สมุนไพรไล่ยุง

Herbal Mosquito Repellents

เบญจวรรณ ตื้อตัน ว.ท.ด.* Benjawann Tuetun Ph.D.*

บทคัดย่อ

ยุงเป็นแมลงที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของมนุษย์มากที่สุด ปัจจุบันโรคติดต่อจากยุงนอกจากจะเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญในระดับชาติและทั่วโลกแล้ว ยังมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมในวงกว้าง มาตรการป้องกันและควบคุมโรคดังกล่าว นอกจากจะมุ่งเน้นไปที่การควบคุมและกำจัดยุงพาหะแล้ว การป้องกันส่วนบุคคลโดยใช้สารไล่ยุงเพื่อป้องกันตนเองไม่ให้ถูกยุงกัดก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถลดโอกาสเสี่ยงต่อการติดโรคและลดการแพร่กระจายของโรคได้ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงจากสารสกัดธรรมชาติ เช่น พืชสมุนไพรกำลังเป็นที่นิยมกันมากในกลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่ตระหนักถึงพิษภัยและอันตรายจากสารเคมี ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าและแสวงหาพืชสมุนไพรใหม่ๆ ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่มีประสิทธิภาพไล่ยุงสูง มีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิต และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถทดแทนและลดบทบาทการใช้สารเคมีสังเคราะห์และหลีกเลี่ยงฤทธิ์อันไม่พึงประสงค์ของมัน นอกจากนั้นยังเป็นการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรอันเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อุดมสมบูรณ์อย่างคุ้มค่า ในบทความนี้ได้มีการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับยุงพาหะที่สำคัญในประเทศไทย สารทากันยุง พืชสมุนไพรและสมุนไพรไทยกับฤทธิ์ในการป้องกันยุงกัด วิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช การเตรียมผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง และวิธีการทดสอบฤทธิ์ป้องกันยุงกัดในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเผยแพร่ทางวิชาการ และเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้ที่สนใจเกี่ยวกับสารไล่ยุงจากพืชสมุนไพรไทยได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ: *สารทากันยุง พืชสมุนไพร ยุง*

* *อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต จังหวัดลำปาง*

* *lecturer, suan Dasit Rajabhat University, Lampang Province*

Abstract

Of all insects, mosquitoes mostly cause problems to human health. Nowadays, mosquito-borne diseases not only cause major public health problems in Thailand and around the world, but they also have a wide impact on the economy and society. While focusing on the control and eradication of mosquito vectors, applying repellents for personal protection against mosquito bites is another way of reducing the risk of infection and spread of diseases. Currently, mosquito repellents that derive from natural herbs are becoming very popular among most consumers who are aware of the dangers and hazards of chemicals. Therefore, the research and pursuit of new plants, which can be developed into repellents that are highly effective, safe for living organisms, and environmentally friendly, can produce alternatives to replace and reduce the use of synthetic chemicals and avoid their adverse effects. Additionally, application of medicinal plants as a plentiful natural resource is very cost-effective. This article concerns the important mosquito vectors in Thailand, topical mosquito repellents, medicinal plants and their repellent efficacy against mosquitoes, extraction methods of essential oils, preparation of repellent products, and repellent testing under laboratory conditions. This information would be useful for academic publication and as basic knowledge for those who are interested in repellents derived from Thai herbs.

Key words: *Mosquito Repellent, Thai herbs*

บทนำ

ยุงเป็นแมลงขนาดเล็กที่อาศัยดูดเจาะกินเลือดมนุษย์และสัตว์เป็นอาหาร ซึ่งนอกจากจะสร้างความรำคาญ ทำให้เกิดผื่นแพ้และผิวหนังอักเสบแล้ว ยุงบางชนิดยังเป็นพาหะสำคัญนำโรคร้ายแรงต่างๆ ระบาดไปทั่วทุกภูมิภาคของโลก โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อนชื้นที่มีลักษณะสภาพทางภูมิศาสตร์เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของยุง จึงนับว่ายุงเป็นแมลงที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของมนุษย์มากที่สุด ปัจจุบันสถานการณ์โรคติดเชื้อจากยุงพาหะยังคงเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย ในแต่ละปีมีสถิติการเจ็บป่วยและรายงานผู้เสียชีวิตจากโรคดังกล่าวเป็นจำนวนมาก ทั้งๆ ที่ส่วนใหญ่เป็นโรคที่สามารถป้องกันได้ โรคติดต่อร้ายแรงที่มียุงเป็นพาหะ ได้แก่ โรคมาลาเรียที่นำโดยยุงก้นปล่อง (Anopheles spp.) โรคไข้สมองอักเสบนำโดยยุงรำคาญ (Culex spp.) โรคไข้เลือดออกและโรคชิคุนกุนยานำโดยยุงลาย (Aedes spp.) และโรคฟิลาเรียหรือโรคเท้าช้างที่มีทั้งยุงเสือ (Mansonia spp.) ยุงรำคาญ และยุงลายเป็นพาหะนำเชื้อ (Service, 1993) ซึ่งยุงพาหะเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นที่รู้จักคุ้นเคยและพบแพร่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ของประเทศ ในปีพ.ศ. 2554 สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข รายงานว่าประเทศไทยมีผู้ป่วย

เป็นโรคมาลาเรีย 20,746 ราย เสียชีวิต 9 ราย, โรคไข้สมองอักเสบ 572 ราย เสียชีวิต 14 ราย, โรคไข้เลือดออก 68,099 ราย เสียชีวิต 61 ราย, โรคชิคุนกุนยา 164 ราย และโรคเท้าช้าง 21 ราย

แนวทางการควบคุมโรคติดต่อจากยุงโดยทั่วไปจะคำนึงถึงปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค คือเชื้อโรคและยุงพาหะ ซึ่งในปัจจุบันโรคติดต่อจากยุงยกเว้นโรคไข้สมองอักเสบและไข้เหลืองแล้ว ส่วนใหญ่ยังไม่มียาหรือวัคซีนที่สามารถป้องกันโรคได้ นอกจากนั้นโรคบางชนิด เช่น โรคไข้เลือดออกก็ยังไม่มียาเฉพาะที่สามารถต้านเชื้อไวรัสเดงกีได้ วิธีการรักษาที่ดีที่สุด คือ การรักษาตามอาการของผู้ป่วย ส่วนการรักษาโรคมาลาเรียก็ประสบปัญหาเชื้อดื้อยาซึ่งอาจทำให้ผู้ป่วยมีอาการรุนแรงจนถึงแก่ชีวิตได้ สำหรับโรคเท้าช้างนั้นแม้จะไม่มีอันตรายถึงขั้นทำให้เสียชีวิต แต่กว่าจะปรากฏอาการก็ใช้เวลานานมากและหากเป็นนานหลายปีโดยไม่ได้รับการรักษาจะทำให้อวัยวะต่างๆ บวมโตอย่างถาวร ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ ส่งผลเสียต่อสภาพร่างกายและจิตใจของผู้ป่วย เมื่อมาตรการในจัดการกับโรคดังกล่าวยังไม่ได้ผลเท่าที่ควร ดังนั้นกลวิธีในการป้องกันและควบคุมโรคตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันจึงให้ความสำคัญไปที่การควบคุมและกำจัดยุงพาหะ ซึ่งนอกจากจะใช้วิธีจัดการกับสภาพแวดล้อม (Environmental management) เพื่อป้องกันและยับยั้งการขยายพันธุ์ของประชากรยุงแล้ว การดำเนินมาตรการต่อยุงพาหะโดยตรงเพื่อกำจัดและลดจำนวนยุง ลดการแพร่กระจายของยุง และลดการสัมผัสกับยุงก็สามารถทำได้หลากหลายวิธี ได้แก่ การควบคุมโดยกลวิธี (Mechanical control) เช่น การใช้กับดักแมลงหรือใช้เครื่องมือตักเก็บลูกน้ำยุงจากแหล่งเพาะพันธุ์มาทำลายทิ้ง การควบคุมโดยชีววิธี (Biological control) เช่น การใช้สิ่งมีชีวิตอื่น ได้แก่ ลูกน้ำยุงยักษ์ ปลาหางนกยูง และตัวอ่อนแมลงปอมากินลูกน้ำยุงในแหล่งเพาะพันธุ์ การควบคุมโดยวิธีทางเคมีและฟิสิกส์ (Chemical and physical control) เช่น การใช้ผลิตภัณฑ์เคมีฉีดพ่น ใช้สารเคลือบผิวน้ำและสารกำจัดลูกน้ำยุง เช่น ทรายอะเบทใส่ลงในแหล่งเพาะพันธุ์ การควบคุมโดยวิธีทางพันธุศาสตร์ (Genetic control) เช่น การปล่อยยุงตัวผู้ที่ผ่านการดัดแปลงทางพันธุกรรมไปผสมกับยุงตัวเมียในธรรมชาติและถ่ายทอดยีนที่ถูกดัดแปลงจากรุ่นสู่รุ่น และการประยุกต์ใช้หลายๆ วิธีมาประกอบกัน (Integrated control) ซึ่งวิธีการเหล่านี้มีผลควบคุมยุงพาหะได้ทั้งระยะตัวเต็มวัยและลูกน้ำ (Beaty & Marquardt, 1996) อย่างไรก็ตามปัจจุบันมาตรการควบคุมยุงในประเทศไทยยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรในแง่ของประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ความคุ้มทุน และความต่อเนื่องสม่ำเสมอ เนื่องจากบางวิธีอาจมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีต่างๆ ทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรและงบประมาณมาก โดยเฉพาะการควบคุมยุงในบริเวณกว้างหรือในพื้นที่ที่ห่างไกล นอกจากนั้นการควบคุมยุงที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีและยั่งยืนต้องบริหารจัดการในลักษณะบูรณาการที่อาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย และต้องพิจารณาตามความเหมาะสมทางด้านระบาดวิทยา กีฏวิทยา ประชากร สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมในแต่ละพื้นที่ด้วย

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่ามาตรการในการจัดการกับปัญหาของโรคติดต่อไม่ว่าจะเป็นโรคใดก็ตาม การป้องกันยังคงเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ทุกๆ คนควรกระทำเพื่อป้องกันตัวเองให้พ้นจากโรคร้าย ซึ่งนอกจากวิธีควบคุมและกำจัดยุงพาหะดังกล่าวในข้างต้นแล้ว การป้องกันส่วนบุคคล (Personal protection) โดยระมัดระวังหรือหลีกเลี่ยงไม่ให้ถูกยุงกัดก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และมีประสิทธิภาพ สามารถป้องกันและลดการสัมผัสระหว่างคนและยุงพาหะ ทำให้ลดโอกาสเสี่ยงต่อการติดโรคและลดการแพร่กระจายของโรคได้ การป้องกันส่วนบุคคลสามารถทำได้หลายวิธีเช่นกัน ได้แก่ การสวมใส่เสื้อผ้าที่มิดชิด การนอนในมุ้ง การใช้มุ้งลวดกรุตามประตูและหน้าต่าง และการใช้สารไล่ยุง เช่น ยาจุดกันยุงและสารทากันยุง โดยสารนี้จะมีฤทธิ์ขับไล่ยุงและแมลงต่างๆ ไม่ให้มา รบกวน กัด ดูดเลือด หรือไต่ตอม นอกจากนั้นสารไล่ยุงยังมีประโยชน์อย่างมากในกรณีที่ใช้การควบคุมด้วยวิธีอื่นๆ ไม่ได้ผลหรือไม่สามารถทำได้ในสถานการณ์นั้นๆ (Gupta & Rutledge, 1994; Copeland, Walker, Robert, Gihure, Wirtz, & Klein, 1995) เช่น บุคคลบางกลุ่มบางอาชีพ ได้แก่

ชาวสวนยางพารา คนงานเหมืองแร่ นักท่องเที่ยวที่พักแรมตามป่าเขา ยามรักษาการณ์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ตำรวจและทหารที่ปฏิบัติหน้าที่บริเวณชายแดนของประเทศ ซึ่งกลุ่มบุคคลเหล่านี้ต้องออกพื้นที่ในบริเวณหรือในช่วงเวลาที่มียุงชุกชุม ทำให้เสี่ยงต่อการถูกยุงกัดและอาจติดเชื้อโรคจากยุงได้ การใช้สารทากันยุงจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ป้องกันส่วนบุคคล ในท้องตลาดมีสารทากันยุงที่ใช้ทาบริเวณผิวหนังและเสื้อผ้าวางขายในรูปแบบต่างๆ มากมาย เช่น ครีม เจล โลชั่น แป้ง และสเปรย์ฉีดพ่น ซึ่งการใช้สารไล่ยุงในผู้บริโภคส่วนใหญ่มักนิยมใช้ผลิตภัณฑ์ที่สะดวกซื้อ สะดวกใช้ และเห็นผลเร็ว โดยทั่วไปมักมีองค์ประกอบสำคัญในการออกฤทธิ์เป็นสารเคมีสังเคราะห์ เช่น DEET (N,N-diethyl-3-methyl-benzamide), Dimethyl phthalate, Ethyl butylacetylamino propionate, Icaridin และ IR3535 อย่างไรก็ตามการใช้ผลิตภัณฑ์จากสารเคมีสังเคราะห์ในปริมาณและขนาดที่ไม่เหมาะสมอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน นอกจากจะมีผลกระตุ้นให้ยุงพาหะมีความต้านทานต่อสารเคมีแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ต่อผู้ใช้หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ นอกเป้าหมาย รวมถึงมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนและสะสมของสารพิษได้ (Ismail, Phinichpongse, & Boonrasri, 1978; World Health Organization[WHO], 1992; Peter, Van den Bossche, Penzhorn, & Sharp, 2005)

ในปัจจุบันประชากรทั่วโลกเริ่มตระหนักและมีความตื่นตัวในเรื่องพิษภัยอันตรายและผลกระทบจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์กันมากขึ้น จึงหันกลับมาให้ความสนใจ ห่วงใย และดูแลสุขภาพของตนเองและสภาพแวดล้อม โดยมีการดำรงชีวิตในรูปแบบที่ใกล้ชิดกับธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ประกอบกับอิทธิพลของสื่อยุคโลกาภิวัฒน์ที่มีส่วนสร้างกระแสนิยมและสนับสนุนส่งเสริมผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ โดยเฉพาะการบริโภคและอุปโภคพืชสมุนไพรซึ่งมีสารเคมีตามธรรมชาติที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการควบคุมป้องกันยุงพาหะ โดยเฉพาะการผลิตเป็นสารทากันยุงจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะนอกจากจะได้สารจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัยในระดับหนึ่งแล้ว ยังช่วยลดบทบาทการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมถึงก่อให้เกิดผลเสียหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์วิทยาอีกด้วย ในอดีตมีการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ป้องกันกำจัดแมลงจากพืชสมุนไพรมาตั้งแต่ก่อนปี 1940 (Brown & Hebert, 1997) ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีสารสกัดจากพืชหลายชนิด เช่น น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (Cymbopogon nardus) และยูคาลิปตัส (Eucalyptus citroidora) มีประสิทธิภาพในการไล่ยุง สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสารไล่ยุงและมีวางขายในท้องตลาดมากมายแพร่หลายทั้งในทวีปเอเชีย ทวีปยุโรป และทวีปอเมริกา (Brown & Hebert, 1997; Maia & Moore, 2011) ปัจจุบันนี้มีรายงานความก้าวหน้าในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชสมุนไพรและฤทธิ์ต่อยุงพาหะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีและแสดงให้เห็นว่านักวิจัยยังคงให้ความสนใจ ศึกษาค้นคว้า และแสวงหาพืชสมุนไพรใหม่ๆ ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่ปลอดจากสารเคมีสังเคราะห์และฤทธิ์อันไม่พึงประสงค์ของมัน จึงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อพฤติกรรมของกลุ่มผู้บริโภคสมัยใหม่ที่ห่วงใยต่อสุขภาพของตนเองและมีจิตสำนึกในการดูแลรักษาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางธรรมชาติของพืชสมุนไพรอยู่เป็นจำนวนมาก หากส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนางานวิจัยสมุนไพรในประเทศอย่างต่อเนื่องและจริงจัง โดยเฉพาะการนำสมุนไพรที่มีพื้นฐานการใช้ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือสมุนไพรที่ได้มีการศึกษาวิจัยเบื้องต้นเกี่ยวกับฤทธิ์ในการป้องกันและกำจัดแมลงมาศึกษาและพัฒนาต่อไปจะก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรได้อย่างเต็มที่มีประสิทธิภาพ และคุ้มค่า ดังนั้นผู้เขียนจึงได้เรียบเรียงบทความเรื่อง “สมุนไพรไล่ยุง” เพื่อรวบรวมความรู้เกี่ยวกับยุงพาหะที่สำคัญในประเทศไทย สารทากันยุงพืชสมุนไพรและสมุนไพรไทยกับฤทธิ์ในการป้องกันยุงกัด

วิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช การเตรียมผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง และวิธีการทดสอบฤทธิ์ป้องกันยุงกัดในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเผยแพร่ทางวิชาการและเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้ที่สนใจได้เรียนรู้และสามารถใช้ประกอบในการศึกษาและค้นคว้าต่อไป

ยุงพาหะที่สำคัญในประเทศไทย

ยุงเป็นแมลงขนาดเล็ก มีปีก 1 คู่ จัดอยู่ในอันดับ Diptera วงศ์ Culicidae ในปัจจุบันพบว่าในโลกมียุงประมาณ 3,450 ชนิด และประเทศไทยมียุงอยู่ประมาณ 412 ชนิด (ปรัชญา สมบูรณ์, 2555) อาศัยอยู่ทั่วไปทั้งในเขตเมือง ชนบท และป่าเขา ขึ้นอยู่กับชนิดและชีววิทยาของยุง ยุงพาหะนำโรคที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ ยุงก้นปล่อง ยุงรำคาญ ยุงลาย และยุงเสือ

ยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.) ยุงก้นปล่องที่เป็นพาหะนำโรคมาลาเรียในประเทศไทย ได้แก่ *Anopheles dirus, An. maculatus, An. minimus* และ *An. sundaicus* โดยนำเชื้อมาลาเรีย *(Plasmodium spp.)* ในคนที่มีทั้งหมด 4 สายพันธุ์ คือ *P. falciparum, P. vivax, P. malariae* และ *P.ovalae* นอกจากนี้ยุงก้นปล่องบางชนิดยังเป็นพาหะของพยาธิฟิลาเรีย (*Brugia spp.*) ที่ก่อให้เกิดโรคเท้าช้างในคนได้ ลักษณะทั่วไปของยุงชนิดนี้คือ เป็นยุงขนาดเล็ก เวลากัดลำตัวยกขึ้นทำมุม 45 องศา มักออกหากินในเวลากลางคืน มีทั้งชนิดชอบกินเลือดสัตว์ และกินเลือดคน มีแหล่งเพาะพันธุ์อยู่ในป่า ตามลำธาร แอ่งหิน คูน้ำ นาข้าว หลุมพลอย และหลุมรอยเท้าสัตว์ที่มีแสงแดดส่องถึงและมีร่มเงาบางส่วน (วรรณภา สุวรรณเกิด, 2544; Rozendaal, 1997)

ยุงรำคาญ (*Culex* spp.) ยุงรำคาญที่เป็นพาหะนำเชื้อไวรัสเจอี (JE Virus: Japanese Encephalitis Virus) ก่อให้เกิดโรคไข้สมองอักเสบ ได้แก่ *Cx. fuscocephala, Cx. gelidus, Cx. tritaenioryhnchus* และ *Cx. vishnui* นอกจากนี้ยุงรำคาญ *Cx. quinquefasciatus* ยังเป็นพาหะนำโรคเท้าช้าง และโรคพยาธิหนอนหัวใจในสุนัขจากการติดเชื้อพยาธิ *Dirofilaria immitis* อีกด้วย ลักษณะทั่วไปของยุงชนิดนี้คือ เป็นยุงขนาดเล็ก ลำตัวเป็นสีน้ำตาล พบได้ทั่วไปทั้งในเขตเมืองและชนบท มักออกหากินตั้งแต่เวลาพลบค่ำไปจนตลอดทั้งคืน ในเวลากลางวันจะเกาะพักตามมุมมืดที่อับชื้นและแหล่งเพาะพันธุ์ เช่น แอ่งน้ำขังใต้ถุนบ้าน ท่อระบายน้ำ คูคลองที่มีขยะ น้ำล้างคอกสัตว์ ทุ่งหญ้า และนาข้าว (อุษาวดี ถาวระ, 2544ก)

ยุงลาย (*Aedes* spp.) ยุงลายบ้าน *(Aedes aegypti)* และยุงลายสวน *(Ae. albopictus)* เป็นพาหะนำเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue Virus) ก่อให้เกิดโรคไข้เลือดออก นอกจากนี้ยุงลาย *Ae. niveus* ยังเป็นพาหะนำพยาธิฟิลาเรีย *(Wuchereria bancrofti)* ก่อให้เกิดโรคเท้าช้างในคนได้ ลักษณะทั่วไปของยุงชนิดนี้คือ เป็นยุงขนาดเล็ก ลำตัวและขามีลายดำสลับขาว ตัวเต็มวัยมักเกาะพักอยู่ตามสิ่งห้อยแขวนภายในบ้าน ยุงลายชอบกัดและออกหากินในเวลากลางวัน แต่เวลากลางคืนก็กัดได้ แหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญจะอยู่ตามภาชนะ วัสดุ สิ่งของ และต้นพืชต่างๆ ที่มีน้ำขัง เช่น จานรองขาตู้ ยางรถยนต์ แจกันดอกไม้ ตอไม้ไผ่ กะลามะพร้าว และกาบใบพืช (อุษาวดี ถาวระ, 2544ข)

ยุงเสือหรือยุงลายเสือ (*Mansonia* spp.) ยุงเสือเป็นพาหะสำคัญนำพยาธิฟิลาเรีย (*Brugia* spp.) ก่อให้เกิดโรคเท้าช้าง ยุงเสือชนิดที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ *Mansonia bonnea, Ma.dives, Ma. indiana* และ *Ma. uniformis* ลักษณะทั่วไปของยุงชนิดนี้คือ เป็นยุงขนาดกลาง มีสีน้ำตาล ลำตัวและขามีลวดลายสวยงาม บางชนิดมีสีเหลืองขาวสลับดำคล้ายลายของเสือโคร่ง ส่วนใหญ่ออกหากินในเวลากลางคืน แต่มีบางชนิดที่กัดในเวลากลางวัน พบยุงชนิดนี้ตามชานเมือง บริเวณ หนอง บึง ป่าพรุที่มีพืชน้ำปกคลุม เนื่องจากลูกน้ำยุงชนิดนี้ใช้ท่อหายใจเกาะติดกับพืชน้ำและหายใจผ่านพืชน้ำที่มันเกาะอยู่ (จักรวาล ชมพูศรี, 2544)

สารทากันยุง (Topical Mosquito Repellents)

สารทากันยุงหรือสารไล่ยุงไม่ใช่สารฆ่าแมลง แต่เป็นสารที่มีคุณสมบัติป้องกันและลดการกัดของยุงโดยมีฤทธิ์ขับไล่ยุงออกไป จึงมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ สามารถใช้ทาบนผิวหนัง เสื้อผ้า หรือพื้นผิวต่างๆ ซึ่งสารทากันยุงที่ดีต้องสามารถเคลือบติดกับวัสดุหรือผิวหนังของผู้

ใช้ทำให้ยุงไม่ได้กลิ่นเหยื่อ หรือสารอาจมีกลิ่นไปรบกวนกลไกการรับรู้กลิ่นของยุง โดยทั่วไปสามารถไล่ยุงได้ในระยะแค่ 2-3 นิ้ว จากบริเวณที่ทาเท่านั้น ดังนั้นผู้ใช้จะยังคงเห็นยุงมาบินอยู่รอบๆ ตัว ตราบใดที่ยังไม่มียุงมากัดก็ไม่ต้องทาสารซ้ำ (Clemants, 1999) ในปัจจุบันมีสารทากันยุงหลายรูปแบบให้ผู้บริโภคได้เลือกใช้ตามความเหมาะสม เช่น สารทากันยุงชนิดครีม เจล โลชั่น แป้ง และสเปรย์ บางชนิดอาจผลิตในรูปแบบใหม่ๆ เช่น แผ่นทาผิวหนัง แผ่นติดบนเสื้อผ้า และสายรัดข้อมือ สารสำคัญในการออกฤทธิ์ไล่ยุงมีทั้งสารเคมีสังเคราะห์และสารสกัดจากธรรมชาติ โดยสารสำคัญที่นิยมใช้เป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตสารทากันยุงที่วางจำหน่ายในประเทศไทย มีดังนี้ (กรมควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2551)

- **DEET (N,N-diethyl-meta-toluamide** หรือ N, N-diethyl-3-methyl-benzamide) เป็นสารออกฤทธิ์ที่นิยมใช้กันมากในสารทากันยุง โดยปริมาณของ DEET ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่ยุงคือ 4-100% อย่างไรก็ตาม DEET อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้ หากใช้ไม่ถูกวิธีหรือใช้ในสัดส่วนที่สูงมาก โดยอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและนัยน์ตา หากสูดดมเข้าไปจะทำให้เกิดการระคายเคืองที่แผ่นเยื่อเมือกและทางเดินหายใจส่วนบน และการได้รับสารเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดอาการแพ้ได้ ในการทดลองกับหนูขาวที่ได้รับสารแบบเรื้อรังจะก่อให้เกิดการกลายพันธุ์และมีผลต่อทารกในครรภ์

- **Dimethyl phthalate** เป็นสารเติมแต่งในโพลิเมอร์เพื่อทำหน้าที่เสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) หรือเพิ่มความยืดหยุ่น (Flexibility) ขณะเดียวกันก็ลดความหนืดของโพลิเมอร์ด้วย นอกจากนั้นยังใช้เป็นตัวทำละลายและสารไล่แมลงอีกด้วย มีความเป็นพิษปานกลาง อาจทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและนัยน์ตา มีผลกดระบบประสาทส่วนกลาง รบกวนระบบทางเดินอาหาร ทำอันตรายต่อไต มีความเสี่ยงทำให้เกิดการพิการแต่กำเนิดของทารกในครรภ์ มีความเป็นพิษเล็กน้อยต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำโดยเฉพาะกับปลา

- **Ethyl butylacetylamino propionate** มีฤทธิ์ไล่ยุงและแมลงอื่นๆ เช่น มด แมลงวัน หมัด และเห็บ โดยมีพิษปานกลาง ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองตา ปริมาณที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่ยุงคือ 12.5 % ถือว่ามีความปลอดภัยสำหรับเด็กอายุตั้งแต่ 2 ปี ขึ้นไป แต่หากใช้ในปริมาณที่มากกว่า 12.5% จะห้ามใช้ในเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 4 ปี

- **Icaridin** หรือ **Picaridin** (2-(2-hydroxyethyl)-1-piperridinecarboxylic acid 1-methylpropyl ester) ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่ยุงคือ 5-20%

- **IR3535** (3-[N-Butyl-N-acetyl]-aminopropionic acid ethyl ester) เป็นสารไล่ยุงที่ผลิตโดยวิธีชีวสังเคราะห์ ไม่พบผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายรุนแรงในมนุษย์ ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่ยุง คือ 7.5-20.07%

- **น้ำมันตะไคร้หอม** (Citronella oil) สกัดได้จากต้นตะไคร้หอม (*C. nardus*) ใช้เป็นส่วนผสมในสารไล่ยุงมามากกว่า 50 ปี ซึ่งนอกจากจะผลิตในรูปสารทากันยุงแล้ว ยังพบในผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นๆ เช่น ธูปหอม และเทียนหอมกันยุง ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่ยุงคือ 6-20%

- **น้ำมันยูคาลิปตัส** (Eucalyptus Oil) สกัดจากใบและกิ่งของต้นยูคาลิปตัส (*E. citroidora*) ใช้เป็นสารทาป้องกันยุงในรูปแบบโลชั่นและสเปรย์ ยังไม่พบผลข้างเคียงในมนุษย์ ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่ยุง คือ 30-40 %

- **PMD** (p-menthane-3,8-diol) เป็นสารสังเคราะห์ทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสที่ใช้ทาบนผิวหนังหรือเสื้อผ้าเพื่อไล่ยุง โดยปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่ยุงคือ 8-10 %

อาการพิษที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ไล่ยุงที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารเคมีสังเคราะห์ ส่วนใหญ่มักเป็นเพียงการระคายเคืองในบริเวณที่มีการสัมผัสกับสาร หากได้รับทางปากในปริมาณและความเข้มข้นที่สูงอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองในปากและลำคอ และอาจมีผลทำให้เนื้อเยื่อในระบบทางเดินอาหารบวมแดงหรือไหม้ได้ อาการข้างเคียงอื่นๆ ที่พบ เช่น คลื่นไส้ อาเจียน และปวดท้อง สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการป้องกันยุงที่ดี

นั้นต้องมีประสิทธิภาพสูงต่อยุง แต่ไม่มีผลข้างเคียงต่อผู้ใช้และสภาพแวดล้อม ดังนั้นก่อนที่จะทำการผลิตและจัดจำหน่ายจำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจใช้กรรมวิธีในการทดสอบที่แตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้งานและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงความปลอดภัยต่อผู้ใช้ด้วย

พืชสมุนไพรและสมุนไพรไทยกับฤทธิ์ในการป้องกันยุงกัด

สมุนไพร หมายถึงพืชที่มีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติและมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์และสัตว์ โดยเฉพาะในด้านการส่งเสริมสุขภาพและรักษาโรค ปัจจุบันมีการใช้สมุนไพรเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากส่วนใหญ่สามารถหาได้ง่าย ราคาถูก ไม่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปเราสามารถเตรียมสมุนไพรได้เองจากผลิตผลของพืชมากมายหลายชนิด เช่น พืชล้มลุก ไม้พุ่ม ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก และไม้ยืนต้น โดยได้มาจากส่วนต่างๆ ของพืช คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก และเมล็ด การนำพืชสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ควรคำนึงถึงธรรมชาติของสมุนไพรแต่ละชนิด รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สายพันธุ์ของสมุนไพร สภาวะแวดล้อม การปลูก ฤดูกาล และช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวสมุนไพร รวมถึงวิธีสกัดสารสำคัญในสมุนไพรที่มีผลต่อการนำไปใช้ (อรัญญา มโนสร้อย, ชลดา คำโน, เพ็ญพรรณ ขันรินท์, กาญจนา เรือนโต, และจีรเดช มโนสร้อย, 2551) องค์ประกอบทางเคมีหรือสารสำคัญในพืชมีอยู่มากมายหลายชนิดและมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดหรือพันธุ์พืช ปริมาณ คุณสมบัติ การกระจายตัวในพืช สภาพทางภูมิศาสตร์หรือภูมิประเทศ การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว วิธีการหลังการเก็บเกี่ยว การถนอมอายุ การเก็บรักษา การแปรรูปหรือวิธีการสกัดเพื่อเอาสารสำคัญออกมา โดยสามารถแบ่งสารสำคัญในพืชออกเป็นทั้งหมด 7 ประเภท (วันดี กฤษณพันธ์, 2534) ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (carbohydrates) โปรตีน (protein, amino acids และ enzymes) ไขมัน (lipids) เรซิน และบาลซั่ม (resins and balsams) แอลคาลอยด์ (alkaloids) กลัยโคไซด์ (glycosides) และน้ำมันหอมระเหย (volatile oil หรือ essential oil) ซึ่งสารที่ใช้กำจัดแมลงส่วนใหญ่มักเป็นสารที่มีพิษ เช่น แอลคาลอยด์ ส่วนสารที่มีฤทธิ์ป้องกันหรือไล่แมลงมักเป็นสารกลุ่มน้ำมันหอมระเหยซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่พืชสร้างขึ้นมาและสะสมในส่วนต่างๆ ของพืช มีบทบาทในการให้กลิ่นและรสชาติของพืชสมุนไพรและเครื่องเทศต่างๆ องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่มักเป็นสารประเภท monoterpenes, sesquiterpenes และ oxygenated terpenes ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด จึงทำให้พืชมีคุณสมบัติและมีกลิ่นที่แตกต่างกัน นำไปสู่การใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย ประเทศไทยมีความหลากหลายของพรรณพืชสมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยอยู่เป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีการศึกษาวิจัยพืชสมุนไพรต่างๆ เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงกันอย่างมากมายและแพร่หลาย ในที่นี้ผู้เขียนได้ทำการรวบรวมการศึกษาและวิจัยสมุนไพรที่มีฤทธิ์ป้องกันยุงในประเทศไทย โดยเริ่มจากการคัดเลือกพืชสมุนไพรจากข้อมูลในการใช้เป็นยาพื้นบ้านหรือใช้ตามภูมิปัญญาท้องถิ่น การรวบรวมตัวอย่างจากแหล่งธรรมชาติและตรวจสอบชนิดตามหลักอนุกรมวิธานพืช การจัดเตรียมตัวอย่างพืชวัตถุดิบ การคัดเลือกเฉพาะส่วนของพืชที่ต้องการใช้ การสกัดสารและน้ำมันหอมระเหยด้วยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อให้ได้สารสกัดสมุนไพรที่มีคุณภาพ การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี รวมไปถึงการพิสูจน์เอกลักษณ์ทางเคมีของสารสกัดที่ได้เพื่อสามารถควบคุมคุณภาพของสารสกัด (Moffat, 1986; Ministry of Public health, 1987; Wagner, Bladt, & Zgainski, 1984) และการทดสอบฤทธิ์ป้องกันยุงกัดในห้องปฏิบัติการ โดยได้สรุปรวบรวมและแสดงไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการศึกษาวิจัยสารสกัดจากพืชสมุนไพรในรูปแบบต่างๆ เพื่อทดสอบฤทธิ์ไล่ยุงในห้องปฏิบัติการและยุงในภาคสนาม

คณะผู้วิจัย/ปี	รูปแบบพืชสมุนไพรที่ทำการทดสอบฤทธิ์	ED_{50} (mg/cm^2)	ระยะเวลาป้องกันยุง (ชั่วโมง)	ชนิดยุงที่ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ	ชนิดยุงที่ทดสอบในภาคสนาม
เวช ชูโชติ และคณะ, 2542 (Choochote et al., 1999)	รูปแบบพืชสมุนไพรที่ทำการทดสอบฤทธิ์	30.73	3	*Ae. aegypti*	*Armigeres subalbatus, An. barbirostris* *Ma. uniformis, Cx. quinquefasciatus* *Cx. gelidus, Cx. tritaeniorhynchus*
อภิวัฏ ธวัชสิน และคณะ, 2544 (Tawatsin, Wratten, Scott, Thavara & Techadamrongsin, 2001)	สารสกัดเฮกเซนจากเหง้าเปราะหอม	-	8 8 8 3	*Ae. aegypti, An. dirus, Cx. quinquefasciatus* *Ae. aegypti, An. dirus, Cx. quinquefasciatus* *Ae. aegypti, An. dirus, Cx. quinquefasciatus* *Ae. aegypti, An. dirus, Cx. quinquefasciatus*	
เบญจวรรณ ปิลาสวัสดิ์ และคณะ, 2546 (Pitasawat et al., 2003)	น้ำมันหอมระเหย + 5% vanillin ขมิ้นชัน ตะไคร้หอม แมงลัก มะกรูด	0.061	3.5	*Ae. aegypti*	*Ar. subalbatus, Cx. quinquefasciatus* *Cx. tritaeniorhynchus*
Choochote et al., 2004 (เวช ชูโชติ และคณะ, 2547)	สารสกัดเอทธานอลจากเหง้าว่านนางคำ	2.03	3	*Ae. aegypti*	
เบญจวรรณ ดื่อตัน และคณะ, 2547 (Tuetun et al., 2004)	สารสกัดเอทธานอลจากเมล็ดขึ้นฉ่าย	0.41	3.5	*Ae. aegypti*	*Ae. gardnerii, Ae. lineatopennis, Ar. subalbatus* *Cx. tritaeniorhynchus, Cx. vishnui* group. *Cx. quinquefasciatus, Ma. uniformis*
ยุวดี ตรงต่อกิจ และคณะ, 2547 ; 2548 (Trongtokit et al., 2004 ; 2005)	สารสกัดเฮกเซนจากเมล็ดขึ้นฉ่าย	-	2 2-4 2-4 4-5 4-5	*Ae. aegypti* *Cx. quinquefasciatus* *An. dirus* *Ae. aegypti, An. dirus, Cx. quinquefasciatus* *Ae. aegypti, An. dirus, Cx. quinquefasciatus*	*Ae. aegypti, Cx. quinquefasciatus, Ma. uniformis,* *Cx. tritaeniorhynchus, Cx. gelidus*
เวช ชูโชติ และคณะ, 2548 (Choochote et al., 2005)	น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้หอม, พิมเสน, กานพลู, มะแขว่น ตำรับเจล -เจล B (น้ำมันหอมระเหยกานพลู 20%) -เจล E (น้ำมันหอมระเหยกานพลู 10% และ มะแขว่น 10%	-	1 0.5	*Ae. aegypti* *Ae. aegypti*	
เบญจวรรณ ดื่อตัน และคณะ, 2548 (Tuetun et al., 2005)	สารสกัดเฮกเซนจากเหง้าว่านนางคำ น้ำมันหอมระเหยจากเหง้าว่านนางคำ	-	5	*Ae. aegypti*	

คณะผู้วิจัย/ปี	รูปแบบพืชสมุนไพรที่ทำการทดสอบฤทธิ์	ED_{50} (mg/cm^2)	ระยะเวลาป้องกันยุง (ชั่วโมง)	ชนิดยุงที่ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ	ชนิดยุงที่ทดสอบในภาคสนาม
อภิวัฏ ธวัชสิน และคณะ, 2549 (Tawatsin et al., 2006a)	สารสกัดเอทธานอลจากเมล็ดขึ้นฉ่าย + 5% vanillin	-	0.3-2.8 4.5-8 7.1-8 5-8	*Ae. aegypti* *Ae. albopictus* *An. dirus* *Cx. quinquefasciatus*	
อภิวัฏ ธวัชสิน และคณะ, 2549 (Tawatsin et al., 2006b)	น้ำมันหอมระเหย ผักแปม, หนุมานประสานกาย,กะเพรา,ตะไคร้ต้น, มะขาป้อม,ขะยง,จันทน์ทศ,เสม็ดขาว,ฝรั่ง, พลู, พริกไทย, ดอกแก้ว, ควาดอง, ขิง, ข่า, ขมิ้น,มหาหงส์	-	4-6 9		ยุงกลางวัน ยุงกลางคืน
เวช ชูโชติ และคณะ, 2550 (Choochote et al., 2007)	ตำรับน้ำมันหอมระเหย เหง้าตระชาย, ใบฝรั่ง และ เหง้าขมิ้น	-	1 0.5 0.25 2.5	*Ae. aegypti* *Ae. aegypti* *Ae. aegypti* *Ae. aegypti*	
กิตติชัย คำสุข และคณะ, 2550 (Kamsuk et al., 2007)	น้ำมันหอมระเหย พริกหอม เทียนข้าวเปลือก เปราะหอม น้ำมันหอมระเหยพริกหอม + 10% vanillin	-	2.5	*Ae. aegypti*	*Ae. gardneri, Ar. subalbatus, An. barbirostris, An. aconitus, Ma. uniformis, Cx. quinquefasciatus, Cx. gelidus, Cx. tritaeniorhynchus* และ *Cx. vishnui* group.
เบญจวรรณ ดื่อตัน และคณะ, 2551 ; 2552 (Tuetun et al., 2008 ; 2009)	น้ำมันหอมระเหยพริกหอม + 5% vanillin	-	0-3.5 2-4.5 4.5	*Ae. aegypti* *Ae. aegypti* *Ae. aegypti*	*Ae. albopictus, Ae. gardneri, Ae. lineatopennis, An. barbirostris, Ae. peditaeniatus, An. tesellatus, An. subalbatus, Cx. gelidus, Cx. quinquefasciatus, Cx. vishnui* group, *Ma. annulifera, Ma. indiana, Ma. uniformis*
อรอนงค์ หนูชูเชื้อ และคณะ, 2552 (Nuchuchua et al., 2009)	ผลิตภัณฑ์ไล่ยุงรูปแบบ -สารละลาย (solution) จากสารสกัดเอทธานอลของเมล็ดขึ้นฉ่าย 22 ตำรับ -เจล (gel) จากสารสกัดเอทธานอลของเมล็ดขึ้นฉ่าย 10 ตำรับ -เจลตำรับที่ 10	-	4.7±0.3	*Ae. aegypti*	
อุบลวดี สกุลกุล และคณะ, 2552 (Sakulku et al., 2009)	นาโนอิมัลชันที่มีส่วนผสมของน้ำมันตะไคร้หอม 10% , แมงลัก 5%, หญ้าแฝก 5 %	-	2.8±0.6	*Ae. aegypti*	
ศิริกรณ์ ผสมศุศลศี และ มยุรา สุนธชัวระ, 2553 ; 2554	นาโนอิมัลชันที่มีส่วนผสมของน้ำมันตะไคร้หอม 20 %, Deionized water 38.8%, glycerol 38.8%, surfactant 2.5%	-	3.25 2.45	*An. minimus* *Cx. quinquefasciatus* *Ae. aegypti*	

ลิขสิทธิ์ของ

คณะผู้วิจัย/ปี	รูปแบบพืชสมุนไพรที่ทำการทดสอบฤทธิ์	ED_{50} (mg/cm^2)	ระยะเวลาป้องกันยุง (ชั่วโมง)	ชนิดยุงที่ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ	ชนิดยุงที่ทดสอบในภาคสนาม
(Phasomkusolsil & Soonwera et al., 2010 ; 2011)			1.5		
				An. minimus	
		-	2.10	*Cx. quinquefasciatus*	
			2.20	*Ae. aegypti*	
			1.55		
				Ae. aegypti	
		< 0.045		*An. dirus*	
		<0.068		*Cx. quinquefasciatus*	
		<0.003			
				Ae. aegypti	
		-	0.54-1.12	*An. dirus*	
			1.5-2.12	*Cx. quinquefasciatus*	
			1.12-1.24		
	Plant oil: ไพลผสมโหระพา				
	น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม				
	น้ำมันหอมระเหย ตะไคร้, ตะไคร้หอม, ขมิ้นชัน และโหระพา ส้ม, ตะไคร้หอม และขมิ้นชัน ตะไคร้, ตะไคร้หอม, ขมิ้นชัน, โหระพา และกระดังงา				
	น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้, ตะไคร้หอม และขมิ้นชัน				

ในงานวิจัยเกี่ยวกับพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ไล่ยุง สามารถสกัดสารสำคัญจากพืชมากมายหลายชนิดด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลายหรือการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นหลาย ๆ แบบ มีการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์ไล่ยุงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ครีม เจล น้ำใส และโลชั่น โดยในขั้นตอนการเตรียมอาจใส่สารบางชนิด เช่น วานิลลิน ที่นอกจากจะเป็นสารปรุงแต่งอาหารแล้วยังเป็นสารตรึงกลิ่น (fixative) ทำให้สารทดสอบสามารถเคลือบติดกับผิวหนังได้ดีจึงมีฤทธิ์ไล่ยุงได้นานขึ้น หรือมีการนำนาโนเทคโนโลยี (nanotechnology) เข้ามาช่วยในการเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจากตารางที่ 1 พบว่า สารสกัดจากพืชที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการออกฤทธิ์ไล่ยุงในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน ตะไคร้หอม และแมงลักที่ผสมวานิลลิน 5% สามารถออกฤทธิ์ป้องกันยุง Ae. aegypti, An. dirus และ Cx. quinquefasciatus ได้นาน 8 ชั่วโมง (Tawatsin, Wratten, Scott, Thavara, & Techadamrongsin, 2001) ส่วนสารที่มีฤทธิ์รองลงมาคือสารสกัดเฮกเซนจากเมล็ดขึ้นฉ่ายที่ผสมวานิลลิน 5% สามารถป้องกันยุง *Ae. aegypti* ได้นาน 5 ชั่วโมง (Tuetun, Choochote, Kanjanapothi, Rattanachanpichai, Chaithong, Chaiwong, et al., 2005) แต่สารที่มีประสิทธิภาพต่ำสุดคือ น้ำมันหอมระเหยจากเปราะหอมสามารถป้องกันยุง *Ae. aegypti* ได้เพียง 0.25 ชั่วโมง (Choochote, Chaithong, Kamsuk, Jitpakdi, Tippawangkosol, Tuetun, et al. 2007) ถือว่ามีฤทธิ์ต่ำกว่ามาตรฐานคือ 2 ชั่วโมง ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้กำหนดไว้ และไม่สามารถจดทะเบียนรับรองตามมาตรฐาน TISI ซึ่งเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ไล่ยุงที่กำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีฤทธิ์มากกว่า 2 ชั่วโมง ในงานวิจัยอื่นๆ ยังมีน้ำมันหอมระเหยจากพืชหลายชนิด ได้แก่ ว่านนางคำ พริกหอม เทียนข้าวเปลือก ไพล โหระพา ตะไคร้หอม ตะไคร้ และขมิ้นชัน ที่มีฤทธิ์ป้องกันยุงกัดน้อยกว่า 2 ชั่วโมง (Choochote et al., 2005; 2007; Phasomkusolsil & Soonwera, 2010; 2011) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาตำรับมาจากสารสกัดจากพืชพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์ป้องกันยุงได้สูงสุดคือ เจลไล่ยุงที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยกานพลูและมะแขว่นสามารถป้องกันยุง *Ae. aegypti, An. dirus* และ *Cx. quinquefasciatus* ได้นาน 4-5 ชั่วโมง และสามารถป้องกันยุงในภาคสนามได้หลายชนิด (Trongtokit, Rongsriyam, Komalamisra, Krisadaphong & A piwathna sorn, 2005, 2066) ส่วนเจลไล่ยุงที่มีส่วนผสมของสารสกัดเฮกเซนจากเมล็ดขึ้นฉ่ายสามารถป้องกันยุง *Ae. aegypti* ได้นาน 4-5 ชั่วโมง และยังสามารถป้องกันยุงในภาคสนามได้หลายชนิดเช่นกัน (Tuetun et al., 2008; 2009) สำหรับผลิตภัณฑ์ไล่ยุงที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม แมงลัก และหญ้าแฝก ที่ได้นำเอานาโนเทคโนโลยีมาใช้ในขั้นตอนการผลิต พบว่าสามารถป้องกันยุง Ae. aegypti ได้นาน 4.7±0.3 ชั่วโมง (Nuchuchua et al., 2009) การทดสอบในภาคสนามของสารไล่ยุงที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบฝรั่ง เหง้ากระชาย และเหง้าขมิ้น พบว่าสามารถป้องกันยุงกลางวันได้ 4-6 ชั่วโมง และยุงกลางคืนได้นานถึง 9 ชั่วโมง (Tawatsin et al., 2006a)

วิธีสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช

การสกัดหรือแยกน้ำมันหอมระเหยจากพืชสามารถทำได้หลายวิธี ตัวอย่างวิธีการสกัดที่นิยมใช้มีดังต่อไปนี้ (วันดี กฤษณพันธ์, 2534; อรัญญา มโนสร้อย และคณะ, 2551)

1. การกลั่น (Distillation) เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด เนื่องจากทำได้ง่ายและประหยัด สามารถทำได้เอง โดยมีอุปกรณ์สำคัญ 3 ส่วน คือ หม้อกลั่น เครื่องควบแน่น และภาชนะรองรับ หากเป็นการกลั่นด้วยไอน้ำจะต้องมีหม้อต้มน้ำเพิ่ม แบ่งออกได้เป็น 3 วิธีย่อย คือ การกลั่นด้วยน้ำ การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ และการกลั่นด้วยไอน้ำ ทั้งพืชสดหรือพืชแห้งนิยมใช้วิธีการกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ ส่วนพืชแห้งเหมาะกับวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ในขณะที่พืชสดที่มีการสลายตัวของสารได้ง่ายจะเหมาะกับการกลั่นด้วยไอน้ำ

2. การบีบ (Expression) เหมาะสำหรับการสกัดน้ำมันที่มีการสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน เช่น น้ำ

มันจากผิวมะนาวหรือผิวส้ม เครื่องบีบมี 2 ชนิดหลักคือ เครื่องบีบแบบเก่าที่ใช้แรงอัดหลายๆ ครั้ง ด้วยระบบไฮดรอลิค เพื่อบีบน้ำมันออกจากเมล็ดด้วยความดันระหว่าง 2,000-6,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ส่วนเครื่องแบบใหม่เป็นเครื่องบีบแบบเกลียว (Screw presses) สามารถบีบน้ำมันได้อย่างต่อเนื่องด้วยแรงอัด 5-15 ตัน/ตารางนิ้ว

3. การสกัดโดยใช้ไขมัน (Enfleurage) เคยใช้มากในอุตสาหกรรมน้ำหอมเนื่องจากกลีบดอกไม้มีความบอบบาง และน้ำมันหอมระเหยมีปริมาณน้อยและสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน จึงต้องใช้วิธีนี้เพื่อดูดซับน้ำมันหอมระเหยไว้ วิธีนี้ทำได้โดยใช้ไขมันที่ไม่มีกลิ่นหรือน้ำมันไม่ระเหย (Fixed Oil) มาแผ่เป็นฟิล์มบางๆ บนกระจก จากนั้นนำกลีบดอกไม้มาโปรยบนแผ่นฟิล์มเพื่อให้ไขมันดูดซับน้ำมันหอมระเหยไว้ ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วเก็บกลีบดอกไม้ออก นำกลีบดอกไม้ชุดใหม่มาโปรยแทน ในขั้นตอนสุดท้ายจะนำไขมันมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อแยกเอาน้ำมันหอมระเหยออกมา

4. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) เป็นการสกัดที่เลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น petroleum ether และ hexane น้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีราคาแพง แต่มีข้อดีคือ มีกลิ่นคงเดิม เพราะไม่มีการสลายตัวของสารเนื่องจากในการสกัดจะใช้อุณหภูมิต่ำ

5. การกลั่นชนิด Destructive (Destructive distillation) เป็นการกลั่นน้ำมันพืชในวงศ์สน โดยนำมาเผาในที่ที่มีอากาศไม่เพียงพอ จะเกิดการสลายตัวได้สารระเหยที่แยกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นน้ำที่ประกอบด้วย methanol และ crude acetic acid กับชั้นของน้ำมันดิน เช่น pine tar หรือ juniper tar

6. การสกัดโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลว (Supercritical fluid extraction) การสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีนี้ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ในปริมาณมากและใช้เวลาน้อยลง เหมาะสมกับสารที่สลายตัวง่ายเมื่อถูกความร้อน ตัวทำละลายที่นิยมใช้คือ carbon dioxide ซึ่งเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดแบบดั้งเดิมที่เป็นที่นิยม คือ การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ พบว่า การสกัดแบบดั้งเดิมจะใช้เวลามากกว่า และได้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยน้อยกว่า เนื่องจากมีการสูญเสียสารสำคัญจากความร้อนของไอน้ำ ปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีและหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี supercritical fluid extraction โดยมีการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในด้านนี้เพิ่มมากขึ้น ส่วนใหญ่เป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีอยู่ตามท้องถิ่นของประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทย เช่น การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระวาน (Yothipitak, Thana, Goto, & Shotipruk, 2008) ตะไคร้ (Rozzi, Phippen, Simom, & Singh, 2002) และพริกไทยดำ (Sandra, Zivko, Nikolov, Doraiswamy, Agela, A. Meireles, et al. 1999)

การเตรียมผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในรูปแบบต่างๆ สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ความคงตัวของประสิทธิภาพในการไล่ยุง โดยผลิตภัณฑ์ต้องสามารถออกฤทธิ์ไล่ยุงได้ตามต้องการอย่างสม่ำเสมอในทุกครั้งของการผลิต โดยประสิทธิภาพดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความคงตัวของสารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ที่สามารถแบ่งออกเป็นทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ความคงตัวทางกายภาพ ความคงตัวทางเคมี และความคงตัวทางจุลชีพ ในด้านความคงตัวทางกายภาพจะพิจารณาจากลักษณะและสภาพของผลิตภัณฑ์ที่ควรมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีการแยกชั้น และไม่มีการตกตะกอน รวมถึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่น ส่วนความคงตัวทางเคมีของสารออกฤทธิ์จะส่งผลถึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อออกสู่ท้องตลาด จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอยู่เสมอ โดยเฉพาะในขั้นตอนของกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากหากสารออกฤทธิ์สลายตัวเร็ว นอกจากจะมีผลลดประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์แล้ว ยังส่งผลถึงลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนไปด้วย (Yoshioka & Stella, 2000) สำหรับการเตรียมผลิตภัณฑ์ให้มีความคงตัวทางทางจุลชีพนั้น ในขั้นตอนการผลิตจะมีการเติม

สารกันเสียหรือสารต้านจุลชีพเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อต่างๆ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการเตรียม โดยอาจปนเปื้อนมากับเครื่องมือและวัตถุดิบต่างๆ เช่น น้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลาย (Bloomfield & Sheppard, 1996; คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2539)

ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงในท้องตลาดในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ ผง เม็ด น้ำใส โลชั่น ครีม เจล และขี้ผึ้ง การเลือกเตรียมผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใดนอกจากจะพิจารณาถึงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของสารสำคัญแล้ว ยังต้องคำนึงถึงลักษณะการนำไปใช้งานและระยะเวลาที่ต้องการให้ออกฤทธิ์ด้วย เช่น หากต้องการใช้เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับทาผิวหนัง สามารถเตรียมได้ทั้งในรูปแบบน้ำใส โลชั่น ครีม เจล และขี้ผึ้ง แต่หากต้องการใช้เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับฉีดพ่นลงบนผิวหนัง ต้องเตรียมผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของน้ำใสหรือโลชั่น ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางนวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ รวมถึงนาโนเทคโนโลยีสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้ดีขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงก็เช่นกัน ได้มีการนำเอาระบบนำส่งยาสู่เป้าหมายมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อสามารถควบคุมการปลดปล่อยสารสำคัญให้สามารถออกฤทธิ์ได้นานขึ้น (จารีย์ บันสิทธิ์ และคณะ, 2548) ตัวอย่างเช่น การใช้เทคนิคการเตรียมเป็นนาโนอิมัลชัน (nanoemulsion) ที่เป็นอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมันซึ่งใช้สำหรับการห่อหุ้มสารที่ละลายได้ในน้ำ โดยนาโนอิมัลชันดังกล่าวจะมีขนาดอนุภาคเล็กมาก อยู่ในช่วงประมาณ 200 นาโนเมตรหรือน้อยกว่า ซึ่งเล็กกว่าขนาดของอนุภาคอิมัลชันโดยทั่วไปที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนมาก จากการศึกษาของอรอนงค์ หนูชูเชื้อ และคณะ (Nuchuchua et al., 2009) พบว่า ขนาดอนุภาค (droplet size) ของสารทดสอบมีผลต่อการปลดปล่อยสารสำคัญจากผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม แมงลัก และหญ้าแฝกในการออกฤทธิ์ไล่ยุง การศึกษาของอุษาวดี สกุลคู และคณะ (Sakulku et al., 2009) ที่เตรียมผลิตภัณฑ์ไล่ยุงโดยนำเทคนิคนาโนอิมัลชันมาใช้ร่วมกับการห่อหุ้มน้ำมันหอมระเหย (encapsulation) ในการนำส่งให้กับร่างกาย โดยมีการใช้สารลดแรงตึงผิว (surfactant) เข้ามาช่วย พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวจะมีผลทำให้มีอัตราการปลดปล่อยน้ำมันหอมระเหยลดลงและเป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งจะสัมพันธ์เป็นอย่างดีกับระยะเวลาการป้องกันยุง โดยสามารถเพิ่มระยะเวลาในการป้องกันยุงได้มากขึ้น

วิธีการทดสอบฤทธิ์ป้องกันยุงกัดในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบฤทธิ์ป้องกันยุงกัดในห้องปฏิบัติการสามารถทำได้มากมายหลายวิธี ในที่นี้จะเสนอวิธีการทดสอบที่ดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 1996; 2009) ในการทดสอบฤทธิ์ไล่ยุงภายใต้ห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปนิยมใช้ยุงลายบ้าน *Ae. aegypti* เนื่องจากเป็นยุงพาหะนำโรคที่สำคัญ และเป็นยุงที่เลี้ยงง่ายในห้องปฏิบัติการ มีความดุ และกัดเก่ง ในการทดลองจะคัดเฉพาะยุงเพศเมียที่ยังไม่เคยกินเลือดมาก่อน อายุประมาณ 5 – 7 วัน จำนวน 250 ตัว ใส่ในกรงเลี้ยงยุงขนาดมาตรฐาน (40x40x40 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ที่บุด้วยผ้าไนล่อนสีขาว โดยให้อดอาหารยุงก่อนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นเตรียมความพร้อมของอาสาสมัคร (เพศชายและหญิง, อายุระหว่าง 18 – 60 ปี จำนวน 4 – 6 คน) โดยล้างทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ที่จะทำการทดสอบด้วยสบู่อ่อนที่ไม่มีการปรุงแต่งหรือเติมกลิ่นหอมใดๆ แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น 70% ethanol หรือ isopropyl alcohol ทิ้งไว้ให้แห้ง สำหรับอาสาสมัครที่ทำการทดสอบไม่ควรใช้เครื่องหอมหรือผลิตภัณฑ์ไล่ยุงมาก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ในการทดสอบให้ทำเครื่องหมายสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่ขนาด 3x10 ตารางเซนติเมตร ลงบนผิวหนังบริเวณท้องแขนในช่วงระหว่างข้อมือถึงข้อศอกของอาสาสมัครทั้งสองแขน จากนั้นพันส่วนแขนดังกล่าวด้วยแผ่นพลาสติกที่เจาะช่องขนาด 3x10 ตารางเซนติเมตร โดยให้ช่องนี้เปิดพอดีกับบริเวณพื้นที่ทดสอบบนผิวหนังที่ทำเครื่องหมายไว้ จากนั้นให้ปกปิดพื้นที่ส่วนอื่นของแขน เช่น ใส่ถุงมือและใส่เสื้อแขนยาว โดยให้เปิดเฉพาะตรงบริเวณพื้นที่ทดสอบเท่านั้น ทาสารปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร หรือ 0.1 กรัม ในบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้ เกลี่ยให้ทั่วจนครอบคลุมพื้นที่ดังกล่าว ทิ้งไว้ให้แห้ง

ประมาณ 2 นาที สำหรับแขนด้านที่ใช้เป็นแขนทดสอบจะทาด้วยสารที่ต้องการทดสอบฤทธิ์ อาจเป็นผลิตภัณฑ์ไล่ยุงชนิดต่างๆ หรือสารสกัดที่เตรียมในตัวทำละลายที่เหมาะสม ส่วนแขนอีกข้างหนึ่งที่ใช้เป็นตัวควบคุมจะทาด้วยตัวทำละลายที่ใช้ในการละลายสารทดสอบ หลังจากนั้นให้อาสาสมัครสอดแขนข้างควบคุมเข้าไปในกรงยุงที่เตรียมไว้ โดยการเหยียดแขนให้ตรงเพื่อเปิดพื้นที่ที่ทาสารให้ยุงสามารถสัมผัสได้เต็มที่ ซึ่งหากมียุงมาเกาะในบริเวณพื้นที่ทดสอบอย่างน้อย 2 ตัว ให้เอาแขนออกและใส่แขนข้างทดสอบเข้าไปแทนโดยทำในลักษณะเดียวกัน ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาที ระหว่างนี้ให้สังเกตและนับจำนวนยุงที่ลงเกาะในพื้นที่ทดสอบ เมื่อครบ 3 นาที หากยังไม่มียุงมาเกาะให้เอาแขนออก ทำการทดสอบในลักษณะเดิมโดยนำแขนเข้ากรงยุงทุกๆ 30 นาที โดยยื่นแขนควบคุมเข้าไปก่อนเสมอ ทำการทดลองในลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมียุงมาเกาะในพื้นที่ที่ทาสารของแขนข้างทดสอบอย่างน้อย 2 ตัว ให้หยุดการทดลองทันที ระยะเวลาป้องกันยุงกัด (complete protection time) ของสารทดสอบจะนับตั้งแต่เวลาที่เริ่มยื่นแขนเข้าไปในกรงยุงครั้งแรกจนถึงเวลาที่มียุงมาเกาะบริเวณพื้นที่ที่ทาสารทดสอบเป็นตัวที่ 2 ซึ่งเป็นเวลาที่ถือว่าสารหมดฤทธิ์ป้องกันยุงแล้ว ในอาสาสมัครแต่ละคนจะทำการทดสอบอย่างน้อย 2 ครั้ง โดยสลับแขนซ้าย-ขวา ระยะเวลาป้องกันยุงของสารทดสอบจะดูภาพโดยรวมที่ได้จากอาสาสมัครทุกคน และบันทึกเป็นช่วงเวลา (range) ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารไล่ยุงควรทำในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับ biting activity ของยุงแต่ละชนิด เช่น การทดสอบกับยุงลายบ้าน Ae. aegypti จะทำการทดลองในเวลากลางวัน (08.00 – 16.00 น.) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ยุงชนิดนี้ออกหากิน นอกจากนั้นในการทดลองทุกครั้งต้องควบคุมสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาวะเดียวกันเสมอ เช่น อุณหภูมิ 27 – 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 60 – 80 % สำหรับการควบคุมคุณภาพของวิธีการทดสอบนั้น กำหนดให้ใช้อาสาสมัครอีก 1 คนเป็นผู้ทดสอบกับสารไล่ยุงมาตรฐาน เช่น 20% DEET (positive control) เพื่อเป็นค่าอ้างอิง (mean ± S.D.) โดยดำเนินการทดสอบตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นควบคู่ไปอาสาสมัครคนอื่นๆ ซึ่งระยะเวลาป้องกันยุงกัดของสารทากันยุงอ้างอิงต้องอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ จึงจะถือว่าผลการทดสอบนี้เชื่อถือได้

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยามีข้อกำหนดร่วมกันว่าผลิตภัณฑ์สารทากันยุงที่ยื่นขอจดทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเพื่อจัดจำหน่ายในประเทศไทยจะต้องสามารถป้องกันการกัดของยุงลายที่ทดสอบตามวิธีมาตรฐานได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ส่วนประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดของยุงชนิดอื่นนั้นไม่นำมาใช้เป็นมาตรฐานในการขึ้นทะเบียน

สรุป

จากงานวิจัยต่างๆ ที่ได้รวบรวมไว้ในที่นี้สามารถบ่งบอกถึงความก้าวหน้าทางด้านการศึกษาค้นคว้าพืชสมุนไพรที่มีอยู่มากมายในธรรมชาติ และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการนำสมุนไพรมาใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์ไล่ยุงได้เป็นอย่างดี ในประเทศไทยมีการอุปโภคและบริโภคผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรในรูปแบบต่างๆ ที่มีวิวัฒนาการและพัฒนามาจากภูมิปัญญาของชาวบ้านในท้องถิ่นกันอย่างมากมายและแพร่หลาย หากมีการศึกษาวิจัยในด้านนี้อย่างต่อเนื่องและจริงจังจนสามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงจากสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้ง่าย สะดวก และปลอดภัย จะก่อให้เกิดประโยชน์และเกื้อกูลในการดำรงชีวิตของประชาชน รวมทั้งเอื้อประโยชน์ต่อภาคเศรษฐกิจของประเทศจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ยั่งยืน และเกิดประโยชน์สูงสุด นอกจากนั้นยังสามารถสร้างความความภูมิใจในวัฒนธรรม และเห็นคุณค่าของความเป็นไทยและแผ่นดินไทยมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2551). *Insect Repellent.* คัดลอก 7 มี.ค. 2555 จาก http://www.fda.moph.go.th/psiond/download/km/factsheet/insect repellent. pdf.

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2539). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง.* กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

จักรวาล ชมพูศรี. (2544). *ยุงแมนโซเนียพาหะโรคเท้าช้าง.* ใน อุษาวดี ถาวระ (บก.), ชีววิทยา นิเวศวิทยาและการควบคุมยุงในประเทศเทศไทย (หน้า 98-104), กรุงเทพฯ : ดีไซร์ จำกัด.

จารีย์ บันสิทธิ์, ธิดารัตน์ บุญรอด, ประไพ วงค์สินคงมั่น, ปราณี ชวลิตธำรง, อุษาวดี ถาวระ, อภิวัฏ ธวัชสิน และวรี ติยะบุญชัย. (2548). *สมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงทางการแพทย์ 2 น้ำมันหอมระเหย.* นนทบุรี: ดีไซร์ จำกัด.

ปรัชญา สมบูรณ์. (2555). *ยุง.* คัดลอก 19 มิ.ย. 2555 จาก http://www.med.cmu.ac.th/dept/parasite/ public/ Mosquito.htm

วันดี กฤษณพันธ์. (2534). *พฤกษเคมีเบื้องต้น.* ใน วีณา จิรัจฉริยากูล (บก.), ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (หน้า 25-72), กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วรรณภา สุวรรณเกิด. (2554). *ยุงก้นปล่องพาหะโรคมาลาเรีย.* ใน อุษาวดี ถาวระ (บก.), ชีววิทยา นิเวศวิทยาและการควบคุมยุงในประเทศเทศไทย (หน้า 81-91), กรุงเทพฯ: ดีไซร์ จำกัด.

สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2554). *Annuale epidemiological surveillance report.* นนทบุรี: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์ (สำนักกิจการโรงพิมพ์).

อรัญญา มโนสร้อย, ชลดา คำโน, เพ็ญพรรณ ขันรินท์, กาญจนา เรือนโต และจีรเดช มโนสร้อย. (2551). *การเตรียมสารสกัดและน้ำมันจากสมุนไพรโดยใช้ Supercritical carbon dioxide fluid และการกลั่น.* คัดลอก 22 มี.ค. 2555 จากhttp://www.ist.cmu.ac.th/researchunit/pcrnc/paper/ seminar/302-309.pdf

อุษาวดี ถาวระ. (2544ก). *ยุงพาหะโรคไข้สมองอักเสบเจอี.* ใน อุษาวดี ถาวระ (บก.), ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย (หน้า 65-73), กรุงเทพฯ: ดีไซร์ จำกัด.

อุษาวดี ถาวระ. (2544ข). *ยุงพาหะโรคไข้เลือดออก.* ใน อุษาวดี ถาวระ (บก.), ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย (หน้า 1-41), กรุงเทพฯ: ดีไซร์ จำกัด.

Beaty, B. J. & Marquardt, W. C. (1996). The biology of disease vectors. University Press of Colorado: Colorado, USA.

Bloomfield, S.F. & Sheppard, F. C. (1996). Preservation of pharmaceutical products. In Swarbrick J & Boyylan J. (Ed.), *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology*. New York: Marcel Dekker.

Brown, M. & Hebert, A. A. (1997). Insect repellents: An overview. *J Am Acad Dermatol*, 36, 243-24.

Choochote, W., Chaithong, U., Kamsuk, K., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Tuetun, B., et al. (2007). Repellent activity of selected essential oils against Aedes aegypti. *Fitoterapia, 78*(5), 359-364.

Choochote, W., Chaiyasit, D., Kanjanapothi, D., Rattanachanpichai, E., Jitpakdi, A., Tuetun, B., et al.

(2005). Chemical composition and anti-mosquito potential of rhizome extract and volatile oil derived from Curcuma aromatica against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae). *J Vector Ecol, 30*(2), 302-309.

Choochote, W, Kanjanapothi, D, Panthong, A, Taesotikul, T, Jitpakdi, A, Chaithong, U, et al. (1999). Larvicidal, adulticidal and repellent effects of Kaempferia galanga. *Southeast Asian J Trop Med Public Health, 30*(3), 470-476.

Choochote, W., Tuetun, B., Kanjanapothi, D., Rattanachanpichai, E., Chaithong, U., Chaiwong, P., et al. (2004). Potential of crude seed extract of celery, Apium graveolens L., against the mosquito Aedes aegypti (L.) (Diptera: Culicidae). *J Vector Ecol, 29*(2), 340-346.

Clements, A. N. (1999). *The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behavior.* Cambridge: University Press.

Copeland, R. S., Walker, T. W., Robert, L.L., Gihure, J. I., Wirtz, R. A. & Klein, T. A. (1995). Response of wild Anopheles funestus to repellent-protected volunteers is unaffected by malaria infection of the vector. *J Am Mosq Control Assoc, 15*, 342-347.

Gupta, R. K., & Rutledge, L. C., (1994). Role of repellents in vector control and disease prevention. *Am J Trop Med Hyg, 50,* 82-86.

Ismail, I. A., Phinichpongse, S. & Boonrasri, P. (1978). Responses of Anopheles minimus to DDT residual spraying in a clear forested foothill area in central *Thailand. Acta Trop, 35,* 69-82.

Kamsuk, K., Choochote, W., Chaithong, U., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., Riyong, D., et al. (2007). Effectiveness of Zanthoxylum piperitum-derived essential oil as an alternative repellent under laboratory and field applications. *Parasitol Res, 100*(2), 339-345.

Maia, M. F., & Moore, S.J., (2011). Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. *Malaria Journal, 10* (Suppl 1), S11. doi:10.1186/1475-2875-10-S1-S11

Ministry of Public Health. (1987). *Thai Pharmacopoeia.* Bangkok: Department of Medical Sciences, Public Health Ministry

Moffat, A. C., (1986). Clarke's Isolation and identification of drugs. London: The Pharmaceutical Press .

Nuchuchua, O., Sakulku, U., Uawongyart, N., Puttipipatkhachorn, S., Soottitantawat, A. & Ruktanonchai, U., (2009). In vitro characterization and mosquito (Aedes aegypti) repellent activity of essential-oils-loaded nanoemulsions. *AAPS Pharm Sci Tech, 10*(4), 1234-1242.

Peter, R. J., Van den Bossche, P., Penzhorn, B. L., & Sharp, B. (2005). Tick, fly and mosquito control-lessons from the past, solutions for the future. *Vet Parasitol, 132*, 205-215.

Phasomkusolsil, S., & Soonwera, M. (2010). Insect repellent activity of medicinal plant oils against Aedes aegypti (Linn.), Anopheles minimus (Theobald) and Culex quinquefasciatus Say based on protection time and biting rate. *Southeast Asian J. Trop Med Public Health, 41*(4), 831-840.

Phasomkusolsil, S. & Soonwera, M. (2011). Comparative mosquito repellency of essential oils against Aedes aegypti (Linn.), Anopheles dirus (Peyton and Harrison) and Culex quinquefasciatus (Say). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 1*(1), 113-118.

Pitasawat, B., Choochote, W., Tuetun, B., Tippawangkosol, P., Kanjanapothi, D., Jitpakdi, A., et al., (2003). Repellency of aromatic turmeric Curcuma aromaticaunder laboratory and field conditions. *J Vector Ecol, 28*(2), 234-240.

Rozendaal, J. A. (1997). Methods for use by individuals and communities. Vector Control. Geneva: World Health Organization

Rozzi, N. L., Phippen, W., Simom, J. E., & Singh, R. K. (2002). Supercritical Fluid Extraction of Essential Oil Compoments from Lemon-Scented Botanicals. *Lebensmittel-Wissenschaftund-Technologie,35*(4), 319-324.

Sakulku, U., Nuchuchua, O., Uawongyart, N., Puttipipatkhachorn, S., Soottitantawat, A. & Ruktanonchai, U. (2009). Characterization and mosquito repellent activity of citronella oil nanoemulsion. *Int J Pharm, 372*(1-2), 105-111.

Sandra, R. S., Zivko, L. F., Nikolov, L. K., Doraiswamy, M., Agela, A. Meireles, et al. (1999). Supercritical fluid extraction of black pepper (Piper nigrun L.) essential oil. *Journal of supercritical fluid,*235-245.

Service M. W. (1993). Mosquitoes (Culicidae). In Lane R. P., & Crosskey R. W. (Ed.), *Medical insects and arachnids* (pp. 723-725). Chapman & Hall: London.

Tawatsin, A., Asavadachanukorn, P., Thavara, U., Wongsinkongman, P., Bansidhi, J., Boonruad, T., et al., (2006a). 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, 37*(5), 915-31.

Tawatsin, A., Thavara, U., Chansang, U., Chavalittumrong, P., Boonruad, T., Wongsinkongman, P., et al. (2006b). Field evaluation of deet, Repel Care, and three plant based essential oil repellents against mosquitoes, black flies (Diptera: Simuliidae) and land leeches (Arhynchobdellida: Haemadipsidae) in Thailand. *J Am Mosq Control Assoc, 22*(2), 306-13.

Tawatsin, A., Wratten, S.D., Scott, R.R., Thavara, U., & Techadamrongsin, Y. (2001). Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. J Vector Ecol, 26(1), 76-82.

Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N., & Apiwathnasorn, C. (2005). Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytother Res, 19*(4), 303-309.

Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N., Krisadaphong, P. & A piwathna sorn, C. (2004). Laboratory and field trial of developing medicinal local Thai plant products against four species of mosquito vectors. *Southeast Asian J Trop Med Public Health, 35*(2), 325-333.

Tuetun, B., Choochote, W., Pongpaibul, Y., Junkum, A., Kanjanapothi, D., Chaithong, U., et al. (2009). Field evaluation of G10, a celery (Apium graveolens)-based topical repellent, against mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Chiang Mai province, northern Thailand. *Parasitol Res, 104*(3), 515-521.

Tuetun, B., Choochote, W., Pongpaibul, Y., Junkum, A., Kanjanapothi, D., Chaithong, U., et al. (2008). Celery-based topical repellents as a potential natural alternative for personal protection against mosquitoes. *Parasitol Res, 104*(1), 107-115.

Tuetun, B., Choochote, W., Kanjanapothi, D., Rattanachanpichai, E., Chaithong, U., Chaiwong, P., et al. (2005). Repellent properties of celery, Apium graveolens L., compared with commercial repellents, against mosquitoes under laboratory and field conditions. *Trop Med Int Health, 10*(11), 1190-1198.

Tuetun, B., Choochote, W., Rattanachanpichai, E., Chaithong, U., Jitpakdi, A., Tippawangkosol, P., et al. (2004). Mosquito repellency of the seeds of celery (Apium graveolens L.). *Ann Trop Med Parasitol, 98*(4), 407-417.

Yothipitak, W., Thana, P., Goto, M., & Shotipruk, A. (2008). Experiments and Statistical Analysis of Supercritical Carbon Dioxide Extraction. *Chiang Mai J. Sci, 35*(1), 109-115.

Yoshioka, S., & Stella, V., (2000). *Chemical Stability of Drug Substances*. Stability of Drugs and Dosage Forms. New York: Kluwer Academic/ Plenum Publisher.

Wagner, H., Bladt, S., & Zgainski, E. M., (1984). *Plant Drug Analysis.* New York.

World Health Organization. (1992). Vector resistance to Pesticide. 15th report WHO Expert Committee on Vector Biology and Control. *WHO TECH REP SER, 818*, 1-62.

World Health Organization. (1996). Report of the WHO informal consultation on the evaluation and testing of insecticides. CTD/ WHOPES/IC/96.1.Control of Tropical Disease Division. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. (2009). *Guidelines for efficacy testing of mosquito repellents for human skin.* WHO/HTM/NTD/WHOPES/2009.4.Control of Neglected Tropical Diseases WHO Pesticide evaluation Scheme: World Health Organization.