แก่นเกษตร 47 (5) : 891-900 (2562). KHON KAEN AGR. J. 47 (5) : 891-900 (2019). /doi: 10.14456/kaj.2019.83.

ประสิทธิภาพของเครื่อง cold fogger ในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้

Efficacy of a cold fogger sprayer for control of orchid midge

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท[1*], นลินา ไชยสิงห์[1], สุชาดา สุพรศิลป์[1] และ สนธยา สำเภาทอง[2]

Pruetthichat Punyawattoe[1*], Nalina Chaiyasing[1], Suchada Supornsin[1] and Sonthaya Sampaothong[1]

บทคัดย่อ: การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่อง cold fogger ในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้ *Contarinia maculipennis* Felt ดำเนินการที่แปลงกล้วยไม้สกุลหวายของเกษตรกร ในจังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2560 เพื่อเปรียบเทียบการตกค้างของละอองสาร และการสูญเสียของละอองสารด้วยวิธี colorimetric method วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger ที่อัตราพ่น 6, 8, 10 และ 12 ลิตรต่อไร่ พ่นที่แนวพ่นสาร 3 เมตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงที่ 120 ลิตรต่อไร่ (อัตราแนะนำ) และที่อัตรา 160 ลิตรต่อไร่ (อัตราการใช้ของเกษตรกร) พ่นที่แนวพ่นสาร 0.5 เมตร ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger ทุกอัตรามีการตกค้างของละอองสารบนช่อดอกตูมที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 120 ลิตรต่อไร่ และ 160 ลิตรต่อไร่ การพ่นด้วยเครื่อง cold fogger ลดการสูญเสียของละอองสารได้มากกว่า 13 เท่า และการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการพ่นทั้ง2วิธีด้วยการพ่นสารฆ่าแมลง thiamethoxam/lambda-cyhalothrin (24.7% ZC) ที่อัตรา 120 มิลลิลิตรต่อไร่ และที่อัตรา 160 มิลลิลิตรต่อไร่ พบว่าทุกกรรมวิธีการพ่นมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger สามารถลดปริมาณสารฆ่าแมลงได้ถึง 25% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกรและสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้มากกว่า 25% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีแนะนำและกรรมวิธีของเกษตรกร

คำสำคัญ: เครื่อง Cold fogger; บั่วกล้วยไม้

Received December 26, 2018

Accepted April 26, 2019

[1] กลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

Pesticide Application Research Technique Section, Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

[2] คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพชรบุรี 76000

Faculty of Management Science, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, 76000

ABSTRACT: Study on efficacy of a cold fogger sprayer for controlling orchid midge, *Contarinia maculipennis* Felt in orchid nurseries at Nakornpathom province during October 2015 to September 2017 were investigated. Field study by colorimetric method was performed to compare the spray deposition and spray run-off under actual working conditions. RCB design was planed with 6 treatments and 4 replicates. Very low volume treatments were applied with the cold fogger sprayer at 6, 8, 10 and 12 l/rai with 3.0 meter swath width. High volume treatments were applied with a spray lance length of 0.4 meter with adjustable cone nozzle connected to high pressure pump sprayer. Rates of application were 120 (recommendation rate) and 160 l/rai (farmer use rate) with 0.5 meter swath width. The results indicated that the spray deposition on orchid spike provided by the cold fogger sprayer was not different when compared with the high pressure pump sprayer method. In addition, the cold fogger sprayer could effectively reduce spray run-off by more than 13 times as compared with the high pressure pump sprayer. Subsequently, two field studies were performed to evaluate the bio-efficacy of spraying techniques, both very low and high volume with the application of Thiamethoxam/lambda-cyhalothrin (24.7% ZC) at 120 and 160 ml/rai. It was found that the control of orchid midge of all treatments were equally effective. The cold fogger sprayer reduced the use of insecticide by 25%, as compared with farmer method. Furthermore, the cold fogger sprayer could reduce spraying time spent by more than 25% compared with recommended and farmer methods.

Keywords: Cold fogger sprayer, orchid midge

บทนำ

บั่วกล้วยไม้; *Contarinia maculipennis* Felt จัดเป็นภัยเงียบในแปลงกล้วยไม้ เนื่องจากตัวเต็มวัยบั่วกล้วยไม้จะวางไข่จำนวนมากที่หลังดอกตูม เมื่อฟักเป็นตัวหนอนจะกัดกินกลีบดอกด้านในใกล้กับบริเวณเกสร ทำให้กลีบดอกด้านในผิดปกติ ส่งผลให้ดอกตูมชะงักการเติบโต บิดเบี้ยว และหงิกงอ ต่อมาจะมีอาการเหลืองฉ่ำน้ำ และหลุดร่วงจากช่อดอกในที่สุด หากพบการระบาดรุนแรงดอกตูมจะหลุดร่วงอย่างรวดเร็วจนเหลือแต่ก้านดอก หากไม่มีการป้องกันกำจัดจะทำให้ผลผลิตเสียหาย 100% และสามารถพบการแพร่ระบาดได้ตลอดทั้งปี (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2554; Hara, 2014 และ Osborne et al., 2014) เพื่อป้องกันความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากแมลงชนิดนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมวิธีการพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้ เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็วและง่ายต่อการปฏิบัติเมื่อเทียบกับวิธีการป้องกันกำจัดแบบอื่นๆ (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2554 และ Osborne et al., 2014) ซึ่งความสำเร็จในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้ส่วนหนึ่งขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องพ่นและเทคนิคการพ่นสาร ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการพ่นสารแบบเดิมด้วยเครื่องยนต์พ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงชนิดลากสายประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้าย ความยาว 40 เซนติเมตร ติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ถึง 2.0 มิลลิเมตร การพ่นลักษณะดังกล่าวต้องใช้แรงงานอย่างน้อย 2 คน เพื่อช่วยในการผสมสารและลากสาย โดยผู้พ่นจะพ่นบนโต๊ะปลูกกล้วยไม้ครั้งละครึ่งโต๊ะปลูก ใช้อัตราพ่นระหว่าง 120 - 180 ลิตรต่อไร่ (ดำรงและคณะ, 2551) การพ่นด้วยเครื่องชนิดนี้ละอองสารที่ผลิตจากหัวฉีดจะมีขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอ นอกจากจะทำให้ละอองไม่สามารถแทรกซอนเข้าสู่ทรงพุ่มได้ดีแล้ว การที่ละอองมีขนาดใหญ่จะทำให้เกิดการไหลรวมตัวของละอองสารจนหยดลงสู่พื้นดิน เกิดการสูญเสียทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มโดยไม่จำเป็น และทำให้เกิดการตกค้างเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมได้

จากปัญหาดังกล่าว จึงจำเป็นที่จะต้องค้นหาเทคนิคหรืออุปกรณ์มาเพื่อทดแทนวิธีการเดิม ทั้งนี้จากงานวิจัยต่างๆ ในเรื่องของเทคนิคการพ่นสารพบว่าเครื่อง cold fogger เป็นเครื่องพ่นสารอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากเป็นเครื่องที่สามารถควบคุมขนาด

ละอองสารให้ค่อนข้างสม่ำเสมอ ละอองที่ได้มีขนาดเล็ก สามารถแทรกซอนสู่เป้าหมายได้ดี จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงได้หลายชนิด (Manninen et al., 1996; Matthews et al., 2014 และ Olivet et al., 2011) อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังคงขาดข้อมูลงานวิจัยในเรื่องการประยุกต์ใช้เครื่องชนิดนี้ในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการทดสอบเพื่อหาอัตราพ่นที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นคำแนะนำและเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกร โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่สอดคล้องกับนโยบายด้านการเกษตรของประเทศ ในการที่จะพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการแข่งขันกับประเทศในกลุ่มประชาคมอาเซียน รวมทั้งในอนาคตอันใกล้งานวิจัยเหล่านี้จะใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาสู่ระบบการอารักขาพืชแม่นยำสูงในประเทศต่อไป

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองทางด้านกายภาพในสภาพแปลงทดลอง ด้วยวิธี colorimetric method

ทำการศึกษาในแปลงกล้วยไม้สกุลหวายของเกษตรกร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม แปลงย่อยขนาด 5 x 15 เมตร

โดยใน 1 แปลงย่อยมี 2 โต๊ะปลูกๆ ละ 3 แถว รวม 6 แถว วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1-4 พ่นด้วยเครื่อง cold fogger (ยี่ห้อ VectorFog รุ่น C150+ Vectorfog Co., Ltd., ประเทศเกาหลี) อัตราพ่น 6, 8, 10 และ 12 ลิตรต่อไร่ ใช้รหัสย่อของกรรมวิธี ได้แก่ CF6, CF8, CF10 และ CF12 ตามลำดับ

กรรมวิธีที่ 5 และ 6 พ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงชนิดลากสาย (ปั๊มพ่นยา 3 สูบ CWP SmartSpray ยี่ห้อ Honda รุ่น MS22D2, Honda Co., Ltd., ประเทศญี่ปุ่น) ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้าย ความยาว 40 เซนติเมตร ติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร พ่นอัตราแนะนำที่ 120 ลิตรต่อไร่ และติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 มิลลิเมตร พ่นอัตรา 160 ลิตรต่อไร่ (อัตราการใช้สารของเกษตรกร) ใช้รหัสย่อของกรรมวิธี ได้แก่ HP120 และ HP160 ตามลำดับ

สำหรับความกว้างของแนวพ่นสารในการทดลองนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะแรกในกรรมวิธีที่ 1 - 4 พ่นโดยใช้ความกว้างของแนวพ่นสาร 3.0 เมตร (พ่นครั้งละ 2 โต๊ะปลูก) และกรรมวิธีที่ 5 และ 6 พ่นโดยใช้ความกว้างของแนวพ่นสาร 0.5 เมตร (พ่นครั้งละครึ่งโต๊ะปลูก) ซึ่งเป็นวิธีการพ่นของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้ในประเทศไทย ดำเนินการทดลองดังนี้

การศึกษาปริมาณการตกค้างของละอองสารบนช่อดอกตูม

ทำการศึกษาโดยการพ่นสารตามกรรมวิธีด้วยสี Kingkol tartrazine อัตรา 800 กรัมต่อไร่ หลังจากพ่นสารทดลองแล้วตัดเก็บช่อดอกกล้วยไม้จากทั้ง 6 แถวๆ ละ 5 ช่อดอก (เก็บเฉพาะช่อดอกที่มีดอกตูมอย่างน้อย 3 ดอก โดยแถวที่ 1 คือแถวแรกที่อยู่ใกล้หัวฉีดมากที่สุดในตอนเริ่มพ่นสาร) นำดอกตูมแยกใส่ถุงพลาสติกที่ได้ระบุตำแหน่งไว้ จากนั้นจึงนำตัวอย่างที่ได้มาล้างสีด้วยน้ำสะอาดปริมาณ 10 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองตะกอน แล้วนำสารละลายของสีมาวัดค่าความเข้มแสงด้วยเครื่อง colorimeter ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6051, Spectronic Camspec Co., Ltd., ประเทศอังกฤษ ที่ค่าดูดกลืนแสง 470 นาโนเมตร ค่าที่ได้จากเครื่องนำมาแปลงค่าเป็นไมโครกรัมโดยการนำสารละลายของสีที่ได้จากถังเครื่องพ่นสาร (tank sample) มาใช้เป็น standard สารละลายของสีนี้จะนำมาทำการลดความเข้มข้นลง จากความเข้มข้น 1% จนถึง 0% จากนั้นปิเปตสารละลายของสีที่สกัดได้ลงในหลอดทดลองวัดค่าความเข้มแสงของเครื่อง colorimeter ค่าที่ได้นี้จะนำสร้างสมการเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายและค่าความเข้มแสง เพื่อใช้ในการแปลงค่าที่วัดได้จากเครื่องมาเป็นไมโครกรัม (ดำรงและคณะ, 2551 และ Dobson and King, 2002) จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาการตกค้างของละอองสารต่อช่อดอกตูม (ดอกตูม 3 ดอก) บันทึกข้อมูลปริมาณการตกค้างของละอองสารต่อช่อดอกกล้วยไม้ และนำข้อมูลปริมาณการตกค้างของละอองสารต่อช่อดอก

กล้วยไม้ มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ศึกษาการสูญเสียของละอองสาร

ทำการศึกษาโดยการวางจานเพาะเชื้อขนาด 20 x 100 มิลลิเมตร จำนวน 6 ตำแหน่ง ได้แก่ บนโต๊ะๆ ละ 2 ตำแหน่ง และบนพื้นทางเดินระหว่างแถว 2 ตำแหน่ง (โดยตำแหน่งที่ 1 คือจานเพาะเชื้ออันแรกที่อยู่ใกล้หัวฉีดมากที่สุดในตอนเริ่มพ่นสาร) เพื่อรับน้ำยาหลังจากพ่นสารทดลองแล้ว จากนั้นทำการพ่นสีพ่นทดลองตามกรรมวิธี เก็บตัวอย่างจานเพาะเชื้อทั้งหมดแยกใส่ถุงพลาสติกที่ได้ระบุตำแหน่งไว้เรียบร้อยแล้ว โดยนำจานเพาะเชื้อ มาล้างและวิเคราะห์ข้อมูลดังอธิบายในข้อ 1.1 ค่าที่ได้จากจานเพาะเชื้อ นำมาคำนวณหาการสูญเสียของละอองสารต่อพื้นที่ต่อไป (ดำรงและคณะ, 2551 และ Austerweil et al., 2000) บันทึกข้อมูลการสูญเสียของละอองสารต่อพื้นที่จานเพาะเชื้อ และนำข้อมูลการสูญเสียของละอองสาร มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองทางด้านประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้

ทำการศึกษาโดยการนำกรรมวิธีทุกกรรมวิธีจากการทดลองทางกายภาพมาทดสอบประสิทธิภาพด้วยสารฆ่าแมลงที่แนะนำซึ่งได้แก่ สาร thiamethoxam/lambdacyhalothrin 24.7% ZC (ศรีจำนรรจ์ และคณะ, 2560) ในสภาพแปลงทดลอง โดยใช้อัตราสารฆ่าแมลงแนะนำที่อัตรา 120 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร การศึกษาด้านประสิทธิภาพดำเนินการทดลองในแปลงกล้วยไม้สกุลหวายของเกษตรกร อำเภอบางเลน และอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม แปลงย่อยขนาด 5 x 12 เมตร โดยใน 1 แปลงย่อยมี 2 โต๊ะปลูกๆ ละ 3 แถว รวม 6 แถว วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 7 กรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1-4 พ่นด้วยเครื่อง cold fogger อัตราพ่น 6, 8, 10 และ 12 ลิตรต่อไร่ โดยในแต่ละกรรมวิธีผสมสารฆ่าแมลงที่อัตรา 120 มิลลิลิตรต่อไร่ (อัตราแนะนำ) กรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่น 120 ลิตรต่อไร่ (อัตราแนะนำ) ผสมสารฆ่าแมลงที่อัตรา 120 มิลลิลิตรต่อไร่ กรรมวิธีที่ 6 พ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่น 160 ลิตรต่อไร่ (อัตราการใช้สารของเกษตรกร) ผสมสารฆ่าแมลงที่อัตรา 160 มิลลิลิตรต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 7 กรรมวิธีไม่พ่นสาร

เริ่มพ่นสารทดลอง thiamethoxam/lambdacyhalothrin 24.7% ZC เมื่อพบช่อดอกที่ถูกทำลายบริเวณดอกตูม 10% ต่อแปลงย่อยและสม่ำเสมอทั่วแปลง ขณะพ่นจะใช้ผ้าพลาสติกกั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปลิวของละอองสารในระหว่างกรรมวิธี และประเมินประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโดยประเมินการทำลายดอกตูม (เปอร์เซ็นต์) 10 ช่อดอกต่อแปลงย่อย (ช่อดอกที่มีดอกตูมอย่างน้อย 3 ดอก) ก่อนพ่นสารและหลังพ่นสารแล้ว 3, 5 และ 7 วัน บันทึกเปอร์เซ็นต์การทำลายดอกตูม และนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การทำลายมาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบเวลาการปฏิบัติงานในสภาพไร่

ทำการศึกษาโดยการนำทุกกรรมวิธีจากการทดลองข้างต้นมาทำการศึกษาเวลาการปฏิบัติงานจริงในสภาพไร่ โดยในแต่ละกรรมวิธีจะทำการพ่นในพื้นที่ 1 ไร่ จับเวลาการปฏิบัติงานตั้งแต่เริ่มพ่นจนสิ้นสุดการพ่น ทดลองพ่นกรรมวิธีละ 4 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ยเวลาการปฏิบัติงานจริงในสภาพไร่

ผลการทดลองและวิจารณ์

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองทางด้านกายภาพในสภาพแปลงทดลอง ด้วยวิธี colorimetric method

ศึกษาปริมาณการตกค้างของละอองสารบนช่อดอกตูม

การตรวจวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารบนช่อดอกตูม ณ แถวต่างๆ พบปริมาณการตกค้างของละอองสารจากกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง

อัตราพ่นแนะนำที่ 120 ลิตรต่อไร่ และอัตราพ่นของเกษตรกรที่ 160 ลิตรต่อไร่ โดยพบการตกค้างของละอองสารบนช่อดอกตูม อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.60, 0.26-0.72, 0.36-0.56, 0.28-0.62, 0.39-0.72 และ 0.30-0.57 ไมโครกรัมต่อช่อดอก ในแถวที่ 1-6 ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Means±SE of droplet deposition on orchid spike at different rows among spray application techniques

Treatment	Means±SE of droplet deposition on orchid spike (µg/spike)					
	Row 1	Row 2	Row 3	Row 4	Row 5	Row 6
CF6	0.51±0.03	0.26±0.03^{b}	0.45±0.03	0.37±0.02^{ab}	0.40±0.03	0.30±0.02
CF8	0.52±0.04	0.33±0.03^{bc}	0.46±0.03	0.29±0.03^{b}	0.41±0.02	0.34±0.04
CF10	0.60±0.05	0.35±0.03^{bc}	0.36±0.04	0.28±0.04^{b}	0.39±0.03	0.57±0.03
CF12	0.50±0.07	0.51±0.04^{abc}	0.49±0.04	0.62±0.04^{ab}	0.61±0.05	0.50±0.04
HP120	0.57±0.07	0.62±0.06^{ab}	0.51±0.06	0.70±0.05^{a}	0.72±0.05	0.55±0.05
HP160	0.53±0.09	0.72±0.08^{a}	0.56±0.07	0.57±0.06^{ab}	0.45±0.05	0.54±0.04
F-test	ns	*	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	56.48	45.86	46.72	45.42	44.96	43.55

ns = non significantly different

* = significantly different at $P \leq 0.05$

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ศึกษาการสูญเสียของละอองสาร

การตรวจวัดการสูญเสียของละอองสาร ณ ตำแหน่งต่างๆ บนจานเพาะเชื้อ พบปริมาณการสูญเสียของละอองสารจากกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger อยู่ระหว่าง 0.06-0.08, 0.08-0.09, 0.08-0.10, 0.07-0.10, 0.08-0.09 และ 0.06-0.10 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในตำแหน่งที่ 1-6 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่นแนะนำที่ 120 ลิตรต่อไร่ และอัตราพ่นของเกษตรกรที่ 160 ลิตรต่อไร่ โดยพบปริมาณการสูญเสียของละอองสารอยู่ระหว่าง 1.40-2.12, 1.19-1.45, 1.30-1.87, 1.16-1.79, 1.54-2.07 และ 1.50-2.51 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในตำแหน่งที่ 1-6 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Means±SE of spray run-off at different positions among spray application techniques

Treatment	Means±SE of spray run-off to the ground (µg/sq cm)					
	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4	Position 5	Position 6
CF6	0.08±0.03^{c}	0.09±0.01^{c}	0.08±0.02^{c}	0.09±0.02^{c}	0.09±0.02^{b}	0.10±0.03^{c}
CF8	0.08±0.03^{c}	0.09±0.01^{c}	0.08±0.02^{c}	0.08±0.02^{c}	0.09±0.03^{b}	0.08±0.03^{c}
CF10	0.06±0.03^{c}	0.09±0.02^{c}	0.09±0.02^{c}	0.07±0.01^{c}	0.08±0.02^{b}	0.06±0.02^{c}
CF12	0.08± 0.04^{c}	0.08±0.01^{c}	0.10±0.03^{c}	0.10±0.02^{c}	0.08±0.03^{b}	0.09±0.03^{c}
HP120	1.40±0.29^{b}	1.19±0.14^{b}	1.30±0.23^{b}	1.16±0.19^{b}	1.54±0.26^{a}	1.50±0.23^{b}
HP160	2.12±0.37^{a}	1.45±0.20^{a}	1.87±0.25^{a}	1.79±0.21^{a}	2.07±0.32^{a}	2.51±0.30^{a}
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	60.11	26.45	47.48	30.24	54.96	49.48

ns = non significantly different

* = significantly different at $P \leq 0.05$

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

การทดลองทางกายภาพแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของเครื่องพ่นที่มีต่อการตกค้างของละอองสารบนช่อดอกตูม และการสูญเสียของละอองสาร โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นด้วยเครื่อง cold fogger พบการตกค้างของละอองสารบนดอกตูมซึ่งเป็นบริเวณเป้าหมายในการพ่นสารเพื่อป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้ ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีการพ่นสารด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงทั้ง 2 อัตรา แต่มีการสูญเสียของละอองสารที่น้อยกว่า 13 - 42 เท่า สำหรับสาเหตุหลักของความแตกต่างในแต่ละกรรมวิธีได้แก่ กรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger มีขนาดละอองสารที่เล็กมากเพียง 5 - 50 ไมครอน และมีลมที่ผลิตจากเครื่องจึงทำให้ละอองสารสามารถแทรกซอนเข้าสู่เป้าหมายได้ดีเมื่อเทียบกับการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงที่มีขนาดละอองที่ใหญ่กว่า 200 ไมครอน และละอองสารจากเครื่องชนิดนี้จะเข้าสู่เป้าหมายโดยใช้แรงดันจากน้ำเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการแทรกซอนสู่เป้าหมายจึงไม่ดีเท่า ดังนั้นเมื่อใช้สีทดลองที่อัตราเท่ากันจึงทำให้พบการตกค้างของละอองสารช่อดอกตูมในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน แม้จะใช้อัตราพ่นที่น้อยกว่า 10 - 27 เท่า ก็ตาม

นอกจากนี้การพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงที่ผลิตละอองสารที่มีขนาดโตมากกว่า 200 ไมครอน เมื่อละอองสารไปปะทะกับส่วนใดส่วนหนึ่งบนช่อดอกแล้วจะเกิดการรวมตัวของละอองสารและไหลลงสู่พื้นดินได้ง่าย ตลอดจนลักษณะการพ่นที่พ่นกดหัวฉีดลงเพื่อเน้นดอก เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ละอองสารบางส่วนตกลงบนพื้นที่นอกเป้าหมายซึ่งได้แก่ บนพื้นดินหรือบนโต๊ะกล้วยไม้ได้ง่ายเช่นกัน (ดำรงและคณะ, 2551 และ 2552) ในขณะที่ละอองสารที่ผลิตจากการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger ที่มีขนาดเล็กมากโอกาสที่จะเกิดการรวมตัวของละอองสารและไหลลงสู่พื้นดินจึงเป็นไปได้ยาก นอกจากเวลาพ่นจะพ่นในลักษณะหยุดเดินและพ่นจี้ไปที่ดอกเท่านั้น จึงจะสามารถเกิดการรวมตัวของละอองสาร ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ อีกทั้งการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger เวลาพ่นจะพ่นในลักษณะขนานกับพื้น ไม่กดหัวฉีดลงพื้นเหมือนการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง ดังนั้นจึงทำให้พบการสูญเสียของละอองสารในปริมาณที่น้อยกว่า

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองทางด้านประสิทธิภาพ

จากการทดลองพบว่าการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger ทุกอัตราพ่นมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้เทียบเท่ากรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่นแนะนำที่ 120 ลิตรต่อไร่ และอัตราพ่นของเกษตรกรที่ 160 ลิตรต่อไร่ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกันทั้ง 2 การทดลอง โดยในการทดลองที่ 1 ที่อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม (Table 3) พบว่าก่อนการพ่นสาร ทุกกรรมวิธีมีการทำลายของบั่วกล้วยไม้ 14.02 - 19.12 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อดอก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่หลังพ่นสาร 3, 5 และ 7 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารฆ่าแมลงมีการทำลายของบั่วกล้วยไม้เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.32 - 11.35, 5.77 - 8.55 และ 4.70 - 7.00 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อดอก ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่มีการทำลายของบั่วกล้วยไม้เฉลี่ย 17.92, 14.67 และ 14.97 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อดอก ตามลำดับ สำหรับในการทดลองที่ 2 ที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม (Table 4) พบว่าก่อนการพ่นสาร ทุกกรรมวิธีมีการทำลายของบั่วกล้วยไม้ 17.05 - 21.92 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อดอก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่หลังพ่นสาร 3, 5 และ 7 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารฆ่าแมลงมีการทำลายของบั่วกล้วยไม้เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.45-12.52, 5.97-9.80 และ 4.02-5.55 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อดอก ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่มีการทำลายของบั่วกล้วยไม้เฉลี่ย 16.15, 14.52 และ 12.57 เปอร์เซ็นต์ต่อช่อดอก ตามลำดับ

ผลการทดลองทางด้านประสิทธิภาพ ในสภาพแปลงทดลองให้ผลสอดคล้องกับการทดลองทางกายภาพและแสดงให้เห็นว่าความสำเร็จในการพ่นสารคือการที่ทำให้สารออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงที่พ่นกระจายตัวเพื่อให้ได้ความหนาแน่นที่เหมาะสมและตกค้างในปริมาณที่เพียงพอบนต้นพืช การกระจายตัวที่ดีของละอองสารบนต้นพืชจะเป็นปัจจัยที่ช่วยให้การตกค้างของละอองสารบนพืชดีขึ้นจนเป็นผลให้การป้องกันกำจัดมีประสิทธิภาพสูง (Olivet et al., 2011และ Sánchez-Hermosilla et al., 2013) นอกจากนี้การกระจายตัวและตกค้างของละอองสารซึ่งสัมพันธ์กับอัตราการพ่นที่เหมาะ

สมนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในกรณีของศัตรูพืชที่มีแหล่งอาศัยอยู่ภายในทรงพุ่มและช่อดอก (Elbert et al., 1999 และ 2003) สำหรับการทดลองนี้การใช้ปริมาณสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ในอัตราแนะนำที่เท่ากันทุกกรรมวิธี แม้จะใช้อัตราพ่นที่น้อยกว่า หรือจะใช้ในอัตราที่สูงเช่นในกรณีของเกษตรกรไม่ได้ทำให้ผลของประสิทธิภาพต่างกัน โดยจะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์การทำลายของบั่วกล้วยไม้ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 2 การทดลอง

Table 3 Efficacy of thiamethoxam/lambdacyhalothrin (24.7 % ZC) for controlling orchid midge; *Contarinia maculipennis* Felt with different spray application techniques at Banglen district, Nakhon Pathom Province, June 2017 (Trial 1).

Treatment	Rate of application (ml/rai)	Means±SE of damaged (%)			
		Before Application	3 DAA[1/]	5 DAA	7 DAA
CF6	120	17.32±1.81	11.35±0.98[a]	9.75±1.23[ab]	7.00±0.75[a]
CF8	120	13.60±1.43	10.00±1.34[a]	8.55±0.95[a]	6.60±0.83[a]
CF10	120	14.02±1.40	8.20±1.23[a]	7.12±1.34[a]	6.17±0.68[a]
CF12	120	15.02±1.75	7.87±1.16[a]	6.72±0.83[a]	5.07±0.79[a]
HP120	120	15.55±1.26	8.77±1.35[a]	7.90±1.25[a]	6.67±0.56[a]
HP160	160	14.92±1.36	7.32±1.28[a]	8.77±1.32[a]	4.70±0.73[a]
Control	-	19.12±1.50	17.92±1.57[b]	14.67±1.66[b]	14.97±1.44[b]
F-test		ns	*	*	*
C.V. (%)		28.56	29.23	31.32	27.45

[1/] Day after application

ns = non significantly different

* = significantly different at $P \leq 0.05$

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

Table 4 Efficacy of thiamethoxam/lambdacyhalothrin 24.7 % ZC for controlling orchid midge; Contarinia maculipennis Felt with different spray application techniques at Samphan district, Nakhon Pathom Province, July 2017 (Trial 2).

Treatment	Rate of application (ml/rai)	Means±SE of damaged (%)			
		Before Application	3 DAA[1/]	5 DAA	7 DAA
CF6	120	21.92±2.26	12.47±1.38[ab]	9.80±0.98[a]	5.52±1.15[a]
CF8	120	17.05±1.59	12.52±1.47[ab]	8.85±1.00[a]	5.17±1.23[a]
CF10	120	17.67±1.35	11.12±1.36[ab]	7.40±0.87[a]	4.95±1.11[a]
CF12	120	19.10±1.76	9.45±1.05[a]	6.65±0.66[a]	4.22±0.98[a]
HP120	120	19.55±1.97	9.77±1.25[a]	7.85±1.15[a]	5.55±1.25[a]
HP160	160	18.80±1.86	9.50±1.02[a]	5.97±0.72[a]	4.02±0.68[a]
Control	-	21.15±2.02	16.15±1.56[b]	14.52±1.74[b]	12.57±2.23[b]
F-test		ns	*	*	*
C.V. (%)		28.70	28.74	29.61	38.77

[1/] Day after application

ns = non significantly different

* = significantly different at $P \leq 0.05$

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบเวลาการปฏิบัติงานในสภาพไร่

การพ่นด้วยเครื่อง cold fogger ใช้เวลาในการปฏิบัติงานน้อยกว่าการพ่นด้วยเครื่องแรงดันน้ำสูงทั้ง 2 กรรมวิธี (Table 5)โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ในอัตรา 6 ลิตรต่อไร่ ที่เป็นอัตราพ่นที่น้อยที่สุด ใช้เวลาพ่นเพียง 23 นาทีในพื้นที่ 1 ไร่ ถึงแม้ว่าจะต้องมีการเคลื่อนย้ายสายไฟในระหว่างปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลา ขณะที่อัตราพ่นสูงสุดที่ 12 ลิตรต่อไร่ ใช้เวลาในการพ่นสารใกล้เคียงกับการพ่นด้วยเครื่องแรงดันน้ำสูงทั้ง2กรรมวิธี และเมื่อพิจารณาถึงความปลอดภัยในการใช้งาน เนื่องจากเครื่องชนิดนี้แหล่งกำเนิดลมต้องใช้พลังงานไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องลากสายไฟไปใช้เพื่อทำงานในแปลง และเนื่องจากแปลงกล้วยไม้เป็นแปลงที่มีความชื้นสูง อาจเกิดอันตรายได้ง่ายจากไฟฟ้ารั่ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้แบตเตอรี่รถจักรยานยนต์ในการเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานแทน พบว่ามีความปลอดภัยกว่าและสามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานได้ประมาณ 7 - 10 นาทีต่อไร่ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องลากสายไฟทำให้เวลาการปฏิบัติงานลดลงโดยที่อัตรา 6 ลิตรต่อไร่ ใช้เวลาพ่นเพียง 14 นาทีในพื้นที่ 1 ไร่ และสำหรับอัตราพ่น 12 ลิตรต่อไร่ การประยุกต์ใช้วิธีดังกล่าวสามารถช่วยลดเวลาในการพ่นได้มากกว่า 25% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีแนะนำและกรรมวิธีของเกษตรกร จากเดิมที่ใช้เวลาในการพ่นใกล้เคียงกัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

กรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger ทุกอัตรามีการตกค้างของละอองสารบนช่อดอกตูมที่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่นแนะนำที่ 120 ลิตรต่อไร่ และอัตราพ่นของเกษตรกรที่ 160 ลิตรต่อไร่ นอกจากนี้การพ่นด้วยเครื่อง cold fogger สามารถลดการสูญเสียของละอองสารได้มากกว่า 13 เท่า และเมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพด้วยสารฆ่าแมลง thiamethoxam/lambda-cyhalothrin (24.7% ZC) ที่อัตราแนะนำ 120 ลิตรต่อไร่ และที่อัตราที่เกษตรกรใช้ 160 ลิตรต่อไร่ พบว่าทุกกรรมวิธีการพ่นมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดบั่วกล้วยไม้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่อง cold fogger สามารถลดปริมาณสารฆ่าแมลงได้ถึง 25% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกรและสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้มากกว่า 25% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีแนะนำและกรรมวิธีของเกษตรกร ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าด้านประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง การใช้เครื่องชนิดนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งมีความเหมาะสม และสามารถนำไปแนะนำสู่เกษตรกรเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูกล้วยไม้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะในการใช้เครื่อง cold fogger

1.การพ่นด้วยเครื่องชนิดนี้ผู้พ่นจำเป็นต้องได้รับความรู้ในด้านต่างๆ เช่น การผสมสารที่ถูกต้อง เนื่องจากเป็นการพ่นสารแบบน้ำน้อย ก่อนพ่นต้องมีการคำนวณสารเพื่อให้ได้ปริมาณสารออกฤทธิ์ในอัตราแนะนำ รวมทั้งต้องศึกษาวิธีการบำรุงรักษาเครื่อง เนื่องจากเป็นเครื่องที่ใช้ระบบไฟฟ้าและชิ้นส่วนทำจากพลาสติก จึงต้องใช้งานอย่างระมัดระวัง และทำความสะอาดอย่างถูกวิธี มิฉะนั้นจะมีผลต่อระบบไฟฟ้าได้

2.เพื่อป้องกันการเกิดอาการเป็นพิษต่อพืช (phytotoxicity) การพ่นสารด้วยเครื่องชนิดนี้ต้องมีการศึกษาสูตรของสาร (formulation) ก่อน โดยเฉพาะสารที่มีส่วนผสมของน้ำมันหรือสูตร EC (emulsifiable concentrate) เนื่องจากการพ่นด้วยเครื่องชนิดนี้ใช้น้ำผสมน้อยมาก จึงทำให้สารผสมที่พ่นออกมามีความเข้มข้นสูง จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษเรื่องอาการเป็นพิษต่อพืชที่อาจเกิดกับดอกกล้วยไม้

3.การพ่นด้วยเครื่องชนิดนี้เป็นการพ่นแบบน้ำน้อยมาก ทำให้สารฆ่าแมลงที่พ่นมีความเข้มข้นที่สูงมาก ผู้พ่นต้องสวมชุดป้องกันที่ถูกต้องและเหมาะสมตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรอย่างเคร่งครัดเพื่อลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน

Table 5 Details on application rates, swath width, real spraying time and decreasing operation time

Treatment	Application rate (l/rai)	Swath width (m)	Flow rate (l/min)	Walking speed (m/min)	Real spraying time/ rai (min)[1/] (with electric wire)	Real spraying time/rai (min)[2/] (with battery)	Decreasing operation time (%) vs HP120	Decreasing operation time (%) vs HP160
CF6	6	3.0	0.69	60	23	14	63.15	65.00
CF8	8	3.0	0.69	46	31	21	44.73	47.50
CF10	10	3.0	0.69	37	33	24	36.84	40.00
CF12	12	3.0	0.69	31	36	28	26.31	30.00
HP120	120	0.5	2[2/]	53	38	38	-	-
HP160	160	0.5	2[2/]	50	40	40	-	-

[1/] Operation time for treatments 1 - 4 include moving electric wire, electric outlet

[2/] Operation time for treatments 1 - 4 without moving electric wire and electric outlet (battery)

เอกสารอ้างอิง

ดำรง เวชกิจ, จีรนุช เอกอำนวย, พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สรรชัย เพชรธรรมรส สิริวิภา พลตรี. 2551. ศึกษาประสิทธิภาพของ ULEM เพื่อการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูกล้วยไม้บางชนิด. รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม. กรมวิชาการเกษตร.

ดำรง เวชกิจ จีรนุช เอกอำนวย และ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท. 2552. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (Pesticide Application Technique). เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 15. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2554. เอกสารวิชาการการจัดการศัตรูกล้วยไม้เพื่อการส่งออก. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา, กรกต ดำรักษ์, พวงผกา อ่างมณี และ ธีราทัย บุญญะประภา. 2560 ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการป้องกัน กำจัดบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย. หน้า 128-140. ใน: รายงานความก้าวหน้า ปี 2560. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Austerweil, M., A. Gamliel, B. Steiner, Y. Riven and V. Zilberg. 2000. Approaches to evaluating the performance of air-assisted pesticide application equipment in greenhouses. Asp. Appl. Biol. 57:391-398.

Dobson, H. and W. King. 2002. Pesticide application: Mastering and monitoring. P. 95-114. In: I.F. Grant and C.C.D. Tingle. Ecological monitoring methods for the assessment of pesticide impact in the tropics. Natural Resources Institute, Chatham, UK.

Ebert, T.A., R.A.J. Taylor, R.A. Downer and F.R. Hall. 1999. Deposition structure and efficacy 1 :Interaction between deposit size, toxicant concentration, and deposition number. Pestic. Sci. 55:783-792.

Ebert, T.A., R.C. Derksen, R.A. Downer and C.R. Krause. 2003. Comparing greenhouse sprayers: the dose-transfer process. Pest Manag. Sci. 60:507-513.

Hara, A.H. 2014. Crop Knowledge Master: Contarinia Maculipennis. http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/ / bloss_midgei.htm. Accessed 3 May. 2017.

Manninen, A., J. Kangas, A. Tuomainen and R. Tahvonen. 1996. Exposure to insecticides in the use of cold fog generators in greenhouses. Toxicol. Environ. Chem. 57:213-224.

Matthews, G.A., R. Bateman and P. Miller. 2014. Pesticide Application methods 4th edition. Wiley- Blackwell Science.

Olivet, J.J., L. Val and G. Usera. 2011. Distribution and effectiveness of pesticide application with a cold fogger on pepper plants cultured in a greenhouse. Crop prot. 30:977-985.

Osborne, L.S., E.R. Duke, T.J. Weissling, J.E. Pena and D.W. Armstrong. 2014. A serius new pest is causing significant problems for Dendrobium and Hibiscus Growers. http://mrec.ifas.ufl.edu/lso/pestalrt/midgefin1.htm. Accessed 3 Jan 2018.

Sánchez-Hermosilla, J. F. Páez, V.J. Rincón and A.J. Callejón. 2013. Evaluation of a fog cooling system for applying plant-protection products in a greenhouse tomato crop. Crop Prot. 48:76-81.