ความไวต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ของยุงเสือชนิด Mansonia uniformis ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนของเขตต่อเมือง อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด

Susceptibility of Mansonia uniformis to Pyrethroids in a Horticulture Area of Urban Fringe in Borai District, Trat Province

ยุพิน วรฉัตร*, สุนทร พิมพ์นนท์, วรรณภา ฤทธิสนธิ์***, อดิศักดิ์ ภูมิรัตน์******

*ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 6.4 ตราด

**คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

***สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดชลบุรี

****คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Yupin Worachat*, Suntorn Pimnon, Wanapa Ritthison***, Adisak Bhumiratana******

*Vector Borne Disease Control Center 6.4 Trat

**Faculty of Public Health, Bangkok Thonburi University

***Office of Disease Prevention and Control Region 6 Chonburi

****Faculty of Public Health, Thammasat University

บทคัดย่อ

สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ เช่น เดลต้ามีทรินและไบเฟนทริน ได้ถูกนำไปใช้เพื่อป้องกัน ควบคุม กำจัดแมลงศัตรูทุเรียนในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนอย่างทุเรียนในอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด การศึกษานี้จึงทำการประเมินความไวของยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด Mansonia uniformis ที่ได้จากพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนในเขตต่อเมือง ตำบลบ่อพลอย อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด เทียบกับยุงก้นปล่องชนิด Anopheles dirus ที่ได้จากพื้นที่เพาะปลูกยางพาราในเขตชิดป่า ตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด โดยทดสอบกับสารเคมี 0.05% เดลต้ามีทริน และ 0.09%ไบเฟนทริน ตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบความไวต่อสารเคมีกำจัดแมลงขององค์การอนามัยโลก ผลการประเมินความไวพบว่า ความไวของยุงเสือชนิด Ma. uniformis ต่อ เดลต้ามีทริน (อัตราการตายร้อยละ 92.5 และ 95% CI = 89.6-95.7) และไบเฟนทริน (อัตราการตายร้อยละ 88.6 และ 95% CI = 83.4-93.8) มีแนวโน้มลดลง หรือมีความต้านทานต่อเดลต้ามีทรินและไบเฟนทริน ในขณะที่ ยุงก้นปล่องชนิด An. dirus ยังคงมีความไวสูงมากต่อทั้งเดลต้ามีทรินและไบเฟนทริน โดยมีอัตราการตายร้อยละ 100 ความต้านทานที่เป็นไปได้ของยุงเสือชนิด Ma. uniformis จำเป็นต้องยืนยันว่าประชากรยุงเสือจากพื้นที่เดียวกันที่ทดสอบมียีนที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด

คำสำคัญ: ความไวต่อสารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์, เดลต้ามีทริน, ไบเฟนทริน, Masonia uniformis, Anopheles dirus

Abstract

Pyrethroids such as deltamethrin (DEL) and bifenthrin (BT) have been widely used in prevention, control, and elimination of insect pests of durian in durian plantation areas of Borai District, Trat Province. This study assessed the susceptibility of Mansonia uniformis female adult populations collected from a horticulture area of urban fringe in Bo Phoi Subdistrict, Borai District, Trat Province as compared to Anopheles dirus collected from rubber plantation area of forest fringe in Dan Chumphol Subdistrict, Borai District, Trat Province. Insecticide susceptibility test using discriminating concentrations of 0.05% DEL and 0.09% BT as recommended by the World Health organization was done. Findings of testing the susceptibility revealed that the susceptibility of Ma. uniformis to DEL (mortality of 92.5% and 95% CI = 89.6-95.7) and BT (mortality of 88.6% and 95% CI = 83.4-93.8) had a tendency to decrease its susceptibility and hence increased resistance. Meanwhile An. dirus was highly susceptible to both DEL and BT showing the mortality of 100%. Possible resistance in Ma. uniformis requires for further testing of confirmed resistance whether the same population tested possesses pyrethroid-resistant genes.

Keywords: Pyrethroid susceptibility, Deltamethrin, Bifenthrin, Masonia uniformis, Anopheles dirus

บทนำ

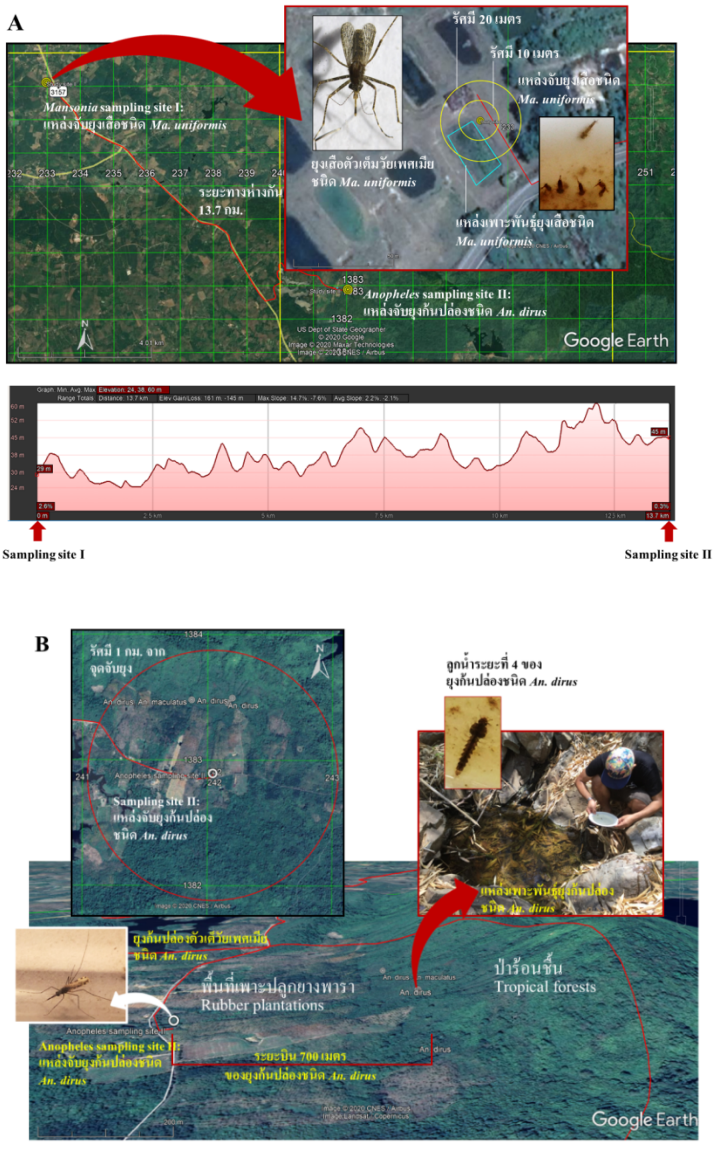
สารกำจัดศัตรูพืช (pesticides) ที่ใช้ในการเกษตรกรรม เป็นสารหรือส่วนผสมของสารใด ๆ ที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นหรือที่ได้จากธรรมชาติ มีประสิทธิภาพในการควบคุม การป้องกันและการกำจัดศัตรูของพืชชนิดต่าง ๆ เช่น แมลงต่าง ๆ รวมถึงสัตว์ฟันแทะ การนำสารกำจัดศัตรูพืชไปใช้ในการเกษตรกรรมก็เพื่อทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้น[1,2] สารกำจัดศัตรูพืชสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทจำแนกตามการใช้ประโยชน์ ได้แก่ สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดแมลง (insecticides) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดหนูและสัตว์ฟันแทะ (rodenticides) สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดเชื้อรา (fungicides) และสารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดวัชพืช (herbicides) ทั้งนี้ในทางกฎหมาย สารกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดจัดเป็นวัตถุอันตราย ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 จึงจำเป็นต้องมีมาตรการควบคุมเพื่อจำกัดปริมาณการผลิต ปริมาณการนำเข้าและปริมาณการส่งออก

สารกลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroids) เป็นสารเคมีที่ใช้เพื่อกำจัดแมลงหรือเรียกย่อว่าสารกำจัดแมลงที่นิยมใช้เพื่อป้องกัน ควบคุม กำจัดศัตรูทุเรียนในพื้นที่เพาะปลูกทุเรียนในประเทศไทยทั้งในภาคตะวันออกและภาคใต้ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูก

มากเป็นอันดับหนึ่งและสองตามลำดับ[3] นอกจากนี้ยังใช้เพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคในประเทศไทยด้วย 4-6 สารกลุ่มไพรีทรอยด์เป็นสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติ เหมือนสารกลุ่มไพรีทริน (pyrethrins) ซึ่งเป็นสารที่สกัดจากดอกเบญมาศ แต่มีความคงตัวสูงกว่าไม่สลายตัวง่ายเหมือนกลุ่มไพรีทริน สารกลุ่มไพรีทรอยด์ สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Type I pyrethroids ได้แก่ allethrin, bifenthrin, permethrin, phenothrin, remethrin, sumithrin, tefluthrin และ tetramethrin ส่วน Type II pyrethroids ได้แก่ cyfluthrin, cyhalothrin, cypermethrin, deltamethrin, flumethrin, fluvalinate, fenvalerate และ talomethrin สารกลุ่มไพรีทรอยด์ทั้งสองชนิดมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน และก็ส่งผลให้ก่อให้เกิดความเป็นพิษที่แตกต่าง และจัดเป็นวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 โดยที่สารไพรีทรอยด์ชนิดที่ 2 มีไซยาไนด์อยู่ในสูตรโครงสร้างทางเคมี จึงทำให้ไพรีทรอยด์ชนิดที่ 2 นี้ มีความเป็นพิษสูงและออกฤทธิ์ยาวนานกว่าไพรีทรอยด์ชนิดที่ 1 ประเด็นที่น่าสนใจ คือ เกษตรกรที่เพาะปลูกทุเรียน นิยมใช้สารกลุ่มไพรีทรอยด์ทั้งสองชนิดเพื่อป้องกันควบคุมกำจัดแมลงศัตรูทุเรียนสำคัญ เช่น หนอนเจาะเมล็ดทุเรียน ซึ่งเป็นแมลงศัตรูทุเรียนที่สร้างความเสียหายต่อผลผลิตทุเรียนในพื้นที่เพาะปลูกทุเรียนในวงกว้าง 3 สารกลุ่มไพรีทรอยด์ที่นิยมใช้เพื่อควบคุมกำจัดตัวเต็มวัยของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน ได้แก่ deltamethrin (DEL 3% EC), bifenthrin (BT 10% EC), lambdacyhalothrin (2.5% CS), betacyfluthrin (2.5% EC), และ cypermethrin (22.5% EC)3 ในกลุ่มสารไพรีทรอยด์เหล่านี้ ปริมาณการใช้ของสาร DEL และ BT ในทางการเกษตรพืชสวนนั้น มีปริมาณสูงกว่าที่ใช้ในการป้องกันควบคุมยุงพาหะนำโรคในงานสาธารณสุขอย่างมาก ประเด็นสำคัญคือ ถ้าสาร DEL และ BT ที่ใช้ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนอย่างทุเรียนในระยะเวลายาวนาน ย่อมเป็นสารพิษตกค้างทางการเกษตรกรรมที่สามารถสะสมลงในแหล่งน้ำที่เกิดจากการชะล้างผิวดิน (soil surface erosion) ที่เกิดจากน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสะสมของสารพิษตกค้างในแหล่งเพาะพันธุ์ยุงเสือชนิด Mansonia uniformis ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวน (horticulture)7 และเป็นสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่เป็นเป้าหมาย (non target organism) ของสารกำจัดศัตรูพืชดังกล่าว โดยอาจได้รับการสัมผัสกับการสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ดังกล่าวด้วยเช่นกัน ประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาสารพิษตกค้างของกลุ่มไพรีทรอยด์ว่ามีผลต่อยุงเสือชนิด Ma. uniformis ซึ่งเป็นยุงพาหะสำคัญสำหรับโรคติดต่อนำโดยแมลงในประเทศไทย และเป็นสปีชีส์เด่นที่ปรับตัวแพร่พันธุ์ได้ดีในสภาพแวดล้อมของพื้นที่เพาะปลูกพืชสวน7 ดังนั้น ผู้วิจัยและคณะ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความไวต่อสารเคมีของยุงเสือชนิด Ma. uniformis ซึ่งสามารถปรับตัวแพร่พันธุ์ได้ดีตามบ่อดินกักเก็บน้ำที่มีพืชน้ำในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนในเขตต่อเมือง อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการดำเนินงานเฝ้าระวัง ติดตามสารพิษตกค้างของไพรีทรอยด์ต่อยุงพาะนำโรคสำคัญในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

แหล่งจับยุงและตัวอย่างประชากรยุงที่ศึกษา



รูปที่ 1 แผนที่กูเกิ้ลเอิรธ์แสดงแหล่งจับยุงและตัวอย่างยุงที่ศึกษาในอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด A) แหล่งจับยุงเสือชนิด Ma. uniformis ซึ่งมีแหล่งเพาะพันธุ์ยุงเสือชนิด Ma. uniformis ในรัศมี 10-20 เมตร ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนในเขตต่อเมือง ตำบลบ่อพลอย B) แหล่งจับยุงก้นปล่องชนิด An. dirus ซึ่งมีแหล่งเพาะพันธุ์ยุงก้นปล่องชนิด An. dirus ในรัศมี 1,000 เมตร ในพื้นที่เพาะปลูกยางพาราในเขตชิดป่า ตำบลด่านชุมพล

ข้อมูลที่ได้จากสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ยุงเสือและการจัดทำแผนที่กูเกิ้ลเอิรธ์ในระหว่างเดือมกราคม ถึงเดือนมีนาคม 2558 (รูปที่ 1) สามารถคัดเลือกแหล่งศึกษา (study site) ซึ่งใช้เป็นแหล่งจับยุงที่ใช้ในการศึกษานี้ แหล่งจับยุงเสือ หรือ Mansonia sampling site I (รูปที่ 1A) ซึ่งอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวน (horticulture area) ในเขตต่อเมือง ในตำบลบ่อพลอย อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด มีพิกัดกริด 232986 mE, 1389109 mN ตั้งอยู่ที่ระดับความสูง 30 ม.เหนือระดับน้ำทะเล โดยมีสมมติฐานว่าประชากรยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนดังกล่าวอาจได้รับการสัมผัสกับสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ที่ใช้ในการป้องกัน ควบคุม กำจัดแมลงศัตรูทุเรียน (หรือใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง wild population ที่เป็น test sample) แหล่งจับยุงดังกล่าว มีจำนวนประชากรยุงเสือชนิด Ma. uniformis ประมาณร้อยละ 75 (pi=0.753) ของประชากรยุงเสือที่แพร่พันธุ์ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนดังกล่าว[7] หรือมีอัตราการเกาะพักเฉลี่ยประมาณ (average man landing rate หรือ MLR) 12 ตัวต่อคืนต่อคน[7] ดังนั้น การคาดประมาณจำนวนประชากรยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *Ma. uniformis* และการวางแผนการเก็บตัวอย่างยุงเสือที่มีจำนวนเพียงพอในการทดสอบความไวต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สามารถคาดประมาณจากอัตราการเกาะพัก ดังกล่าวข้างต้น ถ้าการศึกษาใช้ยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *Ma. uniformis* จำนวนประมาณ 250-300 ตัว การวางแผนการจับยุงเสือที่กินเลือดนอกบ้านต้องใช้จำนวนคืนจับยุงอย่างน้อย 6 คืน โดยใช้คนจับยุงเสือนอกบ้านจำนวน 4 คน

ส่วนแหล่งจับยุงก้นปล่อง หรือ Anopheles sampling site II (รูปที่ 1B) นั้น ตั้งอยู่ ในพื้นที่เพาะปลูกยางพารา (rubber plantation area) ในเขตชิดป่าในตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด มีพิกัดกริด 242041 mE, 1382880 mN ห่างจากแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ประมาณ 700 เมตร ทางทิศเหนือ หรือห่างจากแหล่งจับยุงเสือประมาณ 13.7 กม. ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ที่ระดับความสูง 45 ม.เหนือระดับน้ำทะเล โดยมีสมมติฐานว่าประชากรยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ในพื้นที่เพาะปลูกยางพาราดังกล่าว ซึ่งเป็นยุงที่แพร่พันธุ์ตามแหล่งน้ำธรรมชาติบนเขาอาจไม่เคยได้รับการสัมผัสกับสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ที่ใช้ในการป้องกัน ควบคุม กำจัดแมลงศัตรูทุเรียน (หรือใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง wild population ที่เป็น reference sample) แหล่งจับยุงดังกล่าว มีจำนวนประชากรยุงก้นปล่องชนิด An. dirus ประมาณร้อยละ 17 ของประชากรก้นปล่องที่แพร่พันธุ์ในพื้นที่เพาะปลูกยางพาราดังกล่าว[6] หรือมีอัตราการเกาะพักเฉลี่ยประมาณ (average MLR) 5 ตัวต่อคืนต่อคน[6] ในทำนองเดียวกันกับการคาดประมาณจำนวนประชากรและการวางแผนการเก็บตัวอย่างยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* ถ้าการศึกษาใช้ยุงก้นปล่องตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *An. dirus* จำนวนประมาณ 150-200 ตัว การวางแผนการจับยุงก้นปล่องที่กินเลือดนอกบ้านต้องใช้จำนวนคืนจับยุงอย่างน้อย 8 คืน โดยใช้คนจับยุงก้นปล่องนอกบ้านจำนวน 4 คน

การเก็บตัวอย่างยุงเสือ ยุงก้นปล่อง และการออกแบบการทดลอง

การวางแผนการเก็บตัวอย่างยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *Ma. uniformis* จากแหล่งจับยุงเสือ I (รูปที่ 1A) อาศัยการจับยุงโดยใช้คนเป็นเหยื่อล่อ[6-8] ดำเนินการจับยุงซ้ำ 3 ครั้ง ระหว่างเดือนพฤษภาคม

เดือนสิงหาคม และเดือนพฤศจิกายน 2558 ในแต่ละแหล่งจับยุงซึ่งได้กำหนดบริเวณพิกัดกริดที่จับยุง ผู้จับยุงจำนวน 4 คน นั่งห่างกันในรัศมีประมาณ 10 และ 20 เมตร จากพิกัดกริดอ้างอิง (รูปที่ 1A) ทำการจับยุงเสือนอกบ้านในระหว่างเวลา 18:00-22:00 น. ซึ่งเป็นชั่วโมงสูงสุดของการออกหากินเลือด จับยุงเสือติดต่อกันเป็นเวลา 2 คืนต่อครั้งที่จับยุง[7] สำหรับการวางแผนการเก็บตัวอย่างยุงก้นปล่องตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *An. dirus* จากแหล่งจับยุงก้นปล่อง II (รูปที่ 1B) นั้น ใช้วิธีการจับยุงก้นปล่อง จำนวนครั้งที่จับยุง และจำนวนผู้จับยุงเหมือนกันกับการจับยุงเสือ แต่ช่วงเวลาในการจับยุงในแต่ละคืนนั้น ทำการจับยุงก้นปล่องนอกบ้านในระหว่างเวลา 18:00-06:00 น. ของวันถัดไป รวม 12 ชั่วโมง ติดต่อกันเป็นเวลา 3 คืนต่อครั้งที่จับยุง6 ยุงเสือและยุงก้นปล่องที่จับได้โดยใช้คนเป็นเหยื่อล่อดังกล่าว ใช้วิธีดูดยุงเสือขณะเกาะพัก (Aspirator) แล้วใส่ลงในกระบอกพลาสติกสำหรับบรรจุยุงเสือหรือยุงก้นปล่องที่มีผ้าไนลอนปิดปากกระบอก นำยุงเสือหรือยุงก้นปล่องที่จับได้ทั้งหมดมายังสถานีทดลองในภาคสนาม เก็บภาชนะบรรจุยุงเสือหรือยุงก้นปล่องทั้งหมดในสภาวะที่เหมาะสม เลี้ยงยุงเสือหรือยุงก้นปล่องด้วยน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยใช้ก้อนสำลีชุบน้ำตาลดังกล่าว วางบนผ้าไนลอน ทำการทดสอบความไวต่อสารเคมีโดยออกแบบชุดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสำหรับยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *Ma. uniformis* หรือยุงก้นปล่องตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *An. dirus* ที่จับได้ในแต่ละครั้ง (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ ทำการนับจำนวนยุงเสือหรือยุงก้นปล่องที่จับได้ทั้งหมดในแต่ละคืน และจำแนกสปีชีส์ตามหลักอนุกรมวิธานภายใต้กล้องสเตอริโอโดยนักกีฏวิทยาจำนวน 2 คน[9,10] จำนวนประชากรยุงเสือหรือยุงก้นปล่องที่มีสุขภาพดีหรือร่างกายสมบูรณ์ไม่มีส่วนใดของร่างกายเสียหาย เคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้ว่องไวเท่านั้น ได้ถูกนำไปใช้ในการทดสอบความไวต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนประชากรยุงตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* และยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ที่ใช้ในการทดสอบความไวต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ในการศึกษานี้

เดือนที่เก็บตัวอย่าง	สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ที่ใช้ทดสอบ	*Ma. uniformis* ที่จับได้จากแหล่งจับยุง I (N=289)[ก]		*An. dirus* ที่จับได้จากแหล่งจับยุง II (N=176)[ข]	
		ชุดกลุ่มควบคุม (n=60)	ชุดกลุ่มทดสอบ (n=211)	ชุดกลุ่มควบคุม (n=60)	ชุดกลุ่มทดสอบ (n=116)
พฤษภาคม 2558	DEL 0.05%	1(20)	1(22)	1(20)	1(27)
	BT 0.09%	-	-	-	-
สิงหาคม 2558	DEL 0.05%	1(20)	4(24,20,20,20)	1(20)	2(25.24)
	BT 0.09%	-	-	-	-
พฤศจิกายน 2558	DEL 0.05%	-	-	-	-
	BT 0.09%	1(20)	5(25,20,20,20,20)	1(20)	2(20. 20)

ตัวย่อสัญญลักษณ์: DEL-deltamethrin, BT-bifenthrin และไม่มีชุดทดลองและตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ (-)

ก ยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด Ma. uniformis จากแหล่งจับยุง I (จำนวนยุงที่ใช้ในการทดสอบความไวต่อสารเคมี/จำนวนยุงที่จับได้): เดือนพฤษภาคม (42/42) เดือนสิงหาคม (104/109) และเดือนพฤศจิกายน (125/138)

ข ยุงก้นปล่องตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด An. dirus จากแหล่งจับยุง II (จำนวนยุงที่ใช้ในการทดสอบความไวต่อสารเคมี/จำนวนยุงที่จับได้): เดือนพฤษภาคม (47/47) เดือนสิงหาคม (69/69) และเดือนพฤศจิกายน (60/60)

การทดสอบความไวต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์

การทดสอบความไวต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroid susceptibility test) นั้นใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรของยุงเสือ *Ma. uniformis* หรือยุงก้นปล่อง *An. dirus* ที่มีสุขภาพดีซึ่งจับได้รวมกันจากแต่ละครั้ง และทำการทดสอบตามวิธีมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO)[11,12] โดยใช้กระบอกทดสอบมาตรฐานและกระดาษชุบสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์มาตรฐาน ได้แก่ 0.05% DEL และ 0.09% BT ซึ่งความเข้มข้นของสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ดังกล่าวใช้เป็นระดับความเข้มข้นที่วินิจฉัยความไวต่อสารเคมี (discriminating concentration) (รูปที่ 2A) กล่าวโดยย่อดังนี้ กลุ่มตัวอย่างยุงเสือหรือยุงก้นปล่องตามที่ได้แบ่งจำนวนตามชุดกลุ่มควบคุมและชุดกลุ่มทดลองในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบซึ่งได้ระบุไว้ตารางที่ 1 สำหรับกลุ่มทดสอง นำกลุ่มตัวอย่างยุงเสือหรือยุงก้นปล่องจากกระบอกพลาสติกใส่ลงในกระบอกทดสอบส่วนที่ไม่ได้สัมผัสกับสารเคมี แล้วปล่อยให้กลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ให้สัมผัสกับสารเคมีไพรีทรอยด์ในกระบอกทดสอบส่วนที่สัมผัสกับสารเคมี ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้น นำกลุ่มตัวอย่างที่สัมผัสกับสารเคมีทั้งหมดใส่ลงในกระบอกพลาสติกที่มีผ้าไนลอนปิดปากกระบอกและสะอาด แล้วนำก้อนสำลีชุบน้ำตาลที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ วางบนผ้าไนลอนเพื่อเลี้ยงอาหารยุง แล้วติดตามนับจำนวนยุงเสือ (รูปที่ 2-B2) หรือยุงก้นปล่องที่กำลังตายหรือตายแล้วภายใน 24 ชั่วโมงถัดไปหลังจากสัมผัสกับสารเคมี สำหรับกลุ่มควบคุม นำกลุ่มตัวอย่างยุงเสือหรือยุงก้นปล่องจากกระบอกพลาสติกใส่ลงในกระบอกทดสอบโดยไม่ได้สัมผัสกับสารเคมีไพรีทรอยด์ในกระบอกทดสอบซึ่งใช้กระดาษที่ไม่ได้ชุบสารเคมีแทน ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ในทำนองเดียวกันกับกลุ่มทดลอง ทำติดตามนับจำนวนยุงเสือ (รูปที่ 2-B1) หรือยุงก้นปล่องที่กำลังตายหรือตายแล้วภายใน 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินความไวของยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* หรือยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ ทั้ง 0.05% DEL และ 0.09% BT อาศัยการนับจำนวนยุงตายทั้งในชุดกลุ่มทดลองและชุดกลุ่มควบคุมของกลุ่มตัวอย่างยุงเสือหรือยุงก้นปล่องในแต่ละครั้ง อัตราการตายของกลุ่มทดสอบ (% test mortality) สามารถคำณวนได้จากจำนวนยุงเสือหรือยุงก้นปล่องที่ตายแล้วหรือกำลังตายหารด้วยจำนวนยุงเสือหรือยุงก้นปล่องที่ใช้ทดสอบทั้งหมด คูณด้วย 100 การคำนวณอัตราการตายสำหรับกลุ่มควบคุม (% control mortality)

รูปที่ 2 การทดสอบความไวต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ A) ตัวอย่างสภาวะการทดลองของชุดกลุ่มทดสอบโดยใช้กระบอกทดสอบมาตรฐานและกระดาษชุบสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์มาตรฐานของ WHO B) กลุ่มตัวอย่างยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *Ma. uniformis* ที่ใช้ทดสอบกับ 0.05% DEL ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดสอบ

ก็คำนวณในทำนองเดียวกันกับกลุ่มทดสอบ การปรับค่าอัตราการตายสำหรับกลุ่มทดลอง (% adjusted mortality) ด้วยสูตรคำนวณ Abbots[6,11,12] ใช้เมื่อกลุ่มควบคุมมีอัตราการตายมากกว่าร้อยละ 5 แต่ไม่เกินร้อยละ 20 ดังนี้ คือ adjusted mortality (%) เท่ากับ (% test mortality - % control mortality) หารด้วย (100 - % control mortality) คูณด้วย 100 ค่าคาดประมาณแบบช่วงสำหรับ adjusted mortality แสดงด้วยค่า 95% confidence intervals (CI) สำหรับกลุ่มทดสอบ การประเมินระดับความไวของยุงเสือหรือยุงก้นปล่องต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ อาศัยเกณฑ์การประเมินเชิงคุณภาพ ดังนี้ คือ อัตราการตายร้อยละ 98-100 หรือ ≥98 มีความไว (susceptibility) อัตราการตายร้อยละ 90-97 มีความต้านทานที่เป็นไปได้ (possible resistance) อัตราการตายน้อยกว่าร้อยละ 90 มีความต้านทานที่ต้องยืนยันเกี่ยวกับยีน (confirmed resistance)[11,12]

ผลการศึกษา

จากการประเมินความไวของยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *Ma. uniformis* ต่อสารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ (0.05% DEL และ 0.09% BT) ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง wild population สำหรับ test sample ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวน ตำบลบ่อพลอย อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด (ตารางที่ 2)

เปรียบเทียบกับยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง wild population สำหรับ reference sample ในพื้นที่เพาะปลูกยางพารา ตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด (ตารางที่ 3) พบว่าความไวของยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* ต่อ DEL (อัตราการตายร้อยละ 92.5 และ 95% CI = 89.6-95.7) และ BT (อัตราการตายร้อยละ 88.6 และ 95% CI = 83.4-93.8) มีแนวโน้มลดลง หรือมีแนวโน้มที่จะต้านทาน (ตารางที่ 2) ในขณะที่ ยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ยังคงมีความไวสูงมากต่อทั้ง DEL และ BT โดยมีอัตราการตายร้อยละ 100 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ความไวของยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด Ma. uniformis ต่อสารกำจัดแมลงในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวน ตำบลบ่อพลอย อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด

สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์	กลุ่มควบคุม (control)			กลุ่มทดสอบ (test)		
	จำนวนตัวอย่างที่ใช้	จำนวนตัวอย่างที่ตาย	อัตราการตาย (ร้อยละ)	จำนวนตัวอย่างที่ใช้	จำนวนตัวอย่างที่ตาย	อัตราการตาย (ร้อยละ)
DEL 0.05%	40	0	0	106	98	92.5[ก]
BT 0.09%	20	0	0	105	93	88.6[ข]

ตัวย่อสัญญลักษณ์: DEL-deltamethrin , BT-bifenthrin, [ก]95% CI = 89.6-95.7, [ข]95% CI = 83.4-93.8

ตารางที่ 3 ความไวของยุงก้นปล่องตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด An. dirus ต่อสารกำจัดแมลงในพื้นที่เพาะปลูกยางพารา ตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด

สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์	กลุ่มควบคุม (control)			กลุ่มทดสอบ (test)		
	จำนวนตัวอย่างที่ใช้	จำนวนตัวอย่างที่ตาย	อัตราการตาย (ร้อยละ)	จำนวนตัวอย่างที่ใช้	จำนวนตัวอย่างที่ตาย	อัตราการตาย (ร้อยละ)
DEL 0.05%	40	0	0	76	76	100
BT 0.09%	20	0	0	40	40	100

ตัวย่อสัญญลักษณ์: DEL-deltamethrin , BT-bifenthrin

วิจารณ์และสรุปผล

การศึกษานี้มีข้อจำกัดพื้นฐานเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างประชากรยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* และยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง wild population (กลุ่มประชากรยุงที่สามารถปรับตัวได้ดี ผสมพันธุ์ และแพร่พันธุ์ในแหล่งเพาะพันธุ์ตามธรรมชาติ ซึ่งอาจมีโครงสร้างประชากรพันธุศาสตร์ที่ผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ แต่แสดงลักษณะทางโครงสร้างหรือทางสรีระวิทยาในการปรับตัวเพื่ออยู่อาศัยในแหล่งแพร่พันธุ์เดียวกันหรือต่างกันก็ได้) แทนที่

กลุ่มตัวอย่าง clonal population (กลุ่มประชากรยุงมีโครงสร้างประชากรพันธุศาสตร์ของสายพันธุ์เดียวกัน ซึ่งแสดงลักษณะทางโครงสร้าง หรือทางสรีระวิทยาที่เหมือนกันทุกประการ) ในการทดสอบความไวต่อสารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ (0.05% DEL และ 0.09% BT) ทั้งยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* และยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ที่ได้จากพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนในเขตต่อเมือง ตำบลบ่อพลอย และพื้นที่เพาะปลูกยางพาราในเขตชิดป่า ตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด ยังคงเป็นยุงที่ไม่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาวะการทดลองเลี้ยงยุงในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ได้ประชากรยุงซึ่งเป็น clonal population ดังนั้น การประเมินความไวของยุงเสือตัวเต็มวัยเพศเมียชนิด *Ma. uniformis* และยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ต่อสารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ (DEL และ BT) ในการศึกษานี้ จึงจำเป็นต้องอธิบายปรากฏการณ์โดยอาศัยการคาดประมาณของอัตราการตาย (interval estimates of observed mortality) ซึ่งใช้บ่งบอกแนวโน้มการต้านทานต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ในพื้นที่ศึกษาดังกล่าว

การประเมินความไวของยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* ต่อสารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ (0.05% DEL และ 0.09% BT) ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* มีแนวโน้มที่จะต้านทานต่อ BT เร็วกว่า DEL ซึ่งจำเป็นต้องยืนยันเกี่ยวกับยีนว่าประชากรยุงเสือที่ทดสอบนั้นมียีนที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานต่อสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์[11,12] และอาจเป็นไปได้สูงที่ประชากรยุงเสือชนิด *Ma. uniformis* ในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวนในเขตต่อเมือง ตำบลบ่อพลอย อาจเคยได้รับการสัมผัสกับสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ทั้ง DEL และ BT ซึ่งเกษตรกรได้นำไปใช้ในการป้องกัน ควบคุม กำจัดแมลงศัตรูทุเรียนเป็นเวลาต่อเนื่องยาวนาน อันเป็นผลจากกระบวนการชะล้างผิวดินด้วยน้ำ ข้อมูลนี้สอดคล้องกับแนวโน้มของการดื้อต่อ DEL และ BT ของยุงก้นปล่องชนิด An. campestris ซึ่งปรับตัวแพร่พันธุ์ได้ดีตามแหล่งน้ำผิวดิน เช่น บ่อน้ำตื้น บ่อขุดกักเก็บน้ำ แอ่งน้ำ ลำรางระบายน้ำในสวนยางพาราในเขตชิดป่า ตำบลด่านชุมพล อำเภอบ่อไร่[6] ในขณะที่ยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* ซึ่งมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ทั้งที่ใช้ในการเกษตรกรรมและสาธารณสุข ยังคงมีความไวสูงมากต่อ DEL และ BT ทั้งนี้ เนื่องจากยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* แพร่พันธุ์ตามแหล่งน้ำบริสุทธิ์บนเขา ลูกน้ำยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* จึงไม่น่าจะได้รับสัมผัสกับสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ในพื้นที่เพาะปลูกยางพาราในเขตชิดป่าตามสมมติฐานก่อนหน้านี้ การศึกษานี้สามารถให้ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบายเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ที่ใช้เพื่อป้องกัน ควบคุม กำจัดแมลงศัตรูทุเรียนในพื้นที่ภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย สิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่เป้าหมายของสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ เช่น *Ma. uniformis* และ *An. campestris* สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดที่มีความไวสำหรับการประเมินสารพิษตกค้างของสารกลุ่มไพรีทรอยด์ที่ใช้ในการเกษตรกรรม โดยเฉพาะการเพาะปลูกพืชสวน ผลไม้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง (ศตม.) ที่ 6.4 จังหวัดตราด และหน่วยควบคุมโรคติดต่อ

นำโดยแมลง (นคม.) ที่ 6.4.4 อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด ขอขอบคุณนายษีวะรัง สังข์ทอง หัวหน้าศตม.ที่ 6.4 จังหวัดตราด และนายรุ่งศักดิ์ ชูกำแพง หัวหน้านคม.ที่ 6.4.4 อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด ในการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และบุคลากรทั้งนักกีฏวิทยาและเจ้าหน้าที่ภาคสนาม ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเตรียมชุมชน ติดต่อประสานงานหน่วยงานอปท.ในอำเภอบ่อไร่ จนสำเร็จลุล่วงทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

1. Aktar MW, Sengupta D, Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdisc Toxicol 2009; 2(1): 1-12.
2. World Health Organization. Public health impact of pesticides used in agriculture. 1990.
3. กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. แมลงศัตรูผลไม้. 2557: 1-152.
4. Pimnon S, Juntarajumnong W, Kanutcharee K, Chareonviriyaphap T. Diagnostic doses of two pyrethroids currently used for control of Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae), a vector of dengue. Kasetsart J (Nat. Sci.) 2012; 46: 538–545.
5. Ritthison W, Titgratong R, Tainchum K, Bangs MJ, Maguin S, Charoenviriphap T. Pyrethroid susceptibility and behavioral avoidance of Anopheles epiroticus, a malaria vector in Thailand. J Vector Ecol 2014; 39(1): 32–43.
6. Pimnon S, Bhumiratana A. Adaptation of Anopheles vectors to anthropogenic malaria-associated rubber plantations and indoor residual spraying: Establishing population dynamics and insecticide susceptibility. Canadian J Infect Dis Med Microbiol 2018; 2018: 9853409.
7. ยุพิน วรฉัตร, สุนทร พิมพ์นนท์, วรรณภา ฤทธิสนธิ์, อดิศักดิ์ ภูมิรัตน์. การศึกษาความชุกและการกระจายตามภูมิศาสตร์ของยุงเสือในสภาพแวดล้อมเขตต่อเมืองและเขตชิดป่าในอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา.
8. World Health Organization. Manual on Practical Entomology. Part II: Methods and Techniques. WHO: Geneva, Switzerland. 1975.
9. Rattanarithikul R, Harrison BA, Panthusiri P, Peyton EL, Coleman RE. Illustrated Keys to the Mosquitoes of Thailand III. Genera Aedeomyia, Ficalbia, Mimomyia, Hodgesia, Coquillettidia, Mansonia, and Uranotaenia. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2006; 37(suppl 1): pp 1-85.
10. Rattanarithikul R, Harrison BA, Panthusiri P, Coleman RE. Illustrated Keys to the Mosquitoes of Thailand I. Background; Geographic Distribution; Lists of Genera, Subgenera, and Species; and a Key to the Genera. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2005;

36(suppl 1): pp 1-80.

11. World Health Organization. Test procedures for insecticide resistance. Monitoring in malaria vector Mosquitoes. WHO: Geneva, Switzerland. 2016.
12. World Health Organization. Monitoring and managing insecticide resistance in Aedes mosquito populations. Interim guidance for entomologists. WHO: Geneva, Switzerland. 2016. WHO/ZIKV/VC/16.1