ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/338259029

□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□ □□□□ □ □□ □□□□□ □ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□□ □□□ □ □□□ □□□□□□ □□□□□□ Antheromorpha uncinata Jeekel Efficacy of Carbaryl, Fipronil and Cypermethrin Against Flat-back...

Article · May 2019

CITATIONS
0

READS
168

8 authors, including:

Natdanai Likhitrakarn
Maejo University
214 PUBLICATIONS **273** CITATIONS
SEE PROFILE

Wongphan Promwong
Maejo University
2 PUBLICATIONS **1** CITATION
SEE PROFILE

Pisit Poolprasert
Pibulsongkram Rajabhat University
68 PUBLICATIONS **164** CITATIONS
SEE PROFILE

Piyawan Suttiprapan
Chiang Mai University
13 PUBLICATIONS **19** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project Ants in coffee agroecosystem View project

Project Germinated Paddy Rice (GPR) View project

All content following this page was uploaded by Natdanai Likhitrakarn on 31 December 2019.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

ประสิทธิภาพของคาร์บาริล ฟิโปรนิล และไซเพอร์เมทรินต่อกิ้งกือตะเข็บสามสี *Antheromorpha uncinata* Jeekel

Efficacy of Carbaryl, Fipronil and Cypermethrin Against Flat-back Millipede, *Antheromorpha uncinata* Jeekel

ณัฐดนัย ลิขิตตระการ[1*] จักรพงษ์ สุภาวรรณ์[1] วงค์พันธ์ พรหมวงศ์[1] ฉัตรสุดา เผือกใจแผ้ว[1] ธีราภรณ์ คำปลิว[1] พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ[2] ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์[3] และ วรุฒ ศิริวุฒิ[4]

Natdanai Likhitrakarn[1*], Jakarpong Supawan[1], Wongphan Promwong[1], Chatsuda Phuakjaiphaeo[1], Teeraporn Khampliew[1], Pisit Poolprasert[2], Piyawan Suttiprapan[3] and Warut Siriwut[4]

[1]สาขาวิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ. เชียงใหม่ 50290

[1]Division of Plant Protection, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

[2]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จ. พิษณุโลก 65000

[2]Biology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000, Thailand

[3]ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[3]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[4]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

[4]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok 10400, Thailand

**Corresponding author: Email: kongerrrr@hotmail.com*

(Received: 12 July 2018 ; Accepted: 28 December 2018)

Abstract: Over the last decades, some millipede outbreak is periodically occurred resulting in making trouble to people occupying in the areas. Use of chemicals for their control is an alternative choice to reduce this problem. The aim of current research was to study the effects of carbaryl, fipronil and cypermethrin on *Antheromorpha uncinata* Jeekel, 1968, in San Klang subdistrict, Phan district, Chiang Rai province. Millipede samples were treated with various insecticide concentration by direct spray. The percentage mortality was evaluated after 1, 12, 24 and 48 hours of exposure. Fipronil showed the highest LC_{50} value as 97.69 and 23.81 ppm at 1 and 24 hours, respectively. Cypermethrin has high LC_{50} value as 115.39 and 93.48 ppm at 1 hour while carbaryl has lowest LC_{50} value as 514.97 and 501.59 ppm at 24 hours, respectively. In addition, the highest mortality rates after exposure show correlated with the recommendation dose of all three synthetic chemical uses. Herein, carbaryl at the concentrations of 850 ppm was the most effective to control adult millipedes with 100% mortality after one hour of exposure. Moreover, fipronil at the concentration of 125 ppm at 12 hours after exposure yield 100% mortality. Meanwhile, cypermethrin at the concentration of 175 ppm held merely 83.33% mortality after

Copyright @ Journal of Agriculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. All rights reserved.

exposure for 12 hours. The recovering evidence of millipedes after intake cypermethrin was also observed. Thus, use of carbaryl and fipronil are recommended as promised effective insecticide for controlling the emerging of millipede swarming.

Keywords: *Antheromorpha uncinata*, swarming, insecticidal efficacy, Chiang Rai, Thailand

บทคัดย่อ: ในรอบสิบปีที่ผ่านมักพบการระบาดของกิ้งกือบางชนิดอยู่เป็นประจำ ส่งผลกระทบต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ การใช้สารเคมีเพื่อการควบคุมถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยบรรเทาความรุนแรงนี้ลงได้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของคาร์บาริล ฟิโปรนิล และไซเพอร์เมทริน ต่อกิ้งกือตะเข็บสามสี *Antheromorpha uncinata* Jeekel, 1968 ในตำบลสันกลาง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ตัวอย่างกิ้งกือตะเข็บสามสีถูกนำมาทดสอบผลของสารเคมีกำจัดแมลงในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีการพ่นลงบนตัวกิ้งกือโดยตรง และตรวจวัดอัตราการตายเมื่อเวลาผ่านไป 1, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่า ภายในเวลา 1 และ 24 ชั่วโมง ฟิโปรนิลมีประสิทธิภาพในการกำจัดสูงสุด โดยมีค่า LC_{50} ที่ 97.69 และ 23.81 ppm ตามลำดับ รองลงมาคือ ไซเพอร์เมทริน ที่มีค่า LC_{50} ที่ 115.39 และ 93.48 ppm ส่วนคาร์บาริลนั้นมีประสิทธิภาพต่ำสุด โดยมีค่า LC_{50} ที่ 514.97 และ 501.59 ppm แต่หากพิจารณาถึงประสิทธิภาพของการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ จะพบว่าคาร์บาริลความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (850 ppm) มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมกิ้งกือตะเข็บสามสีได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาเพียง 1 ชั่วโมง ในขณะที่ฟิโปรนิลความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (125 ppm) ทำให้กิ้งกือตะเข็บสามสีตาย 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการพ่น 12 ชั่วโมง ซึ่งในช่วงเวลาเดียวกันนี้ ไซเพอร์เมทรินความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (175 ppm) มีอัตราการตายของกิ้งกือเพียง 83.33 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าระยะแรกกิ้งกือตะเข็บสามสีจะมีอาการสลบไปเกือบทั้งหมด แต่กลับฟื้นตัวมาได้ภายหลัง ดังนั้นคาร์บาริลและฟิโปรนิลที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันและกำจัดกิ้งกือชนิดนี้ในพื้นที่ต่าง ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: กิ้งกือตะเข็บสามสี การรวมกลุ่ม ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดแมลง เชียงราย ประเทศไทย

คำนำ

กิ้งกือ (millipede, class Diplopoda) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มสัตว์ขาข้อที่มีความหลากชนิดมากที่สุดในไฟลัมย่อยสัตว์ขาข้อที่มีหลากขา (subphylum Myriapoda) โดยคาดการณ์ว่าทั่วโลกพบกิ้งกือได้มากถึง 80,000 ชนิดทั่วโลก แต่ในปัจจุบันได้ถูกค้นพบเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบเท่านั้น (Golovatch and Kime, 2009; Minelli and Golovatch, 2001) กิ้งกือมีลักษณะสัณฐานเด่นชัดที่ คือ แต่ละปล้องลำตัวปรากฏขาสองคู่ ยกเว้นลำตัวสามปล้องแรกที่จะมีขาเพียงคู่เดียว นอกจากนั้นส่วนปากของกิ้งกือประกอบด้วย กราม (mandibles) ที่ใช้เคี้ยวหรือบดอาหารและแผ่นปาก (gnathochilarium) ที่ช่วยในการกินอาหารที่มีความอ่อนนุ่มได้เท่านั้น กิ้งกือทุกชนิดจึงไม่สามารถกัดหรือทำอันตรายมนุษย์ได้ดังเช่นตะขาบ ที่เป็นสัตว์ขาข้อกลุ่มใกล้เคียงกัน กิ้งกือเป็นผู้บริโภคระดับต้นของห่วงโซ่อาหาร จึงมักตกเป็นเหยื่อให้กับผู้ล่าในลำดับชั้นที่สูงกว่า กิ้งกือหลายกลุ่มมีการพัฒนาการป้องกันตัว โดยการม้วนตัว และการปล่อยสารเคมีในกลุ่มสารประกอบของไซยาไนด์ (cyanide) หรือพวกเบนโซควิโนน (benzoquine) ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ซึ่งส่วนใหญ่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ยกเว้นบางรายที่มีอาการแพ้ หรือสัมผัสโดนบริเวณผิวหนังที่อ่อนบาง เช่น ในเด็กแรกเกิด ที่อาการโดยทั่วไปพบเพียง รอยจ้ำสีเหลือง แดงหรือน้ำตาลเข้ม ซึ่งสามารถหายได้เองเมื่อล้างด้วยน้ำสะอาด

เนื่องจากกิ้งกือเป็นหนึ่งในผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศ โดยทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืช ซากสัตว์ ให้หมุนเวียนกลับกลายเป็นธาตุอาหารของพืช โดยวงชีวิตของกิ้งกือพบว่า ระยะตัวอ่อนอาศัยใต้ผิวดินเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัย กิ้งกือขึ้นมาอาศัยและจับคู่ผสมพันธุ์บนผิวดิน โดยระยะเวลาในการพัฒนาจากตัวอ่อนจนเป็นตัวเต็มวัยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของกิ้งกือในแต่ละสายพันธุ์ บางชนิดมีวงจรชีวิตสั้นที่ใช้เวลาเพียง 1 ปี บางสายพันธุ์อาจยาวนานถึง 8 ปี ในบางกรณี การขึ้นมาสู่ผิวดินของระยะตัวเต็มวัยนี้ อาจเกิดขึ้นพร้อมกันในปริมาณมากในบริเวณหนึ่ง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาหรือสร้างความหวาดกลัวให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นได้ กิ้งกือบางชนิดจึงถูกจัดเป็นกลุ่มสัตว์ขาปล้องที่ก่อให้เกิดความรำคาญต่อมนุษย์ (de Lima Bicho and Müller, 2017) ดังตัวอย่างการระบาดของกิ้งกือที่จังหวัดนากาโน่ ประเทศญี่ปุ่น พบกิ้งกือจำนวนมากขึ้นมาบนผิวดินเพื่อจับคู่ผสมพันธุ์พร้อมกันในหลายพื้นที่ และมีการแพร่กระจายไปปกคลุมรางรถไฟ ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบรถไฟในบริเวณดังกล่าว (Niijima, 1998; 2001) หรือในประเทศเยอรมนี ทุก ๆ ปี กิ้งกือจำนวนมากระบาดเข้าสู่บ้านเรือนของหมู่บ้านในรัฐบาวาเรีย สร้างความเดือดร้อนแก่ประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณดังกล่าวอยู่เสมอ (Lee, 2008) และยังมีการรายงานการระบาดของกิ้งกือในลักษณะนี้เกิดขึ้นอีกในหลายพื้นที่ในแถบยุโรป (Adama *et al*., 2016; Ehrnsberger, 2002; Voigtländer, 2005)

ในประเทศไทยมีการรายงานการระบาดของกิ้งกืออย่างเป็นทางการครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2507 โดย Casimir Albrecht Willem Jeekel ซึ่งเป็นรายงานการพบกิ้งกือตะเข็บบ้านดอน *Orthomorpha sericata* เป็นชนิดใหม่ของโลก พร้อมทั้งได้สังเกตพบปริมาณของกิ้งกือชนิดนี้สูงผิดปกติที่บริเวณริมแม่น้ำบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์-ธานี ซึ่งในช่วงเวลานั้นเป็นปรากฏการณ์ที่พบได้ยากมาก (Jeekel, 1964) ต่อมาในปี พ.ศ. 2549 พบการระบาดของกิ้งกือที่บริเวณหมู่บ้านปางริมกรณ์ จังหวัดเชียงราย โดยกิ้งกือจำนวนมากพยายามเคลื่อนที่เข้าไปในอาคารบ้านเรือนของชาวบ้านที่อาศัยบริเวณนั้น หลังจากนั้นพบรายงานข่าวการระบาดอีกในหลายพื้นที่ของประเทศไทยตั้งแต่ภาคเหนือตอนบนจนถึงภาคใต้ แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการศึกษาและค้นพบชนิดของกิ้งกือในประเทศไทยจำนวนมากถึง 195 ชนิดแล้วก็ตาม (Likhitrakarn *et al*., 2017) แต่การศึกษาด้านนิเวศวิทยา พฤติกรรม รวมถึงการป้องกันหรือควบคุมประชากรของกิ้งกือ โดยเฉพาะในชนิดที่มีการระบาดอยู่บ่อยครั้งในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาทั้งในระดับพื้นฐานหรือการประยุกต์ในเชิงลึก

ในเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2561 พบการระบาดของกิ้งกือบริเวณหลายหมู่บ้านในพื้นที่ตำบลสันกลาง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย มีการทดลองใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชเพื่อกำจัดกิ้งกือเหล่านั้น อย่างไรก็ตาม สารเคมีกำจัดแมลงบางกลุ่มพบว่าไม่สามารถควบคุมกิ้งกือเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ชาวบ้านตัดสินใจเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารเคมีกำจัดแมลงให้สูงยิ่งขึ้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายและผลกระทบที่ร้ายแรงต่อผู้อยู่อาศัยในบริเวณที่ทำการพ่นได้ ทั้งนี้โดยที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดแมลงเพื่อควบคุมกิ้งกือมาก่อน ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของสารเคมีบางชนิด ประกอบด้วย คาร์บาริล ฟิโปรนิล และไซเพอร์เมทริน ที่มีผลต่อกิ้งกือตะเข็บสามสี *Antheromorpha uncinata* Jeekel, 1968 ซึ่งเป็นชนิดที่มีรายงานการระบาดและสร้างความรำคาญให้กับประชาชนในพื้นที่ดังกล่าว ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผน ป้องกันและกำจัดกิ้งกือในพื้นที่ที่มีปัญหาได้อย่างเหมาะสมและมีความปลอดภัยแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณดังกล่าวมากที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บรวบรวมตัวอย่างกิ้งกือตะเข็บสามสีจากพื้นที่ที่มีการระบาด

สำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างกิ้งกือตะเข็บสามสีในพื้นที่หมู่บ้านในตำบลสันกลาง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย (ภาพที่ 1) หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่เป็นตัวเต็มวัยมาจำแนกเพศและบันทึกจำนวนตัวอย่างที่สำรวจได้ นำตัวอย่างกิ้งกือทั้งหมดเลี้ยงในถังพลาสติกขนาด 34 x 66 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร โดยเปิดฝาทิ้งไว้ ใช้ดินเป็นวัสดุรองพื้นและเศษใบไม้ไว้ปกคลุมดิน

Figure 1. Millipede swarm of *Antheromorpha uncinata* at San Klang subdistrict, Phan district, Chiang Rai province, Thailand. (A-C) Swarming individuals, individual long 3.2-4.7 cm (D) Provincial Administration Organization staff sprayed insecticide to control the smarming millipedes (Photos by Mr. Rachen Kammabut)

ด้านบน อาหารของกิ้งกือ ใช้ผลมะม่วงสุกปอกเปลือก ผ่าครึ่งแล้ววางไว้บนเศษใบไม้ด้านบนผิวดิน ทำการเลี้ยงกิ้งกือไว้ในอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 2 วัน ก่อนนำมาทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงต่อไป

การศึกษาสัณฐานวิทยา

ทำการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาลักษณะภายนอก (external morphology) ของกิ้งกือและจัดจำแนกเพศภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereo microscope) บันทึกรายละเอียดทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญซึ่งใช้ในการจำแนกชนิดของกิ้งกือ เช่น ขนาดลำตัว ลักษณะสีที่ปรากฏบนลำตัว รูปทรงแผ่นปิก (paraterga) หนวด และขา รวมทั้งบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของโครงสร้างอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (gonopod) เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ตรวจสอบและวิเคราะห์หาชื่อชนิดทางวิทยาศาสตร์ (scientific name) จากเอกสารงานวิจัยทางอนุกรมวิธานของกิ้งกือที่พบในประเทศไทยของ สมศักดิ์ (2549) และ Likhitrakarn *et al*. (2010, 2011, 2014, 2016, 2017) ประกอบกับการเปรียบเทียบกับตัวอย่างกิ้งกือต้นแบบ (holotype) ที่เก็บรวบรวมไว้ในพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CUMNH) เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดแมลงเพื่อใช้กำจัดกิ้งกือในห้องปฏิบัติการ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดแมลง 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บาริล (carbaryl), ฟิโปรนิล (fipronil) และ ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันดังนี้

1) คาร์บาริลใช้ความเข้มข้นสูงสุดตามอัตราแนะนำคือ 850 ppm และปรับลดอัตราส่วนความเข้มข้นลงเหลือ 600, 400 และ 200 ppm ตามลำดับ

2) ฟิโปรนิลใช้ความเข้มข้นสูงสุดตามอัตราแนะนำคือ 125 ppm และปรับลดอัตราส่วนความเข้มข้นลงเหลือ 90, 60 และ 30 ppm ตามลำดับ

3) ไซเพอร์เมทรินใช้ความเข้มข้นสูงสุดตามอัตราแนะนำคือ 175 ppm และปรับลดอัตราส่วนความเข้มข้นลงเหลือ 120, 80 และ 40 ppm ตามลำดับ

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม (untreated control) และทำการทดสอบสารเคมีกำจัดแมลงแต่ละความเข้มข้นจำนวน 3 ซ้ำ ในหนึ่งหน่วยทดลองใช้กิ้งกือตะเข็บสามสีระยะตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว (เพศผู้ 5 ตัวและเพศเมีย 5 ตัว) ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยวิธีพ่นสารเคมีในแต่ละระดับความเข้มข้นลงบนกิ้งกือโดยตรง จากนั้นนำกิ้งกือในแต่ละหน่วยการทดลองเก็บไว้ในกล่องพลาสติกขนาด 9.5 x 14 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร โดยมีฝาปิดที่เจาะรูขนาดเล็กให้อากาศได้ถ่ายเท แต่ละกล่องรองพื้นด้วยกระดาษกรองพร้อมทั้งใส่อาหารไก่เปียกและสำลีชุบน้ำในกล่อง ตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 26.00±1.00 องศาเซลเซียส ทำการจดบันทึกการตายของกิ้งกือตะเข็บสามสี หลังจากการพ่นเมื่อเวลาผ่านไป 1, 12, 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาอัตราเฉลี่ยการตาย ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) และค่าความเข้มข้นของสารเคมีที่ทำให้กิ้งกือในการทดลองตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (median lethal concentration, LC_{50}) โดยวิธี Probit analysis โดยกำหนดให้กิ้งกือตะเข็บสามสีที่ถูกทดสอบด้วยสารเคมีแต่ละชนิด ไม่ตอบสนองการเคลื่อนไหวต่อสิ่งเร้าหรือไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ให้ถือว่ามีการตายเกิดขึ้น

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเก็บรวบรวมตัวอย่างกิ้งกือตะเข็บสามสีจากพื้นที่ที่มีการระบาด

ทำการเก็บตัวอย่างกิ้งกือเฉพาะระยะตัวเต็มวัยมาจำนวน 1,331 ตัวอย่าง สามารถแยกเป็น เพศเมีย 582 ตัวอย่างและเพศผู้ 749 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างที่เก็บได้จากพื้นที่ที่พบการระบาด แสดงให้เห็นอัตราส่วนจำนวนเพศผู้ของกิ้งกือชนิดนี้มีมากกว่ากิ้งกือเพศเมีย

ลักษณะสัณฐานวิทยาของกิ้งกือตะเข็บสามสี

จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างกิ้งกือ โดยเปรียบเทียบจากลักษณะสัณฐานวิทยาของลำตัว พบว่ากิ้งกือชนิดนี้ตัวเต็มวัยมีจำนวนปล้องลำตัว 20 ปล้อง โดยมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 3.2-4.7 เซนติเมตร ไม่มีอวัยวะรับแสง หนวดมีขนาดยาว ลำตัวมีสีแดง แดงอ่อน ส้ม และส้มอ่อน และพบแถบสีดำพาดยาวเป็นแนวขนานกับแกนกลางลำตัว บางตัวอาจพบแถบดำขยายเชื่อมติดกันเป็นแนวยาว ส่วนใหญ่แถบดำนี้จะยื่นขยายไปยังส่วนฐานของปีกข้างลำตัว เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยมตั้งอยู่บนขอบลำตัว แต่ละปล้องลำตัวพบปีกยื่นยาวออกมาด้านข้าง ส่วนปลายมีลักษณะโค้งมนจนถึงแหลมหัว และหนวดมีสีดำ ส่วนขามีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 2) โครงสร้างอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (gonopod) รูปทรงเรียวยาว มีส่วนฐานของขา (coxa) ลักษณะสั้น และแยกออกจากส่วนเทโลโพไดร์ (telopodite) ชัดเจน ส่วนปลายโกโนพอดได้แยกเป็นสองแฉกชัดเจน โดยที่ปลายแฉกปรากฏสองแฉกย่อย จากโครงสร้างดังกล่าวสามารถจำแนกชนิดตัวอย่างกิ้งกือในการศึกษาครั้งนี้ได้เป็น กิ้งกือตะเข็บสามสี *A. uncinata* โดยกิ้งกือชนิดนี้ถูกรายงานไว้ครั้งแรกที่อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี (Attems, 1931; 1936; 1937) ต่อมา Likhitrakarn *et al*. (2016) ได้ทำการทบทวนอนุกรมวิธานของกิ้งกือสกุลนี้พร้อมบรรยายลักษณะทางสัณฐานวิทยาไว้อย่างละเอียด โดยการเทียบเคียงกับตัวอย่างต้นแบบของกิ้งกือชนิดต่าง ๆ ในสกุลดังกล่าว พร้อมทั้งสรุปพื้นที่การกระจายพันธุ์เพิ่มเติมของตัวอย่างกิ้งกือชนิดนี้ที่พบจากประเทศไทย พบว่ากิ้งกือตะเข็บสามสีมีการกระจายพันธุ์ที่ค่อนข้างกว้าง สามารถพบได้ตั้งแต่บริเวณภาคเหนือตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลงมาภาคกลาง ภาคตะวันตกจนถึงภาคใต้ตอนบน (จังหวัดประจวบคีรีขันธ์) โดยหนึ่งในสมาชิกในสกุลนี้ กิ้งกือตะเข็บวีแดง *A. festiva* (Brölemann, 1896) ถูกพบรวมกลุ่มกันอยู่จำนวนมากช่วงฤดูใบไม้ร่วงในอุทยานแห่งชาติก๊าตเตียน ตอนใต้ของเวียดนาม โดยประชากรส่วนใหญ่ที่พบมักเป็นวัยเดียวกัน (ตัวอ่อนระยะที่ 4 จนถึงระยะก่อนเต็มวัย) แต่หลังจากที่เจริญเป็นตัวเต็มวัย ก็ไม่พบการรวมกลุ่มในปริมาณมากอีก (Likhitrakarn *et al*., 2019)

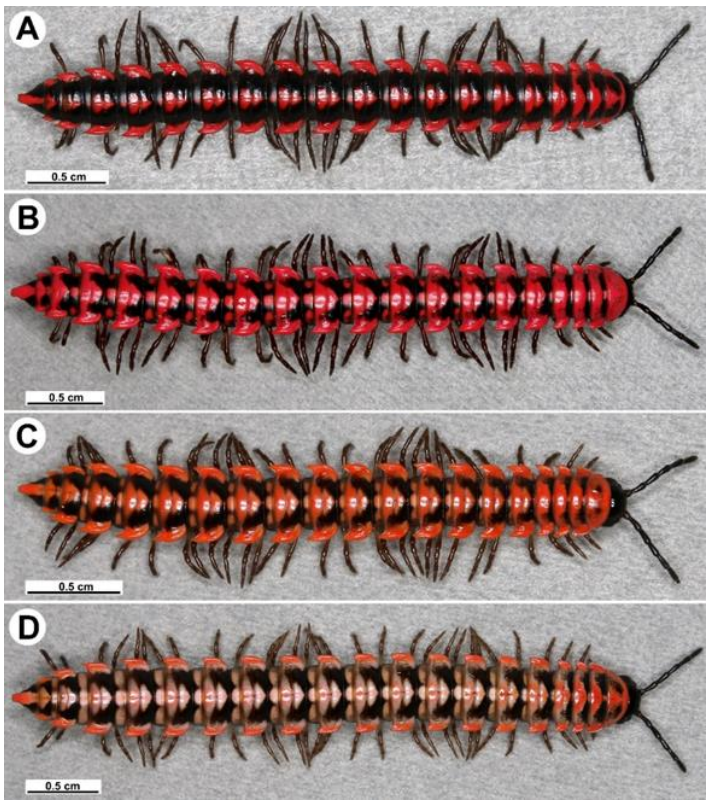

Figure 2. *Antheromorpha uncinata* from San Klang subdistrict, Phan district, Chiang Rai province, Thailand; live coloration, (A-C) male (D) female

ซึ่งกิ้งกือตะเข็บชนิดนี้ก็สามารถพบได้บริเวณภาคใต้ของไทยเช่นกัน

ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดแมลงเพื่อใช้กำจัดกิ้งกือในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงคาร์บาริล ฟิโปรนิล และไซเพอร์เมทริน ต่อตัวอย่างของกิ้งกือตะเข็บสามสีตัวเต็มวัยที่พบระบาดในพื้นที่ตำบลสันกลาง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า คาร์บาริล ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (850 ppm) มีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดตัวเต็มวัยของกิ้งกือตะเข็บสามสี สามารถกำจัดกิ้งกือได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ในระยะเวลาเพียง 1 ชั่วโมง ถัดมา คือ ฟิโปรนิล ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (125 ppm) สามารถกำจัดกิ้งกือได้ ในชั่วโมงแรกเพียง 63.33 เปอร์เซ็นต์ แต่อัตราการตายของกิ้งกือเพิ่มขึ้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์หลังการพ่นผ่านไป 12 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) และอันดับสุดท้าย คือ ไซเพอร์เมทริน พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (175 ppm) ทำให้กิ้งกือตะเข็บสามสีมีอัตราการตายได้ถึง 83.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) โดยใช้เวลาเพียง 1 ชั่วโมง

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของคาร์บาริล แม้ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (850 ppm) ทำให้สามารถกำจัดกิ้งกือตะเข็บสามสีได้เป็นอย่างดี และเมื่อปรับลดความเข้มข้นลงเหลือ 600 ppm ก็ยังคงกำจัดกิ้งกือตะเข็บสามสีได้มากถึง 90.00 เปอร์เซ็นต์ในชั่วโมงแรก และสามารถกำจัดได้หมด 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 24 ชั่วโมงหลังการพ่น แต่หากใช้ในความเข้มข้น 400 ppm กลับมีประสิทธิภาพในการกำจัดกิ้งกือตะเข็บสามสีที่ต่ำมากเหลือเพียง 3.33 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตาม ค่า LC_{50} ของคาร์บาริล ที่เวลา 1 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 514.97 ppm และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 598.93 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งคาร์บาริลเป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมตที่มีความเป็นพิษต่อการสัมผัส

Table 1. Comparative study of dose mortality of carbaryl against *Antheromorpha uncinata* at 1, 12, 24 and 48 hours after treated

Concentration	Mortality (Mean ± S.D.)			
(ppm)	1 hour	12 hours	24 hours	48 hours
850 (recommended dose)	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]
600	90.00 ± 1.00[b]	90.00 ± 1.00[a]	100.00 ± 0.00[a]	96.67 ± 0.58[a]
400	3.33 ± 0.58[c]	3.33 ± 0.57[b]	3.33 ± 0.58[b]	3.33 ± 0.58[b]
200	0.00 ± 0.00[c]	0.33 ± 0.57[b]	3.33 ± 0.58[b]	3.33 ± 0.58[b]
0	0.00 ± 0.00[c]	0.00 ± 0.00[b]	0.00 ± 0.00[b]	0.00 ± 0.00[b]

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2. Comparative study of dose mortality of fipronil against *Antheromorpha uncinata* 1, 12, 24 and 48 hours after treated

Concentration	Mortality (Mean ± S.D.)			
(ppm)	1 hour	12 hours	24 hours	48 hours
125 (recommended dose)	63.33 ± 2.31[a]	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]
90	43.33 ± 0.58[a]	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]
60	40.00 ± 1.73[b]	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]	100.00 ± 0.00[a]
30	6.67 ± 0.58[b]	70.00 ± 0.00[b]	86.67 ± 0.58[b]	100.00 ± 0.00[a]
0	0.00 ± 0.00[c]	0.00 ± 0.00[c]	0.00 ± 0.00[c]	0.00 ± 0.00[b]

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 3. Comparative study of dose mortality of cypermethrin against *Antheromorpha uncinata* at 1, 12, 24 and 48 hours after treated

Concentration	Mortality (Mean ± S.D.)			
(ppm)	1 hour	12 hours	24 hours	48 hours
175 (recommended dose)	83.33 ± 0.58[a]	83.33 ± 0.58[a]	83.33 ± 0.58[a]	83.33 ± 0.58[a]
120	53.33 ± 2.08[b]	53.33 ± 2.08[b]	53.33 ± 2.08[b]	53.33 ± 2.08[b]
80	40.00 ± 1.73[b]	60.00 ± 2.64[b]	76.67 ± 2.31[b]	76.67 ± 2.31[b]
40	0.00 ± 0.00[c]	23..3 ± 3.21[b]	23.33 ± 3.21[c]	0.33 ± 3.21[c]
0	0.00 ± 0.00[c]	0.00 ± 0.00[b]	0.00 ± 0.00[c]	0.00 ± 0.00[c]

Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by DMRT

และระบบทางเดินหายใจ โดยมีความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (cholinesterase) ในระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตทั่วไปได้ จึงมักนิยมนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูที่สำคัญทางเกษตรได้เป็นอย่างดี (Bond *et al*., 2016) ทั้งนี้คาร์บาริล มีค่า LC_{50} จากการกินและการสัมผัสของหนู เท่ากับ 250-850 ppm และหากมนุษย์ได้รับสารจากการกินประมาณ 250 ppm ภายใน 20 นาที เป็นผลทำให้มีอาการปวดท้องเฉียบพลัน มีการขับเหงื่อมาก พร้อมการอาเจียน (สิรีพัชร และคณะ, 2560; Cheng *et al*., 2006; Wills *et al*., 1968) ดังนั้นควรมีความระมัดระวังเมื่อมีการนำสารนี้ไปใช้พื้นที่

ฟิโปรนิลมีประสิทธิภาพในการกำจัดกิ้งกือตะเข็บสามสีได้ดีเช่นเดียวกันแต่แสดงผลช้ากว่าคาร์บาริล จากการศึกษา พบว่า ฟิโปรนิลที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (125 ppm) สามารถกำจัดกิ้งกือตะเข็บสามสีได้ 63.33 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งนี้เมื่อปรับลดความเข้มข้นลงเหลือ 90 และ 60 ppm เป็นผลทำให้กิ้งกือตะเข็บสามสีมีอัตราการตายได้เพียง 46.33 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่หลังจากระยะเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่า อัตราการตายของกิ้งกือเพิ่มขึ้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า LC_{50} และ LC_{90}ของ ฟิโปรนิล ที่เวลา 1 ชั่วโมง เท่ากับ 97.69 และ 166.72 ppm (ตารางที่ 4) ในขณะที่ ค่า LC_{50} และ LC_{90}ของ ฟิโปรนิล ที่เวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 23.81 และ 30.95 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ซึ่ง ฟิโปรนิล เป็นสารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มเฟนนีลไพราโซล (phenylpyrazole) กำจัดแมลงแบบไม่เลือกทำลาย โดยเข้าไปยับยั้งการทำงานของระบบประสาทของแมลง นิยมใช้ในการควบคุมแมลงในเคหสถาน แมลงศัตรูในโรงเก็บ รวมทั้งแมลงศัตรูทางการเกษตร (Kavallieratos *et al*., 2010) ฟิโปรนิลมีพิษปานกลางโดยมีความเป็นพิษทางปาก (oral LD_{50}) ในหนูเท่ากับ 97 ppm และความเป็นพิษทางผิวหนัง (dermal LD_{50}) ในหนูมากกว่า 2,000 ppm (Gupta and Milatovic, 2014) จากผลการศึกษาสามารถใช้ฟีโพรนิลในการกำจัดกิ้งกือตะเข็บสามสีที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 60-125 ppm ได้ แต่ระยะเวลาในการออกฤทธิ์นานถึง 12 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้นในการใช้ในบริเวณบ้านเรือนควรเลือกใช้ ฟิโปรนิลในความเข้มข้นที่ 40-60 ppm หรือใช้เพียงครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำบนฉลาก

Table 4. LC_{50}, LC_{90} and regression parameter estimates of carbaryl, fipronil and cypermethrin against *Antheromorpha uncinata* at 1 hour

Parameter/Treated	Carbaryl	Fipronil	Cypermethrin
LC_{50}	514.97	97.69	115.39
Range of LC_{50}	478.49-547. 95	67.07-194.88	76.85-173.44
LC_{90}	598.93	166.72	180.82
Range of LC_{90}	564.42-651.49	121.09-499.33	139.88-367.58
Parameter estimates*			
A	-7.861	-1.814	-1.938
Slope	0.015	0.019	0.025
R^2	1.000	0.846	0.974

*Parameter estimates for regression line Y= A+ Slope * X

Table 5. LC_{50}, LC_{90} and regression parameter estimates of carbaryl, fipronil and cypermethrin against *Antheromorpha uncinata* at 24 hours

Parameter/Treated	Carbaryl	Fipronil	Cypermethrin
LC_{50}	501.59	23.81	93.48
LC_{90}	627.63	30.95	174.19
Parameter estimates*			
A	-5.100	-4.275	-1.484
Slope	0.010	0.180	0.016
R^2	0.750	ns	0.868

*Parameter estimates for regression line Y= A+ Slope * X

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของไซเพอร์เมทรินต่ออัตราการตายของกิ้งกือตะเข็บสามสี พบว่าความเข้มข้นของไซเพอร์เมทรินตามอัตราแนะนำ (175 ppm) พบอัตราการตายสูงสุดของกิ้งกือตะเข็บสามสีเท่ากับ 83.33 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ค่า LC_{50} และ LC_{90} ที่เวลา 1 ชั่วโมง เท่ากับ 115.39 และ 180.82 ppm ตามลำดับ (Table 4) ซึ่งไซเพอร์เมทรินเป็นสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (synthetic pyrethroids) โดยสารในกลุ่มนี้มักนิยมนำมาใช้ในการเกษตรและใช้เป็นสารเคมีกำจัดแมลงในครัวเรืออย่างกว้างขวาง (สุนัยนา และคณะ, 2553; Singh *et al*., 2012) นอกจากนี้พบว่า ไซเพอร์เมทรินมีพิษกับระบบประสาทในแมลง และเป็นพิษสูงต่อผึ้ง แมลงในน้ำ และปลา อย่างไรก็ตามไซเพอร์เมทรินสามารถเสื่อมสลายในสิ่งแวดล้อม ดิน และพืชได้อย่างรวดเร็ว โดยความเป็นพิษของไซเพอร์เมทรินเมื่อทำการทดลองป้อนทางปาก (oral LD_{50}) ในหนูมีค่าเท่ากับ 250 ppm และความเป็นพิษทางผิวหนัง (dermal LD_{50}) ของหนูเท่ากับ 1,600 ppm (Coombs *et al.*,1976; Nagarjuna and Jacob Doss, 2009) ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ในช่วงระยะเวลาแรกกิ้งกือตะเข็บสามสีที่สัมผัสไซเพอร์เมทรินมีลักษณะการสลบ (knock down) แต่ในระยะเวลาต่อกิ้งกือสามารถฟื้นตัวกลับมาเป็นปกติได้

อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีกำจัดกิ้งกือมีประสิทธิภาพสูงและเป็นวิธีที่รวดเร็ว แต่สารเคมีมีความเป็นพิษ โดยเฉพาะการใช้ในบริเวณแหล่งที่พักอาศัย ดังนั้นควรเลือกวิธีการป้องกันกำจัดในรูปแบบอื่น ๆ เข้ามาทดแทนหรือร่วมบูรณาการด้วยเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและปลอดภัยมากที่สุด สำหรับแนวทางการป้องกันกำจัดที่สามารถกระทำได้โดยไม่ใช้สารเคมีมีดังนี้

1. ปรับสภาพพื้นที่เพื่อไม่ให้เป็นที่หลบซ่อนของกิ้งกือ โดยบริเวณรอบอาคารที่พักอาศัยควรมีลักษณะแห้งอยู่เสมอ เช่น ไม่ปลูกต้นไม้รกทึบ หรือมีการทับถมของเศษใบไม้ต่าง ๆ เป็นต้น

2. มีการทำความสะอาดพื้นที่โดยรอบบริเวณอาคารที่พักเป็นประจำเพื่อ กำจัดเศษวัสดุ เก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อาจเป็นที่แหล่งหลบซ่อนของกิ้งกือได้

3. หากพบการระบาด ให้ทำการปิดรอยรั่วตามผนัง กำแพง ทางเข้าประตู หน้าต่าง โดยรอบบริเวณอาคารที่พักอาศัย เพื่อไม่ให้กิ้งกือเคลื่อนที่เข้าบริเวณภายในอาคารได้

4. การเก็บกิ้งกือจำนวนมาก สามารถใช้วิธีประยุกต์โดยการนำหนังสือ เอกสาร หรือกระดาษลังเปล่าที่ชุบน้ำ นำไปวางไว้เป็นจุด ๆ โดยรอบบริเวณอาคารที่พักอาศัย เพื่อล่อให้กิ้งกือมาหยุดพักหลบซ่อนแล้วจึงทำความสะอาดและกำจัดต่อไป

5. หากต้องการเก็บกวาดกิ้งกือที่พบ ควรใช้ภาชนะที่มีพื้นผิวซึ่งกิ้งกือไม่สามารถปีนขึ้นได้ เช่น ถังขยะพลาสติกที่มีผิวด้านในเรียบ หรือกะละมังทรงสูง เป็นต้น

สรุป

จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างกิ้งกือตะเข็บสามสี *Antheromorpha uncinata* ที่พบการระบาดในพื้นที่ตำบลสันกลาง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย จำนวน 1,331 ตัวอย่าง และนำไปทดสอบสารเคมีกำจัดแมลง 3 ชนิด คือ คาร์บาริล ฟิโปรนิล และไซเพอร์เมทริน ในห้องปฏิบัติการที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่าหากพิจารณาจากค่า LC_{50} ภายในระยะเวลา 1 และ 24 ชั่วโมง ฟิโปรนิลแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดสูงสุด โดยมีค่า LC_{50} ที่ 97.69 และ 23.81 ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพที่ดีเช่นเดียวกับสารไซเพอร์เมทริน ที่มีค่า LC_{50} ที่ 115.39 และ 93.48 สำหรับคาร์บาริลนั้นพบว่าให้ประสิทธิภาพต่ำสุด โดยมีค่า LC_{50} ที่ 514.97 และ 501.59 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาถึงประสิทธิภาพของการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ พบว่าคาร์บาริลความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (850 ppm) ให้ประสิทธิภาพสูงสุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในการควบคุมกิ้งกือตะเข็บสามสี โดยใช้เวลาการออกฤทธิ์เพียง 1 ชั่วโมง ในขณะที่ฟิโปรนิลความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (125 ppm) สามารถกำจัดกิ้งกือตะเข็บสามสีได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการฉีดพ่นผ่านไป 12 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลาเดียวกันนี้กับสารไซเพอร์เมทรินความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ (175 ppm) พบว่าอัตราการตายของกิ้งกือมีเพียง 83.33 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นคาร์บาริลและฟิโปรนิลที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ จึงมีแนวโน้มที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มากกว่าไซเพอร์เมทรินในการป้องกันกำจัดกิ้งกือชนิดนี้ รวมถึงชนิดอื่นในพื้นที่ต่าง ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ การดำเนินงานศึกษาวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือจากนายสมเกียรติ คำแสนยศ ปลัดองค์การบริหารส่วนตำบลสันกลาง จ.ส.ท.ราเชนทร์ คำมาบุตร เจ้าพนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยปฏิบัติงาน และนางสาวขวัญชีวา ทิพย์แสนคำ พนักงานจ้างฝ่ายสาธารณสุข ในการสนับสนุนส่งตัวอย่างกิ้งกือที่มีการระบาดมาให้ศึกษา พร้อมทั้งให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยชิ้นนี้ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้คำแนะนำในการป้องกันกำจัดกิ้งกือโดยไม่ใช้สารเคมี ขอขอบพระคุณ ดร.ปรินทร์ จิระภัทรศิลป ปฏิบัติการวิจัยชิสเทมาติกส์ของสัตว์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาช่วยตรวจทานต้นฉบับงานวิจัย และสุดท้ายขอขอบคุณสาขาวิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตรที่ช่วยสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการตีพิมพ์ผลงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สมศักดิ์ ปัญหา. 2549. วิจัยกิ้งกือเรื่องไม่ยาก. โรงพิมพ์กรุงเทพ (1984) จำกัด, กรุงเทพฯ. 58 หน้า.

สิรีพัชร โกยโภไคสวรรค์ อัจฉริยา สุริยะวงศ์ สิทธิสุนทร สุโพธิณะ และ ภารดี ช่วยบำรุง. 2560. การสลายคาร์บาริลในน้ำด้วยปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์โฟโตคะตะไลสิส. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 25(6): 975-988.

สุนัยนา สท้านไตรภพ กสิน ศุภปฐม และ พรรณเกษม แผ่พร. 2553. ประสิทธิภาพทางชีววิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์เคมีกำจัดแมลงคลานต่อแมลงสาบเยอรมัน (*Blattella germanica*). วารสารวิชาการสาธารณสุข 19(6): 930-935.

Adama, I., K.O. Fening, M.B. Mochiah, M. Owusu-Akyaw and E. Andoh-Mensah. 2016. Knowledge of cassava pest management: The case of farmer training on integrated management of millipede infestation in outbreak areas in western region, Ghana. Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology 14(4): 1-8.

Attems, C. 1931. Die Familie Leptodesmidae und andere Polydesmiden. Zoologica (Stuttgart) 79: 1-150.

Attems, C. 1936. Diplopoda of India. Memoirs of the Indian Museum 11(4): 133-323.

Attems, C. 1937. Myriapoda 3. Polydesmoidea I. Fam. Strongylosomidae. Das Tierreich 68: 1-300.

Bond, C., A. Hallman, K. Buhl and D. Stone. 2016. Carbaryl: General fact sheet. (Online). Available: http://npic.orst.edu/factsheets/carbarylgen.html (July 7, 2018).

Coombs, A.D., B.I. Carter, R.W. Hend, S.G. Butterworth and A.C. Buckwell. 1976. Toxicity studies on the insecticide WL-43467. Summary of results of preliminary experiments. Shell Research, Sittingbourne, Kent, England.

Cheng, S., J. Chen, Y. Qiu, X. Hong, Y. Xia, T. Feng, J. Liu, L. Song, Z. Zhang and X. Wang. 2006. Carbaryl inhibits basal and FSH-induced progesterone biosynthesis of primary human granulosa-lutein cells. Toxicology 220: 37-45.

de Lima Bicho, C. and G.A. Müller. 2017. Other irritating arthropods (beetles, bugs, centipedes, etc.). pp. 549-556. *In*: C. Marcondes (ed.). Arthropod Borne Diseases. Springer, Cham.

Ehrnsberger, R. 2002. Massenauftreten und Wanderung des Diplopoden *Ommatoiulus sabulosus* in Westniedersachsen. Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen 28: 199-203.

Golovatch, S. I. and R. D. Kime. 2009. Millipede (Diplopoda) distributions: A review. Soil Organisms 81(3): 565-597.

Gupta, R.C. and D. Milatovic. 2014. Insecticides. pp. 389-408. *In*: R.C. Gupta (ed.). Biomarkers in Toxicology. Elsevier, Amsterdam.

Jeekel, C.A.W. 1964. A new species of *Orthomorpha* Bollman from Thailand observed in migration, with taxonomic notes on the genus (Diplopoda). Tijdschrift voor Entomologie 107: 355-364.

Kavallieratos, N. G., C. G. Athanassiou, B. J. Vayias and P.C. Betsi. 2010. Insecticidal efficacy of fipronil against four stored-product insect pests: influence of commodity, dose, exposure interval, relative humidity and temperature. Pest Management Science 66: 640-649.

Lee, P. 2008. More swarming millipedes. (Online). Available: http://www.bmig.org.uk/sites/www.bmig.org.uk/files/news/bmignews16.pdf (July 7, 2018).

Likhitrakarn, N., S.I. Golovatch and S. Panha. 2011. Revision of the Southeast Asian millipede genus *Orthomorpha* Bollman, 1893, with the proposal of a new genus (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). ZooKeys 131: 1-161.

Likhitrakarn, N., S.I. Golovatch and S. Panha. 2014. Review of the Southeast Asian millipede genus *Enghoffosoma* Golovatch, 1993 (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae), with descriptions of new species. Zootaxa 3811(4): 491-514.

Likhitrakarn, N., S.I. Golovatch and S. Panha. 2016. Review of the Southeast Asian millipede genus *Antheromorpha* Jeekel, 1968 (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). ZooKeys 571: 21-57.

Likhitrakarn, N., S.I. Golovatch and S. Panha. 2017. The first record of the pantropical millipede, *Chondromorpha xanthotricha* (Attems, 1898) (Diplopoda: Polydesmida: Paradoxosomatidae), from Thailand. Arthropoda Selecta 26(4): 281-287.

Likhitrakarn, N., S.I. Golovatch, I. Semenyuk and S. Panha. 2019. A new species and a new record of the Southeast Asian millipede genus *Antheromorpha* Jeekel, 1968 (Polydesmida: Paradoxosomatidae) from Vietnam. ZooKeys 832: 77-89.

Likhitrakarn, N., S.I. Golovatch, R. Prateepasen and S. Panha. 2010. Review of the genus *Tylopus* Jeekel, 1968, with descriptions of five new species from Thailand (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). ZooKeys 72: 23-68.

Minelli, A. and S.I. Golovatch. 2001. Myriapods. pp. 291-303. *In*: S.A. Levin (ed.). Encyclopedia of Biodiversity, Vol. 4. Academic Press, San Diego.

Nagarjuna, A. and P. Jacob Doss. 2009. Acute oral toxicity and histopathological studies of cypermethrin in rats. Indian Journal of Animal Research 43(4): 235-240.

Niijima, K. 1998. Effects of outbreak of the train millipede *Parafontaria laminata armigera* Verhoeff (Diplopoda: Xystodesmidae) on litter decomposition in a natural beech forest in Central Japan. 1. Density and

biomass of soil invertebrates. Ecological Research 13: 41-53.

Niijima, K. 2001. A millipede outbreak (*Oxidus gracilis* Koch) stopped trains. Edaphologia 68: 43-46.

Singh, A.K., M.N. Tiwari, O. Prakash and M.P. Singh. 2012. A current review of cypermethrin-induced neurotoxicity and nigrostriatal dopaminergic neurodegeneration. Current Neuropharmacology 10(1): 64-71.

Voigtländer, K. 2005. Mass occurrences and swarming behaviour of millipedes (Diplopoda: Julidae) in Eastern Germany. Peckiana 4: 181-187.

Wills, J. H. , E. Jamieson and F. Coulston. 1968. Effects of oral doses of carbaryl on man. Clinical Toxicology 1: 265-271.

View publication stats