ประสิทธิภาพของสารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส ไดฟูเบนซูรอน และแบคทีเรียควบคุมลูกน้ำชนิดบีทีไอ เพื่อการควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* (L.) ในภาคสนาม

Field Studies on Efficiency of Temephos, Diflubenzuron and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) against *Aedes aegypti* (L.).

ขนิษฐา ปานแก้ว วท.ม. (กีฏวิทยา) Kanitta Pankeaw, M.Sc. (Entomology)
บุษราคัม สินาคม วท.บ. (กีฏวิทยา) Bussarakum Sinakom, B.Sc. (Entomology)
บุญเสริม อ่วมอ่อง วท.ม. (เกษตรศาสตร์) Boonserm Aumaung, M.Sc. (Agriculture)

กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค Division of Vector Borne Diseases, Department of Disease Control

Received: Apr 20,2020 **Revised:** May 18,2020 **Accepted:** Jun 1, 2020

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านและการป้องกันการเกิดยุงลายตามธรรมชาติ ด้วยสารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส 1%SG อัตราการใช้ 1 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร ไดฟูเบนซูรอน 2%T และแบคทีเรียควบคุมลูกน้ำชนิดบีทีไอ 37.4%WDG อัตราการใช้ 1 กรัมต่อน้ำ 200 ลิตร โดยใช้โอ่งเคลือบดินเผาขนาด 200 ลิตรทั้งหมดจำนวน 36 โอ่ง แบ่งตามประเภทของการถ่ายน้ำสัปดาห์ละหนึ่งครั้งออกเป็นร้อยละ 0, 25 และ 50 ประเภทละ 3 โอ่งต่อสารกำจัดลูกน้ำ วางไว้ 3 สถานที่ และโอ่งไม่ใส่สารกำจัดลูกน้ำเป็นโอ่งเปรียบเทียบชนิดละ 3 โอ่งเช่นเดียวกัน ทำการทดสอบกับลูกน้ำยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* สายพันธุ์ ROCK จากห้องปฏิบัติการ ดำเนินการศึกษาในพื้นที่อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี ระยะเวลาศึกษา 27 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงเมษายน 2561 ผลการศึกษาพบว่าการใช้สารกำจัดลูกน้ำตามอัตราที่กำหนดในสภาพการใช้น้ำลักษณะเช่นเดียวกันนั้น สารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส 1%SG มีประสิทธิภาพและฤทธิ์คงทนยาวนานที่สุด ตามด้วย สารกำจัดลูกน้ำไดฟูเบนซูรอน 2%T และแบคทีเรียควบคุมลูกน้ำชนิดบีทีไอ 37.4%WDG ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ใช้สำหรับประกอบการคัดเลือกสารเคมีกำจัดลูกน้ำยุงลายที่เหมาะสม ดังนั้นควรมีการศึกษาเพื่อติดตามความต้านทานต่อสารเคมีของยุงลายอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เกิดการป้องกันและควบคุมลูกน้ำยุงลายที่มีประสิทธิภาพสูงต่อไป

คำสำคัญ: ลูกน้ำยุงลายบ้าน, เทมีฟอส, ไดฟูเบนซูรอน, แบคทีเรียควบคุมลูกน้ำชนิดบีทีไอ

ABSTRACT

An evaluation of the efficacy of Temephos 1%SG at dilution of 1 g per 10 liters of water, Diflubenzuron 2%T and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (BTI) 37.4%WDG at 1 g per 200 liters of water against the larvae of *Aedes aegypti* (L.) laboratory strain was carried out in 36 clay earthen 200-liter jars. The treated jars were diluted weekly with water in separate three groups of 0%, 25% or 50%, by the kinds of chemical, respectively. This study performed between October 2017 and April 2018 in Nonthaburi Province. The purposes were to evaluate and compare the efficiency of the three larvicides for larvae control, and to observe the natural breeding of the Aedes mosquitoes. This study concluded that application of the larvicides at the same condition as above by following the dose recommendation, Temephos 1%SG showed highest efficiency against the Aedes larvae, secondly, diflubenzuron 2%T, and lastly *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) 37.4%WDG, respectively. The data gained from this study has proved usefulness for an appropriate selection of the larvicides. Thus, the susceptibility test monitoring should be applied regularly for most efficiency of the larvae control.

Key words: Aedes aegypti larva, temephos, diflubenzuron, Bti

บทนำ

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคติดต่อนำโดยยุงลายที่ยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญทางสาธารณสุขของประเทศไทย ประเทศไทยจัดเป็นประเทศในกลุ่มที่มีการระบาดโรคสูงเป็นอันดับ 6 ใน 30 ประเทศ (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, 2558) ปัจจุบันการใช้วัคซีนไข้เลือดออกสำหรับการป้องกันโรคไข้เลือดออกยังมีข้อจำกัดอยู่ประสิทธิภาพของวัคซีนป้องกันได้ประมาณร้อยละ 60 เท่านั้น (สถาบันวัคซีนแห่งชาติ, ม.ป.ป.) วิธีที่ดีที่สุดในการดำเนินการควบคุมป้องกันโรคไข้เลือดออกปัจจุบันองค์การอนามัยโลกและกระทรวงสาธารณสุขส่งเสริมและสนับสนุนให้ใช้มาตรการการควบคุมยุงลายพาหะนำโรค โดยเน้นให้ใช้การผสมผสานระบบบริหารจัดการพาหะนำโรคแบบผสมผสาน (Integrated Vector Management: IVM) มาตรการที่สำคัญคือการลดและทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ การปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อม และการใช้สารเคมีกำจัดลูกน้ำ เช่น การใช้สารเคมีกลุ่มออแกโนฟอสเฟต เช่น สารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส ใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลาย โดยใช้ในรูปแบบการเคลือบกับวัสดุชนิดต่างๆ การใช้ทรายเคลือบสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส ที่อัตราความเข้มข้น 1 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เป็นวิธีการที่ใช้ทั่วไป (World Health Organization, 2007) ซึ่งเป็นมาตรการหลักใช้มายาวนาน สารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส ที่ใช้จะออกมาช้าๆ และละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำในแหล่งที่ลูกน้ำอาศัย ลูกน้ำยุงลายจะได้รับสารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส เข้าไปในร่างกาย โดยการกินเข้าไปพร้อมกับอาหาร นอกจากการใช้สารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส ในการควบคุมยุงลายในระยะที่เป็นตัวอ่อนหรือลูกน้ำยุง ยังมีสารยับยั้งการเจริญเติบโตสารป้องกันการลอกคราบของลูกน้ำ (Insect Growth Regulators; IGRs) คือ ไดฟูเบนซูรอน ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่มีความเป็นพิษต่ำ ออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์สารไคติน (Chitin) ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของโครงสร้างผนังลำตัวแมลง ทำให้ลูกน้ำยุงไม่สามารถเจริญเป็นยุงตัวเต็มวัยได้และตายในที่สุด (Doucet & Retnakaran, 2012) และสารกำจัดลูกน้ำ

Bti ในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย เป็นแบคทีเรียกลุ่ม Aerobic gram positive bacilli รูปแท่งยาวสามารถสร้างสปอร์ได้ (สุทารัตน์ พรจรรยา, 2545) และสร้างผลึกโปรตีน ที่มีคุณสมบัติฆ่าลูกน้ำยุงลาย เมื่อลูกน้ำยุงกินผลึกโปรตีนเข้าไปอยู่ในกระเพาะซึ่งมีน้ำย่อยที่เป็นด่าง (อาคม สังข์วรานนท์, 2538) ทำให้เกิดสารพิษที่จะไปทำลายเซลล์เยื่อบุกระเพาะอาหารทำให้เซลล์บวมแตกจนเป็นแผล เมื่อกระเพาะอาหารทะลุระบบโลหิตและระบบทางเดินอาหารจะเชื่อมต่อกันจนทำให้เกิดภาวะโลหิตเป็นด่างมีผลให้ลูกน้ำเป็นอัมพาตและตายในที่สุด ทั้งนี้เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ไม่สามารถคงอยู่ในธรรมชาติได้นานเพราะไม่สามารถขยายพันธุ์หมุนเวียนได้ในธรรมชาติ (สุทารัตน์ พรจรรยา, 2545) อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีกำจัดแมลงทุกชนิด หากใช้อย่างไม่เหมาะสมและการใช้เป็นระยะเวลานานอาจชักนำให้แมลงสามารถสร้างความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ และทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการควบคุมแมลง (Chareonviriyaphap *et al*., 1999) การศึกษาเพื่อติดตามยุงลายพาหะต้านทานต่อสารเคมี (susceptibility test) จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ควรมีการศึกษาเพื่อหาวิธีการป้องกันกำจัดลูกน้ำยุงลายทดแทนการใช้สารเคมีฯ ชนิดต่างๆ จึงเป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการการตรวจสอบประสิทธิภาพและฤทธิ์คงทนของสารเคมีฯหรือสารที่ใช้ในการควบคุมยุงนั้น จะมีประโยชน์ในการเป็นข้อมูลสำหรับการพิจารณาเลือกใช้สารกำจัดลูกน้ำยุงลายที่มีประสิทธิภาพ สำหรับวางแผนการควบคุมยุงพาหะนำโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส ไดฟูเบนซูรอน และ Bti ในการควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพกึ่งสนาม

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2560- เมษายน 2561 ในชุมชนอำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี โดยนำโอ่งดินเผาเคลือบขนาดความจุ 200 ลิตร จำนวน 36 ใบ ใส่น้ำประปาในโอ่ง จำนวน 200 ลิตร นำไปวางไว้บริเวณบ้านชาวบ้านในชุมชนแห่งหนึ่ง เสมือนเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ตามธรรมชาติของยุงลายบ้าน โดยเลือกบ้านที่เจ้าของบ้านยินยอมและมีบริเวณบ้าน 3 ลักษณะภายในบ้านหลังเดียวกันคือ บริเวณบ้านที่มีแสงแดดส่องถึงตลอดทั้งวัน บริเวณที่มีความร่มเงาและบริเวณที่แสงแดดส่องถึงบางเวลา โดยตั้งทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ เพื่อให้คลอรีนระเหยออกไป และดำเนินการศึกษาดังนี้

1. ใส่สารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส สูตร 1% ขนาดความเข้มข้น 1 ในล้านส่วน (1 ppm) จำนวน 9 ใบ ใช้สารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน สูตร 2%T ความเข้มข้น 1 กรัมต่อน้ำ 200 ลิตร จำนวน 9 ใบ สารกำจัดลูกน้ำ Bti สูตร 37.4%WDG (3,000 ITU/mg) ความเข้มข้น 1 กรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร จำนวน 9 ใบ การศึกษาได้ปรับสภาพการใช้น้ำให้เสมือนจริงตามธรรมชาติของการใช้น้ำของชาวบ้านแบ่งการทดสอบดังนี้คือ 1) ไม่ต้องถ่ายน้ำออก สารเคมีละ 3 โอ่ง รวม 9 โอ่ง หากน้ำลดลงให้เติมให้ปริมาตรเท่าเดิม 2) ถ่ายน้ำออกร้อยละ 25 สารเคมีละ 3 โอ่ง รวม 9 โอ่ง แล้วเติมน้ำกลับไปใหม่ทุกสัปดาห์ 3) ถ่ายน้ำออกร้อยละ 50 สารเคมีละ 3 โอ่ง รวม 9 โอ่ง แล้วเติมน้ำกลับไปใหม่ทุกสัปดาห์ และ 4) โอ่งควบคุม จำนวน 9 โอ่ง ดำเนินการเช่นเดียวกับโอ่งที่ใส่สารกำจัดลูกน้ำ 3 ชนิด

2. ใช้ลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) สายพันธุ์ ROCK จากศูนย์ควบคุมโรคติดต่อแอตแลนตา สหรัฐอเมริกา (CDC: Centers for Disease Control and Prevention) ที่เลี้ยงจากห้องปฏิบัติการกองโรคติดต่อนำโดยแมลง ในระยะที่ 2-3 ที่มีลักษณะแข็งแรง จำนวน 25 ตัว/ถ้วย จำนวน 36 ถ้วย

3. ทดสอบสารเคมีกำจัดลูกน้ำกับลูกน้ำยุงลาย ซึ่งประกอบด้วยสารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส, ไดฟูเบนซูรอน, Bti และชุดเปรียบเทียบ ร่วมกับการถ่ายน้ำร้อยละ 0, 25 และ 50 ของปริมาณน้ำในโอ่งทดสอบทุกสัปดาห์ ในสภาพการทดสอบใต้ชายคาบ้านที่มีแสงแดดส่องถึงบางเวลา อาคารใกล้สระน้ำที่มีแสงแดดส่องถึงตลอดเวลา และโรงเรือนในสวนที่มีความร่มเงา

ที่อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี กับลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) สายพันธุ์ ROCK จากห้องปฏิบัติการ หลังจากใส่สารเคมีกำจัดลูกน้ำทั้ง 3 ชนิดลงไปเป็นเวลา 1 วัน นำลูกน้ำยุงลายบ้านจากห้องปฏิบัติการที่เตรียมไว้เทลงในกรงที่แช่เตรียมไว้ในโอ่งๆ โอ่งละ 1 ถ้วยๆ ละ 25 ตัว ใส่อาหารลูกน้ำลงไปเล็กน้อย เปิดฝาโอ่งไว้เพื่อให้ยุงลายธรรมชาติมาวางไข่ในโอ่ง ทำการทดสอบทุกสัปดาห์จนกว่าอัตราการตายจะต่ำกว่าร้อยละ 90

4. ตรวจสอบโอ่งที่ทำการศึกษาทุกใบ ทุกสัปดาห์ว่ามีลูกน้ำยุงลายเกิดขึ้นตามธรรมชาติบ้างหรือไม่เพื่อดูประสิทธิภาพสารกำจัดลูกน้ำในการกำจัดลูกน้ำที่เกิดเองในธรรมชาติ

5. การบันทึกผลและการอ่านผล นับจำนวนลูกน้ำยุงลายจากห้องปฏิบัติการหลังจากเทลูกน้ำยุงลงในกรงที่แช่เตรียมไว้ และนับจำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติที่มาวางไข่ในโอ่งทดสอบทั้ง 36 โอ่ง ดังนี้

5.1 ลูกยุงลายจากห้องปฏิบัติการ

- โอ่งสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส นับจำนวนลูกน้ำยุงตายที่ 24 ชั่วโมง
- โอ่งสารกำจัดลูกน้ำ Bti นับจำนวนลูกน้ำยุงตายที่ 48 ชั่วโมง
- โอ่งสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน นับจำนวนลูกน้ำยุงตายที่ 7 วัน
- โอ่งชุดเปรียบเทียบ นับจำนวนลูกน้ำยุงลายที่ 24 ชั่วโมง 48 ชั่วโมง และ 7 วัน
- การอ่านผลการทดสอบ ใช้แนวทางตามคู่มือการทดสอบสารเคมี โดยใช้ค่าเฉลี่ยการตายของลูกน้ำยุงลาย จากโอ่งที่ตั้งไว้ในชุมชน (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, 2557) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

5.2 ลูกน้ำยุงลายในธรรมชาติ

- นับจำนวนลูกน้ำยุงลายที่เกิดจากยุงลายในธรรมชาติมาวางไข่ในโอ่งทดสอบทั้ง 36 โอ่ง ทุกสัปดาห์ โดยนับจำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติตั้งแต่ระยะที่ 2-4 และตัวโม่ง
- ตักลูกน้ำยุงธรรมชาติออกจากโอ่งทั้ง 36 โอ่ง ทุกสัปดาห์หลังจากบันทึกผลเรียบร้อยแล้ว และหากพบตัวห้ำกินลูกน้ำยุงให้บันทึกผลไว้และตักออกด้วย
- หาค่าเฉลี่ยจำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติ

6. เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของสารทดสอบ

- สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส และ Bti มีประสิทธิภาพเมื่อลูกน้ำยุงตายไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 เดือน
- สารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน มีประสิทธิภาพเมื่ออัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 เดือน
- อัตราการตาย/การยับยั้งการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์รายคู่ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษา

1. การศึกษาประสิทธิภาพสารโดยยุงลายจากห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดลูกน้ำ 3 ชนิด คือ เทมีฟอส, ไดฟูเบนซูรอน และ Bti การถ่ายน้ำที่ร้อยละ 0 25 และ 50 เพื่อจำลองสภาพการใช้น้ำให้เสมือนจริงของชาวบ้าน ที่ อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี ต่อลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) สายพันธุ์ ROCK จากห้องปฏิบัติการ พบว่าสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส และ ไดฟูเบนซูรอน มีประสิทธิภาพในการกำจัดและยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายบ้านดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารกำจัดลูกน้ำ Bti อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0, 25 และ 50 เมื่อพิจารณาอัตราการตายเฉลี่ยของลูกน้ำยุงลายเป็นรายคู่พบว่า ในสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส และไดฟูเบนซูรอน แตกต่างจาก สารกำจัดลูกน้ำ Bti นอกจากนี้การถ่ายน้ำที่ร้อยละ 0, 25 และ 50 พบว่า สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส และไดฟูเบนซูรอน มีประสิทธิภาพกำจัดและยังยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายบ้านมากกว่าร้อยละ 90 ได้ไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการทดลอง 27 สัปดาห์ โดยสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส ให้ผลอัตราการตายเฉลี่ยเท่ากับ 99.63±0.21, 94.54±1.87

และ 93.82±2.84 ตามลำดับ ส่วนสารยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุง สารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน ให้ผลยับยั้งการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 95.51±1.27, 92.49±2.25 และ 92.24±0.32 ตามลำดับ ในขณะที่สารกำจัดลูกน้ำ Bti ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0 25 และ 50 มีอัตราการตายเฉลี่ยของลูกน้ำยุงลายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.04) เมื่อพิจารณาอัตราตายลูกน้ำยุงเฉลี่ยเป็นรายคู่ พบว่าที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0 และ 25 แตกต่างจากการถ่ายน้ำที่ร้อยละ 50 ซึ่งทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตายได้น้อยที่สุดเพียงร้อยละ 35.27±4.13 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เกณฑ์การตัดสินผลการทดสอบสารกำจัดลูกน้ำ 3 ชนิดในโอ่งเสมือนเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ตามธรรมชาติของยุงลายบ้าน

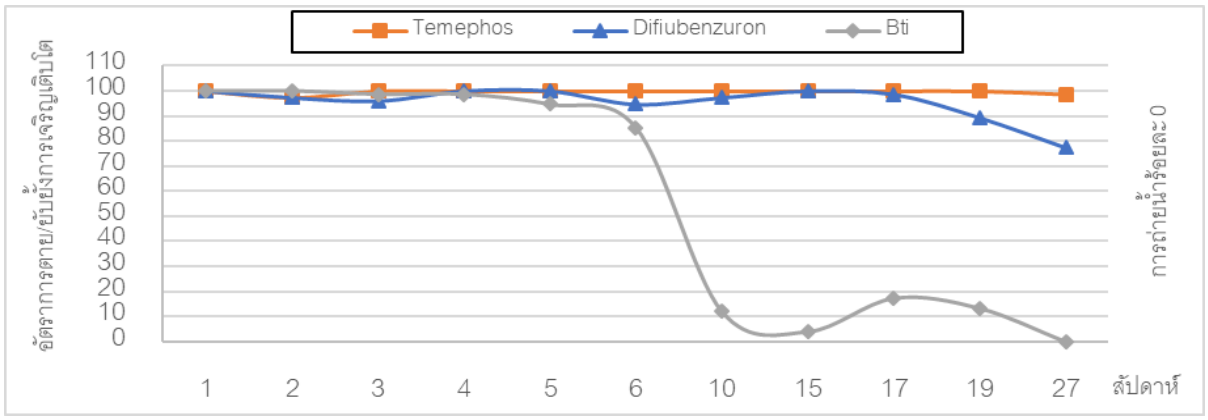
สารกำจัดลูกน้ำ	การแปลผลการทดสอบการตายของลูกน้ำยุงลาย
เทมีฟอส, Bti	- ลูกน้ำเจริญไปเป็นตัวโม่งจะไม่นับเป็นจำนวนทดสอบ - ถ้าลูกน้ำยุงที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ให้ตัดสินว่าตาย แม้ว่าจะยังคงเคลื่อนไหวได้
ไดฟูเบนซูรอน	- ลูกน้ำยุงที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ให้ตัดสินว่าตาย แม้ว่าจะยังคงเคลื่อนไหวได้ - ตัวโม่งที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ให้ตัดสินว่าตาย แม้ว่าจะยังคงเคลื่อนไหวได้ - จำนวนการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงให้นับจากจำนวนคราบตัวโม่งที่ออกเป็นตัวเต็มวัยหรือนับจากจำนวนตัวเต็มวัยที่เกิดขึ้นก็ได้ - บันทึกจำนวนลูกน้ำยุงที่ตาย จำนวนตัวโม่งที่ตาย จำนวนคราบตัวโม่งที่ออกเป็นตัวเต็มวัย หลังการทดสอบ 7 วัน คำนวณหาอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย (IE) จากสูตร $\mathrm{IE}\ (\%) = 100 - \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{C}}\mathrm{x}100$ IE (Inhibit Emergence) = อัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย T (Treatment) = เปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงทดสอบ C (Control) = เปอร์เซ็นต์การเจริญเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงเปรียบเทียบ
ชุดเปรียบเทียบ (control)	- ถ้าเจริญเป็นตัวโม่งมากกว่า 10% ต้องทำการทดลองใหม่ - ถ้าอัตราการตายระหว่าง 5 – 20% ให้ปรับค่าอัตราตายจริง โดยใช้ Abbott formula (Capinera, 2005) - ถ้าอัตราการตายมากว่า 20% ผลการทดสอบผิดพลาด ต้องทำการทดสอบใหม่ - อัตราการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงเทียบเทียบ ต่ำกว่า ร้อยละ 80 ต้องทำการทดสอบใหม่

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการกำจัดและการยังยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายจากห้องปฏิบัติการที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0, 25 และ 50 ของสารกำจัดลูกน้ำ 3 ชนิด ตลอดระยะเวลา 27 สัปดาห์

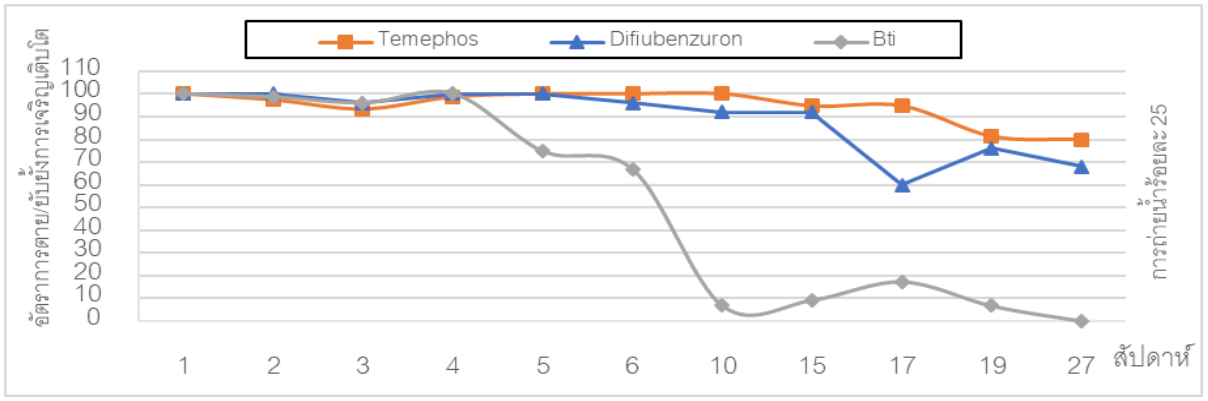
สารเคมีกำจัดลูกน้ำยุง	อัตราการตายเฉลี่ย/ยับยั้งการเจริญเติบโต (Mean±SE)			F-test	P-value
	0	25	50		
เทมีฟอส	99.63±0.21$^{(a)}$	94.54±1.87$^{(a)}$	93.82±2.84$^{(a)}$	2.60	0.15
ไดฟูเบนซูรอน	95.51±1.27$^{(b)}$	92.49±2.25$^{(b)}$	92.24±0.32$^{(b)}$	1.48	0.31
Bti	56.73±2.54$^{(a,b)\ (1)}$	52.36±6.37$^{(a,b)\ (2)}$	35.27±4.13$^{(a,b)\ (1,2)}$	6.02	0.04*
F-test	1050.55	160.42	333.37		
P-value	0.00*	0.00*	0.00*		

^{1,2} อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงของสารเคมีกำจัดลูกน้ำที่แตกต่างรายคู่ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0, 25 และ 50 ($P<0.05$)

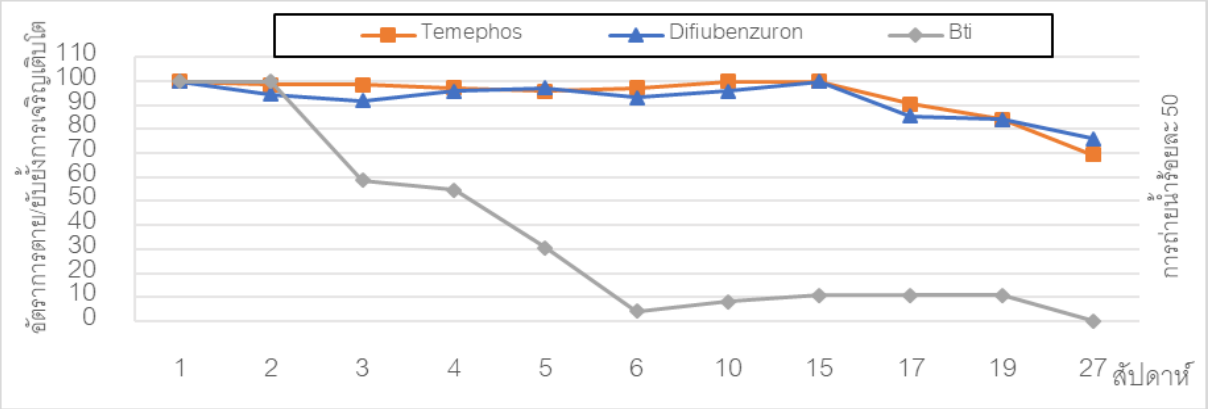
^{a,b} อัตราการตายเฉลี่ยลูกน้ำยุงของสารเคมีแต่ละชนิดที่แตกต่างรายคู่ ($P<0.01$)



ภาพที่ 1 อัตราการตาย/ยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายของการใช้สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส, ไดฟูเบนซูรอน และ Bti ที่ไม่ถ่ายน้ำ (ร้อยละ 0) จำแนกรายสัปดาห์



ภาพที่ 2 อัตราการตาย/ยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายของการใช้สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส, ไดฟูเบนซูรอน และ Bti ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 25 จำแนกรายสัปดาห์



ภาพที่ 3 อัตราการตาย/ยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายของการใช้สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส, ไดฟูเบนซูรอน และ Bti ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 50 จำแนกรายสัปดาห์

จากภาพที่ 1 สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส ที่ไม่ถ่ายน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านได้ดีที่สุดและคงทนอยู่ในน้ำได้นานตลอดระยะเวลาการทดสอบ 27 สัปดาห์ ในขณะที่สัปดาห์ที่ 19 สารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน มีความคงทนของสารในน้ำและประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายบ้านลดลงต่ำกว่าร้อยละ 90 เมื่อเปลี่ยนถ่ายน้ำร้อยละ 25 และ 50 สารเทมีฟอสมีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านลดลงเมื่อผ่านไป 17 สัปดาห์ ส่วนสารกำจัดลูกน้ำไดฟูเบนซูรอน มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญเติบโตของยุงลายลดลงเมื่อผ่านไป 15 สัปดาห์ ดังภาพที่ 2 และ 3

สำหรับความคงทนของสารกำจัดลูกน้ำ Bti มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลายสูงสุดได้เพียง 5 สัปดาห์ ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0 ส่วนการถ่ายน้ำร้อยละ 25 มีประสิทธิภาพเพียง 4 สัปดาห์ และประสิทธิภาพของสารจะค่อยๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ดังภาพที่ 1 และ 2 ในขณะที่ การถ่ายน้ำร้อยละ 50 สารกำจัดลูกน้ำ Bti มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำได้น้อยและมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายได้เพียง 2 สัปดาห์เท่านั้น ดังภาพที่ 3

2. การศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดลูกน้ำกับลูกน้ำยุงลายธรรมชาติ

จากการศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดลูกน้ำ 3 ชนิด คือ เทมีฟอส ไดฟูเบนซูรอน และ Bti การถ่ายน้ำร้อยละ 0, 25 และ 50 กับลูกน้ำยุงลายธรรมชาติ ระยะเวลาการศึกษา 27 สัปดาห์ หลังจากใส่สารกำจัดลูกน้ำลงในโอ่งทดสอบโดยการสำรวจจำนวนลูกน้ำยุงลายวันที่ 2-4 และดักแด้ทุกสัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า สารเคมีกำจัดลูกน้ำยุงลายที่มีการถ่ายน้ำร้อยละ 0, 25 และ 50 ของจำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อพิจารณารายคู่ พบว่า ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0 สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส แตกต่างจากสารกำจัดลูกน้ำ Bti และ control ส่วนสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน และ Bti แตกต่างกับ control ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0 ($p>0.01$)

ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 25 จำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติเฉลี่ย ในโอ่งที่มีสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส แตกต่างกับสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน และ control ส่วนสารกำจัดลูกน้ำ Bti แตกต่างกับ control ($p=0.01$) สำหรับที่การถ่ายน้ำร้อยละ 50 สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส มีจำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติเฉลี่ยแตกต่างจากสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน, Bti และ control เมื่อพิจารณาเป็นรายคู่ ($p=0.03$) ดังตารางที่ 3

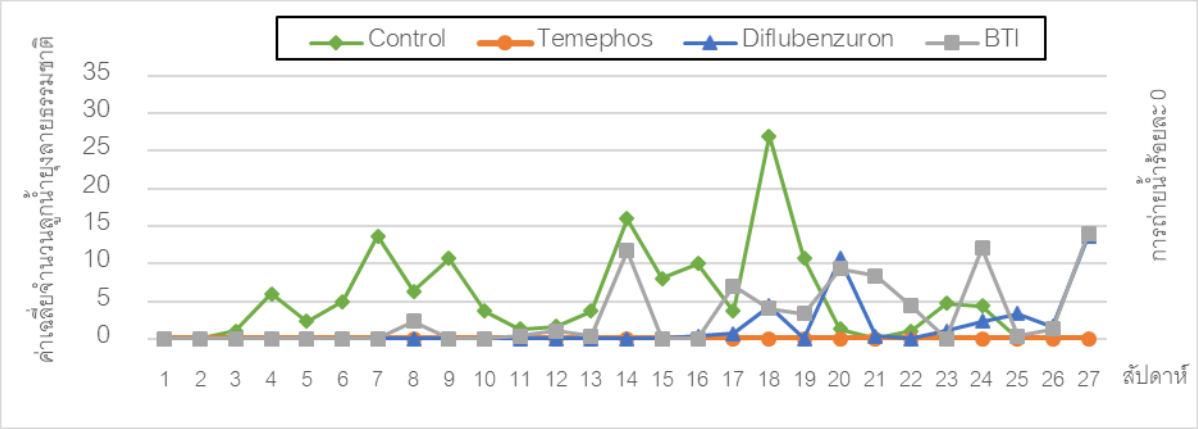
ตลอดระยะเวลาการศึกษา 27 สัปดาห์ ผลการทดสอบไม่พบลูกน้ำยุงลายธรรมชาติในโอ่งทดสอบสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส ทุกร้อยละของการถ่ายน้ำ ซึ่งแตกต่างกับโอ่งน้ำทดสอบที่ไม่มีสารเคมี (control) ที่สำรวจพบลูกน้ำยุงลายธรรมชาติทุกสัปดาห์ ยกเว้น

ในสัปดาห์ที่ 25 26 และ 27 ของการถ่ายน้ำร้อยละ 0, 25 และ 50 สำหรับสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน ผลการศึกษาพบลูกน้ำยุงลายธรรมชาติครั้งแรกในสัปดาห์ที่ 15 ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 25 และ 50 จำนวนลูกน้ำยุงธรรมชาติเฉลี่ย 0.67 และ 4.67 ตัวต่อโอ่ง ตามลำดับ สำหรับโอ่งที่ไม่มีการถ่ายน้ำพบลูกน้ำยุงลายสัปดาห์ที่ 16 จำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติเฉลี่ย 0.33 ตัวต่อโอ่ง และจำนวนลูกน้ำยุงลายฯ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการศึกษาฯ ส่วนโอ่งที่ใส่สารกำจัดลูกน้ำ Bti เริ่มพบลูกน้ำยุงลายธรรมชาติสัปดาห์ที่ 7 ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 50 จำนวนลูกน้ำยุงธรรมชาติเฉลี่ย 1.67 ตัวต่อโอ่ง ส่วนการถ่ายน้ำที่ร้อยละ 0 และ 25 พบลูกน้ำยุงลายธรรมชาติที่สัปดาห์ที่ 8 และในสัปดาห์ถัดไปทุกสัปดาห์จนสิ้นสุดการศึกษาที่ทุกระดับการถ่ายน้ำ ดังภาพที่ 4, 5 และ 6

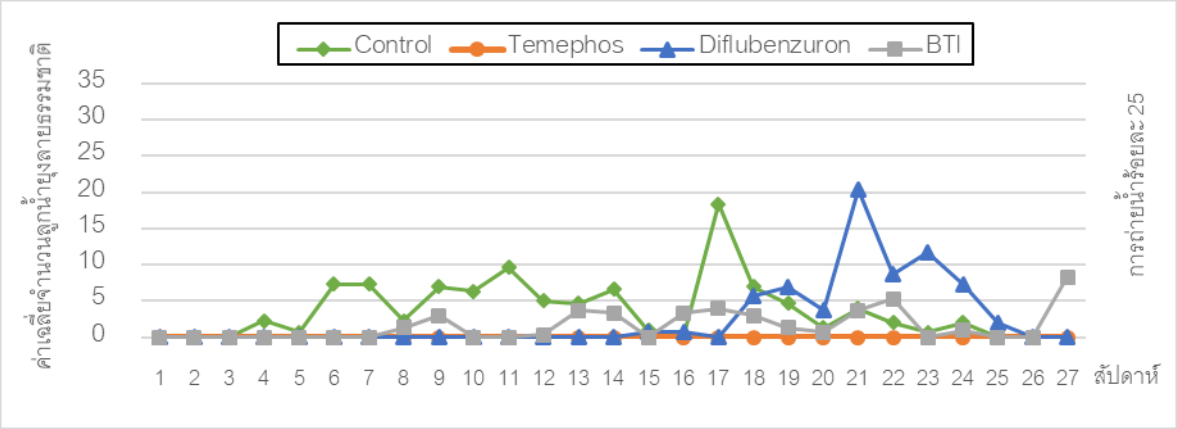
ตารางที่ 3 จำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติเฉลี่ยที่การถ่ายน้ำร้อยละ 0, 25 และ 50 ของสารกำจัดลูกน้ำ 3 ชนิด ตลอดระยะเวลา 27 สัปดาห์

สารเคมีกำจัดลูกน้ำยุง	จำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติเฉลี่ย (Mean±SE)			F-test	P-value
	0	25	50		
เทมีฟอส	0.00^{a,d}	0.00a^{a,c}	0.00^{a,b,c}	-	-
ไดฟูเบนซูรอน	1.42±0.64^{b}	2.51±0.93^{a}	3.42±0.90^{a}	1.44	0.24
Bti	2.95±0.84^{a,c}	1.57±0.41^{b}	4.35±1.31^{b}	2.22	0.12
Control	5.26±1.20^{b,c,d}	3.73±0.80^{b,c}	3.25±0.62^{c}	1.34	0.27
F-test	7.92	5.89	4.91		
P-value	0.00*	0.01*	0.03*		

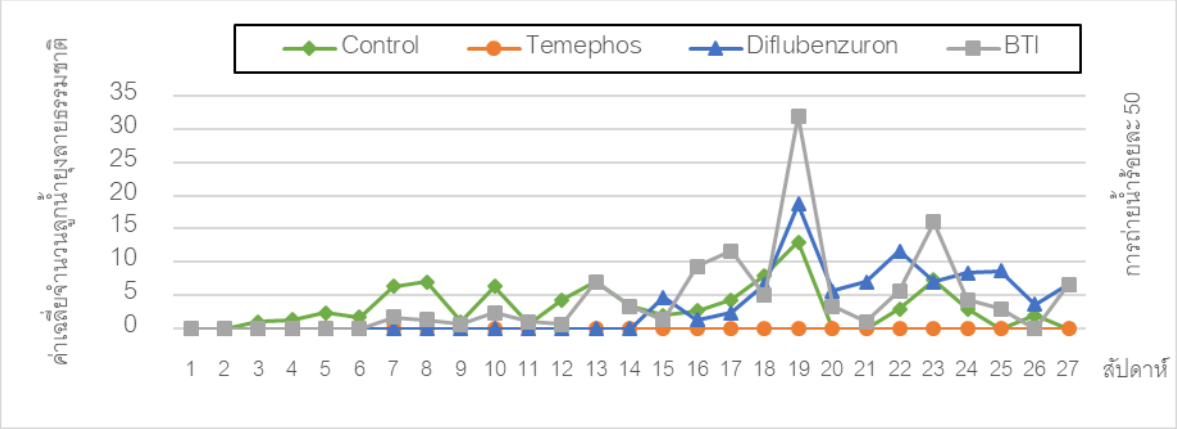
^{a,b,c,d} จำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติเฉลี่ยของสารเคมีแต่ละชนิดที่แตกต่างรายคู่ (P<0.01)



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติ ที่ไม่ถ่ายน้ำ (ร้อยละ 0) จำแนกรายสัปดาห์



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติ ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 25 จำแนกรายสัปดาห์



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกน้ำยุงลายธรรมชาติ ที่การถ่ายน้ำร้อยละ 50 จำแนกรายสัปดาห์
หมายเหตุ ไม่พบลูกน้ำธรรมชาติในโอ่งทดสอบที่มีสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส ตลอดการศึกษา (27 สัปดาห์)

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพและฤทธิ์คงทนของสารกำจัดลูกน้ำ 3 ชนิด คือสารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส ไดฟูเบนซูรอน และ Bti กับยุงลายบ้าน พบว่าสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส มีประสิทธิภาพกำจัดลูกน้ำยุงลายได้มากกว่าร้อยละ 90 ได้นานถึง 27 สัปดาห์ ในสภาพที่ไม่มีการถ่ายน้ำหรือการไม่ใช้น้ำของชาวบ้าน ส่วนในการใช้น้ำของชาวบ้านในปริมาณต่างๆ (การถ่ายน้ำที่ร้อยละ 25 และ 50) พบว่าสารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอสยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านได้นานถึง 17 สัปดาห์ แต่ยังคงสามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้มากกว่า 50 % ของลูกน้ำยุงทดสอบในแต่ละครั้ง ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการศึกษาของ Mulla *et al.* (2004) ที่ทดสอบฤทธิ์คงทนของ สารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส 1%SG ในตุ่มน้ำขนาด 200 ลิตร แบบกึ่งจำลองธรรมชาติพบว่าสามารถควบคุมลูกน้ำยุงลายได้นานถึง 6 เดือน หรือ 24 สัปดาห์ นอกจากนี้ ธำรงค์ ผลชีวิน และคณะ (2559) ศึกษาฤทธิ์คงทนของทรายอะเบท 1%SG ที่ความเข้มข้น 1 ppm ควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านในสภาพธรรมชาติและกึ่งจำลองธรรมชาติ พบว่าระยะเวลาที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตายร้อยละ 50 และ 90 มีค่าเท่ากับ 25.93 และ 24.13 สัปดาห์ ตามลำดับ และนอกจากนี้การศึกษาของ เกรียงศักดิ์ เจตนะจิตร และคณะ (2552) พบว่า ความคงทนของทรายเคลือบสารทีมีฟอส 1 % มีประสิทธิภาพกำจัดลูกน้ำ

ยุงลาย ในน้ำประปา และน้ำฝนที่น้ำมีการใช้อย่างสม่ำเสมอได้ร้อยละ 100 นาน 5 และ 1 สัปดาห์ตามลำดับ และมีความคงทนในน้ำประปา และน้ำฝนได้ร้อยละ 100 นาน 8 และ 7 สัปดาห์ตามลำดับ จะเห็นว่าการใช้น้ำในโอ่ง เป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพความคงทนฤทธิ์ของทรายเทมีฟอส ในการควบคุมลูกน้ำยุงลายในโอ่ง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ชนิดของน้ำในภาชนะ สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ อุณหภูมิของน้ำ และการที่ตุ่มน้ำ/ภาชนะที่ใส่ทรายเทมีฟอส มีแสงแดดส่องถึงสม่ำเสมอ (ซ้ำซาก) หรือไม่ (George *et al*, 2015) ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าโอ่งที่อยู่ในบริเวณที่ได้รับแสงแดดต่างกันให้ผลอัตราการตายของลูกน้ำไม่แตกต่างกัน

ส่วนสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน ให้ผลในการกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ดีและมีฤทธิ์คงทนได้ไม่แตกต่างกับ สารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส แต่การกำจัดลูกน้ำของสารไดฟูเบนซูรอน จะออกฤทธิ์ช้ากว่าสารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส และ Bti เนื่องจากสารกำจัดลูกน้ำไดฟูเบนซูรอน เป็นสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการสังเคราะห์สารไคติน (Chitin) ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในโครงสร้างผนังลำตัวของลูกน้ำ ทำให้ลูกน้ำยุงลอกคราบไม่ได้ จึงเจริญเป็นลูกน้ำยุงระยะถัดไปไม่ได้และตายในที่สุด สารชนิดนี้สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน (ยับยั้งการเจริญเติบโต) ได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90 ได้นานสุดที่ 17 สัปดาห์ ในโอ่งที่ไม่มีการใช้น้ำ แต่สำหรับโอ่งที่มีการใช้น้ำพบว่าประสิทธิภาพและฤทธิ์คงทนในการกำจัดลูกน้ำยุงลายลดลงเหลือ 15 สัปดาห์ แต่ยังมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตได้มากกว่า 50 % ของลูกน้ำยุงทดสอบ เมื่อเวลาผ่านไป 27 สัปดาห์ สรุปว่าสารกำจัดลูกน้ำไดฟูเบนซูรอนมีประสิทธิภาพและความคงทนของสารฯได้นาน 12 สัปดาห์ หรือประมาณ 3 เดือน ทั้งในสภาวะที่ใช้น้ำและไม่ใช้น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Emilia *et al*. (2008) ในการศึกษาประสิทธิภาพของ Pyriproxyfen ไดฟูเบนซูรอน และเทมีฟอส ในสภาพกึ่งสนาม พบว่า มีประสิทธิภาพใช้งานนานกว่า 4 เดือน ในการศึกษาในภาคสนามพบว่า ประสิทธิภาพของสารกำจัดลูกน้ำไดฟูเบนซูรอน 0.2% และเทมีฟอส 1% มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน การศึกษาของ Thavara *et al*. (2007) พบว่าประสิทธิภาพของสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน ที่ความเข้มข้นขนาด 0.02 มก./ลิตร สูตรเม็ดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงฯร้อยละ 90-100 ได้นาน 21 และ 22 สัปดาห์ ภายใต้เงื่อนไขของการไม่ใช้น้ำและการถ่ายน้ำสัปดาห์ละครั้ง

สำหรับสารกำจัดลูกน้ำ Bti พบว่ามีประสิทธิภาพและฤทธิ์คงทนได้น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส และ ไดฟูเบนซูรอน โดยสาร Bti ออกฤทธิ์เร็วในการฆ่าลูกน้ำได้รองลงมาจากสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส จากผลการศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดลูกน้ำ Bti พบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้านได้มากกว่าร้อยละ 90 ได้นานสุดเท่ากับ 5 สัปดาห์ในสภาพไม่มีการใช้น้ำ และเมื่อมีการใช้น้ำเกินกว่า 25% ทุกสัปดาห์ ประสิทธิภาพของสารลดต่ำลงอย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพเพียง 1 สัปดาห์เท่านั้น ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาในประเทศกัมพูชาที่พบว่าประสิทธิภาพของสาร VectoBac WG® and VectoBac DT® สามารถลดดักแด้ยุงฯได้อย่างน้อย 3 เดือนในน้ำใช้ที่มาจากแม่น้ำและนาน 2.5 เดือน สำหรับน้ำจากบ่อน้ำและน้ำฝน (Setha *et al.*, 2007) นอกจากนี้อนามัย ธีรวิโรจน์ (2539) ศึกษาความคงทนของสารกำจัดลูกน้ำ Bti รูปผงอัดเม็ด ต่อการควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้านในน้ำต่างชนิด พบว่าความคงทนของสารที่มีต่อลูกน้ำยุงลายจะนานมากที่สุดในน้ำฝน รองลงมาในน้ำประปา และในน้ำบาดาล ตามลำดับ โดยลูกน้ำยุงลายจะตายต่ำกว่าร้อยละ 50 เมื่อทดลองในน้ำฝนในเวลา 18 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุมลูกน้ำยุงลายใน 43 วัน การศึกษาในน้ำประปาลูกน้ำยุงลายจะตายต่ำกว่าร้อยละ 50 ในเวลา 17 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุมลูกน้ำยุงลาย 42 วัน ขณะที่ในน้ำบาดาลยุงลายจะตายต่ำกว่าร้อยละ 50 ในเวลา 12 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุมลูกน้ำยุงลาย ใน 36 วัน ตามลำดับ แม้ว่าสารกำจัดลูกน้ำ Bti จะมีฤทธิ์คงทนน้อยสุด ในการศึกษาครั้งนี้ และการศึกษาที่ผ่านมาแต่ สารกำจัดลูกน้ำ Bti ยังเป็นทางเลือกในกรณีที่ยุงลายมีการพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัด

ลูกน้ำชนิดอื่น ๆ เนื่องจากยังไม่มีรายงานการต้านทานของลูกน้ำยุงลายต่อสารกำจัดลูกน้ำ Bti ในสภาพธรรมชาติ แต่จากการกระตุ้นให้ลูกน้ำยุงลายต้านทานต่อสารกำจัดลูกน้ำ Bti นิตยา เมธาวณิชพงศ์ และคณะ (2555) รายงานว่าโอกาสที่ลูกน้ำจะสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดลูกน้ำ Bti จะเกิดขึ้นได้น้อยมาก

ประสิทธิภาพกำจัดลูกน้ำหรือป้องกันไม่ให้เกิดลูกน้ำยุงลายธรรมชาติของสารกำจัดลูกน้ำ 3 ชนิดคือ เทมีฟอส ไดฟูเบนซูรอน และ Bti โดยสารเทมีฟอสมีประสิทธิภาพฯ ดีที่สุด ที่ระยะเวลา 27 สัปดาห์ ทั้งในสภาพที่มีใช้น้ำและไม่ใช้น้ำ ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ Thavara *et al*. (2004) ได้ศึกษาภาชนะเก็บน้ำกับลูกน้ำยุงบ้านใน 3 หมู่บ้านในจังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทยพบว่าสารกำจัดลูกน้ำเทมีฟอส (1%ซีโอไลต์) ป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายบ้านธรรมชาติได้นานเป็นเวลา 2-3 เดือน ขึ้นอยู่กับขนาดของภาชนะ ถ้าภาชนะมีขนาดเล็กสามารถป้องกันได้ถึง 3 เดือน แต่หลังจาก 3, 4, และ 5 เดือน จะพบลูกน้ำยุงลายบ้านธรรมชาติประมาณ 6-23% ของภาชนะบรรจุน้ำ อุไรวรรณ ถาดทอง และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษาผลิตภัณฑ์ทรายเคลือบที่มีฟอสกำจัดลูกน้ำ (1%SG ชนิดซองชา ขนาด 20 กรัม) ในภาชนะเก็บน้ำที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนในชุมชนตลาดบ้านเพ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายในระยะเวลา 8 สัปดาห์

ประสิทธิภาพของสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน ในโอ่งที่ไม่มีการใช้น้ำมีประสิทธิภาพและมีฤทธิ์คงทนในการกำจัดลูกน้ำยุงลายธรรมชาติได้เฉลี่ยนาน 15 สัปดาห์ และลดลง 14 สัปดาห์สำหรับโอ่งที่มีการใช้น้ำ Thavara *et al*. (2007) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน แบบสูตรเม็ด พบว่ามีฤทธิ์คงทนในภาชนะได้นาน 15 ถึง 23 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของสาร 0.05-0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเงื่อนไขการใช้น้ำพบว่า สารชนิดนี้มีประสิทธิภาพให้การควบคุมที่ยาวนานเป็นเวลา 3 ถึง 4 เดือนในภาคสนาม

สำหรับสารกำจัดลูกน้ำ Bti มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลายได้เพียง 7 สัปดาห์ สำหรับโอ่งที่ไม่มีการใช้น้ำและ 8 สัปดาห์สำหรับโอ่งที่มีการใช้น้ำ การศึกษาในประเทศมาเลเซียเกี่ยวกับประสิทธิภาพการตกค้างของ *Bacillus thuringiensis* H-14 ในภาคสนาม พบว่าสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายได้เป็นเวลาอย่างน้อย 35 วัน โดยมีจำนวนลูกน้ำยุงลายตายมากกว่า 80% สำหรับภาชนะที่เติมน้ำทุกวันอัตราการตายร้อยละ 100 ใน 3 วันแรก ขณะที่ภาชนะที่ไม่เติมน้ำทุกวันออกฤทธิ์เช่นเดียวกันใน 5 วันแรก แต่ทั้งการถ่ายน้ำและไม่ถ่ายน้ำยังสามารถฆ่าลูกน้ำได้มากกว่าร้อยละ 80 เป็นเวลานาน 40 วัน (Lee & Zairi, 2006) นอกจากนี้มีรายงานที่ตำบลแม่กาษา อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่าสารกำจัดลูกน้ำ Bti สามารถสามารถลดจำนวนลูกน้ำยุงลายได้ โดยมีค่าดัชนีลูกน้ำ BI ต่ำกว่าร้อยละ 50 เป็นเวลา 7-14 วัน (เกรียงไกร เลิศทัศนีย์, 2542) จะเห็นได้ว่าสารกำจัดลูกน้ำ Bti มีข้อจำกัดในการใช้คือ ไม่สามารถทนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน ไม่ทนต่อแสงและอุณหภูมิ (บุญศรี จงเสรีจิตต์ และวชิราภรณ์ ถูปาอ่าง, 2556) จึงทำให้ประสิทธิภาพและฤทธิ์คงทนในการกำจัดลูกน้ำยุงลายมีอายุการควบคุมกำจัดในระยะสั้นกว่าสารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส และไดฟูเบนซูรอน

จากการศึกษาครั้งนี้ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน การใช้น้ำเหมือนกันกับสารกำจัดลูกน้ำทั้ง 3 ชนิด สรุปได้ว่า สารกำจัดลูกน้ำ เทมีฟอส มีฤทธิ์ได้ยาวนานที่สุด รองลงมาได้แก่สารกำจัดลูกน้ำ ไดฟูเบนซูรอน และ Bti ตามลำดับ โดยสารกำจัดลูกน้ำทั้ง 3 ชนิดนี้องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้เพื่อการกำจัดลูกน้ำยุงลายได้

ข้อเสนอแนะ

การคัดเลือกสารเคมีฯที่เหมาะสมและมีคุณภาพสูงในการใช้ควบคุมกำจัดยุงพาหะ ควรพิจารณา ประสิทธิภาพ ความปลอดภัย ค่าใช้จ่าย อัตรากำลังคน ความถี่ในการใช้ การพัฒนาความต้านทานของยุงฯ เป้าหมายและการยอมรับในแต่ละ

ท้องถิ่น เพื่อให้การควบคุมกำจัดยุงพาหะมีประสิทธิภาพและยั่งยืน นอกจากนั้นควรติดตามความไวของลูกน้ำต่อสารเคมีที่นำมาใช้รวมทั้งสารเคมีทางเลือก เพื่อเตรียมความพร้อมหากมีข้อจำกัดในการใช้สารเคมีแต่ละชนิด

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยการสนับสนุนของ ผู้อำนวยการกองโรคติดต่อนำโดยแมลง เจ้าหน้าที่กลุ่มกีฏวิทยาและควบคุมแมลงนำโรคกองโรคติดต่อนำโดยแมลง

เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร เลิศทัศนีย์. (2542). งานวิจัยพัฒนาปรับปรุงสูตรผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis isaelensis* (Bti) และการศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ Bti ต่อการลดจำนวนประชากรลูกน้ำยุงลาย [online] [สืบค้นเมื่อ 23 ส.ค. 62.]; แหล่งข้อมูล: URL: http://www1a.biotec.or.th/rdereport/prjbiotec.asp?Id=188.

เกรียงศักดิ์ เจตนะจิตร ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ พรรณเกษม แผ่พร. (2552). ความคงทนของทรายเคลือบสารทีมีฟอส 1% ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านในอำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท. วารสารควบคุมโรค, 35(3), 200-205.

ธำรงค์ ผลชีวิน, สุนัยนา สะท้านไตรภพ, อำนาจ บุญเครือพันธุ์ สมชาย แสงกิจพร. (2559). การศึกษาฤทธิ์คงทนของทรายอะเบทในการควบคุม ลูกน้ำยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* ในสภาพธรรมชาติ และกึ่งจำลองธรรมชาติ. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 58(3), 161-168.

นิตยา เมธาวณิชพงศ์ ,เลาจนา เชาวนาดิศัย ,มงคล ริยะปาน, ทิพย์นลิน ตะเพียนทอง. (2555). การสร้างความต้านทานของลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) ต่อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. วารสารวิชาการสาธารณสุข, 21(1), 23-30.

บุญศรี จงเสรีจิตต์, วชิราภรณ์ ถูปาอ่าง. (2556). การควบคุมลูกน้ำยุงโดยใช้แบคทีเรีย. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 41(1), 16-35.

สถาบันวัคซีนแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). วัคซีนไข้เลือดออก" สำเร็จแล้ว จ่อขึ้นทะเบียน แม้ประสิทธิภาพไม่เต็ม 100% แต่ดีกว่าไม่ [online] [สืบค้นเมื่อ 1 ส.ค. 62.]; แหล่งข้อมูล: URL: http://www.nvi.go.th/index.php/blog/2016/02/v012?lang=th.

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. (2557). การทดสอบประสิทธิภาพและฤทธิ์คงทนของสารกำจัดลูกน้ำยุงลายในคู่มือการทดสอบสารเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. (2558). คู่มือวิชาการโรคติดเชื้อเดงกีและโรคไข้เลือดออกเดงกีด้านการแพทย์และสาธารณสุข.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์.

สุทารัตน์ พรจรรยา. (2545). ความเป็นพิษของ *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* ต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) ในภาชนะเก็บน้ำต่างชนิดภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาสิ่งแวดล้อม นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อนามัย ธีรวิโรจน์. (2539). ความคงทนของ *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. รูปผงอัดเม็ดต่อการควบคุมลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* (L.) ในน้ำต่างชนิด [online] [สืบค้นเมื่อ 23 ก.ค. 62.]; แหล่งข้อมูล: URL: http://www.thaithesis.org/detail.php?id=31704

อาคม สังข์วรานนท์. (2538). กีฏวิทยาทางสัตวแพทย์. หมวดวิชาปรสิตวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้ง.

อุไรวรรณ ถาดทอง, ธีรยุทธ กล่ำสีดา, วรรณภา ฤทธิสนธิ์. (ม.ป.ป.). ระดับความไวของลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ต่อสารเคมีทีมีฟอสในพื้นที่จังหวัดระยอง [online] [สืบค้นเมื่อ 23 ส.ค. 62.]; แหล่งข้อมูล: URL: http://ryssurvey.com/vichakarn/downloadq.php?f=ddc_201706131043577315_150_1001ca.pdf&fc=title%2011.pdf.

Capinera, J.L. (2005). Abbott's Formula. Encyclopedia of entomology. [cited 2020 May]; Available from: URL: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F0-306-48380-7_4.

Chareonviriyaphap, T., Aum-Aung, B., & Ratanatham, S. (1999). Current insecticide resistance patterns in mosquito vectors in Thailand. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 30, 184-194.

Doucet, D., & Retnakaran, A. (2012). Insect chitin: metabolism, genomics and pest management. In Advances in insect physiology, 43, 437-511.

Seccacini, E., Lucia, A., Harburguer, L., Zerba, E., Licastro, S., & Masuh, H. (2008). Effectiveness of pyriproxyfen and Diflubenzuron formulations as larvicides against *Aedes aegypti*. Journal of the American Mosquito Control Association, 24(3), 398-403.

George, L., Lenhart, A., Toledo, J., et al. (2015). Community-effectiveness of temephos for dengue vector control: a systematic literature review. PLoS neglected tropical diseases, 9(9).

Lee, Y. W. & Zairi J. (2006). Field evaluation of *Bacillus thuringiensis* H-14 against Aedes mosquitoes. Tropical biomedicine, 23(1), 37-44.

Mulla, M. S., Thavara ,U., Tawatsin, A. & Chompoosri, J. (2004). Procedures for evaluation of field efficacy of slow release formulations of larvicides against *Aedes aegypti* in water storage containers. Journal of the American Mosquito Control Association, 20(1), 64-73.

Setha, T., Chantha, N., & Socheat, D. (2007). Efficacy of *Bacillus thuringiensis israelensis*, VectoBac® WG and DT, formulations against dengue mosquito vectors in cement potable water jars in Cambodia. Southeast Asian journal of tropical medicine and public health, 38(2), 261-268.

Thavara, U., Tawatsin, A., Kong-Ngamsuk, W. & Mulla, MS. (2004). Efficacy and longevity of a new formulation of temephos larvicide tested in village-scale trials against larval *Aedes aegypti* in water-storage containers. Journal of the American Mosquito Control Association, 20(2), 176-182.

Thavara, U., Tawatsin, A., Chansang, C., Asavadachanukorn, P., Zaim, M. & Mulla MS. (2007). Simulated field evaluation of the efficacy of two formulations of Diflubenzuron, a chitin synthesis inhibitor against larvae of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in water-storage containers. The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health, 38(2), 269-275.

World Health Organization. (2007). WHO specifications and evaluations for public health pesticides [online] [cited 2020 May]; Available from: URL: https://www.who.int/pq-vector-control/prequalified-lists/TEMEPHOS.pdf?ua=1.