

ระดับความไวของยุงลายต่อสารกำจัดแมลงในจังหวัดเชียงใหม่

(Susceptibility level of aedes mosquitoes to insecticides in Chiang Mai Province)

วรรณภา สุวรรณเกิด Ph.D (Medical Entomology)

Wannapa Suwonkerd Ph.D (Medical Entomology)

นันทวัน สุวรรณโชติ วท.บ. (จุลชีววิทยา)

Nantawan Suwannachote B.Sc. (Microbiology)

ธรรม บุญติ (ป.พนักงานอนามัย)

Thum Boonti (Cert. in Health Worker)

กลุ่มโรคติดต่อมาโดยแมลง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10 เชียงใหม่

Vector Borne Disease Section, Office of Disease Prevention and Control 10, Chiang Mai, Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษาระดับความไวของยุงลายชนิดอียิปต์และอโบริกตัสต่อสารเคมีกำจัดแมลงครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบระดับความไวของยุงลายต่อสารกำจัดแมลงในจังหวัดเชียงใหม่ในพื้นที่ที่มีการฉีดพ่นสารเคมี เขตเมืองและเขตชนบท จำนวนเขตละ 2 แห่ง คือ ตำบลศรีภูมิ และ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง พื้นที่เขตชนบท คือ หมู่บ้านสะลง อำเภอแมริม และ หมู่บ้านปางไม้แดง(PMD) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์สำหรับประกอบการพิจารณาการเลือกใช้สารเคมีกำจัดยุงลายอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาดำเนินการต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2544 – 2549 สำหรับสารเคมีที่ทดสอบได้แก่ ดีดีที มาลาโรนอน, เพอร์เมทริน, เดลต้าเมทริน, ไซเพอร์เมทริน, ไซฟูทริน, ไบเฟนทริน, แลมด้า ไซฮาโลทริน และ ไพเพอเกเซอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบและกระดาษชุบสารเคมีตลอดจนระยะเวลาสัมผัสสารเคมีทำตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก จากนั้นถ้ายุงจากกระบอกทดสอบ ไปใส่ในกระบอกหรือภาชนะเก็บยุงที่ไม่มีสารเคมี เลี้ยงต่อไปจนครบ 24 ชั่วโมง นับจำนวนยุงตาย และคำนวณอัตราการตาย

ผลการทดสอบยุงลายอียิปต์ทั้งเขตเมืองและเขตชนบทมีการตอบสนองต่อสารเคมีดีดีทีและสารกำจัดแมลงไพเพอเกเซอร์ โดยมีอัตราการตาย ระหว่าง 11–45% และ 51–67% ตามลำดับ พบว่ายุงลายอียิปต์ มีแนวโน้มการต้านต่อสารเคมีในระดับที่แตกต่างกันระหว่างเขตเมืองและเขตชนบทเมื่อดูจากอัตราการตายในสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ 6 ชนิดคือสารกำจัดแมลงเพอร์เมทริน (63.64–98.00%) เดลต้าเมทริน (77–100%) ไซฟูทริน (72–95%) ไซเพอร์เมทริน (57–93%) แลมด้า ไซฮาโลทริน (93–100%) และไบเฟนทริน (76–100 %) อย่างไรก็ตามพบว่ายุงลายอียิปต์ทั้งเขตเมืองและชนบทยังคงมีความไวต่อสารกำจัดแมลงมาลาโรนอน โดยมีอัตราการตาย 99-100 %

การศึกษานี้พบว่ายุงลายอโบริกตัสในเขตชนบทมีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงดีดีที (100%) และยุงลายอโบริกตัสในเขตเมืองก็ยังคงมีระดับความไวสูงต่อสารเคมีกำจัดแมลงชนิดเพอร์เมทรินและเดลต้าเมทรินโดยมีอัตราการตาย 100 % ในขณะที่ยุงลายชนิดนี้ในเขตเมืองมีแนวโน้มในการต้านต่อสารเคมีกำจัดแมลงไซเพอร์เมทริน (83%) สารเคมีกำจัดแมลงไบเฟนทริน (67%) และ แลมด้า ไซฮาโลทริน (97%)ตามลำดับ

คำสำคัญ: ระดับความไว ของยุง สารเคมีกำจัดแมลง ยุงลายอียิปต์ ยุงลายอโบริกตัส

Abstract

The susceptibility of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* to various kinds of insecticides was carried out during 2001-2005 using WHO standard susceptibility test. Four communities of Sri Phum (SP), Suthep (ST), Mae Rim district (MR) and Mae Teang district (PMD), Chiang Mai Province, were selected to be study sites. The first two communities were located in Chiang Mai town while the later two were situated in rural areas. The study objective was to monitor the susceptibility level of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*, dengue vectors in Thailand. The information of the study will be useful for considering policy making in selection of insecticides used in the future. Nine insecticides, DDT, Malathion, Permethrin, Delamethrin, Cypermethrin, Cyfluthrin, Bifenthrin, Lambda-cyhalothrin and Propoxur were used to expose vectors to discriminating dosages of insecticides for recommended exposure periods, and the 24-hour mortality was recorded. The results revealed that *Aedes aegypti* collected from both urban and rural areas had developed resistance to DDT and Propoxur with mortality rates of 11-45% and 51-67% respectively. It was found that *Ae. aegypti* collected from both urban and rural sites had developed resistant tendency with observed reduced mortality rates for Permethrin (63.64-98.00%), Deltamethrin (77-100%), Cyfluthrin (72-95%), Cypermethrin (57-93%), Lambdacyhalothrin (93-100%) and Bifenthrin (76-100%). However it was still fully susceptible to Malathion with 99-100% mortality rate.

In contrast *Aedes albopictus* collected from rural communities were found fully susceptible to DDT with 100% mortality rate. Moreover urban-collected albopictus were still susceptible to Permethrin and Deltamethrin. However, evidence of tolerance was recorded to Bifenthrin (67%) and slight increase in tolerance to Cypermethrin (83%) and Lambdacyhalothrin (97%) respectively.

Keywords: Susceptible level, Insecticides, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*

บทนำ

ไข้เลือดออกยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขในประเทศไทยต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2501 ไข้เลือดออกเกิดจากเชื้อไวรัสเด็งกีว (dengue virus) โดยมียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นยุงพาหะหลักในการนำโรค ยุงชนิดนี้มีนิสัยชอบวางไข่ในภาชนะน้ำขังที่อยู่ในบ้าน และตัวเต็มวัยชอบกัดคนเลือดคน (anthropophilic)¹ โดยมี *Ae. albopictus* เป็นยุงพาหะรอง การควบคุมยุงลายระยะตัวอ่อนหรือลูกน้ำยุงลายพาหะไข้เลือดออก จะใช้สารเคมีทรายเคมีฟอส หรือเคยเรียกกันว่าทรายอะเบท ซึ่งเป็นสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต เคลือบบนเม็ดทรายในขนาดความเข้มข้น 1 – 2% SG²

แม้ว่าการควบคุมยุงลายระยะตัวอ่อนจะเป็นหนึ่งในวิธีการที่ดีที่สุดในการทำลายยุงพาหะแต่เมื่อมีการระบาดเกิดขึ้นก็จำเป็นต้องกำจัดยุงตัวเต็มวัย โดยเฉพาะยุงที่มีเชื้อ (infective stage) โดยการพ่นฟุ้ง (space spray) ด้วยวิธีพ่นหมอกควัน (fogging) หรือพ่นฝอยละออง (ULV)

ปัจจุบันผู้ดำเนินการพ่นเคมีกำจัดยุงตัวเต็มวัยรับผิดชอบกันหลายหน่วยงาน ทั้งกระทรวงสาธารณสุข องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น รวมทั้งประชาชน โดยเฉพาะการใช้ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงชนิดฉีดพ่นอัดแก๊ส (aerosol) ที่มีขายตามท้องตลาด สารเคมีที่ใช้ในการควบคุมยุงลายส่วนมากเป็นกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์และออร์กาโน

ฟอสเฟต นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า ประมาณกว่า 70 % ของการใช้สารเคมีในประเทศไทยใช้ทางการเกษตร รวมทั้งสารกำจัดวัชพืชและสารกำจัดแมลงศัตรูพืช³ ซึ่งมีชื่อการค้าจำนวนกว่าสามพันชื่อ โอกาสที่เกษตรกรจะใช้สารกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีการที่ไม่ได้มาตรฐานจึงเพิ่มมากขึ้น การใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องและหลากหลาย จะเป็นปัจจัยหนึ่งในการกระตุ้นให้ยุงหรือแมลงมีการพัฒนาคือหรือด้านสารเคมี ทั้งการดื้อตรงและการดื้อข้ามกลุ่ม (cross resistance)

ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ยุงต้านหรือดื้อต่อสารเคมีเกิดจากความสามารถในการลดระดับความเป็นพิษของสารเคมี (detoxification mechanism) ที่มีการทำงานของเอนไซม์บางชนิดเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ยุงสามารถเปลี่ยนสารเคมี DDT ให้เป็น DDE หรือ DDA ซึ่งไม่เป็นพิษต่อแมลง นอกจากนี้ยังพบว่ายุงอาจพัฒนาในการต้านหรือดื้อต่อสารเคมีได้หลายชนิดในเวลาเดียวกัน^{4,5} จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ายุงลายมีระดับความไวต่อสารเคมีแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่^{6,7,8,9,10,11} DDT และ ไพริทรอยด์ มีการออกฤทธิ์ฆ่ายุงคล้ายๆ กัน คือ มีเป้าหมายที่ Sodium channel protein ซึ่งอยู่บนผนังเซลล์รับส่งสัญญาณประสาท ผลกระทบของการใช้สารเคมี DDT ในอดีต และการใช้สารเคมีกำจัดแมลงอย่างหลากหลายต่อเนื่องอาจทำให้มีการคัดเลือกสายพันธุ์ยุงที่มี Sodium channel protein ที่ผิดปกติไปจากเดิม คือ ทำให้ยุงมีการทนทานต่อสารเคมี DDT ได้และขณะเดียวกันอาจมีผลกระทบทำให้ยุงมีการทนต่อสารเคมีไพริทรอยด์มากขึ้น ทั้งนี้ ประเทศไทยมีรายงานพบว่ายุงลาย (*Ae. aegypti*) ดื้อต่อสารเคมี DDT แล้วตั้งแต่ปี 1964¹² เมื่อยุงลายมีความไวต่อสารเคมีลดลงหรือเกิดการต้านทานต่อสารเคมีแล้ว ย่อมทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดยุงลายลดลง และส่งผลกระทบต่อการควบคุมโรคในที่สุด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทราบระดับความไวของ

ยุงลายต่อสารกำจัดแมลงในจังหวัดเชียงใหม่ อันจะเป็นประโยชน์สำหรับประกอบการพิจารณาการเลือกใช้สารเคมีกำจัดยุงลายอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Study) โดยศึกษาในภาคสนาม (field study) และในห้องปฏิบัติการ ใช้ตัวอย่างยุงที่จับมาจากพื้นที่ที่มีการนิคพ่นสารเคมีกำจัดยุงลาย การศึกษาดำเนินการต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2544 – 2549 (6 ปี)

1. การคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการและการเตรียมอุปกรณ์

คัดเลือกหมู่บ้านที่มีการพ่นสารเคมีฆ่ายุงลาย เป็นเวลาติดต่อกันในเขตเทศบาล/เมือง และเขตชนบทของจังหวัดเชียงใหม่ เตรียมอุปกรณ์จับยุง และอุปกรณ์ทดสอบความไว (Susceptibility test) ตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก ได้แก่ กระดาษชุบสารเคมีและชุดอุปกรณ์สำหรับสารเคมีที่ทดสอบ ได้แก่ ดีดีที (DDT) เป็นตัวแทนกลุ่มออร์กาโนคลอรีน, มาลาไธออน (Malathion) เป็นตัวแทนกลุ่มออกาโนฟอสเฟต, เพอร์เมทริน (Permethrin) เดลต้าเมทริน (Deltamethrin) ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) ไซฟูทริน (Cyfuthrin), ไบเฟนทริน (Bifenthrin), แลมด้าไฮฮาโลทริน (Lambdacyhalothrin) เป็นสารเคมีกลุ่มไพริทรอยด์ และ โปรพอกเซอร์ (propoxur) เป็นตัวแทนกลุ่มคาร์บาเมท

2. การจับยุงเพื่อทำการทดสอบ แบ่งออกเป็น

ทำการเก็บยุงลายระยะตัวอ่อนลูกน้ำและตัวไม่แก่แล้วนำมาเลี้ยงที่ห้องเลี้ยงแมลงหลังจากยุงพัฒนากลายเป็นระยะตัวเต็มวัย นำมาวินิจฉัยแยกชนิด การทดสอบใช้เฉพาะยุงเพศเมียชนิดอียิปโต และอโบริคัสอายุ 3-5 วัน โดยใช้รุ่นลูกไม่เกิน 3 รุ่น (F3)

การทดสอบ ใช้อุปกรณ์ทดสอบ และกระดาษหุบสารเคมีตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก^{13,14,15} โดยให้ยุงลายสัมผัสกระดาษหุบสารเคมีนาน 60 นาที (Exposure time) ยกเว้นสารเคมี ดีดีที ให้สัมผัสนานเพียง 30 นาที จากนั้นถ่ายยุงจากกระบอกทดสอบ ไปใส่ในกระบอกหรือภาชนะเก็บยุงที่ไม่มีสารเคมี เลี้ยงต่อไปจนครบ 24 ชั่วโมง นับจำนวนยุงตาย และคำนวณอัตราการตาย (Mortality rate) บันทึกอุณหภูมิความชื้น การทดสอบทุกครั้งมียุงเปรียบเทียบ (control) โดยปฏิบัติทุกขั้นตอนเช่นเดียวกับยุงทดสอบ แต่ให้สัมผัสกระดาษไม่หุบสารเคมี

ทำการปรับเวลาที่ยุงสัมผัสสารเคมี โดยทำการเพิ่มเวลา หรือลดเวลาสัมผัส เพื่อขึ้นชั้นระดับความไวของยุงลายต่อสารเคมี ในกรณีต้องการดูแนวโน้มของระดับความไวของยุง

การแปลผลใช้ตามเกณฑ์การประเมินผลความไวของยุงต่อสารเคมีของ WHO ดังนี้

- อัตราตายระหว่าง 98 – 100% หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับสูง (Susceptible)

- อัตราตายระหว่าง 80 – 97% หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับปานกลาง (Moderate)

- อัตราตายต่ำกว่า 80 % หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับต่ำ (หรือต้านต่อสารเคมี)

ในการศึกษาทุกครั้ง หากอัตราการตายของยุงเปรียบเทียบมากกว่า 5 แต่ไม่เกิน 20% จะทำการปรับค่าอัตราการตายของยุงทดสอบด้วย Abbott's formula ดังนี้

$$\text{อัตราตาย} = \frac{\text{อัตราการตายของยุงทดสอบ} - \text{อัตราการตายของยุงเปรียบเทียบ} \times 100}{100 - \text{อัตราการตายของยุงเปรียบเทียบ}}$$

* ในกรณีที่ยุงเปรียบเทียบ ตายมากกว่า 20% จะยกเลิกการทดลองและทำการศึกษาใหม่

ผลการศึกษา

การศึกษารั้งนี้เป็นการศึกษาต่อเนื่องระยะเวลา 6 ปี เพื่อติดตามสถานการณ์คือต่อสารเคมีของยุงลายพาหะโรคไข้เลือดออกในภาคเหนือของประเทศไทย แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น พื้นที่เขตเมือง จำนวน 2 แห่ง คือ ตำบลศรีภูมิ(SP) และ ตำบลสุเทพ (ST) อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่เขตชนบท จำนวน 3 แห่ง คือ หมู่บ้านสะลงง (MR) อำเภอแมริม และหมู่บ้านปางไม้แดง(PMD) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 พื้นที่และชนิดของยุงลาย *Aedes* ที่ติดตามการติดต่อสารเคมี

พื้นที่	ชนิดยุงลาย	
	ยุงลายบ้าน	ยุงลายสวน
เขตเมือง		
ศรีภูมิ (SP)	Yes	Yes
สุเทพ (ST)	Yes	N
เขตชนบท		
แมริม (MR)	Yes	N
แม่แดง (PMD)	Yes	Yes

Yes : ทำการทดสอบ N : ไม่ได้ทำการทดสอบ

รายละเอียดสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ (diagnostic dose) และระยะเวลาการทดสอบ (exposed time) (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ และระยะเวลาการทดสอบ ดำเนินการระหว่าง ปี 2544-2549

สารเคมี	ขนาดความเข้มข้น สารเคมี(%)	ระยะเวลาการทดสอบ (ชั่วโมง) <i>Aedes species</i>	
		<i>aegypti</i>	<i>albopictus</i>
DDT	4.00	1/2	1/2

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ และระยะเวลาการทดสอบ คำนวณการระหว่าง ปี 2544-2549 (ต่อ)

สารเคมี	ขนาดความเข้มข้น สารเคมี(%)	ระยะเวลาการทดสอบ (ชั่วโมง) <i>Aedes species</i>	
		<i>aegypti</i>	<i>albopictus</i>
Malathion	0.50	1	n
Permethrin	0.75	1	1
Deltamethrin	0.05	1	1
Cypermethrin	0.05	1	1
Cyfluthrin	0.15	1	n
Bifenthrin	0.10	1	1
Lambda-cyhalothrin	0.03	1	1
Propuxur	0.10	1	n

- ขนาดสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบใช้ตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก(WHO)

ได้ทำการจับยุงลายระยะลูกน้ำจากภาชนะต่างๆ ในพื้นที่คัดเลือก และนำกลับมาเลี้ยงที่ห้องเลี้ยงแมลง กลุ่มโรคติดต่อมาโดยแมลง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10 เชียงใหม่ ให้อาหารตามความเหมาะสม เมื่อลูกน้ำพัฒนาเป็นยุงระยะตัวเต็มวัยอายุประมาณ 3-5 วัน ทำการวินิจฉัยยุงลายตามกฎเกณฑ์วินิจฉัยยุงของ Rueda, 2004¹⁶ โดยคัดเลือกเฉพาะยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงลายสวน (*Ae. albopictus*) มาทำการทดสอบความไว โดยใช้เครื่องมือตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก ผลการศึกษาระดับความไวของยุงลายชนิดอียิปต์ แสดงไว้ในตารางที่ 3 และผลการศึกษาระดับความไวของยุงลายชนิด อโปลิคตัส แสดงไว้ในตารางที่ 4

ศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับเปลี่ยนหรือลดเวลาทดสอบ ทั้งนี้เพื่อคู่มือ และเป็นการยืนยันระดับความไวของยุงลายต่อสารเคมี เช่น สารเคมี ดีดีที เริ่มต้นทดสอบที่เวลา 30 นาที ได้ทำการเพิ่มเวลาเป็น 60 นาที ในขณะที่ได้ทำการเพิ่มเวลาสัมผัส ในสารเคมี ไพโรฟอกเซอร์ จาก 60 นาที เป็น 120, 240 และ 360 นาที สำหรับสารเคมีเพอร์เมทรินได้ทำการทดสอบตั้งแต่เวลา 5, 10, 20, 25, 30, 60, 120, 240 และ 360 นาทีตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ผลการทดสอบยุงลายอียิปต์ กับสารเคมี ดีดีที 4% (ตารางที่ 3) พบว่าอัตราการตายของยุงในพื้นที่เขตเมืองและเขตชนบท อยู่ระหว่าง 11 – 45% เมื่อยุงได้สัมผัสกระดาษทดสอบนาน 30 นาที ตามที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ แม้ว่าได้เพิ่มเวลาเป็น 60 นาที พบว่ายุงก็มีอัตราการตายไม่แตกต่างจากการสัมผัสสารเคมีเพียง 30 นาที

การทดสอบกับสารกำจัดแมลงไพโรฟอกเซอร์ 0.1% พบว่ายุงลายอียิปต์ ในพื้นที่เขตเมืองและเขตชนบท มีอัตราการตาย 51-67% เมื่อเพิ่มเวลาสัมผัสเป็น 120, 240 และ 360 นาที ยุงมีอัตราการเพิ่มขึ้นเป็น 66.67% ถึง 96.67%

การทดสอบกับสารกำจัดแมลงเพอร์เมทริน 0.75% พบว่ายุงลายอียิปต์ ในพื้นที่เขต เมืองมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 63.64-98.00% ส่วนในพื้นที่ชนบทยุงมีระดับความไวต่อสารเคมีชนิดนี้สูงกว่าในเขตเมืองโดยอัตราการตายอยู่ระหว่าง 81.67-96.67%

การทดสอบสารกำจัดแมลงแลมบ์ดาไซฮาโลทริน 0.03% พบว่าอัตราการตายของยุงลายอียิปต์อยู่ระหว่าง 93-100% การทดสอบกับสารเคมีกำจัดแมลงเดลต้าเมทริน 0.05% ในเขตเมืองยุงมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 77-100% ส่วนในเขตชนบทยุงมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 95-100%

การทดสอบสารกำจัดแมลงไซเพอร์เมทริน 0.05% พบว่าอัตราการตายของยุงอยู่ระหว่าง 57–93% การทดสอบยุงลายอีจีปไค้กับสารกำจัดแมลงมาลาโรออน 5% พบว่าทั้งในเขตเมืองและชนบท ยุงลายชนิดนี้มีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 99–100% การทดสอบกับสารเคมีกำจัดแมลง ไซฟูทริน 0.15% ในเขตชนบทยุงมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 72–95% สำหรับการทดสอบกับสารเคมีกำจัดแมลงไบเฟนทรีน 0.1% พบว่ายุงลายในเขตเมืองมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 80–100 % แต่มีอัตราการตาย 76% ในเขตชนบท

เมื่อทำการทดสอบยุงลายอโปกคัสในเขตชนบทต่อสารเคมีกำจัดแมลงดีดีที 4% พบว่ายุงมีอัตราการตาย 100 % เมื่อทำการทดสอบกับสารเคมีกำจัดแมลงไซเพอร์เมทริน 0.05% ยุงในเขตเมืองมีอัตราการตาย 83% เมื่อทำการทดสอบกับสารเคมีกำจัดแมลง 0.05% เอลด้าเมทริน และ 0.75% เพอร์เมทริน ยุงจากเขตเมืองมีอัตราการตาย 100% เมื่อทำการทดสอบกับสารเคมีกำจัดแมลงไบเฟนทรีน 0.1% และ 0.03% แลมด้าไซฮาโลทริน พบว่ายุงจากเขตเมืองมีอัตราการตาย 67% และ 97% ตามลำดับ ตารางที่ 4

ตารางที่ 3 การทดสอบระดับความไวของยุงลายชนิดอีจีปไค้ ต่อสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ระหว่างปี 2544-2548

วันเดือนปี	สถานที่	สารกำจัดแมลง	ระยะเวลา ทดสอบ (นาท)	จำนวนยุงที่ทดสอบ			จำนวนยุงเปรียบเทียบ	
				สัมผัส	ตาย	อัตราการตาย(%)	รวม	อัตราการตาย(%)
13-Jul-05	SP	DDT 4.0%	30	200	26	13.00	100	0
2-Nov-04	MR	DDT 4.0%	30	120	37	30.83	100	0
23-Jun-06	MR	DDT 4.0%	30	60	7	11.67	40	0
26-Oct-04	PMD	DDT 4.0%	30	260	118	45.38	120	0
Oct-04	PMD	DDT 4.0%	30	300	54	18.00	140	0
23-Nov-05	PMD	DDT 4.0%	30	60	9	15.00	40	0
22-Oct-05	PMD	DDT 4.0%	60	180	32	17.78	100	0
20-Jul-01	SP	Propoxur 0.1%	60	60	39	65.00	40	0
23-Jul-01	SP	Propoxur 0.1%	120	120	101	84.17	40	0
20-Jul-01	SP	Propoxur 0.1%	240	60	44	73.33	40	0
20-Jul-01	SP	Propoxur 0.1%	360	60	52	86.67	40	0
11-Jul-02	PMD	Propoxur 0.1%	60	100	67	67.00	40	0
13-Jul-02	PMD	Propoxur 0.1%	120	60	52	86.67	40	0
13-Jul-02	PMD	Propoxur 0.1%	240	60	54	90.00	40	0
23-Jul-02	PMD	Propoxur 0.1%	360	60	58	96.67	40	0
20-Jul-05	MR	Propoxur 0.1%	60	100	51	51.00	40	0
23-Jul-05	MR	Propoxur 0.1%	120	60	40	66.67	40	0
20-Jul-05	MR	Propoxur 0.1%	240	100	73	73.00	40	0
20-Jul-05	MR	Propoxur 0.1%	360	60	50	83.33	40	0
22-May-01	SP	Permethrin 0.75%	5	100	8	8.00	60	0

ตารางที่ 3 การทดสอบระดับความไวของยุงลายชนิดจีพีไคส์ ต่อสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ระหว่างปี 2544-2548 (ต่อ)

วันเดือนปี	สถานที่	สารกำจัดแมลง	ระยะเวลา ทดสอบ (นาทึ่)	จำนวนยุงที่ทดสอบ			จำนวนยุงเปรียบเทียบ	
				สัมผัส	ตาย	อัตราตาย(%)	รวม	อัตราตาย(%)
25-May-01	SP	Permethrin 0.75%	10	100	7	7.00	60	0
5-Jun-01	SP	Permethrin 0.75%	20	100	28	28.00	60	0
27-Jun-01	SP	Permethrin 0.75%	25	100	29	29.00	60	0
3-Jul-01	SP	Permethrin 0.75%	30	100	35	35.00	60	0
18-Jul-01	SP	Permethrin 0.75%	60	220	140	63.64	100	0
18-Jul-01	SP	Permethrin 0.75%	120	180	159	88.33	100	0
13-Jul-01	SP	Permethrin 0.75%	240	60	52	86.67	40	0
20-Jul-01	SP	Permethrin 0.75%	360	60	60	100.00	40	0
17-Jul-05	PMD	Permethrin 0.75%	60	60	53	88.33	40	0
17-Jul-05	PMD	Permethrin 0.75%	120	60	49	81.67	40	0
20-Jul-05	PMD	Permethrin 0.75%	240	60	54	90.00	40	0
20-Jul-05	PMD	Permethrin 0.75%	360	60	58	96.67	40	0
26-Jan-04	SP	Permethrin 0.75%	60	100	89	89.00	40	0
26-Jul-05	SP	Permethrin 0.75%	60	100	79	79.00	40	0
11-Jul-06	SP	Permethrin 0.75%	60	100	98	98.00	40	0
16-Aug-06	ST	Permethrin 0.75%	60	100	66	66.00	60	0
23-Sep-04	PMD	Lambda-cyhalothrin 0.03%	60	200	186	93.00	100	0
Oct-04	PMD	Lambda-cyhalothrin 0.03%	60	200	188	94.00	100	0
22-Nov-04	PMD	Lambda-cyhalothrin 0.03%	60	100	96	96.00	40	0
7-Jul-05	SP	Lambda-cyhalothrin 0.03%	60	100	100	100.00	60	0
4-Nov-05	MR	Lambda-cyhalothrin 0.03%	60	100	96	96.00	60	0
21-Jan-04	PMD	Deltamethrin 0.05%	60	100	100	100.00	60	0
Jun-04	PMD	Deltamethrin 0.05%	60	40	38	95.00	40	0
27-Oct-05	PMD	Deltamethrin 0.05%	60	160	159	99.38	100	0
Oct-05	PMD	Deltamethrin 0.05%	60	100	95	95.00	60	0
23-Jul-01	SP	Deltamethrin 0.05%	60	160	146	91.25	100	0
26-Jan-04	SP	Deltamethrin 0.05%	60	100	100	100.00	60	0
26-Jul-05	SP	Deltamethrin 0.05%	60	100	98	98.00	60	0
13-Jul-05	SP	Deltamethrin 0.05%	60	100	100	100.00	60	0
3-Nov-04	MR	Deltamethrin 0.05%	60	100	100	100.00	60	0

ตารางที่ 3 การทดสอบระดับความไวของยุงลายชนิดอีจีปไคซ์ ต่อสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ระหว่างปี 2544-2548 (ต่อ)

วันเดือนปี	สถานที่	สารกำจัดแมลง	ทดสอบ		จำนวนยุงที่ทดสอบ		จำนวนยุงเปรียบเทียบ	
			(นาฬิกา)	สัมผัส	ตาย	อัตราตาย(%)	รวม	อัตราตาย(%)
15-Aug-05	ST	Deltamethrin 0.05%	60	100	77	77.00	25	0
23-Sep-04	PMD	Cypermethrin 0.05%	60	200	114	57.00	100	0
Oct-04	PMD	Cypermethrin 0.05%	60	100	80	80.00	40	0
Sep-05	PMD	Cypermethrin 0.05%	60	100	88	88.00	60	0
Jul-05	PMD	Cypermethrin 0.05%	60	100	93	93.00	40	0
Oct-04	SP	Cypermethrin 0.05%	60	100	93	93.00	60	0
4-Nov-04	MR	Cypermethrin 0.05%	60	220	179	81.36	100	0
4-Mar-06	MR	Cypermethrin 0.05%	60	80	64	80.00	40	0
1-Jul-01	PMD	Malathion 5.0%	60	100	100	100.00	60	0
Jul-05	PMD	Malathion 5.0%	60	100	100	100.00	60	0
Aug-05	PMD	Malathion 5.0%	60	100	99	99.00	60	0
16-Aug-05	ST	Malathion 5.0%	60	100	100	100.00	60	0
1-Jul-06	MR	Malathion 5.0%	60	100	100	100.00	60	0
16-Aug-05	MR	Malathion 5.0%	60	100	100	100.00	60	0
11-Jul-01	SP	Malathion 5.0%	60	160	160	100.00	100	0
26-Jul-06	SP	Malathion 5.0%	60	100	99	99.00	60	0
15-Aug-05	PMD	Cyfluthrin 0.15%	60	100	72	72.00	60	0
12-Aug-05	PMD	Cyfluthrin 0.15%	60	100	91	91.00	60	0
26-Jul-05	PMD	Cyfluthrin 0.15%	60	100	95	95.00	60	0
Dec-03	PMD	Bifenthrin 0.1%	60	100	95	95.00	60	0
Feb-04	PMD	Bifenthrin 0.1%	60	100	100	100.00	60	0
Jul-05	PMD	Bifenthrin 0.1%	60	100	80	80.00	60	0
21-Jan-06	PMD	Bifenthrin 0.1%	60	100	80	80.00	60	0
26-Jan-06	SP	Bifenthrin 0.1%	60	100	76	76.00	60	0

ตารางที่ 4 การทดสอบระดับความไวของยุงลายสวน(*Aedes albopictus*) ต่อสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ระหว่างปี 2548-2549

วันเดือนปี	พื้นที่	สารกำจัดแมลง	เวลาสัมผัส		จำนวน		อัตรา	
			(นาฬิกา)	สัมผัส	ตาย	ตาย (%)	เปรียบเทียบ	อัตราตาย (%)
5-Aug-06	PMD	DDT 4.0%	30	100	100	100	40	0
24-Nov-05	SP	Cypermethrin 0.05%	60	100	83	83	40	0

ตารางที่ 4 การทดสอบระดับความไวของยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) ต่อสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ระหว่างปี 2548-2549 (ต่อ)

วันเดือนปี	พื้นที่	สารกำจัดแมลง	เวลาสัมผัส (นาท)	จำนวน สัมผัส	จำนวน ตาย	อัตรา ตาย (%)	จำนวน เปรียบเทียบ	อัตราตาย (%)
4-Aug-06	PMD	Deltamethrin 0.05%	60	100	100	100	40	0
3-Feb-06	SP	Deltamethrin 0.05%	60	100	100	100	40	0
3-Feb-06	SP	Permethrin 0.75%	60	100	100	100	40	0
4-Aug-05	PMD	Permethrin 0.75%	60	100	100	100	40	0
3-Feb-06	SP	Bifenthrin 0.1%	60	100	67	67	40	0
22-Nov-05	SP	Lambda-cyhalothrin 0.03%	60	100	97	97	40	0

อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดสอบระดับความไวของยุงลายสองชนิด คือ ยุงลายบ้านอีจิปไต้ และยุงลายสวนอโบพิคตัส ต่อสารเคมีกำจัดแมลงทั้งหมด 9 ชนิด ในยุงลายบ้าน และ สารเคมี 6 ชนิด ในยุงลายสวน พบว่ายุงลายอีจิปไต้ ทั้งที่จับจากเขตเมืองและเขตชนบทมีการดื้อต่อสารเคมีกำจัดแมลงชนิดดีดีที ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในภาคกลาง 10 จังหวัด รวมทั้งกรุงเทพมหานคร⁸ พบว่าสถานการณ์คล้ายกับภาคเหนือของประเทศไทยในการศึกษาปี 2540 ที่พบว่ายุงที่จับจากจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดน่าน ทั้งเขตเมืองและเขตชนบท จากจังหวัดลำปางในเขตเมืองดื้อต่อสารเคมีกำจัดแมลงดีดีที คือมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 0–20%¹¹ พบว่านอกจากยุงลาย อีจิปไต้มีการดื้อต่อสารเคมีดีดีที แล้วยังพบยุงรำคาญชนิดควินเคียฟาสเซียตัส (*Culex quinquefasciatus*) หลายจังหวัดในภาคเหนือ ก็ดื้อต่อสารเคมีดีดีทีเช่นกัน¹¹ การดื้อของยุงลายอีจิปไต้ดื้อดีดีทีอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น การเพิ่มระดับ การทำงานของ DDTase / cytochrome^{p450} ซึ่งสามารถทำให้ความเป็นพิษของ ดีดีทีลดลง และอาจมีการเพิ่มระดับเอ็นไซม์ Glutathione S-transferase (GST) และ esterase เป็นต้น อย่างไรก็ตาม DDTase/cytochrome^{p450} และ GST – based metabolic resistance ไม่ได้เป็นผลทำให้ยุงเกิดการดื้อซ้ำ

มายังสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์เสมอไป¹⁷ แต่ การที่ยุงมี Kdr based pyrethroid resistance อาจจะเป็นปัจจัยทำให้เกิดระดับต้านต่อสารเคมีดีดีทีของยุงสูงขึ้น¹⁷ เช่นเดียวกับสารเคมีกำจัดแมลงไพรีพ็อกเซอร์ ที่พบว่ายุงลายอีจิปไต้มีความต้านทานทั้งเขตเมืองและเขตชนบทของจังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษาของบุญเสริมและคณะ⁸ พบว่ายุงลายอีจิปไต้บริเวณภาคกลางก็ดื้อต่อสารเคมีไพรีพ็อกเซอร์ เป็นไปได้ว่าการใช้สารกำจัดแมลงชนิดนี้อย่างแพร่หลาย ในรูปแบบผลิตภัณฑ์สเปรย์อัดกระป๋อง อาจจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ยุงลายมีการต้านต่อสารกำจัดแมลงไพรีพ็อกเซอร์ในหลายพื้นที่

โดยปกติในการทดสอบระดับความไวของยุงกันปล่องต่อสารเคมีเพอร์เมทริน องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ความเข้มข้น 0.75% และแนะนำให้ใช้ 0.25% . ในการทดสอบระดับความไวของยุงลาย แต่เนื่องจากคณะผู้ศึกษาได้รับกระดาษทดสอบสารเคมีชนิดนี้ล่าช้า การศึกษานี้จึงใช้กระดาษของเพอร์เมทรินขนาด 0.75% แต่ก็ยังพบว่าเมื่อให้ยุงสัมผัสกระดาษทดสอบนาน 60 นาที ยุงมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 63.64-98% ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงว่ายุงลายอีจิปไต้ของพื้นที่ศึกษามีการพัฒนาต้านต่อสารเคมีเพอร์เมทรินแล้วเช่นเดียวกับการศึกษาในอดีต พบว่ายุงลายในเขตเมืองเชียงใหม่ได้มีการต้านต่อสารเคมี

เพอร์เมทรินแล้ว¹¹ ทั้งนี้พบว่าภายใน 10 จังหวัด ภาคกลาง ได้มีการต้านต่อสารเคมีชนิดนี้แล้วเช่นกัน คือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี อุทธยา อ่างทอง สิงห์บุรี นครปฐม สมุทรสาคร สุพรรณบุรี และนครนายก⁸ เช่นเดียวกับการศึกษาโดยใช้ลูกน้ำยุงลายอียิปต์ไคยจากอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก , นครสวรรค์, นครราชสีมา, สุราษธานี และพัทลุง พบว่ามีการดื้อต่อสารเคมีเพอร์เมทรินแล้วเช่นกัน⁶ ดังนั้น ควรทำการศึกษาเพื่อติดตามประเมินผลยุงลายต่อสารเคมีต่อไป เนื่องจากสารเพอร์เมทรินยังมีหลายหน่วยงานใช้กันอย่างกว้างขวาง

การศึกษาลักษณะนี้พบว่า ยุงลายอียิปต์ไคยยังมีความไวต่อสารเคมีแลมด้าไซฮาโลทริน ทั้งเขตเมืองและเขตชนบท ตรงกับการศึกษาของ บุญเสริมและคณะ (2542)⁸ พบว่ายุงลายในเขตเมืองมีแนวโน้มในการดื้อต่อสารเคมีกำจัดแมลงเคลด้าเมทริน แต่ยังมีระดับความไวสูงในเขตชนบทในทางตรงกันข้ามการศึกษาครั้งนี้พบว่ายุงในเขตชนบทมีแนวโน้มในการต้านต่อสารเคมีไซเพอร์เมทริน แต่ยุงลายในเขตเมืองยังมีความไวสูงต่อสารเคมีชนิดนี้ อาจเป็นไปได้ว่าในเขตชนบทมีอัตราการใช้สารเคมีชนิดนี้สูงกว่าในเขตเมือง¹⁸ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ยุงในชนบทมีการทนต่อสารเคมีชนิดนี้มากกว่าในเขตเมือง

การศึกษาทดสอบความไวครั้งนี้พบว่ายุงมีระดับความไวสูงต่อสารกำจัดแมลงกลุ่มออกาโนฟอสเฟต คือ มาลาไรออน ทั้งเขตเมืองและเขตชนบทคล้ายกับการศึกษาของ Ponlawat *et al.* 2005⁶ ที่พบว่ายุงลายอียิปต์ไคยและอโบพิคตัส มีความไวต่อสารกำจัดแมลงชนิดนี้ เช่นเดียวกัน แต่เมื่อทดสอบยุงลายอียิปต์ไคยต่อสารกำจัดแมลงไซฟูทรินพบว่า ยุงมีการพัฒนาการทนต่อสารเคมีชนิดนี้คือ มีระดับความไวปานกลาง เนื่องจากการศึกษาทดสอบเพียงเฉพาะพื้นที่เขตชนบทจึงควรจะทำการศึกษาในเขตเมืองด้วย

การศึกษายุงลายอียิปต์ไคยต่อสารเคมีไบเฟนทรินพบว่า ในเขตเมืองยุงลายมีแนวโน้มต้าน แต่ในเขตชนบทยังมีระดับความไวสูง สารเคมีชนิดนี้ใช้ในการพ่นแบบมีฤทธิ์ตกค้าง (Residual spraying) ในหลายพื้นที่ที่ยังมีการแพร่เชื้อมาลาเรียซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตชนบท อย่างไรก็ตามบางจังหวัดได้ใช้สารเคมีไบเฟนทริน 1.25% พ่นมายุงลายในเขตเมืองเพื่อหยุดยุงลายโรคไข้เลือดออกและมีบางหน่วยงานแจ้งว่าหลังการใช้ไบเฟนทรินพ่นยุงลายและพบว่ายุงลายไม่ตาย ซึ่งการศึกษาลักษณะนี้พบว่ายุงในเขตเมืองมีแนวโน้มทนต่อสารเคมีชนิดนี้ อาจเป็นไปได้ว่าไข้เลือดออกมากกว่า 70% เกิดในเขตเมือง และทุกครั้งที่มีการรายงานพบไข้เลือดออกจะมีการควบคุมยุงลายที่มีเชื้อโดยการพ่นฟุ้ง (space spray) ซึ่งการพ่นซ้ำๆ และการใช้สารเคมีหลากหลายอาจเป็นปัจจัยกระตุ้นให้ยุงมี mechanism และมีการปรับระดับ enzyme ในการพัฒนาการดื้อหรือทนต่อสารเคมีฆ่าแมลงสูงขึ้น^{8,11,17}

สำหรับการศึกษาทดสอบความไวของยุงลายอโบพิคตัส ดำเนินการต่อสารเคมีกำจัดแมลง 6 ชนิด เนื่องจากปัญหาการจับยุงลายชนิดอโบพิคตัส ได้ในปริมาณต่ำ จึงมีการทดสอบซ้ำน้อยครั้ง อย่างไรก็ตามยุงลายชนิดนี้ มีแนวโน้มต้านต่อสารเคมีกำจัดแมลงชนิดไบเฟนทรินในเขตเมือง เช่นเดียวกับยุงลายอียิปต์ไคยในเขตเมือง และมีแนวโน้มต้านต่อสารเคมีไซเพอร์เมทรินในเขตเมืองด้วย

การศึกษาลักษณะนี้เป็นการศึกษาประเมินผลระยะยาว สรุปได้ว่ายุงลายอียิปต์ไคยในเขตเมืองและเขตชนบทของจังหวัดเชียงใหม่ดื้อต่อสารเคมี ดีลิตี โปรฟ็อกเซอร์แล้ว สารกำจัดแมลงที่ยุงลายอียิปต์ไคยมีแนวโน้มในการต้านหรือทน คือ ไซเพอร์เมทริน ไบเฟนทริน (เขตชนบท) ไซฟูทริน และเพอร์เมทริน ยุงลายอียิปต์ไคยทั้งเขตเมืองและชนบท ยังมี

ความไวสูงต่อสารกำจัดแมลงมาลาโรอา และแลมปีดา
ไซฮาโลทริน

การจะเลือกใช้สารกำจัดแมลงให้มีประสิทธิภาพ
ควรพิจารณาตามความเหมาะสม เช่น ในเขตเมืองอาจ
ใช้สารกำจัดแมลงชนิดชนิดกับในชนบทก็ได้ โดยนำ
ข้อมูลการต้าน/ทน/ไว ของยุงต่อสารกำจัดแมลงแต่ละชนิด
มาประกอบการพิจารณาการศึกษาทดสอบระดับความไว
ของยุงต่อสารเคมีกำจัดแมลงควรพิจารณาการเพื่
ระวังต่อเนื่อง ครอบคลุมที่ยังมีการใช้สารกำจัดแมลงทั้ง
ทางด้านสาธารณสุขและด้านการเกษตรอย่างกว้างขวาง
และควรมีการศึกษาถึงกลไกการต้านหรือดื้อของยุงต่อสาร
กำจัดแมลงแต่ละชนิดด้วย เพื่อเป็นข้อมูลเชิงลึกในการ
พิจารณาการใช้สารเคมีในระดับประเทศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ศึกษาขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานกีฏวิทยาทุก
ท่านที่มีส่วนร่วมในการศึกษาทดสอบความไวของยุงลาย
ต่อสารเคมีกำจัดแมลง และขอขอบคุณนางสาวพิพร เพียร
ไพรงาม นายเผด็จ แก้วควัน กลุ่มโรคติดต่อมาโดยแมลง ที่
กรุณาช่วยพิมพ์ต้นฉบับอย่างเต็มความสามารถ การศึกษา
ครั้งนี้ใช้งบประมาณปกติ ของสำนักงานป้องกันควบคุม
โรคที่ 10 เชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

1. Pant CP. Vector ecology and bionomics. In: Tongcharoen P, ed. Monograph on dengue/dengue Haemorrhagic fever. New Delhi: World Health Organization Regional Office for South - East Asia; 1993: 122 – 38.
2. Pant CP, Bang YH. A field trial of Abate. Larvicide for the control of *Aedes aegypti* in Bangkok, Thailand. Bull World Health Org 1972; 416 – 25.
3. [http:// www. Consumerthai.org](http://www.Consumerthai.org) (access April 2006)
4. Miller TA. Mechanism of resistance to pyrethroid insecticide. Parasitology Today 1988, 4: 58 – 12.
5. Hemingway J, Hawkes NJ, Mccarroll L, Ranson H. (2004). The molecular basis of insecticide Resistance in mosquitoes. Insect Biochemistry and Biology. 2004, 34: 653 – 665.
6. Ponlawat A, Scott JG and Harrington LC. Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* across Thailand. J. Med Entomol. 2005; 42(5): 821 – 825.
7. พิมพ์พา วัฒนชัย, พูนยศ เรียวแรงบุญญา, สมเกียรติ บุญญะบัญชา, ประคอง พันอุไร. การทดสอบความไวของยุงลายจังหวัดต่างๆ ต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ควบคุมไข้เลือดออก. วารสารโรคติดต่อ. 2537; 20: 202– 8.
8. บุญเสริม อ่วมอ่อง, สงคราม จามปทุม, มาโนช ศรีแก้ว. การศึกษาความไวของยุง *Aedes aegypti* ต่อสารเคมีกำจัดแมลงในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารกระทรวงสาธารณสุข 2542; 18: 93 – 101
9. กองแก้ว ยะอุป, สมบูรณ์ เถาว์พันธุ์ ปานแก้ว รัตนศิลป์กัลยาณู, ลักษณา หลายทวีวัฒน์. การทดสอบความไวของยุงลายต่อสารเพอร์มีทรินและเดลตา มีทรินใน 14 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ขอนแก่น 2545; 10: 41 – 7.
10. Chareonviriyaphap T, Aum-aung B, Ratanatham S. Current insecticide resistance Patterns in mosquito vectors in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1999. 30: 184 – 194.

11. Somboon P, Prapanthadara L and Suwonkerd W. Insecticide susceptibility test of *Anopheles minimus*. 1., *Aedes aegypti* , *Aedes albopictus* , and *Culex quinquefasciatus* in northern Thailand. Southeast Asia J Trop. Med. Public Health. 2003, 34(1): 87 – 93.
12. Neely JM. Insecticide-resistance studies on *Aedes argypti* in Thailand. Bull World Health Org. 1966; 35: 91.
13. World Health Organization. Instruction for determining the susceptibility or resistance of adult mosquito to organochlorine, organophosphate and carbamate insecticides establishment of the base line. WHO/VBC/81.806; 1981.
14. World Health Organization. Techniques to detect insecticide resistance mechanism (Field and laboratory manual). WHO/CDC/CPC/MAL/98.6; 1998.
15. World Health Organization Manual on practical Entomology in Malaria. Part I and Part II. World Health Organization Geneva.1975:pp.191.
16. Rueda LM. Pictorial key for the identification of mosquitoes (Diptera:Culicidae) associated with dengue virus transmission online edition Zootaxa. 2004; 589:1
17. Prapanthadara L, Promtet N, Kootathep S, Somboon P, Suwonkerd W, McCarroll L and Hemingway J. Mechanisms of DDT and Permethrin Resistance in *Aedes aegypti* from Chiang Mai, Thailand. Dengue Bulletin 2002, 26: 185-189.
18. กลุ่มโรคติดต่อฯ โดยแมลง รายงานการสำรวจสารเคมี และเครื่องพ่นสารเคมีในหน่วยงาน องค์การบริหารส่วนตำบลและศูนย์โรคติดต่อฯ โดยแมลง ประจำปี 2005