

ความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน(*Aedes aegypti*) พาหะนำโรคไข้เลือดออกของแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis israelensis* ในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

บทคัดย่อ

โรคไข้เลือดออกเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญในพื้นที่เขตร้อนและเขตอบอุ่น รวมทั้งประเทศไทย จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่ค่อนข้างสูง สำหรับการควบคุมโรคเหล่านี้จะมุ่งเน้นการควบคุมลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เนื่องจากเป็นพาหะนำโรคหลัก ซึ่งต้องหาวิธีทางเลือกต่างๆ เพื่อควบคุมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) พาหะนำโรคไข้เลือดออกของแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis israelensis* ในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งเป็นพื้นที่ของการระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยรวบรวม ตัวอย่างลูกน้ำในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2559 แล้วนำมาทดสอบตามขั้นตอนขององค์การอนามัยโลกในห้องปฏิบัติการ วิทยาลัยสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ศูนย์การศึกษาจังหวัดสมุทรสงครามจากผลการศึกษาความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านของ Bti พบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านมีความไวต่อการกำจัดในระดับที่สูง โดยมีอัตราการตายของภายใน 24 ชม. เท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Bti มีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำได้สูงและสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมยุงลายบ้านในจังหวัดสมุทรสงครามและพื้นที่อื่นๆนำไปสู่การลดจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อไป

คำสำคัญ: ความไวในการกำจัดลูกน้ำ, แบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis israelensis*, ลูกน้ำยุงลายบ้าน, จังหวัดสมุทรสงคราม

Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* larvae to *Bacillus thuringiensis israelensis* in MuangSamut
Songkhram District of Samut Songkhram Province, Thailand

Abstract

Dengue hemorrhagic fever (DHF) is a public health problem in the world, especially tropical and sub-tropical countries including Thailand. Samut Songkhram province is one of the areas undergoing an high epidemic of this disease. To control the spread, we focus on decreasing population of *Aedes aegypti* larvae in the area. The aims of this research were to study insecticide susceptibility of *Ae. aegypti* larvae to *Bacillus thuringiensis israelensis* in MuangSamut Songkhram District of Samut Songkhram Province, Thailand in order to end the spread of this disease in epidemic DHF outbreak. We collected mosquito specimen by ovitraps between August and September 2016. The results revealed that *Ae. aegypti* is susceptible to Bti in study site, with a 100% death rate. Exposure to Bti eradicated the larvae in a very short time of less than 18 hours. Then, results demonstrate insecticidal bacterium may be an option to reduce the number of DHF patients in Samut Songkhram, Thailand.

Keywords: Insecticide susceptibility, *Aedes aegypti* larvae, *Bacillus thuringiensis israelensis*,
Samut Songkhram Province

บทนำ

ปัจจุบันโรคไข้เลือดออกมีการระบาดในหลายๆประเทศทั่วโลกโดยเฉพาะพื้นที่ในเขตร้อนและเขตอบอุ่น โดยสาเหตุของโรคเกิดจากเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) ซึ่งมียุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะนำโรคหลัก¹ สำหรับประเทศไทยนั้นโรคไข้เลือดออกยังเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ² จากรายงานสถานการณ์ไข้เลือดออกในประเทศไทยของสำนักโรคติดต่อโดยแมลงพบว่าในปี 2558 พบจำนวนผู้ป่วยมากถึง 142,925 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 219.46 ต่อประชากรแสนคน เสียชีวิตจำนวน 141 ราย คิดเป็นอัตราเสียชีวิต ร้อยละ 0.10³

สมุทรสงครามเป็นจังหวัดหนึ่งของประเทศไทยที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออก จากข้อมูลของสำนักระบาดวิทยาของจังหวัดสมุทรสงครามในปี 2558 พบจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด 679 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 349.7 ต่อแสนประชากร โดยพบผู้ป่วยจำนวนมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมและกันยายน เป็นจำนวน 106 ราย และ 111 ราย ตามลำดับ⁴

ปัจจุบันการควบคุมโรคไข้เลือดออก ได้มุ่งเน้นไปที่การลดจำนวนยุงพาหะในพื้นที่ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 วิธี ได้แก่ วิธีทางกายภาพ (Physical control) วิธีทางชีวภาพ (Biological control) และวิธีทางเคมี (Chemical control)⁵ สำหรับการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกที่ดีที่สุดคือ การตัดวงจรการติดต่อโรคโดยการกำจัดหรือลดประชากรยุงลายที่เป็นพาหะในพื้นที่ลง โดยจะมุ่งเน้นกำจัดในระยะลูกน้ำเนื่องจากพฤติกรรมการวางไข่ในภาชนะน้ำขังรอบบ้านทำให้ง่ายต่อการดำเนินการ⁶ วิธีในการกำจัดที่นิยมใช้มากที่สุดคือการใช้ทรายกำจัดลูกน้ำยุงที่เคลือบสารเคมีเทมเฟอส (temephos) ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำที่สูง⁷ แต่อย่างไรก็ตามมีรายงานในหลายๆประเทศพบว่า ลูกน้ำยุงลายบ้านมีการต้านทานต่อสารเคมีที่มีฟอส⁸ และมีรายงานพบว่าลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทยเริ่มการต้านทานต่อสารเคมีที่มีฟอสเกิดขึ้น⁹

เหตุการณ์ที่ขึ้นนี้ทำให้ในหลายๆประเทศเริ่มมีความสนใจนำผลิตภัณฑ์ทางเลือกมาใช้ทดแทนสารเคมีที่มีฟอสหนึ่งในนั้นคือการใช้ *Bacillus thuringiensis israelensis* หรือ Bti¹⁰ ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive) พบได้ในดินทั่วไป มีลักษณะรูปร่างเป็นเซลล์แท่งสามารถสร้างสปอร์ภายในเซลล์ได้ เรียกว่า เอนโดสปอร์ (Endospore) พร้อมสร้างผลึกโปรตีน คือ สารเดลต้าเอนโดทอกซิน (Delta endotoxin) โดยโปรตีนที่ถูกสร้างขึ้นนี้เองจะมีพิษต่อกระเพาะอาหารของลูกน้ำยุง¹⁰ ซึ่งข้อดีของการใช้แบคทีเรียชนิดนี้ในการกำจัดคือ มันมีประสิทธิภาพสูงและใช้เวลาที่สั้นในการกำจัด¹¹

จากข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านของแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis israelensis* ในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงครามซึ่งเป็นพื้นที่การระบาดของโรคไข้เลือดออก เพื่อเป็นแนวทางและทางเลือกหนึ่งในการใช้ทดแทนสารเคมีที่มีฟอสในการกำจัดลูกน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาและควบคุมลูกน้ำยุงลายที่อาจติดต่อสารเคมีที่มีฟอสในจังหวัดสมุทรสงครามและพื้นที่อื่นๆต่อไป

วัตถุประสงค์

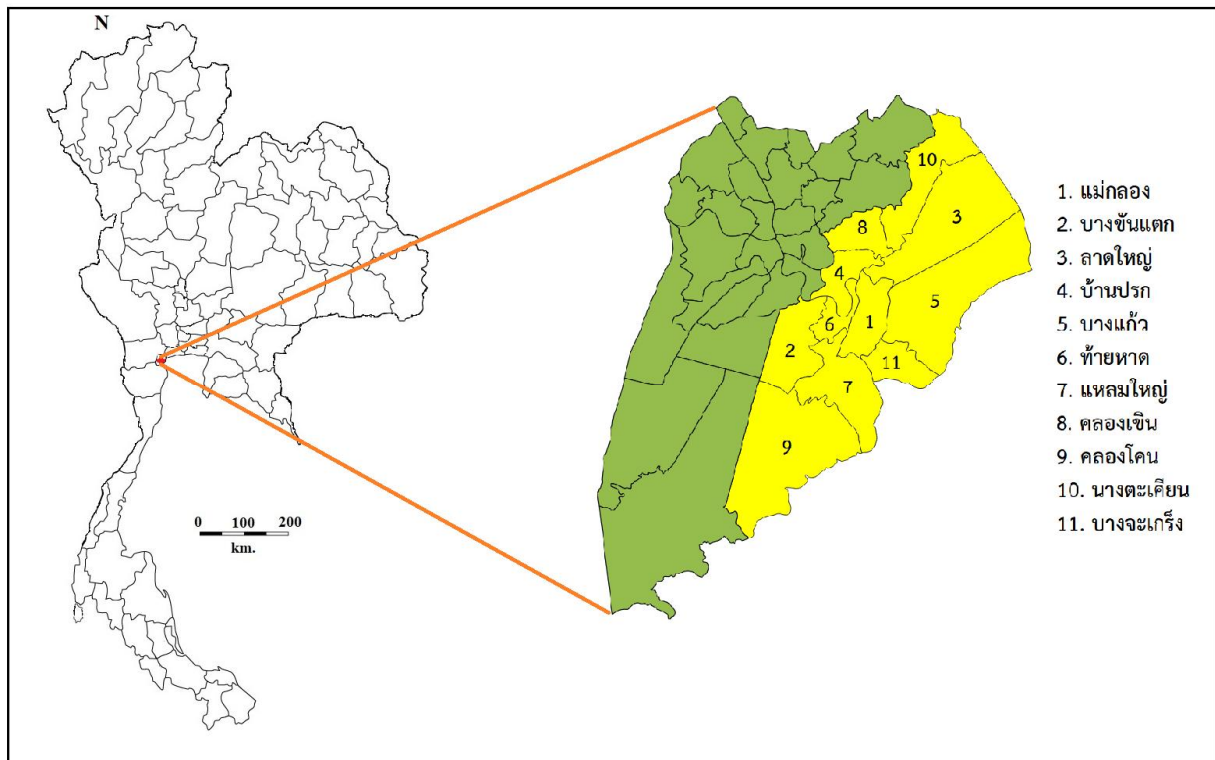
เพื่อศึกษาความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) พาหะนำโรคไข้เลือดออกของแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis israelensis* ในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมตัวอย่างลูกน้ำยุงลาย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายบ้านแบบเจาะจง โดยเลือกอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งเป็นพื้นที่การระบาดของโรคไข้เลือดออกการดักจับลูกน้ำในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้กับดัก Ovitrap จากนั้นได้นำไปวางในทุกตำบลของอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 11 ตำบล ได้แก่ แม่กลอง, บางขันแตก, ลาดใหญ่, บ้านปรก, บางแก้ว,

ท้ายหาด, แหลมใหญ่, คลองเขิน, คลองโคน, นางตะเคียนและบางจะเกร็ง(ภาพที่1) ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2559 โดยเลือกพื้นที่ติดตั้งกับดักในบริเวณพื้นที่ชุมชนที่มีความหนาแน่นของบ้านเรือน (ภาพที่2) โดยนำ Ovitrap ไปผูกติดไว้รอบบ้านของประชาชนบริเวณที่ไม่โดนฝนหรือใต้ถุนบ้านเรือนจำนวน 10 กับดักต่อตำบล (จำนวนกับดักทั้งหมดที่ใช้ 110 กับดัก) หลังจากวางกับดักเป็นเวลา 1 สัปดาห์จึงไปเก็บตัวอย่างลูกน้ำในแต่ละพื้นที่และนำลูกน้ำมาสุ่มเพื่อยืนยันชนิด ในห้องปฏิบัติการ วิทยาลัยสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ศูนย์การศึกษาจังหวัดสมุทรสงครามแล้วจึงนำไปทดสอบความไวในการกำจัดของBtiต่อไป



ภาพที่ 1 พื้นที่การศึกษา 11 ตำบลของอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม



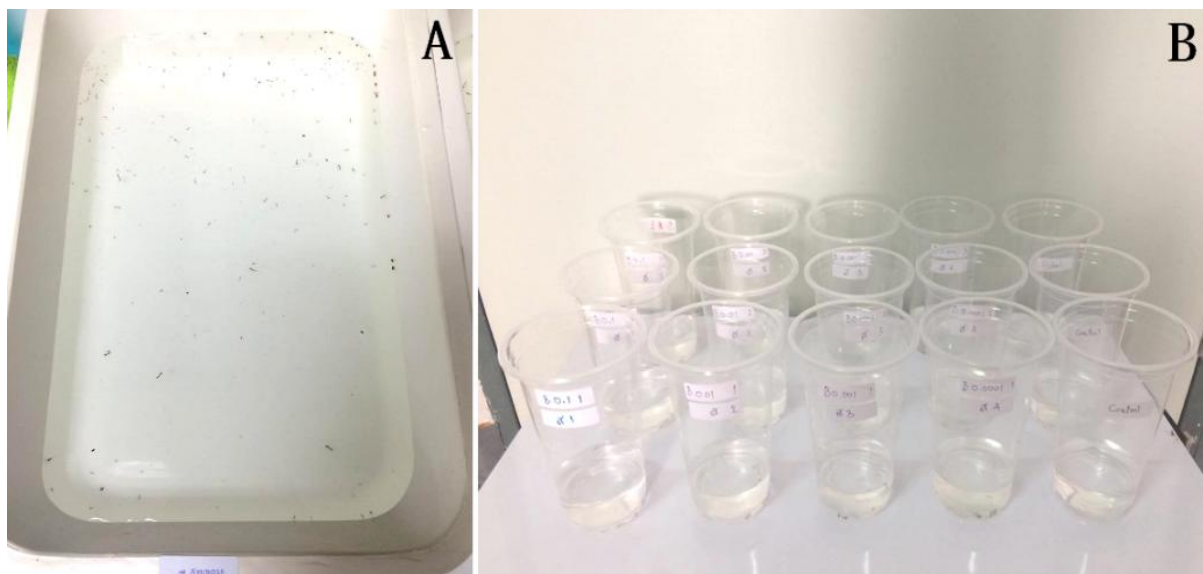
ภาพที่ 2 ภาพสิ่งแวดล้อมและแหล่งอาศัยของลูกน้ำยุงลายในอำเภอมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

การเตรียมลูกน้ำยุงลายบ้านที่ใช้ทดสอบ

นำลูกน้ำที่ได้รวบรวมมาพักในภาชนะที่บรรจุน้ำกรอง (ขนาด 25 x 30 x 5 ซม.) (ภาพที่ 3A) เพื่อให้ได้ระยะที่ใช้ทดสอบ คือระยะที่ 3 ตอนปลายหรือระยะที่ 4 ตอนต้น ขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบได้ใช้ลูกน้ำยุงลายบ้าน รุ่น F181 จากหมู่เกาะ Bora Bora ประเทศฝรั่งเศส ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล (susceptible strain) โดยนำไข่ที่ได้รับมาใส่เพาะเลี้ยงในภาชนะ คอยให้อาหารสุนัขขบดวันเว้นวัน จนเป็นระยะที่ใช้ทดสอบ

การทดสอบความไวของ *Bacillus thuringiensis israelensis* ต่อการกำจัดลูกน้ำ

แบคทีเรีย Bti ที่นำมาทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์การค้าที่ชื่อ BACILLET 8 WT ของบริษัท เอส. ซี. เค. (269) จำกัด [10,000 ITU/mg (10% W/W)] ในการทดสอบความไวของ Bti ต่อการกำจัดลูกน้ำ เราได้ดำเนินการตามขั้นตอนขององค์การอนามัยโลก (WHO)¹² การเตรียมแบคทีเรีย Bti ทดสอบนั้น เริ่มจากการชั่งด้วยเครื่องชั่งสารที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้ทดสอบ 4 ระดับ ได้แก่ 10, 1, 0.1 และ 0.012 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร แล้วน้ำที่ผสมสารเคมีเรียบร้อยแล้วแบ่งใส่ในแก้ว แก้วละ 100 ml. สำหรับกลุ่มทดลองและใช้น้ำสะอาดปราศจาก Bti 100 ml. สำหรับลูกน้ำกลุ่มควบคุม (Control) จากนั้นใส่ลูกน้ำ โดยใช้หลอดดูดใส่ลงแก้ว น้ำที่ผสมกับสารที่เตรียมไว้ จำนวน 20 ตัวต่อแก้ว (ภาพที่ 3B) ทำการทดสอบ 3 ชั่วโมง ครอบคลุมระดับความเข้มข้นในที่ได้กำหนดไว้ โดยมีลูกน้ำยุงลายบ้าน รุ่น F181 จากหมู่เกาะ Bora Bora ประเทศฝรั่งเศส เป็นกลุ่มเปรียบเทียบร่วม (susceptible strain) สำหรับการรายงานผล Bti ได้เน้นการตายทุกๆ 6 ชั่วโมง ติดตามเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 3 การทดสอบความไวของBtในการกำจัดลูกน้ำยุง
A: ลูกน้ำทดลองที่ได้เลี้ยงในถาด, B: ทดสอบในแก้วพลาสติก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจนับจำนวนการตายของลูกน้ำและนำเสนอด้วยค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกน้ำยุงลายบ้านที่ตายวิเคราะห์หาความไวในการกำจัดตามเกณฑ์การประเมินผลขององค์การอนามัยโลก¹² ซึ่งมีเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

อัตราตายระหว่าง 98 – 100 % หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับสูง

อัตราตายระหว่าง 80 – 97 % หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับปานกลาง

อัตราตายต่ำกว่า 80 % หมายถึง มีความไวต่อสารเคมีในระดับต่ำหรือมีความต้านทานสารเคมี

ถ้ากลุ่มควบคุม (Control) มีอัตราการตายมากกว่าร้อยละ 20 จะไม่ได้ผล ซึ่งจะต้องทำการทดสอบใหม่ หากมีอัตราการตายอยู่ระหว่างร้อยละ 5 – 20 จะต้องปรับค่าร้อยละของการตายด้วยสูตรของแอบบอทท์ (Abbott's Formula)

ผลการวิจัย

ความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านของ*Bacillus thuringiensis israelensis*

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านของBtต่อลูกน้ำพบว่าลูกน้ำยุงลายบ้านในทุกพื้นที่การศึกษาทั้ง 10 ตำบล ส่วนใหญ่ถูกกำจัดในระยะเวลา 6 ชั่วโมงแรกของการทดสอบ ยกเว้นความเข้มข้นสูงสุด 10 mg/l ที่สามารถฆ่าลูกน้ำได้ทั้งหมด (ร้อยละ 100) ในทุกพื้นที่ ขณะที่ความไวในการกำจัดลูกน้ำของBtในความเข้มข้น 1, 0.1 และ 0.012 mg/l จำแนกตามรายตำบล พบว่าตำบลแม่กลองมีค่าเฉลี่ยการตายคือ 20.00 ± 0.00 , 17.00 ± 1.00 และ 16.33 ± 0.58 ตามลำดับ ตำบลบางขันแตกมีค่าเฉลี่ยการตายคือ 20.00 ± 0.00 , 19.17 ± 0.58 และ 17.00 ± 1.73 ตามลำดับ ตำบลลาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยการตายคือ 19.17 ± 0.58 , 18.00 ± 1.73 และ 17.33 ± 0.58 ตามลำดับ ตำบลบ้านปรกมีค่าเฉลี่ยการตายคือ 20.00 ± 0.00 , 17.33 ± 0.58 และ 16.33 ± 0.58 ตามลำดับ ตำบลบางแก้วมีค่าเฉลี่ยการตายคือ 20.00 ± 0.00 , 19.17 ± 0.58 และ 17.33 ± 1.53 ตามลำดับ ตำบลท้ายหาดมีค่าเฉลี่ยการตายคือ 20.00 ± 0.00 , 17.67 ± 1.15 และ 17.00 ± 1.73 ตามลำดับ ตำบลแหลมใหญ่มีค่าเฉลี่ยการตายคือ 19.00 ± 1.00 ,

17.67±1.52 และ 16.00±1.00 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการตายคือ 20±0.00, 17.33±0.58 และ 16.67±1.53 ตามลำดับ

พื้นที่การศึกษา(ตำบล)	n	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ยจำนวนลูกน้ำที่ตายในแต่ละความเข้มข้น(mg/L) ±S.D.	ร้อยละการตายของ ลูกน้ำใน 24 ชม	ระดับความไว ในการกำจัด
-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------------------	---------------------------

ตำบลคลองโคนมีค่าเฉลี่ยการตายคือ 19.17±0.58, 17.00±1.73 และ 17.33±0.58 ตามลำดับ ตำบลนางตะเคียนมีค่าเฉลี่ยการตายคือ 19.17±0.58, 19.17±0.58 และ 16.33±0.58 ตามลำดับ ตำบลบางจะเกร็งมีค่าเฉลี่ยการตายคือ 20.00±0.00, 17.00±1.00 และ 16.67±1.15 ตามลำดับ

หลังจากนั้นลูกน้ำในความเข้มข้น 1, 0.1 และ 0.012 mg/L ถูกกำจัดหมดภายใน 18 ชม. เช่นเดียวกับลูกน้ำยุงลายบ้านสายพันธุ์ Bora Bora เมื่อนำมาคำนวณอัตราการตายเท่ากับ 100 ซึ่งอยู่ระหว่าง 98 – 100 % นั้นหมายถึงลูกน้ำมีความไวต่อ Bti ในระดับสูง (ตารางที่ 1)

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านของ *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งจากการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ ลูกน้ำยุงลายบ้านในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดสมุทรสงคราม มีความไวต่อ Bti ในระดับที่สูง (ร้อยละ 100 ของการตายในทุกความเข้มข้นต่อ 24 ชม.) โดยเมื่อเทียบความไวในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรสงครามกับยุงลายบ้านสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ พบว่ามีความไวต่อสารกำจัดเท่ากัน (ร้อยละ 100 ของการตาย) ในทุกพื้นที่ นั้นแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม Bti มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากในจังหวัดสมุทรสงครามยังไม่มี การใช้ Bti ในการกำจัด เพราะมีราคาที่สูงกว่าสารเคมีที่มีฟอสฟอรัส ซึ่งสารเคมีที่มีฟอสฟอรัสยังคงนิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายงานที่แสดงให้เห็นความสามารถที่สูงในการกำจัดลูกน้ำยุง

สำหรับช่วงเวลาในการกำจัดลูกน้ำเราได้พบว่า Bti มีความสามารถในการกำจัดที่ไว โดยใช้เวลาไม่เกิน 18 ชั่วโมงในทุกความเข้มข้น เนื่องจากกลไกการทำงานของ Bti เริ่มจากลูกน้ำกินผลึกโปรตีนของแบคทีเรียเข้าไปและถูกกระตุ้นด้วยสภาวะความเป็นด่างในกระเพาะของลูกน้ำ¹⁰ ทำให้กระเพาะอาหารถูกทำลายและได้รับสารพิษส่งผลให้เกิดอาการอัมพาต หยุดการเคลื่อนไหวและตายภายในไม่กี่ชั่วโมงต่อมา¹¹

จากข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า Bti นั้นมีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำได้สูงและสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมยุงลายบ้านในจังหวัดสมุทรสงครามและพื้นที่อื่นๆ ในกรณีเกิดการติดต่อดังกล่าวที่มีฟอสฟอรัสไปสู่การลดจำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ วิทยาลัยสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่สนับสนุนและโอกาสในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

			10 1 0.1 0.012					
แม่กลอง	20	6	20.00±0.00	20.00±0.00	17.00±1.00	16.33±0.58	100	ระดับสูง
		12	none	none	2.33±1.15	1.67±0.58		
		18	none	none	0.67±0.58	2.00±1.00		
		24	none	none	none	none		
บางขันแตก	20	6	20.00±0.00	20.00±0.00	19.17±0.58	17.00±1.73	100	ระดับสูง
		12	none	none	0.33±0.58	2.00±1.00		
		18	none	none	none	1.00±1.00		
		24	none	none	none	none		
ลาดใหญ่	20	6	20.00±0.00	19.17±0.58	18.00±1.73	17.33±0.58	100	ระดับสูง
		12	none	0.33±0.58	1.67±1.15	1.33±1.15		
		18	none	none	0.33±0.58	1.33±0.58		
		24	none	none	none	none		
บ้านปรก	20	6	20.00±0.00	20.00±0.00	17.33±0.58	16.33±0.58	100	ระดับสูง
		12	none	none	2.33±0.58	1.67±0.58		
		18	none	none	0.33±0.58	2.00±1.00		
		24	none	none	none	none		
บางแก้ว	20	6	20.00±0.00	20.00±0.00	19.17±0.58	17.33±1.53	100	ระดับสูง
		12	none	none	0.33±0.58	1.33±0.58		
		18	none	none	none	1.33±1.15		
		24	none	none	none	none		
ท้ายหาด	20	6	20.00±0.00	20.00±0.00	17.67±1.15	17.00±1.73	100	ระดับสูง
		12	none	none	1.33±1.15	1.33±0.58		
		18	none	none	1.00±0.00	1.67±1.52		
		24	none	none	none	none		
แหลมใหญ่	20	6	20.00±0.00	19.00±1.00	17.67±1.52	16.00±1.00	100	ระดับสูง
		12	none	1.00±1.00	1.33±0.58	2.00±1.00		
		18	none	none	1.00±1.00	2.00±1.00		
		24	none	none	none	none		
คลองเขิน	20	6	20.00±0.00	20±0.00	17.33±0.58	16.67±1.53	100	ระดับสูง
		12	none	none	2.33±0.58	1.33±0.58		
		18	none	none	0.33±0.58	2.00±1.00		
		24	none	none	none	none		
คลองโคก	20	6	20.00±0.00	19.17±0.58	17.00±1.73	17.33±0.58	100	ระดับสูง
		12	none	0.33±0.58	2.00±1.00	2.33±0.58		
		18	none	none	1.00±1.00	0.33±0.58		
		24	none	none	none	none		
นางตะเคียน	20	6	20.00±0.00	19.17±0.58	19.17±0.58	16.33±0.58	100	ระดับสูง
		12	none	0.33±0.58	0.33±0.58	1.67±0.58		
		18	none	none	none	2.00±1.00		
		24	none	none	none	none		
บางจะเกร็ง	20	6	20.00±0.00	20.00±0.00	17.00±1.00	16.67±1.15	100	ระดับสูง
		12	none	none	2.33±1.15	1.33±0.58		
		18	none	none	0.67±0.58	2.00±1.00		

ตารางที่ 1 ความไวในการกำจัดลูกน้ำในแต่ละความเข้มข้นของBtiจำแนกตามพื้นที่การศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. Ross TM. Dengue virus. Vol. 30, Clinics in Laboratory Medicine. 2010. p. 149–60.
2. Suankratay C, Wilde H, Berger S. Thailand: Country Survey of Infectious Diseases. J Travel Med. 2006;8(4):192–203.
3. Ministry of Public Health, Thailand. Annual Report, Bureau of Vector Borne Disease. 2015. <http://www.thaivbd.org/n/home>; Accessed 15 Dec 2015.
4. Ministry of Public Health (MOPH), Thailand. Annual Report. Bureau of Epidemiology: MOPH; 2015.
5. Tolle MA. Mosquito-borne Diseases. Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care. 2009;39(4):97–140.
6. Chaiphongpachara T. Insecticide resistance of temephos on *Aedes aegypti* as dengue vector in Samut Songkhram, Thailand. Ann Trop Med Public Heal. 2017;10:1439–42.
7. Carvalho MDSL De, Caldas ED, Degallier N, Vilarinhos PDTR, Souza LCKR De, Yoshizawa MAC, et al. Susceptibility of *Aedes aegypti* larvae to the insecticide temephos in the Federal District, Brazil. Rev Saude Publica. 2004;38(5):623–9.
8. Rawlins SC. Spatial distribution of insecticide resistance in Caribbean populations of *Aedes aegypti* and its significance. Rev Panam Salud Publica. 1998;4(4):243–51.
9. Pimsamarn S, Sorngpeng W, Akksilp S, Paeporn P, Limpawitthayakul M. Detection of insecticide resistance in *Aedes aegypti* to organophosphate and synthetic pyrethroid compounds in the north-east of Thailand. Dengue Bull. 2009;33(1):194–202.
10. Poopathi S, Abidha S. Mosquitocidal bacterial toxins (*Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* serovar israelensis): Mode of action, cytopathological effects and mechanism of resistance. J Physiol Pathophysiol. 2010;1(3):22–38.
11. Sanchis V, Bourguet D. Review article *Bacillus thuringiensis*: applications in agriculture and insect resistance management. A review. Agron Sustain Dev. 2008;28:11–20.
12. WHO. Monitoring and managing insecticide resistance in *Aedes* mosquito populations Interim guidance for entomologists. World Heal Organ. 2016.