

การศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส

ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ปี 2558

The susceptibility on Temephos of *Aedes aegypti* Larva

In the lower part of Northern, Thailand 2015

นายนิทัศน์ มีโกศล

มะลิวัลย์ ทัศน

สุนัฐ เจริญศรี

บรรจง บกแก้ว

กลุ่มโรคติดต่อ

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

การศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ปี 2558

นิธิพัฒน์ มิโณคสม มะลิวัลย์ ทศนา สุนัฐ เจริญศรี บรรจง บกแก้ว

กลุ่มปฏิบัติการควบคุมโรคและตอบโต้ภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุข

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก

บทคัดย่อ

การป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกในปัจจุบันยังให้ความสำคัญกับมาตรการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน พาหะหลักนำโรคไข้เลือดออก โดยการใช้สารที่มีฟอสชนิดเคลือบผิวทรายควบคุมกำจัดลูกน้ำยุงลาย เนื่องจากยุงลายบ้านมีแหล่งเพาะพันธุ์อยู่ในภาชนะใส่น้ำต่างๆ ในครัวเรือน และพบได้ทุกชุมชนทั่วประเทศ ประเทศไทยใช้สารที่มีฟอสในการใส่ในภาชนะกักเก็บน้ำอย่างแพร่หลายตั้งแต่ปี 2515 ขนาดที่แนะนำคือ ที่มีฟอส 1% SG ใช้ในขนาด 1 กรัม ต่อน้ำ 10 ลิตร สามารถออกฤทธิ์ควบคุมไม่ให้มีลูกน้ำได้นาน 3 เดือน แต่ในสภาพที่เป็นจริง พบว่า ประชาชนมีการใช้น้ำ ตักออกและเติมเข้า ทำให้ความเข้มข้นของสารที่มีฟอสลดลงเรื่อยๆ จนไม่สามารถกำจัดลูกน้ำได้ แล้วการที่ลูกน้ำได้รับสารเคมีในระดับต่ำและรอดชีวิตนั้นสามารถทำให้เกิดพัฒนาการต้านทานต่อสารที่มีฟอสได้ และส่งผลกระทบต่อ การกำจัดและควบคุมลูกน้ำยุงลาย การศึกษาความไวต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลายในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาล ตามหลักเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก เริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม 2558 โดยเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายในภาคสนาม ทั้งในและนอกเขตเทศบาลเมืองของ จังหวัดพิษณุโลก อุดรดิตถ์ ตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย มาทดสอบเพื่อหาระดับความไวต่อสารที่มีฟอสที่ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำตายร้อยละ 50 (LC_{50}) ของลูกน้ำยุงลายทดสอบ คำนวณระดับความต้านทาน (RR_{50}) ของยุงทดสอบ โดยเปรียบเทียบ ค่า LC_{50} และ RR_{50} กับยุงลายสายพันธุ์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงในระดับสูง

ผลการศึกษา พบว่า ยุงลายในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ทั้งในเขตเทศบาลเมืองและนอกเขตเทศบาลเมือง มีความไวต่อสารที่มีฟอสที่ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระดับสูงและปานกลาง (อัตราการตายระหว่างร้อยละ 88-100) มีค่า LC_{50} ต่อสารที่มีฟอส อยู่ระหว่าง 0.0021-0.01160 มิลลิกรัมต่อลิตร และระดับความต้านทานต่อสารที่มีฟอสที่เหมือนกัน คือ มีความต้านทานต่อสารที่มีฟอสในระดับต่ำ โดยในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก อุดรดิตถ์ ตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย มีค่าระดับความต้านทาน RR_{50} เท่ากับ 0.73, 2.15, 2.32, 2.50 และ 2.70 เท่า ตามลำดับ สำหรับนอกเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก อุดรดิตถ์ ตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัยมีค่าระดับความต้านทาน RR_{50} เท่ากับ 0.87, 0.91, 1.08, 1.27 และ 4.26 เท่า ตามลำดับ

สรุปได้ว่า ยุงลายในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก อุดรดิตถ์ ตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย มีพัฒนาการความต้านทานต่อสารกำจัดลูกน้ำที่มีฟอส อาจเนื่องมาจากสารที่มีฟอสมีการนำมาใช้กำจัดลูกน้ำยุงลายเป็นเวลานาน และการใส่ทรายที่มีฟอสในภาชนะชั่งน้ำในอัตราส่วนที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นมีโอกาสที่ลูกน้ำยุงลายได้รับสารที่มีฟอสในขนาดที่ไม่เหมาะสม แล้วอาจทำให้ลูกน้ำยุงลายมีพัฒนาการให้ต้านทานต่อสารที่มีฟอสได้ จึงควรมีการทำความเข้าใจกับหน่วยงานที่มีการใช้สารที่มีฟอสในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย เช่น สำนักงานสาธารณสุข จังหวัด โรงพยาบาล เทศบาล องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น อาสาสมัครสาธารณสุข เป็นต้น ให้เข้มงวดและระมัดระวังให้ใส่ทรายที่มีฟอสในภาชนะชั่งน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้อง และควรมีการทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสให้มากขึ้น และมีการทดสอบอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของระดับความไวและระดับความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้สารเคมีในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย

The susceptibility on Temephos of *Aedes aegypti* Larva In the lower part of Northern, Thailand 2015

Abstract

The chemicals approach to control the *Aedes Aegypti*, vector of Dengue Hemorrhagic fever (DHF), is still one of the measures to prevention and control of DHF endemic. Temephos sand granules have been widely used as larviciding in Thailand. The resistance of larvae to the temephos many occur from exposing to dilution of the chemicals in the domestics-used water containers. During May – August 2015. Surveillance susceptibility level of larval mosquitoes to chemicals using WHO susceptibility kits were done in urban and rural areas of the lower part of Northern Thailand eg. Phitsanulok, Uttaradit, Sukhothai, Tak and Phetchaboon.

The results showed that there variations of LC_{50} among larval mosquitoes in urban and rural areas as LC_{50} were 0.00201- 0.01160 mg/L. The resistance ratio also showed variation. The low resistance ratio to temephos was found in urban areas of Phitsanulok ($RR_{50} = 0.73$) Uttaradit ($RR_{50} = 2.15$) Tak ($RR_{50} = 2.32$) Phetchaboon ($RR_{50} = 2.50$) and Sukhothai ($RR_{50} = 2.70$). The data of resistance rate show Sukhothai ($RR_{50} = 0.87$) Tak ($RR_{50} = 0.91$) Phitsanulok ($RR_{50} = 1.08$) Uttaradit ($RR_{50} = 1.27$) and Phetchaboon ($RR_{50} = 4.26$).

The conclusion to larva mosquitoes in urban and rural areas from the lower part of Northern Thailand still have low resistance rate.

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
นิยามศัพท์	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
รายงานการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลง	6
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	9
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	10
บทที่ 4 ผลการวิจัย	12
บทที่ 5 วิวิจารณ์ สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	16
วิจารณ์ผลการวิจัย	16
สรุปผลการวิจัย	17
ข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	19
สัดส่วนของผลงานในส่วนที่ตนเองปฏิบัติ	20
การนำผลงานไปใช้ประโยชน์ / อ้างอิง	21
การเผยแพร่ผลงาน	21
คำรับรองผลงานวิชาการ	22
หลักฐานการเผยแพร่ผลงาน	24
ภาคผนวก	34
แบบฟอร์มตารางแสดงผลทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส	35

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมือง ที่สารที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ แยกตามรายจังหวัด	13
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง ที่สารที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ แยกตามรายจังหวัด	13
ตารางที่ 3 ค่าความเข้มข้นของสารที่มีฟอสที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตาย ร้อยละ 50 (LC_{50}) ภายใน 24 ชั่วโมง และระดับความต้านทาน (RR_{50}) ของลูกน้ำยุงลายจากพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองจำแนกรายจังหวัด	14
ตารางที่ 4 ค่าความเข้มข้นของสารที่มีฟอสที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตาย ร้อยละ 50 (LC_{50}) ภายใน 24 ชั่วโมง และระดับความต้านทาน (RR_{50}) ของลูกน้ำยุงลายจากพื้นที่นอกเขตเทศบาลเมืองจำแนกรายจังหวัด	14
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบระดับความไวของลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองที่ สารที่มีฟอสระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร แยกตามรายจังหวัด	14
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบระดับความไวของลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมืองที่ สารที่มีฟอสระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร แยกตามรายจังหวัด	15

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญ และที่มาของปัญหาการทำวิจัย

โรคไข้เลือดออกเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขของประเทศไทย นับตั้งแต่พบการระบาดในประเทศไทยปี พ.ศ. 2551 เป็นต้นมา สาเหตุของการเกิดโรคจากเชื้อไวรัสเด็งกี (dengue virus) มียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลักและยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะรองโรคไข้เลือดออก มักมีการระบาดเป็นระยะทุกๆ 2-3 ปี (สิริกา, 2545) สถานการณ์โรคไข้เลือดออกในพื้นที่รับผิดชอบของ สคร.2 พิษณุโลก ตั้งแต่ปี 2549 เป็นต้นมา พบผู้ป่วยทุกปีแนวโน้มของโรคเพิ่มขึ้น ทำให้โรคไข้เลือดออกมีความสำคัญมากในงานสาธารณสุข เนื่องจากเป็นโรคที่ได้แพร่ระบาด จากเขตเมืองสู่ชนบทและกระจายไปทั่วประเทศ (จิตติและคณะ, 2536)

ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) พาหะหลักนำโรคไข้เลือดออก เป็นยุงที่มีชีวนิสัยชอบใกล้ชิดกับคน ระยะไข่ ลูกน้ำ และตัวโม่ง พบได้ในภาชนะเก็บกักน้ำในครัวเรือนทั้งในบ้านและนอกบ้าน ชอบกัดกินเลือดคน (Anthropophilic) (Pant, 1993) การป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกให้มีความสำคัญกับมาตรการลดแหล่งเพาะพันธุ์ของลูกน้ำยุงลาย โดยวิธีทางกายภาพ และทางเคมีภาพ คือการใช้สารเคมีที่มีฟอสฟอรัสชนิดเคลือบผิวทราย แต่เมื่อมีการระบาดเกิดขึ้น ก็จำเป็นต้องกำจัดยุงตัวเต็มวัย สารเคมีที่ใช้กำจัดยุงตัวเต็มวัยในปัจจุบันคือสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ และออร์แกโนฟอสฟอรัส (สมศักดิ์, 2545) แต่สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์และออร์แกโนฟอสฟอรัสเริ่มมีการรายงานการสร้างความต้านทานของยุงลายบ้านและยุงลายสวนแถบหมู่เกาะแคริบเบียน สำหรับประเทศไทยอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลาย เพราะมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลาเกือบ 60 ปี โดยไม่ระมัดระวังเรื่องความเข้มข้น และมีการใช้ความเข้มข้นและปริมาณของสารที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าองค์การอนามัยโลกแนะนำ ในส่วนของสารที่มีฟอสกำจัดลูกน้ำที่ใช้อยู่ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลที่แน่ชัดเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายที่ลดลงนั้น เกิดจากคุณภาพของทรายที่มีฟอสที่ใช้ไม่ได้มาตรฐาน ปริมาณทรายที่ใช้ไม่เป็นไปตามปริมาณและความเข้มข้นที่กำหนด วิธีใช้ไม่ถูกต้อง หรือเกิดการสร้าง ความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส ดังนั้นเพื่อให้ดำเนินงานควบคุมยุงลาย โดยใช้สารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังและติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับความไวของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลงในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาใช้วางแผนการใช้สารเคมี และเพื่อเป็นการยืนยันถึงการสร้างความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อทราบระดับความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำตายร้อยละ 50 (LC₅₀) ต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลาย ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยเปรียบเทียบกับลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมี
3. เพื่อทราบระดับความต้านทาน (resistance ratio : RR₅₀) ต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลายในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยเปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์ที่มีความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงในระดับสูง

นิยามศัพท์

1. ลูกน้ำยุงลายมีความไวต่อสารที่มีฟอสในระดับสูง หมายถึง ลูกน้ำยุงลายที่ทดสอบความไวต่อสารเคมีด้วยวิธีการขององค์การอนามัยโลก แล้วอัตราการตายอยู่ระหว่างร้อยละ 98-100
2. ลูกน้ำยุงลายมีความไวต่อสารที่มีฟอสในระดับปานกลาง หมายถึง ลูกน้ำยุงลายที่ทดสอบความไวต่อสารเคมีด้วยวิธีการขององค์การอนามัยโลก แล้วอัตราการตายอยู่ระหว่างร้อยละ 80-97
3. ลูกน้ำยุงลายมีความไวต่อสารที่มีฟอสในระดับต่ำ หมายถึง ลูกน้ำยุงลายที่ทดสอบความไวต่อสารเคมีด้วยวิธีการขององค์การอนามัยโลก แล้วอัตราการตายน้อยกว่า 80
4. การศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 (Lethal concentration; LC50) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารที่มีฟอสที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ภายในเวลา 24 ชั่วโมง
5. ลูกน้ำยุงลายมีความต้านทานต่อสารที่มีฟอสในระดับสูง หมายถึง ลูกน้ำยุงลายที่ทดสอบความไวต่อสารเคมีด้วยวิธีการขององค์การอนามัยโลก แล้วระดับความต้านทาน มากกว่า 10 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีในการศึกษาครั้งนี้ คือ ยุงลายสายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ได้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการมาเป็นเวลานาน
6. ลูกน้ำยุงลายมีความต้านทานต่อสารที่มีฟอสในระดับปานกลาง หมายถึง ลูกน้ำยุงลายที่ทดสอบความไวต่อสารเคมีด้วยวิธีการขององค์การอนามัยโลก แล้วระดับความต้านทาน เท่ากับ 6-10 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีในการศึกษาครั้งนี้ คือ ยุงลายสายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ได้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการมาเป็นเวลานาน
7. ลูกน้ำยุงลายมีความต้านทานต่อสารที่มีฟอสในระดับต่ำ หมายถึง ลูกน้ำยุงลายที่ทดสอบความไวต่อสารเคมีด้วยวิธีการขององค์การอนามัยโลก แล้วระดับความต้านทาน เท่ากับ 1-5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีในการศึกษาครั้งนี้ คือ ยุงลายสายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ได้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการมาเป็นเวลานาน

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

โรคไข้เลือดออกที่พบในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงในเอเชียอาคเนย์เกิดจากไวรัสเดงกี จึงเรียกชื่อว่า Dengue Haemorrhagic Fever (DHF) เชื้อไวรัสเดงกีเป็น RNA virus จัดอยู่ใน Family Flaviviridae (เดิมเรียกว่า group B arbovirus) มี 4 serotypes, Den 1-4 ทั้ง serotypes มี antigen ร่วมบางชนิดจึงทำให้มี cross reaction และมี cross protection ได้ในระยะสั้นๆถ้ามีการติดเชื้อชนิดใดชนิดหนึ่งแล้วจะมีภูมิคุ้มกันต่อชนิดนั้นไปตลอดชีวิต (Permanent immunity) แต่จะมีภูมิคุ้มกันต่อไวรัสเดงกีชนิดอื่นๆ อีก 3 ชนิดได้ในช่วงสั้นๆ (partial immunity) ประมาณ 6-12 เดือน หลังจากนั้นจะมีการติดเชื้อไวรัสเดงกีชนิดอื่นๆที่ต่างจากครั้งแรกได้ เป็นการติดเชื้อซ้ำ (secondary dengue infection) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิดโรคไข้เลือดออกเดงกี

จากการศึกษาที่โรงพยาบาลเด็กร่วมกับแผนกไวรัสของสถาบันวิจัยแพทยทหาร (AFRIMS) พบว่าร้อยละ 85-95 ของผู้ป่วยที่เป็น DHF มีการติดเชื้อซ้ำ ส่วนผู้ป่วยที่เป็น DHF เมื่อมีการติดเชื้อเป็นครั้งแรก (primary dengue infection) นั้นมักเป็นเด็กอายุต่ำกว่า 1 ปี และทุกรายจะมี passive dengue antibody ที่ผ่านจากแม่อยู่ในขณะที่เป็นไข้เลือดออก

การติดต่อมียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ ยุงลายจัดอันดับอนุกรมวิธานอยู่ใน สกุลย่อย stegomyia วงศ์ Culicine อันดับ Diptera มีถิ่นกำเนิด จากแอฟริกา ชอบอาศัยอยู่ในบ้านหรือบริเวณรอบๆบ้าน แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย ได้แก่ ภาชนะขังน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ยุงลายมีวงจรชีวิตเป็นแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) การเจริญเติบโตแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ระยะลูกน้ำ ระยะตัวโม่ง ระยะตัวเต็มวัย ใช้ระยะเวลาประมาณ 10 วัน ยุงลายบ้านเป็นตัวการสำคัญในการนำโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย (ทางอเมริกาใต้ แอฟริกาใต้ นำไข้เหลือง yellow fever) โดยยุงตัวเมียซึ่งกัดเวลากลางวัน และดูดเลือดคนเป็นอาหาร จะกัดดูดเลือดผู้ป่วยซึ่งในระยะไข่สูงจะเป็นระยะที่มีไวรัสอยู่ในกระแสเลือด เชื้อไวรัสจะเข้าสู่กระเพาะยุง เข้าไปอยู่ในเซลล์ที่ผนังกระเพาะ เพิ่มจำนวนมากขึ้นแล้วออกมาจากเซลล์ผนังกระเพาะ เดินทางเข้าสู่ต่อมน้ำลายพร้อมที่จะเข้าสู่คนที่ถูกกัดในครั้งต่อไป ซึ่งระยะฟักตัวในยุงนี้ประมาณ 8-12 วัน เมื่อยุงตัวนี้ไปกัดคนอื่นอีก ก็จะไปยังผู้ที่ถูกกัดได้ เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายคนและผ่านระยะฟักตัวนานประมาณ 5-8 วัน (สั้นที่สุด 3 วัน นานที่สุด 15 วัน) ก็จะทำให้เกิดอาการของโรค

การควบคุมไข้เลือดออก (เน้นการป้องกันกำจัดแมลงพาหะ)

1. การกำจัดหรือลดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย
2. การกำจัดลูกน้ำยุงลาย
3. การกำจัดยุงลายตัวเต็มวัย โดยพ่นเคมีกำจัดยุง
4. การป้องกันตัวเองไม่ให้ถูกกัด

สารเคมีกำจัดแมลงที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้เพื่อควบคุมยุง มีดังนี้

1. กลุ่มออร์แกโนคลอรีน ได้แก่ DDT
2. กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต ได้แก่ chlorpyrifos, chlorpyrifos-menthyl, dichlorvos, fenitrothion, malathion, naled และ pirimiphos-menthyl
3. กลุ่มคาร์บาเมต ได้แก่ bendiocarb, carbosulfan และ propoxur

4. กลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ alphacypermethrin, bifenthrin, bioresmethrin, cyfluthrin, cypermethrin, cyphenothrin, deltamethrin, d-phenothrin, lambdacyhalothrin, permethrin, resmethrin และ beta-cypermethrin (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2547)

การต้านทานต่อสารกำจัดแมลง หมายถึง การที่แมลงสายพันธุ์ (strain) ใดสายพันธุ์หนึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการทนทานต่อขนาด (dose) ของสารพิษซึ่งมีการพิสูจน์แล้วว่าใช้ฆ่าแมลงชนิดนั้นได้ผลในสภาพประชากรในธรรมชาติ (natural selection) คือ เมื่อแมลงที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้มีชีวิตอยู่รอดหลังจากการถูกคัดเลือกภายใต้การใช้สารกำจัดแมลงจะสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนี้ไปสู่ลูกหลานรุ่นต่อไปได้

เมื่อแมลงต้านทานต่อสารกำจัดแมลงชนิดหนึ่งแล้วยังสามารถต้านทานต่อสารกำจัดแมลงชนิดอื่นๆ ได้โดยกลไกเดียวกัน เรียกการต้านทานนี้ว่าการต้านทานข้าม (cross resistance) ส่วนการที่แมลงสามารถต้านทานต่อสารกำจัดแมลงหลายชนิดได้โดยกลไกหลายอย่างรวมกันเรียกการต้านทานชนิดนี้ว่าการต้านทานรวม (multiple resistance) (สุภาณี, 2540) การสร้างความต้านทานของแมลงศัตรูต่อสารกำจัดแมลงเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นทั่วไปในปัจจุบัน มีรายงานจำนวนชนิดของแมลงและไรที่สร้างความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆ จำนวน 504 ชนิด โดยร้อยละ 56.1 เป็นชนิดที่มีความสำคัญทางการเกษตร ร้อยละ 39.3 มีความสำคัญทางการแพทย์ และมีเพียงร้อยละ 4.6 เท่านั้น ที่เป็นชนิดที่มีประโยชน์ (ตัวห้ำ ตัวเบียน และแมลงผสมเกสร) จนถึงปัจจุบันเชื่อว่าแมลงมากกว่านี้ที่สามารถสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงเกือบทุกกลุ่มที่มีการนำมาใช้รวมถึงแบคทีเรียเชื้อโรค (BT)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างความต้านทาน

- 1) ปัจจัยทางพันธุกรรมหรือยีนภายในแมลงแต่ละชนิด
- 2) ปัจจัยทางชีววิทยาของแมลง
- 3) ปัจจัยเกี่ยวกับชนิดและวิธีการใช้สารฆ่าแมลง

กลไกการสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง แบ่งได้ 3 ประเภท คือ กลไกทางพฤติกรรม กลไกทางสรีรวิทยา และกลไกทางชีวเคมี (สุภาณี, 2540)

การเพิ่มการลดพิษ (Increase detoxification)

ในแมลงมีเอนไซม์อย่างน้อย 3 กลุ่มที่มีความสำคัญในการเมแทบอลิซึม (metabolism) เพื่อการทำลายพิษ (detoxification) ของสารแปลกปลอมที่เข้าไปในร่างกาย การเปลี่ยนแปลงในด้านปริมาณหรือคุณภาพของเอนไซม์เหล่านี้ เป็นกลไกสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้ เอนไซม์เหล่านี้ ได้แก่

ก. Cytochrome P450 monooxygenase system หรือระบบไมโครโซมัลโมโนออกซิจีเนส (microsomal monooxygenase system) ชื่อเดิมเรียก มิกซ์ฟังก์ชันออกซิเดส (mixed function oxidase) ; เป็นระบบเอนไซม์ที่มีความสำคัญในวิถีการเปลี่ยนรูปของสารแปลกปลอมในสิ่งมีชีวิต โดยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ข. Glutathione S-transferase ; เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphorus เอนไซม์ชนิดนี้ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยา การรวมตัว (conjugation) ของกลูตาไทโอน (glutathione; GSH) กับสารฆ่าแมลง ผลจากปฏิกิริยาจะได้สารที่ไม่มีพิษและมีสมบัติละลายน้ำได้มากขึ้น

ค. Hydrolase เป็นเอนไซม์กลุ่มที่มีความสำคัญในปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (hydrolysis) ซึ่งเป็นการทำลายพิษของสารฆ่าแมลงที่มีสมบัติเป็นเอสเทอร์อันได้แก่ สารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphorus, carbamate และ pyrethroid เอนไซม์กลุ่มไฮโดรเลส เช่น carboxylesterase, amidase, phosphatase และ A, B-type esterase เป็นต้น โดยทั่วไปเมแทบอลิซึมจากปฏิกิริยาโดยเอนไซม์สองกลุ่มหลังมักมีคุณสมบัติไม่เป็นพิษและละลายน้ำได้ดีมากขึ้น ส่วนเมแทบอลิซึมจากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดย cytochrome P₄₅₀ monooxygenase นั้น บางครั้งอาจมีพิษสูงขึ้นกว่าสารตั้งต้น

การเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดขึ้นที่ตำแหน่งการออกฤทธิ์ (Alteration at the site of action)

ก. การเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ acetylcholinesterase โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงที่โครงสร้างหรือความสอดคล้องในการปฏิบัติงาน (conformation) ของเอนไซม์ดังกล่าว อาจทำให้เอนไซม์ลดความไวในการจับกับสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphorus และ carbamate มีผลทำให้สารฆ่าแมลงนั้นออกฤทธิ์ต่อแมลงช้าลงทำให้เอนไซม์ต่างๆที่เกี่ยวข้องในการทำลายพิษของสารฆ่าแมลงสามารถทำงานได้ก่อนการเกิดพิษ

ข. การเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งการออกฤทธิ์ของ DDT และ pyrethroid โดยทำให้ความไวของเซลล์ประสาทที่มีผลต่อ DDT และ pyrethroid ลดลง ส่งผลให้แมลงที่สร้างความต้านทานลักษณะนี้สามารถรอดชีวิตอยู่ได้หลังจากการใช้สารเคมีกลุ่มดังกล่าว (กนกพร, 2532)

วิธีการตรวจสอบการสร้างความต้านทาน

การตรวจสอบโดยใช้สิ่งมีชีวิต (Bioassay detection)

เป็นการประเมินการเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute test) โดยให้สัตว์ทดลองได้รับพิษเพียงครั้งเดียวหรือได้รับหลายครั้งในระยะเวลาสั้น โดยทั่วไปสัตว์ทดลองจะแสดงอาการให้เห็นภายใน 24 ชั่วโมง และเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น 1-3 วัน การประเมินความเป็นพิษเฉียบพลันนิยมใช้ค่า LD₅₀ หรือ Median Lethal Dose และ ค่า LC₅₀ หรือ Median Lethal Concentration เป็นดัชนีชี้แจง

การให้สัตว์ทดลองได้รับสารมีวิธีการให้สารแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับสัตว์มีกระดูกสันหลังและแมลง แบ่งแยกได้เป็น 4 วิธี (ศิริวรรณ, 2538) ดังนี้

1. Oral Method เป็นการให้สารทางปากส่วนใหญ่ใช้ผสมกับอาหารหรือเคลือบบนอาหารให้สัตว์ทดลองกิน ไม่ทราบปริมาณสารที่ได้รับอย่างแน่นอน ดังนั้นในกรณีของสัตว์ที่มีขนาดใหญ่จึงอาจใช้วิธีใส่สารในรูปแคปซูลให้กินทั้งเม็ด หรือใส่ในท่อผ่านทางปากลงในกระเพาะ ในกรณีของแมลงวิธีการทดสอบได้ดังนี้

ก. Feeding Method เป็นวิธีที่ใส่สารฆ่าแมลงในอาหาร และนำไปให้สัตว์ทดลองกิน มักใช้กับสารฆ่าแมลงประเภทเชื้อแบคทีเรีย (*Bacillus thuringiensis* Berliner) เนื่องจากออกฤทธิ์ต่อแมลงก็ต่อเมื่อแมลงกินเข้าไปเท่านั้น

ข. Leaf dipping method เป็นการนำใบพืชของอาหารของสัตว์ทดลองมาทำการจุ่มใบพืชในสารฆ่าแมลงตามเวลาที่กำหนดแล้วนำมาผึ่งทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นนำมาให้สัตว์ทดลองกิน ตรวจสอบผลการทดสอบตามเวลาที่กำหนด

2. Dermal method เป็นการให้สารทางผิวหนังกรณีสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้วิธีทาลงบนผิวหนังโดยโกนขนบริเวณที่ต้องการทาสาร ในกรณีของแมลงมีวิธีการทดสอบได้ดังนี้

ก. Topical application เป็นการหยดสารที่มีปริมาตรแน่นอนลงบนตัวแมลงแต่ละตัว เป็นวิธีที่ได้รับค่านิยมเป็นมาตรฐานในการประเมินประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงมากที่สุด โดยใช้เข็มฉีดยาขนาดเล็ก (Micro syringe) หรือใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “Micro applicator” โดยทั่วไปนิยมหยดลงบนอกปล้องที่ 2 ของแมลงวิเคราะห์ผลโดยตรวจนับจำนวนแมลงที่ตายหลังจากการหยดสารตามเวลาที่กำหนด

ข. Dipping method จุ่มแมลงลงในสารละลายของสารฆ่าแมลง ในกรณีการทดสอบกับแมลงที่อยู่ในน้ำ ตัวอย่างเช่น ลูกน้ำยุง ใช้วิธีละลายสารฆ่าแมลงในน้ำ

ค. Contact or residual exposure method เคลือบสารฆ่าแมลงบนผิวภายในภาชนะแก้วหรือเคลือบวัสดุต่างๆแล้วปล่อยแมลงเพื่อสัมผัสกับสารฆ่าแมลงที่เคลือบอยู่

3. Inhalation method เป็นการให้สารทางการหายใจโดยจะใช้วิธีนี้กับสารฆ่าแมลงที่ระเหยเป็นไอได้ หรือพ่นพวยลอยอยู่ในอากาศได้นาน วิธีนี้ต้องทำในภาชนะหรือบริเวณที่มิดชิด และปล่อยให้สัตว์ทดลองอยู่ในภาชนะหรือบริเวณนั้นๆ

4. Injection method เป็นวิธีที่ใช้เข็มฉีดยาสารเข้าเส้นเลือดหรือกล้ามเนื้อ ใต้ผิวหนัง หรือผนังลำตัว (ในกรณีแมลง) วิธีนี้สัตว์ได้รับสารเข้าสู่ร่างกายโดยตรงและแสดงอาการอย่างรวดเร็ว

การตรวจสอบทางชีวเคมี (biochemical detection)

ตรวจสอบเอนไซม์ (Enzyme assay) ที่ทำหน้าที่ลดทำลายสารพิษและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง ซึ่งมีเทคนิควิธีการที่ใช้ตรวจสอบ ได้แก่ เทคนิค electrophoresis จากคุณสมบัติการเคลื่อนที่ของสารที่มีประจุโดยสารที่มีประจุจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วไฟฟ้าที่มีประจุตรงข้ามสารนั้นๆ และเทคนิค spectrophotometric ที่ใช้หลักการดูดกลืนพลังงานแสงของสารละลายโดยปริมาณการดูดกลืนพลังงานแสง หรือที่เรียกว่าค่าแอมซอร์บแนนซ์ (absorbance) ของสารแต่ละชนิด จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารนั้นๆ ซึ่งปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้สามารถตรวจสอบตัวอย่างได้มากขึ้น และใช้ปริมาตรสารเคมีในการตรวจสอบน้อยลง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า microplate reader (พรรณเพ็ญ, 2539)

การตรวจสอบทางอณูชีวโมเลกุลในตัวแมลง (Molecular detection)

การตรวจสอบโมเลกุลในตัวแมลง แมลงที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงซึ่งเกิดจากการผ่าเหล่า (mutation) ใน gene หรือ DNA ที่ควบคุมการสร้างเอนไซม์ในแมลง เช่น RFLP (restriction fragment length polymorphism) การตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนที่เปลี่ยนแปลง เป็นต้น (พรรณเพ็ญ, 2539)

การตรวจการตื่นตัวของประสาทต่อสารฆ่าแมลง (Neurophysiology detection)

เป็นการตรวจสอบการตื่นตัวของประสาทต่อสารฆ่าแมลง จากการหา nerve rate แมลงที่อ่อนแอจะมีส่วนยอดของเส้นกราฟขึ้นสูงกว่าแมลงที่ต้านทานสารฆ่าแมลง โดยการใช้ขั้วไฟฟ้าวางลงไปที่ผนังลำตัวตรงที่ไม่ใช่ปมประสาท (พรรณเพ็ญ, 2539)

รายงานการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลง

Macosis และคณะ (2003) ทำการศึกษาความไวของยุงลายบ้าน (Ae. Aegypti) ใน 10 พื้นที่ใน Sao Paulo ประเทศ Brazil ต่อสาร temephos และ fenitrothion พบว่า ยุงลายบ้านพื้นที่ Marilia และ Presidentw Prudente แสดงความไว แต่ยุงลายบ้านพื้นที่ Santos แสดงต้านทานต่อ ส่วนพื้นที่ที่เหลือแสดงแนวโน้มว่าจะสร้างความต้านทานต่อสารทั้ง 2 ชนิด ในปีต่อมา Luna และคณะ (2004) ได้ทำการศึกษาความไวของยุงลายบ้าน Ae. Aegypti ที่เมือง Curitiba ประเทศ Brazil ต่อสาร temephos และ cypermethrin พบว่ายุงลายบ้านมีความไวต่อสาร temephos แต่แสดงลงความต้านทานต่อสาร cypermethrin

การศึกษาในประเทศไทย โดยบุญเสริม ละคณะ(2542) ได้ทำการศึกษาความไวของยุงลายบ้านจากพื้นที่ภาคกลาง จำนวน 10 จังหวัด กังนี้ กรุงเทพฯ ปทุมธานี นครปฐม นครนายก นนทบุรี สิงห์บุรี สมุทรสาคร สุพรรณบุรี อโยธยา และอ่างทอง ต่อสารฆ่าแมลงที่ใช้ในงานควบคุมแมลงนำโรค ผลการศึกษาพบว่ายุงลายทุกพื้นที่ที่มีความไวสูงต่อสาร malathion 0.5% ต้านทานต่อสาร DDT 4.0% propoxur 0.1% permethrin 0.25% และ etofenprox 0.25% ในส่วนของสาร deltamethrin 0.0025% lambda cyhalothrin 0.1% cyfluthrin 0.1% fenitrothion 1.0% และ bendiocarb 0.1% ยุงลายมีความไวต่อสารกำจัดแมลงในหลายระดับตั้งแต่สูงจนถึงต่ำแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

ในปี 2545 กองแก้วและคณะได้ทำการศึกษาความไวของยุงลายต่อสาร permethrin 0.75% และ deltamethrin 0.05% ในพื้นที่เขตเทศบาลของอำเภอเมือง 14 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครพนม มหาสารคาม มุกดาหาร สกลนคร ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย หนองบัวลำภู หนองคาย อำนาจเจริญ อุดรธานี และอุบลราชธานี ผลการทดสอบพบว่า ยุงลายนอกเขตเทศบาลส่วนมากมีความไวต่อสาร permethrin 0.75% และ deltamethrin 0.05% ที่ระดับสูงกว่าในเขตเทศบาลจังหวัดที่มีความไวต่อสาร permethrin 0.75% ต่ำที่สุดในเขตเทศบาลคือ จังหวัดมหาสารคาม นอกเขตเทศบาลคือ จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดที่มีความไวต่อสาร deltamethrin 0.05% ต่ำที่สุดในเขตเทศบาลคือ จังหวัดขอนแก่น นอกเขตเทศบาลคือ จังหวัดขอนแก่น

หลังจากนั้นในปี 2547 สวีภาและคณะได้ทำการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลง 3 ชนิด ได้แก่ สารผสม deltamethrin, etofenprox และสารผสม fenitrothion (Sumithion) กับตัวอย่างประชากรยุงลาย 5 จังหวัด ดังนี้ จังหวัดนครปฐม พิจิตร ระยอง สมุทรปราการ และสุรินทร์ ผลการทดสอบพบว่า ยุงลายทั้ง 5 จังหวัดมีความไวสูงต่อสารผสม fenitrothion มีความไวค่อนข้างดีต่อสารผสม deltamethrin และมีความไวปานกลางต่อสารผสม etofenprox

การศึกษากลไกการสร้างความต้านทาน DDT และ permethrin ของยุงลายบ้าน *Ae. aegypti* จากพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ RdSp ที่แสดงความต้านทานต่อสาร DDT แต่ไวต่อสาร permethrin และสายพันธุ์ RdSp ที่แสดงความต้านทานต่อสาร DDT และ permethrin โดยวิธีการทางชีวเคมีตรวจสอบปริมาณเอนไซม์ของยุงลายสายพันธุ์ต้านทานทั้ง 2 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง พบว่ายุงลายทั้ง 2 สายพันธุ์แสดงปริมาณเอนไซม์ DDtase เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง แต่ไม่มีการเพิ่มของปริมาณเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ลดพิษทั้ง 3 กลุ่ม และจากการศึกษาที่บริเวณตำแหน่งออกฤทธิ์ของสาร permethrin ในสายพันธุ์ RdSp พบว่าตำแหน่งการออกฤทธิ์มีการตอบสนองต่อสารลดลง (Prapanthadara, 2002)

การศึกษาความต้านทานต่อสารเคมีที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลาย ของ วาสนา สอนเพ็ง และคณะของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดอุบลราชธานี ได้ทำการศึกษาความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารเคมีที่มีฟอส ในพื้นที่เขตเทศบาลเมืองทั้ง 7 จังหวัด พบว่า ลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์อุบลราชธานี ศรีสะเกษ ยโสธร อำนาจเจริญ และกาฬสินธุ์มีความไวต่อสารเคมีระดับสูง ส่วนลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์มุกดาหารและสกลนคร มีความไวต่อสารเคมีในระดับปานกลางเมื่อนำลูกน้ำยุงลายทั้ง 7 สายพันธุ์ทดสอบกับสารละลายที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกัน เพื่อศึกษาค่า LT_{50} พบว่าลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์มุกดาหารมีค่า LT_{50} สูงที่สุดเท่ากับ 0.011 รองลงมาคือ ลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์สกลนคร มีค่า LT_{50} เท่ากับ 0.007 โดยที่ลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์ศรีสะเกษและอำนาจเจริญ มีค่า LT_{50} ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.003 ตามลำดับ

สำนักงานควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ ได้ศึกษาระดับความต้านทานต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลาย โดยการวิเคราะห์ค่า LC_{95} เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ระบุโดยองค์การอนามัยโลกคือ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร พบการสร้างความต้านทานต่อสาร temephos พื้นที่ นอกเทศบาลพิจิตร นอกเทศบาลอุทัยธานี นอกเทศบาลนครสวรรค์ และนอกเทศบาลกำแพงเพชร และเทศบาลนครสวรรค์ มีค่าระดับความต้านทานเรียงจากค่าต่ำไปหาสูงเท่ากับ 1.19, 2.11, 12, 16.60 และ 4.65 เท่าตามลำดับ

ระดับความต้านทานของลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) ต่อสารที่มีฟอสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบนของประเทศไทย โดยคุณ ลักษณะ หลายทวีวัฒน์ และคณะกลุ่มโรคติดต่อมาโดยแมลง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่า ยุงลายทั้ง 7 สายพันธุ์ มีพัฒนาการต้านทานต่อสารที่มีฟอสแตกต่างกันโดยสายพันธุ์จังหวัดขอนแก่น อุตรธานี ร้อยเอ็ด และมหาสารคาม มีความต้านทานในระดับต่ำ RR_{95} เท่ากับ 1.14, 1.98, 2.72, และ 3.98 เท่า ($LC_{95} = 0.04207$ มิลลิกรัม/ลิตร) และสายพันธุ์จังหวัดหนองบัวลำภูและสายพันธุ์จังหวัดเลย มีความต้านทานในระดับสูง $RR_{95} = 10.03$ และ 12.36 ตามลำดับ (LC_{95} อยู่ระหว่าง 0.00660 – 0.02300 มิลลิกรัม/ลิตร) และสายพันธุ์จังหวัดหนองบัวลำภูและสายพันธุ์จังหวัดเลย มีความต้านทานระดับสูง $RR_{95} = 10.03$ และ 12.36 ตามลำดับ ($LC_{95} = 0.05798$ และ 0.07144 มิลลิกรัม/ลิตร) ส่วนผลการตรวจหาเอนไซม์ esterase พบว่าไม่พบ โดยสรุปจากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่ายุงลายในพื้นที่รับผิดชอบของ สคร.6 ขอนแก่น มีพัฒนาการต้านทานต่อสารกำจัดลูกน้ำที่มีฟอส ซึ่งจะส่งผลต่อการควบคุมลูกน้ำยุงลายในชุมชน ทำให้ระยะเวลาที่บริษัทผู้ขายสารที่มีฟอสโฆษณาว่าออกฤทธิ์ได้นาน 3 เดือน สั้นลงหากประชาชนมีการใช้น้ำ ตักออกดื่มเข้าบ่อยๆ ดังนั้นเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบโครงการป้องกันควบคุมยุงลายบ้านพาหะนำโรคไข้เลือดออก ควรแนะนำประชาชนให้เลือกใช้วิธีควบคุมกำจัดลูกน้ำแบบผสมผสาน ทั้งวิธีทางกายภาพ ชีวภาพ และไม่พึ่งพาสารที่มีฟอสแต่อย่างเดียว

จากการรายงานการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลงและระดับความต้านทาน (resistance ratio) ต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลายข้างต้น พบว่ายังขาดข้อมูลการศึกษาในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ทั้งหมด 5 จังหวัด คือ จังหวัดพิษณุโลก อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก และเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ความรับผิดชอบสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก ดังนั้นควรมีการศึกษาความไวของยุงลายและระดับความต้านทาน (resistance ratio) ต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้ในการป้องกันควบคุมยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นข้อมูลในการพิจารณาเลือกชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีกำจัดแมลงให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการศึกษาริวิจัย/เก็บข้อมูล

ก) อุปกรณ์และวิธีการ

1. แมลงที่ใช้การทดลอง : ยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae)

- ยุงลายจากเขตเทศบาลเมือง และนอกเขตเทศบาลเมือง จากพื้นที่ 5 จังหวัด คือ พิษณุโลก อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก และเพชรบูรณ์

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความไวต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลาย (susceptibility test) มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก

3. อุปกรณ์ทดลอง

- ปีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร
- กระบอกตวงขนาด 100 และ 250 มิลลิลิตร
- ปิเปต ขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- ลูกยางดูดสารเคมี
- แท่งแก้วสำหรับคนสารเคมี
- Auto Pipette และ Tip

4. อุปกรณ์เลี้ยงแมลง

- กรงสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัยเป็นผ้าไนลอนที่มีโครงลวดขนาด 30x30x30 เซนติเมตร
- ถาดพลาสติกขนาด 20x30 เซนติเมตร
- กระบะพลาสติกสำหรับเลี้ยงลูกน้ำ
- กระดาษกรองแบบหยาบสำหรับให้ยุงลายวางไข่
- หลอดหยด(Dropper) สำหรับดูดลูกน้ำ
- แก้วพลาสติกสำหรับแยกตัวไม่
- สำลีและไม้พันสำลี
- อาหารหนูสำหรับเลี้ยงลูกน้ำ
- น้ำหวานและวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อม (multi-vitamin syrup) สำหรับเลี้ยงระยะตัวเต็มวัย

5. สารเคมีที่ใช้ทดสอบเป็นสารเคมีที่มีฟอส ความเข้มข้นมาตรฐาน(ชุดทดสอบ mosquito Larvae WHO/VBC/81.807) ที่สั่งซื้อจาก Vector control Research Unit มหาวิทยาลัย Saints Malaysia รัฐปีนัง ประเทศมาเลเซีย ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก สำหรับการเฝ้าระวังความไวของแมลงนำโรคต่อสารเคมี

ข) ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ทดลองความไวต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลาย ตามหลักเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก ประกอบด้วย

การรวบรวมตัวอย่างลูกน้ำยุงลายเพื่อใช้ในการศึกษา

กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลาย ระยะที่ 3 ตอนปลายถึงระยะที่ 4 ตอนต้นของการเจริญเติบโต 5 จังหวัด ได้แก่ พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย และเพชรบูรณ์ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม 2558 โดยแต่ละจังหวัดทำการเก็บตัวอย่างประชากรลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมือง 1 จุด และนอกเขตเทศบาลเมือง 1 จุด ดังนี้

1. ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง และเขตเทศบาลเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
2. อำเภอพรหมพิราม และเขตเทศบาลนคร จังหวัดพิษณุโลก
3. ตำบลบ้านด่าน อำเภอบ้านด่านลานหอย และเขตเทศบาลเมือง จังหวัดสุโขทัย
4. อำเภอเมือง และเขตเทศบาลเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์
5. ตำบลน้ำร้อน อำเภอเมือง และเขตเทศบาลเมือง จังหวัดตาก

การเตรียมลูกน้ำยุงลายที่ใช้ในการทดสอบ

ลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ได้จากประชากรลูกน้ำยุงลายที่เก็บจากภาชนะขังน้ำในบ้านครัวเรือน โดยนำมาแยกเป็นลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองกับลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง เพื่อทำการทดสอบความไวต่อสารเคมีของลูกน้ำยุงลาย ดำเนินการในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80

หมายเหตุ :กรณีทีกลูกน้ำยุงลายจากพื้นที่ศึกษาไม่เพียงพอสำหรับการทดสอบให้เลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ถึงชั่วอายุขัยที่ 2 (F_2)

ขั้นตอนการศึกษา

1. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายของสารที่มีฟอสตามวิธีการขององค์การอนามัยโลกโดยใช้ค่า diagnostic concentration เป็นมาตรฐานที่ระบุโดยองค์การอนามัยโลก คือ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าอัตราตายของลูกน้ำยุงลาย น้อยกว่าร้อยละ 80 แสดงว่าลูกน้ำยุงลายต้านทานต่อสารที่มีฟอส วิธีการทดสอบทำโดยเตรียมสารละลายที่มีฟอส ในน้ำ 250 มิลลิลิตร ที่ระดับความเข้มข้นของสารที่มีฟอส 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร คัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ตอนปลาย ถึงระยะที่ 4 ตอนต้นใส่ในถ้วยทดลองจำนวน 25 ตัวต่อซ้ำ ทดสอบ 4 ซ้ำ ส่วนควบคุม (control) ให้ใส่ลูกน้ำยุงลายในน้ำ (น้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลายในการทดสอบแต่ไม่ใส่สารที่มีฟอส) 250 มิลลิลิตร จำนวน 25 ตัว ทำการทดสอบเพียง 1 ซ้ำ นับจำนวนตายของลูกน้ำหลังการทดสอบ ที่ 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ หากอัตราตายของลูกน้ำยุงลายควบคุม อยู่ระหว่างร้อยละ 5-20 ให้ปรับค่าอัตราตายด้วย Abbott' formula ดังนี้

$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{อัตราการตายของยุงทดสอบ} - \text{อัตราการตายของยุง control} \times 100}{100 - \text{อัตราการตายของยุง control}}$$

หมายเหตุ: อัตราตายของยุง control มากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการทดสอบใหม่

2. การศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 (Lethal concentration; LC₅₀) โดยโปรแกรม probit analysis

3. การศึกษาค่าระดับความต้านทาน (Resistance ratio, RR₅₀)

Resistance ratio, (RR) = LC₅₀ ยุงลายสายพันธุ์ในพื้นที่ / LC₅₀ ยุงลายสายพันธุ์ที่มีความไวต่อสารเคมี

วิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส แพลผลโดยใช้ตามเกณฑ์การประเมินความไวของยุงต่อสารเคมีขององค์การอนามัย ดังนี้

- อัตราตายระหว่างร้อยละ 98-100 หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีระดับสูง
- อัตราตายระหว่างร้อยละ 80-97 หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีระดับกลาง
- อัตราตายน้อยกว่า 80 หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีระดับต่ำ (หรือต้านต่อสารเคมีกำจัดแมลง)

2. การศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 (Lethal concentration; LC₅₀) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารที่มีฟอสที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

3. การศึกษาระดับความต้านทาน(Resistance ratio, RR₅₀) สามารถแบ่งระดับความต้านทานเป็น 3 ระดับตาม Marzari and Georghior,1995 คือ

- ระดับความต้านทาน เท่ากับ 1-5 เท่า หมายถึง มีความต้านทานต่อสารเคมีในระดับต่ำ
- ระดับความต้านทาน เท่ากับ 6-10 เท่า หมายถึง มีความต้านทานต่อสารเคมีในระดับปานกลาง
- ระดับความต้านทาน มากกว่า 10 เท่า หมายถึง มีความต้านทานต่อสารเคมีในระดับสูง

บทที่ 4 ผลการวิจัย

1. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็น diagnostic concentration สำหรับการเฝ้าระวังความไวของแมลงพาหะนำโรคต่อสารเคมีขององค์การอนามัยโลก ลูกน้ำยุงลายในและนอกเขตเทศบาลเมืองมีระดับความไวอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง คือ อัตราตายระหว่างร้อยละ 89-100 โดยในเขตเทศบาลเมืองพื้นที่จังหวัดที่มีความไวต่อสารที่มีฟอสสูงสุด คือจังหวัดพิษณุโลก อัตราตายร้อยละ 100 รองลงมา คือจังหวัดอุดรธานี ตาก และเพชรบูรณ์ อัตราตายร้อยละ 98, 92, 90 และจังหวัดสุโขทัยมีค่าระดับความไวต่ำสุด คือ อัตราร้อยละ 89 (ตารางที่1)

สำหรับลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง จังหวัดที่มีความไวต่อสารที่มีฟอสสูงสุด คือจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และตาก อัตราตายร้อยละ 100 รองลงมา คือ จังหวัดอุดรธานี อัตราตายร้อยละ 98 และจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าระดับความไวต่ำสุด คือ อัตราตายร้อยละ 88 (ตารางที่2)

2. การศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 (Lethal concentration ; LC_{50})

จากผลการศึกษาหลังจากลูกน้ำยุงลายได้รับสารที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ คือ 0.04, 0.02, 0.015, 0.01, 0.0075, 0.005, 0.00375, 0.0025, 0.001875 และ 0.00125 มิลลิกรัมต่อลิตร ตรวจผลที่ 24 ชั่วโมง วิเคราะห์หาค่า LC_{50} พบว่า ในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลกมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.00201 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา คือจังหวัดอุดรธานี $LC_{50} = 0.00585$ มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจังหวัดสุโขทัยต้องใช้สารเข้มข้นมากที่สุด คือ $LC_{50} = 0.00736$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่3) สำหรับค่า LC_{50} ของลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง จังหวัดสุโขทัยมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.00238 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ จังหวัดตาก $LC_{50} = 0.00250$ มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ต้องใช้สารเข้มข้นมากที่สุด คือ $LC_{50} = 0.001160$ มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4)

3. การศึกษาค่าระดับความต้านทาน (Resistance ratio, RR_{50}) ต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลาย

ยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีในการศึกษาครั้งนี้ คือ ยุงลายสายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ได้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการเป็นเวลานาน พบว่า ค่า $LC_{50} = 0.00272$ มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำค่า LC_{50} ของยุงลาย 5 จังหวัด มาเปรียบเทียบและหาค่า (Resistance ratio, RR_{50}) พบว่า ยุงลายในและนอกเขตเทศบาลเมืองทั้งหมด 5 จังหวัด คือ จังหวัดพิษณุโลก ตาก อุดรธานี สุโขทัย และเพชรบูรณ์ ยังไม่ต้านทานต่อสารที่มีฟอส คือ RR_{50} ต่ำกว่า 5 เท่า โดยมีค่า RR_{50} ของลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองเท่ากับ 0.73, 2.15, 2.70, 2.32 และ 2.50 เท่า ตามลำดับ (ตารางที่3) ส่วนนอกเขตเทศบาลเมือง มีค่า RR_{50} เท่ากับ 1.08, 1.27, 0.87, 0.91 และ 4.26 เท่า (ตารางที่4)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองที่มีสารที่มีฟอสระดับความเข้มข้น 10 ระดับ
แยกตามรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวน	อัตราการตาย (%) ของลูกน้ำยุงลายที่ระดับความเข้มข้นของสารที่มีฟอส									
	ลูกน้ำ	0.00125	0.001875	0.0025	0.00375	0.005	0.0075	0.01	0.015	0.02	0.04
	ทดสอบ (ตัว)	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
พิษณุโลก	100	26	56	64	71	75	86	90	97	100	100
อุดรดิตถ์	100	3	9	10	24	32	54	83	96	98	100
สุโขทัย	100	1	15	14	18	25	47	74	80	89	95
เพชรบูรณ์	100	1	4	11	15	45	56	66	84	90	100
ตาก	100	1	13	12	22	30	54	80	83	92	100
กรม วิทยาศาสตร์ การแพทย์	100	4	32	47	68	75	82	92	98	100	100

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมืองที่มีสารที่มีฟอสระดับความเข้มข้น 10
ระดับ แยกตามรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวน	อัตราการตาย (%) ของลูกน้ำยุงลายที่ระดับความเข้มข้นของสารที่มีฟอส									
	ลูกน้ำ	0.00125	0.001875	0.0025	0.00375	0.005	0.0075	0.01	0.015	0.02	0.04
	ทดสอบ (ตัว)	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
พิษณุโลก	100	13	41	50	59	69	78	82	92	100	100
อุดรดิตถ์	100	17	26	35	47	67	75	89	95	98	100
สุโขทัย	100	14	38	58	80	83	92	92	100	100	100
เพชรบูรณ์	100	0	0	0	2	2	18	36	71	88	100
ตาก	100	17	35	55	69	83	90	93	98	100	100
กรม วิทยาศาสตร์ การแพทย์	100	20	32	47	68	75	82	92	98	100	100

ตารางที่ 3 ค่าเข้มข้นของสารที่มีฟอสที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ภายใน 24 ชั่วโมง (LC_{50}) และระดับความต้านทาน (RR_{50}) ของลูกน้ำยุงลายจากเขตพื้นที่ในเขตเทศบาลเมือง จำแนกรายจังหวัด

จังหวัด	LC_{50}	RR_{50}
พิษณุโลก	0.00201	0.73
อุตรดิตถ์	0.00585	2.15
สุโขทัย	0.00736	2.7
เพชรบูรณ์	0.00681	2.5
ตาก	0.00632	2.32
กรมวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์	0.00272	1

ตารางที่ 4 ค่าเข้มข้นของสารที่มีฟอสที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ภายใน 24 ชั่วโมง (LC_{50}) และระดับความต้านทาน (RR_{50}) ของลูกน้ำยุงลายจากเขตพื้นที่นอกเขตเทศบาลเมือง จำแนกรายจังหวัด

จังหวัด	LC_{50}	RR_{50}
พิษณุโลก	0.00296	1.08
อุตรดิตถ์	0.00348	1.27
สุโขทัย	0.00238	0.87
เพชรบูรณ์	0.11600	4.26
ตาก	0.00250	0.91
กรมวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์	0.00272	1

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบระดับความไวของลูกน้ำยุงลาย ในเขตเทศบาลเมืองที่สารที่มีฟอสระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร แยกตามรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวน ลูกน้ำยุงทดสอบ (ตัว)	อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่ระดับ ความเข้มข้นของสารที่มีฟอส 0.02 ppm	ระดับความไวของลูกน้ำยุงลาย ที่ระดับความเข้มข้น ของสารที่มีฟอส 0.02 ppm
พิษณุโลก	100	100	ระดับสูง
อุตรดิตถ์	100	98	ระดับสูง
สุโขทัย	100	89	ระดับปานกลาง
เพชรบูรณ์	100	90	ระดับปานกลาง
ตาก	100	92	ระดับปานกลาง
กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์	100	100	ระดับสูง

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบระดับความไวของลูกน้ำยุงลาย นอกเขตเทศบาลเมืองที่สารที่มีฟอสระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร แยกตามรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวน ลูกน้ำยุงทดสอบ (ตัว)	อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่ระดับ ความเข้มข้นของสารที่มีฟอส 0.02 ppm	ระดับความไวของลูกน้ำยุงลาย ที่ระดับความเข้มข้น ของสารที่มีฟอส 0.02 ppm
พิษณุโลก	100	100	ระดับสูง
อุตรดิตถ์	100	98	ระดับสูง
สุโขทัย	100	100	ระดับสูง
เพชรบูรณ์	100	88	ระดับปานกลาง
ตาก	100	100	ระดับสูง
กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์	100	100	ระดับสูง

บทที่ 5

วิจารณ์ สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็น diagnostic concentration สำหรับการเฝ้าระวังระดับความไวของแมลงพาหะนำโรคต่อสารเคมีขององค์การอนามัยโลก ลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองที่มีระดับความไวอยู่ในระดับสูง คือ จังหวัดพิษณุโลก และอุดรดิตถ์ ส่วนจังหวัดตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย มีระดับความไวอยู่ในระดับปานกลาง แต่ไม่มีลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองของจังหวัดใดเลยที่มีความไวต่อสารที่มีฟอสในระดับต่ำหรือต้านทานต่อสารที่มีฟอส (ตารางที่ 5)

สำหรับลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง จังหวัดที่มีความไวต่อสารที่มีฟอสในระดับสูง คือจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย ตาก และอุดรดิตถ์ สำหรับจังหวัดเพชรบูรณ์มีค่าระดับความไวในระดับปานกลาง (ตารางที่ 6)

2. การศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 (Lethal concentration; LC_{50})

จากผลการศึกษาหลังจากลูกน้ำยุงลายได้รับสารที่มีฟอสที่ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ คือ 0.04, 0.02, 0.015, 0.01, 0.0075, 0.005, 0.00375, 0.0025, 0.001875 และ 0.00125 มิลลิกรัมต่อลิตร ตรวจผลที่ 24 ชั่วโมง วิเคราะห์หาค่า LC_{50} พบว่าในเขตเทศบาลเมือง มีค่า LC_{50} อยู่ระหว่าง 0.0021-0.00736 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจังหวัดพิษณุโลกมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.00201 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา คือจังหวัดอุดรดิตถ์ LC_{50} = 0.00585 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจังหวัดสุโขทัยต้องใช้สารเข้มข้นมากที่สุด คือ LC_{50} = 0.00736 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่3)

สำหรับค่า LC_{50} ของลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง มีค่า LC_{50} อยู่ระหว่าง 0.00238-0.01160 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจังหวัดสุโขทัยมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.00238 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา คือ จังหวัดตาก LC_{50} = 0.00250 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ต้องใช้สารเข้มข้นมากที่สุด คือ LC_{50} = 0.011600 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่4)

3. การศึกษาค่าระดับความต้านทาน(Resistance ratio, RR_{50})ต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลาย

ยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีในการศึกษารั้งนี้ คือ ยุงลายสายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ได้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการมาเป็นเวลานาน พบว่า ค่า LC_{50} = 0.00272 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำค่า LC_{50} ของยุงลาย 5 จังหวัด มาเปรียบเทียบกับกันและหาค่า Resistance ratio, RR_{50} พบว่า ยุงลายในและนอกเขตเทศบาลเมืองทั้งหมด 5 จังหวัด คือ จังหวัดพิษณุโลก อุดรดิตถ์ สุโขทัย ตาก และเพชรบูรณ์ ยังไม่ต้านทานต่อสารที่มีฟอส คือ RR ต่ำกว่า 5 เท่า (ตารางที่4)

สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดสอบความไวต่อสารที่มีฟอสของลูกน้ำยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย คือ ในเขตเทศบาลเมืองและนอกเขตเทศบาลเมือง โดยสมมติฐานว่าลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลน่าจะมีพัฒนาการความต้านทานต่อสารที่มีฟอสเร็วกว่าและมากกว่าลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาล ผลการศึกษา พบว่า อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายไม่สัมพันธ์กับพื้นที่ศึกษา หรืออาจกล่าวได้ว่า ลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองและนอกเขตเทศบาลเมืองตายไม่แตกต่างกัน แล้วจากการศึกษาระดับความต้านทาน พบว่า ลูกน้ำยุงลายใน 5 จังหวัดของภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย คือ จังหวัดพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย และเพชรบูรณ์ ทั้งในเขตเทศบาลเมืองและนอกเขตเทศบาลเมือง มีการพัฒนาการต้านทานต่อสารที่มีฟอสในระดับต่ำ แต่มีแนวโน้มการพัฒนาการต้านทานต่อสารที่มีฟอสเพิ่มขึ้น โดยแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่จังหวัด ซึ่งการพัฒนาการต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้เสมอ หากมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงชนิดนั้นๆอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ โดยเฉพาะสารที่มีฟอสที่ใช้ในทรายกำจัดลูกน้ำนั้นถูกนำมาใช้ในการควบคุมโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยมานานมากกว่า 30 ปี

สรุปได้ว่า ยุงลายในเขตเทศบาลเมืองและนอกเขตเทศบาลเมืองในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย มีการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดลูกน้ำที่มีฟอส อาจเนื่องมาจากสารที่มีฟอสมีการนำมาใช้กำจัดลูกน้ำยุงลายเป็นเวลานาน และการใส่ทรายที่มีฟอสในภาชนะขังน้ำในอัตราส่วนที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นมีโอกาสที่ลูกน้ำยุงลายได้รับสารที่มีฟอสในขนาดที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้ลูกน้ำยุงลายมีการพัฒนาให้ต้านทานต่อสารเคมีชนิดนี้ได้ เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้สารที่มีฟอสหลากหลายชนิด ในการควบคุมการระบาดของไข้เลือดออก จึงควรมีการทดสอบความไว และระดับความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสความเข้มข้นต่างๆให้มากขึ้น และมีการทดสอบอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของระดับความไวและระดับความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้สารเคมีในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย และเป็นข้อมูลที่ชี้แนะหน่วยงานที่จัดซื้อสารเคมีในการกำจัดแมลง เช่น สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด โรงพยาบาล องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการตรวจสอบกลไกการสร้างความต้านทานของแมลงในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่บอกว่าแมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมีชนิดใด และกลไกการสร้างความต้านทานเป็นอย่างไร เพื่อนำมาใช้เลือกสารกำจัดแมลงที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมแมลงพาหะนำโรคต่อไป
2. ควรใช้สารเคมีกำจัดแมลงตามนโยบายการใช้สารเคมีควบคุมแมลงพาหะนำโรคของกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข และใช้ตามอัตราส่วนที่แนะนำบนฉลาก กรณีการใส่ทรายที่มีฟอสในภาชนะขังน้ำ จะต้องคำนวณหรือประมาณขนาดของภาชนะขังน้ำว่าสามารถบรรจุน้ำได้กี่ลิตร เพื่อที่จะได้ทราบว่าจะใส่ทรายที่มีฟอสกี่กรัม จึงจะได้ความเข้มข้นของสารที่มีฟอสที่แนะนำ คือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. ปัญหาประสิทธิภาพในการควบคุมโรคไข้เลือดออกโดยใช้สารเคมีกำจัดแมลง นอกจากการที่ยุงลายสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงแล้ว ยังสามารถเกิดขึ้นได้หลายปัจจัยด้วยกัน เช่น สารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ไม่มีคุณภาพหรือเสื่อมสภาพ ความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้ เครื่องพ่นเคมีที่ไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้น ในบางพื้นที่ที่ตรวจสอบแล้วไม่พบการสร้างความต้านทานของยุงลาย แต่มีปัญหการระบาดของโรคไข้เลือดออก อาจเกิดปัจจัยดังกล่าวได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในหลายปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้สารเคมีกำจัดแมลงเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่แท้จริงต่อไป
4. การใช้สารเคมีกำจัดแมลงเป็นเพียงมาตรการหนึ่งเท่านั้นที่นำไปเพื่อควบคุมการแพร่เชื้อลดการระบาดของไข้เลือดออก ยังมีมาตรการด้านอื่นอีกที่สามารถนำมาใช้ร่วมกันเพื่อป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออก เช่น การใช้วิธีทางชีวภาพ ทางกายภาพ และวิธีทางด้านสังคมจิตวิทยาการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชน

เอกสารอ้างอิง

1. กองแก้ว ยะอุบ, สมบูรณ์ เกาพันธ์, ปานแก้ว รัตนศิลป์กุลชาญ, ลักษณะ หลายทวีวัฒน์. การทดสอบความไวของยุงลายต่อสารเพอร์มีทรินและเดลตามินทรินใน 14 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่6 ขอนแก่น 2545 : 41-7.
2. บุญเสริม อ่วมอ่อง, สงคราม งามปทุม, มาโนช ศรีแก้ว.. การศึกษาความไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารกำจัดแมลงในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารกระทรวงสาธารณสุข 2542 : 18:93 - 101.
3. พรหมเกษม แผ่พร, กสิน ศุภปทุม, ภูเบศร์ ยะอัมพันธ์ และพิมพ์า วัฒนชัย. การศึกษาการต้านทานต่อสารเคมีที่มีฟอสของยุงลาย. วารสารกรมควบคุมโรค 2546 : 29(2):120 - 124.
4. พิมพ์า วัฒนชัย, พูนยศ เรี่ยวแรงบุญญา, สมเกียรติ บุญญปัญญา, ประคอง พันอุไร. การทดสอบความไวของยุงลายจังหวัดต่างๆต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ควบคุมไข้เลือดออก. วารสารโรคติดต่อ 2537 : 20:202-8
5. วาสนา สอนเพ็ง และ วิรัช วงศ์หิรัญรัชต์. ประสิทธิภาพของ Temephos 1% ww SG และ Temephos 2% ww SG ต่อลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* L. วารสารมาลาเรีย 2545 : 37(6):298 – 303
6. Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticides. J.Econ Entomol. 1925 : 18: 265 - 267.
7. Luna JED, Marcos Ferrer Martins, Adraina Felix dos Anjos, Eduarbo Fumio Kuwabara and Mario Navarro-Silva. Susceptibility of *Aedes aegypti* to temephos and cypermenthrin insecticides, Brazil. Journal of Public Health 2004 : 38(6);1 - 2.

สัดส่วนของผลงานในส่วนที่ตนเองปฏิบัติ

จำนวน ผู้ดำเนินการ	สัดส่วนในการดำเนินการ ของผู้ขอประเมิน (ต้องไม่ต่ำกว่า 60% และเป็นชื่อ แรกของผู้จัดทำผลงาน)	รายละเอียดของผลงาน เฉพาะส่วนที่ผู้ขอประเมินปฏิบัติ
4 คน	■ นายนิธิพัฒน์ มีโกศล ■ สัดส่วนในการดำเนินการ 70%	1. วางแผนการทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย 2. กำหนดพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย เพื่อทำการทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส 3. การรวบรวมตัวอย่างลูกน้ำยุงลายเพื่อใช้ในการศึกษาในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก 4. การเตรียมลูกน้ำยุงลายที่ใช้ในการทดสอบในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก 5. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก 6. การวิเคราะห์ข้อมูลความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส 7. จัดทำรายงานสรุปผลทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส
	■ นางมะลิวัลย์ ทัดนา ■ สัดส่วนในการดำเนินการ 10%	1. การรวบรวมตัวอย่างลูกน้ำยุงลายในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยและอุตรดิตถ์ 2. การเตรียมลูกน้ำยุงลายที่ใช้ในการทดสอบในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยและอุตรดิตถ์ 3. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยและอุตรดิตถ์
	■ นายสุนัฐ เจริญศรี ■ สัดส่วนในการดำเนินการ 10%	1. การรวบรวมตัวอย่างลูกน้ำยุงลายในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ 2. การเตรียมลูกน้ำยุงลายที่ใช้ในการทดสอบในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ 3. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์
	■ นายบรรจง บกแก้ว ■ สัดส่วนในการดำเนินการ 10%	4. การรวบรวมตัวอย่างลูกน้ำยุงลายในพื้นที่จังหวัดตาก 5. การเตรียมลูกน้ำยุงลายที่ใช้ในการทดสอบในพื้นที่จังหวัดตาก 6. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสในพื้นที่จังหวัดตาก

การนำผลงานไปใช้ประโยชน์ / อ้างอิง

ข้าพเจ้า นายนิธิพัฒน์ มีโศกสม กรรมการกำหนดคุณลักษณะและราคากลางของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก ได้ผลงานวิชาการ “การศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอสในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ปี 2558” นำไปใช้ประกอบการพิจารณาคัดเลือกใช้สารเคมีกำจัดแมลงในปี 2559-2560

การเผยแพร่ผลงาน

จำนวนหน้า (เนื้อหา / ภาคผนวก)	วัน เดือน ปี ที่เผยแพร่	แหล่งที่เผยแพร่
1 หน้า	6-8 กันยายน 2560	การประชุมวิชาการกระทรวงสาธารณสุข ประจำปี 2560 ณ โรงแรมเชนทารา โฮเต็ล แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จังหวัดอุดรธานี
9 หน้า	กันยายน-ตุลาคม 2562	วารสารกระทรวงสาธารณสุข ปีที่ 28 (กันยายน-ตุลาคม 2562)

คำรับรองผลงานวิชาการ

1. คำรับรองของผู้ขอรับการประเมิน.....

ขอรับรองว่าผลงานวิชาการดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ และผลงานที่ขอประเมินทุกเรื่องไม่ใช่งานวิจัยหรือวิทยานิพนธ์ที่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา เพื่อขอรับปริญญาหรือประกาศนียบัตรหรือ ส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม

(ลงชื่อ)

(....นายนิธิพัฒน์ มีโกศล....)

...../...../.....

2. คำรับรองของผู้จัดทำผลงาน

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการจัดทำเอกสารผลงานทางวิชาการ ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ ดังนี้

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	สัดส่วนความรับผิดชอบ คิดเป็น %	ลายมือชื่อ ผู้จัดทำผลงาน
1	นายนิธิพัฒน์ มีโกศล	นักวิชาการสาธารณสุข ชำนาญการ	70 %	
2	นางมะลิวัลย์ ทศนา	นักกีฏวิทยา	10 %	
3	นายสุนัฐ เจริญศรี	พนักงานเย็บบ้าน ส 2/หัวหน้า	10 %	
4	นายบรรจง บกแก้ว	นักวิชาการสาธารณสุข ปฏิบัติการ	10 %	

3. คำรับรองของผู้บังคับบัญชาระดับหัวหน้าฝ่าย / กลุ่มงาน

ได้ตรวจสอบผลงานของ นายนิธิพัฒน์ มีโกศล ที่เสนอให้ประเมินแล้ว เห็นว่า ถูกต้องตรงตามความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ)

(....นางนิรมล พิมน้ำเย็น.....)

ตำแหน่ง.....พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ.....

...../...../.....

4. คำรับรองของผู้บังคับบัญชาเหนือขึ้นไป 1 ระดับ (ผู้อำนวยการหรือเทียบเท่า)

ได้ตรวจสอบผลงานของ นายนิรพัทธ์ มีโกศล ที่เสนอให้ประเมินแล้ว เห็นว่า ถูกต้องตรงตามความเป็นจริงทุกประการ

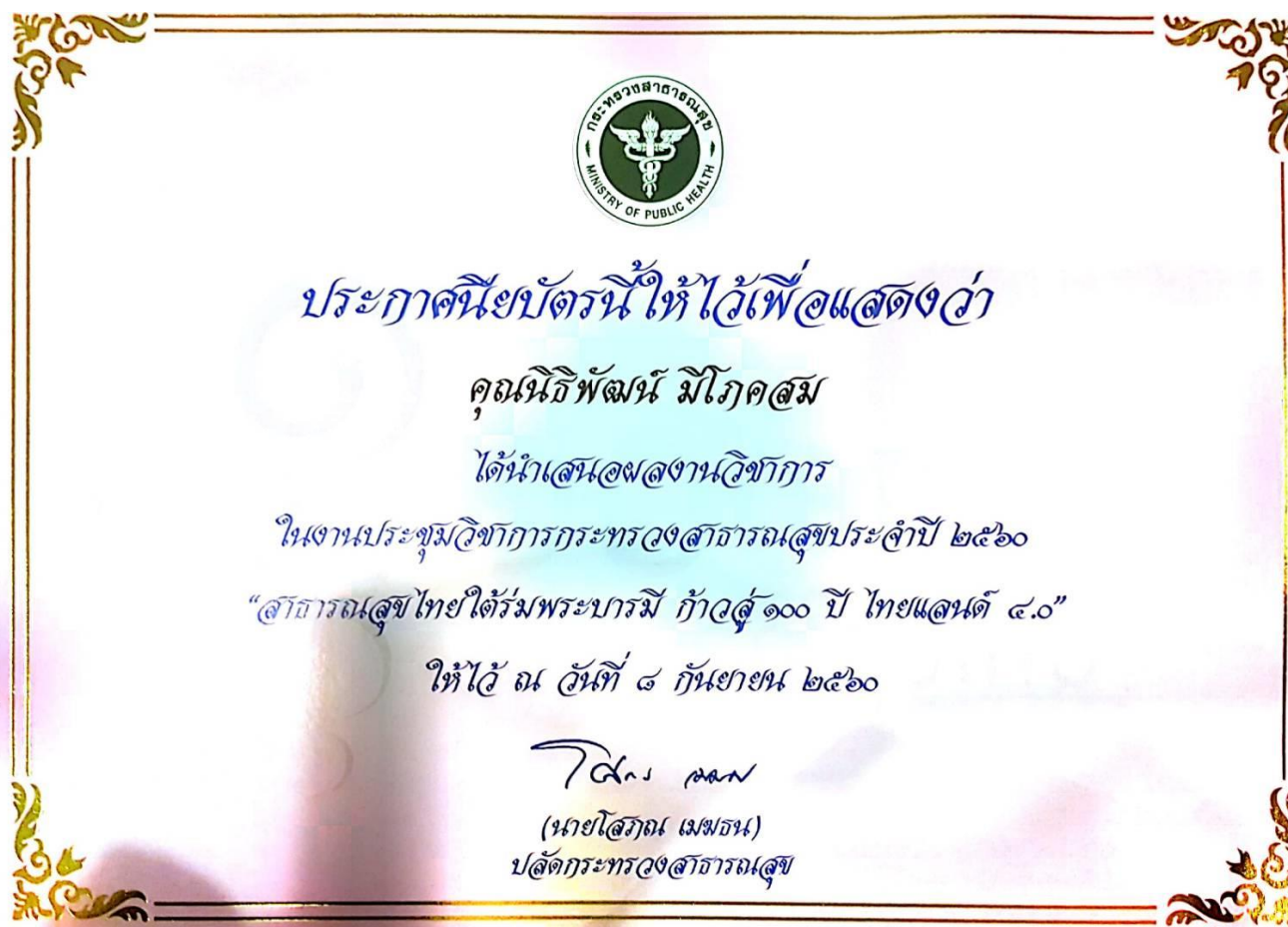
(ลงชื่อ)

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

หลักฐานการเผยแพร่ผลงาน



วารสารวิชาการสาธารณสุข

Journal of Health Science



กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH

ISSN 0858-4923

Dr. นพ. อภิรักษ์เกียรติ • รองอธิบดี - สาธารณสุข
Vol. 28 (Supplement 1: July - August 2019)

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original article

การศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ปี 2558

นิธิพัฒน์ มีโกศล ส.ม.

กลุ่มปฏิบัติการควบคุมโรคและตอบโต้ภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุข

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก

วันรับ:	11 ก.ย. 2561
วันแก้ไข:	20 พ.ย. 2561
วันตอบรับ:	11 ธ.ค. 2561

บทคัดย่อ การป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกในปัจจุบันยังให้ความสำคัญกับมาตรการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน พาหะหลักนำโรคไข้เลือดออก โดยการใช้สาร temephos ชนิดเคลือบผิวทรายควบคุมกำจัดลูกน้ำยุงลาย ซึ่งได้รับความนิยมจากประชาชนใส่ในภาชนะกักเก็บน้ำอย่างแพร่หลาย ขนาดที่แนะนำ คือ 1 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร สามารถควบคุมไม่ให้มีลูกน้ำได้นาน 3 เดือน แต่การที่ประชาชนมีการใช้น้ำ ตักออก และเติมเข้า ทำให้ความเข้มข้นของสาร temephos ลดลงจนไม่สามารถกำจัดลูกน้ำได้ การที่ลูกน้ำได้รับสารเคมีในระดับต่ำและรอดชีวิตนั้น สามารถทำให้เกิดพัฒนาการต้านทานต่อสาร temephos ได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความไวต่อสาร temephos ของลูกน้ำยุงลาย ในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาล ตามหลักเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม หากระดับความไวต่อสาร temephos ที่ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำตายร้อยละ 50 (LC_{50}) ของลูกน้ำยุงลายทดสอบ ค่าความต้านทาน RR_{50} ของยุงทดสอบ โดยเปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง ผลการศึกษา พบว่า ยุงลายในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ทั้งในเขตเทศบาลเมืองและนอกเขตเทศบาลเมืองมีความไวต่อสาร temephos ที่ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตรในระดับสูงและปานกลาง (อัตราการตายระหว่างร้อยละ 88-100) มี LC_{50} ต่อสาร temephos อยู่ระหว่าง 0.0021-0.01160 มิลลิกรัมต่อลิตร และระดับความต้านทานต่อสาร temephos ที่เหมือนกันคือระดับต่ำ โดยเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก อุดรดิตถ์ ตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย มีค่าระดับความต้านทาน RR_{50} เท่ากับ 0.73, 2.15, 2.32, 2.50 และ 2.70 เท่า ตามลำดับ สำหรับนอกเขตเทศบาลเมืองจังหวัดพิษณุโลก อุดรดิตถ์ ตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย มีค่าระดับความต้านทาน RR_{50} เท่ากับ 1.08, 1.27, 0.91, 4.26 และ 0.87 เท่า ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่า ยุงลายในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยมีพัฒนาการความต้านทานต่อสารกำจัดลูกน้ำ temephos อาจเนื่องมาจากการใช้สาร temephos ในอัตราส่วนที่ไม่ถูกต้อง มีโอกาสที่ลูกน้ำยุงลายได้รับสาร temephos ในขนาดที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้มีพัฒนาการต้านทานต่อสารเคมีชนิดนี้ได้ เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้สาร temephos หลากหลายชนิด ในการควบคุมการระบาดของไข้เลือดออก จึงควรมีการทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos ชนิดต่างๆ ให้มากขึ้น และมีการทดสอบอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของระดับความไวและระดับความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos ใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้สารเคมีในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย และเป็นข้อมูลที่ใช้แนะนำหน่วยงานที่จัดซื้อสารเคมีในการกำจัดแมลง เช่น สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด โรงพยาบาล เทศบาล องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น

คำสำคัญ: ความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลง, สาร temephos, ยุงลายบ้าน

บทนำ

โรคไข้เลือดออกเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขของประเทศไทย นับตั้งแต่พบการระบาดในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 เป็นต้นมา มักมีการระบาดเป็นระยะๆ 2-3 ปี⁽¹⁾ ทำให้โรคไข้เลือดออกมีความสำคัญมากในงานสาธารณสุข เนื่องจากเป็นโรคที่ได้แพร่ระบาด จากเขตเมืองสู่ชนบทและกระจายไปทั่วประเทศ ดังนั้นการระบาดเป็นภัยคุกคามต่อสุขภาพของประชาชนได้ตลอดเวลา สาเหตุของการเกิดโรคจากเชื้อไวรัสเด็งกี (dengue virus) มียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลักและยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะรองโรคไข้เลือดออก ยุงลายเป็นยุงที่มีชีวนิสัยชอบใกล้ชิดกับคน ระยะไข่ ลูกน้ำ และตัวโม่ พบได้ในภาชนะเก็บกักน้ำในครัวเรือน ทั้งในบ้านและนอกบ้าน ชอบกัดกินเลือดคน การป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกให้มีความสำคัญกับมาตรการ ลดแหล่งเพาะพันธุ์ของลูกน้ำยุงลาย โดยวิธีทางกายภาพ และทางเคมีภาพ คือการใช้สารเคมี temephos ชนิดเคลือบผิวทราย แต่เมื่อมีการระบาดเกิดขึ้นก็จำเป็นต้องกำจัดยุงตัวเต็มวัย สารเคมีที่ใช้กำจัดยุงตัวเต็มวัยในปัจจุบัน คือ สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์และออร์กาโนฟอสฟอรัส แต่สารเคมีดังกล่าวเริ่มมีการรายงานการสร้างความต้านทานของยุงลายบ้านและยุงลายสวนแถบหมู่เกาะแคริบเบียน ประเทศไทยอยู่ในภาวะเสี่ยง ต่อการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงของยุงลาย เพราะมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงอย่างต่อเนื่อง มาเป็นเวลาเกือบ 60 ปี⁽²⁾ โดยไม่ระมัดระวังเรื่องความเข้มข้น และมีการใช้ความเข้มข้นและปริมาณของสารที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าองค์การอนามัยโลกแนะนำ ในส่วนของสาร temephos กำจัดลูกน้ำที่ใช้อยู่ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลที่แน่ชัด เกี่ยวกับประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายที่ลดลงนั้น เกิดจากคุณภาพของทราย temephos ที่ใช้ไม่ได้มาตรฐาน ปริมาณทรายที่ใช้ไม่เป็นไปตามปริมาณและความเข้มข้นที่กำหนด วิธีใช้ไม่ถูกต้อง หรือเกิดการสร้างความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos⁽³⁾ ดังนั้นเพื่อให้ดำเนินงานควบคุมยุงลาย โดยใช้สารเคมีกำจัด

ลดลงที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังและติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับความไวของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลงในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาใช้วางแผนการใช้สารเคมี และเพื่อเป็นการยืนยันถึงการสร้างความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบระดับความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย และศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำตายร้อยละ 50 (LC_{50}) ต่อสาร temephos ของลูกน้ำยุงลายในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยเปรียบเทียบกับลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์ที่ไวสารเคมี รวมทั้งศึกษาระดับความต้านทาน (resistance ratio: RR_{50}) ต่อสาร temephos ของลูกน้ำยุงลาย ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย โดยเปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมี

วิธีการศึกษา

ก) วัสดุอุปกรณ์

1. แมลงที่ใช้การทดลอง: ยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae)

ยุงลายจากเขตเทศบาลเมือง และนอกเขตเทศบาลเมือง จากพื้นที่ 5 จังหวัด คือ พิษณุโลก อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก และเพชรบูรณ์

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความไวต่อสาร temephos ของลูกน้ำยุงลาย (susceptibility test) มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก

3. อุปกรณ์ทดลอง ได้แก่ น้ำกลั่น ปีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร กระบอกตวงขนาด 100 และ 250 มิลลิลิตร ปีเปต ขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร ลูกยางดูดสารเคมี แท่งแก้วสำหรับคนสารเคมี auto pipette และ tip

4. อุปกรณ์เลี้ยงแมลง ได้แก่ กรงสำหรับเลี้ยงตัวเต็มวัยเป็นผ้าไนลอนที่มีโครงลวด ขนาด 30x30x30 เซนติเมตร ถาดพลาสติกขนาด 20x30 เซนติเมตร กระบะ

พลาสติกสำหรับเลี้ยงลูกน้ำ กระดาษกรองแบบหยาบ สำหรับให้ยุงลายวางไข่ หลอดหยด(Dropper)สำหรับดูดลูกน้ำ แก้วพลาสติกสำหรับแยกตัวโม่ง สาลีและไม้พันสำลี อาหารหนูสำหรับเลี้ยงลูกน้ำ น้ำหวานและวิตามินรวมชนิดน้ำเชื่อม (multi-vitamin syrup) สำหรับเลี้ยงระยะตัวเต็มวัย

5. สารเคมีที่ใช้ทดสอบเป็นสารเคมี temephos ความเข้มข้นมาตรฐาน โดยมีสาร temephos ที่ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ คือ 0.04, 0.02, 0.015, 0.01, 0.0075, 0.005, 0.00375, 0.0025, 0.001875 และ 0.00125 มิลลิกรัม ต่อลิตร (ชุดทดสอบ mosquito larvae WHO/VBC/81.807) ที่สั่งซื้อจาก Vector Control Research Unit มหาวิทยาลัย Saints Malaysia รัฐบาล ประเทศมาเลเซีย ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก สำหรับการเฝ้าระวังความไวของแมลงนำโรคต่อสารเคมี

ข) วิธีการเก็บข้อมูล

การทดลองความไวต่อสาร temephos ของลูกน้ำยุงลาย ตามหลักเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก ประกอบด้วย การรวบรวมตัวอย่างลูกน้ำยุงลายเพื่อใช้ในการศึกษา กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลาย ระยะที่ 3 ตอนปลายถึงระยะที่ 4 ตอนต้นของการเจริญเติบโต 5 จังหวัด ได้แก่ พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย และเพชรบูรณ์ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม 2551 โดยแต่ละจังหวัด ทำการเก็บตัวอย่างประชากรลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมือง 1 จุด และนอกเขตเทศบาลเมือง 1 จุด ดังนี้

1. ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง และเขตเทศบาลเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
2. อำเภอพรหมพิราม และเขตเทศบาลนคร จังหวัดพิษณุโลก
3. ตำบลบ้านด่าน อำเภอบ้านด่านลานหอย และเขตเทศบาลเมือง จังหวัดสุโขทัย
4. อำเภอเมือง และเขตเทศบาลเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์
5. ตำบลน้ำร้อน อำเภอเมือง และเขตเทศบาลเมือง จังหวัดตาก

การเตรียมลูกน้ำยุงลายที่ใช้ในการทดสอบ

ลูกน้ำยุงลายบ้านได้จากประชากรลูกน้ำยุงลายที่เก็บจากภาชนะชั่งน้ำ ข้าวอายุชัยที่ 1 (F_1) ในบ้านครัวเรือน โดยนำมาแยกเป็นลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองกับลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง เพื่อทำการทดสอบความไว ต่อสารเคมีของลูกน้ำยุงลาย ดำเนินการในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80

กรณีที่ลูกน้ำยุงลายจากพื้นที่ศึกษาไม่เพียงพอสำหรับการทดสอบให้เลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ถึงข้าวอายุชัยที่ 2 (F_2)

การเตรียมสาร temephos ที่ใช้ในการทดสอบ

เตรียมสารละลาย temephos ที่ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ คือ 0.04, 0.02, 0.015, 0.01, 0.0075, 0.005, 0.00375, 0.0025, 0.001875 และ 0.00125 มิลลิกรัม ต่อลิตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย โดยใช้สูตรเตรียมสารเคมี คือ $C1V1 = C2V2$

ขั้นตอนการศึกษา

1. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายของสาร temephos ตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก โดยใช้ ค่า diagnostic concentration เป็นมาตรฐานที่ระบุโดยองค์การอนามัยโลก คือ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าอัตราการตาย ของลูกน้ำยุงลาย น้อยกว่าร้อยละ 80 แสดงว่าลูกน้ำยุงลายต้านทานต่อสาร temephos วิธีการทดสอบทำโดยเตรียมสารละลาย temephos ในน้ำ 250 มิลลิลิตร ที่ระดับความเข้มข้นของสาร temephos 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร คัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ตอนปลาย ถึงระยะที่ 4 ตอนต้น ใส่ในถ้วยทดลองจำนวน 25 ตัวต่อซ้ำ ทดสอบ 4 ซ้ำ ส่วนควบคุม (control) ให้ใส่ลูกน้ำยุงลายในน้ำ (น้ำที่ใช้เป็นตัวทำละลายในการทดสอบแต่ไม่ใส่สาร temephos) 250 มิลลิลิตร จำนวน 25 ตัว ทำการทดสอบเพียง 1 ชั่วโมง จำนวนตายของลูกน้ำหลังการทดสอบ ที่ 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ หากอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายควบคุม อยู่ระหว่างร้อยละ 5-20 ให้ปรับค่าอัตราการตายด้วย Abbott' formula ดังนี้

อัตราการตาย = อัตราตายของยุงทดสอบ-อัตราการตายของยุง control x 100

100-อัตราการตายของยุง control

หมายเหตุ: อัตราตายของยุง control มากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการทดสอบใหม่

2. การศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 (Lethal concentration; LC_{50}) โดยโปรแกรม probit analysis

3. การศึกษาค่าระดับความต้านทาน (Resistance ratio, RR_{50})

Resistance ratio, (RR_{50}) = LC_{50} ยุงลายสายพันธุ์ในพื้นที่ / LC_{50} ยุงลายสายพันธุ์ที่มีความไวต่อสารเคมี

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos แปลผลโดยใช้ตามเกณฑ์การประเมินความไวของยุงต่อสารเคมีขององค์การอนามัยโลก ดังนี้

- อัตราตายระหว่างร้อยละ 98-100 หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีระดับสูง
- อัตราตายระหว่างร้อยละ 80-97 หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีระดับกลาง
- อัตราตายน้อยกว่าร้อยละ 80 หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีระดับต่ำ (หรือต้านต่อสารเคมีกำจัดแมลง)

2. การศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 (Lethal concentration; LC_{50}) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสาร temephos ที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

3. การศึกษาระดับความต้านทาน (resistance ratio, RR_{50}) สามารถแบ่งระดับความต้านทานเป็น 3 ระดับ ตาม Marzari and Georghior, 1995 คือ

- ระดับความต้านทาน เท่ากับ 1-5 เท่า หมายถึง มีความต้านทานต่อสารเคมีในระดับต่ำ
- ระดับความต้านทาน เท่ากับ 6-10 เท่า หมายถึง มีความต้านทานต่อสารเคมีในระดับปานกลาง
- ระดับความต้านทาน มากกว่า 10 เท่า หมายถึง มีความต้านทานต่อสารเคมีในระดับสูง

ผลการศึกษา

1. การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

สาร temephos ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็น diagnostic concentration สำหรับการเฝ้าระวังความไวของแมลงพาหะนำโรคต่อสารเคมีขององค์การอนามัยโลก ลูกน้ำยุงลายในและนอกเขตเทศบาลเมืองมีระดับความไวอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง คือ อัตราตายระหว่างร้อยละ 89-100 โดยในเขตเทศบาลเมืองพื้นที่จังหวัดที่มีความไวต่อสาร temephos สูงสุด คือ จังหวัดพิษณุโลก อัตราตายร้อยละ 100 รองลงมา คือ จังหวัดอุตรดิตถ์ ตาก และเพชรบูรณ์ อัตราตายร้อยละ 98, 92, 90 และจังหวัดสุโขทัยมีค่าระดับความไวต่ำสุด คือ อัตราตายร้อยละ 89 (ตารางที่ 1) ลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองที่มีระดับความไวอยู่ในระดับสูง คือ จังหวัดพิษณุโลก และอุตรดิตถ์ ส่วนจังหวัดตาก เพชรบูรณ์ และสุโขทัย มีระดับความไวอยู่ในระดับปานกลาง แต่ไม่มีลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองของจังหวัดใดเลยที่มีความไวต่อสาร temephos ในระดับต่ำหรือต้านทานต่อสาร temephos (ตารางที่ 2)

สำหรับลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง จังหวัดที่มีความไวต่อสาร temephos สูงสุด คือจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และตาก อัตราตายร้อยละ 100 รองลงมา คือ จังหวัด อุตรดิตถ์ อัตราตายร้อยละ 98 และจังหวัดเพชรบูรณ์ มีค่าระดับความไวต่ำสุด คือ อัตราตายร้อยละ 88 (ตารางที่ 3) จังหวัดที่มีความไวต่อสาร temephos ในระดับสูง คือ จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย ตาก และอุตรดิตถ์ สำหรับจังหวัดเพชรบูรณ์มีค่าระดับความไวในระดับปานกลาง (ตารางที่ 4)

2. การศึกษาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 (Lethal concentration; LC_{50})

จากผลการศึกษาหลังจากลูกน้ำยุงลายได้รับสาร temephos ที่ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ คือ 0.04, 0.02, 0.015, 0.01, 0.0075, 0.005, 0.00375, 0.0025, 0.001875 และ 0.00125 มิลลิกรัมต่อลิตร ตรวจผลที่

การศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos ในภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย ปี 2558

ตารางที่ 1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองที่มีสาร temephos ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ จำแนกตามรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวนลูกน้ำ	อัตราการตาย (%) ของลูกน้ำยุงลายที่ระดับความเข้มข้นของสาร temephos (ppm)									
		ทดสอบ (ตัว)	0.00125	0.001875	0.0025	0.00375	0.005	0.0075	0.01	0.015	0.02
พิษณุโลก	100	26	56	64	71	75	86	90	97	100	100
อุตรดิตถ์	100	3	9	10	24	32	54	83	96	98	100
สุโขทัย	100	1	15	14	18	25	47	74	80	89	95
เพชรบูรณ์	100	1	4	11	15	45	56	67	84	90	100
ตาก	100	1	13	12	22	30	54	80	83	92	100
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	100	4	32	47	68	75	82	92	98	100	100

ตารางที่ 2 ระดับความไวของลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองที่มีสาร temephos ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร แยกตามรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวนลูกน้ำยุงทดสอบ (ตัว)	อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่		ระดับความไวของลูกน้ำยุงลายที่
		ระดับความเข้มข้นของ		ระดับความเข้มข้นของ
		สาร temephos	0.02 ppm	สาร temephos
พิษณุโลก	100	100		ระดับสูง
อุตรดิตถ์	100	98		ระดับสูง
สุโขทัย	100	89		ระดับปานกลาง
เพชรบูรณ์	100	90		ระดับปานกลาง
ตาก	100	92		ระดับปานกลาง
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	100	100		ระดับสูง

ตารางที่ 3 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมืองที่มีสาร temephos ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ จำแนกตามรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวนลูกน้ำ	อัตราการตาย (%) ของลูกน้ำยุงลายที่ระดับความเข้มข้นของสาร temephos (ppm)									
		ทดสอบ (ตัว)	0.00125	0.001875	0.0025	0.00375	0.005	0.0075	0.01	0.015	0.02
พิษณุโลก	100	13	41	50	59	69	78	82	92	100	100
อุตรดิตถ์	100	17	26	35	47	67	75	89	95	98	100
สุโขทัย	100	14	38	58	80	83	92	92	100	100	100
เพชรบูรณ์	100	0	0	0	2	2	18	36	71	88	100
ตาก	100	17	35	55	69	83	90	93	98	100	100
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	100	20	32	47	68	75	82	92	98	100	100

ตารางที่ 4 ระดับความไวของลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมืองที่สาร temephos ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร แยกตามรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวนลูกน้ำยุงทดสอบ (ตัว)	อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่ ระดับความเข้มข้นของ สาร temephos 0.02 ppm	ระดับความไวของลูกน้ำยุงลายที่ ระดับความเข้มข้นของ สาร temephos 0.02 ppm
พิษณุโลก	100	100	ระดับสูง
อุดรดิตถ์	100	98	ระดับสูง
สุโขทัย	100	100	ระดับสูง
เพชรบูรณ์	100	88	ระดับปานกลาง
ตาก	100	100	ระดับสูง
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	100	100	ระดับสูง

24 ชั่วโมง วิเคราะห์หาค่า LC_{50} พบว่า ในเขตเทศบาล (ตารางที่ 6)

เมือง มีค่า LC_{50} อยู่ระหว่าง 0.0021-0.00736 มิลลิกรัมต่อลิตร จังหวัดพิษณุโลกมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.00201 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา คือจังหวัดอุดรดิตถ์ $LC_{50} = 0.00585$ มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจังหวัดสุโขทัยต้องใช้สารเข้มข้นมากที่สุด คือ 0.00736 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5)

สำหรับค่าของลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาลเมือง มีค่า LC_{50} อยู่ระหว่าง 0.00238-0.01160 มิลลิกรัมต่อลิตรจังหวัดสุโขทัยมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.00238 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ จังหวัดตาก $LC_{50} = 0.00250$ มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์ต้องใช้สารเข้มข้นมากที่สุด คือ $LC_{50} = 0.001160$ มิลลิกรัมต่อลิตร

3. การศึกษาค่าระดับความต้านทาน (Resistance ratio, RR_{50}) ต่อสาร temephos ของลูกน้ำยุงลาย ยุงลายสายพันธุ์ที่ไวต่อสารเคมีในการศึกษาค้างนี้ คือ ยุงลายสายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ได้เลี้ยงในห้องปฏิบัติการเป็นเวลานาน พบว่า ค่า $LC_{50} = 0.00272$ มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำค่า LC_{50} ของยุงลาย 5 จังหวัดมาเปรียบเทียบและหาค่า (Resistance ratio, RR_{50}) พบว่า ยุงลายในและนอกเขตเทศบาลเมืองทั้งหมด 5 จังหวัด คือ จังหวัดพิษณุโลก ตาก อุดรดิตถ์ สุโขทัย และเพชรบูรณ์ ยังไม่ต้านทานต่อสาร temephos คือ RR_{50} ต่ำกว่า 5 เท่า โดยมีค่า RR_{50} ของลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมืองเท่ากับ 0.73, 2.32, 2.15, 2.70 และ 2.50 เท่า ตาม

ตารางที่ 5 ค่าเข้มข้นของสาร temephos ที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ภายใน 24 ชั่วโมง (LC_{50}) และระดับความต้านทาน (RR_{50}) ของลูกน้ำยุงลายจากเขตพื้นที่ในเขตเทศบาลเมือง จำแนกรายจังหวัด

จังหวัด	LC_{50}	RR_{50}
พิษณุโลก	0.00201	0.73
อุดรดิตถ์	0.00585	2.15
สุโขทัย	0.00736	2.70
เพชรบูรณ์	0.00681	2.50
ตาก	0.00632	2.32
กรมวิทยาศาสตร์ทางกรแพทย์	0.00272	1.00

ตารางที่ 6 ค่าเข้มข้นของสาร temephos ที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ภายใน 24 ชั่วโมง (LC50) และระดับความต้านทาน (RR50) ของลูกน้ำยุงลายจากเขตพื้นที่นอกเขตเทศบาลเมือง จำแนกรายจังหวัด

จังหวัด	LC50	RR50
พิษณุโลก	0.00296	1.08
อุตรดิตถ์	0.00348	1.27
สุโขทัย	0.00238	0.87
เพชรบูรณ์	0.116	4.26
ตาก	0.0025	0.91
กรมวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์	0.00272	1.00

ลำดับ (ตารางที่ 5) ส่วนนอกเขตเทศบาลเมือง มีค่า RR_{50} เท่ากับ 1.08, 0.91, 1.27, 0.87 และ 4.26 เท่า (ตารางที่ 6)

จากค่า resistance ratio, RR_{50} พบว่า ยุงลายในและนอกเขตเทศบาลเมืองทั้งหมด 5 จังหวัด คือ จังหวัดพิษณุโลก อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก และเพชรบูรณ์ ยังไม่ต้านทานต่อสาร temephos คือ RR ต่ำกว่า 5 เท่า (ตารางที่ 6)

วิจารณ์

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดสอบความไวต่อสาร temephos ของลูกน้ำยุงลายบ้านในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย คือ ในเขตเทศบาลเมืองและนอกเขตเทศบาลเมือง โดยสมมติฐานว่าลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาล น่าจะมีพัฒนาการความต้านทานต่อสาร temephos เร็วกว่าและมากกว่าลูกน้ำยุงลายนอกเขตเทศบาล ผลการศึกษา พบว่า อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายไม่สัมพันธ์กับพื้นที่ศึกษา หรืออาจกล่าวได้ว่า ลูกน้ำยุงลายในเขตเทศบาลเมือง และนอกเขตเทศบาลเมืองตายไม่แตกต่างกัน แล้วจากการศึกษาระดับความต้านทาน พบว่า ลูกน้ำยุงลายใน 5 จังหวัด ของภาคเหนือตอนล่าง คือ จังหวัดพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย และเพชรบูรณ์ ทั้งในเขตเทศบาลเมือง และนอกเขตเทศบาลเมือง มีการพัฒนาการต้านทานต่อสาร temephos ในระดับต่ำ แต่มีแนวโน้มการพัฒนาการต้านทานต่อสาร temephos เพิ่ม

ขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาการศึกษาประสิทธิภาพพทรายเคลือบ temephos 2% ของสมบุรณ์ เถาว์พันธ์ และคณะ⁽⁴⁾ การศึกษาความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารเคมี temephos ของวาสนา สอนเพ็งและคณะ⁽⁵⁾ และการเฝ้าระวังความไวของยุงลายตัวเต็มวัยและลูกน้ำ (*Aedes aegypti* Linn.) ต่อสารเคมีกำจัดแมลง ของกิตติยาภรณ์ มานูจและคณะ⁽⁶⁾ โดยแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่จังหวัด ซึ่งการพัฒนาการต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้เสมอ หากมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงชนิดนั้น ๆ อย่างต่อเนื่องในพื้นที่ โดยเฉพาะสาร temephos ที่ใช้ในทรายกำจัดลูกน้ำนั้นถูกนำมาใช้ในการควบคุมโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยมานานกว่า 40 ปี อาจเนื่องมาจากการใช้ทราย temephos ในภาชนะชั่งน้ำในอัตราส่วนที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นมีโอกาสที่ลูกน้ำยุงลายได้รับสาร temephos ในขนาดที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้ลูกน้ำยุงลายมีการพัฒนาให้ต้านทานต่อสารเคมีชนิดนี้ได้ เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้สาร temephos หลากหลาย ความเข้มข้นในการควบคุมการระบาดของไข้เลือดออก จึงควรมีการทดสอบความไวและระดับความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos ให้มากขึ้น และมีการทดสอบอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เพื่อเฝ้าระวังในเขตเทศบาลเมือง และนอกเขตเทศบาลเมืองอย่างต่อเนื่อง ให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของระดับความไวและระดับความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้สารเคมีในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย

และเป็นข้อมูลที่ใช้แนะนำหน่วยงานที่จัดซื้อสารเคมีในการกำจัดแมลง เช่น สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด โรงพยาบาล องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก ควรมีการจัดตั้งระบบการเฝ้าระวังความต้านทาน และความไวของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลงในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ชี้ชัดขึ้นถึงแมลงสร้างความต้านทาน ต่อสารชนิดใด เพื่อนำมาใช้เลือกสารกำจัดแมลงที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมแมลงพาหะนำโรค

2. เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบโรคไข้เลือดออกของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ โรงพยาบาล และองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ควรเน้นให้อาสาสมัครสาธารณสุขแนะนำประชาชนใช้สารเคมีกำจัดแมลงตามนโยบายการใช้สารเคมีควบคุมแมลงพาหะนำโรคของกรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข และใช้ตามอัตราส่วนที่แนะนำบนฉลาก กรณีการใส่ทราย temephos ในภาชนะขังน้ำ จะต้องคำนวณหรือประมาณขนาดของภาชนะขังน้ำว่าสามารถบรรจุน้ำได้กี่ลิตร เพื่อที่จะได้ทราบว่าควรใส่ทราย temephos กี่กรัม จึงจะได้ความเข้มข้นของสาร temephos ที่แนะนำ คือ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารอ้างอิง

- สีวิกา แสงธราทิพย์. ระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออก. ใน: สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก. โรคไข้เลือดออก ฉบับประยุกต์. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2545. หน้า 1-6.
1. สมศักดิ์ วาศาการวะ. สารเคมีกำจัดแมลง. ใน: สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก. โรคไข้เลือดออก ฉบับประยุกต์. 2545. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2545. หน้า 89-98.
 2. สำนักโรคติดต่อทางแมลง กรมควบคุมโรค. ไข้เลือดออก. รายงานประจำปี 2556. นนทบุรี: กรมควบคุมโรค; 2556.
 3. สมบูรณ์ เถาว์พันธ์, กองแก้ว ยะอุป. การศึกษาประสิทธิภาพทรายเคลือบ temephos 2% ในภาชนะขังน้ำที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนในชุมชนเพื่อป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลาย. วารสารมาลาเรีย 2544:36:8-12.
- วาสนา สอนเพ็ง, มนัสนันท์ ลิ้มปัทยากุล, ปารณีย์ เคนกุล. การศึกษาความต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารเคมี temephos. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดอุบลราชธานี 2550;5:13-9.
4. กิตติภรณ์ มานูจำ, สุพร สาระกุล, อวยชัย แวนแก้ว, สมชาย ปรีชาชาญ, ชาดิชาญ เจริญเสียง. การเฝ้าระวังความไวของยุงลายตัวเต็มวัยและลูกน้ำ (*Aedes aegypti* Linn.) ต่อสารเคมีกำจัดแมลง. วารสารโรคและภัยสุขภาพ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ 2551;2:24-34.

Abstract: Susceptibility on Temephos of *Aedes aegypti* Larva in Lower Northern, Thailand, 2015

Nithipat Mipoksom, M.P.H.

Office of Diseases Prevention and Control 2, Phitsanulok, Thailand

Journal of Health Science 2019;28(Suppl 2):S23-S33.

The control of *Aedes Aegypti*, a vector of dengue hemorrhagic fever (DHF), is currently an important prevention and control policy. One chemical approach is to control the mosquito larvae by using themephos-coated sand. Inappropriate use of the sand is a main cause of chemical resistance. The objective of this study was to assess the susceptibility of the mosquito larvae toward themephos. It was conducted in both urban and rural areas of 5 lower Northern provinces: Phitsanulok, Uttaradit, Sukhothai, Tak and Phetchaboon during May – August 2015. A susceptibility test kit was used to measure the levels of lethal concentration 50 (LC_{50}) and resistance ratio (RR_{50}) at the concentration of 0.02 mg per litre of themephos. The results showed variations of among five stains of *Aedes Aegypti* larva in urban and rural areas with the LC_{50} range of 0.00201–0.01160 mg/l. The resistance ratio also showed variation: RR_{50} = 0.73 in Phitsanulok, 2.15 in Uttaradit, 2.32 in Tak, 2.50 in Phetchaboon, and 2.70 in Sukhothai in the urban areas; and 0.87 in Sukhothai, 0.91 in Tak, 1.08 in Phitsanulok, 1.27 in Uttaradit, and 4.26 in Phetchaboon in the rural. Thus, the mosquito larvae in urban and rural areas of lower Northern provinces had developed a low level of themephos resistance. The data could be useful for selecting appropriate insecticides and the suitable concentration to be used for vector control.

Keywords: susceptibility, temephos, *Aedes Aegypti*

ภาคผนวก

ตารางทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารที่มีฟอส

ผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....เวลาทดสอบ.....

ชนิดลูกน้ำ.....สถานที่เก็บลูกน้ำ.....

ชนิดของสารเคมี (ความเข้มข้น)	ชุดที่	จำนวนลูกน้ำที่ ใช้ทดสอบ	จำนวนลูกน้ำที่ตายหลังการ ทดสอบ 24 ชั่วโมง	%การตาย ของลูกน้ำ ทดสอบ	%การ ตายที่ปรับ ค่าแล้ว	หมายเหตุ
	1					
	2					
	3					
	4					
	รวม					
	1					
	2					
	3					
	4					
	รวม					
	1					
	2					
	3					
	4					
	รวม					
	1					
	2					
	3					
	4					
	รวม					
	1					
	2					
	3					
	4					
	รวม					
	1					
	2					
	3					
	4					
	รวม					
	1					
	2					
	3					
	4					
	รวม					