การควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) โดยใช้ *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis israelensis* และ novaluron

Control of *Culex quinquefasciatus* Say Larvae by Using *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis israelensis* and Novaluron

รุสนา โตะกีเล

Rusna Tokilay

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University
2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) โดยใช้ *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis israelensis* และ novaluron

ผู้เขียน นางสาวรุสนา โตะกีเล

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..……
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น.สพ.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

……..……
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราพร เพชรรัตน์)

คณะกรรมการสอบ

……..……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร คันธโชติ)

……..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น.สพ.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

……..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราพร เพชรรัตน์)

……..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัญ งามผ่องใส)

……..…....กรรมการ
(ดร.อุษาวดี ถาวระ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

……
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ **การควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) โดยใช้ *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis israelensis* และ novaluron**

ผู้เขียน **นางสาวรุสนา โตะกีเล**

สาขาวิชา **การจัดการสิ่งแวดล้อม**

ปีการศึกษา **2551**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*), novaluron, *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญโดยทดลองด้วยการเติมลงในถังน้ำเสียที่เลี้ยงลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ระยะที่ 3-4 แล้วตรวจนับจำนวนลูกน้ำที่รอดชีวิตทุก ๆ 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยเปลี่ยนลูกน้ำยุงรำคาญชุดใหม่ลงไปทดแทนทุก ๆ 7 วัน พบว่าร้อยละของการลดลง (% reduction) และอัตราการตาย (% mortality) ของลูกน้ำยุงรำคาญหลังการใช้ *Bs* สูงกว่าหลังการใช้ novaluron และ *Bti* ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ *Bs* เพียงอย่างเดียว ($p>0.05$) แต่การใช้ *Bti* ให้ผลดีกว่าการใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สรุปได้ว่าการใช้ *Bs* สามารถควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญได้ดีกว่าการใช้ novaluron และ *Bti* ตามลำดับ และการใช้ novaluron ร่วมกับ *Bs* หรือ *Bti* ไม่ช่วยกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญให้ดีขึ้นแต่อย่างใด

Thesis Title	Control of *Culex quinquefasciatus* Say Larvae by Using *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis israelensis* and Novaluron
Author	Miss Rusna Tokilay
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2008

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the efficacy of laboratory controls of *Culex quinquefasciatus* Say larvae with *Bacillus sphaericus* (*Bs*) only, *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) only, novaluron only, *Bs* combined with novaluron, and *Bti* combined with novaluron and the combination of the three agents. Each individual agent or a combination of them was added to tubs of wastewater of its corresponding group containing 3^{rd} - 4^{th} stage *C. quinquefasciatus* larvae. Numbers of surviving larvae and adult mosquito were counted every 24 hours for 12 weeks. Replacement with a new set of larvae was done every 7 days. It was found that % reduction and % mortality of mosquito larvae after the use of *Bs* was significantly higher than those after the use of novaluron and *Bti*, respectively ($p<0.05$). However, the use of *Bs* gave a similar result to that of *Bs* combined with novaluron ($p>0.05$). In addition, the use of *Bti* gave a significantly better result than that of *Bti* combined with novaluron ($p<0.05$). In conclusion, the use of *Bs* gave a better control of *C. quinquefasciatus* Say larvae than those of novaluron and *Bti*, respectively, and a combination of novaluron with either *Bs* or *Bti* did not help improving the control of the mosquito larvae.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขตรวจสอบข้อบกพร่อง จากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น.สพ. บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คือ รองศาสตราจารย์ ดร. จิราพร เพชรรัตน์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร คันธโชติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรัญ งามผ่องใส และดร. อุษาวดี ถาวระ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณคุณวิรัช วงศ์หิรัญรัชต์ (นักวิชาการสาธารณสุข 8ว.) และ คุณวาสินี ศรีปล้อง (พนักงานสนับสนุนภารกิจหลักด้านวิชาการ ด้านกีฏวิทยา) กลุ่มงานโรคติดต่อนำโดยแมลง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 สงขลา ในการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะพิเศษของยุงชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ตลอดจนให้ความสะดวกเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการทำวิจัย คุณบำรุงศักดิ์ โป้บุญส่ง หัวหน้างานอาคารสถานที่ คณะแพทย์ศาสตร์ในการอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างน้ำและคุณยาวารียะห์ สาเมาะ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ความช่วยเหลือในการถ่ายภาพยุงรำคาญในระยะต่าง ๆ ผ่านกล้องจุลทรรศน์

ขอขอบคุณคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ และห้องปฏิบัติการตลอดการวิจัย

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย-ศูนย์เครือข่ายมหาวิทยาสงขลานครินทร์ ในการสนับสนุนเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ในการสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณรุสนี โตะกีเล (พี่น้องฝาแฝด) ที่ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการต่อสู้ปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ในการทดลองงานวิจัยเสมอมาและรวมไปถึงเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ

ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อสะรี คุณแม่ยาหะรอ คุณพี่นูรมา คุณน้องรูซีลา โตะกีเล คุณน้าคอดีเยาะ ดือราโอ๊ะ และคุณตาหะมะ คุณยายแมะแย สอเฮาะ ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวทุกคน ผู้ซึ่งมอบความรัก ความปรารถนาดี กำลังใจ รวมทั้งให้การสนับสนุนทั้งแรงกายแรงใจตลอดชีวิตของผู้วิจัยอย่างประเมินค่าไม่ได้ และสามารถทำให้การศึกษาในระดับปริญญาโทและการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

รุสนา โตะกีเล

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการตารางภาคผนวก	(9)
รายการภาพประกอบ	(13)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	20
ขอบเขตของงานวิจัย	20
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	20
กรอบแนวคิดการวิจัย	21
2. วิธีการวิจัย	22
วัสดุ	22
อุปกรณ์	24
วิธีการดำเนินการ	26
การวิเคราะห์ข้อมูล	29
3. ผลการทดลอง	31
4. บทวิจารณ์	41
5. บทสรุป	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	52
ก.	53
ข.	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ค.	64
ง.	68
จ.	71
ฉ.	75
ประวัติผู้เขียน	100

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองใช้สารเดี่ยว *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron	39
2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองใช้สูตรผสมระหว่าง *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับ novaluron, *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron	40

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก **หน้า**

1. อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ ($\bar{\times} \pm$ S.D) ภายหลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 63
2. อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ ($\bar{\times} \pm$ S.D) ภายหลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับ novaluron, *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 63
3. ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ภายหลังจาก การใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron ในการควบคุม ลูกน้ำยุงรำคาญในระยะเวลา 12 สัปดาห์ 65
4. ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ภายหลังจาก การใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับ *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*), *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญในระยะเวลา 12 สัปดาห์ 66
5. ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ภายหลังจาก การใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*), novaluron, *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluronในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญในระยะเวลา 12 สัปดาห์ 67
6. จำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ในชุดการทดลองที่ 1 69
7. จำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ในชุดการทดลองที่ 2 70
8. ค่าเฉลี่ยร้อยละของลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.) หลังจากการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ 72

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
9. ค่าเฉลี่ยร้อยละของลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) หลังจากการ ใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับ novaluron และ *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์	73
10. ค่าเฉลี่ยร้อยละของลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) หลังจากการ ใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*), novaluron, *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ ในระยะเวลา 12 สัปดาห์	74
11. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 1	76
12. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 2	77
13. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 3	78
14. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 4	79
15. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 5	80
16. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 6	81
17. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 7	82

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

18. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 8 83
19. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 9 84
20. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 10 85
21. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 11 86
22. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 12 87
23. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 1 88
24. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 2 89
25. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 3 90
26. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 4 91
27. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 5 92

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวก **หน้า**

28. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 6 93
29. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 7 94
30. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 8 95
31. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 9 96
32. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 10 97
33. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 11 98
34. จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่12 99

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. ลักษณะไข่ของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)	6
2. ลักษณะลูกน้ำของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)	7
3. ลักษณะตัวโม่งของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)	8
4. ลักษณะตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)	9
6. กรอบแนวคิดการวิจัย	21
7. สูตรสำเร็จ Vectolex® WDG (*Bacillus sphaericus*, *Bs*)	23
8. สูตรสำเร็จ Bacillet 8 WT (*Bacillus thuringiensis israelensis*, *Bti*)	23
9. Oscar® 100 (novaluron)	23
10. กลุ่มทดลองที่ใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron	28
11. กลุ่มทดลองที่ใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron	28
12. กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม	32
13. กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับ novaluron, *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม	33
14. กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.) หลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 1-12	34

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

15. กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.) หลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับnovaluron *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่1-12 35
16. กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) หลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluronในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 1-12 36
17. กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) หลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับ novaluron และ *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 1-12 38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ยุงเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่รบกวนและก่อความรำคาญแก่คนและสัตว์เลี้ยง ทั้งนี้เพราะยุงบางชนิดดูดกินเลือดทั้งกลางวันและกลางคืน สามารถแพร่กระจายทุกหนทุกแห่ง และสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำหลายประเภท นอกจากนี้ยุงยังเป็นแมลงที่ทำให้สูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมาก ทำให้ประเทศชาติต้องสูญเสียเงินปีละมากๆ ในการป้องกันกำจัดยุง (ทวี หอมชง, 2543) ยุงบางชนิดแค่ก่อความรำคาญโดยการดูดกินเลือดคนและสัตว์เลี้ยงเป็นอาหารเท่านั้น แต่ก็มียุงอีกหลายชนิดซึ่งนอกจากจะดูดกินเลือดเป็นอาหารแล้ว ยังเป็นพาหะนำโรคร้ายแรงต่างๆ มาสู่คนและสัตว์อีกด้วย เช่น โรคเท้าช้าง (filariasis) โรคไข้สมองอักเสบ (Japanese encephalitis) โรคไข้เลือดออก (Dengue haemorrhagic fever) และโรคมาลาเรีย (malaria) เป็นต้น (Borror *et al*., 1976)

การกำจัดหรือการควบคุมยุงพาหะนำโรคถือเป็นมาตรการหนึ่งที่ใช้ในการป้องกันและควบคุมโรคโดยสามารถทำได้หลายวิธีตั้งแต่การกำจัดระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และ ตัวเต็มวัย การกำจัดยุงในระยะที่เป็นตัวเต็มวัยนิยมใช้วิธีการพ่นด้วยสารเคมีตามบ้านเรือนที่อยู่อาศัยหรือบริเวณที่สงสัยว่าเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ พบว่ามียุงบางส่วนเท่านั้นที่ถูกสารเคมีโดยตรง ยุงส่วนใหญ่สามารถบินหนีไปได้ (สมบูรณ์ แสงมณีเดช และคณะ, 2547) และที่สำคัญเกิดปัญหาความต้านทานต่อสารเคมี การควบคุมโดยใช้สารเคมีเป็นวิธีที่ใช้กันมากทั้งในด้านการควบคุมศัตรูพืชและควบคุมแมลงพาหะนำโรคติดต่อต่าง ๆ (พิมพา วัฒนชัย และคณะ, 2533) แต่ทำให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรงทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตรวมทั้งมนุษย์ และยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในระยะยาว (อมเรศ ภูมิรัตน์ และคณะ, 2547) นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นๆ ที่นำมาใช้ในการควบคุมยุง เช่นการควบคุมโดยปรับสภาพแวดล้อม การควบคุมโดยใช้วิธีทางชีวภาพ การควบคุมโดยใช้หลายวิธีผสมผสานกัน เป็นต้น

ปัจจุบันเริ่มมีความนิยมหันมาใช้วิธีทางชีวภาพซึ่งเป็นการควบคุมโดยใช้สิ่งมีชีวิตมาช่วยในการดำเนินการ (ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547) การใช้แบคทีเรียเป็นวิธีทางชีวภาพวิธีหนึ่งในการควบคุมลูกน้ำยุงโดยแบคทีเรียที่มีความสามารถพิเศษในการฆ่าลูกน้ำยุงลายได้แก่ *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) สามารถพบทั่วไปตามธรรมชาติทั้งในน้ำ ดิน และตัวอ่อนของแมลง ปัจจุบันพบ *Bt* ทั่วโลกประมาณ 70 สายพันธุ์ แต่ในประเทศไทยขณะนี้พบ 17 สายพันธุ์

โดยมีสายพันธุ์คือ *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*) เป็นสายพันธ์ที่มีฤทธิ์กำจัดลูกน้ำยุงลายได้ดีที่สุด (จริยา จันทร์ไพแสง, 2548) และยังมีแบคทีเรียอีกชนิดหนึ่ง ที่สามารถฆ่าลูกน้ำยุง คือ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) เป็นแบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ ไม่เป็นอันตรายต่อคนหรือสัตว์ สามารถเพิ่มจำนวนได้เองในแหล่งน้ำสะอาดและแหล่งน้ำสกปรกที่มีอินทรีย์วัตถุสูง สภาพแวดล้อมเหมาะสม และเป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) รูปแท่งติดสีน้ำเงิน ย้อมได้แกรมบวก (Smith *et al.*, 2004) นอกจากวิธีทางชีวภาพโดยใช้แบคทีเรียแล้วยังมีวิธีการควบคุมยุงโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (insect growth regulator) ทำให้แมลงไม่สามารถลอกคราบได้ตามปกติ และจะตายในขณะลอกคราบ เนื่องจากแมลงไม่สามารถสร้างผนังลำตัวได้ตามปกติ สารเคมีในกลุ่มนี้บางชนิดอาจเป็นสารเคมีที่แตกต่างกันโดยลักษณะทางเคมี แต่ออกฤทธิ์ในลักษณะเดียวกัน สำหรับระยะของแมลงที่ใช้ได้ผลดี จะต้องเป็นระยะของตัวอ่อนหรือตัวหนอน ถ้าเป็นระยะที่เป็นตัวเต็มวัยไม่มีการลอกคราบแล้วจะใช้ไม่ได้ผล สารเคมีกลุ่มนี้ ได้แก่ ไดฟลูเบนซูรอน คลอฟลูอะซูรอน บูโพรเฟซิน โนวาลูรอน เป็นต้น (WHO, 2005)

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะใช้แบคทีเรียและสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) โดยทำการศึกษาประสิทธิผลของ *Bs*, *Bti* และ novaluron นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบประสิทธิผลของสูตรผสม 3 กลุ่ม คือ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และทั้งสามตัวรวมกัน ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุง

ยุงมีความใกล้ชิดกับมนุษย์มาก มักอยู่ในบ้านเรือนหรือบริเวณนอกบ้าน นอกจากจะสร้างความเดือดร้อนรำคาญโดยการดูดเลือดแล้ว ยุงยังเป็นพาหะนำโรคร้ายมาสู่มนุษย์ โรคติดต่อที่มียุงเป็นพาหะได้แก่ โรคไข้เลือดออก โรคไข้สมองอักเสบ โรคเท้าช้าง และโรคมาลาเรีย เป็นต้น (Borror *et al.*, 1976) ยุงเป็นแมลงที่พบได้ทั่วโลกแต่พบมากในเขตร้อนและเขตอบอุ่น จากหลักฐานทางฟอสซิลสามารถสันนิษฐานได้ว่า ยุงได้ถือกำเนิดขึ้นในโลกตั้งแต่ยุคดึกดำบรรพ์เมื่อประมาณ 38-54 ล้านปีมาแล้ว ปัจจุบันพบว่าในโลกนี้มียุงประมาณ 3,450 ชนิด ส่วนในประเทศไทยพบว่ามียุงอย่างน้อย 412 ชนิด มีชื่อเรียกตามภาษาไทย คือ ยุงลาย ยุงรำคาญ ยุงก้นปล่อง ยุงเสือหรือยุงลายเสือ และ ยุงยักษ์หรือยุงช้าง (ปรัชญา สมบูรณ์, 2550)

1.2.2 การจำแนกชนิดของยุง

เราสามารถจำแนกชนิดของยุงที่สำคัญทางสาธารณสุขออกเป็น3 กลุ่ม ได้แก่ ยุงลายและยุงรำคาญ (Culicinae) ยุงก้นปล่อง (Anophelinae) และยุงยักษ์ (Toxorhychitinae) (อุษาวดี ถาวระ และเผด็จ สิริยะเสถียร, 2549)

1.2.2.1 **กลุ่ม Culicinae** มียุง 2 สกุลที่สำคัญ คือ

- ยุงลาย

ยุงลายเป็นยุงที่อยู่ในกลุ่ม Culicinae ในสกุล *Aedes* ที่สำคัญมีอยู่ 2 ชนิด คือ ยุงลายบ้านและยุงลายสวน ยุงลายทั้ง 2 ชนิดสามารถนำไข้เลือดออกได้ การบินของยุงลายบ้านจะบินไปไม่ไกลประมาณ 30-300 เมตร ยุงลายสวนบินได้ประมาณ 400-600 เมตร (อุษาวดี ถาวระ, 2547) ลักษณะของยุงลายคือตัวและขามีลายสีขาวสลับดำ ยุงลายบ้านมักจะหากินอยู่ภายในและรอบๆบ้าน ซึ่งมันก็จะวางไข่ในบ้านและบริเวณบ้านโดยจะวางไข่ในแหล่งน้ำสะอาดเช่น อ่างน้ำในห้องน้ำ โอ่งน้ำ แจกัน ภาชนะรองขาโต๊ะ กระป๋องน้ำ ยางรถยนต์ที่มีน้ำขัง ส่วนยุงลายสวนจะหากินอยู่ภายนอกบ้านและจะพบในเขตชานเมืองและแหล่งที่มีร่มไม้ ยุงลายทั้ง 2 ชนิดมักจะดูดกินเลือดเวลากลางวัน

- ยุงรำคาญ

ยุงรำคาญเป็นยุงที่จัดอยู่ในกลุ่ม Culicinae ในสกุล *Culex* เป็นยุงที่พบได้ทั่วไปในเขตเมืองเนื่องจากยุงชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำสกปรกและออกหากินเวลากลางคืน ยุงรำคาญบินได้ตั้งแต่ 200 เมตร ถึงหลายร้อยกิโลเมตร (อุษาวดี ถาวระ, 2547) บางชนิดสามารถนำเชื้อไข้สมองอักเสบและบางชนิดนำเชื้อพยาธิโรคเท้าช้างได้ เมื่ออยู่ในบ้านการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดยุงจะช่วยลดจำนวนยุงลงได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสารออกฤทธิ์ การป้องกันยุงรำคาญกัดเมื่ออยู่นอกบ้านสามารถใช้สารทาไล่ยุงก็ได้ผลดี การทำลายแหล่งน้ำขังจะช่วยลดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลงได้

1.2.2.2 กลุ่ม Anophelinae

ยุงก้นปล่องเป็นยุงที่อยู่ในกลุ่ม Anophelinae สกุล *Anopheles* เป็นยุงที่เจริญในแหล่งน้ำไหลที่สะอาด ดังนั้นจึงพบยุงชนิดนี้ได้มากตามป่าและแหล่งน้ำธรรมชาติ ยุงก้นปล่องบินได้ประมาณ 0.5-1.6 กิโลเมตร (อุษาวดี ถาวระ, 2547) ยุงชนิดนี้เป็นพาหะนำเชื้อมาลาเรียหรือไข้ป่า เนื่องจากยุงชนิดนี้เพาะพันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติ การป้องกันยุงกัดจึงเป็นวิธีการที่ดีที่สุด ดังนั้นเมื่อเดินทางเข้าไปในป่าจะต้องแต่งตัวให้มิดชิดเช่น ใส่เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว ทาสารไล่ยุงและนอนกางมุ้ง เป็นต้น

1.2.2.3 กลุ่ม Toxorhychitinae

ยุงยักษ์เป็นยุงที่มีขนาดใหญ่และที่สำคัญยุงชนิดนี้ทั้งตัวผู้และตัวเมียไม่ดูดกินเลือดจะกินแต่น้ำหวานเท่านั้น ดังนั้นยุงชนิดนี้จึงไม่นำโรคมาสู่คน แต่ในทางตรงกันข้ามลูกน้ำยุงชนิดนี้กินลูกน้ำยุงอื่นเป็นอาหาร ดังนั้นถ้ายุงยักษ์ไปวางไข่ในภาชนะเก็บกักน้ำ ลูกน้ำยุงยักษ์ก็จะช่วยกินลูกน้ำยุงอื่นๆไปด้วยจึงเป็นการควบคุมยุงอีกวิธีหนึ่ง

1.2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงรำคาญ (*Culex* spp.)

ยุงรำคาญ จัดอยู่ใน Phylum Arthropoda, Class Insecta, Order Diptera, Family Culicidae เป็นแมลงขนาดเล็กลำตัวยาว 3-6 มิลลิเมตร มีปีก 1 คู่ หนวดยาว ขนที่หนวดของตัวเมียสั้นกว่าตัวผู้ ปากเป็นชนิดเจาะดูด (ชื่นจิต ชาญชิตและคณะ, 2546) พบมากในทวีปแอฟริกาและ ทวีปเอเชีย (วิชัย คงงามสุขและคณะ, 2541) วางไข่เป็นแพในน้ำเน่าเสีย แหล่งเพาะพันธุ์มักอยู่ใกล้บ้าน ไข่แพหนึ่งมีประมาณ 200-300 ฟอง ที่อุณหภูมิ 24-30 °C ไข่ฟักภายใน 30 ชั่วโมง ออกหากินเวลากลางคืน ชอบกินเลือดคน (อุษาวดี ถาวระ, 2547) และพบในแหล่งชุมชนเมืองหรือชุมชนแออัด (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545) ยุงที่มีความสำคัญทางการแพทย์ในสกุลนี้มี 4 ชนิด ได้แก่

1. *Culex pipiens fatigans* หรือ *Culex quinquefasciatus* Say
2. *Culex tritaeniorhynchus* Giles
3. *Culex gelidus* Theobold
4. *Culex fuscocephalus* Aslankhan

ยุง *Culex quinquefasciatus* มีชื่อเดิมทางวิทยาศาสตร์ว่า *Culex pipiens fatigans* ทั้งนี้เนื่องจากมีแหล่งเพาะพันธุ์ที่เหมาะสมและพบในเขตชุมชนเมืองที่เกิดขึ้นมาใหม่ตามความเจริญของเมือง ยุงกลุ่มนี้เป็นโฮสท์กึ่งกลางที่สำคัญของหนอนพยาธิฟิลาเรียที่ทำให้เกิดโรคเท้าช้างในคน (Bancroftian filariasis) (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545) ยุงชนิดนี้สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายอยู่น้อยมากเพียง 0.2-0.3 มิลลิกรัม/ลิตร และมีความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ประมาณ 150-300 มิลลิกรัม/ลิตร (ประคอง พันธ์อุไร, 2547) โรคเท้าช้างจัดเป็นโรคติดต่อที่ยังเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขของหลายสิบประเทศในแถบเขตร้อนทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย โรคนี้เกิดจากเชื้อหนอนพยาธิตัวกลม *Wuchereria bancrofti* ปัญหาโรคเท้าช้างในประเทศไทยมีสาเหตุมาจากแรงงานต่างด้าวโดยเฉพาะแรงงานชาวพม่าที่เข้ามาทำงานในประเทศไทย เนื่องจากแรงงานเหล่านี้เป็นแหล่งรังโรค (Jaijakul *et al*., 2005) ซึ่งมีการเฝ้าระวังโดยการเจาะเลือดพบผู้ป่วยที่มีแอนติเจนของเชื้อพยาธิ ในโลหิตของแรงงานพม่าร้อยละ 1.24 จังหวัดที่ยังเป็นแหล่งแพร่เชื้อที่สำคัญได้แก่จังหวัดกาญจนบุรี ตาก ระนอง พังงา และ

ภูเก็ตโดยเฉพาะจังหวัดตากพบผู้ป่วยมากที่สุดถึงร้อยละ 86.63 (กองโรคเท้าช้าง กระทรวงสาธารณสุข, 2549)

1.2.4 แหล่งเพาะพันธุ์ยุงรำคาญ

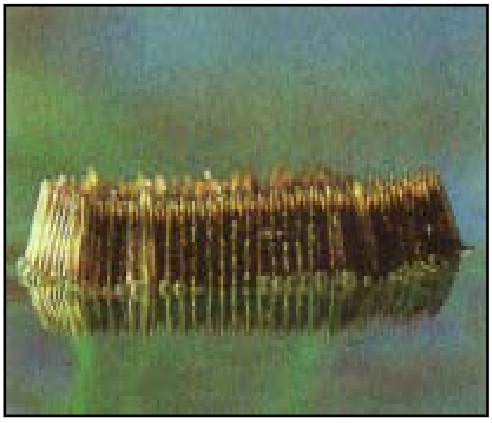
ยุงรำคาญ สามารถวางไข่ในแหล่งน้ำขังหลายชนิด ทั้งน้ำที่ค่อนข้างเน่า และมีอินทรีย์สารสูงใต้อาคารบ้านเรือน น้ำทิ้งในท่อระบายน้ำหรือตามทุ่งนา บ่อน้ำร้าง แอ่งรอยเท้าสัตว์ แม้แต่แหล่งเพาะพันธุ์ของยุง *Ae. aegypti* ที่ค่อนข้างใสสะอาด ก็สามารถวางไข่ได้ (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2538) และจากการศึกษาคุณภาพของน้ำที่พบลูกน้ำยุงชนิดนี้พบว่ามีค่า BOD (biological oxygen demand) สูง แต่ค่า DO (dissolved oxygen) ต่ำ ลูกน้ำยุงรำคาญมีความทนทานต่อสภาพน้ำเสียต่าง ๆ ได้ดี สามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วจึงมีความชุกชุมสูงทุกฤดูกาล โดยเฉพาะฤดูร้อนและฤดูฝน (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)

1.2.5 ชีววิทยาของยุงรำคาญ

ยุงมีการเจริญเติบโตแบบ complete metamorphosis หรือ holometabolous คือการเจริญเติบโตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแต่ละระยะแตกต่างกันมาก แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ระยะลูกน้ำ ระยะดักแด้หรือระยะตัวโม่ง และระยะตัวเต็มวัย ระหว่างการเจริญเติบโตในแต่ละระยะต้องมีการลอกคราบ ซึ่งถูกควบคุมโดยฮอร์โมนที่สำคัญ 3 ชนิด คือ brain hormone, ecdysone และ juvenile hormone (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)

1.2.5.1 ระยะไข่ (Egg)

ยุงรำคาญวางไข่เป็นแพ (egg raft) บนผิวน้ำหรือตามขอบของแหล่งน้ำเน่าเสียที่น้ำขังนิ่ง ยุงวางไข่ครั้งละประมาณ 200-300 ฟอง แรก ๆ มีสีขาว ภายในครึ่งชั่วโมงกลายเป็นสีดำ (ภาพประกอบ 1) ระยะฟักไข่ใช้เวลาประมาณ 1-3 วัน ในการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์เพื่อฟักเป็นตัวอ่อน ไข่ยุงมีขนาดเล็กมากประมาณ 1 มิลลิเมตร เท่านั้น แต่ก็ยังสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (บุญเฮียง พรหมดอนกอย, 2547) ไข่สามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ ถ้าอยู่ในสภาพแห้งไข่จะฝ่อและตัวอ่อนภายในจะตาย (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)



ภาพประกอบ 1 ลักษณะไข่ของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) (Russell, 1996)

1.2.5.2 ระยะตัวอ่อนหรือลูกน้ำ (Larva)

ลักษณะโดยทั่วไป ลูกน้ำยุงรำคาญมีส่วนหัวเจริญดี ด้านข้างของหัวมีตารวม นอกจากนี้มีตาเดี่ยวซึ่งตั้งอยู่ด้านหลังของตารวม ตาเดี่ยวมีขนาดเล็กกว่าตารวม ส่วนปากของลูกน้ำถูกดัดแปลงไปเพื่อใช้สำหรับการเคี้ยว บนส่วนหัวบริเวณใกล้ปากมีกระจุกขนหนาแน่นเรียกว่า feeding brush การเคลื่อนไหวของกระจุกขนเหล่านี้จะช่วยพัดพาเอาน้ำและอาหารที่มีขนาดเล็กมากเข้าสู่ปาก ส่วนอกทั้งสามปล้องของลูกน้ำยุงจะรวมกัน แล้วสร้างเป็นส่วนอกที่ปลายมน ถัดจากส่วนอกเป็นส่วนท้องซึ่งมีทั้งหมด 9 ปล้อง ที่ปลายของปล้องสุดท้ายมีขนเกี่ยว (clinging bristle) ซึ่งมีลักษณะยาวเป็นตะขอช่วยทำให้ลูกน้ำแขวนตัวกับผิวน้ำได้ด้านล่างของปล้องสุดท้ายจะมี รูหายใจ (spiracle) และท่อหายใจ (siphon) ซึ่งยื่นออกมาจากด้านบนของปล้องท้องปล้องที่ 8 ลักษณะเรียวยาว รูเปิดของท่อหายใจจะถูกปิดด้วยลิ้นแข็ง (chitinous valves หรือ spiritual valves) และกลุ่มของขนแข็งๆ ซึ่งเรียกว่า ventral brush ขึ้นอยู่ด้านล่างท่อหายใจหลายกระจุก ลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ที่หัวจะมีขน 3 กระจุกหรือมากกว่านั้น กระจุกละ 5-6 เส้น ด้านล่างของปล้องท้องจะมีขนเป็นกระจุกและด้านข้างจะมีลักษณะเป็นฟัน ส่วนความยาวของลำตัวจะยาว 5 เท่าของความกว้าง (Rattanarithikul, 1994) เมื่อลูกน้ำกินอาหารและหายใจ จะโผล่มายังผิวน้ำโดยการช่วยของ clinging bristle ลูกน้ำจะแขวนตัวกับผิวน้ำโดยเอาหัวลงไปในน้ำและส่วนของลำตัวทำมุมกับผิวน้ำ (ภาพประกอบ 2) บนด้านข้างแต่ละด้านของท่อหายใจจะมีแถวของหนามแหลม (spine) ประมาณ 12-15 อัน เรียกว่า pectin และ comb scale ของลูกน้ำยุงรำคาญสามารถนำมาใช้จำแนกชนิดได้ โดยลูกน้ำยุงรำคาญจะมีลักษณะสำคัญ คือ siphon ยาวกว่า saddle ไม่มี median labral plate และแยกจาก dorsal apotome ลูกน้ำยุงรำคาญกินพวกจุลินทรีย์และอินทรียวัตถุอื่นๆ ในน้ำ อาหารถูกนำเข้าสู่ปากโดยการช่วยเหลือของขนยาวที่มีลักษณะคล้ายพู่กัน เรียกว่า feeding brush โดย

อาหารจะถูกพัดเข้าไปในคอหอยจากนั้นจึงถูกดูดเข้าสู่หลอดอาหาร ลูกน้ำยุงรำคาญลอกคราบทั้ง 4 ครั้ง การลอกคราบครั้งสุดท้ายจะกลายเป็นดักแด้หรือตัวโม่ง การเจริญเติบโตของลูกน้ำอย่างสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 7-10 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม อาหาร และฮอร์โมนในตัวของลูกน้ำ (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)

ภาพประกอบ 2 ลักษณะลูกน้ำของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)

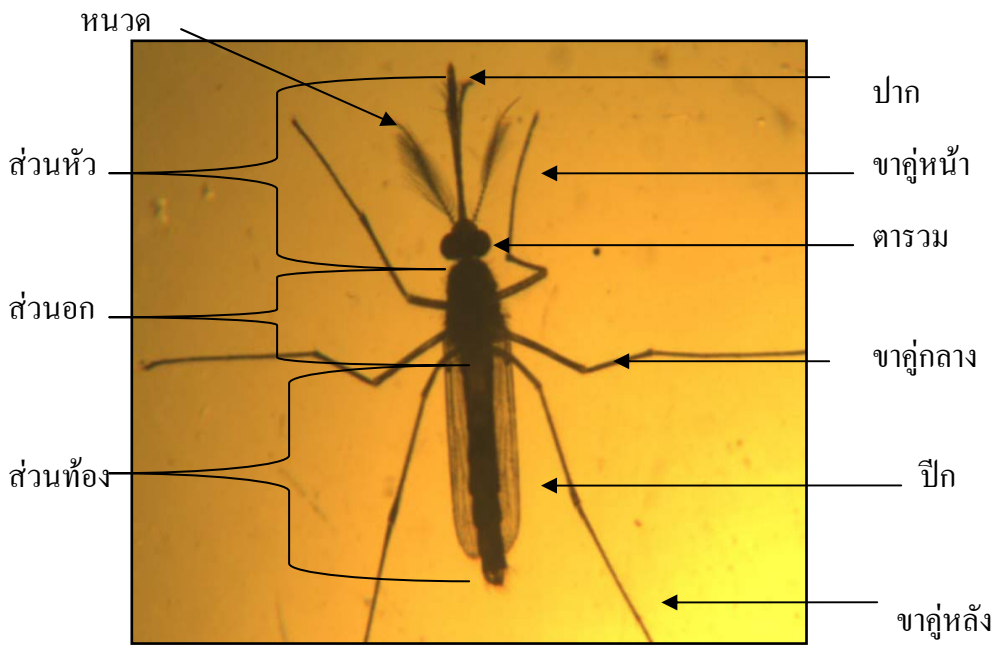
1.2.5.3 ระยะดักแด้หรือตัวโม่ง (Pupa)

ภายหลังการลอกคราบครั้งที่ 4 ลูกน้ำจะเจริญเป็นตัวโม่ง (ภาพประกอบ 3) ซึ่งเป็นระยะที่ไม่กินอาหาร ระยะตัวโม่งสั้นมาก ประมาณ 1-3 วัน (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2538) ลักษณะโดยทั่วไปของตัวโม่งยุงรำคาญเป็นแบบ obtectate pupa ซึ่งระยางค์ติดกับลำตัวเป็นเนื้อเดียวกันและมีรูปร่างคล้ายเครื่องหมายจุลภาค (comma) ส่วนหัวและส่วนอกของตัวโม่งจะรวมกันแล้วสร้างเป็นก้อนกลมมน ซึ่งเรียกว่า cephalothorax ใต้ cephalothorax เป็นส่วนท้องซึ่งมีลักษณะแบนและโค้งจากด้านบนถึงปลายด้านล่าง บนส่วนหัวของตัวโม่งจะพบตาแบบธรรมดา และตารวมซึ่งกำลังเจริญของตัวเต็มวัย บนปล้องท้องปล้องที่ 9 มีพายเป็นแผ่นแบน (paddle) 2 อันซึ่งช่วยในการเคลื่อนไหว ตัวโม่งจะหายใจโดยผ่านทางท่อหายใจซึ่งเรียกว่า respiratory horn หรือ respiratory trumpet จำนวน 1 คู่ ที่มีลักษณะยาวเรียวตั้งอยู่ด้านบนของ cephalothorax (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)

ภาพประกอบ 3 ลักษณะตัวโม่งของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)

1.2.5.4 ระยะตัวเต็มวัย (Adult)

ลักษณะโดยทั่วไป ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) ส่วนหัวประกอบด้วยหนวดซึ่งประกอบด้วยปล้อง 14-15 ปล้องเห็นได้ชัดเจน scutellum แบ่งเป็น 3 พู (trilobe) ชัดเจน แต่ละพู (lobe) มีขนแข็ง (bristle) ออกมา แต่จะมีบริเวณที่ไม่มีขนระหว่าง lobe ส่วนท้องจะถูกปกคลุมด้วยเกล็ด (สุภัทร สุจริต, 2531) ปากของยุงตัวเต็มวัยเป็นปากแบบเจาะดูด (piercing-sucking type) ประกอบด้วย epipharynx, hypopharynx, maxillae ปลอกหุ้ม stylets ประกอบด้วยอวัยวะ 6 เส้น ประกบกัน คือ mandible 2 เส้น maxillae 2 เส้น epipharynx และ hypopharynx อย่างละ 1 เส้น ที่hypopharynx จะมีช่องของน้ำลายออกจากต่อมน้ำลายด้วย (ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542)



ภาพประกอบ 4 ลักษณะตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)

1.3 วิธีการควบคุมยุงรำคาญ

1.3.1 การควบคุมแหล่งเพาะพันธุ์

1.3.1.1 การระบายน้ำตามท้องร่องไม่ให้ขังหรือเน่าเสีย

1.3.1.2 การเก็บขยะในแหล่งน้ำขัง เพื่อจะได้ไม่เป็นอาหารของลูกน้ำและเป็นที่หลบซ่อนของลูกน้ำ

1.3.1.3 การกำจัดต้นหญ้าที่อยู่ริมขอบบ่อ

1.3.1.4 การถมหรือระบายน้ำออกจากแหล่งน้ำที่ไม่จำเป็นเพื่อลดแหล่งเพาะพันธุ์ให้น้อยลง (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)

1.3.2 การควบคุมโดยใช้สารเคมี

การใช้มาตรการควบคุมโดยใช้สารเคมีจะต้องมีการวางแผนอย่างรัดกุม เนื่องจากสารเคมีที่ใช้อย่างปลอดภัยนั้นมีจำนวนไม่มาก (อุดม ปรีชาปัญญา, 2548) ในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมาก และถูกจัดให้เป็นวัตถุมีพิษ ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 (กองจัดการสารอันตรายและเคมีภัณฑ์ กรมควบคุมมลพิษ, 2544) ดังนั้นควรเลือกเป็นวิธีสุดท้าย และใช้อย่างระมัดระวังเพราะสารเคมีบางชนิดอาจจะไปทำอันตรายกับสัตว์ที่ไม่ใช่เป้าหมายได้ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาพิจารณาใช้ได้ เช่น permethrin, etofenprox, temephos, deltamethrin (อภิวัฏ

ธวัชสิน, 2545) เราสามารถแบ่งสารเคมีที่ใช้ควบคุมแมลงออกได้เป็น 3 ประเภท (สมนึก วงศ์ทอง, 2539)

1. สารฆ่าแมลง (Insecticide)
2. สารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (Insect growth regulator)
3. สารควบคุมพฤติกรรม (Insect behavioral chemicals)

1.3.3 การควบคุมโดยใช้วิธีทางชีววิทยา

ในแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงรำคาญ มีศัตรูธรรมชาติหลายชนิดด้วยกันที่สามารถนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญได้ เช่น ปลาหางนกยูง ปลาแกมบูเซีย หรือการใช้แบคทีเรีย *Bs* ร่วมกับ *Bti* หรือใช้ *Bs* สลับกับ *Bti* เมื่อยุงสร้างความต้านทาน (Thavara *et al.,* 2001)

1.4 การพัฒนาการผลิตแบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุง

Bacillus thuringiensis var. *israelensis* H-14 (*Bti* H-14) และ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ทั้ง 2 ชนิดนี้นำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงได้ดีมาก แต่มิได้หมายความจะใช้ควบคุมลูกน้ำยุงได้ทุกชนิด แบคทีเรียชนิดแรกมีประสิทธิภาพดีกับลูกน้ำยุงลาย (*Ae. aegypti*) ส่วนชนิดหลังใช้ได้ดีกับลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinguefasciatus*) ในแหล่งน้ำเน่า แบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีสารพิษที่เรียกว่า δ endotoxin มีความจำเพาะกับยุงทั้ง 2 ชนิดนี้ดีมาก δ endotoxin ถูกสร้างขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะที่แบคทีเรียกำลังจะเปลี่ยนจาก vegetative form ไปสู่ spore form ผลิตภัณฑ์ที่นำไปใส่ในแหล่งน้ำต้องมี spore form จำนวนมากจึงจะมีประสิทธิภาพการกำจัดลูกน้ำได้ดี ขณะที่ผลิตภัณฑ์แบคทีเรียถูกฉีดพ่นลงไปในน้ำ spore form ก็จะกระจายออกและแขวนลอยอยู่ในน้ำ ส่วนลูกน้ำที่อยู่ในน้ำในแหล่งเพาะพันธุ์จะกินแบคทีเรียหรือสารอินทรีย์เล็กๆ ต่างๆ โดยอาศัยการกะพือของ mouth brush ปัดเอาแบคทีเรียชนิดต่างๆ เข้าปาก หากมี spore ของแบคทีเรีย *Bacillus* อย่างใดอย่างหนึ่งอยู่ในน้ำก็จะเข้าปากไปด้วย พบว่าในทางเดินอาหารของลูกน้ำมีสภาพเป็นด่าง pH ประมาณ 8 ซึ่งต่างกับในคนที่ในกระเพาะอาหารจะมี pH ประมาณ 4-5 ในสภาพ pH 8 นี้ enzyme บางตัวจะทำการย่อยให้เปลือกของ spore หลุดออก ปลดปล่อย toxin protein ของแบคทีเรียออกมาล่องลอยอยู่ในทางเดินอาหารของลูกน้ำ จากสภาพสิ่งแวดล้อมที่เป็นด่างนี้เอง toxin protein ซึ่งมีขนาดโมเลกุลตั้งแต่ 28-120 กิโลดันตัน มีความว่องไวและออกฤทธิ์จับกับเซลล์บุผนังลำไส้บางจุดที่เป็น receptor ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านพยาธิสภาพบางประการ โดยเฉพาะเซลล์ receptor นั้นจะบวมพองขึ้นและแตกออก ทำให้เกิดบาดแผลขึ้นในทางเดินอาหาร สุดท้ายลูกน้ำยุงตัวนั้นก็จะค่อยป่วยเป็นโรคและตายในที่สุด (ประคอง พันธ์อุไร, 2545) ผลิตภัณฑ์แบคทีเรียของแต่ละหน่วยงานมีประสิทธิภาพแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นกับสูตรของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ในประเทศไทยมีการ

ผลิต ผลิตภัณฑ์แบคทีเรียกำจัดลูกน้ำยุงจาก *Bti* และ *Bs* Technical grade หลายชนิด เช่น Bacillet®, Culicide®, Mostab®

1.4.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหน่วยสากล (International Toxic Units)

International toxic units (ITUs) คือ หน่วยมาตรฐานที่ใช้กำหนดฤทธิ์ (potency) ของสารชีวภาพที่ใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุงโดยกำหนดให้สารมาตรฐานบางตัวมีค่า ITUs คงที่ (ตารางที่ 1) ในการหาฤทธิ์ของสารตัวอย่างใด ๆ ให้ใช้สูตร เปรียบเทียบระดับความเข้มข้น ของสารตัวอย่างที่ทำให้เกิดอัตราการตายของลูกน้ำยุง 50 % (LC_{50}) กับระดับความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ทำให้เกิดอัตราการตายของลูกน้ำยุง 50 % (LC_{50}) คูณด้วยค่า ITUs ของสารมาตรฐานที่กำหนดไว้ซึ่งผลสุดท้ายจะได้ค่าฤทธิ์ของสารตัวอย่างที่มีหน่วยเป็น ไอทียู /มิลลิกรัม (De Barjac *et al*., 1990)

สูตร

ฤทธิ์ของสาร (ไอทียู/มิลลิกรัม) =

$$\frac{LC_{50} \text{ ของสารมาตรฐาน (มิลลิกรัม/ลิตร)}}{LC_{50} \text{ ของสารตัวอย่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)}} \times \text{ความแรงของสารมาตรฐาน (ไอทียู/มิลลิกรัม)}$$

ตารางที่ 1 สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางชีวภาพของสาร (Bioassay Standards)

สารมาตรฐาน	ความแรง (ไอทียู/มิลลิกรัม)
IPS-78	1,000
IPS-80	10,000
IPS-82	15,000
HD-968-S-1983	4,740

ที่มา : De Barjac *et al*., 1990

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.1 ความรู้เกี่ยวกับแบคทีเรีย *Bacillus sphaericus*

Bacillus sphaericus เรียกย่อว่า *Bs* เป็นแบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ ไม่เป็นอันตรายต่อคนหรือสัตว์สามารถเพิ่มจำนวนได้เองในแหล่งน้ำสะอาดและแหล่งน้ำสกปรกที่มีอินทรียวัตถุสูงและสภาพแวดล้อมเหมาะสมและเป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) รูปแท่ง ติดสีน้ำเงิน ย้อมได้แกรมบวก (Smith *et al.*, 2004) *Bs* สามารถพบในแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั่วไปทั่วโลก โดย Environmental Protection Agency (EPA) ประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มใช้กำจัดลูกน้ำยุง

หลายชนิดในปี ค.ศ. 1991 เนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย (non-target organism) (Pham *et al.,* 1998)

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 มีรายงานการทดลองภาคสนามในการใช้จุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ควบคุมและกำจัดยุงพาหะในประเทศไทย โดยใช้แบคทีเรียชนิด *Bs* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์สารที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับใช้ควบคุมลูกน้ำยุง และมีฤทธิ์ที่จำเพาะต่อลูกน้ำยุงบางชนิดเท่านั้น โดยไม่มีฤทธิ์ข้างเคียงต่อสิ่งมีชีวิตที่มีกระดูกสันหลังรวมทั้งคนด้วย และได้ทำการทดลองผลิตจุลินทรีย์สารจากแบคทีเรียชนิดนี้ขึ้นเองเพื่อพัฒนาหารูปแบบของผลผลิตที่เหมาะสมที่จะใช้ในการใส่ในแหล่งเพาะพันธุ์ยุงชนิดที่เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญในประเทศ ผลของการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่ทำเป็นก้อนลอยน้ำได้และให้จุลินทรีย์สารที่เคลือบอยู่กับก้อนลอยนั้นค่อยๆ สลายตัวออกมาเหมาะสมต่อการใช้ควบคุมลูกน้ำยุงกลุ่ม *Culex* และ *Anopheles* โดยที่สามารถมีฤทธิ์คงทนอยู่ในแหล่งน้ำขังนิ่งประมาณ 3 สัปดาห์ แต่จะมีฤทธิ์อยู่ในแหล่งน้ำไหลได้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณและความเร็วของกระแสน้ำ (สมศักดิ์ พันธุวัฒนา, 2521)

ปี ค.ศ. 1991 มีรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของ *Bs* สายพันธุ์ 2362 ในการควบคุมลูกน้ำ *Mansonia* spp.ได้มีการทดสอบลูกน้ำซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ระยะที่ 1 และ 2 และระยะที่ 3 และ 4 ภายใน 24 ชั่วโมง พบว่า LC_{50} ของทั้ง 2 กลุ่มอายุของ *M.boneae* สูงกว่า *M.dives* และการทดสอบภาคสนามขนาดเล็กที่หมู่บ้านเคร็ง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าการลดลงของ *Mansonia* spp. 100% หลังจากใช้ *Bs* ไปแล้ว 9 วัน (Petcharat, 1991)

ในปี ค.ศ. 1996 มีรายงานการใช้ *Bs* ปริมาณ 1 กรัม/ตารางเมตร ทุกสัปดาห์ในแหล่งน้ำสกปรกที่ เมือง Goa ประเทศอินเดีย เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) พบว่ามีการลดลงของลูกน้ำและตัวเต็มวัยในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) (Kumer *et al*., 1996)

ต่อมาในปี ค.ศ.1997 มีรายงานการทดลองภาคสนามโดยใช้ *Bs* สูตรสำเร็จ (Vectolex CG® และ Vectolex WDG®) ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำสกปรกจังหวัดนนทบุรี ในเขตชุมชนตะนาวศรี เรวดี วัดลานนาบุญและวัดทินกรนิมิตร ผลการศึกษาพบว่าภายใน 4 สัปดาห์ ใช้ Vectolex CG® ในอัตรา 0.5-2 กรัม/ตารางเมตร สามารถควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญได้เกือบทั้งหมด สำหรับ Vectolex WDG®พบว่าสามารถที่จะควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญได้ดีกว่า Vectolex CG® ในอัตรา 0.1-0.5 กรัม/ตารางเมตร ภายในระยะเวลา 1-4 สัปดาห์ (Mulla *et al.,* 1997)

ต่อมาในปีเดียวกัน มีรายงานการควบคุมยุงภายในบริเวณกระทรวงสาธารณสุขเนื่องในพิธีเปิดกระทรวง ได้ใช้กลวิธีผสมผสานทั้งการควบคุมยุงตัวเต็มวัย และลูกน้ำ โดยการควบคุมลูกน้ำรวม 4 ครั้ง โดยใช้แบคทีเรีย *Bs* และสาร Abate® 10 % EC (emulsifiable concentrate containing 10 % active ingredient) ในแหล่งเพาะพันธุ์น้ำสะอาดและสกปรก ตามลำดับ การควบคุมยุงตัวเต็มวัยใช้สารเคมี Deltacide® กับเครื่องพ่นหมอกควันชนิดตั้งบนรถยนต์พ่นรอบบริเวณสาธารณสุข และใช้สารเคมี Aqua Resigen® กับเครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละอองติดตั้งบนรถยนต์ และแบบสะพายเน้นการควบคุมตามมุมอับ ท่อระบายน้ำ สุมทุมพุ่มไม้ที่รถยนต์เข้าไม่ถึง จากการประเมินผลก่อนและหลังการควบคุมโดยการจับยุงที่ใช้คนเป็นเหยื่อล่อ พบว่าก่อนพ่นสารเคมียุงมีอัตราความหนาแน่นระหว่าง 20.66-77.33 ตัว/คน/ชม. หลังการพ่นในวันพิธีเปิดกระทรวง ผลการศึกษาและสอบถามจากผู้เข้าร่วมพิธีไม่พบว่ามียุงเลย แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการควบคุมโดยวิธีผสมผสานที่ให้ผลดียิ่งขึ้น (ฎากร หลิมรัตน์, 2540)

นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2541ได้มีรายงานการพัฒนาการผลิตแบคทีเรีย *Bacillus sphaericus* H-5 สายพันธุ์ท้องถิ่น เพื่อใช้กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ โดย Bs H-5 สายพันธุ์กาญจนบุรี เป็นแบคทีเรียที่ทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญได้ดี จึงนำมาพัฒนาการผลิตด้วยเทคโนโลยีการหมักใช้ถั่วเหลือง เนื้อบด และผงยีสต์เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ หมักเป็นระยะเวลา 120 ชั่วโมง ได้ผลผลิต 1.5 กรัม/ลิตร นำผลผลิตในรูปผงมาทดสอบโดยวิธีมาตรฐานพบว่ามีพิษต่อลูกน้ำยุงรำคาญเท่ากับ 500 ไอทียู/มิลลิกรัม สำหรับน้ำเลี้ยงเชื้อที่ผลิตได้ เมื่อนำไปทดลองควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)ในแหล่งเพาะพันธุ์ธรรมชาติในอัตราส่วน 1 ลิตรต่อพื้นที่ผิวน้ำ 6 ตารางเมตร พบว่าสามารถลดปริมาณความชุกชุมของลูกน้ำยุงรำคาญในระดับ 90% ได้นาน 2 สัปดาห์และมีข้อสังเกตว่า Bs H-5 นอกจากจะกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญได้ดีแล้ว ยังปรับสภาพน้ำเสียให้ดีขึ้นอีกด้วย (วิชัย คงงามสุข และคณะ, 2541)

ได้มีรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ Bs สายพันธุ์ 2362 ในการควบคุมยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในปี ค.ศ. 1991-1994 ประเทศบราซิล เป็นเวลา 1 ปี 6 เดือนในแหล่งน้ำ 2,500 แห่ง พบว่าความหนาแน่นของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และความหนาแน่นของยุงตัวเต็มวัยยังคงที่เป็นเวลา 5 เดือนหลังจากได้รับ *Bs* สายพันธุ์ 2362 (Regis *et al*., 2000)

1.5.2 ความรู้เกี่ยวกับแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis israelensis*

Bacillus thuringiensis israelensis เรียกย่อว่า *Bti* เป็นแบคทีเรียที่ต้องใช้อากาศ (aerobic bacteria), ทรงรูปร่างเป็นแท่ง (bacillus), ย้อมสีแกรมได้แกรมบวก (Misch, 1986) เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในดินตามธรรมชาติ และไม่ก่อโรค (non-pathogenic bacteria) สามารถสร้างเอนโด

สปอร์ขนาดใหญ่รูปกลมรี ภายในเซลล์มีส่วนที่เป็นสารพิษมีฤทธิ์ต่อแมลง คือ protein inclusion ซึ่งได้แก่ delta-endotoxin (Walker, 2002) จะขับสารพิษ (toxin) เมื่อลูกน้ำกินแบคทีเรียเข้าไปสารพิษนี้จะไปทำปฏิกิริยาเกิดพิษในกระเพาะอาหารทำให้ลูกน้ำยุงตายภายในเวลาไม่ถึงชั่วโมง จนกระทั่งถึง 48 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นที่ใช้ ลำตัวของลูกน้ำที่ตายจะมีสีดำต่างจากการตายจากสารเคมีซึ่งตัวมีสีซีด ผลึกสารพิษนี้สามารถย่อยสลายเองในธรรมชาติ แต่ไม่สามารถเพิ่มจำนวนในธรรมชาติได้ จึงอาจเรียกว่า “biopesticide” มีความเป็นพิษต่ำต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและสิ่งแวดล้อม (อุดม ปรีชาปัญญา, 2548)

แบคทีเรีย *Bti* มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงก้นปล่อง แต่ได้ผลไม่มากนักสำหรับการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ แบคทีเรียที่ได้รับการผลิตออกจำหน่ายตามท้องตลาดมีชื่อการค้าแตกต่างกันไป เช่น Bactimos,® Teknar,® VectoBac,® Larvitab® ฯลฯ และมีหลายสูตรให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับชนิดของแหล่งน้ำและชนิดของลูกน้ำยุง (สีวิกา แสงธาราทิพย์, 2549) เช่น

1. สูตรเคลือบเม็ดทราย ใช้ได้กับภาชนะกักเก็บน้ำต่างๆ เพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลาย เนื่องจากลูกน้ำยุงลายหากินที่ก้นภาชนะ (เป็น bottom feeder) แบคทีเรียสูตรเคลือบเม็ดทรายจะจมลงสู่ก้นภาชนะ ลูกน้ำยุงลายก็จะกินแบคทีเรียเข้าไป เมื่อแบคทีเรียผ่านเข้าไปสู่กระเพาะอาหารของลูกน้ำยุงที่มีสภาพเป็นด่าง ผลึกสารพิษของแบคทีเรียก็จะแตกตัว ทำให้ระบบทางเดินอาหารของลูกน้ำเป็นอัมพาต เยื่อบุกระเพาะอาหารถูกทำลาย ทำให้ ลูกน้ำยุงตายภายใน 24 ชั่วโมง แบคทีเรียสูตรเคลือบเม็ดทรายไม่เหมาะที่จะใช้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เพราะทรายจะจมลงไปกับโคลนตม ทำให้ประสิทธิภาพลดลง อย่างไรก็ตาม บริษัทผู้ผลิตได้ยกเลิกการผลิตแบคทีเรียสูตรเคลือบเม็ดทรายไปแล้ว

2. สูตรเม็ด ใช้ได้กับภาชนะกักเก็บน้ำต่างๆ เพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลาย เนื่องจากสูตรเคลือบเม็ดทรายต้องมีการตวง (เช่น 2.5 กรัม/น้ำ 200 ลิตร) จึงไม่ค่อยสะดวกในทางปฏิบัติ สำหรับสูตรเม็ดนี้จะใช้ได้สะดวกกว่า (เช่น 1 เม็ด/น้ำ 200 ลิตร) อย่างไรก็ตาม การใช้กับภาชนะที่มีขนาดบรรจุ น้ำน้อยกว่า 200 ลิตร จะต้องมีการลดขนาดของแบคทีเรียลงตามส่วน เช่น ครึ่งเม็ด หรือ 1/4 เม็ด เป็นต้น แบคทีเรียสูตรเม็ดมีหลายความเข้มข้น ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

3. สูตรของเหลว ใช้ได้กับภาชนะกักเก็บน้ำต่าง ๆ เพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลาย อัตราที่แนะนำให้ใช้ คือ 1 มิลลิลิตร /น้ำ 200 ลิตร สำหรับการใช้กับแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญและตัวอ่อนของริ้นน้ำจืดชนิดต่างๆ แนะนำให้ใช้ในอัตรา 500 มิลลิลิตร ต่อพื้นที่ 1 ไร่

4. สูตรเคลือบซังข้าวโพด เหมาะสำหรับใช้กำจัดลูกน้ำยุงก้นปล่องในแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากลูกน้ำยุงก้นปล่องมักหากินบริเวณผิวน้ำ เป็น surface feeder ซังข้าวโพดก็ลอยน้ำทำให้

แบคทีเรียกระจายตัวอยู่บริเวณใกล้ผิวน้ำ ลูกน้ำยุงก้นปล่องจึงมีโอกาสกินแบคทีเรียเข้าไปได้มากกว่า สูตรอื่นๆ อัตราที่แนะนำให้ใช้ คือ 180 กรัม/พื้นที่ผิวน้ำ 100 ตารางเมตร

ข้อดีของแบคทีเรียกำจัดแมลงได้แก่

1. ปลอดภัยในการใช้
2. ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
3. สามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 มีรายงานการใช้แบคทีเรีย *Bt* สายพันธุ์มาตรฐานในการควบคุมลูกน้ำยุง พบว่า สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการทำลายลูกน้ำยุงลายได้แก่ subspecies *entomocidus, israelensis, kenyae, kurstaki* (HD-1), *kyushuensis* และ *tolworthi* ส่วนแบคทีเรีย *Bs* สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการทำลายลูกน้ำยุงรำคาญได้แก่ subspecies *entomocidus, isrealensis, kurstaki* (HD-1), *kyushuensis* และ *tolworthi* แต่ *Bti* มีประสิทธิภาพสูงสุดในการทำลายลูกน้ำยุงลายและยุงรำคาญ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแบคทีเรียในการกำจัดลูกน้ำยุง พบว่าลูกน้ำยุง *Culex pipiens* และ *Culex quinquefasciatus* มีความต้านทานต่อ *Bs* เมื่อใช้ไประยะหนึ่งแล้ว (ศุภยางค์ วรวุฒิคุณชัย และคณะ, 2533)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2537 มีรายงานความคงทนของ *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) รูปผงอัดเม็ดต่อการควบคุมลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* (L.) ในน้ำ 3 ชนิด คือ น้ำฝน น้ำประปา และน้ำบาดาล ผลการศึกษาพบว่าค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ในน้ำฝนมีค่าเท่ากับ 0.2991 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำประปามีค่าเท่ากับ 0.4062 มิลลิกรัม/ลิตร และในน้ำบาดาลมีค่าเท่ากับ 0.4078 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร *Bti* ที่มีต่อการควบคุมลูกน้ำยุงลายนั้น พิจารณาจากค่า LC_{95} ในน้ำฝนมีค่าเท่ากับ 0.7926 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำประปามีค่าเท่ากับ 0.9839 มิลลิกรัม/ลิตร และในน้ำบาดาลมีค่าเท่ากับ 1.1834 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ สำหรับความคงทนของสาร *Bti* ที่มีต่อการควบคุมลูกน้ำยุงลายนั้น พบว่าความคงทนของสาร *Bti* ที่มีต่อลูกน้ำยุงลายจะนานมากที่สุดในน้ำฝน รองลงมาในน้ำประปา และในน้ำบาดาลตามลำดับ โดยลูกน้ำยุงลายจะตายต่ำกว่าร้อยละ 50 เมื่อทดลองในน้ำฝนในเวลา 18 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุมลูกน้ำยุงลายใน 43 วัน ในน้ำประปาในเวลา 17 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุมลูกน้ำยุงลายใน 42 วัน ขณะที่ในน้ำบาดาลในเวลา 12 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุมลูกน้ำยุงลายใน 36 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่าการเติมสาร *Bti* ซ้ำครั้งที่สองเมื่อลูกน้ำยุงลายตายต่ำกว่าร้อยละ 50 ในน้ำทั้ง 3 ชนิด ความคงทนของสาร *Bti* ที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายต่ำกว่าร้อยละ 50 ในครั้งที่สองจะนานกว่าครั้งแรกโดยในน้ำฝนใช้เวลานาน 26 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุมลูกน้ำยุงลายใน 62 วัน ในน้ำประปาใช้เวลานาน 23 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุม

ลูกน้ำยุงลายใน 57 วัน สำหรับน้ำบาดาลใช้เวลานาน 14 วัน และหมดฤทธิ์ควบคุมลูกน้ำยุงลายใน 36 วัน (อนามัย ธีรวิโรจน์, 2537)

ในปี ค.ศ. 2003 มีรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของ *Bs* และ *Bti* เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในภาคสนาม โดยใช้เอนโดสปอร์ของแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด พบว่าสามารถควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญและตัวโม่งเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ (Poopathai *et al*., 2003)

ในปี ค.ศ. 2004 มีรายงานการประเมินในห้องทดลองและภาคสนามของ Teknar HP-D ซึ่งเป็นสูตรสำเร็จของ *Bti* ในการควบคุมลูกน้ำยุง *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* และ *Aedes aegypti* ในแหล่งเพาะพันธุ์ในส้วมและน้ำทิ้ง โดยให้ปริมาณสาร 3 ขนาด คือ 1, 1.5 และ 2 ลิตร/เฮคตา โดยทำการเลือกแหล่งเพาะพันธุ์ 5 แหล่งสำหรับแต่ละขนาดโดยมี 1 แหล่งเป็นกลุ่มควบคุม พบว่า *An. stephensi* มีความไวต่อพิษของ *Bti* มาก และในส้วมพบว่า ร้อยละการลดลงของลูกน้ำมีมากกว่าร้อยละ 80 หลังจาก 6 วันที่ทำการทดลองทั้ง 3 ขนาด และในการใช้ Teknar HP-D ที่ 1 ลิตร/เฮคตา 1 ครั้งภายใน 3 สัปดาห์สำหรับควบคุมยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)ในน้ำทิ้ง พบว่า ร้อยละการลดลงของลูกน้ำมีมากกว่าร้อยละ 80 ภายใน 3 วัน (Gunasekaran *et al*., 2004)

ในปี ค.ศ 2005 มีการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) โดยใช้ *Bti* IPS-82 ร่วมกับ *Bs* ควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญระยะที่ 4 โดยใช้ *Bti* IPS-82 ถึง 21 เท่า และ *Bs* 32 เท่า พบว่ามีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการดื้อต่อ *Bs* ของลูกน้ำยุงรำคาญ (Park *et al*., 2005)

ในปี พ.ศ. 2548 มีรายงานการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพสารกำจัดลูกน้ำยุงลายระหว่างสารเคมี temephose 10 % tablet (Code : CF104/46) กับแบคทีเรียชนิดเม็ด (*Bti* 1,000 ไอทียู/มิลลิกรัม) ในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย (*Ae. aegypti*) โดยการนำสารเคมี temephos และ *Bti* มาทำการทดสอบกึ่งภาคสนาม โดยใช้ภาชนะบรรจุน้ำขนาด 200 ลิตร มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน ๆ ละ 40 ลิตร ของภาชนะทดสอบและเติมน้ำให้มีปริมาณคงที่ 200 ลิตร/ถัง นำตะแกรงใส่ลูกน้ำวางลงในภาชนะทดสอบถังละ 50 ตัว เมื่อครบ 24 ชม. จึงตรวจนับจำนวนลูกน้ำยุงลายที่ตาย หลังจากนั้นทำการทดสอบ ทุก 15 วัน จนครบ 6 เดือน หรือเมื่อผลการทดสอบพบว่าลูกน้ำตายน้อยกว่า 50 % จึงยุติการทดสอบ พบว่า ประสิทธิภาพการใช้สาร temephos 10 % tablet สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ 100 % และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างอัตราการใช้ 1 เม็ด ต่อ น้ำ 200 ลิตร และ 2 เม็ด ต่อน้ำ 200 ลิตร ตลอดระยะเวลา 120 วัน แต่เมื่อระยะเวลา 153 วัน การใช้ temephos 10 % tablet อัตรา 1 เม็ด ต่อน้ำ 200 ลิตร ความสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายลดลงเหลือ 50.70 % แต่อัตราการใช้ 2 เม็ด ต่อน้ำ 200 ลิตร ยังคงให้ผลดีในการกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ 93.40 % และยังคงทดสอบต่อเนื่อง สำหรับผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้ *Bti* สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ 100 % ใน 24 ชั่วโมงแรก และ

พบมีคราบฝ้าขาวลอยบนผิวน้ำเมื่อใส่ แบคทีเรียในวันแรก ในวันที่ 15 กำจัดลูกน้ำยุงลายได้ 74.70% ทั้งนี้ในวันที่ 34, 49 และ 70 มีอัตราการตายของลูกน้ำลดลงน้อยกว่า 50 % จึงยุติการทดสอบสารเคมีจุลินทรีย์ (สมพิศ โอฐวารี และคณะ, 2548)

ในปี ค.ศ. 2005 มีรายงานการใช้ *Bs* อย่างเดียว และการใช้ *Bs* ร่วมกับยีน Cyt1A ที่มาจาก *Bti* ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) พบว่ากลุ่มที่ใช้ *Bs* อย่างเดียวสามารถต้านการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงรำคาญได้ทันทีหลังจากการใช้และจะมากกว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับยีน Cyt1A ที่มาจาก *Bti* ซึ่งจะค่อย ๆ เพิ่มความต้านทานอย่างช้า ๆ (Margaret *et al.,* 2005)

ในปี พ.ศ. 2549 มีรายงานการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) โดยใช้ตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน ได้แก่ ตัวอย่างน้ำที่มีค่า BOD = 3.35, 52.76, 90.05 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ใส่ในตู้ปลาขนาด 30x62x30 เซนติเมตร ตู้ละ 40 ลิตร โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ผลการทดลองพบว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และการใช้ *Bs* อย่างเดียวในสัปดาห์ที่ 1 มีการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ 100 % และการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* สามารถควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญได้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ นานกว่าการใช้ *Bs* อย่างเดียวและการใช้ *Bti* อย่างเดียว ตามลำดับ (ปานทิพย์ ผลความดี, 2549)

1.5.3 **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (insect growth regulator)**

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1.5.3.1 สารคล้ายจูวิไนล์ฮอร์โมน (juvenile hormone analogues) เช่น เม็ทโทปรีน (methoprene) ชื่อทางการค้า Altosid,® Apex,® Precor,® Ovitrol® ฯลฯ สารดังกล่าวทำให้ตัวอ่อนแมลงไม่สามารถลอกคราบเป็นดักแด้ การเจริญเติบโตผิดปรกติจึงตาย มีฤทธิ์ในการกำจัดลูกน้ำประมาณ 2-4 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อตัวโม่งที่มีอยู่ก่อนแล้วในตุ่ม แต่อาจพบการตายในระยะลูกน้ำและตัวโม่งซึ่งเกิดใหม่ เม็ทโทปรินมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ ค่า LD_{50} ทางปากเท่ากับ 34,600 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (อุดม ปรีชาปัญญา, 2548)

1.5.3.2 สารยับยั้งการสร้างผนังลำตัวแมลง(chitin synthesis inhibitors) เช่น diflubenzuron, triflumuron, novaluron ชื่อการค้า เช่น Dimilin,® Difluron,® Larvakil,® Misoomite® สารกลุ่มนี้ไปรบกวนการสร้างไคติน (chitin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังลำตัวแมลง ออกฤทธิ์เร็วกว่าจูวิไนล์ฮอร์โมน (อุดม ปรีชาปัญญา, 2548) โดยเฉพาะ novaluron จัดเป็นสารควบคุมตัวใหม่ที่จัดอยู่ใน class diflubenzoylureas family benzoyl urea มีชื่อทางการค้าคือ Oscar 100® นิยมใช้กันมากในต่างประเทศ ได้แก่ แอฟริกาใต้ อาร์เจนตินา และออสเตรเลีย ผลิต

โดยโรงงาน Makhteshim ประเทศ สหรัฐอเมริกาได้รับการขึ้นทะเบียนวันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2544 และมีรายงานว่าสามารถต้านการลอกคราบของลูกน้ำยุงที่ระดับความเข้มข้น 1-5 ไมโครกรัม/ลิตร และผลการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า novaluron สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายดีกว่ายุงรำคาญ และยุงก้นปล่อง ใช้ได้กับแหล่งน้ำที่มีความสกปรกมาก (Mulla *et al.,* 2003) มีความสามารถในการละลายน้ำต่ำ เสถียรที่ pH 5 และ 7 และละลายน้ำได้ที่ pH 9 อุณหภูมิ 25 ˚C แต่มีข้อยกเว้นว่าถ้าโดนแสงจะค่อย ๆ สลายตัวอย่างช้าๆ โดยทั่วไปแล้วจะมีความเป็นพิษต่ำต่อ นก ปลา ไส้เดือนและพืชน้ำ แต่จะมีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์ทะเล novaluron มีค่าครึ่งชีวิต (half-life) ในดินประมาณ 68-76 วัน สำหรับค่าครึ่งชีวิตในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ดังนี้ ที่อุณหภูมิ 25˚C, 50 ˚C และ 70˚C พบว่า มีค่าครึ่งชีวิต เท่ากับ 101 วัน, 1.2 ชั่วโมง และ 2.2 ชั่วโมง ตามลำดับ (WHO, 2005)

การทดสอบความเป็นพิษของ novaluron ต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในห้องปฏิบัติการ พบว่าในหนูมีค่า *LD_{50} > 5,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทางปาก LD_{50} > 2,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทางผิวหนัง **LC_{50} > 5.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทางการหายใจ สาร novaluron ไม่ก่อความระคายเคืองต่อตาและผิวหนังของกระต่าย จากการตรวจสอบการกระจายตัวของ novaluron ในสัตว์ทดลอง พบว่า novaluron สะสมที่ม้ามเป็นส่วนใหญ่ ระดับความเข้มข้นที่ไม่สามารถสังเกตอาการผิดปรกติ ประมาณ 8.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน ในขณะเดียวกัน ระดับความเข้มข้นที่สามารถสังเกตอาการผิดปรกติ ประมาณ 818.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน และมีการทดสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะของยีนโครโมโซม ดีเอ็นเอ ผ่านแบคทีเรีย *Salmonella typhimurium* + S9 พบว่าไม่เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์เม็ดเลือดขาวของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (WHO, 2005)

หมายเหตุ ค่า *LD_{50} หมายถึง ปริมาณสารเคมีที่ทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50 ถ้าค่า LD_{50} ต่ำจะเป็นพิษมากกว่าค่า LD_{50} สูง

**LC_{50} หมายถึง ความเข้มข้นของสารที่ทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50 ของสัตว์ทดลองทั้งหมด

ข้อดีของสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง

1. มีความจำเพาะเจาะจงต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นเป้าหมาย
2. เป็นการหลีกเลี่ยงพิษตกค้างและการดื้อต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 มีรายงานการศึกษาประสิทธิภาพของสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงชนิด flucylozuron และ diflubenzuron ในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย (*Ae. aegypti*) และลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) โดยศึกษากับลูกน้ำทั้ง 2 ชนิดในระยะที่ 4 แล้วติดตามอัตราการตายของลูกน้ำทุก ๆ วัน พบว่า diflubenzuron มีฤทธิ์คงทนในการฆ่าลูกน้ำได้นาน 23 สัปดาห์ แต่สาร flucylozuron มีฤทธิ์คงทนได้นาน 2 สัปดาห์ (พิมพา วัฒนชัย และคณะ, 2536)

ปี ค.ศ. 2002 มีรายงานการประเมินความสามารถของ novaluron ซึ่งเป็นสูตรสำเร็จของสารควบคุมการเจริญเติบโตในการควบคุมพาหะและลูกน้ำยุงรำคาญในฟิลิปปินส์ โดยให้ novaluronในอัตราส่วน 0.2, 0.5 และ 2.0 มิลลิลิตร/ลูกบาศก์เมตร ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญในการทดสอบภาคสนามที่ Tropical Medicine, Alabang, Muntinlupa City ตั้งแต่เดือนมกราคม-มีนาคม 2002 พบว่า 83% ของลูกน้ำยุงรำคาญตายภายใน 4 วันหลังจากได้รับ novaluron (Salazar, 2002)

ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 มีรายงานการใช้ novaluron ในการควบคุมการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายซึ่งทำการทดลองในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม ผลการทดลองพบว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ระดับความเข้มข้น 0.25-1.0 ไมโครกรัม/ลิตร พบว่าสามารถยับยั้งการลอกคราบของลูกน้ำยุงลายในระยะที่ 2 และ 4 ได้ถึง 100 % ลูกน้ำยุงลายในระยะที่ 2 จะไวต่อแสงมากกว่าลูกน้ำในระยะที่ 4 และที่ระดับความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม/ลิตร อัตราการตายในระยะลูกน้ำสูงที่สุด ส่วนการทดลองในภาคสนามได้ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ ที่ระดับความเข้มข้นสูง (0.05-1 มิลลิกรัม/ลิตร) และระดับความเข้มข้นต่ำ (1-20 ไมโครกรัม/ลิตร) ซึ่งใช้โอ่งเก็บน้ำกับถังพลาสติกที่มีขนาด 200 และ 75 ลิตร ตามลำดับ การใช้สารใส่ในโอ่งซึ่งใช้ระดับความเข้มสูงสามารถยับยั้งการลอกคราบได้ถึง 86-96 % ภายในระยะเวลา 190 วันหลังจากนั้นอัตราการตายก็จะค่อย ๆ ลดลง (Mulla *et al.,* 2003)

ปี ค.ศ. 2005 มีรายงานการทดสอบความเป็นพิษของ novaluron ที่มีต่อแมลง *Podisus maculiventris* ซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติที่พบได้ทั่วไปในทวีปอเมริกาเหนือ ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการนำตัวอ่อนแมลง *Podisus maculiventris* ในระยะไข่ ที่อาศัยอยู่บนใบพืช ให้สัมผัสกับ novaluron ซึ่งเป็นสารยับยั้งการลอกคราบผนังลำตัวของแมลงที่ระดับความเข้มข้น 18.7 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง พบว่าตัวอ่อนของแมลงระยะที่ 2 ไม่สามารถลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยได้และ เมื่อเวลาผ่านไป 5 วัน พบว่าตัวอ่อนของแมลงตายไป 50 % (Cutler *et al*., 2005)

ปี ค.ศ.2006 มีรายงานการใช้ novaluronในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ซึ่งอยู่ในแหล่งน้ำสกปรกบริเวณชุมชนแออัดในเขตกรุงเทพมหานครและการโดยผสม novaluron กับน้ำในปริมาณ 10 มิลลิกรัม/ตารางเมตร หลังจากนั้นทำการฉีดพ่นบริเวณที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงเมื่อเวลาผ่านไป 3-7 สัปดาห์ จำนวนลูกน้ำยุงรำคาญลดลงอย่างมาก และพบว่า novaluronไม่ส่งผลกระทบต่อปลาและพืชน้ำที่อยู่บริเวณนั้นด้วย (Tawatsin *et al*., 2006)

1.6 วัตถุประสงค์

1.6.1 เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) โดยการใช้ Vectolex® WDG (*Bs* สายพันธุ์ 2362), Bacillet® 8 WT (*Bti*) และ Oscar® 100 (novaluron)

1.6.2 เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) โดยการใช้สูตรผสมระหว่าง Vectolex® WDG (*Bs* สายพันธุ์ 2362), Bacillet® 8 WT (*Bti*) และ Oscar® 100 (novaluron)

1.7 ขอบเขตของการวิจัย

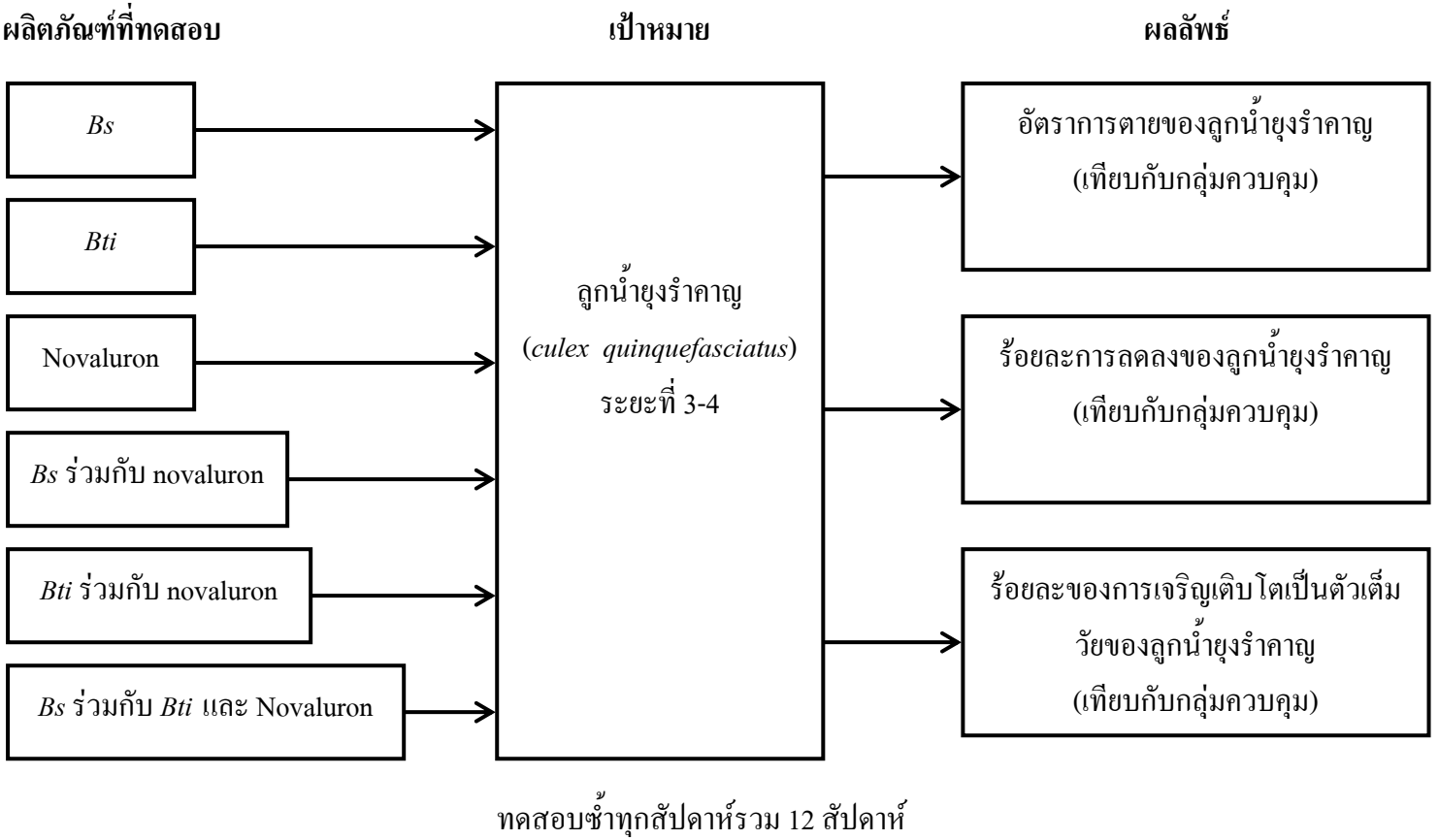
การศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้แบคทีเรีย *Bs* และ *Bti* ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงเพื่อศึกษาประสิทธิผลการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ ของ *Bs*, *Bti* และ novaluron และสูตรผสมระหว่าง *Bs*, *Bti* และ novaluron

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 ทำให้สามารถเลือกใช้แบคทีเรียและสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ

1.8.2 ลดการใช้สารฆ่าแมลงในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม

1.9 กรอบแนวคิด



ภาพประกอบ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แบคทีเรียสูตรสำเร็จและสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงสำหรับศึกษาประสิทธิผลในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ และสารเคมีอื่น ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

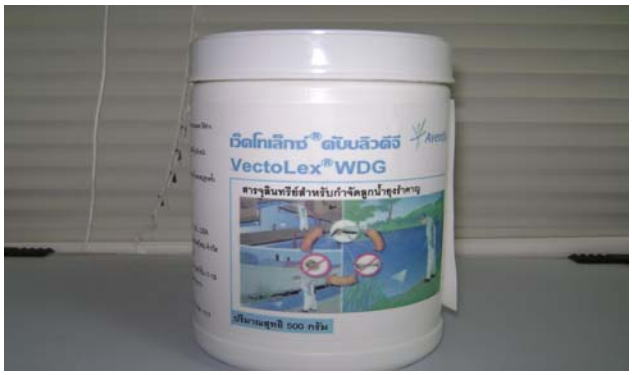
2.1.1.1 แบคทีเรียสูตรสำเร็จ

- Vectolex® WDG (*Bacillus sphearicus* สายพันธุ์ 2362) (*Bs* สายพันธุ์ 2362) ซึ่งมีความแรง 650 ไอทียู/มิลลิกรัม ในปริมาณ 170 มิลลิกรัม/ตารางเมตร (ภาพประกอบ 7) ผลิตโดย บริษัท อเวนตีส ครอปซายน์จำกัด ธุรกิจสายวิทยาการสิ่งแวดล้อม 127/22-23 อาคารปัญจธานีทาวเวอร์ ชั้น 17-18 ถ. นนทรี แขวงช่องนนทรี เขตยานาวา ก.ท.ม ฯ 10120 อายุการใช้งาน 3 ปี วันผลิต 11 ธันวาคม 2549 ถึง 11 ธันวาคม 2551

- Bacillet® 8 WT (*Bacillus thuringiensis israelensis*) (*Bti*) ซึ่งมีความแรง 1,000 ไอทียู/มิลลิกรัม ในปริมาณ 5 มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพประกอบ 8) ผลิตโดย บริษัท เอส.ซี.เค (269) จำกัด 8/114 ซ. ประดิพัทธ 15 ถ. ประดิพันธ สามเสนในพญาไท ก.ท.ม ฯ 10400 อายุการใช้งาน 3 ปี วันผลิต 9 กันยายน 2549 ถึง 9 กันยายน 2551

2.1.1.2 สารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง

- (Oscar® 100) Novaluron ใช้ในปริมาณ 0.1-0.5 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1,000 ลิตร (ภาพประกอบ 9) ผลิตโดย บริษัท เอส.ซี.เค (269) จำกัด 8/114 ซ. ประดิพัทธ 15 ถ. ประดิพันธ สามเสนใน พญาไท ก.ท.ม ฯ 10400 อายุการใช้งาน 3 ปี วันผลิต 3 ตุลาคม 2549 ถึง 3 ตุลาคม 2551



ภาพประกอบ 6 สูตรสำเร็จ Vectolex® WDG (*Bs*)

ภาพประกอบ 7 สูตรสำเร็จ Bacillet® 8 WT (*Bti*)

ภาพประกอบ 8 Oscar® 100 (novaluron)

2.1.1.4 สารเคมี

- Alkali iodide azide reagent (AIA)
- conc.H_2SO_4
- $MnSO_4$
- Potassium iodide (KI)
- 0.025 M Na_2SO_3
- Potassium bi-iodate [$KH(IO_3)_2$]
- น้ำแป้ง
- Phosphate buffer solution
- Magnesium sulfate solution
- Calcium chloride solution
- Ferric chloride solution
- 1+9 H_2SO_4

2.1.2 อุปกรณ์

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ อุปกรณ์ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของลูกน้ำยุง ดังนี้

2.1.2.1 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ

- ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร
- กล่องโฟมมีน้ำแข็งรักษาอุณหภูมิตัวอย่างน้ำ
- ขวดน้ำกลั่น
- ทิชชู
- ปากกาเคมี

2.1.2.2 อุปกรณ์วิเคราะห์ทางด้านกายภาพและเคมี

- pH meter ของ Russel รุ่น RL
- Thermometer
- กล้องจุลทรรศน์ ของ Nikon รุ่น Alphalot-2
- เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ของ Mettler รุ่น AB 204
- โถดูดความชื้น
- จานกระเบื้อง
- กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 20,100,1000 มิลลิลิตร
- อ่างไอน้ำ (steam bath) ของ Memmert รุ่น W 760
- เตาอบ (drying oven) ของ Memmert รุ่น ULM 500
- บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- ปิเปต (pipette) ขนาด 5,10 มิลลิลิตร
- ขวดรูปกรวย (volumetric flask) ขนาด 250,500 มิลลิลิตร
- บิวเรตต์ (burette) ขนาด 25,50 มิลลิลิตร
- Air incubator (อุณหภูมิ 20 ± 1^{O}C)
- เครื่องเติมอากาศ และหัวลูกฟู่
- ลูกสูบยาง
- แท่งแก้ว
- Stand and clamp
- ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร พร้อมจุกแก้วที่เป็น ground joint

2.1.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของลูกน้ำยุง

- ถังพลาสติกขนาด 55 ลิตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร
- หลอดดูดตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ

- ผ้าขาวบาง

-ไฟฉาย

2.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2550 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2551 โดยมีขั้นตอนการวิจัยเรียงตามลำดับดังนี้

2.2.1 นำน้ำเสียจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่อยู่ในเขตอำเภอหาดใหญ่ (ชุมชนวัดโคกสมานคุณ) ที่พบยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) วางไข่ เทใส่ในถังพลาสติกขนาด 55 ลิตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ในปริมาณ ถังละ 40 ลิตร

2.2.2 ศึกษาคุณภาพน้ำโดยการหาค่า BOD, DO, pH, conductivity, Total solids และอุณหภูมิของน้ำ ตามวิธีการใน Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WEF, 1998) (ตารางที่ 2)

2.2.3 ทำการทดลองชุดแรก โดยนำลูกน้ำยุงรำคาญระยะที่ 3-4 ใส่ในถังทั้ง 4 ถัง ถังละ 50 ตัว โดยให้ถัง 3 ถังเป็นกลุ่มทดลองและอีก 1 ถังเป็นกลุ่มควบคุมทำ 5 ซ้ำพร้อม ๆ กัน (รวมทั้งหมด 1,000 ตัว) รวม 20 ถัง (ภาพประกอบ 10)

2.2.4 เตรียมสารละลาย *Bs*, *Bti* และ novaluron โดยใช้ *Bs* สูตรสำเร็จ (Vectolex® WDG) ใช้ในปริมาณ 0.01 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (ต่อถัง) ทำทั้งหมด 5 ถัง *Bti* สูตรสำเร็จ (Bacillet® 8 WT) ใช้ในปริมาณ 0.2 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (ต่อถัง) ทำทั้งหมด 5 ถัง และ novaluron (Oscar®100) ใช้ในปริมาตร 0.01 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (ต่อถัง) ทำทั้งหมด 5 ถัง

2.2.5 เทสารละลายที่เตรียมไว้ลงในถังกลุ่มทดลองพร้อม ๆ กันหลังจากนั้นใช้ผ้าขาวบางปิดถังเพื่อป้องกันไม่ให้ลูกน้ำที่จะกลายเป็นตัวเต็มวัยบินออกไปได้

2.2.6 ทำการติดตามประเมินผลทุก 24 ชั่วโมง จนกระทั่งลูกน้ำยุงรำคาญกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มตายหรือกลายเป็นตัวเต็มวัยทั้งหมด

2.2.7 หาอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ (% mortality) หาร้อยละการลดลงของลูกน้ำ (% reduction) (Mulla *et al.,* 1971) และร้อยละของลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย เพื่อดูประสิทธิผลในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญของสารแต่ละกลุ่ม

2.2.8 จากนั้นทุก ๆ 7 วันทำการใส่ลูกน้ำยุงรำคาญระยะที่ 3-4 ในทั้ง 4 กลุ่ม (กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม) ถังละ 50 ตัว (รวมทั้งหมด 1,000 ตัว) และติดตามประเมินผลเหมือนครั้งแรกที่ใส่ลูกน้ำยุงรำคาญ

2.2.9 ทำซ้ำข้อ 2.2.8 จนครบระยะเวลา 12 สัปดาห์ เมื่อครบ 12 สัปดาห์ ทำการเปรียบเทียบประสิทธิผลในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญระหว่างกลุ่มที่ใส่ *Bs*, *Bti* และ novaluron

2.2.10 ในการทดลองชุดที่สอง (ทำพร้อม ๆ กันกับการทดลองชุดแรก) นำน้ำเสียจากแหล่งเพาะพันธุ์ยุงตามธรรมชาติแหล่งเดิม ใส่ในถังรวมทั้งหมด 20 ถัง ถังละ 40 ลิตร

2.2.11 นำลูกน้ำยุงรำคาญระยะที่ 3-4 ใส่ในถังทั้ง 4 ถัง ถังละ 50 ตัว โดยให้ถัง 3 ถังเป็นกลุ่มทดลองและอีก 1 ถังเป็นกลุ่มควบคุมทำ 5 ซ้ำพร้อม ๆ กัน (รวมทั้งหมด 1,000 ตัว) รวม 20 ถัง (ภาพประกอบ 11)

2.2.12 เตรียมสารละลาย *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron, และ โดยใช้ในปริมาณที่ระบุในข้อ 2.24

2.2.13 ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 2.2.5-2.2.8 จนครบระยะเวลา 12 สัปดาห์ เมื่อครบ 12 สัปดาห์ทำการเปรียบเทียบประสิทธิผลในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญระหว่างกลุ่มที่ใส่ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ตามลำดับ

2.2.14 วิเคราะห์คุณภาพน้ำอีกครั้งหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองโดยการหาค่า BOD, DO, pH, conductivity, Total solids และอุณหภูมิของน้ำ เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพน้ำก่อนทดลองและหลังทดลอง

2.2.15 ประเมินผลการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญระหว่างกลุ่มทดลองต่างๆโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมว่าแตกต่างกันหรือ ไม่อย่างไร

ภาพประกอบ 9 กลุ่มทดลองที่ใช้ *Bacillus sphearicus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron

ภาพประกอบ 10 กลุ่มทดลองที่ใช้ *Bacillus sphearicus* (*Bs*) ร่วมกับ novaluron, *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron

ตารางที่ 2 วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
พีเอช (pH)	pH meter
DO (Dissolved Oxygen)	Azide modification
BOD (Biochemical Oxygen Demand)	5 Day BOD test
Total Solids	Dried at 103-105 ^{o}C
Conductivity	Conductivity meter
อุณหภูมิ	Thermometer

2.3 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญระยะต่าง ๆ ร้อยละของลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ และอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ

$$\text{ร้อยละของการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ} = \left\{ 1 - \left(\frac{T_2 / C_2}{T_1 / C_1} \right) \right\} \times 100$$

$$= 100 - \left(\frac{T_2 x C_1}{T_1 x C_2} \right) \times 100$$

(Mulla *et al.,* 1971)

เมื่อให้

C_1 = ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกน้ำ, ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยในกลุ่มควบคุมก่อนทดลอง

C_2 = ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกน้ำ, ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยในกลุ่มควบคุมหลังทดลอง

T_1 = ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกน้ำ, ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยในกลุ่มทดลองก่อนทดลอง

T_2 = ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกน้ำ, ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยในกลุ่มทดลองหลังทดลอง

ร้อยละของลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ = (A/B) x 100

เมื่อให้

A = ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในกลุ่มทดลอง

B = ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในกลุ่มควบคุม

อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ =

$$\left(\frac{\text{ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกน้ำที่ตาย}}{\text{จำนวนลูกน้ำที่ทดลอง}} \right) \times 100$$

Abbott's formula (Abbott, 1925)

อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ =

$$\frac{\text{จำนวนลูกน้ำที่ตายจากการทดลอง} - \text{จำนวนลูกน้ำที่ตายจากชุดควบคุม} \times 100}{\text{จำนวนลูกน้ำที่ตายจากการทดลอง}}$$

2.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเชิงวิเคราะห์ (analytical statistics) โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ ค่าร้อยละที่ลูกน้ำสามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยและ ค่าอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ ของกลุ่มทดลองที่ใช้ *Bs*, *Bti*, Novaluron และสูตรผสมทั้งสามกลุ่ม โดยใช้ Tukey HSD test และนอกจากนี้จะเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำในกลุ่มต่างๆ ก่อนและหลังการทดลองด้วย

บทที่ 3

ผลการทดลอง

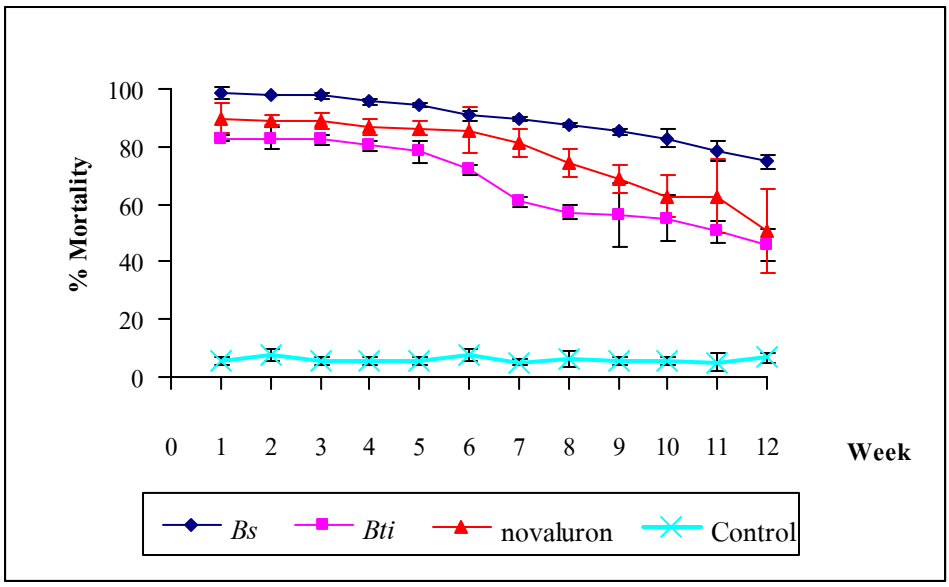
การศึกษาประสิทธิผลของการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) โดยใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron และสูตรผสม 3 สูตรได้แก่ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron โดยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และมีการเติมลูกน้ำยุงรำคาญในวันแรก (วันจันทร์) ของทุกสัปดาห์ มีผลการทดลองดังนี้

3.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)

3.1.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron

พบว่า ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังจากการใช้ *Bs* มีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 98.40 ± 2.19) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ 74.80 ± 2.28) การใช้ *Bti* ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 82.80 ± 5.02) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ 45.60 ± 14.79) ส่วนการใช้ novaluron ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 92.80 ± 1.10) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ 50.80 ± 5.58) ส่วนในกลุ่มควบคุมตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 มีค่าอัตราการตายอยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 7 แต่ไม่พบอัตราการตายในสัปดาห์ใดมีค่ามากกว่าร้อยละ 10 (ภาพประกอบ 11)

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญหลังจากการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs* สูงกว่าการใช้ novaluron และ *Bti* ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 1)



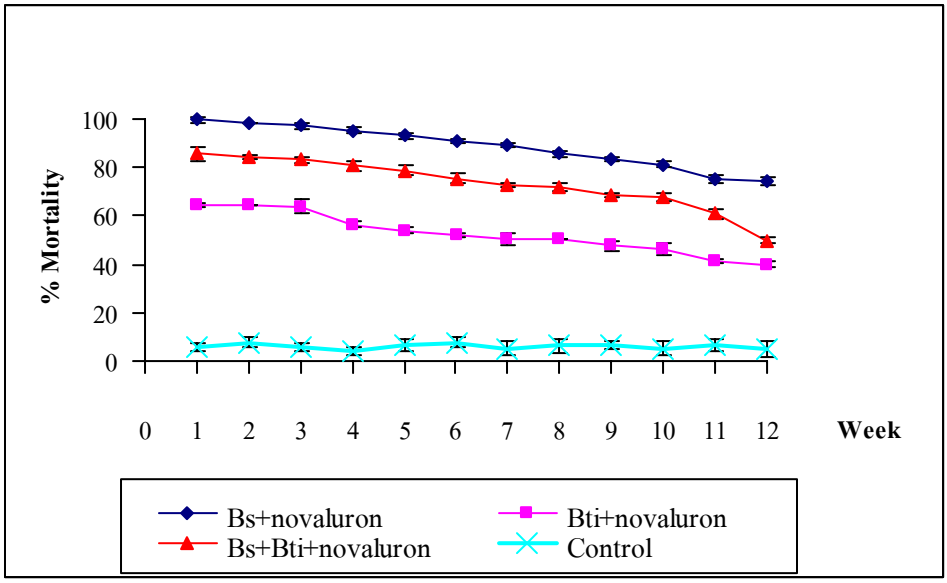
ภาพประกอบ 11 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)ของอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

3.1.2 ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron

พบว่า ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ของอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังจากการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron มีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 99.60 ± 0.89) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ 74.40 ± 1.67) การใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 64.80 ± 2.68) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ 40.00 ± 1.41) ส่วนการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1(ร้อยละ 85.60 ± 0.89) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ 49.80 ± 1.09) ส่วนในกลุ่มควบคุมตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 มีค่าอัตราการตายอยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 7 แต่ไม่พบอัตราการตายในสัปดาห์ใดมีค่ามากกว่าร้อยละ 10 (ภาพประกอบ 12)

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญหลังจากการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 ค่าเฉลี่ยอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron

สูงกว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron และ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 2)



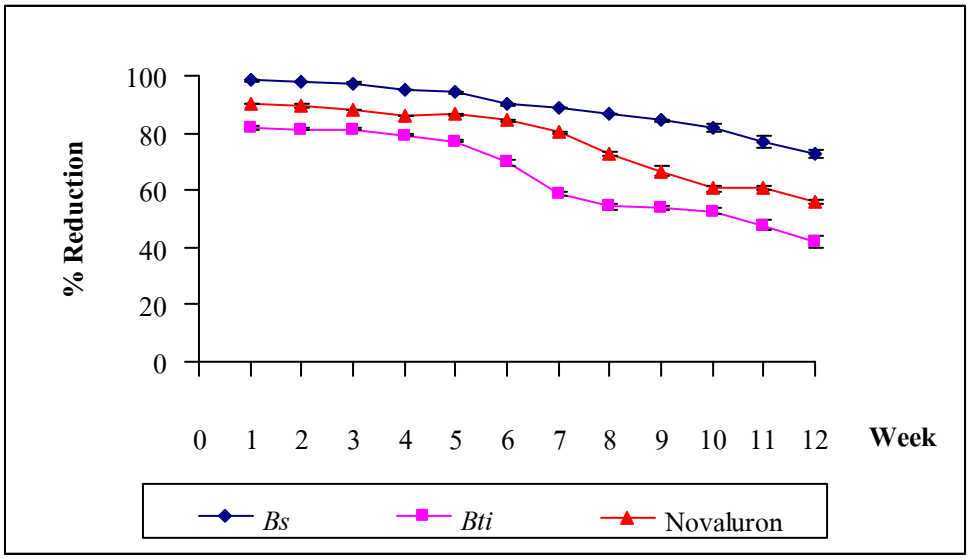
ภาพประกอบ 12 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ภายหลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับ novaluron, *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

3.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)

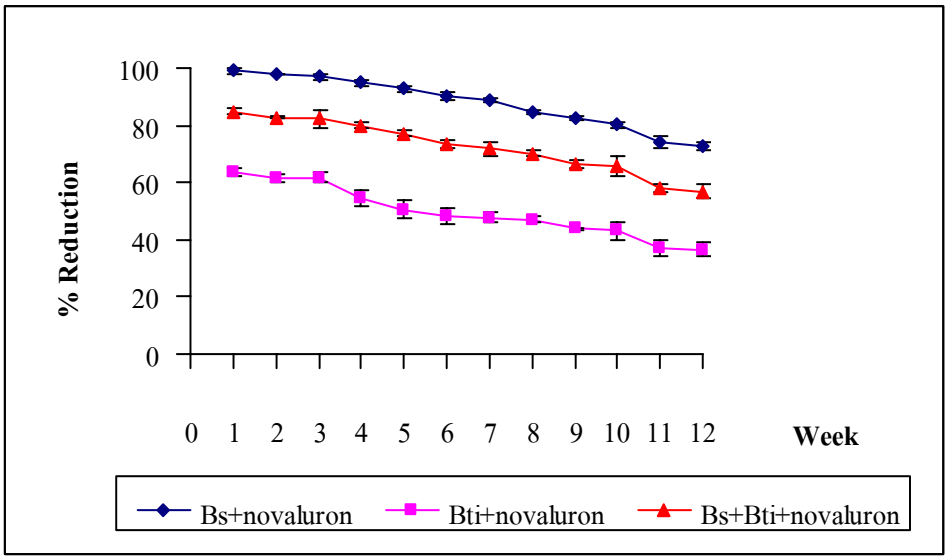
พบว่า ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังจากการใช้ *Bs* ให้ค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 98.31 ± 0.32) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่12 (ร้อยละ72.96 ± 0.33) การใช้ Bti ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 81.78 ± 0.76) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ 42.06 ± 2.18) ส่วนการใช้ novaluron ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญสูงสุดในสัปดาห์ที่1(ร้อยละ92.37 ± 0.16)และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ55.79 ± 0.77) (ภาพประกอบ 13) ส่วนค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังจากการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron มีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 99.15 ± 0.16) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่12 (ร้อยละ 72.99 ± 0.19) การใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุง

รำคาญสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 63.56 ± 0.23) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ36.64 ± 0.37) ส่วนการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญสูงสุดในสัปดาห์ที่ 1(ร้อยละ84.74 ± 0.14) และค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ56.96 ± 0.31) (ภาพประกอบ 14)

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 1-12 ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญหลังการใช้ *Bs* สูงกว่าการใช้ novaluron และ *Bti* ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 3) ส่วนผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 1-12 พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron สูงกว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron และ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 4)



ภาพประกอบ 13 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.) หลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 1-12



ภาพประกอบ 14 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.) หลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับnovaluron, *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่1-12

3.2.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) หลังการใช้สารแต่ละชนิดเดี่ยว ๆ หรือใช้ร่วมกับสารอื่น

พบว่า ร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs* ไม่แตกต่างจากภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron ($p>0.05$) แต่สูงกว่าภายหลังการใช้ novaluron, การใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron, การใช้ *Bti* และการใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 5)

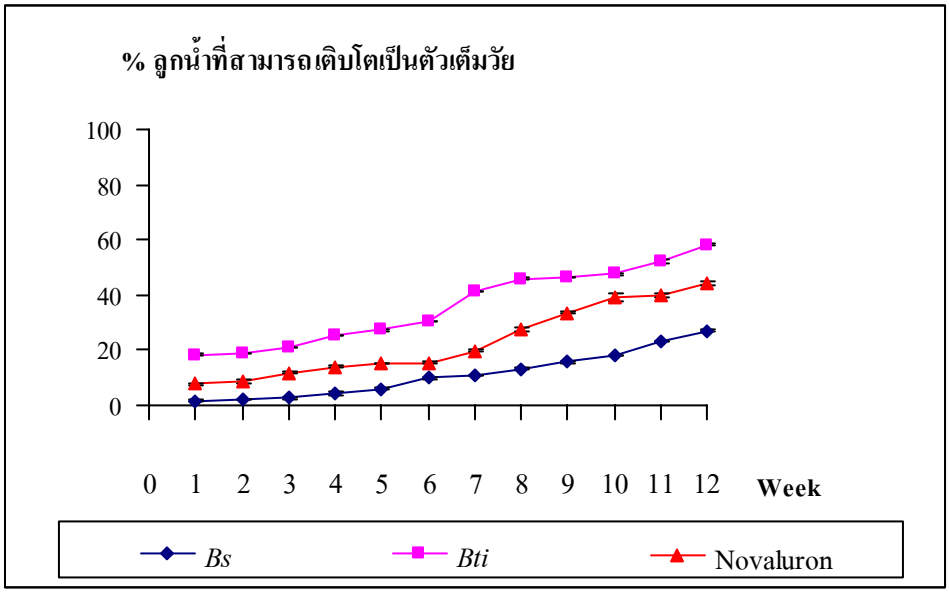
3.3 ค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย

3.3.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้หลังจากการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron

พบว่า ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ภายหลังจากการใช้ *Bs* มีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ1.70 ±

0.32) และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่12 (ร้อยละ 27.03 ± 0.33) การใช้ *Bti* ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 18.25 ± 0.34) และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ 58.26 ± 0.20) ส่วนการใช้ novaluron ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 92.80 ± 1.10) และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่12 (ร้อยละ7.62 ± 0.16) (ภาพประกอบ 15)

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้หลังจากการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 ค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ภายหลังการใช้ *Bs* ต่ำกว่าการใช้ novaluron และการใช้ Bti ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 6)

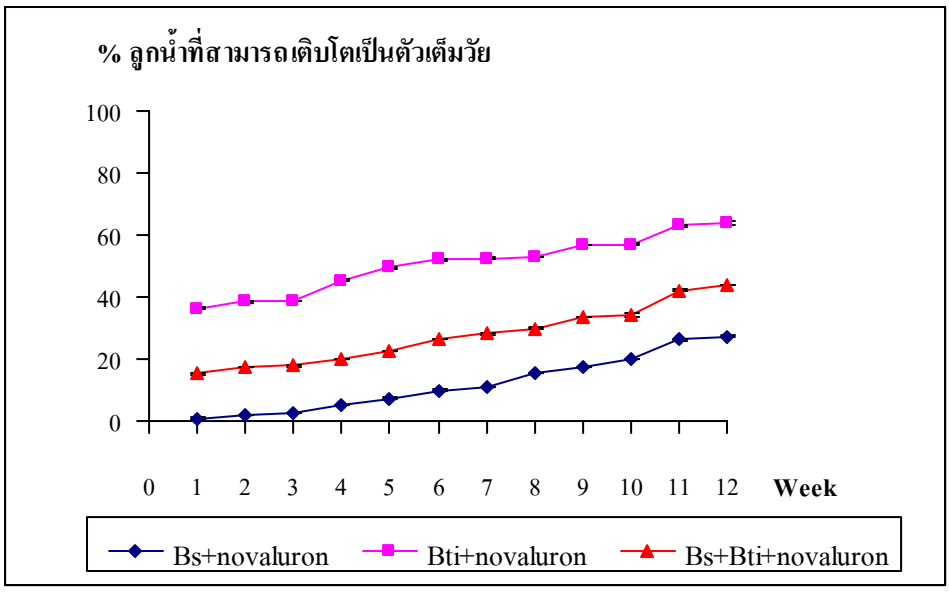


ภาพประกอบ 15 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ภายหลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluronในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 1-12

3.3.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้หลังจากการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron

พบว่า ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ภายหลังจากการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron มีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ0.83 ± 0.16) และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่12 (ร้อยละ 27.24 ± 0.22) การใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 36.45 ± 0.17) และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ63.89 ± 0.41) ส่วนการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ให้ค่าค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 1 (ร้อยละ 15.26 ± 0.14) และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 12 (ร้อยละ43.88 ± 0.31) (ภาพประกอบ 16)

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้หลังจากการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* novaluron พบว่า ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 -12 ค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron ต่ำกว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron และการใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางภาคผนวกที่ 7)



ภาพประกอบ 16 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ภายหลังการใช้ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ร่วมกับ novaluron และ *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 1-12

3.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในกลุ่มที่ใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron

จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิ (T) ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) และปริมาณบีโอดี (BOD) ของกลุ่มควบคุมก่อนทดลองและหลังทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็ง (TS) และค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของกลุ่มควบคุมก่อนทดลองและหลังทดลองไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) สำหรับค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) และ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของกลุ่มที่ใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ส่วนปริมาณของแข็ง (TS) และปริมาณบีโอดี (BOD) ของกลุ่มที่ใช้ *Bs* แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อใช้ *Bti* และ novaluron ให้ค่าไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) อุณหภูมิ (T) ของกลุ่มที่ใช้ *Bti* ให้ค่าแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อใช้ *Bs* และ novaluron ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ส่วนปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ของกลุ่มที่ใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม

หลังทดลอง ($p>0.05$) แต่จะแตกต่างกับกลุ่มควบคุมก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองใช้สารเดี่ยว *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron

พารามิเตอร์	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง			
	กลุ่มควบคุม	*Bs*	*Bti*	novaluron	กลุ่มควบคุม
pH	8.83	8.40	8.42	8.45	8.19
TS	921.68	794.60*	931.30	865.08	931.40
T ($^{\circ}$C)	25.06*	28.70	27.00*	28.30	28.35
Conductivity (μs/cm)	418.80	398.20	423.20	403	373.20
DO (mg/l)	5.21*	7.65	7.71	7.51	7.33
BOD (mg/l)	52.75*	45.60*	51.20	52.40	50.80

หมายเหตุ* แตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

3.4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในกลุ่มที่ใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron

จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิ (T) ปริมาณออกซิเจนละลาย(DO)และปริมาณบีโอดี (BOD) ของกลุ่มควบคุมก่อนทดลองและหลังทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็ง (TS) และค่าการนำไฟฟ้า(Conductivity) ของกลุ่มควบคุมก่อนทดลองและหลังทดลองไม่แตกต่าง ($p>0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ของกลุ่มที่ใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) สำหรับปริมาณของแข็ง (TS) และปริมาณบีโอดี (BOD) ของกลุ่มที่ใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ค่าอุณหภูมิ (T) เมื่อใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ส่วนปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ของกลุ่มที่ใช้ *Bs* ร่วมกับ

novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมหลังทดลอง ($p>0.05$) แต่จะแตกต่างกับกลุ่มควบคุมก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองใช้สูตรผสมระหว่าง *Bacillus sphaericus* (*Bs*), *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) และ novaluron

พารามิเตอร์	**ก่อนการทดลอง**	**หลังการทดลอง**			
	กลุ่มควบคุม	*Bs*+n	*Bti*+ n	*Bs*+*Bti*+n	กลุ่มควบคุม
pH	8.20	8.42	8.49	8.40	8.33
TS	900.21	802.20*	906.20	920.20	927
T ($^{\circ}$C)	25.09*	29.00	26.14*	29.09	28.43
Conductivity (μs/cm)	417.80	400.60	427.60	425.40	400.20
DO (mg/l)	5.21*	7.70	7.68	7.56	7.36
BOD (mg/l)	52.76*	56.40*	47.59	49.40	49.00

หมายเหตุ* แตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง

n = novaluron

บทที่ 4

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ด้วยการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron และการใช้สูตรผสมระหว่าง *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในตัวอย่างน้ำที่มีสารอินทรีย์สูงปานกลางซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ยุงรำคาญสามารถวางไข่ได้ดี แล้วนำมาคำนวณหาอัตราการตาย (% mortality) โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าอัตราการตายของกลุ่มควบคุม มากกว่าร้อยละ 10 จะต้องนำอัตราการตายทั้งหมดในครั้งนั้นมาปรับด้วย Abbott's formula ก่อน (Abbott, 1925) สำหรับการทดลองครั้งนี้ไม่มีกลุ่มควบคุมใดที่มีอัตราการตายมากกว่าร้อยละ 10 จึงสามารถนำค่าอัตราการตายไปใช้ได้เลย

ลูกน้ำยุงรำคาญที่นำมาทดลองในครั้งนี้เก็บตัวอย่างมาจากแหล่งเพาะพันธุ์ตามธรรมชาติที่เป็นแหล่งเดิมทุกครั้งเมื่อนำมาจำแนกตามกุญแจแยกชนิดของยุงรำคาญในประเทศไทยพบว่าเป็นชนิดเดียวกันตลอด (Rampa, 1994) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่พบว่ายุงรำคาญชอบวางไข่ในแหล่งน้ำที่มีตัวโม่งของยุงรำคาญชนิดเดียวกันอาศัยอยู่ (Suleman and Shirin , 1981) การคำนวณค่าร้อยละการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญในการทดลองครั้งนี้จะรวมจำนวนที่ยังเหลืออยู่ของทั้งลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัย เนื่องจากลูกน้ำยุงที่ใช้จะอยู่ในระยะ 3-4 จึงมีบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตัวโม่งและตัวเต็มวัยได้ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

จากผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่าค่าร้อยละของการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs* ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 มีแนวโน้มลดลงและสูงกว่าการใช้ *Bti* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่า การใช้ *Bs* มีประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญได้ดีกว่าการใช้ *Bti* ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปานทิพย์ ผลความดี (2549), Karch และคณะ (1991), Nicolas และคณะ (1987) และ Hornby และคณะ (1984) ที่รายงานว่าการใช้ *Bs* สามารถควบคุมลูกน้ำได้เป็นระยะเวลานานกว่าการใช้ *Bti* และสอดคล้องกับการศึกษาความเป็นพิษของ *Bti* ที่พบว่ามีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับอายุของลูกน้ำ นั่นคือ *Bti* มีความเป็นพิษมากกับลูกน้ำระยะต้นๆ มากกว่าลูกน้ำระยะท้าย ๆ (Gillet and Escaffre, 1979 ; Olejnicet, 1986) ซึ่งลูกน้ำยุงที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้อยู่ในระยะ 3-4 ดังนั้นทำให้ประสิทธิภาพของ *Bti* ลดน้อยลง โดยทั่วไป *Bti* สามารถควบคุมลูกน้ำยุงลายได้ดีที่สุด รองลงมาคือยุงรำคาญและยุงก้นปล่องตามลำดับ (Frankenhuyzen and Nystrom, 1998) ส่วน *Bs* สามารถควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญได้ดีที่สุด รองลงมาคือยุงก้นปล่องและยุงลายตามลำดับ (Margaret *et al*., 2005) และ novaluron จัดเป็นสารควบคุมฮอร์โมนเกี่ยวกับการ

เจริญเติบโตของแมลงจึงสามารถยับยั้งการลอกคราบของลูกน้ำยุงทุกชนิด ทำให้ไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ ซึ่งแตกต่างจากการใช้ *Bti* ที่เจาะจงใช้เฉพาะควบคุมยุงลายเท่านั้น ส่งผลทำให้ร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงเมื่อใช้ novaluron สูงกว่าการใช้ *Bti*

จากการสังเกตเมื่อใส่สารลงในถังทดลอง พบว่า เมื่อใช้ *Bs* และ novaluron สารสามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำได้ แต่เมื่อใช้ *Bti* สารบางส่วนตกลงไปอยู่ก้นถังที่ทำการทดลองซึ่งเหมาะกับการกำจัดลูกน้ำยุงลายที่เป็น bottom feeder แต่ตามธรรมชาติแล้วลูกน้ำยุงรำคาญจะกินอาหารแบบ column feeder คือ กินอาหารในลักษณะที่เป็นแบบแนวดิ่งทุกความลึกของน้ำทำให้ลูกน้ำสัมผัสและได้รับพิษของสารที่สามารถกระจายทุกความลึกของลำน้ำได้มากที่สุด โอกาสที่ลูกน้ำยุงรำคาญจะได้รับสารพิษของ *Bs* สูงกว่า novaluron และ *Bti* ตามลำดับ ค่าร้อยละของการลดลงของจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron สูงกว่าหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron และการใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับ จากการสังเกตพบว่าเมื่อเติม *Bti* ร่วมกับ novaluron จะเห็นคราบเป็นฝ้าขาวลอยบนผิวน้ำทำให้ลูกน้ำยุงรำคาญสัมผัสสารพิษในน้ำได้น้อยลง ส่งผลให้ร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญน้อยกว่าการใช้สูตรผสมอื่น ๆ ในขณะเดียวกันเมื่อเติม *Bs* ร่วมกับ novaluron ร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญมีมากกว่าภายหลังการใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron เนื่องจากว่าเมื่อนำสาร *Bs* มาผสมร่วมกับ novaluron แล้วสามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำได้ดีจึงเพิ่มโอกาสให้ลูกน้ำยุงรำคาญสัมผัสสารมากขึ้น อย่างไรก็ตามไม่พบรายงานที่เปรียบเทียบประสิทธิผลของการใช้สูตรผสม *Bs* ร่วมกับ novaluron การใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron และการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญอย่างที่ทำในการศึกษานี้

การค้นพบที่สำคัญในการศึกษานี้คือการที่ค่าร้อยละของการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12 ภายหลังการใช้ *Bs* ไม่แตกต่างจากภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron แต่สูงกว่าภายหลังการใช้ novaluron, การใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron, การใช้ *Bti* และ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า novaluron มีฤทธิ์ต้านการออกฤทธิ์ของ *Bti* และไม่ช่วยเสริมฤทธิ์ของ *Bs* ฤทธิ์ต้าน (antagonistic effect) ของ novaluron ที่เกิดขึ้นนี้อาจเป็นผลมาจากการไปรบกวนการออกฤทธิ์ของสารอีกตัวหนึ่ง หรือไปทำปฏิกิริยากับสารอีกตัวหนึ่งก็เป็นได้ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไป

สำหรับค่าร้อยละของลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในสัปดาห์ที่ 1-12 พบว่าในทุกสัปดาห์ ร้อยละของลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยหลังการใช้ *Bs* มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับหลังการใช้ novaluron และ *Bti* ตามลำดับ Novaluron เป็น

สารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงที่มีความเสถียรอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานและสามารถยับยั้งการลอกคราบของลูกน้ำยุงทุกชนิดไม่ให้กลายเป็นตัวเต็มวัย (WHO, 2005) แต่อาจจะออกฤทธิ์ได้ช้ากว่า *Bs* การใช้สาร *Bti* ทำให้ร้อยละของลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยมีมากที่สุดเนื่องจากว่า *Bti* เป็นผลิตภัณฑ์ประเภท biopesticide ที่ไม่สามารถเพิ่มปริมาณในสิ่งแวดล้อมได้ (อุดม ปรีชาปัญญา, 2548) และที่สำคัญจะใช้ได้ดีที่สุดกับลูกน้ำที่เป็นยุงลายมากกว่ายุงรำคาญ ส่วนร้อยละของลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron มีค่าต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron และ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับ เมื่อนำ novaluron มาผสมกับ *Bti* และ *Bs* พบว่าการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงรำคาญมีมากกว่าการใช้ *Bs* ผสมกับ novaluron อาจเป็นเพราะเมื่อเติม novaluron มาผสมกับ *Bti* ทำให้เกิดฤทธิ์ต้าน (antagonistic effect) ของสารดังกล่าวมากขึ้น ดังนั้นทำให้การเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงมีมากขึ้นตามไปด้วย

เมื่อใช้ *Bs* มีอัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญสูงกว่าการใช้ novaluron และ *Bti* ตามลำดับ และตายมากในสัปดาห์แรกของการทดลองและจะค่อย ๆ ตายน้อยลงเมื่อระยะเวลานานขึ้น เนื่องจากว่า สารแต่ละตัวถูกใช้ไปในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญของแต่ละสัปดาห์และสารพิษ *Bti* ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้เองในสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า *Bti* จะมีประสิทธิภาพดีนั้นต้องขึ้นอยู่กับสูตรผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้และพฤติกรรมการกินอาหารของลูกน้ำยุงด้วย (Foo and Yap, 1982)

สำหรับราคาของ *Bs* จะเท่ากับ 0.17 บาท/1 ถังที่ใช้ทดลอง *Bti* จะเท่ากับ 0.32 บาท/1 ถังที่ใช้ทดลอง และ novaluron จะเท่ากับ 1.50 บาท/1 ถังที่ใช้ทดลอง และเมื่อใช้ *Bs* มาผสมกับ novaluron จะเท่ากับ 1.67 บาท/1 ถังที่ใช้ทดลอง เมื่อใช้ *Bti* มาผสมกับ novaluron จะเท่ากับ 1.82 บาท/1 ถังที่ใช้ทดลอง ถ้าสารทั้งสามตัวมาผสมกัน จะเท่ากับ 2 บาท/1 ถังที่ใช้ทดลอง ดังนั้นในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญควรใช้ *Bs* ตัวเดียว หรือ *Bs* ร่วมกับ *Bti* เพื่อป้องกันการดื้อของลูกน้ำ (ปานทิพย์ ผลความดี, 2549) สำหรับการทดลองในครั้งนี้ พบว่าเมื่อใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron อย่างเดียวให้ผลดีกว่าการใช้สูตรผสม จึงไม่แนะนำให้ใช้ novaluron ร่วมกับ *Bs* หรือ *Bti*

ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองโดยใช้พารามิเตอร์ คือ pH, TS, Temperature, Conductivity, DO และ BOD นั้นมีความแตกต่างกันเล็กน้อยภายหลังการใช้สาร *Bs*, *Bti* และ novaluron อย่างเดียว เช่นเดียวกับการใช้สูตรผสมทั้ง 3 กลุ่ม เนื่องจากว่าเมื่อใช้ *Bs* พบว่าคุณภาพน้ำดีขึ้นผลิตภัณฑ์ *Bs* ที่นำมาใช้เป็นสปอร์ซึ่งเมื่อใส่ในน้ำที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์สปอร์ส่วนหนึ่งจะกลายเป็นเซลล์แบคทีเรียปกติ (vegetative cells) ซึ่งสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทำให้มีคุณสมบัติปรับสภาพน้ำเสียให้ดีขึ้นเพราะ *Bs* ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ประเภท saprophytes (Siegel and Shadduck, 1990)

บทที่ 5

บทสรุป

จากการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญโดยการทดสอบประสิทธิผลของการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron และการใช้สูตรผสม *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญโดยทดลองด้วยการเติมลงในถังน้ำเสียที่เลี้ยงลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ระยะที่ 3-4 แล้วตรวจนับจำนวนลูกน้ำที่รอดชีวิตทุก ๆ 24 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนลูกน้ำยุงรำคาญชุดใหม่ลงไปทดแทนทุก ๆ 7 วันเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ผลการทดสอบอัตราการการตายและร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1-12 อัตราการตายและร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญภายหลังการใช้ *Bs* สูงกว่าการใช้ novaluron และ *Bti* ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนการทดสอบอัตราการตายและร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญภายการใช้สูตรผสมต่าง ๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-12 พบว่า การใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron มีประสิทธิผลสูงกว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron และการใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จำนวนร้อยละของลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ทั้ง 2 ชุดการทดลองในช่วงสัปดาห์ที่ 1-12 ภายหลังการใช้ *Bs* ต่ำกว่าการใช้ novaluron และ *Bti* ตามลำดับ ส่วนสูตรผสมจำนวนลูกน้ำที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron ต่ำกว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron และ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับ

เมื่อนำสารทุกตัวมาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการควบคุมยุงรำคาญ พบว่าการใช้ *Bs* เท่ากับการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron สูงกว่าการใช้ novaluron สูงกว่าการใช้ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron สูงกว่าการใช้ *Bti* สูงกว่าการใช้ *Bti* ร่วมกับ novaluron ตามลำดับ

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ *Bs* อย่างเดียวสามารถควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ *Bti* และ novaluron ทั้งนี้ เพราะว่าแบคทีเรียแต่ละตัวมีความจำเพาะเจาะจงต่อการควบคุมลูกน้ำยุงต่างชนิดกัน โดยที่ *Bs* และ *Bti* มีความจำเพาะในการควบคุมยุงรำคาญและยุงลาย ตามลำดับและขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการกินอาหารของลูกน้ำด้วยการใช้ novaluron ร่วมกับ *Bs* หรือ *Bti* นอกจากไม่ได้ช่วยควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญให้ดีขึ้นแล้ว ยังอาจลดประสิทธิผลของการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญลงด้วย

บรรณานุกรม

กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย, กรมควบคุมมลพิษ 2544 " ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์" , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กองโรคเท้าช้าง, กรมควบคุมโรคติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข. 2549 "โรคเท้าช้าง ", (ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก : http://www.thaivbd.org/php/images/stories/filaria/report49.doc.
[20 พฤษภาคม 2551]

จริยา จันทร์ไพแสง. 2548. "รู้เรื่องการใช้แบคทีเรีย บีทีควบคุมแมลงศัตรูพืช" วารสารเคหะการเกษตร 3(3):181-186.

ชื่นจิต ชาญชิตปรีชาและประพัฒน์ เป็นตามวา. 2546. "พื้นฐานวิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม (Basic Evironmental Health Science)", มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.sut.ac.th/e-texts/Medicine/behs/index.html. [29 มิถุนายน2550]

ฎากร หลิมรัตน์. 2540. "การควบคุมยุงในบริเวณกระทรวงสาธารณสุขเนื่องในพิธีเปิดกระทรวงสาธาณสุข".วารสารโรคติดต่อ 23 (4) : 495-500.
http://www.a4s-thai.com/mcontents/marticle.php?headtitle=mcontents&id=38738&Ntype=1
[14 พฤศจิกายน 2549]

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2538. อนามัยสิ่งแวดล้อม. สงขลา : หน่วยเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทวี หอมชง. 2543. ริ้นยุง. แมลงศัตรูของคนและสัตว์. บริษัท แอ็ดวานซ์ อะโกร กรุงเทพฯ. หน้า 74-86.

พิมพา วัฒนชัย, ธำรง ค์ ผลชีวิน, วิรัตน์ สมุทรพงษ์, และประคอง พันธ์อุไร. 2533. "ประสิทธิภาพและความทนของสาร Juvenile hormone mimic (Code No : S-31183) ที่มีต่อลูกน้ำยุงรำคาญ", วารสารโรคติดต่อ. 16 : 363-371.

พิมพา วัฒนชัย, สมเกียรติ บุญญะบัญชา, ธำรงค์ ผลชีวิน, ประคอง พันธ์อุไร. 2536. " การศึกษาประสิทธิภาพของสารยับยั้งการเจริญเติบโต Flucyclozuron และ Diflubenzuron ในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) และลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)", วารสารโรคติดต่อ. 19 : 250-255.

บุญเฮียง พรหมดอนกอย. 2547. "หนทางปราบ 'ยุง' ตัวดูดเลือดที่สังคมรังเกียจ" ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://kaset.undonet.com
[10 มีนาคม 2550]

ประคอง พันธ์อุไร. 2545. “การพัฒนาการผลิตจุลินทรีย์กำจัดลูกน้ำยุง” ศูนย์ข้อมูลโรคติดเชื้อและพาหะนำโรค (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :
http ://www.a4s-thai.com/mcontents/marticle.php?headtitle=mcontents&id=38712&Ntype=1
[14 พฤษจิกายน 2549]

ประคอง พันธ์อุไร. 2547. “ยุงรำคาญมาจากไหน”, ศูนย์ข้อมูลโรคติดเชื้อและพาหะนำโรคกระทรวงสาธารณสุข (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก: http://kaset.undonet.com/. [29มิถุนายน 2550]

ปานทิพย์ ผลความดี. 2549. “ ประสิทธิภาพของ *Bacillus sphaericus* ร่วมกับ *Bacillus thuringiensis israelensis* ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ(*Culex quinquefasciatus* Mosquito) ” , วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

ปรัชญา สมบูรณ์, 2550. ยุง (Mosquetoes) . คณะแพทยศาสตร์ มหาวิยาลัยเชียงใหม่.

ภาควิชากีฏวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542. บทปฏิบัติการกีฏวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รั้วเขียว.

ภาควิชาจุลชีววิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2547. “ Insecticidal toxin from bacteria”, (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://158.108.19.9/fscicvk/cws.htm. [26 มกราคม 2550]

วิชัย คงงามสุข, ประคอง พันธ์อุไร, อุษาวดี ถาวระ และสมภพ โคตรวงษ์. 2541.“การพัฒนาการผลิตจุลินทรีย์สายพันธุ์ท้องถิ่น *Bacillus spaericus* H-5 เพื่อใช้กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ”, วารสารวิชาการสาธารณสุข. 17 : 115-126

ศุภยางค์ วรวุฒิคุณชัย, วิมลชยา วิเศษรัตน์, วิวิทย์ สมศานติ์, และประเสริฐ สันตินานาเลิศ. 2533. การศึกษาประสิทธิภาพในการทำลายลูกน้ำของ *Bacillus thuringiensis* สายพันธุ์มาตรฐาน. วารสารสงขลานครินทร์12(2) : 145-149.

สมนึก วงศ์ทอง. 2539. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 97.

สมบูรณ์ แสงมณีเดช, ขวัญเกศ กนิษฐานนท์, ตรองรัก บุญเติม, ทศพล จุฬาลักษณานุกูล, ทินกร แสงงาม , ทิพย์วรรณ สอนง่ายดี, ธนิดา วังคำ. 2547 “ประสิทธิภาพของรากหางไหลสดและน้ำสกัดในการควบคุมลูกน้ำยุง”. วารสารสัตว์แพทย์ มข. 14 (1) : 87-93.

สมพิศ โอฐวารี, บัญชา ตันตานนท์, วิสูตร์ กองชัยและ หวัน ศรีบุญ. 2548. “เปรียบเทียบประสิทธิภาพสารกำจัดลูกน้ำยุงลายระหว่างสารเคมีTemephos10%Tablet Slow release กับ สารจุลินทรีย์ชนิดเม็ด (*Bacillus thuringiensis israelensis* : *Bti* 1000 ITU/mg) ”. วารสารจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.14 : 4-12.

สมศักดิ์ พันธุวัฒนา. 2521. “การทดลองภาคสนามในการใช้จุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ควบคุมกำจัดยุงพาหะในประเทศไทย ”, ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://rde.biotec.or.th/rdedocs/proposal/5pp/AbstractCTh.doc. [12 พฤศจิกายน 2549]

สีวิกา แสงธาราทิพย์. 2549 “แบคทีเรียกำจัดลูกน้ำ” สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง (ออนไลน์). [26 มีนาคม 2550] http://www.srisangworn.go.th/index.php?module=ContentExpress&func=print&ceid=105

สุภัทร สุจริต. 2531. กีฏวิยาการแพทย์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บัณฑิตพัฒนา.

อนามัย ธีรวิโรจน์. 2537. “ความคงทนของ *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. รูปผงอัดเม็ด ต่อการการควบคุมลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* (L.) ในน้ำต่างชนิด”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขสาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อมเรศ ภูมิรัตน์, ธวัชชัย มงคลวัย, สมชาย เชื้อวัชรินทร์ และจันทร์เพ็ญ วิวัฒน์. 2547. “การผลิต *Bacillus thuringiensis* เพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช : จากรายงานวิจัยพื้นฐานสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรม”, ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://knowledge. Biotec.or.th/center.asp?change=category&text=&oder=Doc Dosc&page=42. [30 มิถุนายน 2550]

อภิวัฏ ธวัชสิน. 2545. “ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) พาหะโรคเท้าช้าง (Bancroftian filaiasis vactor)”, สถาบันวิทยาศาสตร์สาธารณสุข (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc nih/application/files/Mos06 Bancroftian-fn.pdf. [14 พฤศจิกายน 2549]

อุดม ปรีชาปัญญา. 2548. อนามัยสิ่งแวดล้อม. สมุทรปราการ : แผนกเอกสารและการพิมพ์ ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

อุษาวดี ถาวระ. 2547. ชีววิทยาและการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข . กรุงเทพ : บริษัท ดีไซร์ จำกัด.

อุษาวดี ถาวระและเผด็จ สิริยะเสถียร . 2549. “ยุง”, สถาบันวิทยาศาสตร์สาธารณสุข (ออนไลน์).เข้าถึงได้จากhttp://www.cueid.org/index.php?option=com_content&task=view&id=52&Itemid=40 [19 กรกฎาคม 2550]

Abbot, W.S.1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J.Econ.Entomol. 18 : 265-267.

APHA, AWWA and WEF. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition. Washington DC: American Public Health Association.

Borror, D.J., Delong, D.M., and Triplehron, C.A. 1976. An Introduction to the Study of Insects. New York : Holt, Rinehart and Winston,. 852 pp.

Cutler, G.C., Scott-Dupree, C.D., Tolman, J.H. and Harris, C.R. 2005. " Toxicity of the insect growth regulator novaluron to the non-target predatory bug Podisus maculiventris (Heterotera : Pentatomidae ". Biological Control 38 : 196-204.

De Barjac, H. and Sutherland, D.J.(eds). 1990. Bacterial Control of Mosquitoes & Black Flies. Unwin. Hyman Ltd., London. 349 pp.

Foo, E.S., Annie, and Yap, H.H. 1982. Comparative bioassay of *Bacillus thuringiensis* H-14 formulations against four species of mosquito in Malaysia. Southeast Asian J.Trop.Med.Pub.Hlth. 13 : 206-210.

Frankenhuyzen Van, Nystrom, K, and Nystrom, C. 1998. The *Bacillus thuringiensis* toxin specificity (online). available from http:// www.glfc. Forestry. ca/English/Bt_hompage/netintro.htm [14 November 2006]

Gillett, P., and Escaffre, H. 1979. Evaluation de *Bacillus thuringiensis israelensis* de Barjec pour lalutte contre les larvaves de *simulium domnosum* s.1. part 2, Efficacite compare de trois formulations experimentales. WHO/VBC/79.735.Mimeo

Gunasekaran, K., Boopathi Doss, P.S. and Vaidyanathan, K. 2004. "Laboratory and field evaluation of Teknar HP-D, a biolarvicidal formulation of *Bacillus thuringiensis* ssp. *Israelensis*, against mosquito vectors". Acta Tropica. 92 (5) : 109-118.

Hornby, J.A., Hertlein, B.C. and Miller,T.W., Jr. 1984. Persistent spores and mosquito larvicidal activity of *Bacillus sphaericus* 1593 in well water and sewage. J.Ga. Entomol. Soc.19 : 165-167.

Jaijakul, S., Nuchprayoon, S. 2005 . Treatment of Lymphatic filariasis Chulalongkorn Medical Journal 49(7) : 401-421.

Karch, S., Manzambi, Z.A. and Salaun, J.J. 1991. Field trials with Vectolex (*Bacillus sphaericus*) and Vectobac (*Bacillus thuringiensis* (H-14)) against Anopheles gambias and *Culex quinquefasciatus* breeding in Zaire. J.Am.Mosq.Control Assoc. 7 : 176-179.

Kumer, A., Sharma, S.P., Thavaselvam, D., Sumodan, P.K., Kamat, R.H., Audi, S.S. and Surva, B.N. 1996. Control of *Culex quinquefasciatus* with *Bacillus sphaericus* in Vasco City, Goa. J.Am. Mosq. Control Assoc. 12 : 409-413.

Margaret, C.W., Joshua, A.J., Brian, A.F. and William, E.W. 2005. Evalution of resistance toward *Bacillus sphaericus* or a mixture of *B. sphaericus* + Cyt1A from *Bacillus thuringiensis*, in the mosquetoes, *Culex quinquefasciatus* (Diptera : Culicidae) Journal of Invertebrate Pathology .88 : 154-162.

Misch, D.W. 1986. Biological control of mosquitoes. Songklanakarin J.Sci.Technol. 8 : 359-367

Mulla, M.S., Norland, R.L., Fanara, D.M., Darwazeh, H.A. and Mokean, D.W. 1971. Control of chironomid midges in the Recreational Lakes. J. Econ. Entomol. 264 : 300-307.

Mulla, M.S., Rodcharoen J., Kong-ngamsuk W., Tawatsin A., Phan-Urai P. and Thavara U. 1997. Field Trials with *Bacillus spharicus* Formulations against Polluted Water Mosquetoes in a Suburban Area of Bangkok Thailand. Journal of the American Mosquito Control Association. 13 : 297-304

Mulla, M.S., Usavadee, T., Tawatsin, A., Chompoosri, J., Zaim, M and Su, T. 2003. Laboratory and field evaluation of novaluron a new acylurea insect growth regulator against *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). Journal of Vector Ecology. 28 : 241-254.

Nicolas, L., Dossou-Yovo, J.and Hougart, J.M.1987. Persistance and recyling of *Bacillus sphaericus* 2362 spores in *Culex quinquefasciatus* breeding sites in West Africa. App.Microbiol.Biotechnol. 25 : 341-345.

Olejnicek, J. 1986. The use of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* in the biological control of blackflies in Czechoslovakia. Wiad. Parazytol. (32) : 539-542.

Park, H.W., Bideshi, D.K., Wirth, M.C., Johnson,J.J., Walton,W.E. and Federici,B.A. 2005. Recombinant larvicidal bacterial with markedly improved efficacy against Culex vectors of West Nile virus. Am. J. Trop. Med.Hyg. 72 : 732-738.

Petcharat, J .1991. Toxicity of *Bacillus sphaericus* strain 2362 on *Mansonia* spp. Larvae. Southeast Asian J Trop Med Public Health.22 : 429-435.

Pham, C., Ruber, E., Card, J. and Montgomery,W. 1998. "Investigation the effects of *Bacillus sphaericus* on *Aedes* larvae and non-target organisms" , North eastern Mosquito Control Association (online). available from http://www.nmca.org./Nmca98-12.htm. [14 November 2006]

Poopathai, S., Kumar, K.A., Arunachalam, N., Tyagi, B.K. and Sekar,V. 2003. Control of *Culex quinquefasciatus* (Diptera : Culicidae) by *Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* ssp. *Israelensis*, produced on a new potato extract culture medium. Bioscience. 13 : 743-748.

Rampa Rattanarithikul and prachong Panthusiri. 1994. Illustrated Key to the Medically important Mosquitos of Thailand. Bangkok. Department of Entomology. USA Medical Component, AFRIMS.

Rattanarithikul, R. 1994. Lllustrated Key to the medically important mosquitoes of Thai. Southest Asian J. of Trop. Med. And Public Health 25 : 4-5.

Regis, L., Oliveira, C.M.F., Silva-Filha, M.H., Silva, S.B., Maciel, A. and Furtado, A.F. 2000. Efficacy of *Bacillus sphaericus* in control of the filariasis vector *Culex quinquefasciatus* in urban area of Olinda, Brazil. Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. 94 : 488-492.

Russell, R.C. 1996. " A Colour photo atlas of mosquitoes of Southeastern Australia". Medical Entomology

Salazar, V. Ferdanand. 2002. "Evalution of the Larvicidal/Growth Inhibitory Activity of *Oscar* 100 Against Philippine Vector and Nuisance Mosquitoes". Alabang City of Muntinlupa : Research Institute for Tropical Medicine.

Siegel, J.P. and Shadduck, J.A. 1990. Safety of microbial insecticides to vertebrates : human. Protection to plants-General aspects ; Occupational diseases and hazards. 101-113.

Smith, A. W., Camara-Artigas, A. and Allen, J.P. 2004. Crystallization of the mosquito-larvicidal binary toxin produced by *Bacillus sphaericus*. Acta Cryt. 60 : 952-953

Suleman, M. and Shirin, M. 1981. Laboratory studies on oviposition behavior of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera : Culicidae) : choice of oviposition medium and ovipositon cycle. Bull. Entomol. Res.23 : 133-138.

Tawatsin, A., Asavadachanukorn, P., Thavara, A and Mulla, M.S. 2006 "Field trial of Novaluron, an insect growth regulator larvicide against larvae of polluted-water mosquitoes in Thailand", In 15th European Congress of Vector Ecology, April 2006 Serres, Greece.

Thavara, U., Mulla, M.S., Tawatsin, A., Chompoosri, J. and Kong-ngamsuk, W. 2001. "Development of resistance to *Bacillus sphaericus* (Strain 2362) in wild populations of *Culex quinquefasciatus*: implementation of practical countermeasures", In 3rdInternational Congress of Vector Ecology, September 16-21, 2001, Barcelona, Spain.

Walker, K. 2002. "A review of control methods for African malaria vectors" , In Activity Report 108 of Environment Health Project, April 2002. Washington, DC.

WHO. 2005. Report of the eighth whopes working group meeting CDS/WHOPES/05.10**.** Geneva : World Health Organization

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. DO (Dissolved Oxygen) โดยวิธี Azide Modification (APHA,AWWA and WEF, 1998)

อุปกรณ์

1. Water Sampler
2. ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร
3. Cylender ขนาด 20 มิลลิลิตร
4. Beaker ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. Pipette ขนาด 10 มิลลิลิตร
6. Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
7. Buret ขนาด 25 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. Alkali-iodide-azide Reagent (AIA)

ละลายโซเดียมเอไซด์ (NaN_3) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 กรัม และโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 กรัม กวนให้ละลายผสมสารละลายเดียวกัน เติมสาร Nan_3 40 มิลลิลิตร (NaN_3 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร) แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น (ข้อควรระวัง ห้ามเติมกรดลงในสารละลายนี้ เพราะจะทำปฏิกิริยาได้ hydrazoic acid fumes ซึ่งจะเป็นอันตรายได้)

2. Conc. H_2SO_4

กรดซัลฟูริกเข้มข้น (concentrated H_2SO_4 acid) 1 มิลลิลิตร จะทำปฏิกิริยาสมดุลกับสารละลายอัลคาร์ไลไอโอไดด์เอไซด์ (alkali-iodide-azide reagent) 3.0 มิลลิลิตร

3. $MnSO_4$

ละลายแมงกานิสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($MnSO_4.4H_2O$) 480 กรัม หรือแมงกานิสซัลเฟตไดไฮเดรต ($MnSO_4.2H_2O$) 400 กรัม หรือแมงกานิสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($MnSO_4.H_2O$) 364 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร สารละลายไม่ควรมีสีเมื่อเติมน้ำแป้งและสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI)

4. Potassium iodide (KI)

ละลาย $KH(IO_3)_2$ 812.4 mg ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

5. 0.025 M $Na_2S_2O_3$ Solution

ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 6.205 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 6 นอร์มอล จำนวน 1.5 มิลลิลิตร หรือ 0.4 กรัม จากนั้น

เจือจางให้ได้ 1 ลิตร สารละลายนี้จะต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายโปแทสเซียมไบไอโอเดต [$KH(IO_3)_2$] ทุกครั้งที่เตรียมใหม่

6. Potassium bi-iodate [$KH(IO_3)_2$]

ละลายโปแทสเซียมไบไอโอเดต [$KH(IO_3)_2$] 812.4 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

7. น้ำแป้ง

ละลายแป้ง (laboratory-grade soluble starch) 2-4 กรัม และสารละลายกรดซาลิไซลิก (salicylic acid) 0.2 กรัม ในน้ำกลั่นที่ร้อน 100 มิลลิลิตร (อาจจะต้องต้มและกวนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน และเติมน้ำกลั่นให้พอเพื่อให้สารละลายไม่เข้มข้นเกินไป)

วิธีการวิเคราะห์

1. Standardize 0.025 M $Na_2S_2O_3$ กับ 0.025 M [$KH(IO_3)_2$] มีวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 ชั่ง KI จำนวน 2 กรัม เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 150 มิลลิลิตร

1.2 เติม 1+9 H_2SO_4 จำนวน 10 มิลลิลิตร

1.3 เติม 0.025 M $KH(IO_3)_2$ จำนวน 20 มิลลิลิตร

1.4 ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ แล้วเติมน้ำแป้งเมื่อใกล้จุดยุติ (end of titration)

สังเกตจากสีของสารละลายจะเป็นสีฟางข้าวประมาณ 3-5 หยด จะได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม

1.5 ไตเตรทต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป

1.6 จดบันทึกปริมาตรของ 0.025 M $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรท

1.7 ทำซ้ำข้อ 1.1-1.6 อีก 1 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของปริมาตร 0.025 M $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้

2. การหาปริมาณ DO ในน้ำตัวอย่าง

2.1 เก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้ Water Sampler

2.2 นำตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวด BOD ปริมาตร 300 มิลลิลิตร

2.3 เติม $MnSO_4$ และ AIA (Alkali-iodide-azide) อย่างละ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ เขย่าให้เข้ากันโดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้ง ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน (ตะกอนสีส้ม) ผ่านน้ำบนฝาขวดเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้า

2.4 เติม conc. H_2SO_4 1 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าให้เข้ากัน จนตะกอนละลายหมด

2.5 ตวงสารละลายจากขวด BOD ปริมาตร 201 มิลลิลิตร ใส่ลงใน flask

2.6 ไตเตรทกับ 0.025 M $Na_2S_2O_3$ จนสารละลายได้สีฟางข้าว

2.7 เติมน้ำแป้งลงไปประมาณ 2-3 หยด สารละลายจะเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำเงิน

2.8 ไตเตรทต่อไปจนสีน้ำเงินหายไป แสดงว่าถึง End point บันทึกปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้

2.9 ทำซ้ำข้อ 2.2-2.8 อีก 1 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้

หมายเหตุ : ในการใส่ตัวอย่างน้ำลงในขวด ต้องค่อยๆ รินตัวอย่างน้ำ และเคาะรอบๆ ขวดเพื่อไล่ฟองอากาศ เพราะอาจทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

วิธีการคำนวณ

1. การคำนวณ standardize 0.025 M $Na_2S_2O_3$

จากสูตร $N_1V_1 = N_2V_2$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้น standard $Na_2S_2O_3$

V_1 = ปริมาตร standard $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ titrate

N_2 = ความเข้มข้น standard $KH(IO_3)_2$

V_2 = ปริมาตร standard $KH(IO_3)_2$

2. การคำนวณปริมาณ DO ในน้ำตัวอย่าง

จากสูตร 1 ml 0.025 M $Na_2S_2O_3$ = DO 1 มิลลิกรัม/ลิตร

2. BOD (Biochemical Oxygen Demand) โดยวิธี 5 Days BOD test (APHA,AWWA and WEF, 1998)

อุปกรณ์

1. Water Sampler
2. ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร
3. Beaker ขนาด 250 มิลลิลิตร
4. Pipette ขนาด 5, 10 มิลลิลิตร
5. Flask ขนาด 500 มิลลิลิตร
6. Buret ขนาด 25 มิลลิลิตร
7. Incubater (อุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส)
8. เครื่องเติมอากาศ
9. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
10. Aquarium Air Pump และ หัวลูกฟู่
11. ลูกสูบยาง (pipette bulb)
12. เครื่องชั่ง
13. แท่งแก้ว
14. Stand and Clamp

สารเคมี

1. Phosphate buffer

ละลายโปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 8.5 กรัม ไดโปแทสเซียมไฮ-โดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) 21.75 กรัม ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตะไฮเดรต ($Na_2HPO_4.7H_2O$) 33.4 กรัม และแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตร 1 ลิตร พีเอชของสารละลายนี้ควรจะประมาณ 7.2

2. Magnesium sulfate solution

ละลายแมกนีเซียมเฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4.7H_2O$) 22.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

3. Calcium chloride solution

ละลายแคลเซียมคลอไรด์ ($Cacl_2$) 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

4. Ferric chloride solution

ละลายเฟอร์ริคคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($FeCl_3.6H_2O$) 0.25 กรัมในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

5. สารละลายแมงกานิส

ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4.7H_2O$) 22.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

6. Alkali-iodide-azide Reagent (AIA)

ละลายโซเดียมเอไซด์ (NaN_3) 10 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 กรัม และโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 กรัม กวนให้ละลายผสมเป็นสารละลายเดียวกัน เติม NaN_3 40 มิลลิลิตร (NaN_3 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร) แล้งปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น (ข้อควรระวัง ห้ามเติมกรดลงในสารละลายนี้ เพราะจะทำปฏิกิริยาได้ hydrazoic acid fumes ซึ่งจะเป็นอันตรายได้)

7. Conc.H2SO4

8. Starch solution

9. สารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$

ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 6.205 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 6 นอร์มอล จำนวน 1.5 มิลลิลิตร หรือ 0.4 กรัม จากนั้น

เจือจางให้ได้ 1 ลิตร สารละลายนี้จะต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายโปแทสเซียมไบไอโอเดต [$(KH(IO_3)_2$] ทุกครั้งที่เตรียมใหม่

10. Potassium iodide (KI)

ละลาย $KH(IO_3)_2$ 821.4 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

11. Potassium bi-iodate $KH(IO_3)_2$

ละลายโปแทสเซียมไบไอโอเดต $KH(IO_3)_2$ 812.4 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นที่ปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

12. 1+9 H_2SO_4

วิธีการวิเคราะห์

1. Standardize 0.025 M $Na_2S_2O_3$ กับ 0.025 M $KH(IO_3)_2$ มีวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 ชั่ง KI จำนวน 2 กรัม เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 150 มิลลิลิตร.

1.2 เติม 1+9 H_2SO_4 จำนวน 10 มิลลิลิตร.

1.3 เติม 0.025 M $KH(IO_3)_2$ จำนวน 20 มิลลิลิตร.

1.4ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ แล้วเติมน้ำแป้งเมื่อใกล้จุดยุติ (end of titration)

สังเกตจากสีของสารละลายจะเป็นสีฟางข้าวประมาณ 3-5 หยด จะได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม

1.5 ไตเตรทต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป

1.6 จดบันทึกปริมาตรของ 0.025 M $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรท

1.7 ทำซ้ำข้อ 1.1-1.6 อีก 1 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของปริมาตร 0.025 M $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้

2. การวิเคราะห์ BOD ในน้ำตัวอย่างโดย direct method

2.1พ่นอากาศลงในน้ำตัวอย่าง เพื่อเติมออกซิเจนให้แก่น้ำตัวอย่างให้อิ่มตัว โดยใช้ Aquarium Air Pump ผ่านหัวลูกฟู่ประมาณ 30 นาที

2.2 รินน้ำตัวอย่างลงในขวด BOD จนล้น จำนวน 2 ขวด

2.3 เคาะไล่ฟองอากาศแล้วปิดจุกให้แน่น และใช้น้ำกลั่นหล่อปากขวด

2.4 นำขวดตัวอย่างไปหาค่า DO ทันที (DO_0 มิลลิกรัม/ลิตร) (ดูวิธีวิเคราะห์ DO ได้จากการวิเคราะห์ DO ข้างต้น) ค่าที่ได้เป็นค่า DO ของจุดเริ่มต้น หรือ DO ของวันที่ศูนย์ DO_0 บันทึกค่าไว้

2.5 นำขวดน้ำตัวอย่างที่เหลืออีก 1 ขวด ไป incubate ในที่มืดที่ 20 ± 1 องสาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาหาค่า DO ที่เหลือในขวด ค่าที่ได้เป็น DO ของวันที่ 5 (DO_5)

2.6 บันทึกผล คำนวณค่าจาก $BOD_5 = DO_0-DO_5$

3. การวิเคราะห์ BOD ในตัวอย่างน้ำโดย dilution method

3.1 Blank

เติม $MnSO_4$ และ AIA อย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงใน Cylinder ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 700 มิลิลิตร ด้วย Dilution water ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน รินใส่ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร. จำนวน 2 ขวด เคาะไล่อากาศปิดจุกขวด ให้มีน้ำหล่อที่ปากขวด

3.2 น้ำตัวอย่าง

3.2.1 การเตรียมน้ำสำหรับใช้เจือจาง (Dilution water)

- คำนวณน้ำกลั่นที่ใช้

- เติม phosphate buffer, magnesium sulfate,calcium chloride และ ferric chloride solution อย่างละ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน

- เติมออกซิเจนละลายลงในน้ำให้อิ่มตัวโดยใช้ Aqurium Air Pump นาน 20 นาที

3.2.2 การเจือจางน้ำตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ BOD

ตวงปริมาตรตัวอย่างน้ำตามเปอร์เซ็นต์ที่เจือจางลงในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร จากนั้นใช้แท่งแก้วคนให้น้ำผสมกัน เทใส่ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร. ปิดจุกให้มีน้ำหล่อไว้ที่ปากขวด นำขวดหนึ่งไปวิเคราะห์ DO ทันที (DO_0) อีกขวดนำไปเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบ 5 วันนำมาวิเคราะห์หาค่า DO_0 ดังนี้

3.3 นำขวดชุดที่จะหา DO_0 มาทำการวิเคราะห์หาค่า DO_0 ดังนี้

3.3.1 เติม $MnSO_4$ และ AIA อย่างละ 1 มิลลิลิตร. ปิดจุกให้เข้ากัน ทิ้งให้ตกตะกอน

3.3.2 เติม conc. H_2SO_4 1 มิลลิลิตร. ปิดจุก เขย่าให้ตะกอนละลายหมด

3.3.3 ตวงสารละลายจากขวด BOD ปริมาตร 201 มิลลิลิตร. ใส่ลงใน flask

3.3.4 ไตเตรท 0.025 M $Na_2S_2O_3$ จนได้สารละลายสีฟางข้าว

3.3.5 หยดน้ำแป้งประมาณ 3-5 หยด จะได้สารละลายสีน้ำเงิน

3.3.6 ไตเตรทต่อไปจนสีน้ำเงินหายไป แสดงว่าถึง end point บันทึกปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้

3.4 นำขวด BOD ชุดที่จะหาค่า DO5 ไป incubate ที่อุณหภูมิ 20 ^{0}C เป็นเวลา 5 วัน โดยเติมน้ำกลั่นที่ปากขวดเพื่อป้องกันอากาศ

3.5 เมื่อครบ 5 วัน นำขวดที่จะหาค่า DO_5 มาทำขั้นตอนเดียวกับการหา DO_0

3.6 บันทึกผล คำนวณค่าจาก BOD

การคำนวณ

1. การคำนวณ standardize 0.025 M $Na_2S_2O_3$

จากสูตร $N_1V_1 = N_2V_2$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้น standard $Na_2S_2O_3$

V_1 = ปริมาตร standard $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ titrate

N_2 = ความเข้มข้น standard $KH(IO_3)_2$

V_2 = ปริมาตร standard $KH(IO_3)_2$

2. การคำนวณปริมาณ DO ในน้ำตัวอย่าง

จากสูตร BOD, มิลลิกัม/ลิตร = (DO_0-DO_5)/ % dilution

3. ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids) โดยวิธี Dried at 103-105 ^{0}C

(APHA,AWWA and WEF, 1998)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. โถดูดความชื้น (desiccater)
3. จานกระเบื้อง
4. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร.
5. อ่างไอน้ำ (steam Bath)
6. เตาอบ (drying oven)
7. บีกเกอร์ (beaker)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำจานกระเบื้องมาล้างให้สะอาด อบให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 ^{0}C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน desiccater แล้วจึงนำมาชั่งกับเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง บันทึกเป็น A (กรัม)

2. นำตัวอย่างน้ำปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันดีแล้วเทลงในจานกระเบื้อง

3. นำจานกระเบื้องที่มีตัวอย่างน้ำไปตั้งบน steam bath จนน้ำระเหยออกหมด

4. นำเข้าอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 ^{0}C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นใน desiccater แล้วจึงนำมาชั่งกับเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง บันทึกเป็น B (กรัม)

5. คำนวณหาค่า total solids (มิลลิกรัม/ลิตร)

วิธีการคำนวณ

จากสูตร total solids (มิลลิกรัม/ลิตร) = $\frac{(B-A) \times 1000}{\text{Sample volume, ml}}$

เมื่อ A= weight of dried residue + dish.mg

B= weight of dish, mg

4. วิธีการวิเคราะห์พีเอช (pH) (APHA,AWWA and WEF, 1998)

4.1 เครื่องมือ

4.1.1 เครื่องวัดพีเอช (pH meter)

4.1.2 บีกเกอร์

4.2 น้ำยาเคมี

สารเคมีมาตรฐานที่ทราบค่าพีเอชแน่นอนควรใช้พีเอช 2 ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าพีเอชของตัวอย่างที่จะทำการวัดโดยใช้สารละลายมาตรฐานที่ 1 มีค่าพีเอชที่ต่ำกว่าและสารละลายมาตรฐานที่ 2 มีค่าพีเอชสูงกว่าพีเอชของน้ำตัวอย่าง แต่ในกรณีที่พีเอชของน้ำตัวอย่างไม่สูงหรือต่ำเกินไปอาจใช้สารละลายมาตรฐานเดียวในการปรับเครื่องมือ

วิธีทำ

1. ล้างอิเลคโทรดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นซับให้แห้ง (ผู้ตรวจวัดต้องทำอย่างนี้ทุกครั้งที่จะทำการวัดสารละลายใหม่)

2. ปรับเครื่องมือให้ได้มาตรฐาน (ตามวิธีการใช้คู่มือ) โดยใช้สารละลายมาตรฐานที่พีเอชต่ำ

3. ทำการวัดเครื่องมือวัดพีเอชของตัวอย่างน้ำซึ่งได้ทำการปรับอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของสารละลายมาตรฐาน

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์อัตราการตาย (% Mortality) ของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)

ตารางภาคผนวกที่ 1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ ($\bar{x} \pm$ S.D.) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12

สารที่ใช้	สัปดาห์											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bs	98.40 ± 2.19a	98.00 ± 0.00a	97.60 ± 0.89a	95.60 ± 0.89a	94.40 ± 0.89a	90.80 ± 1.79a	89.60 ± 0.89a	87.60 ± 0.89a	85.20 ± 1.09a	82.80 ± 3.03a	78.40 ± 3.29a	74.80 ± 2.28a
Bti	82.80 ± 5.02c	82.80 ± 1.79c	82.40 ± 2.61c	80.40 ± 2.61c	78.40 ± 2.61c	72.00 ± 7.87c	60.80 ± 4.60c	57.20 ± 4.82c	56.40 ± 4.77c	55.20 ± 7.01c	50.40 ± 12.84c	45.60 ± 14.79c
novaluron	89.80 ±1.10b	89.00 ± 3.74b	88.80 ± 1.79b	86.80 ± 1.79b	86.40 ± 3.89b	85.60 ± 1.67b	79.20 ±1.79b	74.40 ± 2.61b	68.80 ± 11.26b	62.80 ± 8.20b	62.80 ± 3.63b	50.80 ± 5.58b
Control	5.60 ± 1.67e	7.60 ± 2.19e	5.60 ± 1.67e	5.60 ± 1.67e	5.60 ± 1.67e	7.60 ± 2.19e	5.20 ± 1.10e	6.40 ± 2.97e	5.60 ± 1.67e	5.60 ± 1.67e	5.20 ± 3.35e	6.80 ± 1.79e

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางภาคผนวกที่ 2 อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ ($\bar{x} \pm$ S.D.) ภายหลังการใช้ *Bs*+novaluron, *Bti*+novaluron และ *Bs*+*Bti*+ novaluron เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-12

สารที่ใช้	สัปดาห์											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bs+ novaluron	99.60 ± 0.89a	98.00 ± 0.00a	97.20 ± 1.09a	95.20 ± 1.09a	93.20 ± 1.09a	90.80 ± 1.09a	89.60 ± 0.89a	85.60 ± 0.89a	83.60 ± 0.89a	81.20 ± 1.10a	75.60 ± 1.67a	74.40 ± 1.67a
Bti+ novaluron	64.80 ± 2.68c	64.40 ± 0.89c	64.00 ± 1.41c	56.40 ± 2.19c	54.00 ± 2.00c	52.00 ± 2.00c	50.40 ± 0.89c	50.40 ± 1.67c	47.60 ± 0.89c	46.00 ± 1.41c	41.20 ± 1.79c	40.00 ± 1.41c
Bs +*Bti* +novaluron	85.60 ± 0.89b	84.00 ± 0.00b	83.20 ± 3.03b	80.80 ± 1.09b	78.80 ± 1.10b	75.60 ± 0.89b	72.40 ± 2.19b	72.00 ± 0.00b	68.80 ± 2.00b	67.60 ± 2.61b	60.80 ± 1.09b	49.80 ± 1.09b
Control	5.60 ± 1.67e	7.60 ± 2.19e	5.60 ± 1.67e	4.00 ± 1.41e	6.80 ± 2.28e	7.60 ± 2.19e	5.20 ± 3.03e	6.40 ± 2.97e	6.80 ± 1.79e	5.20 ± 3.03e	6.80 ± 2.28e	5.20 ± 3.35e

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ร้อยละของการลดลง (% reduction) ของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในการควบคุม ลูกน้ำยุงรำคาญ ในระยะเวลา 12 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	*Bs*	*Bti*	Novaluron
1	98.31 ± 0.32a	81.78 ± 0.76c	90.37 ± 0.16b
2	97.83 ± 0.01a	81.38 ± 0.29c	89.34 ± 0.59b
3	97.45 ± 0.13a	81.35 ± 0.42c	88.13 ± 0.28b
4	95.33 ± 0.12a	79.24 ± 0.42c	86.02 ± 0.29b
5	94.07 ± 0.13a	77.12 ± 0.36c	86.44 ± 0.59b
6	90.05 ± 0.28a	69.70 ± 1.25c	84.41 ± 0.22b
7	89.03 ± 0.12a	58.65 ± 0.60c	80.16 ± 0.25b
8	86.75 ± 0.18a	54.27 ± 0.89c	72.65 ± 0.50b
9	84.32±0.15a	53.81 ± 0.70c	66.52 ± 1.70b
10	81.78 ± 0.48a	52.54 ± 1.13c	60.59 ± 1.14b
11	77.21 ± 0.46a	47.68 ± 1.72c	60.76 ± 0.71b
12	72.96 ± 0.33a	42.06 ± 2.18c	55.79 ± 0.77b

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันในแถว เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันในแถวเดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ภายหลังการใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron, *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการควบคุม ลูกน้ำยุงรำคาญในระยะเวลา 12 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	*Bs*+novaluron	*Bti*+novaluron	*Bs*+*Bti*+novaluron
1	99.15 ± 1.14a	63.56 ± 1.64c	84.76 ± 1.02b
2	97.83 ± 0.05a	61.47 ± 1.27c	82.68 ± 0.40b
3	97.03 ± 1.11a	61.86 ± 1.87c	82.20 ± 3.11b
4	95.00 ± 1.14a	54.58 ± 2.72c	80.00 ± 1.17b
5	92.70 ± 1.05a	50.64 ± 3.24c	77.25 ± 1.03b
6	90.04 ± 1.34a	48.05 ± 2.67c	73.59 ± 1.45b
7	89.03 ± 0.77a	47.68 ± 1.86c	71.73 ± 2.59b
8	84.61 ± 0.99a	47.01 ± 1.20c	70.08 ± 0.94b
9	82.40 ± 0.67a	43.78 ± 0.52c	66.52 ± 1.53b
10	80.17 ± 1.10a	43.04 ± 3.32c	65.82 ± 3.28b
11	73.82 ± 2.11a	36.91 ± 2.74c	57.94 ± 1.47b
12	72.99 ± 1.38a	36.71 ± 2.68c	56.96 ± 2.23b

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันในแถว เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันในแถวเดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ ± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.) ภายหลังการใช้ *Bs*, *Bti*, novaluron, *Bs*+novaluron, *Bti*+novaluron และ *Bs*+*Bti*+novaluron

สารที่ใช้	สัปดาห์ที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bs	98.31 ± 0.32a	97.83 ± 0.01a	97.45 ± 0.13a	95.33 ± 0.12a	94.07 ± 0.13a	90.05 ± 0.28a	89.03 ± 0.12a	86.75 ± 0.18a	84.32 ± 0.15a	81.78 ± 0.48a	77.21 ± 0.46a	72.96 ± 0.33a
Bti	81.78 ± 0.76d	81.38 ± 0.29d	81.35 ± 0.42d	79.24 ± 0.42d	77.12 ± 0.36d	69.70 ± 1.25d	58.65 ± 0.60d	54.27 ± 0.89d	53.81 ± 0.70d	52.54 ± 1.13d	47.68 ± 1.72d	42.06 ± 2.18d
novaluron	90.37 ± 0.16b	89.34 ± 0.59b	88.13 ± 0.28b	86.02 ± 0.29b	86.44 ± 0.59b	84.41 ± 0.22b	80.16 ± 0.25b	72.65 ± 0.50b	66.52 ± 1.70b	60.59 ± 1.14b	60.76 ± 0.71b	55.79 ± 0.77b
Bs+ novaluron	99.15 ± 0.16a	97.83 ± 0.01a	97.03 ± 0.15a	95.00 ± 0.16a	92.70 ± 0.14a	90.04 ± 0.18a	89.03 ± 0.10a	84.61 ± 0.14a	82.40 ± 0.09a	80.17 ± 0.15a	73.82 ± 0.29a	72.99 ± 0.19a
Bti +novaluron	63.56 ± 0.23e	61.47 ± 0.17e	61.86 ± 0.26e	54.58 ± 0.34e	50.64 ± 0.45e	48.05 ± 0.37e	47.68 ± 0.26e	47.01 ± 0.16e	43.78 ± 0.07e	43.04 ± 0.46e	36.91 ± 0.38e	36.71 ± 0.37e
Bs +*Bti* +novaluron	84.76 ± 0.14c	82.68 ± 0.05c	82.20 ± 0.43c	80.00 ± 0.16c	77.25 ± 0.14c	73.59 ± 0.20c	71.73 ± 0.36c	70.08 ± 0.13c	66.52 ± 0.21c	65.82 ± 0.46c	57.94 ± 0.20c	56.96 ± 0.31c

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ภาคผนวก ง

ข้อมูลจำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้

ตารางภาคผนวกที่ 9 จำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ในชุดการทดลองที่ 1

สัปดาห์	*Bs*					*Bti*					novaluron					Control				
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0	2	2	0	0	8	7	8	13	7	4	4	3	4	3	47	48	46	47	48
2	1	1	1	1	1	8	8	8	9	10	2	3	4	4	7	46	46	46	48	45
3	1	1	1	2	1	10	7	9	10	8	5	6	7	5	5	47	48	46	47	48
4	3	2	2	2	2	9	11	10	8	11	6	6	8	7	6	48	47	46	48	47
5	3	3	3	2	3	11	12	9	10	12	7	7	7	8	7	46	47	48	48	47
6	4	4	4	5	6	19	10	16	10	15	8	7	7	8	6	46	46	46	48	45
7	5	5	6	5	5	21	19	22	16	20	10	10	10	8	9	48	47	48	47	47
8	6	6	6	7	6	24	19	20	24	20	13	12	12	15	12	46	47	49	45	47
9	7	8	8	7	7	22	19	25	20	23	13	25	16	10	15	46	47	48	48	47
10	9	6	9	10	9	23	20	18	27	24	22	24	15	16	16	48	48	47	46	47
11	12	10	9	10	13	28	18	28	18	32	17	21	17	20	18	47	45	49	47	46
12	13	12	13	14	11	35	16	30	24	31	20	18	24	18	23	47	46	48	46	46

ตารางภาคผนวกที่ 10 จำนวนลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ในชุดการทดลองที่ 1

สัปดาห์	*Bs*+ novaluron					*Bti*+ novaluron					*Bs*+*Bti*+ novaluron					Control				
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0	1	0	0	1	18	17	17	17	17	8	7	7	7	7	47	48	46	47	48
2	1	1	1	1	1	18	18	17	18	18	8	8	8	8	8	45	48	46	46	46
3	1	1	1	2	1	18	19	18	17	18	6	9	9	8	10	46	47	48	48	47
4	3	3	2	2	2	23	22	22	22	20	10	10	10	9	9	48	48	48	47	49
5	4	3	3	4	3	22	24	24	22	23	11	11	10	11	10	47	46	45	48	47
6	4	5	5	4	5	24	25	25	23	23	12	12	12	12	13	46	46	46	48	45
7	5	6	5	5	5	25	25	24	25	25	13	12	14	14	14	48	49	47	45	48
8	7	7	7	7	8	25	25	26	24	24	14	14	14	14	14	46	47	49	45	47
9	8	8	9	8	8	26	26	27	26	26	15	15	17	15	16	47	46	48	46	46
10	9	10	10	9	9	27	26	27	28	27	14	17	17	17	16	48	49	47	45	48
11	12	13	11	13	12	29	30	28	30	30	19	20	19	20	20	45	47	48	46	47
12	14	12	13	12	13	31	30	29	30	30	21	21	20	21	20	47	47	49	45	47

ภาคผนวก จ

ร้อยละของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าร้อยละของลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ($\bar{x}$ ± S.E.) หลังจากการใช้ *Bs*, *Bti* และ novaluron ในการควบคุม ลูกน้ำยุงรำคาญเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	*Bs*	*Bti*	novaluron
1	1.70 ± 0.32c	18.25 ± 0.34a	7.62 ± 0.16b
2	2.16 ± 0.01c	18.63 ± 0.29a	8.69 ± 0.59b
3	2.54 ± 0.13c	20.89 ± 0.43a	11.88 ± 0.28b
4	4.67 ± 0.12c	25.60 ± 0.70 a	14.05 ± 0.28b
5	5.94 ± 0.14c	27.20 ± 0.22a	15.32 ± 0.11b
6	9.96 ± 0.28c	30.40 ± 0.26 a	15.57 ± 0.22b
7	10.97 ± 0.12c	41.32 ± 0.21a	19.82 ± 0.24b
8	13.27 ± 0.18c	45.86 ± 0.19a	27.43 ± 0.50b
9	15.68 ± 0.15c	46.19 ± 0.27a	33.50 ± 0.28b
10	18.26 ± 0.48c	47.53 ± 0.14a	39.31 ± 1.14b
11	23.13 ± 0.54c	52.06 ± 0.16a	39.84 ± 0.68b
12	27.03 ± 0.33c	58.26 ± 0.20a	44.16 ± 0.77b

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันในแถว เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันในแถวเดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าร้อยละของลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ($\bar{x}$ ± S.E.) หลังจากการ ใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluron และ *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	*Bs*+novaluron	*Bti*+novaluron	*Bs*+*Bti*+novaluron
1	0.83 ± 0.16c	36.45 ± 0.17a	15.26 ± 0.14b
2	2.16 ± 0.01c	38.54 ± 0.17a	17.32 ± 0.05b
3	2.54 ± 0.12c	38.57 ± 0.17a	17.78 ± 0.43b
4	5.00 ± 0.16c	45.44 ± 0.38a	20.00 ± 0.16b
5	7.28 ± 0.14c	49.42 ± 0.46a	22.75 ± 0.14b
6	9.97 ± 0.19c	51.98 ± 0.37a	26.43 ± 0.20b
7	10.97 ± 0.10c	52.36 ± 0.26a	28.33 ± 0.36b
8	15.39 ± 0.14c	52.99 ± 0.16a	29.94 ± 0.13b
9	17.59 ± 0.09c	56.66 ± 0.17a	33.47 ± 0.21b
10	19.84 ± 0.15c	57.07 ± 0.46a	34.23 ± 0.46b
11	26.21 ± 0.29c	63.13 ± 0.38a	42.08 ± 0.20b
12	27.24 ± 0.22c	63.89 ± 0.41a	43.88 ± 0.31b

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันในแถวเดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)
อักษรที่ไม่เหมือนกันในแถวเดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ตารางภาคผนวกที่ 8 ค่าร้อยละของลูกน้ำยุงรำคาญที่สามารถเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ($\bar{x} \pm$ S.E.) หลังจากการ ใช้ *Bs* ร่วมกับ novaluronและ *Bti* ร่วมกับ novaluron และ *Bs* ร่วมกับ *Bti* และ novaluron ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ ในสัปดาห์ที่ 1-12

สารที่ใช้	สัปดาห์ที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bs	1.70 ± 0.32e	2.16 ± 0.01e	2.54 ± 0.13e	4.67 ± 0.12e	5.94 ± 0.14e	9.96 ± 0.28e	10.97 ± 0.12e	13.27 ± 0.18e	15.68 ± 0.15e	18.26 ± 0.48e	23.13 ± 0.54e	27.03 ± 0.33e
Bti	18.25 ± 0.34b	18.63 ± 0.29b	20.89 ± 0.43b	25.60 ± 0.70 b	27.20 ± 0.22b	30.40 ± 0.26 b	41.32 ± 0.21b	45.86 ± 0.19	46.19 ± 0.27b	47.53 ± 0.14b	52.06 ± 0.16b	58.26 ± 0.20b
novaluron	7.62 ± 0.16d	8.69 ± 0.59d	11.88 ± 0.28d	14.05 ± 0.28d	15.32 ± 0.11d	15.57 ± 0.22d	19.82 ± 0.24d	27.43 ± 0.50d	33.50 ± 0.28d	39.31 ± 1.14d	39.84 ± 0.68d	44.16 ± 0.77d
Bs +novaluron	0.83 ± 0.16e	2.16 ± 0.01e	2.54 ± 0.12e	5.00 ± 0.16e	7.28 ± 0.14e	9.97 ± 0.19e	10.97 ± 0.10e	15.39 ± 0.14e	17.59 ± 0.09e	19.84 ± 0.15e	26.21 ± 0.29e	27.24 ± 0.22e
Bti +novaluron	36.45 ± 0.17a	38.54 ± 0.17a	38.57 ± 0.17a	45.44 ± 0.38a	49.42 ± 0.46a	51.98 ± 0.37a	52.36 ± 0.26a	52.99 ± 0.16a	56.66 ± 0.17a	57.07 ± 0.46a	63.13 ± 0.38a	63.89 ± 0.41a
Bs +*Bti* +novaluron	15.26 ± 0.14c	17.32 ± 0.05c	17.78 ± 0.43c	20.00 ± 0.16c	22.75 ± 0.14c	26.43 ± 0.20c	28.33 ± 0.36c	29.94 ± 0.13c	33.47 ± 0.21c	34.23 ± 0.46c	42.08 ± 0.20c	43.88 ± 0.31c

หมายเหตุ : อักษรที่เหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลจำนวนลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัยของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)

ตารางภาคผนวกที่ 11 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 1

วันที่		1				2				3				4				5				6				7		
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P
Bs	1	46	3	1	0	2	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	45	3	1	1	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	45	2	2	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	49	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bti	1	15	30	5	0	1	30	4	0	3	20	10	1	0	20	10	0	1	20	9	0	12	0	10	7	10	0	0
	2	14	30	6	0	1	30	5	0	2	20	13	0	2	20	11	0	1	20	11	0	22	0	2	7	2	0	0
	3	18	30	2	0	1	30	1	0	5	25	0	1	1	24	0	0	8	16	0	0	5	4	0	7	4	0	0
	4	17	30	3	0	1	29	3	0	3	20	9	0	1	20	8	0	2	20	6	0	13	6	0	7	6	0	0
	5	18	30	2	0	3	29	0	0	10	19	0	0	0	10	9	0	3	10	6	0	6	3	0	7	3	0	0
novaluron	1	35	15	0	0	1	10	4	0	1	9	4	0	1	9	3	0	3	9	0	0	4	1	0	4	1	0	0
	2	34	16	0	0	1	10	5	0	8	4	3	0	1	3	3	0	0	3	2	1	2	0	0	3	0	0	0
	3	35	15	0	0	1	14	0	0	3	11	0	0	7	4	0	0	1	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	4	35	15	0	0	1	13	1	0	2	12	0	0	2	5	5	0	0	5	5	0	5	1	0	4	1	0	0
	5	35	14	1	1	3	12	0	0	4	8	0	0	3	5	0	0	0	4	1	0	2	0	0	3	0	0	0
control	1	0	50	0	0	0	49	1	0	1	36	12	1	0	28	19	1	0	4	26	17	0	2	22	6	2	0	0
	2	0	34	16	0	0	20	7	23	2	15	8	2	0	12	11	0	0	9	5	9	0	5	3	6	0	0	0
	3	4	36	10	0	0	29	10	7	0	22	11	6	0	16	10	7	0	12	7	7	0	0	12	7	0	0	0
	4	3	43	4	0	0	40	3	4	0	33	10	0	0	29	12	2	0	18	3	20	0	3	15	3	0	0	0
	5	2	37	8	3	0	31	9	5	0	19	3	8	0	18	10	4	0	16	3	9	0	9	7	3	0	0	0

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 12 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 2

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	45	5	0	0	1	4	0	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	2	45	5	0	0	1	4	0	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	3	45	5	0	0	1	4	0	0	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	4	45	5	0	0	1	4	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	5	45	5	0	0	0	4	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
Bti	1	4	37	9	0	7	30	9	0	10	10	19	0	11	10	8	0	8	5	5	0	2	0	0	8	0	0	0	0	42	8
	2	4	37	9	0	7	30	9	0	10	10	19	0	9	10	10	0	10	5	5	0	2	0	0	8	0	0	0	0	42	8
	3	5	35	10	0	5	30	10	0	5	25	10	0	15	20	0	0	5	10	5	0	7	0	0	8	0	0	0	0	42	8
	4	6	34	10	0	4	30	10	0	5	25	10	0	16	19	0	0	7	12	0	0	3	0	0	9	0	0	0	0	41	9
	5	4	36	10	0	6	30	10	0	5	25	10	0	10	25	0	0	5	10	10	0	5	0	5	10	5	0	0	0	40	10
novaluron	1	35	15	0	0	1	14	0	0	2	12	0	0	2	5	5	0	2	5	3	0	4	0	2	2	2	0	0	0	48	2
	2	35	15	0	0	1	14	0	0	2	12	0	0	3	5	4	0	2	5	2	0	2	0	2	3	2	0	0	0	47	3
	3	35	15	0	0	1	14	0	0	2	12	0	0	2	5	5	0	3	3	4	0	3	0	0	4	0	0	0	0	46	4
	4	35	15	0	0	1	14	0	0	1	13	0	0	4	4	3	2	3	2	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	46	4
	5	35	15	0	0	1	14	0	0	4	10	0	0	2	4	2	2	2	4	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	43	7
control	1	0	43	7	0	1	33	13	3	0	25	14	7	0	18	15	6	1	10	15	7	0	0	16	9	2	0	0	14	4	46
	2	0	45	5	0	1	36	10	3	1	22	15	8	0	14	15	8	0	5	16	8	0	0	12	9	2	0	0	10	4	46
	3	0	43	7	0	1	35	11	3	2	22	15	7	0	14	16	7	1	8	13	8	0	0	14	7	0	0	0	14	4	46
	4	0	41	9	0	2	32	13	3	0	21	16	8	0	14	16	7	0	6	14	10	0	0	10	10	0	0	0	10	2	48
	5	0	42	8	0	0	35	12	3	2	25	15	5	0	18	15	7	0	10	15	8	0	0	15	10	3	0	0	12	5	45

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 13 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 3

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	47	3	0	0	0	3	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	2	47	3	0	0	0	3	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	3	46	2	2	0	1	2	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	4	45	5	0	0	1	4	0	0	1	3	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	48	2
	5	45	5	0	0	1	3	1	0	2	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
Bti	1	8	42	0	0	1	41	0	0	1	40	0	0	1	20	19	0	11	19	19	0	13	0	15	0	15	0	0	0	40	10
	2	8	42	0	0	1	41	0	0	21	20	0	0	2	10	8	0	1	9	8	0	10	0	0	7	0	0	0	0	43	7
	3	11	39	0	0	1	38	0	0	7	31	0	0	5	20	6	0	6	10	10	0	11	0	0	9	0	0	0	0	41	9
	4	10	40	0	0	1	39	0	0	5	34	0	0	1	20	13	0	2	20	11	0	21	0	0	10	0	0	0	0	40	10
	5	11	39	0	0	1	38	0	0	1	37	0	0	2	20	15	0	15	10	10	0	12	0	0	8	0	0	0	0	42	8
novaluron	1	35	15	0	0	0	15	0	0	1	10	4	0	4	5	5	0	3	5	1	1	1	1	0	4	1	0	0	0	45	5
	2	35	15	0	0	0	15	0	0	0	13	2	0	9	0	6	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0	0	44	6
	3	35	15	0	0	0	15	0	0	3	12	0	0	0	5	5	2	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	43	7
	4	36	14	0	0	0	14	0	0	2	12	0	0	1	5	5	3	2	5	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	45	5
	5	35	15	0	0	3	9	0	3	6	3	0	0	0	0	3	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	45	5
control	1	0	50	0	0	0	49	1	0	1	36	12	1	0	28	19	1	0	4	26	17	0	2	22	6	2	0	0	22	3	47
	2	0	34	16	0	0	20	7	23	2	15	8	2	0	12	11	0	0	9	5	9	0	5	3	6	0	0	0	8	2	48
	3	4	36	10	0	0	29	10	7	0	22	11	6	0	16	10	7	0	12	7	7	0	0	12	7	0	0	0	12	4	46
	4	3	43	4	0	0	40	3	4	0	33	10	0	0	29	12	2	0	18	3	20	0	3	15	3	0	0	0	17	3	47
	5	2	37	8	3	0	31	9	5	0	19	3	8	0	18	10	4	0	16	3	9	0	9	7	3	0	0	0	10	2	48

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 14 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 4

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	46	4	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	3
	2	44	3	0	0	0	3	3	0	2	3	0	1	0	3	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	48	2
	3	46	4	0	0	0	3	0	1	0	21	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	48	2
	4	46	4	0	0	0	4	0	0	2	32	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2
	5	45	5	0	0	0	5	0	0	1	35	2	0	0	2	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	48	2
Bti	1	10	40	0	0	1	39	0	0	1	38	0	0	2	20	16	0	15	10	11	0	12	0	0	9	0	0	0	0	41	9
	2	9	41	0	0	1	40	0	0	5	35	0	0	1	20	14	0	2	20	12	0	21	0	0	11	0	0	0	0	39	11
	3	10	40	0	0	1	39	0	0	7	32	0	0	5	20	7	0	6	10	11	0	11	0	0	10	0	0	0	0	40	10
	4	7	43	0	0	1	42	0	0	21	21	0	0	2	10	9	0	1	10	8	0	10	0	0	8	0	0	0	0	42	8
	5	7	43	0	0	1	42	0	0	1	41	0	0	1	20	20	0	11	19	10	0	11	0	7	11	7	0	0	0	39	11
novaluron	1	34	16	0	0	3	10	0	3	6	4	0	0	0	2	2	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	44	6
	2	35	15	0	0	0	15	0	0	2	7	7	0	1	5	6	3	2	5	2	2	7	0	0	0	0	0	0	0	44	6
	3	34	16	0	0	0	16	0	0	3	6	7	0	0	6	5	2	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	42	8
	4	34	16	0	0	0	16	0	0	0	8	8	0	9	4	3	0	0	6	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	43	7
	5	34	16	0	0	0	16	0	0	1	8	7	0	4	8	3	0	3		1	1	1	1	0	5	0	0	0	0	44	6
control	1	2	37	8	3	0	31	9	5	0	19	3	8	0	18	10	4	0	16	3	9	0	9	7	3	0	0	0	10	2	48
	2	3	43	4	0	0	40	3	4	0	33	10	0	0	29	12	2	0	18	3	20	0	3	15	3	0	0	0	17	3	47
	3	4	36	10	0	0	29	10	7	0	22	11	6	0	16	10	7	0	12	7	7	0	0	12	7	0	0	0	12	4	46
	4	0	34	16	0	0	20	7	23	2	15	8	2	0	12	11	0	0	9	5	9	0	5	3	6	0	0	0	8	2	48
	5	0	50	0	0	0	49	1	0	1	36	12	1	0	28	19	1	0	4	26	17	0	2	22	6	2	0	0	22	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 15 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 5

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	45	5	0	0	0	3	1	1	1	2	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	47	3
	2	45	5	0	0	0	2	2	1	0	2	2	0	0	2	1	1	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	47	3
	3	45	3	2	0	1	2	2	0	2	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	47	3
	4	45	4	1	0	0	3	0	2	0	3	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2
	5	45	4	1	0	0	4	1	0	1	2	2	0	0	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	47	3
Bti	1	9	41	0	0	1	40	0	0	7	20	13	0	5	20	8	0	6	20	2	0	11	0	0	11	0	0	0	0	39	11
	2	8	42	0	0	1	41	0	0	5	20	16	0	1	20	15	0	2	20	13	0	21	0	0	12	0	0	0	0	38	12
	3	6	44	0	0	1	43	0	0	21	11	11	0	2	11	9	0	1	11	8	0	10	0	0	9	0	0	0	0	41	9
	4	9	41	0	0	1	40	0	0	1	20	19	0	2	20	17	0	15	20	2	0	12	0	0	10	0	0	0	0	40	10
	5	6	44	0	0	1	43	0	0	1	20	22	0	1	20	21	0	11	20	10	0	11	0	7	12	7	0	0	0	38	12
novaluron	1	31	19	0	0	1	18	0	0	3	15	0	0	2	7	6	0	4	0	7	2	2	0	0	5	0	0	0	0	43	7
	2	31	19	0	0	1	18	0	0	2	16	0	0	1	7	8	0	2	5	6	2	6	0	0	5	0	0	0	0	43	7
	3	30	20	0	0	1	19	0	0	10	9	0	0	1	0	7	1	0	0	4	3	1	0	0	3	0	0	0	0	43	7
	4	30	20	0	0	1	19	0	0	8	11	0	0	2	0	8	1	0	6	1	1	2	0	0	5	0	0	0	0	42	8
	5	30	20	0	0	1	19	0	0	1	18	0	0	1	9	8	0	1	8	8	0	6	0	3	7	3	0	0	0	47	3
control	1	4	36	10	0	0	29	10	7	0	22	11	6	0	16	10	7	0	12	7	7	0	0	12	7	0	0	0	12	4	46
	2	0	34	16	0	0	20	7	23	2	15	8	2	0	12	11	0	0	9	5	9	0	5	3	6	0	0	0	8	2	48
	3	3	43	4	0	0	40	3	4	0	33	10	0	0	29	12	2	0	18	3	20	0	3	15	3	0	0	0	17	3	47
	4	0	50	0	0	0	49	1	0	1	36	12	1	0	28	19	1	0	4	26	17	0	2	22	6	2	0	0	22	3	47
	5	2	37	8	3	0	31	9	5	0	19	3	8	0	18	10	4	0	16	3	9	0	9	7	3	0	0	0	10	2	48

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 16 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 6

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	44	3	3	0	0	3	2	1	0	3	1	1	0	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	46	4
	2	44	4	2	0	0	4	2	0	0	3	0	2	0	3	0	0	1	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	46	4
	3	44	3	3	0	0	3	3	0	1	2	3	0	0	0	2	3	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	46	4
	4	44	4	2	0	0	4	1	1	0	3	2	0	1	0	2	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	45	5
	5	44	6	0	0	0	4	0	2	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	6
Bti	1	4	37	9	0	7	30	9	0	10	10	10	9	0	10	10	0	10	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	31	19
	2	4	37	9	0	7	30	9	0	10	10	10	9	0	10	10	0	10	0	7	3	0	0	0	7	9	0	0	0	40	10
	3	5	35	10	0	5	30	10	0	5	25	10	0	10	15	10	0	4	10	6	5	5	0	0	11	0	0	0	0	34	16
	4	6	34	10	0	4	30	10	0	5	25	10	0	10	15	10	0	5	15	0	5	5	5	0	5	5	0	0	0	40	10
	5	4	36	10	0	6	30	10	0	5	25	10	0	5	15	10	5	10	5	10	0	5	0	0	10	10	0	0	0	35	15
novaluron	1	30	15	5	0	8	12	0	0	2	10	0	0	2	5	0	3	0	0	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	42	8
	2	31	14	5	0	0	10	9	0	10	10	0	0	3	4	0	3	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	43	7
	3	30	10	10	0	0	5	15	0	9	10	0	0	1	9	0	0	2	2	3	2	0	0	0	5	0	0	0	0	43	7
	4	31	14	5	0	0	10	9	0	9	10	0	0	2	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	42	8
	5	31	14	5	0	0	10	9	0	9	10	0	0	2	4	4	0	2	2	2	2	0	0	0	4	0	0	0	0	44	6
control	1	0	43	7	0	1	33	13	3	0	25	14	7	0	18	15	6	1	10	15	7	0	0	16	9	2	0	0	14	4	46
	2	0	45	5	0	1	36	10	3	1	22	15	8	0	14	15	8	0	5	16	8	0	0	12	9	2	0	0	10	4	46
	3	0	43	7	0	1	35	11	3	2	22	15	7	0	14	16	7	1	8	13	8	0	0	14	7	0	0	0	14	4	46
	4	0	41	9	0	1	32	13	3	0	21	16	8	0	14	16	7	0	6	14	10	0	0	10	10	0	0	0	10	2	48
	5	0	42	8	0	1	35	12	3	2	25	15	5	0	18	15	7	0	10	15	8	0	0	15	10	3	0	0	12	5	45

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 17 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 7

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	30	20	0	0	2	14	4	0	4	14	0	0	3	7	1	3	1	5	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	45	5
	2	35	15	0	0	5	10	0	0	0	10	0	0	0	0	8	2	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	45	5
	3	36	14	0	0	2	10	2	0	1	9	2	0	2	9	0	0	1	0	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	44	6
	4	36	14	0	0	0	10	4	0	4	10	0	0	4	0	6	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	45	5
	5	37	13	0	0	1	11	1	0	2	9	0	1	3	6	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	45	5
Bti	1	9	33	6	2	0	33	1	5	0	29	0	5	0	26	0	3	6	0	20	0	2	0	9	9	9	0	0	0	29	21
	2	10	35	5	0	2	30	8	0	0	30	4	4	0	30	4	0	4	30	0	0	5	0	10	15	10	0	0	0	31	19
	3	11	32	7	0	0	30	2	7	0	30	2	0	0	30	2	0	7	20	0	5	0	10	0	10	10	0	0	0	28	22
	4	9	30	10	1	0	20	20	1	10	10	10	10	5	5	10	0	2	2	7	4	1	0	8	0	8	0	0	0	34	16
	5	11	33	5	1	0	0	33	5	3	0	30	0	10	0	20	0	6	0	7	7	0	0	0	7	0	0	0	0	30	20
novaluron	1	20	30	0	0	2	28	0	0	8	10	10	0	0	5	15	0	5	5	10	0	5	0	0	10	0	0	0	0	40	10
	2	19	31	0	0	3	28	0	0	8	10	10	0	0	5	15	0	0	5	15	0	10	0	0	10	0	0	0	0	40	10
	3	20	30	0	0	5	25	0	0	6	10	9	0	2	10	7	0	3	5	9	0	4	0	0	10	0	0	0	0	40	10
	4	20	30	0	0	5	25	0	0	4	20	1	0	2	15	4	0	9	5	5	0	2	0	0	8	0	0	0	0	42	8
	5	20	30	0	0	5	25	0	0	3	22	0	0	4	10	8	0	9	0	6	3	0	0	0	6	0	0	0	0	41	9
control	1	0	48	2	0	0	48	0	2	0	48	0	0	0	36	12	0	0	32	14	2	0	25	14	7	2	0	0	37	2	48
	2	0	50	0	0	2	48	0	0	0	39	9	0	0	32	15	1	0	24	18	5	1	12	19	10	0	0	0	31	3	47
	3	0	42	8	0	0	41	5	4	0	36	6	4	2	28	12	2	0	26	11	3	2	15	10	10	0	0	0	25	2	48
	4	0	31	19	0	0	23	15	12	0	21	6	11	0	19	4	2	0	19	2	2	0	11	10	0	1	0	0	20	3	47
	5	0	28	22	0	0	25	18	7	0	24	6	13	0	21	5	4	1	16	8	1	2	11	6	5	0	0	0	17	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 18 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 8

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	27	23	0	0	7	12	3	1	8	3	1	3	2	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	44	6
	2	32	17	0	1	9	4	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	6
	3	30	20	0	0	10	6	2	2	0	3	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	6
	4	31	16	0	3	6	5	3	2	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	7
	5	31	19	0	0	8	5	0	6	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	6
Bti	1	10	40	0	0	0	20	10	10	0	20	10	0	0	20	10	0	6	14	0	10	0	0	10	4	10	0	0	0	26	24
	2	8	42	0	0	2	20	10	10	1	20	9	0	0	20	9	0	0	20	0	9	0	0	20	0	20	0	0	0	31	19
	3	10	40	0	0	0	30	0	10	0	20	10	0	10	20	0	0	0	10	0	10	0	0	10	10	10	0	0	0	30	20
	4	10	40	0	0	10	30	0	0	0	20	10	0	0	20	5	5	5	10	0	10	1	0	0	9	0	0	0	0	26	24
	5	6	44	0	0	2	40	2	0	2	40	0	0	0	10	25	5	10	10	0	15	0	0	0	0	10	0	0	0	30	20
novaluron	1	17	30	3	0	0	30	3	0	0	10	20	3	10	10	10	0	5	5	10	0	5	0	0	10	0	0	0	0	37	13
	2	18	31	1	0	2	30	0	0	0	10	20	0	0	10	18	2	13	5	10	0	5	0	0	10	0	0	0	0	38	12
	3	19	29	2	0	0	29	2	0	1	10	18	2	8	10	10	0	5	5	10	0	5	0	0	10	0	0	0	0	38	12
	4	19	30	1	0	0	30	1	0	0	10	16	5	6	10	10	0	5	5	10	0	5	0	0	10	0	0	0	0	35	15
	5	18	30	2	0	0	25	2	5	11	0	16	0	8	0	7	1	0	0	4	3	1	0	0	3	0	0	0	0	38	12
control	1	2	46	2	0	0	43	5	0	0	36	8	4	0	31	8	8	0	26	7	6	0	9	19	5	2	0	0	26	4	46
	2	0	48	2	0	2	43	5	0	0	37	11	0	0	28	10	10	0	18	17	3	1	5	16	13	0	0	0	21	3	47
	3	1	48	1	0	0	38	10	1	0	28	13	7	0	18	18	5	0	4	18	14	0	0	18	4	0	0	0	18	1	49
	4	0	48	2	0	2	43	5	0	0	26	14	8	0	18	19	3	1	10	14	12	2	0	12	10	0	0	0	12	5	45
	5	1	48	1	0	1	42	5	1	0	34	13	0	0	23	15	9	1	12	11	14	0	5	11	7	0	0	0	16	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 19 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 9

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	29	14	0	7	20	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	7
	2	31	12	0	7	9	2	1	0	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	42	8
	3	33	10	0	7	8	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	8
	4	28	15	0	7	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	7
	5	31	12	0	7	11	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	7
Bti	1	5	38	5	2	0	38	0	5	3	30	3	2	3	20	0	10	0	10	10	0	7	0	10	3	10	0	0	0	28	22
	2	7	38	5	0	0	38	5	0	8	30	2	3	0	30	0	2	10	10	6	4	0	0	6	10	6	0	0	0	31	19
	3	3	33	10	4	2	33	8	0	8	30	3	0	4	20	5	4	1	0	17	7	0	0	7	10	7	0	0	0	25	25
	4	4	40	6	0	6	30	10	0	8	30	2	0	3	20	5	4	6	10	15	4	3	0	0	12	0	0	0	0	30	20
	5	4	35	11	0	6	35	5	0	5	30	5	0	7	10	10	8	0	10	5	5	0	0	5	10	5	0	0	0	27	23
novaluron	1	15	30	5	0	12	14	8	1	0	10	10	2	0	20	0	0	5	0	15	5	10	0	0	5	0	0	0	0	37	13
	2	10	35	5	0	0	23	10	7	0	10	10	13	0	20	0	0	14	0	6	0	1	0	0	5	0	0	0	0	25	25
	3	13	29	8	0	5	13	14	5	0	10	10	12	0	20	0	0	12	0	8	0	4	0	0	4	0	0	0	0	34	16
	4	16	32	2	0	10	20	4	0	1	10	10	3	0	16	0	4	10	0	6	0	2	0	0	4	0	0	0	0	40	10
	5	9	32	8	1	6	22	11	1	0	10	10	13	0	20	0	0	12	0	8	0	3	0	5	0	5	0	0	0	35	15
control	1	1	49	0	0	0	40	9	0	0	34	12	3	3	22	13	8	0	9	13	13	0	1	13	8	0	0	0	14	4	46
	2	2	48	0	0	0	38	10	0	0	30	15	3	1	17	16	11	0	7	17	7	0	0	16	10	0	0	0	16	3	47
	3	0	48	2	0	0	40	10	0	0	33	12	5	2	23	15	5	0	13	17	8	0	8	12	10	0	0	0	20	2	48
	4	0	42	4	0	0	37	11	2	0	29	16	3	2	14	17	12	0	6	16	9	0	2	11	9	0	0	0	13	2	48
	5	0	46	8	0	0	40	9	1	2	30	12	5	1	18	17	6	0	10	17	8	0	0	12	15	0	0	0	12	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 20 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 10

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	16	27	7	0	21	3	2	8	1	2	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	9
	2	27	15	8	0	15	2	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	6
	3	30	13	7	0	5	4	5	6	2	0	5	2	3	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	41	9
	4	34	13	3	0	6	0	1	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10
	5	32	3	15	0	2	0	10	6	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	9
Bti	1	4	35	11	0	6	35	5	0	5	30	5	0	5	30	0	5	2	10	10	8	0	10	0	10	10	0	0	0	27	23
	2	4	40	6	0	6	30	10	0	8	30	2	0	0	30	0	2	0	10	10	10	12	0	0	8	0	0	0	0	30	20
	3	4	33	10	3	2	33	8	4	2	30	3	0	5	20	0	8	4	10	3	3	9	0	7	0	7	0	0	0	32	18
	4	7	38	5	0	0	38	5	0	8	30	2	3	4	20	0	8	2	0	10	8	2	0	0	8	0	0	0	0	23	27
	5	5	35	5	2	0	38	0	5	3	30	3	2	1	30	0	2	5	10	2	13	0	0	12	0	12	0	0	0	26	24
novaluron	1	15	30	5	0	13	10	8	4	0	10	8	0	0	10	0	8	0	0	5	5	0	0	0	5	0	0	0	0	28	22
	2	10	35	5	0	7	23	3	7	3	20	3	0	0	10	3	10	1	2	10	0	5	0	0	7	0	0	0	0	26	24
	3	13	29	8	0	5	13	14	5	3	10	14	0	4	10	10	0	10	0	4	6	0	0	0	4	0	0	0	0	35	15
	4	16	32	2	0	10	20	2	2	5	12	0	5	0	12	0	0	3	0	4	5	0	0	0	4	0	0	0	0	34	16
	5	9	32	8	1	6	22	11	1	0	17	11	5	11	0	8	9	1	0	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	34	16
control	1	2	42	6	0	0	36	7	5	0	33	10	0	0	30	5	8	0	12	21	2	0	6	15	12	0	0	0	21	2	48
	2	0	37	13	0	0	31	13	6	1	25	18	0	0	12	11	20	0	4	11	8	0	0	9	6	1	0	0	8	2	48
	3	0	45	5	0	0	36	11	3	0	29	12	6	0	10	16	15	0	8	4	14	0	0	6	6	3	0	0	3	3	47
	4	0	36	14	0	0	20	27	3	0	20	18	9	0	11	18	9	0	4	13	12	3	3	11	0	1	0	0	13	4	46
	5	0	42	8	0	0	33	17	0	0	31	18	1	0	29	8	10	0	16	9	12	1	3	14	7	0	0	0	17	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 21 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 11

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	31	10	0	9	5	0	4	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	12
	2	31	11	0	8	0	11	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10
	3	30	20	0	0	10	10	0	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	9
	4	27	20	0	3	4	16	0	0	9	0	2	5	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10
	5	32	8	0	10	0	4	3	1	3	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	13
Bti	1	1	49	0	0	2	23	24	0	2	21	24	0	1	21	23	0	1	10	33	0	15	0	0	28	0	0	0	0	22	28
	2	2	48	0	0	3	20	25	0	0	20	25	0	3	20	22	0	1	10	31	0	23	0	0	18	0	0	0	0	32	18
	3	2	48	0	0	0	24	24	0	2	22	24	0	3	22	21	0	2	10	21	0	13	0	0	18	0	0	0	0	22	28
	4	2	48	0	0	1	20	27	0	1	20	26	0	1	20	25	0	2	10	33	0	25	0	0	18	0	0	0	0	32	18
	5	3	47	0	0	0	22	25	0	2	20	25	0	2	20	23	0	0	10	30	3	11	0	0	29	0	0	0	0	18	32
novaluron	1	10	40	0	0	2	38	0	0	1	37	0	0	1	20	16	0	9	10	17	0	10	0	0	17	0	0	0	0	33	17
	2	12	38	0	0	2	36	0	0	1	35	0	0	7	20	7	1	0	10	12	5	8	0	0	15	0	0	0	0	29	21
	3	11	39	0	0	1	38	0	0	1	37	0	0	6	20	11	0	6	10	13	2	8	0	0	15	0	0	0	0	33	17
	4	11	39	0	0	3	36	0	0	2	34	0	0	1	20	13	0	4	10	14	5	9	0	0	15	0	0	0	0	30	20
	5	14	36	0	0	1	35	0	0	1	22	12	0	1	21	12	0	7	10	16	0	8	0	0	18	0	0	0	0	32	18
control	1	0	48	2	0	2	43	5	0	0	37	11	0	0	28	10	10	0	18	17	3	1	5	16	13	0	0	0	21	3	47
	2	0	48	2	0	2	43	5	0	0	26	14	8	0	18	18	3	1	10	14	12	2	0	12	10	0	0	0	12	5	45
	3	1	48	1	0	0	38	10	1	0	28	13	7	0	18	18	5	0	4	18	14	0	0	18	4	0	0	0	18	1	49
	4	1	48	1	0	1	42	5	1	0	34	13	0	0	23	23	9	1	12	11	14	0	5	11	7	0	0	0	16	3	47
	5	2	46	2	0	0	43	5	0	0	36	8	4	0	31	8	8	0	26	7	6	0	9	19	5	2	0	0	26	1	49

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 22 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 12

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs	1	17	30	3	0	16	5	5	7	3	1	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	13
	2	13	32	5	0	23	0	2	12	0	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38	12
	3	26	8	8	8	9	2	1	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	13
	4	28	10	2	10	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	14
	5	33	6	1	10	2	3	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	11
Bti	1	1	49	0	0	1	48	0	0	1	47	0	0	4	20	23	0	2	20	16	5	6	0	0	30	0	0	0	0	15	35
	2	2	48	0	0	1	47	0	0	1	46	0	0	3	20	23	0	8	20	15	0	19	0	0	16	0	0	0	0	34	16
	3	2	48	0	0	1	47	0	0	5	42	0	0	6	20	16	0	3	20	3	10	3	0	0	20	0	0	0	0	20	30
	4	1	49	0	0	3	43	0	0	5	38	0	0	4	20	14	0	4	20	10	0	6	0	0	24	0	0	0	0	26	24
	5	2	48	0	0	1	47	0	0	1	46	0	0	6	20	20	0	6	20	7	7	3	0	0	24	0	0	0	0	19	31
novaluron	1	10	40	0	0	1	38	0	0	1	38	0	0	3	20	15	0	2	18	15	0	13	0	0	20	0	0	0	0	30	20
	2	11	39	0	0	1	38	0	0	6	32	0	0	3	19	10	0	6	10	9	4	5	0	0	14	0	0	0	0	32	18
	3	11	39	0	0	1	38	0	0	4	33	0	1	4	19	8	2	6	10	2	9	0	0	0	12	0	0	0	0	26	24
	4	10	40	0	0	4	36	0	0	1	35	0	0	7	18	10	0	4	18	3	3	6	0	0	15	0	0	0	0	32	18
	5	11	39	0	0	1	38	0	0	1	37	0	0	4	20	13	0	5	10	8	10	4	0	0	14	0	0	0	0	27	23
control	1	0	48	2	0	0	43	7	0	0	35	12	3	0	23	22	2	0	10	25	10	0	0	25	10	3	0	0	22	3	47
	2	0	41	8	1	0	34	11	4	3	24	15	3	0	12	20	7	1	3	18	10	0	0	6	15	0	0	0	6	4	46
	3	1	41	8	0	0	32	13	4	0	24	15	6	0	18	12	9	0	1	18	11	1	0	13	5	0	0	0	13	2	48
	4	0	42	8	0	4	26	15	5	0	24	13	4	0	18	15	4	0	11	11	11	0	2	11	9	0	0	0	13	4	46
	5	1	48	1	0	1	32	16	0	0	19	24	5	0	14	19	10	2	5	16	16	0	0	10	11	0	0	0	10	4	46

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 23 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 1

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs+ novaluron	1	47	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
	2	47	3	0	0	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	3	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
	4	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
	5	45	4	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
Bti +novaluron	1	4	46	0	0	0	43	3	0	1	43	2	0	2	43	0	0	0	40	3	0	18	20	5	0	7	0	0	18	30	18
	2	4	46	0	0	0	43	3	0	19	10	16	1	0	10	15	1	0	10	15	0	3	4	8	10	7	0	0	5	33	17
	3	0	50	0	0	0	49	1	0	16	30	4	0	6	20	8	0	5	7	9	7	0	6	10	0	6	0	0	10	33	17
	4	0	50	0	0	0	48	0	2	0	48	0	0	0	44	4	0	0	42	4	2	20	26	0	0	13	0	0	13	33	17
	5	5	45	0	0	5	40	0	0	6	34	0	0	7	26	0	1	4	20	0	2	6	0	7	7	0	0	0	7	33	17
Bs+*Bti*+ novaluron	1	28	22	0	0	0	22	0	0	2	20	0	0	1	10	9	0	1	10	8	0	9	9	0	0	1	0	0	8	42	8
	2	29	21	0	0	0	21	0	0	11	10	0	0	1	8	0	1	0	0	4	4	0	2	2	0	2	0	0	2	43	7
	3	30	20	0	0	0	20	0	0	4	16	0	0	3	13	0	0	3	9	0	1	3	5	0	2	1	0	0	4	43	7
	4	27	23	0	0	0	22	1	0	0	22	1	0	3	20	0	1	0	20	0	0	12	0	7	1	1	0	0	6	43	7
	5	30	20	0	0	0	20	0	0	8	12	0	0	0	10	2	0	2	8	0	2	2	3	3	0	1	0	0	5	43	7
control	1	0	50	0	0	0	49	1	0	1	36	12	1	0	28	19	1	0	4	26	17	0	2	22	6	2	0	0	22	3	47
	2	0	34	16	0	0	20	7	23	2	15	8	2	0	12	11	0	0	9	5	9	0	5	3	6	0	0	0	8	2	48
	3	4	36	10	0	0	29	10	7	0	22	11	6	0	16	10	7	0	12	7	7	0	0	12	7	0	0	0	12	4	46
	4	3	43	4	0	0	40	3	4	0	33	10	0	0	29	12	2	0	18	3	20	0	3	15	3	0	0	0	17	3	47
	5	2	37	8	3	0	31	9	5	0	19	3	8	0	18	10	4	0	16	3	9	0	9	7	3	0	0	0	16	2	48

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 24 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 2

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs+ novaluron	1	45	5	0	0	0	2	3	0	1	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	2	46	4	0	0	0	2	2	0	1	0	2	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	3	44	6	0	0	2	2	2	0	1	0	2	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	4	45	5	0	0	1	2	1	1	0	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	5	46	4	0	0	0	2	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
Bti +novaluron	1	3	47	0	0	1	43	3	0	6	40	0	0	5	30	5	0	8	20	7	0	7	0	11	9	2	0	0	9	32	18
	2	3	47	0	0	2	45	0	0	5	33	0	7	1	30	0	2	0	15	15	0	15	0	10	5	6	0	0	4	32	18
	3	3	47	0	0	1	43	3	0	6	36	0	4	4	30	0	2	5	15	10	0	10	0	9	6	4	0	0	5	33	17
	4	3	47	0	0	1	46	0	0	6	36	0	4	4	30	2	0	8	14	10	0	10	0	10	4	0	0	0	10	32	18
	5	3	47	0	0	1	43	3	0	3	40	0	0	9	30	4	0	8	20	6	0	6	0	12	8	2	0	0	10	32	18
Bs +*Bti* +novaluron	1	31	19	0	0	0	0	19	0	2	0	17	0	2	0	15	0	3	0	12	0	3	0	4	5	1	0	0	3	42	8
	2	28	22	0	0	0	0	22	0	5	0	17	0	4	0	13	0	3	0	8	2	2	0	3	3	0	0	0	3	42	8
	3	28	22	0	0	1	0	21	0	6	0	15	0	0	0	14	1	4	0	7	3	0	0	7	0	3	0	0	4	42	8
	4	30	20	0	0	1	0	19	0	2	0	17	0	4	0	13	0	3	0	8	2	2	0	2	4	0	0	0	2	42	8
	5	28	22	0	0	0	0	19	0	1	0	18	0	3	0	15	0	3	0	12	0	3	0	6	3	1	0	0	5	42	8
control	1	0	42	8	0	0	35	12	3	2	25	15	5	0	18	15	7	0	10	15	8	0	0	15	10	3	0	0	12	5	45
	2	0	41	9	0	2	32	13	3	0	21	16	8	0	14	16	7	0	6	14	10	0	0	10	10	0	0	0	10	2	48
	3	0	43	7	0	1	35	11	3	2	22	15	7	0	14	16	7	1	8	13	8	0	0	14	7	0	0	0	14	4	46
	4	0	45	5	0	1	36	10	3	1	22	15	8	0	14	15	8	0	5	16	8	0	0	12	9	2	0	0	10	4	46
	5	0	43	7	0	1	33	13	3	0	25	14	7	0	18	15	6	1	10	15	7	0	0	16	9	2	0	0	14	4	46

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 25 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 3

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs +novaluron	1	49	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
	2	48	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	49	1
	3	49	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2
	4	47	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2
	5	47	3	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1
Bti +novaluron	1	5	45	0	0	0	45	0	0	9	30	6	0	0	30	6	0	13	10	11	2	5	10	4	2	0	0	0	14	32	18
	2	1	49	0	0	0	49	0	0	4	40	5	0	1	40	4	0	1	40	3	0	18	10	15	0	6	0	0	19	31	19
	3	1	49	0	0	0	49	0	0	10	20	9	0	0	20	9	0	4	20	3	2	7	0	13	3	0	0	0	13	32	18
	4	1	49	0	0	0	49	0	0	16	30	3	0	0	20	3	10	3	10	10	1	11	0	10	0	4	0	0	6	33	17
	5	2	48	0	0	0	48	0	0	2	30	12	4	10	20	12	0	5	15	10	2	13	0	6	6	0	0	0	6	32	18
Bs +*Bti* +novaluron	1	23	27	0	0	0	27	0	0	5	22	0	0	4	14	4	0	4	10	4	0	5	0	8	1	3	0	0	5	44	6
	2	24	26	0	0	0	26	0	0	1	25	0	0	1	20	4	0	2	19	3	0	8	0	14	0	5	0	0	9	41	9
	3	25	25	0	0	3	22	0	0	8	14	0	0	0	10	4	0	4	6	0	4	1	0	5	0	0	0	0	5	41	9
	4	24	26	0	0	0	26	0	0	13	13	0	0	5	0	8	0	0	0	4	4	0	0	2	2	0	0	0	2	42	8
	5	25	25	0	0	0	25	0	0	3	22	0	0	0	20	2	0	2	10	5	5	10	0	4	1	1	0	0	4	40	10
control	1	4	36	10	0	0	29	10	7	0	22	11	6	0	16	10	7	0	12	7	7	0	0	12	7	0	0	0	12	4	46
	2	0	50	0	0	0	49	1	0	1	36	12	1	0	28	19	1	0	4	26	17	0	2	22	6	2	0	0	22	3	47
	3	2	37	8	0	0	31	9	5	0	19	3	8	0	18	10	4	0	16	3	9	0	9	7	3	0	0	0	16	2	48
	4	0	34	16	0	0	20	7	23	2	15	8	2	0	12	11	0	0	9	5	9	0	5	3	6	0	0	0	8	2	48
	5	3	43	4	0	0	40	3	4	0	33	10	0	0	29	12	2	0	18	3	20	0	3	15	3	0	0	0	17	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 26 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 4

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs +novaluron	1	45	4	1	0	1	4	0	0	0	3	0	1	0	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	47	3
	2	46	2	2	0	1	1	2	0	0	1	2	0	0	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	47	3
	3	45	3	2	0	1	2	2	0	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2
	4	46	4	0	0	1	1	2	0	0	0	3	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2
	5	45	3	2	0	1	2	2	0	1	1	2	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2
Bti +novaluron	1	1	49	0	0	2	44	3	0	0	44	3	0	3	32	12	0	8	18	18	0	4	16	16	0	8	0	0	23	27	23
	2	2	48	0	0	0	44	4	0	0	44	4	0	4	21	23	0	7	19	19	0	3	15	19	0	12	0	0	22	28	22
	3	2	48	0	0	0	44	4	0	0	44	4	0	4	44	0	0	5	19	20	0	2	16	21	0	15	0	0	22	28	22
	4	1	49	0	0	1	45	3	0	0	45	3	0	5	23	20	0	5	19	20	0	0	15	10	3	6	0	0	19	28	22
	5	2	48	0	0	3	45	0	0	2	40	3	0	3	20	20	0	5	19	16	0	6	0	29	0	9	0	0	20	30	20
Bs +*Bti* +novaluron	1	24	26	0	0	2	24	0	0	2	22	0	0	2	20	0	0	3	17	0	0	0	12	5	0	7	0	0	10	40	10
	2	24	26	0	0	2	24	0	0	2	22	0	0	0	20	2	0	4	18	0	0	3	0	15	0	5	0	0	10	40	10
	3	24	26	0	0	2	24	0	0	2	22	0	0	2	20	0	0	2	18	0	0	4	0	11	3	4	0	0	7	40	10
	4	24	26	0	0	2	24	0	0	0	24	0	0	2	22	0	0	3	19	0	0	4	0	15	0	6	0	0	9	41	9
	5	24	26	0	0	2	24	0	0	0	22	2	0	2	20	0	2	6	14	0	0	7	0	5	2	0	0	0	5	41	9
control	1	0	48	2	0	2	40	8	0	0	35	10	3	0	29	12	4	0	21	15	4	0	6	20	10	0	0	0	26	2	48
	2	0	46	4	0	1	41	8	0	0	36	10	3	1	30	12	3	0	21	14	7	0	7	19	9	0	0	0	26	2	48
	3	0	44	6	0	1	40	9	0	0	35	11	3	1	30	11	4	0	21	14	6	0	5	21	9	0	0	0	26	2	48
	4	0	43	7	0	1	40	9	0	0	35	10	4	0	29	12	4	0	20	14	7	0	6	19	9	2	0	0	23	3	47
	5	0	46	4	0	0	40	10	0	1	35	11	3	0	29	12	5	0	20	14	7	0	6	20	8	0	0	0	26	1	49

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 27 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 5

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs +novaluron	1	45	4	1	0	1	2	0	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	46	4
	2	44	3	3	0	1	2	3	0	1	3	1	0	1	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	47	3
	3	44	2	2	2	0	2	2	0	1	2	1	0	0	2	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	47	3
	4	45	3	2	1	1	2	1	1	0	0	2	1	0	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	46	4
	5	45	3	2	0	0	3	2	0	1	2	2	0	1	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	47	3
Bti +novaluron	1	1	49	0	0	0	49	0	0	2	46	0	1	11	10	19	6	7	22	3	4	13	0	8	4	0	0	0	8	28	22
	2	2	48	0	0	4	44	0	0	0	40	4	0	4	20	10	10	2	25	5	0	8	20	2	0	8	0	0	14	26	24
	3	1	49	0	0	0	48	1	0	3	45	0	1	10	30	3	2	6	22	5	0	6	10	0	11	0	0	0	10	26	24
	4	1	49	0	0	0	48	1	0	1	47	0	1	9	34	0	4	4	25	5	0	13	11	0	6	0	0	0	11	28	22
	5	0	50	0	0	2	48	0	0	1	47	0	0	7	30	10	0	15	15	2	8	2	0	7	8	0	0	0	7	27	23
Bs +*Bti* +novaluron	1	20	30	0	0	3	26	0	1	3	0	22	1	1	0	16	5	5	0	11	0	5	0	6	0	2	0	0	4	39	11
	2	25	25	4	0	4	21	0	0	1	0	20	0	5	0	13	2	3	0	6	4	0	0	4	2	1	0	0	3	39	11
	3	28	22	0	0	0	22	0	0	0	0	22	0	2	0	20	0	10	0	7	3	0	0	4	3	0	0	0	4	40	10
	4	29	21	0	0	0	21	0	0	2	0	19	0	6	0	11	2	2	0	6	3	0	0	2	4	0	0	0	2	39	11
	5	29	21	0	0	0	20	1	0	2	0	18	1	8	0	8	2	1	0	6	1	0	0	2	4	0	0	0	2	40	10
control	1	0	40	10	0	2	30	14	4	0	24	15	5	1	11	16	11	0	2	15	10	0	0	12	5	0	0	0	12	3	47
	2	0	43	7	0	3	35	11	1	0	23	14	9	1	10	17	9	0	2	17	8	0	0	12	7	0	0	0	12	4	46
	3	2	39	9	0	0	33	13	2	1	23	15	7	1	14	16	7	1	5	16	8	0	0	12	9	0	0	0	12	5	45
	4	0	42	8	0	0	33	14	3	0	24	14	9	2	10	15	11	0	3	14	8	0	0	8	9	0	0	0	8	2	48
	5	1	43	6	0	0	35	11	3	0	25	14	7	1	13	16	9	0	5	15	9	0	0	11	9	1	0	0	10	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 28 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 6

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs +novaluron	1	43	4	3	0	1	3	3	0	1	3	1	1	0	2	1	1	0	1	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0	46	4
	2	42	4	4	0	1	4	3	0	1	3	3	0	1	3	0	2	0	0	2	1	0	0	3	2	0	0	0	0	45	5
	3	40	5	5	0	1	5	4	0	2	5	2	0	2	0	3	2	0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	45	5
	4	43	4	3	0	1	3	3	0	1	2	3	0	1	2	1	1	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	46	4
	5	40	5	5	0	1	4	5	0	1	4	4	0	2	3	3	0	1	3	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	45	5
Bti +novaluron	1	2	44	4	0	1	40	3	4	1	20	22	0	12	10	10	10	0	10	10	0	6	0	10	4	4	0	0	6	26	24
	2	3	45	2	0	1	44	2	0	0	22	24	0	3	23	20	0	17	10	12	4	0	0	11	10	0	0	0	11	25	25
	3	4	46	0	0	1	40	5	0	0	20	25	0	0	20	25	0	0	20	20	5	5	0	20	15	10	0	0	10	25	25
	4	3	47	0	0	3	40	4	0	0	20	24	0	2	20	22	0	12	20	10	0	5	0	15	10	2	0	0	13	27	23
	5	3	45	2	0	1	45	1	0	0	20	25	1	0	20	24	1	11	20	11	2	1	15	10	5	10	0	0	15	27	23
Bs +*Bti* +novaluron	1	26	24	0	0	1	23	0	0	2	21	0	0	4	10	7	0	4	0	9	4	1	0	4	4	0	0	0	4	38	12
	2	28	22	0	0	1	0	21	0	6	0	15	0	0	0	13	2	3	0	7	3	0	0	4	3	0	0	0	4	38	12
	3	22	28	0	0	1	27	0	0	3	24	0	0	4	10	10	0	5	0	13	2	3	0	6	4	0	0	0	6	38	12
	4	23	27	0	0	2	25	0	0	2	23	0	0	5	10	8	0	1	0	13	4	5	0	4	4	0	0	0	4	38	12
	5	31	19	0	0	1	18	0	0	3	15	0	0	2	10	0	3	0	0	7	3	0	0	3	4	0	0	0	3	37	13
control	1	0	45	5	0	1	36	10	3	1	22	15	8	0	14	15	8	0	5	16	8	0	0	12	9	2	0	0	10	4	46
	2	0	43	7	0	1	33	13	3	0	25	14	7	0	18	15	6	1	10	13	7	0	0	16	9	2	0	0	14	4	46
	3	0	43	7	0	1	35	11	3	2	22	15	7	0	14	16	7	1	8	13	8	0	0	14	7	0	0	0	14	4	46
	4	0	41	9	0	1	32	13	3	0	21	16	8	0	14	16	7	0	14	14	10	0	0	10	10	0	0	0	10	2	48
	5	0	42	8	0	1	35	12	3	2	25	15	5	0	18	15	7	0	15	15	8	0	0	15	10	3	0	0	12	5	45

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 29 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 7

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs +novaluron	1	30	20	0	0	0	20	0	0	1	19	0	0	3	10	6	0	4	10	2	0	2	0	5	5	5	0	0	0	45	5
	2	29	21	0	0	1	20	0	0	1	19	0	0	2	10	7	0	2	10	5	0	1	0	5	6	5	0	0	0	44	6
	3	30	20	0	0	1	19	0	0	0	19	0	0	3	10	6	0	4	7	5	0	1	0	6	5	6	0	0	0	45	5
	4	25	25	0	0	2	23	0	0	1	22	0	0	4	10	8	0	2	10	6	0	4	0	7	5	7	0	0	0	45	5
	5	30	20	0	0	0	20	0	0	1	19	0	0	3	8	8	0	2	10	4	10	4	0	5	5	5	0	0	0	45	5
Bti +novaluron	1	2	48	0	0	0	48	0	0	1	47	0	0	0	20	27	0	3	20	24	0	9	0	30	5	10	0	0	20	25	25
	2	3	47	0	0	0	47	0	0	1	46	0	0	6	20	20	0	5	20	15	0	0	0	27	8	10	0	0	17	25	25
	3	2	48	0	0	0	48	0	0	0	48	0	0	8	20	20	0	3	20	17	0	6	0	28	3	7	0	0	21	26	24
	4	2	48	0	0	0	48	0	0	1	47	0	0	2	20	24	1	2	20	20	2	5	0	25	10	13	0	0	12	25	25
	5	2	48	0	0	0	48	0	0	2	46	0	0	6	20	19	1	0	19	15	1	2	0	28	5	10	0	0	18	25	25
Bs +*Bti* +novaluron	1	22	28	0	0	0	24	4	0	1	23	4	0	4	10	13	0	4	0	16	3	2	0	14	0	4	0	0	10	37	13
	2	22	28	0	0	2	22	4	0	2	22	2	2	2	10	12	0	3	10	7	2	6	0	10	1	1	0	0	9	38	12
	3	22	24	4	0	1	23	4	0	1	22	2	2	0	10	10	2	2	10	8	0	3	0	15	0	7	0	0	8	36	14
	4	22	25	3	0	2	22	4	0	1	21	4	0	5	10	19	1	2	10	6	1	4	0	4	8	0	0	0	4	36	14
	5	22	25	3	0	1	23	4	0	1	22	4	0	4	10	12	0	2	10	10	0	5	0	11	4	1	0	0	10	36	14
control	1	0	46	4	0	0	39	11	0	0	30	15	5	1	23	18	3	0	15	18	8	1	3	20	9	0	0	0	23	2	48
	2	0	45	5	0	0	40	9	1	0	31	13	5	0	25	15	4	1	16	15	8	0	5	15	11	0	0	0	20	1	49
	3	0	45	5	0	0	38	12	0	0	30	15	5	1	25	16	3	1	16	20	5	1	2	22	11	0	0	0	24	3	47
	4	0	43	7	0	0	40	10	0	0	31	11	8	0	25	14	3	0	19	12	8	0	5	10	16	5	0	0	10	5	45
	5	0	45	5	0	0	36	12	2	0	25	19	4	0	22	18	4	0	15	17	8	2	5	16	9	0	0	0	21	2	48

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 30 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 8

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs +novaluron	1	28	22	0	0	0	22	0	0	1	20	1	0	1	10	10	0	4	10	6	0	3	0	6	7	6	0	0	0	43	7
	2	27	23	0	0	1	22	0	0	1	20	1	0	0	10	11	0	5	6	10	0	2	0	7	7	7	0	0	0	43	7
	3	26	24	0	0	1	23	0	0	1	22	0	0	4	10	8	0	3	5	10	0	6	0	2	7	2	0	0	0	43	7
	4	24	23	0	0	1	22	0	0	0	22	0	0	4	10	18	0	3	7	7	1	5	0	3	6	3	0	0	0	43	7
	5	26	24	0	0	1	23	0	0	1	22	0	0	0	10	12	0	6	8	1	7	7	0	8	1	8	0	0	0	42	8
Bti +novaluron	1	0	48	2	0	0	46	2	2	0	44	4	0	2	20	26	0	7	20	17	2	7	10	20	0	7	0	0	23	25	25
	2	1	49	0	0	0	48	1	0	0	48	0	1	2	20	25	1	9	20	11	5	5	10	20	1	12	0	0	18	25	25
	3	0	50	0	0	0	49	1	0	1	49	0	0	4	20	23	2	11	20	7	5	8	10	5	4	0	0	0	15	24	26
	4	1	49	0	0	0	46	3	0	1	46	2	0	6	20	22	0	8	20	9	5	8	0	10	9	0	0	0	10	26	24
	5	0	50	0	0	0	49	1	0	1	49	0	0	4	20	24	1	5	20	16	3	16	0	13	7	0	0	0	13	26	24
Bs +*Bti* +novaluron	1	23	27	0	0	1	26	0	0	0	20	6	0	1	10	15	0	5	10	10	0	4	0	15	1	2	0	0	13	36	14
	2	20	30	0	0	2	28	0	0	0	24	4	0	0	20	8	0	8	10	10	0	3	0	3	4	3	0	0	10	36	14
	3	19	31	0	0	1	30	0	0	2	24	4	0	4	20	3	0	3	10	6	4	6	0	8	2	0	0	0	8	36	14
	4	20	30	0	0	1	29	0	0	1	25	3	0	6	20	2	0	3	10	5	4	5	0	5	5	0	0	0	5	36	14
	5	19	31	0	0	1	30	0	0	3	23	4	0	0	23	4	0	7	10	6	4	6	0	7	3	0	0	0	7	36	14
control	1	2	46	2	0	0	43	5	0	0	36	8	4	0	31	8	8	0	26	7	6	0	9	19	5	2	0	0	26	4	46
	2	0	48	2	0	2	43	5	0	0	37	11	0	0	28	10	10	0	18	17	3	1	5	16	13	0	0	0	21	3	47
	3	1	48	1	0	0	38	10	1	0	28	13	7	0	18	18	5	0	4	18	14	0	0	18	4	0	0	0	18	1	49
	4	0	48	2	0	2	43	5	0	0	26	14	8	0	18	19	3	1	10	14	12	2	0	12	10	0	0	0	12	5	45
	5	1	48	1	0	1	42	5	1	0	34	13	0	0	23	15	9	1	12	11	14	0	5	11	7	0	0	0	16	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 31 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 9

วันที่		1				2				3				4				5				6				7			ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs +novaluron	1	28	22	0	0	0	22	0	0	2	20	0	0	2	10	8	0	2	8	8	0	5	0	10	1	3	0	0	7	42	8
	2	28	22	0	0	2	20	0	0	3	17	0	0	2	10	5	0	4	5	6	0	4	0	2	6	0	0	0	2	42	8
	3	28	22	0	0	2	20	0	0	2	18	0	0	3	10	5	0	4	5	3	3	2	0	4	2	0	0	0	4	41	9
	4	27	23	0	0	3	20	0	0	3	17	0	0	2	10	5	0	2	8	5	0	5	0	4	4	0	0	0	4	42	8
	5	28	22	0	0	1	21	0	0	0	21	0	0	3	10	8	0	7	5	5	1	3	0	3	4	0	0	0	3	42	8
Bti +novaluron	1	1	49	0	0	0	48	1	0	0	47	2	0	0	47	2	0	2	20	27	0	10	0	31	6	7	0	0	20	24	26
	2	1	49	0	0	0	48	1	0	3	45	1	0	3	43	0	0	8	20	10	5	6	0	10	14	3	0	0	7	24	26
	3	2	48	0	0	1	47	0	0	0	47	0	0	5	39	0	3	6	20	5	8	9	0	15	1	0	0	0	15	23	27
	4	1	49	0	0	0	48	1	0	4	45	0	0	4	39	0	2	12	10	14	5	5	0	15	4	0	0	0	15	24	26
	5	0	50	0	0	0	49	1	0	1	49	0	0	4	40	2	3	19	10	9	4	0	0	9	10	0	0	0	9	24	26
Bs +*Bti* +novaluron	1	18	32	0	0	0	32	0	0	0	32	0	0	0	22	10	0	4	20	8	0	7	10	7	4	6	0	0	11	35	15
	2	18	32	0	0	1	31	0	0	5	26	0	0	2	14	10	0	5	10	6	3	4	0	2	10	0	0	0	2	35	15
	3	19	31	0	0	0	31	0	0	3	28	0	0	4	14	10	0	6	10	1	7	8	0	7	3	0	0	0	7	33	17
	4	18	32	0	0	2	30	0	0	4	26	0	0	3	13	10	0	3	10	8	2	5	0	7	6	0	0	0	7	35	15
	5	18	32	0	0	1	31	0	0	1	30	0	0	4	16	8	2	5	10	7	2	5	0	5	7	0	0	0	5	34	16
control	1	0	48	2	0	0	43	7	0	0	35	12	3	0	23	22	2	0	10	25	10	0	0	25	10	3	0	0	22	3	47
	2	0	41	8	1	0	34	11	4	3	24	15	3	0	12	20	7	1	3	18	10	0	0	6	15	0	0	0	6	4	46
	3	1	41	8	0	0	32	13	4	0	24	15	6	0	18	12	9	0	1	18	11	1	0	13	5	0	0	0	13	2	48
	4	0	42	8	0	4	26	15	5	0	24	13	4	0	18	15	4	0	11	11	11	0	2	11	9	0	0	0	13	4	46
	5	1	48	1	0	1	32	16	0	0	19	24	5	0	14	19	10	2	5	16	10	0	0	10	11	0	0	0	10	4	46

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 32 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 10

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์		
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	A
Bs +novaluron	1	27	23	0	0	1	22	0	0	3	10	9	0	1	9	9	0	2	9	7	0	4	6	5	1	3	0	0	8	41	9
	2	27	23	0	0	1	22	0	0	3	8	11	0	1	7	11	0	3	7	8	0	4	7	1	3	1	0	0	7	40	10
	3	27	23	0	0	1	22	0	0	1	10	11	0	3	10	8	0	2	10	6	0	3	8	3	2	3	0	0	8	40	10
	4	26	24	0	0	1	23	0	0	1	11	11	0	4	10	8	0	2	10	6	0	3	4	3	6	4	0	0	3	41	9
	5	27	23	0	0	1	22	0	0	2	10	10	0	2	10	8	0	3	10	5	0	4	6	3	2	2	0	0	7	41	9
Bti +novaluron	1	1	49	0	0	1	48	0	0	1	47	0	0	1	20	26	0	3	20	23	0	13	10	14	6	3	0	0	21	23	27
	2	1	49	0	0	1	48	0	0	2	46	0	0	0	20	26	0	5	20	21	0	12	10	11	8	3	0	0	18	24	26
	3	1	49	0	0	1	48	0	0	1	47	0	0	6	20	21	0	3	20	18	0	6	20	6	6	5	0	0	21	23	27
	4	1	49	0	0	1	48	0	0	1	47	0	0	8	20	19	0	3	20	15	1	7	5	5	18	1	0	0	9	22	28
	5	1	49	0	0	1	48	0	0	2	46	0	0	4	20	22	0	0	20	20	2	13	10	10	7	2	0	0	18	23	27
Bs +*Bti* +novaluron	1	17	33	0	0	1	32	0	0	1	31	0	0	4	20	7	0	2	12	13	0	6	12	6	1	5	0	0	13	36	14
	2	17	33	0	0	1	32	0	0	4	28	0	0	1	20	7	0	4	10	13	0	5	10	2	6	1	0	0	11	33	17
	3	17	33	0	0	1	32	0	0	1	31	0	0	4	20	7	0	2	12	13	0	5	12	4	4	3	0	0	13	33	17
	4	17	33	0	0	1	32	0	0	1	31	0	0	2	20	9	0	6	10	13	0	5	0	6	12	1	0	0	5	33	17
	5	17	33	0	0	1	32	0	0	2	30	0	0	3	20	7	0	3	10	14	0	7	10	2	5	1	0	0	11	34	16
control	1	0	46	4	0	0	39	11	0	0	30	15	5	1	23	18	3	0	15	18	8	1	3	20	9	0	0	0	23	2	48
	2	0	45	5	0	0	40	9	1	0	31	13	5	0	25	15	4	1	16	15	8	0	5	15	11	0	0	0	20	1	49
	3	0	45	5	0	0	38	12	0	0	30	15	5	1	25	16	3	1	16	20	5	1	2	22	11	0	0	0	24	3	47
	4	0	43	7	0	0	40	10	0	0	31	11	8	0	25	14	3	0	19	12	8	0	5	10	16	5	0	0	10	5	45
	5	0	45	5	0	0	36	12	2	0	25	19	4	0	22	18	4	0	15	17	8	2	5	16	9	0	0	0	21	2	48

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 33 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 11

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์	
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	A
Bs +novaluron	1	21	29	0	0	1	28	0	0	2	20	6	0	6	10	10	0	5	8	5	2	3	0	5	5	0	0	0	5	38	12
	2	19	31	0	0	1	30	0	0	2	28	0	0	7	10	11	0	6	7	5	3	2	0	5	5	0	0	0	5	37	13
	3	20	30	0	0	0	30	0	0	2	28	0	0	8	10	10	0	7	7	3	3	2	0	3	5	0	0	0	3	39	11
	4	20	30	0	0	2	28	0	0	2	20	6	0	2	10	10	0	6	10	0	4	1	0	5	4	0	0	0	5	37	13
	5	20	30	0	0	1	29	0	0	4	20	5	0	4	10	11	0	7	10	0	4	2	0	5	3	0	0	0	5	38	12
Bti +novaluron	1	0	49	0	1	3	46	0	0	3	43	0	0	4	20	19	0	2	20	7	10	8	10	4	5	0	0	0	14	21	29
	2	0	50	0	0	0	49	1	0	3	47	0	0	6	20	17	4	11	10	7	9	0	10	2	5	0	0	0	12	20	30
	3	1	49	0	0	0	48	1	0	1	48	0	0	14	20	3	11	0	10	8	5	3	10	0	5	3	0	0	7	22	28
	4	1	49	0	0	0	47	2	0	1	47	1	0	8	20	13	7	9	10	7	7	1	10	4	2	0	0	0	14	20	30
	5	1	49	0	0	0	47	2	0	3	44	2	0	6	20	19	1	10	10	9	10	0	10	4	5	0	0	0	14	20	30
Bs +*Bti* +novaluron	1	9	40	1	0	1	40	0	0	3	30	7	0	9	10	18	0	6	12	3	7	0	0	11	4	0	0	0	8	31	19
	2	9	41	0	0	0	41	0	0	3	30	8	0	10	11	18	0	6	10	7	5	2	0	7	8	0	0	0	7	30	20
	3	7	43	0	0	1	42	0	0	5	30	7	0	9	10	17	1	9	10	2	6	0	0	5	7	0	0	0	5	31	19
	4	9	41	0	0	3	38	0	0	1	30	7	0	9	10	18	0	8	10	3	7	0	0	8	5	0	0	0	8	30	20
	5	10	40	0	0	2	38	0	0	4	30	4	0	5	10	14	5	4	10	7	3	5	0	8	4	0	0	0	8	30	20
control	1	2	39	9	0	0	33	13	2	1	23	15	7	1	14	16	7	1	5	16	8	0	0	12	9	0	0	0	12	5	45
	2	1	43	6	0	0	35	11	3	0	25	14	7	1	13	16	9	0	5	15	9	0	0	11	9	1	0	0	10	3	47
	3	0	42	8	0	0	33	14	3	0	24	14	9	2	10	15	11	0	3	14	8	0	0	8	9	0	0	0	8	2	48
	4	0	43	7	0	3	35	11	1	0	23	14	9	1	10	17	9	0	2	17	8	0	0	12	7	0	0	0	12	4	46
	5	0	40	10	0	2	30	14	4	0	24	15	5	1	11	16	11	0	2	15	10	0	0	12	5	0	0	0	12	3	47

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ตารางภาคผนวกที่ 34 จำนวนลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวเต็มวัยของยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ในสัปดาห์ที่ 12

วันที่		1				2				3				4				5				6				7				ทั้งสัปดาห์		
กลุ่ม	ชุด (ซ้ำ)	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	P	A	ตาย	L	A
Bs +novaluron	1	19	31	0	0	1	30	0	0	1	19	10	0	1	19	9	0	5	19	4	0	4	10	9	0	5	0	0	14	36	14	
	2	18	32	0	0	2	30	0	0	1	17	12	0	1	16	12	0	6	16	6	0	3	9	10	0	7	0	0	12	38	12	
	3	19	31	0	0	1	30	0	0	1	18	11	0	5	10	14	0	3	10	9	2	7	10	0	2	1	0	0	9	37	13	
	4	18	32	0	0	2	30	0	0	1	16	13	0	6	10	13	0	3	10	10	0	8	0	6	6	0	0	0	6	38	12	
	5	19	31	0	0	1	30	0	0	1	18	11	0	1	17	11	0	6	10	12	0	9	7	2	4	0	0	0	9	37	13	
Bti +novaluron	1	1	49	0	0	0	49	0	0	2	47	0	0	1	46	0	0	5	20	21	0	6	20	12	3	4	0	0	28	19	31	
	2	1	49	0	0	0	49	0	0	2	47	0	0	0	47	0	0	7	20	19	1	3	20	10	6	7	0	0	23	20	30	
	3	0	50	0	0	0	50	0	0	1	49	0	0	6	40	0	3	2	20	16	2	12	0	20	4	0	0	0	20	21	29	
	4	1	49	0	0	0	49	0	0	2	47	0	0	5	40	0	2	2	20	14	4	10	12	2	10	0	0	0	14	20	30	
	5	0	50	0	0	1	49	0	0	3	46	0	0	0	46	0	0	7	20	7	12	6	10	11	0	3	0	0	18	20	30	
Bs +*Bti* +novaluron	1	7	43	0	0	1	42	0	0	1	41	0	0	1	20	20	0	7	11	22	0	6	10	17	0	6	0	0	21	29	21	
	2	5	45	0	0	3	40	2	0	1	39	2	0	0	20	21	0	9	10	22	0	4	10	14	4	7	0	0	17	29	21	
	3	6	44	0	0	1	43	0	0	2	41	0	0	6	20	15	0	5	10	14	6	6	9	9	0	4	0	0	14	30	20	
	4	7	43	0	0	1	42	0	0	1	41	0	0	7	20	14	0	4	10	8	12	0	9	9	0	9	0	0	9	29	21	
	5	6	44	0	0	2	42	0	0	2	40	0	0	0	20	20	0	9	10	14	7	5	9	10	0	6	0	0	13	30	20	
control	1	2	46	2	0	0	43	5	0	0	38	8	4	0	31	8	8	0	26	7	6	0	9	19	5	2	0	0	26	1	49	
	2	0	48	2	0	2	43	5	0	0	37	11	0	0	28	10	10	0	18	17	3	1	5	16	13	0	0	0	21	3	47	
	3	1	48	1	0	0	38	10	1	0	28	13	7	0	18	18	5	0	4	18	14	0	0	18	4	0	0	0	18	1	49	
	4	0	48	2	0	2	43	5	0	0	26	14	8	0	18	19	3	1	10	14	12	2	0	12	10	0	0	0	12	5	45	
	5	1	48	1	0	1	42	5	1	0	34	13	0	0	23	15	9	1	12	11	14	0	5	11	7	0	0	0	16	3	47	

หมายเหตุ : L= จำนวนลูกน้ำ, P=จำนวนตัวโม่ง, A=จำนวนตัวเต็มวัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวรุสนา โตะกีเล

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4910920032

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (อนามัยสิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ	2548

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

รุสนา โตะกีเล, บรรจง วิทยวีรศักดิ์, และจิราพร เพชรรัตน์. 2551. **"**การควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) โดยใช้ *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis israelensis* และ novaluron**". การประชุมเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 2** ในหัวข้อ **"**ยกเครื่องเมืองไทยด้วยงานวิจัยบัณฑิตศึกษา**"** มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ ระหว่างวันที่ 13-14 มิถุนายน 2551.