ระดับความไวของลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ต่อสารเคมีทีมีฟอส ในพื้นที่จังหวัดระยอง

โดย

อุไรวรรณ ถาดทอง
ธีรยุทธ กล่ำสีดา
วรรณภา ฤทธิสนธิ์

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๖ ชลบุรี

บทคัดย่อ

สารทีมีฟอสเป็นสารเคมีหลัก ในการใช้กำจัดและควบคุมลูกน้ำยุงลายพาหะนำโรค ไข้เลือดออกในประเทศไทย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบระดับความไวของลูกน้ำ ยุงลายบ้านในเขตตำบลต่างๆ จำนวน ๑๐ ตำบลของจังหวัดระยอง ต่อสารเคมีทีมีฟอสที่ระดับ ความเข้มข้น ๐.๐๑๒ mg/l โดยใช้วิธีทดสอบความไวลูกน้ำยุงตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ผลการศึกษาพบว่าลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ ๓ ตำบล คือ บ้านแลง พนานิคม และน้ำเป็น มีความต้านทานสูงต่อสารเคมีทีมีฟอส อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายน้อยกว่า ๘๐.๐% และพื้นที่ใน ๕ ตำบล คือ เชิงเนิน นิคมพัฒนา หนองไร่ หนองละลอก และบางบุตร มีแนวโน้มเริ่มพัฒนาการต้านทานต่อสารเคมีทีมีฟอส มีอัตราการตายอยู่ระหว่าง ๘๖.๓ – ๙๕.๐% และจากพื้นที่ศึกษาทั้งหมดมีเพียง ๒ พื้นที่ คือ ห้วยทับมอญและปลวกแดง ยังมีความไวต่อสารเคมีทีมีฟอสอยู่

การทดสอบระยะเวลาป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำในภาชนะเก็บน้ำที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนในชุมชนตลาดบ้านเพ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง พบว่าโอ่งมังกรทุกใบที่ใส่ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑% SG ชนิดซองชา ขนาด ๒๐ กรัม มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายในระยะเวลา ๘ สัปดาห์ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ ทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำ ๑% ที่บรรจุซองชามีประสิทธิภาพในการป้องกันลูกน้ำยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกในชุมชนที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนได้นาน ๒ เดือน

Insecticide susceptibility status of *Aedes aegypti* larvae against temephos in Rayong Province

Urivan Thadtong Theerayuth Glamseeda and Wanapa Ritthison

Abstract

Temephos is the most effective larvicide against the larvae of a dengue vector *Aedes aegypti* in Thailand. This study aimed to determine the susceptibility status of *Ae. aegypti* larvae in ๑๐ subdistricts (tambon) in Rayong province by using the World Health Organization (WHO) standard larval susceptibility test method with the diagnostic dose of ๐.๐๑๒ mg/l temephos. The results of the study showed that *Ae. aegypti* larvae collected from three subdistricts of Ban laeng, Pananikom and Nam Pen were highly resistant to temephos, with mortality rates less than ๘๐.๐%. While five populations of *Ae. aegypti* larvae from Choeng Noen, Nikhom Phattana, Nong Rai, Nonglalok and Bang But subdistricts exhibited incipient resistance, with a mortality rate between ๘๖.๓-๙๕.๐%. Only two populations from Huai Thap Mon and Pluak Daeng Pluak Daeng were susceptible to temephos.

The efficiency of temephos sand granules ๑% which were packed in sachets at quantity ๒๐ g per sachet was conducted in water-storage containers against *Aedes aegypti* larvae in Pae Subdistrict, Muang District, Rayong Province for ๓ months. The study found that temephos sand granules ๑% have high efficacy ๑๐๐% in preventing *Ae. aegypti* larvae within ๘ weeks. While the temephos zeolite granules ๑% have efficacy from ๘๓.๓% to ๑๐๐ %. This studies showed the temephos ๑% in sachet was effective in preventing *Ae. aegypti* larvae vector in water-storage container for ๒ months in the field under normal water use practices.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายแพทย์สมัย กังสวร อดีตผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๓ ชลบุรี ที่ให้โอกาสและสนับสนุนในการทำวิจัย แพทย์หญิงรุ่งนภา ประสานทอง รองผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๓ จังหวัดชลบุรี ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดจนชี้แนะในการศึกษาวิจัย หัวหน้าศูนย์ และทีมกีฏวิทยาทุกท่านของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ ๓.๒ สระแก้ว และ. ๓.๓ ระยอง ที่ได้ร่วมดำเนินการศึกษาวิจัยครั้งนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๑
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๒
กิตติกรรมประกาศ	๓
สารบัญ	๔
บทที่ ๑ ความสำคัญและที่มาของปัญหา	๕
บทที่ ๒ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ๗	
บทที่ ๓ วิธีดำเนินการวิจัย	๑๗
บทที่ ๔ ผลการศึกษาวิจัย	๒๐
บทที่ ๕ สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา	๒๓
เอกสารอ้างอิง	๒๔

บทที่ ๑
ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สารเคมีกำจัดลูกน้ำที่ได้รับการพัฒนาและเป็นที่ยอมรับว่ามีคุณสมบัติในการกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ดีชนิดหนึ่ง คือ ทีมีฟอส (Temephos) เป็นสารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีความเป็นพิษน้อยต่อคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นๆ สารทีมีฟอสได้รับการพัฒนาและผลิตให้อยู่ในรูปของทรายเคลือบสารทีมีฟอส เพื่อให้สะดวกและเหมาะสมต่อการใส่ในภาชนะเก็บน้ำชนิดต่างๆ มีสารออกฤทธิ์ ๑% อัตราที่กำหนดให้ใช้ คือ ๑ กรัมต่อน้ำ ๑๐ ลิตร หรือสารออกฤทธิ์ ๒% อัตราที่กำหนดให้ใช้ ๐.๕ กรัมต่อน้ำ ๑๐ ลิตร ซึ่งจะมีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์เท่ากับ ๑ ppm โดยมีประสิทธิภาพควบคุมลูกน้ำได้นาน ๓ เดือน กระทรวงสาธารณสุขได้เริ่มนำมาใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออก ตั้งแต่ปี ๒๕๑๑ เป็นต้นมา และได้ใช้กันอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากใช้ง่ายและให้ผลเร็ว โดยทั่วไปทรายเคลือบทีมีฟอสชนิดที่เป็นเกล็ดจะถูกบรรจุอยู่ในซองขนาด ๒๐ กรัม หรือ ๕๐ กรัม เพื่อสะดวกในการแจกจ่ายให้กับประชาชน แต่ขณะเดียวกันมีรายงานการสร้างความต้านทานของลูกน้ำยุงลายในหลายพื้นที่ของประเทศไทย (Chareonviriyaphap et al., ๒๐๑๓;Jirakanjanakit et al., ๒๐๐๗; Ponlawat et al., ๒๐๐๕; กิติยาภรณ์ และคณะ ๒๕๕๐; วาสนา และคณะ ๒๕๕๐) เนื่องจากใช้ในพื้นที่เดิมเป็นเวลานาน ๆ ใช้ในปริมาณที่ไม่ถูกต้องตามคำแนะนำ และการขาดความรู้ในการใช้สารเคมี เป็นสาเหตุทำให้ยุงพาหะนำโรคเกิดการพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีขึ้นได้ ทำให้การป้องกันกำจัดยุงลายไม่ได้ผล เพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์กำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และระดับความไวต่อสารทีมีฟอสของยุงในพื้นที่ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๓ จังหวัดชลบุรี เห็นความสำคัญของการควบคุมโรคไข้เลือดออก จึงได้ศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารเคมีทีมีฟอส โดยเลือกพื้นที่ทำการทดลอง คือ จังหวัดระยอง ซึ่งมีอัตราป่วยโรคไข้เลือดออกสูงเป็นลำดับที่ ๒ ของประเทศในปี ๒๕๕๕ เป็นพื้นที่ดำเนินการ

วัตถุประสงค์

๑.เพื่อศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารเคมีทีมีฟอส ความเข้มข้น ๐.๐๑๒ มิลลิกรัม/ลิตร โดยวิธี Susceptibility Test ในพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดระยอง

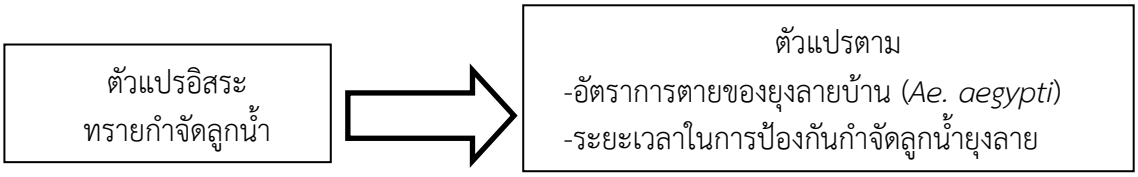
๒.เพื่อศึกษาระยะเวลาป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำในภาชนะเก็บน้ำที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนในชุมชน

๑.๓ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยที่ได้จะเป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดระยองหรือหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้พิจารณาการใช้ทรายกำจัดลูกน้ำในการป้องกันกำจัดยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกอย่างมีประสิทธิภาพ

กรอบแนวคิดในการศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย



ระดับการวัดตัวแปร: ช่วงมาตรา

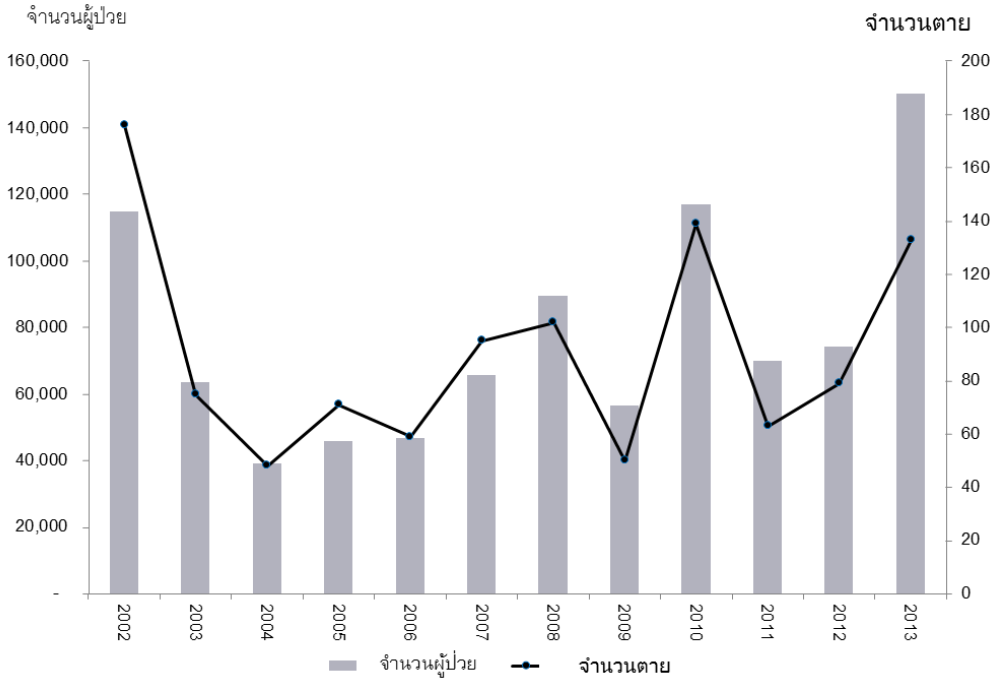
รูปแบบการวิจัย

การวิจัยแบบทดลอง (Experimental Research)

บทที่ ๒
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคติดเชื้อที่สำคัญของประเทศไทยโดยมียุงลายเป็นพาหะนำโรค ซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัสเดงกี่ เริ่มระบาดครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปี ๒๕๐๑ ที่กรุงเทพฯ แล้วแพร่กระจายไปตามภูมิภาคต่าง ๆ ปัจจุบันมีรายงานพบผู้ป่วยในทุกจังหวัดของประเทศ สถานการณ์โรคไข้เลือดออกทั้งประเทศในปี ๒๕๕๖ พบผู้ป่วยจำนวน ๑๕๓,๗๖๕ ราย คิดเป็นอัตราป่วย ๒๓๙.๙๗ ต่อประชากรแสนคน มีผู้เสียชีวิต ๑๓๒ ราย และอัตราป่วยตายร้อยละ ๐.๐๙ ผู้ป่วย (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, ๒๕๕๖)โดยสถานการณ์โรคไข้เลือดออกปี ๒๕๕๖ ในพื้นที่รับผิดชอบโดยสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๓ จังหวัดชลบุรี จำนวน ๘ จังหวัด พบผู้ป่วยจำนวน ๑๐,๓๘๗ รายคิดเป็นอัตราป่วย ๑๘๔.๘๕ ต่อประชากรแสนคน มีผู้เสียชีวิต ๙ ราย คิดเป็นอัตราตาย ๐.๑๖ ต่อประชากรแสนคน และอัตราป่วยตายร้อยละ ๐.๙ จังหวัดที่มีอัตราป่วยต่อประชากรแสนคนสูงสุดคือ ตราด (๓๑๘.๔๕) รองลงมาคือ ระยอง (๓๐๔.๒), จันทบุรี (๒๘๕.๙๖), ปราจีนบุรี (๒๒๒.๕๑), ชลบุรี (๑๕๖.๓๕), สมุทรปราการ (๑๔๘.๑), สระแก้ว (๑๑๗.๑๒), สระแก้ว (๑๑๗.๑๒) และ ฉะเชิงเทรา (๑๐๐.๘๓) ตามลำดับ (กลุ่มระบาด, ๒๕๕๗)

ไข้เลือดออกพบได้ตลอดปี การกระจายการเกิดโรคไข้เลือดออกตามเวลาในภาพรวมของเขตยังคงเป็นไปตามฤดูกาล คือ จำนวนผู้ป่วยจะสูงมากในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-กันยายน และมีการระบาดหลายลักษณะ เช่น ระบาดปีเว้นปี ปีเว้น ๒ ปี หรือระบาดติดต่อกัน ๒ ปี เว้น ๑ ปี แต่ในระยะ ๑๕ ปี ย้อนหลัง ลักษณะการระบาดมีแนวโน้มเป็น ๒ ปี เว้น ๒ ปี (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, ๒๕๕๑)



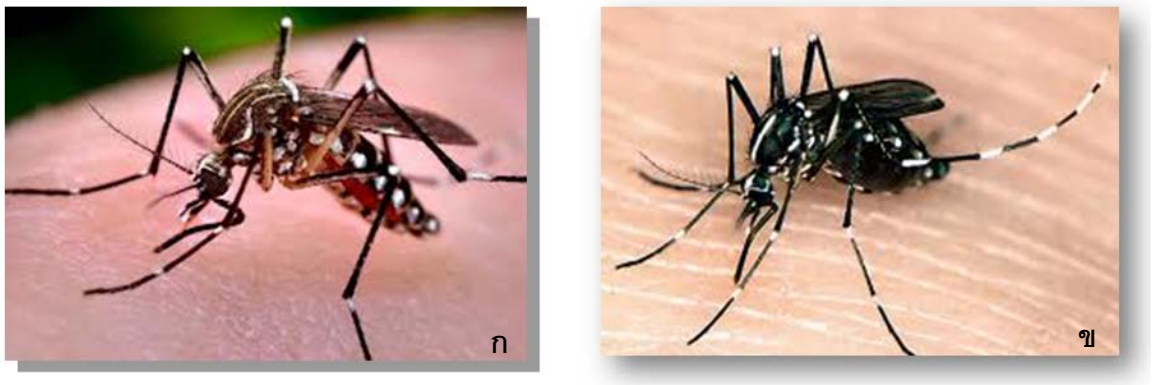
ภาพที่ ๑ จำนวนผู้ป่วยและตายด้วยไข้เลือดออกระหว่างปี ๒๕๔๕-๒๕๕๖

สาเหตุการติดต่อ

โรคไข้เลือดออกไม่สามารถติดต่อจากคนสู่คนโดยตรง การติดต่อของโรคนี้มียุงลาย (*Aedes*) เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ โดยยุงตัวเมียออกหากินเวลากลางวันและดูดเลือดคนเป็นอาหาร จะกัดดูดเลือดผู้ป่วยซึ่งในระยะไข้สูงจะเป็นระยะที่มีไวรัสอยู่ในกระแสเลือด เชื้อไวรัสจะเข้าสู่กระเพาะยุง และเข้าไปอยู่ในเซลล์ที่ผนังกระเพาะ เมื่อเชื้อไวรัสเพิ่มจำนวนมากขึ้นจะออกมาจากเซลล์ผนังกระเพาะและ เดินทางเข้าสู่ต่อมน้ำลายพร้อมที่จะเข้าสู่คนที่ถูกกัดในครั้งต่อไป ซึ่งระยะฟักตัวในยุงนี้ประมาณ ๘-๑๒ วัน เมื่อยุงตัวนี้ไปกัดคนอื่นอีก จะปล่อยเชื้อไวรัสไปยังผู้ที่ถูกกัด เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายคนและผ่านระยะฟักตัวนานประมาณ ๕-๘ วัน (สั้นที่สุด ๓ วัน - นานที่สุด ๑๕ วัน) จะทำให้เกิดอาการของโรคได้ ยุงลายที่ได้รับเชื้อไวรัสเข้าไปในตัว เชื้อไวรัสจะคงอยู่ต่อไปจนตลอดชั่วอายุของยุง โดยเฉลี่ยประมาณ ๑-๒ เดือน หรืออาจจะมีอายุยืนถึง ๓ เดือน ซึ่งตลอดระยะเวลายุงสามารถจะถ่ายทอดเชื้อไวรัสให้กับคนได้ทุกครั้งที่มันกัดดูดกินเลือด (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. ม.ป.ป.)

ยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออก

ยุงลายที่พบในประเทศไทยมี ๑๔๔ ชนิด แต่ที่เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกมีอยู่ ๒ ชนิด ได้แก่ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลักนำโรคไข้เลือดออก และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะรอง



ภาพที่ ๒ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) (ก) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) (ข)

๑) แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย

ลูกน้ำของยุงลายบ้าน จะอยู่ในภาชนะขังน้ำชนิดต่างๆที่มนุษย์สร้างขึ้น (man-made container) ทั้งที่อยู่ภายในบ้านและบริเวณรอบๆบ้าน เช่น โอ่งน้ำดื่มน้ำใช้ บ่อซีเมนต์เก็บน้ำในห้องน้ำ ถ้วยหล่อขาตู้กับข้าวกันมด แจกัน ภาชนะเลี้ยงพลูด่าง จานรองกระถางต้นไม้ ยางรถยนต์เก่าและเศษวัสดุต่างๆที่มีน้ำขัง เป็นต้น ยุงลายจะวางไข่ตามภาชนะขังน้ำที่มีน้ำนิ่งและใส น้ำฝนเป็นน้ำที่ยุงลายชอบวางไข่มากที่สุด ดังนั้นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายบ้านจึงมักจะอยู่ตามโอ่งน้ำดื่มและน้ำใช้ที่ไม่ปิดฝาทั้งภายในและภายนอกบ้าน ในช่วงฤดูฝนยุงลายมีโอกาสแพร่พันธุ์เพิ่มขึ้น เพราะจะมีภาชนะขังน้ำเป็นจำนวนมากทำให้ยุงลายสามารถวางไข่ขยายพันธุ์ได้มากขึ้น ข้อมูลทางวิชาการยังระบุด้วยว่าไข้เลือดออก

ในระยะหลังๆ นี้ ไม่ได้ระบาดเฉพาะในหน้าฝนเท่านั้น แต่ยังระบาดในช่วงหน้าร้อนและหน้าหนาวอีกด้วย ข้อมูลที่สำคัญก็คือ แหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย ที่ทำให้เกิดโรคไข้เลือดออก ๘๐% มาจากในบ้าน ยุงลายบ้านจะพบมากในเขตชุมชนโดยเฉพาะในชุมชนที่อาศัยอยู่อย่างแออัด จากการสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายบ้านพบว่าส่วนใหญ่เป็นภาชนะเก็บขังน้ำที่อยู่ภาย ในบ้าน ร้อยละ ๖๔.๕๒ และเป็นภาชนะเก็บขังน้ำที่อยู่นอกบ้าน ร้อยละ ๓๕.๕๓

ลูกน้ำยุงลายสวน มักเพาะพันธุ์อยู่ในแหล่งเพาะพันธุ์ธรรมชาติ (natural container) เช่น โพรงไม้ โพรงหิน กระบอกไม้ไผ่ กาบใบพืชจำพวกกล้วย พลับพลึง หมาก ตลอดจนแหล่งเพาะพันธุ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นและอยู่บริเวณรอบๆบ้านหรือในสวน เช่น ยางรถยนต์เก่า รางน้ำฝนที่อุดตัน ถ้วยรองน้ำยางพาราที่ไม่ใช้แล้ว หรือแม้แต่แอ่งน้ำบนดิน เมื่อตัวเมียผสมพันธุ์แล้วจะวางไข่ ยุงลายชอบวางไข่บนพื้นผิวที่เปียก บริเวณด้านในของภาชนะมากกว่าที่วางไข่บนผิวน้ำ สภาพของน้ำที่ยุงลายชอบเป็นน้ำค่อนข้างใส อาจจะสะอาดหรือไม่สะอาดก็ได้ เช่น น้ำที่มีใบไม้แช่อยู่ น้ำในยางรถยนต์ ไข่สามารถอยู่ในสภาพแห้งเป็นเวลาหลายเดือน ถ้าอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสมจะฟักเป็นลูกน้ำในเวลา ๔๘ ชั่วโมง และไข่ยุงลายสามารถอยู่ได้เป็นปี เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงจะฟักออกมาเป็นลูกน้ำ และจะใช้เวลา ๘ วัน จนกลายเป็นตัวเต็มวัย แต่หากสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมอาจจะใช้เวลา ๒-๓ สัปดาห์ เมื่อเป็นตัวเต็มวัยจะเริ่มหาอาหารภายในเวลา ๒๔-๓๖ ชั่วโมง (สีวิกา, ๒๕๔๕)

๒) พฤติกรรมการออกหากินของยุงลาย

ตัวแก่ยุงลายบ้านและยุงลายสวนชอบกัดในเวลากลางวัน จะชุกชม ๙.๐๐-๑๑.๐๐ น. และ ๑๓.๐๐-๑๕.๐๐ น. อัตราการกัดแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ยุงลายกัดดูดเลือดครั้งแรกเมื่อออกจากตัวโม่งแล้วประมาณ ๑-๓ วัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในและสภาพแวดล้อม ยุงลายสามารถดูดกินเลือดได้หลายครั้ง (multiple feeding) และเมื่อไปกัดคนที่มีเชื้อไวรัสเดงกี่เชื้อจะคงอยู่ตลอดชั่วอายุของยุงตัวนั้น ทำให้ยุงลายเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสได้เป็นอย่างดี ยุงลายบ้านชอบกัดในบ้าน ส่วนยุงลายสวนชอบกัดนอกบ้าน อาหารที่สำคัญ คือ เลือดของคน นอกจากคนแล้วยุงดูดกินสัตว์เลือดอุ่นซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย หมู สุนัข แมว แต่จะเป็นส่วนน้อย หลังจากได้รับเลือดประมาณ ๓ วัน จึงวางไข่ ช่วงเวลาของการสร้างไข่ (gonotrophic cycle) ประมาณ ๒.๕-๓.๕ วัน แหล่งเกาะพัก หลังจากยุงลายกัดดูดเลือดคนแล้ว จะหาที่เกาะพักตามบริเวณที่มืด ค่อนข้างชื้น และอับลม เช่น ห้องน้ำ ห้องนอน บริเวณที่เก็บของ

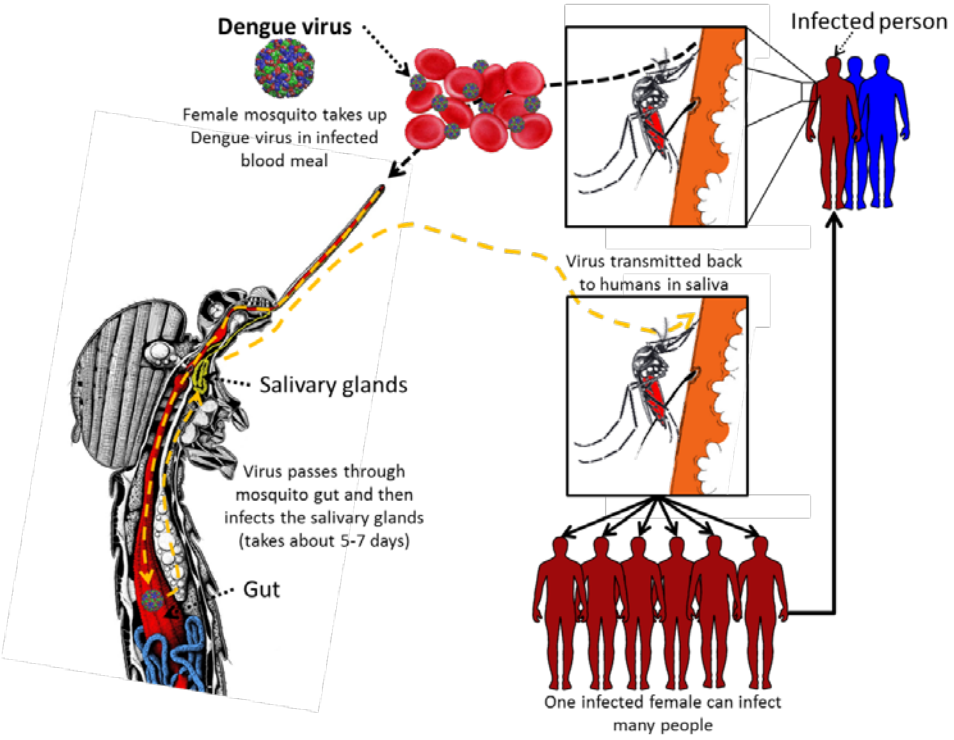
๓) แหล่งเกาะพักยุงลาย

แหล่งเกาะพักยุงลาย ได้แก่ สิ่งห้อยแขวนภายในบ้าน เช่น เสื้อผ้า มุ้ง ม่าน หรือตะกร้าใส่เสื้อผ้าใช้แล้ว พบยุงลายเกาะอยู่ตามฝาผนังประมาณร้อยละ ๒-๑๐ โดยทั่วไปยุงจะบินไม่เกิน ๑๐๐ เมตร จากแหล่งเพาะพันธุ์ แต่จากรายงานบางประเทศพบว่ายุงอาจจะบินได้ไกล ๔๐๐ เมตร(สุขภาพชาวยาม ,ม.ป.ป.) ; อุษาวดี ,๒๕๔๑ ; วรวุฒิ, ม.ป.ป.)

วงจรการแพรเชื้อ

โรคไข้เลือดออกไม่สามารถติดต่อจากคนสู่คนโดยตรง การติดต่อของโรคนี้มียุงลาย (*Aedes*) เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ โดยยุงตัวเมียออกหากินเวลากลางวันและดูดเลือดคนเป็นอาหาร จะกัดดูดเลือดผู้ป่วยซึ่งในระยะไข้สูงจะเป็นระยะที่มีไวรัสอยู่ในกระแสเลือด เชื้อไวรัสจะเข้าสู่กระเพาะยุง และเข้าไปอยู่ในเซลล์ที่ผนังกระเพาะ เมื่อเชื้อไวรัสเพิ่มจำนวนมากขึ้นจะออกมาจากเซลล์ผนังกระเพาะ อาจเข้าสู่ไข่ยุงที่

เจริญเต็มที่แล้วเวลาวางไข่ได้ (transovarian transmission) และเดินทางเข้าสู่ต่อมน้ำลายพร้อมที่จะเข้าสู่คนที่ถูกกัดในครั้งต่อไป ซึ่งระยะฟักตัวในยุงนี้ประมาณ ๘-๑๒ วัน เมื่อยุงตัวนี้ไปกัดคนอื่นอีก จะปล่อยเชื้อไวรัสไปยังผู้ที่ถูกกัด เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายคนและผ่านระยะฟักตัวนานประมาณ ๓-๑๕วัน (เฉลี่ย ๔-๖ วัน) จะทำให้เกิดอาการของโรคได้ ยุงลายที่ได้รับเชื้อไวรัสเข้าไปในตัว เชื้อไวรัสจะคงอยู่ต่อไปจนตลอดชั่วอายุของยุง โดยเฉลี่ยประมาณ ๑-๒ เดือน หรืออาจจะมีอายุยืนถึง ๓ เดือน ซึ่งตลอดระยะเวลายุงสามารถจะถ่ายทอดเชื้อไวรัสให้กับคนได้ทุกครั้งที่มันกัดดูดกินเลือด (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง . ม.ป.ป.)



ภาพที่ ๓ วงจรการถ่ายทอดเชื้อไวรัสเดงกี่

ที่มา : http://www.oxitec.com/oxitec-video/introducing-haedes-and-aegypta-all-about-the-aedes aegypti-mosquito/

การควบคุมยุงลายพาหะนำโรค

เนื่องจากยังไม่มีวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออกซึ่งกำลังอยู่ระหว่างการทดลอง การรักษาจึงเป็นการรักษาตามอาการเท่านั้น ความสำคัญในการป้องกันโรคไข้เลือดออกจึงอยู่ที่การควบคุมยุงพาหะเป็นมาตรการหลัก โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดระดับประชากรของแมลงให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับที่จะก่อให้เกิดการระบาดของโรค วิธีการที่จะป้องกันการเกิดโรคไข้เลือดออก คือ การควบคุมปริมาณยุงลายซึ่งเป็นพาหะนำโรค วิธีการที่ง่ายและให้ผลในการควบคุม คือ การทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายซึ่งเป็นภาชนะขังน้ำที่พบอยู่ทั่วไปทั้งในบ้านและนอกบ้าน วิธีการกำจัดหรือควบคุมยุงพาหะนำโรคแบ่งเป็น ๓ วิธีหลัก คือ

๑. การควบคุมโดยวิธีทางกายภาพ (Physical control) เป็นการควบคุมกำจัดยุงพาหะนำโรคแบบง่าย ๆ เช่น การปรับปรุงสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมแก่การขยายพันธุ์และไม่

เหมาะสมที่จะเป็นที่อยู่อาศัยของยุงพาหะ โดยการลดแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย (source reduction) เช่น การใช้ฝาปิดโอ่งน้ำ การใช้กับดักลูกน้ำ เป็นต้น วิธีนี้เป็นวีที่ดีในการแก้ไขปัญหายุงพาหะในระยะยาว

๒. การควบคุมโดยใช้ชีววิธี (Biological control) เป็นการควบคุมกำจัดยุงพาหะนำโรคโดยใช้สิ่งมีชีวิตมากำจัดยุง เช่น การปล่อยปลากินลูกน้ำในแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง การใช้ลูกน้ำยุงยักษ์ (*Toxorhynchitinae*) การใช้แบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* H-๑๔, *Bacillus sphearicus* เชื้อราหลายชนิดสามารถใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายได้ เช่น *Metarhizium anisopliae* และ *Tolypocladium cylindrosporum* โดยเชื้อราจะเข้าไปเจริญเติบโตอยู่ในตัวของลูกน้ำแล้วผลิตสารพิษ depsipeptidase destruxin B และ desmethyldestruxin B ฆ่าลูกน้ำ โปรโตซัวบางชนิด เช่น *Ascogregarina culicis* เป็นพาราไซต์ของลูกน้ำยุง พบครั้งแรกในยุงลาย *Aedes (Stegomyia)* sp. ที่ประเทศอินเดีย ต่อมามีรายงานการค้นพบในยุงลาย *Ae. aegypti* ที่บังคลาเทศ อเมริกาใต้ อาฟริกา ฟิลิปปินส์ และอเมริกาเหนือ เป็นต้น

๓. การควบคุมโดยใช้สารเคมี (Chemical control**)** เป็นการใช้สารเคมีรูปแบบต่าง ๆ เพื่อฆ่ายุง เป็นวิธีที่แพร่หลายมากที่สุดเพราะสามารถฆ่าแมลงได้อย่างรวดเร็ว ทันต่อเวลา สามารถระงับการระบาดของโรคได้ทันท่วงที และมีประสิทธิภาพ (ภาควิชากีฏวิทยาทางการแพทย์, ๒๕๕๑) การใช้สารเคมีควบคุมยุงลายดำเนินการทั้งระยะลูกน้ำและระยะตัวเต็มวัย ดังนี้

๓.๑ สารเคมีควบคุมยุงลายระยะลูกน้ำ (Larvicide)

การควบคุมยุงลายระยะลูกน้ำจะใช้สารกำจัดลูกน้ำใส่ลงไปในภาชนะขังน้ำในอัตราที่กำหนด โดยจะมีประสิทธิภาพยาวนานเพียงใดขึ้นอยู่กับรูปแบบของสารเคมี ซึ่งบางชนิดอาจมีฤทธิ์ยาวนานเป็นเดือน สารกำจัดลูกน้ำยุงลายมีหลายประเภท ได้แก่

- ทีมีฟอส (Temephos)
- น้ำมันแร่ (mineral oils)
- สารเคมีพวกแผ่นฟิล์มโมเลกุลเดียว (monomolecular films)
- แบคทีเรียกำจัดลูกน้ำ (Microbial insecticides) เช่น *Bacillus thuringiensis israelensis* และ *Bacillus sphaericus*
- สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง (insect development inhibitor) เช่น methoprene diflubenzuron

สารเคมีควบคุมยุงลายระยะลูกน้ำที่กล่าวมาดังกล่าวนั้นสารทีมีฟอสเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มากที่สุด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

<u>สารเคมีทีมีฟอส (Temephos)</u>

เป็นสารเคมีสังเคราะห์ในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (organophosphate) มีสูตรโครงสร้าง $C_{16} H_{20} O_6 P_2 S_3$ มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ คุณสมบัติที่ดีของทีมีฟอส คือ เป็นพิษน้อยต่อคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่น ๆ แต่เป็นพิษสูงต่อตัวอ่อนของแมลงหลายชนิด เช่น ยุง ริ้น แมลงวัน ผอยทราย แมลงหวี่ขน แมลงวันริ้นดำ (พาลาภ, ๒๕๓๗)สารทีมีฟอสนิยมใช้กันมากในการกำจัดยุงระยะลูกน้ำ โดยผลิตออกมาจำหน่ายมีหลายสูตร ทั้งสูตรที่เป็นน้ำ เป็นผง และแบบเคลือบเม็ดทราย ปัจจุบันมีการใช้ผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบสารทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำหรือเรียกสั้นๆว่าทรายกำจัดลูกน้ำ นำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดลูกน้ำยุงลาย มีชื่อการค้ามีหลากหลายชื่อ เช่น อะเบท ออสแคม ลาวีฟอส เคมฟลีท

แซนดาเบท เป็นต้น มีความคงทน (Stability) ที่อุณหภูมิ ๒๕°C ทีมีฟอสมีค่า เมื่อใส่ทรายกำจัดลูกน้ำลงในน้ำทรายจะคงสภาพได้นานในน้ำบริสุทธิ์ สลายตัวเร็วในน้ำที่มีสภาพเป็นด่างหรือกรดค่อนข้างสูงและจะสลายตัวเร็วขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น องค์การอนามัยโลกได้แนะนำให้ใช้ทีมีฟอสชนิดเคลือบเม็ดทรายที่มีสารออกฤทธิ์ ๑% อัตราการใช้คือ ๑ กรัมต่อน้ำ ๑๐ ลิตร ซึ่งจะมีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์เท่ากับ ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ ๑ ppm (สารออกฤทธิ์ ๑ ส่วนต่อน้ำ ๑ ล้านส่วน เมื่อใส่ทรายเคลือบทีมีฟอสลงในน้ำสารออกฤทธิ์จะค่อยๆ เจือจางไปในน้ำจนมีความเข้มข้นประมาณ ๑ ppm ค่าความเป็นพิษ $LD_{๕๐}$ ของทรายกำจัดลูกน้ำเท่ากับ ๘,๖๐๐ มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว แม้ว่าจะบริโภคน้ำ ๑๐ ลิตร ในคราวเดียวกันก็จะไม่มีอันตรายแต่อย่างใด การทดสอบความเป็นพิษของทีมีฟอสในอาสาสมัครเพศชายโดยการให้ทางปากที่อัตรา ๒๕๖ มิลลิกรัมต่อคนต่อวัน เป็นเวลา ๕ วัน และที่อัตรา ๖๔ มิลลิกรัมต่อคนต่อวัน เป็นเวลา ๒๘ วันไม่ปรากฏว่ามีอาการทางคลินิกหรืออาการข้างเคียงใด ๆ และไม่มีการยับยั้งพลาสม่า (Laws et al., ๑๙๖๗) ทรายกำจัดลูกน้ำที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่อยู่ในรูปทรายเคลือบทีมีฟอส ๑% ซึ่งกำหนดให้ใช้ในอัตราส่วน ๑ กรัม ต่อน้ำ ๑๐ ลิตร นอกจากนี้ยังมีทรายเคลือบทีมีฟอส ๒% ใช้ในอัตราส่วน ๐.๕ กรัม ต่อน้ำ ๑๐ ลิตร จะได้ความเข้มข้น ๑ ppm. มีประสิทธิภาพควบคุมลูกน้ำยุงลายได้นานไม่น้อยกว่า ๓ เดือน โดยจะออกฤทธิ์ทำลายระบบประสาทการหายใจ แต่ไม่สามารถกำจัดตัวโม่งได้เนื่องจากเป็นระยะที่ไม่กินอาหาร โดยทั่วไปทรายเคลือบทีมีฟอสจะบรรจุในซองขนาด ๒๐ กรัม หรือ ๕๐ กรัม

ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำยุงลายในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อศึกษาระยะเวลาป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายในภาชนะขังน้ำเพื่อเฝ้าระวังการใช้ผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบทีมีฟอส (ตารางที่ ๑)

ตารางที่ ๑ แสดงผลการศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันการเกิดลูกน้ำและฤทธิ์คงทนของทรายเคลือบทีมีฟอสที่บรรจุในรูปแบบต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์กำจัดลูกน้ำ	สถานที่ทดสอบ	ภาชนะที่ทดสอบ	รูปแบบทรายเคลือบทีมีฟอสที่ใส่ในภาชนะ	ระยะเวลา (สัปดาห์)		เอกสารอ้างอิง
				ป้องกันการเกิดลูกน้ำได้ ๑๐๐%	ฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำได้ ๑๐๐%	
ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑%	ภาคสนาม	อ่างซีเมนต์	ห่อผ้าขาวบาง ถุงพลาสติกซิบเจาะรู ตักใส่โดยตรง	๑๒ ๙ ๑๐	๑๒ ๔ ๘	ศิริพร และคาวุฒิ. ๒๕๔๗
ทรายเคลือบทีมีฟอส ๒%	ภาคสนาม	อ่างซีเมนต์ โอ่งมังกร	ตักใส่โดยตรง	๑๒ ๑๓	- -	สมบูรณ์ และกองแก้ว. ๒๕๔๔
ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑%	ภาคสนาม	โอ่งมังกร	ซองชา ตักใส่โดยตรง	๑๓ ๑๓	๑๒ ๑๐	ศิริพร และคณะ. ๒๕๔๖
ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑%	ห้องปฏิบัติการ	บีกเกอร์	ตักใส่โดยตรง	-	๑๑	สิริกุล และบุญเสริม . ๒๕๔๕
ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑%, ๒%	ห้องปฏิบัติการ	บีกเกอร์	ตักใส่โดยตรง	-	๑๗	คณัจฉรีย์ และคณะ. ๒๕๔๗

ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑%	ภาคสนาม	ตุ่มน้ำ	ตักใส่โดยตรง	๑๑	๗	วาสนา และมนัสนันท์. ๒๕๕๐

๓.๒ สารเคมีควบคุมยุงลายระยะตัวเต็มวัย (Adulticide)

การควบคุมยุงลายระยะตัวเต็มวัยใช้สารเคมีในการฉีดพ่นยุงโดยใช้หลักการพ่นสารเคมีให้ฟุ้งกระจายลอยอยู่ในอากาศ (space spray) เพื่อให้สารเคมีสัมผัสตัวยุง ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของหมอกควันหรือฝอยละออง และมีปริมาณที่มากพอสามารถฆ่ายุงได้ การพ่นแบบนี้จะพ่นในบริเวณที่ต้องการควบคุมยุงพาหะในช่วงเวลาที่ยุงกำลังบินและมีโอกาสสัมผัสกับแมลงเป้าหมายโดยเร็วที่สุด ไม่มีฤทธิ์ตกค้างและให้ผลในการฆ่าเพียง ๑-๒ วัน จะดำเนินการเมื่อมีโรคไข้เลือดออกเกิดขึ้นในพื้นที่เพื่อยับยั้งการระบาดของโรคโดยการพ่นสารเคมีแบบหมอกควัน (fogging) ซึ่งน้ำยาเคมีจะถูกความร้อนทำให้แตกตัวแล้วพ่นออกมาจากเครื่องพ่นกลายเป็นหมอกควันฟุ้งกระจาย เม็ดน้ำยามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง ๑๐-๖๐ ไมครอน ปกคลุมพื้นที่ที่จะควบคุมยุง หรือฝอยละออง (ULV) ซึ่งน้ำยาเคมีจะถูกฉีดพ่นออกจากเครื่องพ่นโดยแรงอัดอากาศผ่านรูพ่นกระจายออกมาเป็นฝอยละอองขนาดเล็กมากมีอนุภาคไม่เกิน ๕๐ ไมครอน กระจายอยู่ในอากาศเพื่อให้สัมผัสกับยุงในบริเวณพื้นที่เป้าหมาย จะฉีดพ่นรอบบ้านผู้ป่วยเป็นรัศมี ๑๐๐ เมตร ให้เร็วที่สุด ๒-๔ ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน ๗ วัน เพื่อกำจัดยุงลายที่อาจได้รับเชื้อไข้เลือดออกให้หมดเพื่อไม่ให้มีโอกาสแพร่ระบาดต่อไป สารเคมีที่นิยมพ่นจะเป็นกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ สูตรผสม เช่น Deltamethrin ๐.๕% สูตรผสม, Zeta-cypermethrin ๒.๒๕%สูตรผสม เป็นต้น

การพัฒนาการสร้างความต้านทานของแมลง

การนำสารเคมีกำจัดแมลงหลากหลายชนิดหรือชนิดใดชนิดหนึ่งมาใช้ในปริมาณที่มากและใช้อย่างกว้างขวางในพื้นที่เดิมนาน ๆ รวมถึงการขาดความรู้ในการใช้สารเคมี อาจทำให้ยุงพาหะนำโรคเกิดการพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีขึ้นได้ พัฒนาการสร้างความต้านทานของยุงต่อสารเคมีเกิดขึ้นจากการคัดเลือกของสมาชิกในประชากรของยุงหลาย ๆ รุ่น หลังจากใช้สารเคมีที่มีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกันติดต่อเป็นเวลานานๆ เนื่องจากประชากรยุงแต่ละพื้นที่ผ่านการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection) มาแตกต่างกัน อีกทั้งปริมาณการได้รับสารเคมีกำจัดแมลงของยุงที่ต่างกัน ทำให้ความไวและความต้านทานต่อสารเคมีแต่ละพื้นที่ย่อมไม่เท่ากัน Brazzer et al., (๑๙๙๘) ได้แบ่งกลไกการต้านทานต่อสารเคมีของแมลงไว้ ๓ กลไก ดังนี้

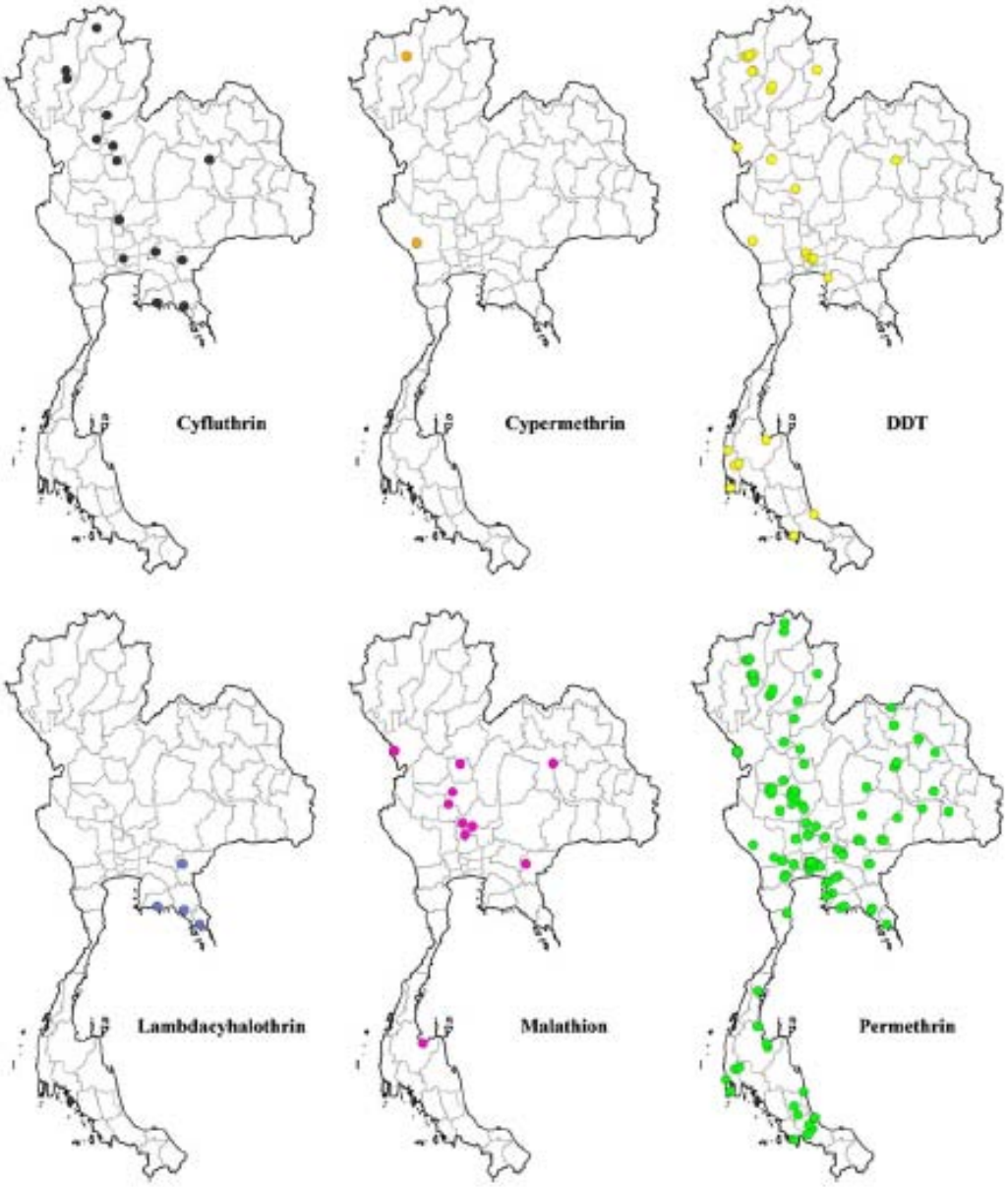
๑) การเปลี่ยนแปลงเมทาบอลิซึม (metabolic resistance) โดยแมลงใช้เอนไซม์ย่อยสลายสารเคมีให้มีพิษต่ำลงหรือไม่ให้เกิดพิษ ซึ่งกลไกนี้เป็นกลไกหลักในการเกิดการต้านทานต่อสารเคมี แมลงหลายชนิดใช้เอนไซม์เอสเทอเรส (esterase) หรือมิกซ์ฟังก์ชั่นอ๊อกซิเดส (mixed-function oxidase) ย่อยสลายหรือจับกับโมเลกุลของสารฆ่าแมลง ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้มีอยู่ในลำตัวของแมลง แต่แมลงที่ต้านทานจะสร้างเอนไซม์เหล่านี้มากขึ้นกว่าปกติ

๒) การดัดแปลงตำแหน่งการออกฤทธิ์ (target site resistance) การออกฤทธิ์ของสารเคมีต่อแมลงนั้นจะมีตำแหน่งที่ออกฤทธิ์โดยสารเคมีจะเข้าไปในตำแหน่งดังกล่าว โดยทั่วไปตำแหน่งดังกล่าวจะตอบสนองในการทำปฏิกิริยาให้เกิดการออกฤทธิ์ได้ดี แต่ในแมลงที่ต้านทานสามารถดัดแปลงตำแหน่ง

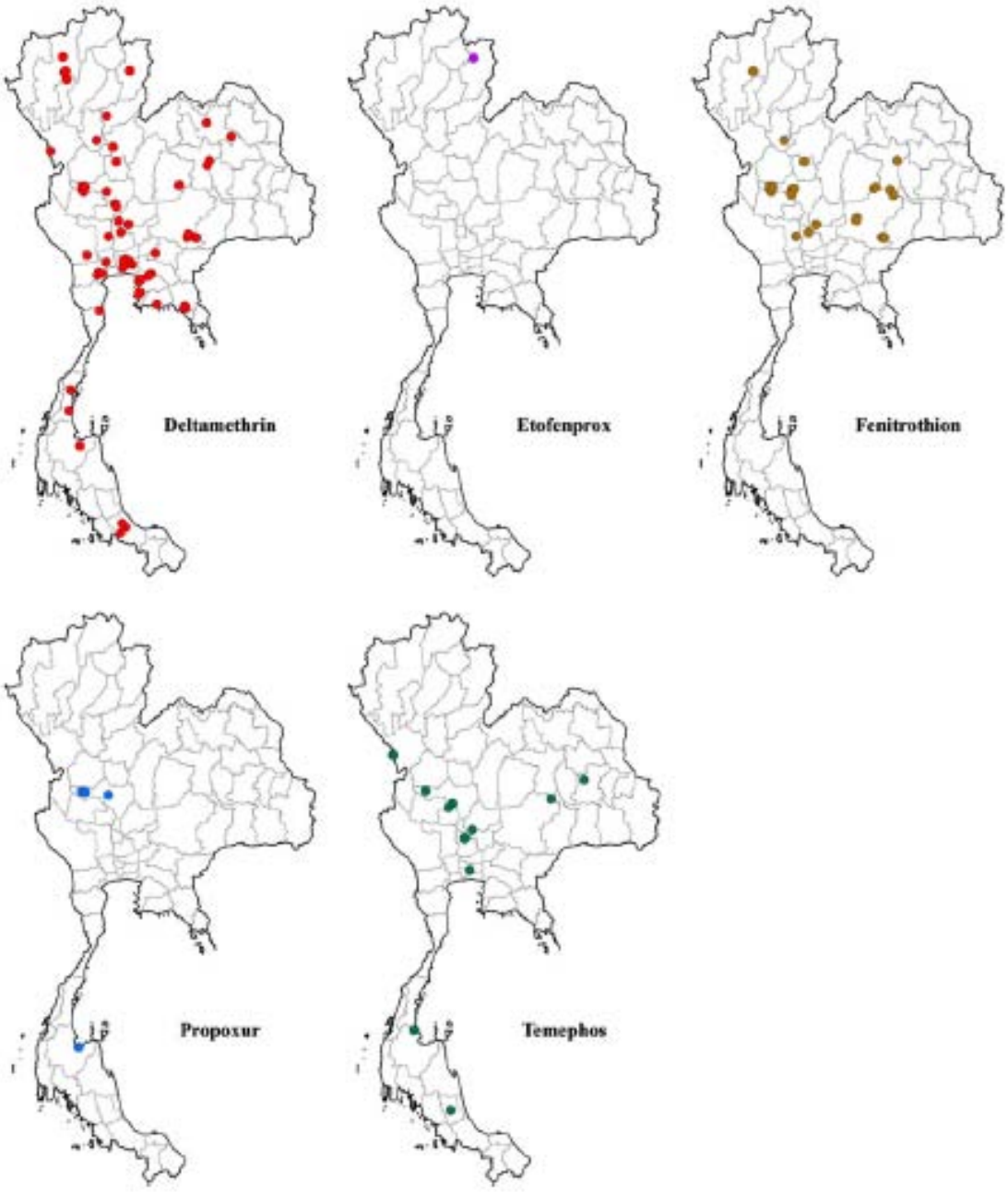
ดังกล่าวไม่ให้ตอบสนองต่อสารเคมี ดังนั้นสารเคมีจึงไม่สามารถออกฤทธิ์ได้ เช่น ในยุงรำคาญ พบว่าการสร้างความต้านทานเกิดจากการผสมผสานกันของ ๒ กลไก คือ ผลิตเอนไซม์เอสเทอเรสในปริมาณมากและเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของเอนไซม์แอซิติลโคลีนเอสเทอเรส มีการดัดแปลงตำแหน่งของเอนไซม์ที่สารเคมีจะไปจับในระบบประสาทของแมลง เพื่อไม่ให้สารเคมีสามารถจับได้

๓) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (behavioral resistance) แมลงบางชนิดที่สามารถเคลื่อนที่ได้เร็วอาจลดการได้รับสารเคมีในการฉีดพ่นได้ โดยการหนีออกจากพื้นที่ดังกล่าว เช่น ยุงสามารถหลบหนีโดยการบินหนีและไม่มาเกาะบริเวณที่ฉีดพ่นสารเคมี และพบว่ายุงที่มีความต้านทานสามารถหลบหนีการสัมผัสสารเคมีได้ดีกว่ายุงที่มีความไวต่อสารฆ่าแมลง Chareonviriyaphap et al., (๑๙๙๙) พบว่ายุงก้นปล่อง *An. minimus* มีความต้านทานต่อ DDT, Deltamethrin และ Lampdacyhalothrin โดยมีพฤติกรรมการหลบหลีกต่อสารฆ่าแมลงและอพยพไปอาศัยในป่า

เนื่องจากโรคไข้เลือดออกยังไม่มีวัคซีนในการป้องกันรักษาดังนั้นการใช้สารเคมีควบคุมยุงพาหะยังคงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นในการดำเนินงานควบคุมโรค แต่ขณะเดียวกันการใช้สารเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานหลาย ๆ ปี และใช้ไม่ถูกวิธี อาจทำให้ยุงพาหะเกิดการต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ขึ้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการทดสอบความไวของยุงพาหะต่อสารเคมีที่ใช้ควบคุมอย่างสม่ำเสมอทุกปี ซึ่งปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยพบว่าลูกน้ำยุงลายเริ่มสร้างความต้านทานต่อสารเคมีทีฟอสแล้วในประเทศไทย (Ponlawat et al., ๒๐๐๕; Saelim et al., ๒๐๐๕; Paeporn et al., ๒๐๐๗; Jirakanjanakit et al., ๒๐๐๗) สำหรับพื้นที่ของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๓ ชลบุรี Satimai (๒๐๑๐) ได้ทำการศึกษาวิจัยพบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านยังมีความไวต่อสารเคมีทีฟอสต่อสารเคมีทีมีฟอส สำหรับยุงลายตัวเต็มวัย Thanispong et al (๒๐๐๘) รายงานว่ายุงลายตัวเต็มวัยต้านทานต่อสารสังเคราะห์ไพรีทรอยด์ชนิดต่างๆ (ภาพที่ ๔ และ ๕)



ภาพที่ ๔ การกระจายตัวของยุงลายบ้านที่สร้างความต้านทานต่อสารเคมี Cyfluthrin, Cypermethrin, DDT, Lambda-cyhalothrin, Malathion และ Permethrin ระหว่างปี ๒๕๔๓-๒๕๕๔
ที่มา: Chareonviriyaphap et al. (๒๐๑๓)



ภาพที่ ๕ การกระจายตัวของยุงลายบ้านที่สร้างความต้านทานต่อสารเคมี Deltamethrin, Etofenprox, Fenitrothion, Propoxur และ Temephos ระหว่างปี ๒๕๔๓-๒๕๕๔
ที่มา: Chareonviriyaphap et al.(๒๐๑๓)

ข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าระวังทดสอบความไวเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบในการควบคุมโรคเพื่อใช้ข้อมูลในการวางแผนเลือกใช้สารเคมีควบคุมยุงพาหะอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดต่อไป

บทที่ ๓
วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ต่อสารเคมีทีมีฟอส ๐.๐๑๒ มิลลิกรัม/ลิตร

๑.๑ พื้นที่เก็บตัวอย่างยุง

คัดเลือกอำเภอที่มีอัตราป่วยไข้เลือดออกสูง ๕ อันดับแรกของจังหวัดระยอง และในแต่ละอำเภอคัดเลือกตำบลที่มีอัตราป่วยไข้เลือดออกสูงสุด ๑ แห่ง และต่ำสุด ๑ แห่ง รวมพื้นที่เก็บตัวอย่างลูกน้ำจำนวน ๑๐ แห่ง (ตารางที่ ๒)

ตารางที่ ๒ พื้นที่เก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายบ้าน จังหวัดระยอง

ตำบล	อำเภอ	อัตราป่วยไข้เลือดออก
เชิงเนิน	เมือง	อัตราป่วยสูง
บ้านแลง		อัตราป่วยต่ำ
นิคมพัฒนา	นิคมพัฒนา	อัตราป่วยสูง
พนานิคม		อัตราป่วยต่ำ
ห้วยทับมอญ	เขาชะเมา	อัตราป่วยสูง
น้ำเป็น		อัตราป่วยต่ำ
ปลวกแดง	ปลวกแดง	อัตราป่วยสูง
หนองไร่		อัตราป่วยต่ำ
หนองละลอก	บ้านค่าย	อัตราป่วยสูง
บางบุตร		อัตราป่วยต่ำ

๑.๒ การเก็บตัวอย่างลูกน้ำเพื่อใช้ในการทดสอบ

-สุ่มเก็บลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) จากภาชนะต่างๆในบ้านเรือนชุมชนในพื้นที่ตำบลเป้าหมาย จำนวน ๑๐ แห่ง นำตัวอย่างลูกน้ำที่เก็บในแต่ละพื้นที่มาเลี้ยงขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณในห้องเลี้ยงยุงของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ ๓.๓ ระยอง

-คัดแยกเลี้ยงลูกน้ำยุงลายแต่ละพื้นที่ใส่ในถาดพลาสติกขนาด ๒๐ x ๓๐ ซม. ประมาณถาดละ ๒๐๐ ตัว ให้อาหารลูกน้ำด้วยอาหารและปิดฝาถาดป้องกันการปะปนจากยุงประชากรอื่น

-เมื่อลูกน้ำยุงลายบ้านเจริญเป็นตัวโม่ง ทำการคัดแยกตัวโม่งแล้วนำมาเลี้ยงไว้ในกรงเลี้ยงแมลงขนาด ๓๐ x ๓๐ x ๓๐ ซม. เพื่อรอการฟักเป็นตัวเต็มวัย เมื่อตัวโม่งฟักเป็นตัวเต็มวัยให้อาหารโดยใช้แท่งสำลีชุบสารละลายน้ำตาล ๑๐% ใส่ในกรงเลี้ยงยุง และควบคุมความชื้น

- จำแนกชนิดของยุงลายบ้านและยุงลายสวน แยกใส่กรงเลี้ยงยุง หลังจากนั้นประมาณ ๓-๔ วัน ให้ยุงกินเลือดจากหนูทดลองทุกวัน วันละประมาณ ๓๐ นาที ติดต่อกัน ๒ วัน

- ประมาณ ๒ วัน หลังจากกินเลือดให้นำภาชนะสำหรับวางไข่ยุงมาวางไว้ในกรงเลี้ยงยุง นำไข่ยุงลายที่ได้มาเพาะเลี้ยงเป็นลูกน้ำรุ่น F๑ เพื่อทำการทดสอบต่อไป

-ถ้าจำนวนยุงลายบ้านไม่เพียงพอที่จะทำการทดสอบต้องเลี้ยงเพิ่มปริมาณต่อไปอีก แต่ต้องไม่เกินรุ่น F๒

-ลูกน้ำสำหรับการทดสอบความไวใช้ลูกน้ำวัย ๓ ตอนปลายหรือวัย ๔ ตอนต้น

๑.๓ การเตรียมการทดสอบ

-เตรียมสารเคมีทีมีฟอส (temephos)โดยเป็นสารเคมีมาตรฐานของขององค์การอนามัยโลก ซึ่งจะใช้ทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายที่ระดับความเข้มข้น ๐.๐๑๒ mg/l (WHO, ๑๙๙๒) โดยการเตรียมสารละลายทีมีฟอสสำหรับเป็นสารตั้งต้น จากนั้นให้ลดความเข้มข้นลงจนได้ความเข้มข้นสุดท้ายที่ต้องการ

-เตรียมน้ำสะอาดปริมาตร ๒๒๕ มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยทดสอบ

-เตรียมน้ำสะอาด ปริมาตร ๒๕ มิลลิลิตร ในถ้วยเตรียมลูกน้ำ ดูดลูกน้ำยุงลายระยะที่ ๓ ตอนปลายหรือระยะที่ ๔ ตอนต้น ใส่ในกระชอนลูกน้ำแล้วนำมาใส่ในถ้วยเตรียมลูกน้ำ ถ้วยละ ๒๕ ตัว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ ๓๐ นาที

๑.๔ การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารเคมีทีมีฟอส

- ดูดสารละลายทีมีฟอส ความเข้มข้น ๐.๐๑๒ มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร ๑ มิลลิลิตร ลงในถ้วยทดสอบลูกน้ำที่เตรียมไว้แต่ละอัน สำหรับชุดควบคุม (control) ใส่สารละลายเอทธานอลแทนสารทีมีฟอส คนให้เข้ากัน

- เทลูกน้ำยุงลายที่เตรียมไว้ในถ้วยลงในถ้วยทดสอบ

- ทิ้งให้ลูกน้ำสัมผัสสารละลายทีมีฟอสเป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมง

- ทำการทดสอบอย่างน้อย ๔ ซ้ำ

๑.๕ การบันทึกผล

บันทึกอุณหภูมิขณะทำการทดสอบ

บันทึกการตายและรอดชีวิตของลูกน้ำยุงลายหลังการทดสอบ ๒๔ ชั่วโมง

บันทึกจำนวนดักแด้ในถ้วยทดสอบแต่ละอัน

๑.๖ การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

คำนวณอัตราของลูกน้ำยุงลายบ้านจากการทดสอบความไว ดังนี้

$$\text{อัตราตาย} = \frac{\text{จำนวนลูกน้ำยุงทดสอบที่ตาย} \times ๑๐๐}{\text{จำนวนลูกน้ำยุงทดสอบทั้งหมด}}$$

ทั้งนี้หากอัตราการตายของ ลูกน้ำยุงชุดควบคุม อยู่ระหว่างร้อยละ ๕-๒๐ ให้ปรับค่าอัตราตายของยุงทดสอบด้วยสูตร Abbott s formula ดังนี้

$$\text{อัตราตาย} = \frac{\text{อัตราตายของลูกน้ำยุงทดสอบ-อัตราตายของยุงควบคุม} \times ๑๐๐}{๑๐๐ - \text{อัตราตายของลูกน้ำยุงควบคุม}}$$

หากอัตราตายของลูกน้ำยุงควบคุมมากกว่าร้อยละ ๒๐ ให้ทำการทดสอบใหม่

หากมีลูกน้ำยุงลายเจริญเป็นตัวโม่งจะไม่นับเป็นจำนวนทดสอบ และหากชุดควบคุม (control) เป็นตัวโม่งมากกว่า ๑๐% ต้องทำการทดลองใหม่

นำอัตราตายมาแปรผล โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลความไวของ ลูกน้ำยุงต่อสารเคมีของ WHO (๑๙๙๘) ดังนี้

อัตราตายระหว่าง	๙๘-๑๐๐ %	หมายถึง มีความไวต่อสารเคมี

อัตราตายระหว่าง ๘๐- ๙๗ % หมายถึง คาดว่า ลูกน้ำยุงอาจจะสร้างความต้านทานต่อสารเคมี

อัตราตายต่ำกว่า ๘๐ % หมายถึง ลูกน้ำยุงต้านทานต่อสารเคมี

การทดสอบระยะเวลาป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำยุงในภาชนะเก็บน้ำที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนในชุมชน

๒.๑ พื้นที่ทดลอง

ชุมชนตลาดบ้านเพ หมู่ ๒ ตำบลเพ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง

๒.๒ สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑% SG ชนิดซองชา ขนาดบรรจุ ๒๐ กรัม อัตราการใช้ ๒๐ กรัม ต่อน้ำ ๒๐๐ ลิตร (๑ กรัมต่อน้ำ ๑๐ ลิตร) ให้ความเข้มข้น ๑ ppm.

๒.๓ ขั้นตอนการทดลอง

- คัดเลือกโอ่งเก็บน้ำที่ประชาชนใช้จริงในพื้นที่ ขนาดความจุ ๒๐๐ ลิตร จำนวน ๒๒ ใบ เทน้ำเก่าทิ้ง ล้างโอ่งให้สะอาด ใส่น้ำลงไปให้เต็มภาชนะ ใส่รหัสโอ่งที่ใช้สำหรับทดสอบ จำนวน ๒๐ใบ และควบคุม (control) จำนวน ๒ ใบ

-ใส่ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑% ชนิดบรรจุซองชาลงไปทั้งซอง (อัตรา ๒๐ กรัมต่อน้ำ ๒๐๐ ลิตร) ใส่ลงในโอ่งทดสอบ สำหรับโอ่งที่เป็นชุดควบคุมไม่ต้องใส่ ขณะทำการทดลองให้ประชาชนใช้น้ำตามปกติ

- ทำการสำรวจลูกน้ำยุงลายในโอ่งเก็บน้ำที่ใช้ทดสอบ โดยวิธี visual larval survey เป็นเวลา ๑๒ สัปดาห์ บันทึกผลการสำรวจ

๒.๔ การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกจำนวนโอ่งที่สำรวจพบลูกน้ำยุงลายบ้าน ในแต่ละสัปดาห์

๒.๕ การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การป้องกันกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านจะมีถึงสัปดาห์สุดท้ายที่ไม่พบลูกน้ำยุงลายบ้านทุกภาชนะที่ทำการทดลอง

บทที่ ๔
ผลการศึกษาวิจัย

การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ต่อสารเคมีทีมีฟอส (temephos)

ผลการทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารเคมี temephos ที่ระดับความเข้มข้น ๐.๐๑๒ มิลลิกรัม/ลิตร (diagnostic concentration) ตามแนวทางการทดสอบขององค์การอนามัยโลก พบว่า

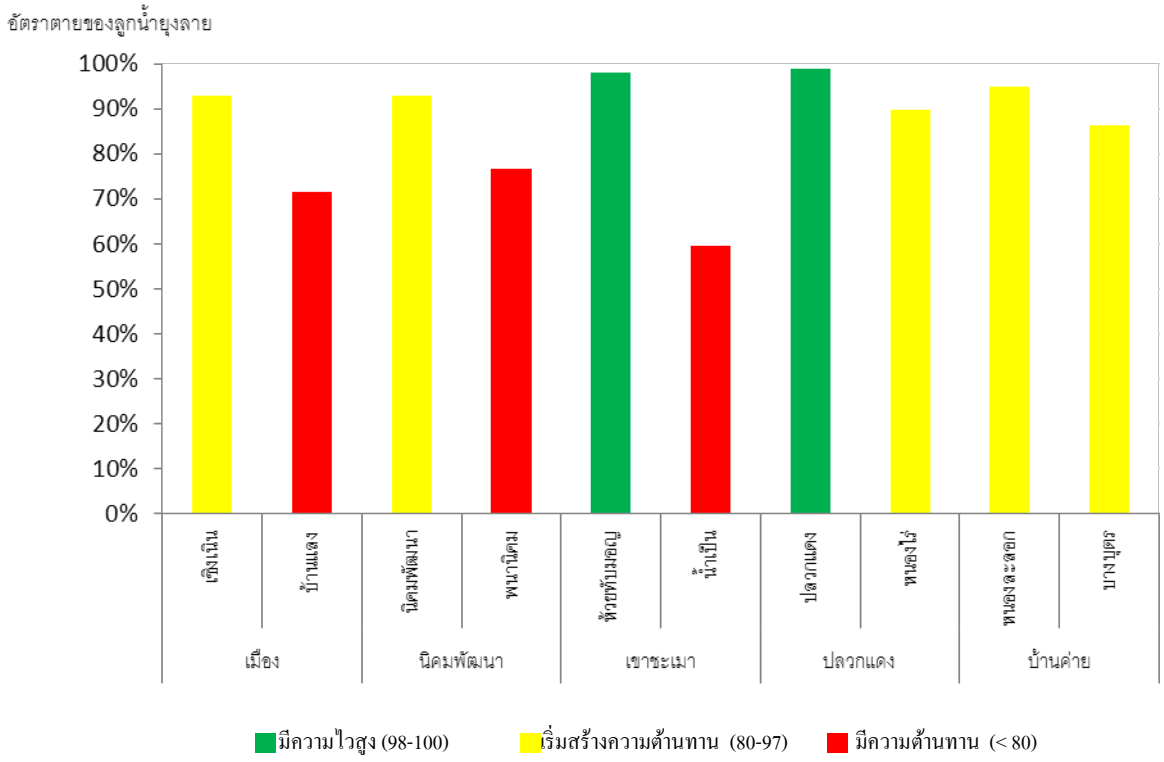
ตำบลที่ ลูกน้ำยุงลายบ้านมีอัตราการตายสูงที่สุดคือ ตำบล ปลวกแดง อำเภอปลวกแดง มีอัตราการตาย ๙๙.๐% ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกสูง รองลงมา คือ ตำบล ห้วยทับมอญ อำเภอเขาชะเมา มีอัตราการตาย ๙๘.๐% ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกสูง

ตำบลที่ ลูกน้ำยุงลายบ้านมีอัตราการตายต่ำที่สุดคือ ตำบล น้ำเป็น อำเภอ เขาชะเมา มีอัตราการตาย ๕๙.๔% ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกต่ำ ส่วน ตำบลบ้านแลง อำเภอเมือง มีอัตราการตาย ๗๑.๔% เป็นพื้นที่ที่มีอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกต่ำเช่นกัน

ตำบลที่มีอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกสูง มีอัตราตายของลูกน้ำยุงลายอยู่ระหว่าง ๙๒.๘-๙๙.๐% แสดงให้เห็นว่าระดับความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารเคมีทีฟอสในพื้นที่ดังกล่าว อยู่ในระดับความไวปานกลางจนถึงสูง ขณะที่ตำบลที่มีอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกต่ำ มีอัตราตายของลูกน้ำยุงลายอยู่ระหว่าง ๕๙.๔-๘๙.๘ %

ตารางที่ ๓ อัตราการตายและระดับความไวของลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารเคมีทีมีฟอสที่ระดับความเข้มข้น ๐.๐๑๒ มิลลิกรัม/ลิตร ในพื้นที่จังหวัดระยอง

อำเภอ	ตำบล	อัตราป่วยไข้เลือดออก	อัตราตายของลูกน้ำยุงลาย	ระดับความไวต่อสารเคมี
เมือง	เชิงเนิน	สูง	๙๓.๐%	มีความไวปานกลาง
	บ้านแลง	ต่ำ	๗๑.๔%	ต้านทาน
นิคมพัฒนา	นิคมพัฒนา	สูง	๙๒.๘%	มีความไวปานกลาง
	พนานิคม	ต่ำ	๗๖.๕%	ต้านทาน
เขาชะเมา	ห้วยทับมอญ	สูง	๙๘.๐%	มีความไวสูง
	น้ำเป็น	ต่ำ	๕๙.๔%	ต้านทาน
ปลวกแดง	ปลวกแดง	สูง	๙๙.๐%	มีความไวสูง
	หนองไร่	ต่ำ	๘๙.๘%	มีความไวปานกลาง
บ้านค่าย	หนองละลอก	สูง	๙๕.๐%	มีความไวปานกลาง
	บางบุตร	ต่ำ	๘๖.๓%	มีความไวปานกลาง



ภาพที่ ๖ เปรียบเทียบระดับความไวของลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Ae.aegypti*) ต่อสารเคมีทีมีฟอสที่ระดับความเข้มข้น ๐.๐๑๒ มิลลิกรัม/ลิตร

การทดสอบระยะเวลาป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำในภาชนะเก็บน้ำที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนในชุมชน

จากการสำรวจลูกน้ำยุงลายในโอ่งน้ำที่ใส่ผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำ ๑ % SG ชนิดซองชา เพื่อควบคุมป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลาย เป็นเวลา ๑๒ สัปดาห์ พบว่าทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำ ๑ % SG ชนิดซองชา มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลาย ในพื้นที่ชุมชนตลาดบ้านเพ หมู่ ๒ ตำบลเพ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ได้ ๑๐๐% นาน ๘ สัปดาห์ จากนั้นประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายบ้านจะลดลง โดยเริ่มพบลูกน้ำในสัปดาห์ที่ ๙ ในโอ่งที่ใส่ทรายเคลือบทีมีฟอสกำจัดลูกน้ำ ๑ % SG และเมื่อสิ้นสุดการสำรวจพบว่าใน สัปดาห์สุดท้าย หรือสัปดาห์ที่ ๑๒ สามารถป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายได้เพียง ๑๑ ภาชนะ คิดเป็นร้อยละ ๕๕ ขณะที่การทดลองชุด ควบคุม (control) จำนวน ๒ ใบนั้นพบลูกน้ำยุงลายบ้านตั้งแต่สัปดาห์ที่ ๓ เป็นต้นไป (ตารางที่ ๔)

ตารางที่ ๔ ผลการศึกษาระยะเวลาป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายของผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบทีมีฟอส ๑% SG ชนิดซองชา ในภาชนะเก็บน้ำในชุมชนบ้านเพ ตำบลเพ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ภาชนะเปรียบเทียบ (control)		ภาชนะทดสอบ (test)	
	จำนวนภาชนะที่สามารถป้องกันการเกิดลูกน้ำ	จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำ	จำนวนภาชนะที่สามารถป้องกันการเกิดลูกน้ำ	จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำ
๑	๒ (๑๐๐%)	๐	๒๐ (๑๐๐%)	๐
๒	๒ (๑๐๐%)	๐	๒๐ (๑๐๐%)	๐
๓	๒ (๑๐๐%)	๑ (๕๐%)	๒๐ (๑๐๐%)	๐
๔	๒ (๑๐๐%)	๑ (๕๐%)	๒๐ (๑๐๐%)	๐
๕	๒ (๑๐๐%)	๒ (๑๐๐%)	๒๐ (๑๐๐%)	๐
๖	๒ (๑๐๐%)	๒ (๑๐๐%)	๒๐ (๑๐๐%)	๐
๗	๒ (๑๐๐%)	๒ (๑๐๐%)	๒๐ (๑๐๐%)	๐
๘	๒ (๑๐๐%)	๒ (๑๐๐%)	๒๐ (๑๐๐%)	๐
๙	๒ (๑๐๐%)	๒ (๑๐๐%)	๑๙ (๙๕%)	๑ (๕%)
๑๐	๒ (๑๐๐%)	๒ (๑๐๐%)	๑๗ (๘๕%)	๓ (๑๕%)
๑๑	๒ (๑๐๐%)	๒ (๑๐๐%)	๑๖ (๘๐%)	๔ (๒๐%)
๑๒	๒ (๑๐๐%)	๒ (๑๐๐%)	๑๑ (๕๕%)	๙ (๔๕%)

บทที่ ๕
สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากผล การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ต่อสารเคมีทีมีฟอส (temephos) นั้น ทิศทางของผลการศึกษามีแนวโน้มว่า พื้นที่ที่มีอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกสูง ลูกน้ำยุงลายบ้านจะมีความไวต่อทีมีฟอสสูง ขณะที่พื้นที่ที่อัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกต่ำลูกน้ำยุงลายบ้านจะมีความไวต่อทีมีฟอสต่ำ อาจเป็นไปได้ว่าพื้นที่มีการใช้ทรายเทมีฟอสน้อยหรือไม่มีการใช้เพื่อควบคุมลูกน้ำจึงเกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออก ซึ่งการใช้ทรายทีมีฟอสน้อยโอกาสที่ลูกน้ำยุงลายบ้านจะต้านทานต่อทีมีฟอสก็จะน้อยตามด้วย

การศึกษาพื้นที่และระยะเวลาที่ต่างกันผลการศึกษาอาจจะแตกต่างกันได้ ซึ่งมีผู้ทำการศึกษา ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย (Jirakanjanakit et al., ๒๐๐๗; Ponlawat et al., ๒๐๐๕; กิติยาภรณ์ และคณะ ๒๕๕๐; วาสนา และคณะ ๒๕๕๐) ดังนั้นการเลือกสารเคมีมาใช้เพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้เลือดออก จำเป็นต้องมีการติดตามสถานการณ์การต้านทานของยุงหรือลูกน้ำยุงต่อสารเคมี ไม่สามารถใช้สถานการณ์ของโรคไข้เลือดออกเป็นตัวชี้วัด แนวโน้มของการต้านทานของยุงและลูกน้ำต่อสารเคมีได้

จากผลการการทดสอบฤทธิ์คงทนของทรายเคลือบทีมีฟอส ๑% SG ชนิดซองชา ขนาดบรรจุ ๒๐ กรัม ใส่ในโอ่งมังกรที่มีขนาดความจุ ๒๐๐ ลิตร โดยให้ประชาชนมีการใช้น้ำหมุนเวียนได้ตามปกติสามารถป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายได้ในระยะเวลา ๘ สัปดาห์ โดยมีระดับการป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายของภาชนะอยู่ที่ ๑๐๐% จากนั้นประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายจะลดลงโดยเริ่มพบลูกน้ำในสัปดาห์ที่ ๙ ซึ่งผลการทอสอบแตกต่างจากศิริพร และคณะ (๒๕๔๗) ศึกษาทรายเคลือบทีมีฟอสที่บรรจุในซองชาใส่ในภาชนะขังน้ำสามารถป้องกันลูกน้ำยุงลายได้นานกว่า ๓ เดือน จากการที่โอ่งใส่น้ำบางภาชนะยังมีถุงทรายเคลือบทีมีฟอสแต่ยังพบลูกน้ำยุงลาย อาจมาจากสาเหตุที่ประชาชนในชุมชนมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้น้ำอยู่ตลอดเวลา เช่น ซักผ้าอาบน้ำ ล้างจาน เป็นต้น การใช้น้ำในปริมาณที่มากและเติมน้ำอยู่ทุกวันเป็นเวลานานจะทำให้ทีมีฟอสเกิดการเจือจาง นอกจากนั้นการพบถุงทรายทีมีฟอสไม่สามารถระบุระยะเวลาที่ใส่ทรายทีมีฟอสได้ชัดเจน ขณะที่ภาชนะเก็บน้ำที่ไม่มีการใช้น้ำหมุนเวียนหรือมีน้อยประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดยุงจะแตกต่างกันไป Thavara et al. (๒๐๐๕) รายงานว่าทีมีฟอสมีการละลายอย่างช้า ๆ การละลายในแต่ละครั้งถ้ามีระยะเวลาในการละลายและปริมาณสารทีมีฟอสที่ละลายออกมามากพอจะควบคุมลูกน้ำได้อย่างดี ขณะเดียวกันการใส่ทีมีฟอสจะมีประสิทธิภาพควบคุมลูกน้ำยุงลายได้ยาวนาน ถ้าภาชนะนั้นไม่ได้ใช้น้ำเพื่อดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ดังเช่นในการศึกษาของ Muller et al. (๒๐๐๔) ทดสอบทรายเคลือบทีมีฟอส ๑% ในโอ่งขนาด ๒๐๐ ลิตร ในห้องปฏิบัติการพบว่ามีประสิทธิภาพสามารถควบคุมลูกน้ำยุงลายได้ ๑๐๐% เป็นเวลา ๖ เดือน

ข้อจำกัดของการศึกษาฤทธิ์คงทน ของทรายเคลือบทีมีฟอส ๑% SG ชนิดซองชา นอกจากปัจจัยการใช้น้ำของประชาชนในโอ่งและมีการเติมน้ำอยู่ทุกวันแล้ว อาจเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการใช้ประชากรยุงที่มีอยู่ในธรรมชาติในพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งหากยุงในพื้นที่ทำการทดลองต้านทานต่อทีมีฟอส จะทำให้มีฤทธิ์คงทนในการป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายบ้านได้สั้นลง ขณะที่หลายการศึกษาใช้ยุงลายบ้านในห้องปฏิบัติการที่มีความไวต่อทีมีฟอสมาทำการทดสอบซึ่งอาจทำให้ฤทธิ์คงทนยาวนานขึ้น ดังนั้นการศึกษาฤทธิ์คงทนของสารเคมีควรต้องดำเนินการควบคู่กับการทดสอบความไวของลูกน้ำยุงต่อสารเคมี

เอกสารอ้างอิง

กิติยาภรณ์ มานุจำ, สุพร สาระกูล, อวยชัย แว่นแก้ว, สมชาย ปรีชาชาญ และ ชาติชาย เจริญเสียง. ๒๕๕๑. การเฝ้าระวังความไวของยุงลายตัวเต็มวัยและลูกน้ำ (*Aedes aegypti* Linn.) ต่อสารเคมีกำจัดแมลง. วารสารโรคและภัยสุขภาพ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๘ จังหวัดนครสวรรค์. ๒(๑): ๒๔-๓๔

คณัจฉรีย์ ธานิสพงษ์ สีวิกา แสงธาราทิพย์ และนิภา น้อยเลิศ. ๒๕๔๗. การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดลูกน้ำในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย. วารสารโรคติดต่อนำโดยแมลง. ๒: ๔๓-๕๑

พาลาภ สิงหเสนี. ๒๕๓๗. พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๑๕๗ หน้า.

ภาควิชากีฏวิทยาทางการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล. ๒๕๕๑. คู่มือกีฏวิทยาทาง

การแพทย์เชิงปฏิบัติ. ภาควิชากีฏวิทยาทางการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล. ๒๕๕๑. คู่มือกีฏวิทยาทางการแพทย์เชิงปฏิบัติ.

วรวุฒิ เจริญศิริ. (ม.ป.ป.). ศูนย์ข้อมูลสุขภาพกรุงเทพ. Available from: http://www.bangkokhealth.com/homesafety_htdoc/homesafety_health_detail.asp ? Number=๑๐๐๗๙

วาสนา สอนเพ็ง และมนัสนันท์ ลิมปวิทยากุล. ๒๕๕๐. การประเมินประสิทธิภาพของทีมีฟอส ๑% ต่อลูกน้ำยุงลาย. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๗ จังหวัดอุบลราชธานี. ๕ (๑): ๓๐-๓๗.

วาสนา สอนเพ็ง, มนัสนันท์ ลิมปวิทยากุล และ ปารณีย์ เคนกุล. ๒๕๕๐. การศึกษาความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารเคมีทีมีฟอส. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๗ จังหวัดอุบลราชธานี ๕(๑): ๑๓-๑๙

สมบูรณ์ เถาว์พันธ์ และ กองแก้ว ยะอูป. ๒๕๔๔. การศึกษาประสิทธิภาพทรายเคลือบทีมีฟอส ๒% ในภาชนะขังน้ำที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนในชุมชนเพื่อป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลาย. วารสารมาลาเรีย. ๓๖ (๑): ๘-๑๒

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. ๒๕๕๖. ไข้เลือดออก. รายงานประจำปี ๒๕๕๖

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (ม.ป.ป.). ไข้เลือดออก. Available from: :http://www.thaivbd.org/cms/index.php? ption=com_content&task=view&id=๑๗&Itemid=๗๔

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. ๒๕๕๗. คู่มือการทดสอบสารเคมี

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (ม.ป.ป.). Available from: http://www.dhf.ddc.moph.go.th/

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. ๒๕๕๑. สถานการณ์โรคไข้เลือดออก Available from: http://www.dhf.ddc.moph.go.th/

สิริกุล วงษ์ศิริโสภาคย์ และบุญเสริม อ่วมอ่อง. ๒๕๔๕. การศึกษาฤทธิ์คงทนของทรายทีมีฟอสในห้อง

ปฏิบัติการ. วารสารมาลาเรีย. ๓๗ (๒): ๗๐-๗๘

สีวิกา แสงธาราทิพย์. ๒๕๔๕. ระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออก. ใน โรคไข้เลือดออก ฉบับประเกียรณก. สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; น ๑-๖.

สุขภาพชาวสยาม. (ม.ป.ป.). โรคไข้เลือดออก. Available from: http://www.siamhealth.net/Disease/infectious/dhf.course.htm

ศิริพร ยงชัยตระกูล วีระพล โพธิจิตติ และ สมบัติ คุ้มคาว .๒๕๔๖. การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ทรายทีมีฟอสชนิดซองชาและชนิดตักใส่โดยตรงในภาชนะขังน้ำที่มีการใช้หมุนเวียนในชุมชนเพื่อป้องกันและควบคุมลูกน้ำยุงลาย. วารสารมาลาเรีย. ๓๘ (๒): ๘๑-๘๘

ศิริพร ยงชัยตระกูล และ คาวุฒิ ฝาสันเทียะ. ๒๕๔๗. ประสิทธิภาพการใช้สารเคลือบทรายทีมีฟอสในรูปแบบที่แตกต่างกันเพื่อควบคุมลูกน้ำยุงลายในชุมชน. วารสารโรคติดต่อนำโดยแมลง. ๓: ๕๓-๕๘

อุษาวดี ถาวระ. ๒๕๔๑. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออก. การควบคุมยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกระยะสั้นและระยะยาว. กลุ่มงานกีฏวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Brazzle, J. R., Godfrey, L. D., Goodell, P. B., Grafton-Cardwell, B.Toscano, N. and S. Wright. ๑๙๙๘. Insecticide resistance management in San Joaquin Vally Cotton.University of California, Cooperative Extension.

Chareonviriyaphap, T., B. Aum-aung, and S. Ratanatham. ๑๙๙๙. Current insecticide resistance patterns in mosquito vectors in Thailand. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health. ๓๐: ๑๘๔-๑๙๔

Chareonviriyaphap, T., M. J. Bangs, W. Suwonkerd, M. Kongmee,V. Corbel๑, and R. Ngoen-Klan. ๒๐๑๓. Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. Parasites & Vectors. ๖:๒๘๐

Jirakanjanakit, N., Saengtharatip, S., Rongnoparut, P., Duchon, S., Bellec, C. and Yoksan, S. ๒๐๐๗. Trend of temephos resistance in *Aedes (Stegomyia) aegypti* mosquitoes in Thailand during ๒๐๐๓-๒๐๐๕. Environ. Entomol. ๑๐๐(๒): ๕๐๖-๕๑๑

Laws, E.R., Jr., F.R. Morales, W.J. Hayes, Jr., and C.R. Joseph. ๑๙๖๗. Toxicology of Abate in volunteers. Arch. Environ. Health, ๑๔: ๒๘๙-๒๙๑.

Mulla, M. S., U. Thavara, A. Tawatsin and J. Chompoosri. ๒๐๐๔. Procedures For The Evaluation of field efficacy of slow-release formulations of larvicides against *Aedes aegypti* in water-storage containers. Journal of the American Mosquito Control Association. ๒๐ (๑): ๖๔-๗๓

Paeporn, P., K. Supaphathorm, S. Sathantriphop, T. Chareonviriyaphap and R. Yaicharoen.

๒๐๐๗. Behavioural responses of deltamethrin- and permethrinresistant strains of *Aedes aegypti* when exposed to in an excito-repellency test system. Dengue Bulletin. ๓๑:๑๕๓–๑๕๙

Ponlawat, A., Jeffrey G. Scott, and Laura C. Harrington. ๒๐๐๕. Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* across Thailand. J. Med. Entomol. ๔๒(๕): ๘๒๑-๘๒๕

Prapanthadara, L., Kootathep, S., Promtet, N., et al., ๒๐๐๐. Correlation of glutathione S-transferase and DDT dehydrochlorinase activities with DDT susceptibility in *Anopheles* and *Culex* mosquitos from northern Thailand. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health. ๓๑(๑): ๑๑๑-๑๑๘.

Saelim, V., W.G. Brogdon, J. Rojanapremsuk, S. Suvannadabba, W. Pandii, J.W. Jones and R. Sithiprasasna. ๒๐๐๕. Bottle and biochemical assays on temephos resistance in *Aedes aegypti* in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. ๓๖:๔๑๗–๔๒๕.

Satimai, W. ๒๐๑๐. The study of using and insecticide resistant in the eastern Thailand. J Vector Borne Dis ๗:๑๘–๓๐.

Thanispong, K., Sathantriphop S., Chareonviriyaphap T. ๒๐๐๘. Insecticide resistance of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in Thailand. J Pestic Sci. ๓๓:๓๕๑–๓๕๖.

Thavara, U., A. Tawatsin, W. Kong-ngamsuk and M.S. Mulla. ๒๐๐๔. Efficacy and longevity of a new formulation of temephos larvicide tested in village-scale trials against larval *Aedes aegypti* in water-storage containers. Journal of the American Mosquito Control Association. ๒๐ (๒): ๑๗๖-๑๘๒

World Health Organization (WHO). ๑๙๘๑. Instruction for detecminig the susceptibility or resistance of adult mosquito to organochlorine organophosphate and carbamate insecticides of the base line. WHO/VBC/๘๑.๘๐๖

World Health Organization(WHO). ๑๙๙๘. Techniques to detect insecticides resistance mechanisms (Field and laboratory manual) WHO/CDC/CPC/MAL/๙๘;๖

World Health Organization. ๑๙๙๒. Vector resistance to pesticides. Technical Report Series ๘๑๘, Geneva.