.8 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีรูปแบบเช่นนี้ในน้ำมันหอมระเหยทั้ง 18 ชนิด Tawatsin และคณะ⁽¹⁰⁾ จึงสรุปว่าพฤติกรรมการกัดของยุงลายบ้านมีความก้าวร้าวมากกว่ายุงที่ออกหากินในเวลากลางคืน

การที่น้ำมันหอมระเหยสามารถป้องกันยุงรำคาญซึ่งเป็นยุงที่ออกหากินในเวลากลางคืนได้มากกว่ายุงลายบ้านซึ่งเป็นยุงที่ออกหากินในเวลากลางวัน เกิดจากการที่ยุงแต่ละชนิดมีความไวต่อสารป้องกันยุงที่แตกต่างกัน Amer และคณะ⁽¹²⁶⁾ ศึกษาความแตกต่างของความไวของยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ยุงก้นปล่อง (*Anopheles dirus*) และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ต่อสารป้องกันยุง พบว่ายุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ตอบสนองต่อน้ำมันหอมระเหยทุกชนิด ในขณะที่ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) มีความต้านทานต่อน้ำมันหอมระเหยบางชนิด โดยความแตกต่างของความไวของยุงแต่ละสปีชีส์ต่อสารป้องกันยุงขึ้นกับความแตกต่างของอวัยวะที่รับสัมผัสของยุงแต่ละสปีชีส์

กลไกที่น้ำมันหอมระเหยสามารถป้องกันยุงไม่ให้เข้าหาเป็นผลมาจากการที่มีคุณสมบัติในการระเหยเป็นไอสูง ทำให้เกิดไอยู่ออบๆผิวหนังมีระยะห่างออกไปประมาณ 4 เซนติเมตร ซึ่งทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันไม่ให้ยุงบินเข้ามาในบริเวณที่มีไอระเหยนั้น น้ำมันหอมระเหยจะมีกลิ่นและรสชาติที่ยุงไม่ชอบโดยยุงจะรับรู้กลิ่นเหล่านั้นผ่านต่อมรับกลิ่นซึ่งอยู่บนหนวดของมัน⁽³⁶⁾

น้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กสามารถป้องกันยุงได้เนื่องจากมีกลิ่นหอมฉุนเฉพาะตัวและมีความสามารถในการระเหยเป็นไอดังที่กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบที่มีคุณสมบัติในการป้องกันยุงได้ โดย Ly และคณะ⁽⁹⁾ ศึกษาส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากชำเล็กพบว่าประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนไฮโดรคาร์บอนและส่วน Oxygenated compound โดยส่วนประกอบที่เป็นไฮโดรคาร์บอนหลัก คือ α -pinene (1.7%), β -pinene (2.6%) ซึ่งเป็น monoterpenes, β -caryophyllene (6.4%), α -bergamotene (1.3%), β -bisabolene (2.6%) ซึ่งเป็น sesquiterpenes และ pentadecane (2.4%) และส่วนประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยในส่วนของ oxygenated compounds คือ 1,8-cineole ซึ่งก็ตรงกันกับรายงานของ Lawrence และคณะ⁽¹¹⁴⁾

ส่วนประกอบที่ทำให้น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กมีฤทธิ์ป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญได้ ได้แก่^(6,88,89)

1. กลุ่ม Monoterpenes ได้แก่ α -pinene, myrcene, limonene, terpinolene, eugenol
2. กลุ่ม Sesquiterpenes ได้แก่ β -caryophyllene, α -bergamotene, β -bisabolene, verbenol, caryophyllene oxide

อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยไม่สามารถบอกได้ถึงส่วนประกอบทั้งหมดที่มีผลให้น้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ป้องกันยุงได้ เนื่องจากส่วนประกอบบางชนิดยังไม่เคยมีผู้ใดทำการศึกษามาก่อนหน้านี้ว่ามีฤทธิ์ในการป้องกันยุงหรือไม่ ฤทธิ์ในการป้องกันยุงจึงน่าจะเป็นผลรวม (Synergistic effect) ของสารเคมีหลายชนิดที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหยนั้น⁽⁸⁸⁾

นอกจากนี้คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากพืชยังขึ้นอยู่กับวิธีการเพาะปลูก เช่น ดิน น้ำ สารอาหาร ฤดูกาล สปีชีส์ของพืช วิธีการเก็บเกี่ยว อายุเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บรักษา การเตรียมพืช และวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสม⁽⁶⁾ การศึกษาของเราไม่สามารถบอกถึงปัจจัยเหล่านี้ได้ทั้งหมด เนื่องจากแหล่งของน้ำมันหอมระเหยในการศึกษาของเรามาจากโรงงานผลิตน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กจึงมีศักยภาพที่จะนำไปพัฒนาเป็นตำรับต่างๆ หรือเติมสารที่จะทำให้อยู่ติดกับผิวหนังได้นานขึ้น นอกจากนี้อาจนำไปผสมกับน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นเพื่อเสริมฤทธิ์กัน (Synergistic effect)⁽⁸⁸⁾ น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กจึงมีบทบาทในการลดอุบัติการณ์ของโรคที่มียุงเป็นพาหะ ลดปัญหาปฏิกิริยาทางผิวหนังที่เกิดจากการแพ้ยุง ลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและความเป็นพิษต่อคนได้ โดยสารป้องกันยุงนี้มีประโยชน์กับคนในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคที่มียุงเป็นพาหะ โดยเฉพาะประเทศเขตร้อน และนักท่องเที่ยวอีกด้วย

กล่าวโดยสรุปประสิทธิภาพของสารทาป้องกันยุง^(15,36,65) ขึ้นอยู่กับ

1. สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบ
2. ตำรับของสารทาป้องกันยุง
3. สภาพแวดล้อมในขณะนั้น ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความแรงลม
4. การดึงดูดยุงเข้าหาที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล
5. ปริมาณเหงื่อ การเสียดสี
6. ความไวต่อสารทาป้องกันยุงซึ่งแตกต่างกันไประหว่างยุงแต่ละชนิด
7. ความหนาแน่นของยุงที่มากัด (biting density)
8. อัตราการระเหยของสารทาป้องกันยุง

4. ผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหย และผลข้างเคียงจากการทดสอบ

4.1 ผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่ก่อให้เกิดได้ทั้งผื่นแพ้ระคายเคือง (Irritant contact dermatitis) เนื่องจากคุณสมบัติของมันที่ก่อความระคายเคืองโดยเฉพาะความเข้มข้นที่มากขึ้น และยังก่อให้เกิดผื่นแพ้สัมผัส (Allergic contact dermatitis) เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยมีสารก่อการแพ้ (Allergen) อยู่หลายชนิด เช่น α -pinene, linalool, linalyl acetate, caryophyllene, geraniol, terpineol⁽⁸⁾ เป็นต้น โดยเฉพาะ α -pinene ซึ่งเป็นสารก่อการแพ้หลักซึ่งพบในน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่⁽⁷³⁾ การแพ้ในรูปแบบอื่นๆ ที่พบได้ ได้แก่ Phototoxic dermatitis, contact urticaria, erythema-multiforme-like⁽⁷⁶⁾, anaphylaxis⁽⁷⁵⁾

การศึกษานี้พบผลข้างเคียงจากการทาน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กเล็กน้อย โดยพบผู้ป่วย 1 ราย (ร้อยละ 10) ที่มีอาการผิวงแดง และ 1 ราย (ร้อยละ 10) มีอาการแสบร้อนจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 ซึ่งเป็นอยู่เพียงชั่วคราวหลังทาน นอกจากนี้พบผู้ป่วย 1 ราย (ร้อยละ 10) ที่มีอาการผิวงแดง และ 2 ราย (ร้อยละ 20) มีอาการแสบร้อนจากการทาน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 ซึ่งเป็นอยู่เพียงชั่วคราวหลังทานเช่นกัน เมื่อติดตามผลข้างเคียงที่ 24 ชั่วโมงไม่พบอาการแสบร้อน และผิวงแดงแต่อย่างใด และเมื่อติดตามผลข้างเคียงที่ 72 ชั่วโมงและ 7 วัน ก็ไม่พบผื่นแพ้สัมผัสหรือผื่นแพ้ระคายเคืองแต่อย่างใด จะเห็นว่าผลข้างเคียงจากน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีน้อยมาก โดยอาการแสบร้อนน่าจะเป็นผลมาจากคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยที่มีความระคายเคือง และทำให้เกิดหลอดเลือดขยายเฉพาะที่ ส่วนอาการผิวงแดงน่าจะเป็นผลมาจากเอทิลแอลกอฮอล์ที่นำมาเจือจางซึ่งมีอัตราการระเหยสูง ทำให้ผิวหนังสูญเสียความชุ่มชื้น เกิดเป็นผิวงแดงตามมา อย่างไรก็ตามจำนวนอาสาสมัครของการศึกษานี้ยังมีจำนวนไม่มากพอที่จะบอกถึงอัตราการเกิดผื่นแพ้สัมผัส ผื่นแพ้ระคายเคือง และผลข้างเคียงอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ระยะเวลาของการทาน้ำมันหอมระเหยในการศึกษานี้เป็นเพียงระยะเวลาสั้นๆ ไม่กี่ชั่วโมง จึงยังทำให้ไม่สามารถสรุปถึงโอกาสการเกิดผื่นแพ้ระคายเคือง ซึ่งมีปัจจัยในเรื่องของระยะเวลาที่สัมผัสเข้ามาเกี่ยวข้องได้อย่างแน่ชัด ดังนั้นจึงต้องมีจำนวนของอาสาสมัครมากกว่านี้จึงจะสรุปเรื่องผลข้างเคียงได้

อย่างไรก็ตามองค์การอาหารและยาฯ ยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดว่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่อนุญาตให้ใช้ในสารป้องกันยุงเป็นเท่าใด น้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ต่ำและมีโอกาสเกิดผื่นแพ้ระคายเคืองน้อย จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นตำรับสารป้องกันยุงได้ และในอนาคตอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการทำ patch test ในอาสาสมัครจำนวนมากพอที่จะบอกได้ถึงอัตราการเกิดผื่นแพ้สัมผัสที่แน่นอน

4.2 ผลข้างเคียงจากยุงที่ใช้ในการทดสอบ

ผลข้างเคียงจากการทดสอบมีน้อยมากโดยอาสาสมัคร 1 ราย (ร้อยละ 10) ซึ่งมีประวัติแพ้ยุง มาก่อน มีอาการตุ่มนูนบวมแดงและคันจากการถูกยุงกัด โดยมีอาการอยู่นาน 2-3 วัน จากนั้นตุ่มยุบลง และเหลือรอยดำบริเวณท้องแขนที่ทำการทดสอบ รอยดำเป็นอยู่นานประมาณ 2 สัปดาห์ ส่วนอาสาสมัครรายอื่นๆ มีเพียงตุ่มนูนบวมแดงเล็กน้อยเท่านั้นหลังจากถูกยุงกัด โดยตุ่มหายไปใน 24 ชั่วโมงหลังทำการทดสอบ การทดสอบนี้จึงนับว่ามีความปลอดภัย

สรุป

ข้าเล็กเป็นพืชที่มีการปลูกอยู่ทั่วไปในหลายทวีปรวมถึงประเทศไทย วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข้าเล็กทำได้โดยการสกัดด้วยไอน้ำ (Steam distillation) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย การศึกษาพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากข้าเล็กความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 สามารถป้องกันยุงลายและยุงรำคาญได้ โดยน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 10 ป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัดได้นานกว่าน้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยทั้งความเข้มข้นร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ป้องกันยุงรำคาญได้นานกว่ายุงลายบ้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์จึงขึ้นกับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย และชนิดของยุง

การศึกษานี้จึงเป็นการค้นพบสมุนไพรตัวใหม่ที่มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญได้ ซึ่งสามารถที่จะนำไปผลิตเป็นสารป้องกันยุงตัวต่างๆ และวางจำหน่ายในท้องตลาด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างให้มีความแตกต่างด้านอายุมากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอเพื่อเป็นข้อมูลต่อการศึกษาดำเนินไปในอนาคต
2. ควรมีการทดสอบในภาคสนามด้วย เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้มากกว่า การทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี arm-in-cage ซึ่งเป็นการทดสอบเบื้องต้นสำหรับน้ำมันหอมระเหยที่ยังไม่เคยทำการศึกษามาก่อน
3. ควรมีการศึกษาต่อยอด เช่น ผลิตเป็นตำรับที่ป้องกันยุงได้นานขึ้น หรือเปรียบเทียบกับสมุนไพรป้องกันยุงที่ใช้กันอยู่ เช่น ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส หรือนำไปผสมกับน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่น เพื่อเสริมฤทธิ์กัน เป็นต้น



บรรณานุกรม

1. Tolle MA. Mosquito-borne diseases. Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care. 2009; 39: 97-140.
2. Ward B, Beallor C, Bodie-Collins M, Gamble K, Houston K, Kuhn S. Statement on personal protective measures to prevent arthropod bites. Can Commun Dis Rep. 2005; 31: 1-18.
3. Diekema DS, Reuter DG. Arthropod bites and stings. Clin Ped Emerg Med. 2001; 2: 155-67.
4. Wongkamchai S, Vaiyavatjamai P, Wanachiwanawin D, Wisuthsarewong W, Kulthanan K, Eakpo P. A dot-blot and immuno-blot assay for the detection of mosquito saliva specific IgE in mosquito bite allergic subjects. J Dermatol Sci. 2009; 53(2): 155-7.
5. Katz TM, Miller JH, Hebert AA. Insect repellents: Historical perspective and new developments. J Am Acad Dermatol. 2008; 58: 865-71.
6. Nerio LS, Olivero-Verbel J, Stashenko E. Repellent activity of essential oils: a review. Bioresour Technol. 2010; 101(1): 372-8.
7. Brown M, Hebert AA. Insect repellents: An overview. J Am Acad Dermatol. 1997; 36: 243-9.
8. Yang X, Eilerman RG. Pungent principal of *Alpinia galangal* (L.) Swartz and its applications. J Agric Food Chem. 1999; 47: 1657-62.
9. Ly TM, Yamauchi R, Kato K. Volatile components of the essential oils in galanga (*Alpinia officinarum* Hance) from Vietnam. Food Sci Technol Res. 2001; 7(4): 303-6.
10. Tawatsin A, Asavadachanukorn P, Thavara U, Wongsinkongman P, Bansidhi J, Boonruad T, Chavalittumrong P, Soonthornchareonnon N, Komalamisra N. Repellency of essential oils extracted from plants in Thailand against four mosquito vectors (Diptera: Culicidae) and oviposition deterrent effects against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2006; 37(5): 915-31.

11. Jirovetz L, Buchbauer G, Shaff MP, Leela NK. Analysis of the essential oils of the leaves, stems, rhizomes and roots of the medicinal plant *Alpinia galanga* from southern India. Acta Pharm. 2003; 53: 73-81.
12. วลัยอร ปรัญญพฤทธิ. Parasitic infestations and noxious animals. ใน: ปรียา กุลละวณิช, ประวีตร พิศาลบุตร, บรรณานิการ. โรคผิวหนังในเวชปฏิบัติปัจจุบัน Dermatology 2010. กรุงเทพฯ: โฮลิสติก แพ็บลิชชิง; 2548. หน้า 120-143.
13. สุภัทร สุจริต. ยุง mosquitoes. กีฏวิทยาทางการแพทย์ Medical entomology. พิธีสารการพิมพ์; 2531. หน้า 228-233.
14. Fradin MS. Mosquitoes and mosquito repellents: a clinician's guide. Ann Intern Med. 1998; 128: 931-40.
15. Maibach HI, Khan AA, Akers WA. Use of insect repellents for maximum efficacy. Arch Dermatol. 1974; 109: 32-5.
16. Hallem EA, Fox AN, Zwiebel LJ, Carlson JR. Mosquito receptor for human-sweat odorant. Nature. 2004; 427: 212-3.
17. Ferdman RM. Urticaria and Angioedema. Clin Ped Emerg Med. 2007; 8: 72-80.
18. Horsmanheimo L, Harvima IT, Harvima RJ, Brummer-Korvenkontio H, Francois G, Reunala T. Histamine and leukotriene C4 release in cutaneous mosquito-bite reactions. J Allergy Clin Immunol. 1996; 98(2): 408-11.
19. Peng Z, Beckett AN, Engler RJ, Hoffman DR, Ott NL, Simons FE. Immune responses to mosquito saliva in 14 individuals with acute systemic allergic reactions to mosquito bites. J Allergy Clin Immunol. 2004; 114(5): 1189-94.
20. Peng Z, Xu W, James AA, Lam H, Sun D, Cheng L, et al. Expression, purification, characterization and clinical relevance of rAed a 1--a 68-kDa recombinant mosquito *Aedes aegypti* salivary allergen. Int Immunol. 2001; 13(12): 1445-5.
21. Paller AS, Mancini AJ. Bites and Infestations. In: Paller AS, Mancini AJ., editor. Hurwitz clinical pediatric dermatology. 3 rd ed. China; 2006. p. 479-495.
22. Schachner LA., Hansen RC. Physical injury and environment hazards. Schachner LA., Hansen RC. 3 rd ed. USA: Mosby; 2003 p.1252-1257.
23. ดาราวรรณ วนะชีวนาวิน. Papular Urticaria. ใน: กนกวลัย กุลทันทน์, บรรณานิการ. โรคลมพิษ. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน; 2552. หน้า 271-279.

24. Heng MC, Kloss SG, Haberfelde GC. Pathogenesis of papular urticaria. *J Am Acad Dermatol.* 1984; 10(6): 1030-4.
25. Grimes PE. Management of hyperpigmentation in darker racial ethnic groups. *Semin Cutan Med Surg.* 2009; 28(2): 77-85.
26. Nicolaidou E, Katsambas AD. Antihistamines and steroids in pediatric dermatology. *Clin Dermatol.* 2003; 21(4): 321-4.
27. Reunala T, Brummer-Korvenkontio H, Karppinen A, Coulie P, Palosuo T. Treatment of mosquito bites with cetirizine. *Clin Exp Allergy.* 1993; 23(1): 72-5.
28. Paller AS, Mancini AJ. The Hypersensitivity Syndrome. In: Paller AS, Mancini AJ, editor. *Hurwitz clinical pediatric dermatology.* 3rd ed. China; 2006. p. 525-526.
29. Klotz JH, Klotz SA, Pinnas JL. Animal bites and stings with anaphylactic potential. *J Emerg Med.* 2009; 36(2): 148-56.
30. Karppinen A, Rantala I, Vaalasti A, Palosuo T, Reunala T. Effect of cetirizine on the inflammatory cells in mosquito bites. *Clin Exp Allergy.* 1996; 26(6): 703-9.
31. Atkins PC, Zweiman B, Moskovitz A, von Allmen C, Ciliberti M. Cellular inflammatory responses and mediator release during early developing late-phase allergic cutaneous inflammatory responses: effects of cetirizine. *J Allergy Clin Immunol.* 1997; 99(6 Pt 1): 806-11.
32. Metz M, Maurer M. Mast cells--key effector cells in immune responses. *Trends Immunol.* 2007; 28(5): 234-41.
33. Charlesworth EN, Beltrani VS. Pruritic dermatoses: overview of etiology and therapy. *Am J Med.* 2002 ; 113 Suppl 9A: 25S-33S.
34. Zhai H, Frisch S, Pelosi A, Neibart S, Maibach HI. Antipruritic and thermal sensation effects of hydrocortisone creams in human skin. *Skin Pharmacol Appl Skin Physiol.* 2000; 13(6): 352-7.
35. จารีย์ บันสิทธิ์. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์ 2 น้ำมันหอมระเหย. บริษัทดีไซร์ จำกัด; 2548. หน้า 8-25.
36. Garson LR, Winnike ME. Relationships between insect repellency and chemical and physical parameters-a review. *J Med Ent.* 1968; 5(3): 339-52.

37. อุษาวดี ถาวรระ. สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์. บริษัทดีไซร์จำกัด; 2546. หน้า 9-27.
38. Schmidt CW. Outsmarting olfaction: the next generation of mosquito repellents. Environ Health Perspect. 2005; 113: 468-71.
39. Centers for Disease Control and Prevention. Protection against mosquitoes and other arthropods. Available from: URL: <http://www.cdc.gov>. Accessed October 11, 2010.
40. Buescher MD, Rutledge LC, Winz RA. The dose-persistence relationship of deet against *Aedes aegypti*. Mosq News. 1983; 43: 364-6.
- 41.ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี. (2546). ผลิตภัณฑ์ไล่ยุง (Insect Repellents). สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2553, จาก <http://chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=1ID=96>
42. Selim S, Hartnagal RE Jr, Osimitz TG, Gabriel KL, Schoenig GP. Absorption, metabolism, and excretion of N,N-diethyl-m-toluamide following dermal application to human volunteers. Fundam Appl Toxicol. 1995; 25: 95-100.
43. Osimitz TG, Grothaus RH. The present safety assessment of deet. J Am Mosq Control Assoc. 1995; 11(2): 274-8.
44. Tenenbein M. Severe toxic reactions and death following the ingestion of diethyltoluamine-containing insect repellents. JAMA. 1987; 258: 1509-11.
45. von Mayenburg J, Rakoski J. Contact urticaria to diethyl-toluamide. Contact dermatitis. 1983; 9: 171.
46. Miller JD. Anaphylaxis associated with insect repellents. N Engl J Med. 1982; 307: 1341-2.
47. Amichai B, Lazarov A, Halevy S. Contact dermatitis from diethyltoluamide. Contact dermatitis. 1994; 30: 188.
48. McKinlay JR, Ross EV, Barrett TL. Vesiculobullous reaction to diethyltoluamide revisited. Cutis. 1998; 62: 44
49. Heick HMC, Shipman RT, Norman MG, James W. Reye-like syndrome associated with use of an insect repellent in a presumed heterozygote for ornithine carbamyl transferase deficiency. J Pediatr. 1980; 97: 471-3.
50. Clem JR, Havermann DF, Raebel MA. Insect repellent (N,N-diethyl-m-toluamide) cardiovascular toxicity in an adult. Ann Pharmacother. 1993; 27: 289-93.

51. Editorial. Are insect repellents safe? Lancet. 1988; 2: 610-1.
52. Ross EA, Savage KA, Utley LJ, Tebbett IR. Insect repellent interactions: sunscreen enhance DEET (N,N-diethyl-m-toluamide)) absorption. Drug Metab Dispos. 2004; 32: 783-5.
53. Montemarano AD, Gupta RK, Burge JR, Klein K. Insect repellents and the efficacy of sunscreens. Lancet. 1997; 349: 1670-1.
54. Marshalonis D, Knowlton RE, Merchant H. Acute toxicity of permethrin to four populations of ovigerous grass shrimp, palaemonetes pugio hothuis. Bull Environ Contam Toxicol. 2006; 77: 543-50.
55. Alonso PL. The effect of insecticide treated bed nets on mortality of Gambian children. Lancet. 1991; 337: 1499-502.
56. Schreck CE, Mount GA, Carlson DA. Pressurized sprays of permethrin on clothing for personal protection against the lone star tick (Acari: Ixodidae). J Econ Entomol. 1982; 75: 1059-61.
57. Schreck CE, Snoddy EL, Spielman A, Pressurized sprays of permethrin or deet on military clothing or personal protection against *Ixodes dammini*. J Med Entomol. 1986; 23: 396-9.
58. Lillie TH, Schreck CE, Rahe AJ. Effectiveness of personal protection against mosquito in Alaska. J Med Entomol. 1988; 25: 475-8.
59. Picaridin-an effective alternative to DEET. Available from: URL: <http://www.picaridin.info/>. Accessed October 15, 2010.
60. Couch P, Johnson CE,. Prevention of Lyme disease: review. Am J Hosp Pharm. 1992; 49: 1164-73.
61. Rajan TV, Hein M, Porte P, Wikel S. A double-blinded, placebo-controlled trial of garlic as mosquito repellent; a preliminary study. Med Vet Entomol. 2005; 19: 84-9.
62. Jones WD, Nguyen TA, Kloss B, Lee KJ, Voshll LB. Functional conservation of an insect odorant receptor gene across 250 million years of evolution. Curr Biol. 2005;15: 119-21.
63. WHO (1996) Report of the WHO informal consultation on the evaluation and testing of insecticides. CTD/WHOPES/IC/96.1. p.69.

64. Bell JW, Veltri JC, Pace BC. Human exposures to N,N-diethyl-m-toluamide insect repellents reported to the American Association of Poison Control Centers 1992-1997. *Int J Toxicol.* 2002; 21:341-52.
65. Maibach HI, Akers WA, Johnson HL, Khan AA, Skinner WA. Insects: topical insect repellents. *Clin Pharmacol Ther.* 1974; 16: 970-3.
66. Khan AA, Maibach HI, Skidmore DL. A study of insect repellents II. Effect of temperature on protection time. *J Econ Entomol.* 1973; 66: 437-8.
67. Sukumar K, Perich MJ, Boobar LR. Botanical derivatives in mosquito control: a review. *J Am Mosq Control Assoc.* 1991; 7: 210-7.
68. Halm MA. Essential oils for management of symptoms in critically ill patients. *Am J Crit Care.* 2008; 17: 160-3.
69. Gedney JJ, Glover TL, Fillingim RB. Sensory and affective pain discrimination after inhalation of essential oils. *Psychosom Med.* 2004; 66: 599-606.
70. Seo JY. The effects of aromatherapy on stress and stress responses in adolescents. *J Korean Acad Nurs.* 2009; 39(3): 357-65.
71. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. (2543). ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2553, จาก <http://medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/index.asp>
72. Trattner A, David M, Lazarov A. Occupational contact dermatitis due to essential oils. *Contact dermatitis.* 2008; 58: 282-4.
73. Dharmagunawardena B, Takwale A, Sanders KJ, Cannan S, Rodger A, Ilchyshyn A. Gas chromatography: an investigative tool in multiple allergies to essential oils. *Contact dermatitis.* 2002; 47: 288-92.
74. Uter W, Schmidt E, Geier J, Lessmann H, Schnuch A, Frosch P. Contact allergy to essential oils: current patch test results (2000-2008) from the Information Network of Departments of Dermatology (IVDK). *Contact dermatitis.* 2010; 63: 277-83.
75. Maddocks-Jennings W. Critical incident: idiosyncratic allergic reactions to essential oils. *Complement Ther Nurs Midwifery.* 2004; 10(1): 58-60.
76. Hong SJ, Chang CH. Erythema multiforme-like generalized allergic contact dermatitis caused by *Alpinia galanga*. *Contact Dermatitis* 2006; 54: 118-20.

77. Trongtokit Y, Rongsriyam Y, Komalamisra N, Apiwathnasorn C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytother Res.* 2005; 19: 303-9.
78. Govere J, Durrheim DN, Baker L, Hunt R, Coetzee M. Efficacy of three insect repellents against the malaria vector *Anopheles arabiensis*. *Med Vet Entomol.* 2000; 14: 441-4
79. Tawatsin A, Wratten SD, Scott RR, Thavara U, Techadamrongsin Y. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. *J Vector Ecol.* 2001; 26: 76-82.
80. Ansari MA, Razdan RK. Repellent action of *Cymbopogon martini martini* Stapf. var. Sofia against mosquitoes. *Indian J Malariol.* 1994; 31: 95-102.
81. Yang P, Ma Y. Repellent effect of plant essential oils against *Aedes albopictus*. *J Vector Ecol.* 2005; 30: 231-4.
82. Hadis M, Lulu M, Mekonnen Y, Asfaw T. Field trials on the repellent activity of four plant products against four plant products against mainly *Mansonia* population in Western Ethiopia. *Phytother Res.* 2003; 17: 202-5.
83. Das NG, Baruah I, Talukdar PK, Das SC. Evaluation of botanicals as repellents against mosquitoes. *J Vector Borne Dis.* 2003; 40: 49-53.
84. Barnard DR. Repellency of essential oils to mosquitoes (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol.* 1999; 36: 625-629.
85. Kamsuk K, Choochote W, Chaithong U, Jitpakdi A, Tippawangkosol P, Riyong D, Pitasawat B. Effectiveness of *Zanthoxylum piperitum*-derived essential oil as an alternative repellent under laboratory and field applications. *Parasitol Res.* 2007; 100: 339-45.
86. Choochote W, Chaithong U, Kamsuk K, Jitpakdi A, Tippawangkosol P, Tuetun B, Champakaew D, Pitasawat B. Repellent activity of selected essential oils against *Aedes aegypti*. *Fitoterapia.* 2007; 78: 359-64.
87. Pushpanathan T, Jebanesan A, Govindarajan M. The essential oil of *Zingiber officinalis* Linn (Zingiberaceae) as a mosquito larvicidal and repellent agent against

- the filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Parasitol Res. 2008; 102: 1289-91.
88. Omolo MO, Okinyo D, Ndiege IO, Lwande W, Hassanali A. Repellency of essential oils of some Kenyan plants against *Anopheles gambiae*. Phytochemistry. 2004; 65(20): 2797-802.
 89. Odalo JO, Omolo MO, Malebo H, Angira J, Njeru PM, Ndiege IO, Hassanali A. Repellency of essential oils of some plants from the Kenyan coast against *Anopheles gambiae*. Acta Tropica. 2005; 95: 210-8.
 90. Oyedele AO, Gholade AA, Sosan MB, Adewoyin FB, Soyelu OL, Orafidiya OO. Formulation of an effective mosquito-repellent topical product from Lemongrass oil. Phytomedicine. 2002; 9: 259-62.
 91. Maji T, Baruah I, Dube S, Hussain MR. Microencapsulation of *Zanthoxylum limonella* oil in glutaraldehyde crosslinked gelatin for mosquito repellent application. Bioresour Technol. 2007; 98: 840-4.
 92. Khan AA, Maibach HI, Skidmore DL. Addition of vanillin to mosquito repellents to increase protection time. Mosq News. 1975; 35(2): 223-5.
 93. Blackwell A, Stuart AE, Estambale BA. The repellent and antifeedant activity of oil of *Myrica gale* against *Aedes aegypti* mosquitoes and its enhancement by the addition of salicylic acid. Proc Royal Coll Phys Edinburgh. 2003; 33: 209-14.
 94. Das N, Nath D, Baruah I, Talukdar P, Das S. Field evaluation of herbal mosquito repellents. J Commun Dis. 1999; 31: 241-5.
 95. Nuttaporn Samart. Isolation and identification of galangin and other compounds from *Alpinia galanga* Linnaeus Willd and *Alpinia officinarum* Hance. Master thesis, M.S. (Chemistry). Nakornratchasima: Suranaree University of Technology, Thailand; 2007.
 96. Ecocrop. *Alpinia officinarum*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2553, จาก <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropView?id=3054>
 97. Zhang J, Dou J, Zhang S, Liang Q, Meng Q. Chemical composition and antioxidant properties of the essential oil and methanol extracts of rhizome *Alpinia officinarum* Hance from China in vitro. Afr J Biotechnol. 2010; 9(28): 4414-21.

98. Zhang BB, Dai Y, Liao ZX, Ding LS. Three new antibacterial active diarylheptanoids from *Alpinia officinarum*. Fitoterapia. 2010; 81(7): 948-52.
99. An N, Zhang HW, Xu LZ, Yang SL, Zou ZM. New diarylheptanoids from the rhizome of *Alpinia officinarum* Hance. Food Chem. 2010; 119: 513-7.
100. An N, Zou ZM, Tian Z, Luo XZ, Yang SL, Xu LZ. Diarylheptanoids from the rhizomes of *Alpinia officinarum* and their anticancer activity. Fitoterapia. 2008; 79: 27-31.
101. Sun Y, Tabata K, Matsubara H, Kitanaka S, Suzuki T, Yasukawa K. New cytotoxic diarylheptanoids from the rhizomes of *Alpinia officinarum*. Planta Med. 2008; 74: 427-31.
102. Zhai L, Liang JY, Zhang JY, Chen Y. A novel diarylheptanoids bearing flavonol moiety from the rhizomes of *Alpinia officinarum* Hance. Chin Chem Lett. 2010; 21: 194-6.
103. Kim YU, Son HK, Song HK, Ahn MJ, Lee SS, Lee SK. Inhibition of 5 α -reductase activity by diarylheptanoids from *Alpinia officinarum*. Planta Med. 2003; 69: 72-4.
104. Lee HJ, Kim JS, Ryu JH. Suppression of inducible nitric oxide synthase expression by diarylheptanoids From *Alpinia officinarum*. Planta Med. 2006; 72: 68-71.
105. Sawamura R, Sun Y, Yasukawa K, Shimizu T, Watanabe W, Kurokawa M. Antiviral activities of diarylheptanoids against influenza virus in vitro. J Nat Med. 2010; 64(1): 117-20.
106. Kiuchi F, Iwakami S, Shibuya M, Hanaoka F, Sankawa U. Inhibition of prostaglandin and leukotriene biosynthesis by gingerols and diarylheptanoids. Chem Pharm Bull (Tokyo). 1992; 40(2): 387-91.
107. Tao L, Wang ZT, Zhu EY, Lu YH, Wei DZ. HPLC analysis of bioactive flavonoids from the rhizome of *Alpinia officinarum*. South Afri J Bot. 2006; 72: 163-6.
108. Nishino C, Nobuyasu E, Shinkichi T, Akihisa M, Koji K, Masako F. Antibacterial activity of flavonoids against *Staphylococcus epidermidis*, a skin bacterium. Agric Bio Chem. 1987; 51(1): 139-43.
109. Amoros M, Simoes CMO, Girre L, Sauvager F, Cormier M. Synergistic effect of flavones and flavonols against Herpes simplex virus type 1 in cell culture. Comparison with the antiviral activity of propolis. J Nat Prod. 1992; 55: 1732-40.

110. Lee YS, Kang OH, Choi JG, Oh YC, Chae HS, Kim JH, Park H, Sohn DH, Wang ZT, Kwon DY. Synergistic effects of the combination of galangin with gentamicin against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. J Microbiol. 2008; 46(3): 283-8.
111. Ly TM, Shimoyamada M, Kato K, Yamauchi R. Isolation and characterization of some antioxidative compounds from the rhizomes of smaller galangal (*Alpinia officinarum* Hance). J Agric Food Chem. 2003; 51: 4924-29.
112. Fan GJ, Kang YH, Han YN, Han BH. Platelet-activating factor (PAF) receptor binding antagonists from *Alpinia officinarum*. Bioorg Med Chem Lett. 2007; 17(24): 6720-2.
113. Shin D, Kinoshita K, Koyama K, Takahashi K. Antiemetic principles of *Alpinia officinarum*. J Nat Prod. 2002; 65: 1315-8.
114. Lawrence BM, Hogg JW, Terhune SJ. Essential oils and their constituents. Part2. The oil of *Alpinia officinarum* Hance. Perfum Essent Oil Rec. 1969; 60: 88-96.
115. Xia DZ, Yu XF, Wang HM, Ren QY, Chen BM. Anti-obesity and hypolipidemic effects of ethanolic extract from *Alpinia officinarum* Hance (Zingiberaceae) in rats fed high-fat diet. J Med Food. 2010; 13(4): 785-91.
116. Shin JE, Han MJ, Kim DH. 3-methylethergalangin isolated from *Alpinia officinarum* inhibits pancreatic lipase. Biol Pharm Bull. 2003; 26(6): 854-7.
117. Shin JE, Han MJ, Song MC, Baek NI, Kim DH. 5-hydroxy-7-(4'-hydroxy-3'-methoxyphenyl)-1-phenyl-3-heptanone: a pancreatic lipase inhibitor isolated from *Alpinia officinarum*. Biol Pharm Bull. 2004; 27(1): 138-40.
118. Subramanian K, Selvakkumar C, Vinaykumar KS, Goswami N, Meenakshisumdaram S, Balakrishnan A, Lakshmi BS. Tackling multiple antibiotic resistance in enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) clinical isolates: a diarylheptanoid from *Alpinia officinarum* shows promising antibacterial and immunomodulatory activity against EPEC and its lipopolysaccharide-induced inflammation. Int J Antimicrob Agents. 2009; 33: 244-50.
119. Subramanian K, Selvakkumar C, Meenakshisundaram S, Balakrishnan A, Lakshmi BS. Extract of *Alpinia officinarum* suppresses Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) lipopolysaccharide (LPS) induced inflammation in J774 A.1 macrophages. J Health Science. 2008; 54(1): 112-7.

120. Srividya AR, Dhanabal SP, Misra VK, Suja G. Antioxidant and antimicrobial activity of *Alpinia officinarum*. Indian J Pharm Sci. 2010; 72(1): 145-8.
121. Heo YM, Sohn SJ, Au WW. Anti-genotoxicity of galangin as a cancer chemopreventive agent candidate. Mutat Res. 2001; 488: 135-50.
122. Matsuda H, Nakashima S, Oda Y, Nakamura S, Yoshikawa M. Melanogenesis inhibitors from the rhizomes of *Alpinia officinarum* in B16 melanoma cells. Bioorg Med Chem. 2009; 17: 6048-53.
123. Lee J, Kim KA, Jeong S, Lee SG, Park HJ. Anti-inflammatory, anti-nociceptive, and anti-psychiatric effects by the rhizomes of *Alpinia officinarum* on complete Freund's adjuvant-induced arthritis in rats. J Ethnopharmacol. 2009; 126: 258-64.
124. Trongtokit Y, Rongsriyam Y, Komalamisra N, Krisadaphong P, Apiwathnasorn C. Laboratory and field trial of developing medicinal local Thai plant products against four species of mosquito vectors. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2004; 35(2): 325-33.
125. WHO. Report of the WHO informal consultation on the evaluation and testing of insecticides. WHO, Geneva, 1996, pp. 35-6.
126. Amer A, Mehlhorn H. Repellency effect of forty-one essential oils against *Aedes*, *Anopheles* and *Culex* mosquitoes. Parasitol Res. 2006; 99(4): 478-90.



ภาคผนวก ก

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

เขียนที่ ศูนย์ผิวน้ำ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันที่

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี อยู่บ้านเลขที่.....
 ถนน.....หมู่ที่.....แขวง/ตำบล.....เขต/อำเภอ.....
 จังหวัด.....โทรศัพท์.....

ขอทำหนังสือนี้ให้ไว้ต่อหัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่า

- ข้อ 1. ข้าพเจ้าได้รับทราบโครงการวิจัยของ แพทย์หญิงอมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์ และรองศาสตราจารย์ นายแพทย์มนตรี อุดมเพทยกุล เรื่องการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด
- ข้อ 2. ข้าพเจ้า ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ด้วยความสมัครใจ โดยมีได้มีการบังคับขู่เข็ญ หลอกลวงแต่ประการใด และจะให้ความร่วมมือในการวิจัยทุกประการ
- ข้อ 3. ข้าพเจ้า ได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย ประสิทธิภาพ ความปลอดภัย อาการหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไข หากเกิด อันตราย ค่าตอบแทนที่จะได้รับ ค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยโดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และตกลงรับผิดชอบตามคำรับรองในข้อ 5 ทุกประการ
- ข้อ 4. ข้าพเจ้าได้รับการรับรองจากผู้วิจัยว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยเฉพาะผลสรุปการวิจัยเท่านั้น
- ข้อ 5. ข้าพเจ้าได้รับทราบจากผู้วิจัยแล้วว่า หากมีอันตรายใด ๆ **อันเกิดขึ้นจากการวิจัยดังกล่าว** ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาลจากคณะผู้วิจัย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและจะได้รับค่าชดเชยรายได้ที่สูญเสียไปในระหว่างการรักษาพยาบาลดังกล่าว ตลอดจน มีสิทธิได้รับค่าทดแทนความพิการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยตามสมควร
- ข้อ 6. ข้าพเจ้าได้รับทราบแล้วว่าข้าพเจ้ามีสิทธิจะบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยนี้ และการบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัย จะไม่มีผลกระทบต่อการศึกษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

- ข้อ 7. หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย สามารถติดต่อกับแพทย์หญิงอมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์ ได้ที่ศูนย์ผิวน้ำ มศว โทรศัพท์ 087-6720772
- ข้อ 8. หากข้าพเจ้า ได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับการพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์หรือผู้แทน ได้ที่ ฝ่ายวิจัย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทรศัพท์ 0-3739-5085-6 ต่อ 10513

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจข้อความตามหนังสือนี้โดยตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตามเจตนาของข้าพเจ้า จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญพร้อมกับหัวหน้าโครงการวิจัยและต่อหน้าพยาน

ลงชื่อ ลงชื่อ
 (.....) (แพทย์หญิงอมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์)
 ผู้ยินยอม / ผู้แทนโดยชอบธรรม หัวหน้าโครงการวิจัย

ลงชื่อพยาน ลงชื่อพยาน
 (.....) (.....)

ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมการวิจัย อ่านหนังสือไม่ออก ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ
 จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อพยาน
 (.....)

หมายเหตุ

1. ในกรณีที่ผู้ให้ความยินยอมมีอายุไม่ครบ 18 ปีบริบูรณ์ จะต้องเป็นผู้ปกครองตามกฎหมายเป็นผู้ให้ความยินยอมด้วย หรือ ผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงความยินยอมได้ด้วยตนเอง จะต้องเป็นผู้มีอำนาจทำการแทนเป็นผู้ให้ความยินยอม
2. กรณีผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัย ไม่สามารถอ่านหนังสือได้ ให้ผู้วิจัยอ่านข้อความในหนังสือให้ความยินยอมนี้ให้แก่ผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยฟังจนเข้าใจแล้ว และให้ผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยลงนาม หรือ พิมพ์ลายนิ้วมือเมื่อรับทราบ ในการให้ความยินยอมดังกล่าวด้วย

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกข้อมูลเลขที่

แบบบันทึกข้อมูลทำการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด

ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย (Patient demographic information)

1. รหัสประจำตัวอาสาสมัคร.....
2. วัน/เดือน/ปี ที่เก็บข้อมูล
3. บ้านเลขที่
- เบอร์โทรศัพท์
4. เพศ 1. ชาย 2. หญิง
5. อายุ ปี
6. อาชีพ 1. ข้าราชการ 2. พนักงาน
..... 3. แม่บ้าน 4. นักเรียน/นักศึกษา
..... 5. กิจการส่วนตัว 6. อื่นๆ
7. โรคประจำตัว 1. มี 2. ไม่มี
8. ประวัติแพ้แมลง 1. เคย 2. ไม่เคย
9. ประวัติแพ้ยาากลุ่มคอร์ติโคสเตียรอยด์ 1. เคย 2. ไม่เคย
10. ประวัติแพ้น้ำมันหอมระเหย 1. เคย 2. ไม่เคย
11. ประวัติรับประทานยาคอร์ติโคสเตียรอยด์ในช่วง 4 สัปดาห์ 1. เคย 2. ไม่เคย
12. ประวัติรับประทานยากดภูมิต้านทานในช่วง 4 สัปดาห์ 1. เคย 2. ไม่เคย

13. ประวัติรับประทานยาต้านฮิสตามีนในช่วง 2 สัปดาห์

..... 1. เคย

..... 2. ไม่เคย

14. ประวัติหยาคอริติโคสเตียรอยด์ในช่วง 2 สัปดาห์

..... 1. เคย

..... 2. ไม่เคย



แบบบันทึกและประเมินสำหรับผู้วิจัย

รหัสอาสาสมัคร

ชนิดของยุงที่ทดสอบ 1. ยุงลายบ้าน
.....2. ยุงรำคาญ

การบันทึกระยะเวลาป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ (Completed protection time)

สารทดสอบ	ระยะเวลาในการป้องกันยุงกัดอย่างสมบูรณ์ (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ร้อยละ 5				
ร้อยละ 10				
สารควบคุม				

การประเมินผลข้างเคียงโดยแพทย์ (Physician evaluation)

รหัส.....

การติดตามผลที่ ชั่วโมง

วันที่.....

ชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่ทดสอบ.....

ชนิดของยุงที่ทดสอบ1. ยุงลายบ้าน

.....2. ยุงรำคาญ

ผลข้างเคียง

..... 1. Eczema

Symptoms	Absent (0)	Mild (1)	Moderate (2)	Severe (3)
Erythema				
Edema				
Vesicles, Oozing				
Scaling				
Excoriation				
Lichenification				
Xerosis				

..... 2. Urticaria

..... 3. Others

.....

แบบบันทึกและประเมินผลข้างเคียงสำหรับผู้ป่วย

รหัส

วันที่

การติดตามผลที่.....ชั่วโมง

ชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่ทดสอบ.....

ชนิดของยุงที่ทดสอบ 1. ยุงลายบ้าน
.....2. ยุงรำคาญ

ผลข้างเคียง 1. มี 2. ไม่มี

Visual analog scale (VAS)

แสบร้อน

0 ————— 10

คัน

0 ————— 10

แดง

0 ————— 10

แห้ง

0 ————— 10

ลอก

0 ————— 10

อื่นๆ

ภาคผนวก ค

คำแนะนำสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

- โครงการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด

- ผู้ทำการวิจัย

แพทย์หญิงอมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์

- สถานที่

ภาควิชาที่วิทยาศาสตร์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์ผิวดิน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

- จุดประสงค์

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด

- ประโยชน์ที่ได้รับ

เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากชาเล็กในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญกัด และนำไปพัฒนาเป็นตำรับยากันยุงต่อไป เป็นลดการใช้ยากันยุงสังเคราะห์ที่มีพิษต่อคนและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เป็นการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรของไทยตามนโยบายบัญญัติหลักแห่งชาติและสนับสนุนให้สมุนไพรไทยให้เป็นที่ยอมรับทั่วไป

- ผู้เข้าร่วมศึกษา

อาสาสมัครที่สนใจ อายุ 20-60 ปี สุขภาพแข็งแรง

- จะปฏิบัติต่อท่านอย่างไร

- o ท่านจะได้รับการทดสอบน้ำมันหอมระเหยชาเล็กที่ความเข้มข้นร้อยละ 5, ร้อยละ 10 และกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ในการป้องกันยุงลายบ้านและยุงรำคาญที่ปลอดภัย กัด โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ
- o ท่านจะได้รับการนัดกลับมาพบแพทย์เพื่อดูผลข้างเคียงและทำการตรวจรักษาผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ การให้ยาทาลดผื่นแพ้ และให้ยารับประทานลดอาการคัน ถ้ามีผื่นแพ้หรือการระคายเคืองเกิดขึ้น โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ

- ท่านจำเป็นต้องเข้าร่วมโครงการนี้หรือไม่
ท่านไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมโครงการนี้ ขึ้นอยู่กับความสมัครใจของท่าน
- ค่าตอบแทน
ท่านจะได้รับค่าตอบแทนเมื่อสิ้นสุดการศึกษา 2,000 บาท
- ความเสี่ยงและผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ถูกวิจัย
ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นได้ในการวิจัย คือการเกิดผื่นแพ้หรือการระคายเคืองทางผิวหนังต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเฉพาะบุคคลที่อาจเกิดขึ้นได้ หากท่านมีอาการผิดปกติใดๆ เกิดขึ้น กรุณาแจ้งผู้วิจัยได้ตลอดเวลาตามที่ติดต่อข้างต้น และท่านจะได้รับการรักษาผื่นแพ้หรือการระคายเคืองที่เกิดขึ้นโดยไม่มีค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ท่านสามารถหยุดการทดสอบได้ตลอดเวลา
- การรักษาความลับของท่าน
ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับท่านเป็นความลับ จะเปิดเผยต่อหน่วยงานเฉพาะข้อสรุปของผลงานวิจัยด้วยเหตุผลทางวิชาการ โดยไม่มีการระบุชื่อท่าน
- แพทย์ผู้ที่ท่านสามารถติดต่อได้
ชื่อ แพทย์หญิงอมลยา สุจิวรพันธ์พงศ์ ตำแหน่ง แพทย์
ที่ทำงาน ศูนย์ผิวหนัง คณะแพทยศาสตร์ มศว โทรศัพท์ 087-6720772, 0863712007



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	แพทย์หญิงอมลยา สุจิรวพันธ์พงศ์
วันเดือนปีเกิด	16 มิถุนายน พ.ศ.2526
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	69/4 ซอยศรีบำเพ็ญ ถนนพระราม 4 แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กทม. 10120
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานในปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ ปทุมวัน
พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
พ.ศ. 2549	แพทยศาสตรบัณฑิตจากคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย (เกียรตินิยมอันดับ 1)
พ.ศ. 2552-ปัจจุบัน	กำลังศึกษาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ