



รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม

ทดสอบและพัฒนาเครื่องพ่นแบบอิมมัลชันสำหรับ  
พ่นป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด

**Testing and Development of an Air-Assisted Boom Sprayer Controlling  
fall armyworm; *Spodoptera frugiperda* in Corn**

ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ พฤทธิชาติ ปุณณวัฒน์ พักตร์วิภา สุทธิวาริ  
วีระ สุขประเสริฐ พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง วรวิษ สุจดจรัสธรรมจริยางกูร  
เกษตรริน ฝ่ายอุประ รุ่งทิพา ดารักษ์ ดวงประทีป มะลิดวง วิภาวรรณ ดอนมีสุข  
ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่ ทวีป หลวงแก้ว จตุรภัทร รัตนวิสาณนที สมชาย ฝะอบเหล็ก  
เสกสรรค์ วรรณกรี อัครพล เสนาณรงค์

สนับสนุนโดย

เงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

กันยายน 2565

ทดสอบและพัฒนาเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับพ่นป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด  
 Test and Development of an Air-Assisted Boom Sprayer Controlling fall  
 armyworm; *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in Corn

ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ พงษ์พิชิต ปุณวัฒน์<sup>1</sup> พัทธวีภา สุทธิวารี วีระ สุขประเสริฐ  
 พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง วรวิษ สุจิตธรรมจริยางกูร<sup>1</sup> เกษตริน ฝ้ายอุประ<sup>2</sup> รุ่งทิวา ดารักษ์<sup>2</sup>  
 ดวงประทีป มะลิตวง<sup>3</sup> วิภาวรรณ ดอนมีสุข<sup>3</sup> ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่<sup>3</sup> ทวีป หลวงแก้ว<sup>2</sup>  
 จตุรภัทร รัตนวิสาณน<sup>4</sup> สมชาย ฆะอบเหล็ก<sup>3</sup> เสกสรรค์ วรรณกร<sup>5</sup> อัครพล เสนาณรงค์

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

กรมวิชาการเกษตร

### บทคัดย่อ

การพ่นสารป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยเครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีด พบว่าละอองสารไม่ถูกตัวหนอนมากกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากลมธรรมชาติเป็นปัจจัยสำคัญในการชักนำละอองสารไปยังเป้าหมายหรือพัดพาละอองสารปลิวไปนอกเป้าหมาย ทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดลดลง สิ้นเปลืองทั้งค่าสารเคมี เวลา และแรงงาน ส่งผลให้ต้นทุนของเกษตรกรสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อแก้ปัญหาการพ่นสารป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่ขาดประสิทธิภาพ จึงได้พัฒนาเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมที่ใช้หลักการของการใช้แรงลมช่วยแทรกหรือตีของเหลวที่พ่นออกมาจากหัวฉีดให้เป็นละอองฝอย ขณะเดียวกันกระแสลมช่วยพัดพาละอองสารเข้าไปสู่เป้าหมาย ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ดี เครื่องพ่นอุโมงค์ลมใช้แนวคิดการสร้างแรงลมด้วยการทำงานของเพลาอำนาจกำลังติตรถแทรกเตอร์ผ่านเกียร์ทดส่งกำลังไปยังพัดลม ขับเคลื่อนการสร้างลมที่มีอัตราความเร็วสูงถึง 100 กิโลเมตร/ชั่วโมง อุโมงค์ลมออกแบบให้มีหน้ากว้างในการทำงาน 6 เมตร ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ติดตั้งหัวฉีดแบบพัดระยะห่าง 50 เซนติเมตร จำนวน 11 หัวฉีด ซึ่งจากการทดสอบความหนาแน่นของละอองสารที่ตกลงพื้นที่เป้าหมายด้วยวิธีพ่นสี เมื่อนำไปทดสอบพ่นสารเคมีควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงข้าวโพดโดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีเครื่องพ่นสารแบบอุโมงค์ลม ( Airboom) โดยใช้ น้ำ 20 ลิตร/ไร่ ใช้สาร Emamectin benzoate 5% SG ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ที่อัตรา 30 กรัม/ไร่ และกรรมวิธีลดปริมาณสารลงจากคำแนะนำ 20

รหัสโครงการวิจัย 630715

<sup>1</sup> สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก 63000

<sup>3</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย 64120

<sup>4</sup> ด้านตรวจพืชท่าอากาศยานภูเก็ต อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต 83110

<sup>5</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150

เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 24 กรัม/ไร่ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีคานหัวฉีดของเกษตรกร (Boom) โดยใช้น้ำ 60 ลิตร/ไร่ ใช้สาร Emamectin benzoate 5% SG ที่อัตรา 30 และ 24 กรัม/ไร่ และกรรมวิธีไม่พ่นสาร การทดสอบดำเนินการในแปลงเกษตรกรในพื้นที่ จ.ตาก และ สุโขทัย ระหว่างปี 2563-2564 หลังการพ่นสาร emamectin benzoate 5% SG จำนวน 3 ครั้ง ทั้ง 4 แปลงให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกันคือ พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดน้อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสาร พบว่ากรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงข้าวโพด คือกรรมวิธี Airboom ใช้สาร Emamectin benzoate 5% SG อัตรา 30 กรัม/ไร่ ซึ่งพบจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดและมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธี Airboom ที่ใช้สาร Emamectin benzoate 5% SG อัตรา 24 กรัม/ไร่ และกรรมวิธี Boom ใช้สาร Emamectin benzoate 5% SG อัตรา 30 กรัม/ไร่ แต่น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี Boom ใช้สาร Emamectin benzoate 5% SG อัตรา 24 กรัม/ไร่ สรุปได้ว่าเครื่องพ่นสารแบบใช้อุโมงค์ลม สามารถป้องกันการแพร่ระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถลดปริมาณสารลง 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังมีประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดเทียบเท่ากับวิธีการของเกษตรกร จุดคุ้มทุนในการใช้งานเครื่องพ่นสารแบบอุโมงค์ลม เท่ากับ 489 ไร่ต่อปี

**คำสำคัญ:** เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม, หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด, ข้าวโพด

## คำนำ

ข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ที่ผ่านมามีการระบาดของ หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (fall armyworm; *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)) ในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ ปี 2561 พบการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ในภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และ ภาคตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่กว่า 500,000 ไร่ หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมีวงจรชีวิต 30-40 วัน เมื่อผสมพันธุ์แล้ว เพศเมียจะวางไข่เป็นกลุ่ม ใต้ใบข้าวโพดในเวลากลางคืน แต่ละกลุ่มมีไข่ประมาณ 100-200 ฟอง เพศเมียหนึ่งตัว วางไข่ได้ 1,500-2,000 ฟอง ตัวเต็มวัยสามารถบินเฉลี่ย 100 กิโลเมตรต่อคืน (FAO, 2018) การเข้าทำลายจะเริ่มในระยะตัวหนอน ตั้งแต่ข้าวโพดอายุประมาณ 7 วัน จนกระทั่งออกฝัก โดยกัดกินยอด และ ใบข้าวโพดจนทั่วแห้วหรือทั้งใบ ระยะต้นอ่อนกัดกินใบจนข้าวโพดตาย ระยะต้นแก่ข้าวโพดไม่เจริญเติบโต ฝักลีบเล็กไม่สมบูรณ์ หากระบาดรุนแรง ทำให้ผลผลิตเสียหาย 73% ของพื้นที่ (FAO, 2019a) ประเทศไทยได้รับการแจ้งเตือนจาก FAO เรื่องการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด กรมวิชาการเกษตรในฐานะ NPPO พบการระบาดครั้งแรก เมื่อ 14 ธันวาคม 2561 ในจังหวัดกาญจนบุรี และตาก (FAO, 2019b) ซึ่งตรงกับช่วงที่ข้าวโพดเป็นพืชนโยบายส่งเสริมปลูกหลังนา ทำให้การระบาดรวดเร็ว หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดชนิดนี้ ก่อให้เกิดความเสียหายที่รุนแรง การป้องกันแบบเดิมไม่ได้ผล วิธีการแบบเดิมที่

เกษตรกรรมทำมากที่สุดคือ การพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็วและง่ายในการปฏิบัติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยกรรมวิธีการอื่น (Lund-Hoie, 1985) สำหรับการพ่นสารป้องกันศัตรูพืชในข้าวโพดของประเทศไทยนั้นแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ ระบบการพ่นแบบน้ำน้อยด้วยเครื่องยนต์สะพายหลังแบบใช้แรงลม สำหรับฉีดพ่นด้วยแรงงานคน ด้วยหัวฉีด 2 ชนิด ได้แก่ หัวฉีด Wizza และ หัวฉีด Air shear พ่นที่อัตรา 20-25 ลิตรต่อไร่ ระบบการพ่นน้ำน้อยในประเทศไทยมีใช้งานเฉพาะในเครื่องยนต์พ่นสะพายหลังแบบใช้แรงงานคนยังไม่มีการใช้งานในเครื่องที่ออกแบบสำหรับติดพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ ส่วนการพ่นอีกระบบคือ การพ่นแบบน้ำมากโดยเครื่องยนต์พ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงทั้งแบบสะพายหลังและแบบลากสายด้วยก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้าย (Spray Lance) ที่ติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูฉีดขนาด 1 และ 2 มิลลิเมตร พ่นที่อัตรา 60 และ 100 ลิตรต่อไร่ ซึ่งตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรนั้นแนะนำให้พ่นแบบน้ำน้อยโดยเครื่องยนต์พ่นสะพายหลังแบบใช้แรงลมด้วยหัวฉีด Wizza พ่นที่อัตรา 20 ลิตรต่อไร่ และการพ่นแบบน้ำมากด้วยเครื่องยนต์พ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงทั้งแบบสะพายหลังและแบบลากสายด้วยก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้าย ประกอบที่ติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร พ่นที่อัตรา 60-80 ลิตรต่อไร่ ตามลำดับ พ่นในลักษณะยืนพ่นเหนือลมเพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารในขณะพ่นและพ่นที่แนวพ่นประมาณ 2-3 เมตร เพื่อให้การพ่นมีประสิทธิภาพ ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่พ่นด้วยหัวฉีดและอัตราพ่นที่แตกต่างกันไปขึ้นกับพื้นที่ แต่ส่วนใหญ่เกษตรกรจะพ่นในอัตราที่สูงกว่าคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองและเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น นอกจากนี้เกษตรกรมักพ่นสารในลักษณะที่เดินผ่านแนวพ่นสารเข้าไปสัมผัสสาร โดยหัวพ่นสายหัวฉีดไปทางด้านซ้ายและขวาพ่นที่แนวพ่นประมาณ 5-6 เมตร การพ่นในลักษณะดังกล่าวแม้จะพ่นได้เร็วก็ตาม แต่มักพบความหนาแน่นของละอองสารและการตกค้างของละอองสารมาก จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดศัตรูพืชไม่ดีเท่าที่ควร อีกทั้งประสิทธิภาพในการพ่นจะขึ้นอยู่กับทักษะและความตั้งใจของผู้พ่นเป็นหลัก (Pojananuwong *et al.*, 1997, 1999 และ 2001) ซึ่งในกรณีที่เกษตรกรจ้างผู้รับจ้างพ่นและเป็นผู้พ่นที่ขาดทักษะและความรับผิดชอบจะทำให้คุณภาพการพ่นในครั้งนั้นต่ำไปด้วย นอกจากนี้เมื่อมองถึงความปลอดภัยของการพ่นสารแล้ว การพ่นแบบเกษตรกรไม่คำนึงถึงทิศทางในการพ่นอันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้พ่นได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกระทรวงสาธารณสุขระหว่างปี 2548-2555 พบแนวโน้ม ของเกษตรกรมีอัตราการป่วยจากสาเหตุของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้นทุกปี นอกจากปัญหาดังกล่าวแล้วค่าจ้างพ่นสารที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยในปัจจุบันค่าจ้างพ่นสารอยู่ที่ 60 บาทต่อไร่ต่อครั้งนั้น เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นการพ่นสารต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ด้วย เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต การนำเทคโนโลยีซึ่งได้แก่ เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ชนิดใหม่ เพื่อมาทดแทนวิธีการเดิม ทั้งนี้จากงานวิจัยต่างๆ ในเรื่องเทคนิคการพ่นสารพบว่าคานประกอบหัวฉีด (boom sprayer) เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีศักยภาพที่จะนำมาใช้ทดแทนอุปกรณ์เดิม เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชหลายชนิด และมีความปลอดภัยสูงต่อผู้พ่น (Nuyttens *et al.*, 2004a และ 2009; Ade and

Rondelli, 2007; Halley *et al.*, 2011; จีรนุช และคณะ, 2546) อีกทั้งสามารถนำมาประกอบเข้ากับเครื่องต่างๆ ได้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้และจำหน่ายในประเทศไทยแล้ว โดยส่วนใหญ่เป็นคานหัวฉีดที่ประกอบหัวฉีดแบบแรงดันของเหลวแบบต่างๆ อย่างไรก็ตามจากการสำรวจของผู้วิจัยพบว่าคานหัวฉีดเหล่านี้ยังมีข้อที่ต้องแก้ไขหลายประการ เช่น การเลือกใช้หัวฉีดที่ไม่เหมาะสมต่อศัตรูพืช รวมถึงความเร็วที่เหมาะสมต่อการพ่นสาร จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ชนิดนี้ใหม่เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตามหลักวิชาการ และสามารถแนะนำสู่เกษตรกรและผู้รับจ้างพ่นสาร นอกจากคานหัวฉีดดังกล่าวแล้ว จากข้อมูลทางวิชาการพบว่าคานหัวฉีดอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย ได้แก่ คานหัวฉีดแบบใช้อุโมงค์ลม (ใช้แรงลมช่วย, air assist boom sprayer) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากคานชนิดนี้มีแรงลมช่วยพัดพาละอองสารเข้าสู่ทรงพุ่มและใต้ใบจึงทำให้มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่างๆ โดยคานหัวฉีดแบบใช้แรงลมช่วย มีการใช้งานในต่างประเทศ พบว่าสามารถใช้ปริมาณน้ำในการพ่นสารน้อย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและพัฒนาคานหัวฉีดแบบใช้แรงลมช่วย เพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการศัตรูพืชในประเทศไทยอย่างยั่งยืนสู่เกษตรกรไทยต่อไป

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการพ่นสารคือ ระยะแถว และ ระยะปลูก หัวฉีด อัตราการพ่นสาร ทิศทางการพ่น และความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ และอีกปัจจัยที่สำคัญคือ ลมธรรมชาติที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของละอองสาร ทำให้ไม่โดนต้นพืช และเกิดการตกค้างบนดินเป็นการสูญเสียและสิ้นเปลือง (Planas *et al.*, 1998) ผลการตรวจเอกสารพบว่า การพ่นแบบใช้แรงลมช่วย ช่วยลดการฟุ้งกระจายในสภาวะที่เกิดลมธรรมชาติ และ ลดการฟุ้งกระจายของละอองที่ออกมาจากหัวฉีด (Davishvand and Brown, 1997) ลมที่สร้างจากอุโมงค์ลมจะช่วยส่งให้ละอองสารที่ออกมาจากหัวฉีด ไปสู่เป้าหมายบนต้นพืชได้โดยตรง นอกจากนี้ลมยังช่วยให้เกิดการพลิกกลับของใบพืช ทำให้สารออกฤทธิ์สามารถโดนพื้นที่สัมผัสใต้ใบพืชได้ (Taylor *et al.* 1989) การออกแบบต้องเลือกพัดลมให้เหมาะสมกับต้นกำลังในการสร้างลม ซึ่งจากการศึกษาของ Davishvand and Brown, 1997) กล่าวว่าลมของการพ่นแบบอุโมงค์ลมที่มีประสิทธิภาพนั้นความเร็วลมต้องมีค่า 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (28 เมตรต่อวินาที) ซึ่งเป็นความเร็วลมที่เหมาะสมสำหรับส่งลมเข้าไปโดนใบพืชได้มากที่สุด ลดการสูญเสียเนื่องจากลมธรรมชาติ และการสูญเสียบนพื้นดิน

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการป้องกันแบบใหม่เพื่อใช้เป็นคำแนะนำอย่างเป็นทางการให้กับเกษตรกร เครื่องฉีดพ่นสารแบบอุโมงค์ลม (air assisted boom sprayer) เป็นอุปกรณ์พ่นสารที่มีศักยภาพ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชหลายชนิด มีความปลอดภัยต่อผู้พ่นสูง (Nuyttens *et al.*, 2004 and 2009; Ade and Rondelli, 2007; Halley *et al.*, 2011) การระบาดของหนอนกระทู้พบในระยะที่ไม่ติดฝักและระยะติดฝัก (ระยะความสูงประมาณ 1.5 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่ไม่มีเครื่องพ่นสารที่มีประสิทธิภาพใช้งาน) เพื่อเป็นการตัดวงจรระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ควรจะมีเครื่องพ่นสารที่ป้องกันได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด

จากข้อมูลดังกล่าว เป็นไปได้ในการนำเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมที่ออกแบบสำหรับนาข้าว ยุทธาน และคณะ (2562) แสดงในภาพที่ 1 ได้ประยุกต์ใช้ในการพ่นป้องกันการทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด โดยออกแบบเครื่องพ่น คันหัวฉีดแบบใช้แรงลมช่วย ลมถูกสร้างจากเพลลาอำนาจกำลังของรถแทรกเตอร์ผ่านเกียร์ทด ไปยังพัดลมที่ สร้างลมความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คันหัวฉีดกว้าง 6 เมตร ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ใช้หัวฉีดแบบพัด 9 หัว ล้อรถแทรกเตอร์ถูกเปลี่ยนเป็นล้อเหล็กเพื่อยกให้คันของรถแทรกเตอร์สูงขึ้น เพื่อให้สามารถทำงานได้ในทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด



ภาพที่ 1 เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับใช้ในนาข้าว

อีกทั้งยังมีข้อมูลสนับสนุนในต่างประเทศว่าเครื่องพ่นแบบใช้แรงลมช่วย เป็นการพ่นแบบน้ำน้อย มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเทียบเท่ากับการพ่นน้ำมาก (Ade and Rondelli, 2007; Halley *et al.*, 2011) นอกจากนี้ จากการศึกษาของยุทธาน (2562) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการพ่นสาร คือ ระยะแถว ระยะปลูก หัวฉีด อัตราการพ่น ทิศทางการพ่น ความเร็วของรถแทรกเตอร์ และปัจจัยหลักที่สำคัญ คือ ลมธรรมชาติ ที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของละอองสาร ทำให้สารที่พ่นออกไปไม่โดนต้นพืช และเกิดการตกค้างบนดินเป็นการสูญเสียและสิ้นเปลือง (Planas *et al.*, 1998) ผลการตรวจเอกสารพบว่า การพ่นแบบใช้ลมช่วย ช่วยลดการฟุ้งกระจายในสภาวะที่เกิดลมธรรมชาติ และ ลดการฟุ้งกระจายของละอองที่ออกมาจากหัวฉีด (Davishand and Brown, 1997) ลมที่สร้างจากอุโมงค์ลมจะช่วยส่งให้ละอองสารที่ออกมาจากหัวฉีด ไปสู่เป้าหมายบนต้นพืชได้โดยตรง นอกจากนี้ลมยังช่วยพลิกกลับของใบพืช ทำให้สารออกฤทธิ์สามารถโดนพื้นที่สัมผัสได้ใบพืชได้ (Taylor *et al.*, 1989)

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทดสอบและพัฒนาเครื่องพ่นสารกำจัดหนอนกระทู้ลายจุดข้าวโพดแบบอุโมงค์ลม ตลอดจนพัฒนาวิธีการและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ ประหยัด และ ปลอดภัย

## วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. รถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า
2. เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม
3. สารเคมี emamectin benzoate 5% SG
4. แวนขยาย
5. ตลับเมตร
6. นาฬิกาจับเวลา
7. เครื่องวัดความเร็วลม
8. น้ำมันเชื้อเพลิงและกระบอกตวงน้ำมัน

### วิธีการ

1. ศึกษาเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมในนาข้าวที่ออกแบบโดยยุทธนา (2562)
2. พัฒนาเครื่องต้นแบบให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในแปลงข้าวโพด
3. ทดสอบประสิทธิภาพการพ่นสาร ในห้องปฏิบัติการ
  - ทดสอบเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมในห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐาน ASAE standard S572.1., ศึกษา

ชนิดของหัวฉีด ตลอดจน ข้อกำหนดต่างๆ ในการพ่นสารเคมี

- เปรียบเทียบเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมที่ออกแบบกับวิธีการพ่นแบบเกษตรกร โดยมีรายละเอียด ดังตาราง

ที่ 1

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ใช้และสารเคมีที่ลดลง (ความเข้มข้นของสารตามคำแนะนำ)

| กรรมวิธี                                                                         | ปริมาณน้ำ<br>(ลิตร/ไร่) | ปริมาณสาร<br>(กรัม/ไร่) | ความเข้มข้น<br>(ppm) |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| พ่นด้วยเครื่องพ่นแบบเกษตรกร<br>อัตราสารตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร                 | 60                      | 30                      | 25                   |
| พ่นด้วยเครื่องพ่นแบบเกษตรกร<br>ลดสารลง 20 เปอร์เซ็นต์ จาก คำแนะนำกรมวิชาการเกษตร | 60                      | 24                      | 20                   |
| พ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม<br>อัตราสารตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร               | 20                      | 30                      | 75                   |
| พ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม                                                    | 20                      | 24                      | 60                   |

|                                                  |  |  |  |
|--------------------------------------------------|--|--|--|
| ลดสารลง 20 เปอร์เซ็นต์จาก คำแนะนำกรมวิชาการเกษตร |  |  |  |
|--------------------------------------------------|--|--|--|

- การศึกษารูปแบบกระจายตัวของละอองสารเพื่อการออกแบบระยะที่เหมาะสมในการติดตั้งหัวฉีด

ทดสอบการกระจายตัวของหัวฉีดของเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมที่ออกแบบกับหัวฉีด 2 แบบ คือหัวฉีดสีแดง และสีเหลือง ติดตั้งเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม เหนือเครื่อง patternator 50 เซนติเมตร ในเครื่อง patternator ติดตั้งกระบอกตวงสารปริมาตร 100 มิลลิลิตร จำนวน 48 กระบอก ตามแนวความยาวของเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมไว้เพื่อรองรับน้ำ การทดสอบแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ พ่นในขณะที่มีน้ำเต็มถังและครึ่งถัง ทั้งไม่ใช้ลมและใช้แรงลมช่วย ที่แรงดัน 3 บาร์ หัวฉีดสีแดงใช้เวลาพ่นทดสอบ 15 วินาที และหัวฉีดสีเหลืองใช้เวลาพ่นทดสอบ 30 วินาที ตามลำดับ การทดสอบในแต่ละรูปแบบทำการทดสอบ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย บันทึกปริมาณน้ำที่พบในกระบอกตวงของเครื่อง patternator และปรับระยะห่างของหัวฉีดให้เหมาะสมโดยให้ปริมาณน้ำในกระบอกใกล้เคียงกันมากที่สุดผลการทดลองหลังการปรับระยะหัวฉีดจนเหมาะสม



ภาพที่ 2 ทดสอบการกระจายตัวของหัวฉีด

#### 4. ทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดจำนวน 4 แปลง (อ.พพบพระ จ.ตาก 2 แปลง และ อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย 2 แปลง)

โดยทดสอบประสิทธิภาพการพ่นสารตามตารางที่ 1

วางแผนการทดสอบแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม อัตราพ่น 20 ลิตรต่อไร่ ด้วยสารอิมามิเกติน เบนโซเอท 5% SG อัตรา 30 กรัมต่อไร่ (อัตรา 30 กรัมต่อไร่ ตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร) (Airboom 1)

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม อัตราพ่น 20 ลิตรต่อไร่ ด้วยสารอิมามิเกติน เบนโซเอท 5% SG อัตรา 24 กรัมต่อไร่ (อัตรา 24 กรัมต่อไร่ ลดอัตราจากคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร 20%) (Airboom 2)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วยรถแทรกเตอร์ประกอบคานหัวฉีดแบบเกษตรกร อัตราพ่น 60 ลิตรต่อไร่ ด้วยสารอิมแม็กติน เบนโซเอท 5% SG (อัตรา 30 กรัมต่อไร่ ตามคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร) (Boom 1)

กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วยรถแทรกเตอร์ประกอบคานหัวฉีดแบบเกษตรกร อัตราพ่น 60 ลิตรต่อไร่ ด้วยสารอิมแม็กติน เบนโซเอท 5% SG (อัตรา 24 กรัมต่อไร่ ลดอัตราจากคำแนะนำกรมวิชาการเกษตร 20%) (Boom 2)

กรรมวิธีที่ 5 ไม่พ่นสาร

### วิธีการ

ปลูกข้าวโพดระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ระหว่างแถว 75 เซนติเมตร แต่ละข้าวดูสอบในแปลงขนาด 18x48 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 10 เมตร สุ่มตรวจนับจำนวนหนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุดและประเมินระดับการทำลายของหนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด สุ่มต้นข้าวโพดบริเวณ 4 แถวกลางของแปลงย่อย จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ต้นต่อแปลง โดยตรวจนับก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสารกำจัดแมลง 3 และ 7 วัน รวบรวมข้อมูลจำนวนหนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด และระดับการทำลายที่ได้มานำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ประเมินระดับการทำลายของหนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุด ให้คะแนนอ้างอิงจาก Davis scale ตรวจนับจำนวน 3 ใบยอด ใช้ระดับการทำลายของ Davis and William (1992) แบ่งเป็น 9 ระดับ (ภาพที่ 3) ดังนี้

ระดับ 0 ไม่พบร่องรอยการทำลาย

ระดับ 1 พบร่องรอยทำลายเป็นรูเล็ก ๆ

ระดับ 2 พบร่องรอยทำลายเป็นรูเล็ก ๆ และรูกลม ๆ ขนาดใหญ่ขึ้น

ระดับ 3 พบร่องรอยทำลายเป็นรูเล็ก ๆ และมีแผลกลมจำนวนเล็กน้อย รวมถึงรอยแทะบนผิวใบยาวเป็นขีด ขนาดยาวไม่เกิน 1.3 เซนติเมตร

ระดับ 4 พบรอยแทะบนผิวใบยาวเป็นขีด ขนาดยาวไม่เกิน 1.3 – 2.5 เซนติเมตร จำนวนเพิ่มมากขึ้น

ระดับ 5 พบรอยแทะบนผิวใบยาวเป็นขีด ขนาดยาวมากกว่า 2.5 เซนติเมตร ขึ้นไปจำนวนเล็กน้อย และเริ่มมีรอยกัดกินทะลุเนื้อใบ

ระดับ 6 พบทั้งรอยแทะบนผิวใบยาวเป็นขีด และรอยกัดกินทะลุเนื้อใบขนาดใหญ่เพิ่มมากขึ้น

ระดับ 7 พบรอยแทะบนผิวใบยาวเป็นขีดหลายขนาดเป็นจำนวนมาก และพบรอยกัดกินทะลุเนื้อใบขนาดใหญ่เพิ่มมากขึ้น

ระดับ 8 พบทั้งรอยแทะบนผิวใบเป็นขีดยาวทุกขนาดจำนวนมาก และพบรอยกัดกินทะลุเนื้อใบขนาดกลางและใหญ่เกือบหมดทั้งใบ

ระดับ 9 ใบถูกทำลายเกือบทั้งหมด



ภาพที่ 3 David scale หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด

นำระดับการทำลายที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การทำลาย โดยใช้สูตรของ Townsend-Heuberger

$$\text{การทำลาย (\%)} = \frac{\sum (nv)}{NV} \times 100$$

n = จำนวนต้นในแต่ละระดับการทำลาย      v = คะแนนระดับการทำลาย

N = จำนวนทั้งหมดของต้นที่สุ่มนับ      V = คะแนนระดับการทำลายทำลายสูงสุด

#### การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนหนอน และระดับการทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด
- ประเมินความเสียหายของการพ่นถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์พ่น การป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดของเครื่องพ่นต้องป้องกันได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ในทุกกรรมวิธีการทดสอบ
- ทดสอบการใช้งานระยะยาว (หลังจากได้ต้นแบบที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว สร้างต้นแบบอีก 3 ชุด สำหรับใช้งานในพื้นที่ที่มีการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเป็นจำนวนมาก ในพื้นที่จังหวัด ตาก และ สุโขทัย)

#### การคำนวณต้นทุนและค่าเสื่อมราคาของเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม

ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการใช้หรือถือครองเครื่องจักรกลเกษตรคำนวณจากผลรวมต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรมีสูตรในการคำนวณดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วยค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย แต่ในครั้งนี้อเฉพาะค่าเสื่อมราคาและค่าดอกเบี้ยเท่านั้นที่นำมาคำนวณเป็นต้นทุน ส่วนค่าโรงเรือน ค่าภาษี และ ค่าประกันไม่นำมาพิจารณาทั้งนี้เนื่องจากส่วนใหญ่ไม่มีการสร้างโรงเรือนเพื่อเก็บรักษาเครื่องจักรกลเกษตรเป็นการเฉพาะ หรือหากมีการสร้างแต่เป็นการสร้างแบบง่าย มีค่าใช้จ่ายไม่มากนักตลอดจนไม่พบว่ามีค่าจ่ายภาษี และทำประกันภัยให้กับเครื่องจักรกลเกษตร โดยคำนวณจากสมการดังนี้

$$\text{ต้นทุนคงที่} = \text{ค่าเสื่อมราคา} + \text{ดอกเบี้ย} \quad (1)$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา} = (P-S)/L \quad (1.1)$$

$$\text{ค่าดอกเบี้ย} = (P+S)/2 \times (i/100) \quad (1.2)$$

โดย P = ราคาซื้อเครื่องจักร (บาท)

S = ราคาซากเครื่องจักร (บาท)

L = อายุการใช้งาน (ปี)

I = อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์/ปี)

2. ต้นทุนผันแปร เป็นค่าใช้จ่าย ที่ขึ้นอยู่กับการทำงานประกอบด้วย ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษา ค่าแรงงานคนขับ และค่าต้นทุนกำลังในกรณีคำนวณอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี เดือนเมษายน 2563 - มีนาคม 2565

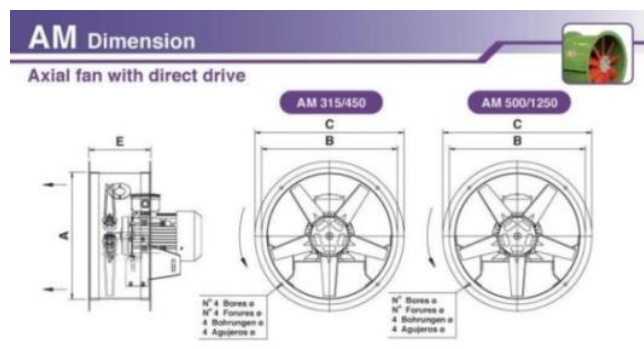
สถานที่

- โรงปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
- บริษัท คูโบต้า ก. แสงยนต์ ลูกแก กาญจนบุรี จำกัด
- แปลงข้าวโพดของเกษตรกรในจังหวัดตาก และสุโขทัย

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 1. ผลการศึกษาเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมในนาข้าวที่ออกแบบโดยยุทธนา (2562)

เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมในนาข้าว ใช้พัดลมแบบ AM-630 E ที่ปริมาตรลม 284-142 cmm. แรงดัน 20-110 mmWg. ความเร็วรอบ 2,500 รอบต่อนาที (ภาพที่ 4) ที่สามารถสร้างลมในท่ออุโมงค์ลมได้ 100 km/hr ที่เพียงพอสำหรับการพ่นป้องกันการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด



ภาพที่ 4 พัดลมสำหรับเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมในนาข้าว

อุโมงค์ลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร มีขนาดเท่ากับพัดลม พัดลมรับกำลังจากเพลาลำนำกำลังของรถแทรกเตอร์ ผ่าน พูเล่ และ เกียร์ทด ด้านปลายของอุโมงค์ลม ใส่ท่อผ้าใบ ที่เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร ห่างกันทุก 5.08 เซนติเมตร เพื่อให้ลมผ่านทางบนรูที่เจาะ ควบคุมให้สารออกฤทธิ์จากหัวฉีดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทดสอบวัดความเร็วลมในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาปริมาณลมที่ช่องทางออก ทดสอบที่รอบเพลาลำนำกำลัง และ รอบเครื่องยนต์รถแทรกเตอร์ที่ 540 และ 2,400 rpm ลมที่ทางออกของท่อลมได้ 41-43 เมตรต่อวินาที ซึ่งเพียงพอกับการคำนวณการสร้างต้นแบบที่ต้องการลมที่ทางออกประมาณ 28 เมตรต่อวินาที



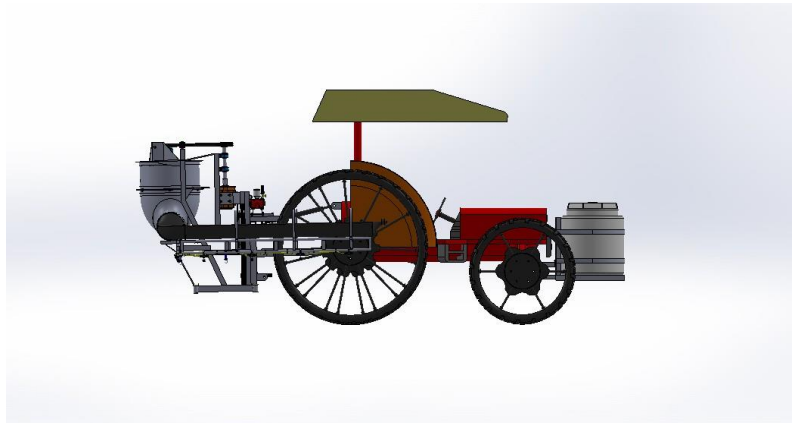
ภาพที่ 5 เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมต้นแบบสำหรับนาข้าว

เมื่อนำต้นแบบเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับนาข้าวที่ออกแบบโดยยุทธนา (2562) มาทดสอบพ่นสีในข้าวโพดอายุ 15 วัน เปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกรพบว่า การพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมน้ำน้อยอัตรา 20 ลิตรต่อไร่ มีความหนาแน่นของละอองสาร 72-92 ละอองต่อตารางเซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมน้ำมากอัตรา 60 ลิตรต่อไร่ มีความหนาแน่น 57-82 ละอองต่อตารางเซนติเมตร ตามทฤษฎีการพ่นทั้ง 2 กรรมวิธีดังกล่าวมีความหนาแน่นที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชคือมากกว่า 20-30 ละอองต่อตารางเซนติเมตร สำหรับการป้องกันกำจัดแมลง และ 50-70 ละอองต่อตารางเซนติเมตร สำหรับการป้องกันกำจัดโรคพืช (เทคนิคการใช้สารป้องกันศัตรูพืช, 2560) แต่พบว่า ความสูงของเครื่องพ่นยังไม่สูงพอที่จะปรับใช้กับความสูงของข้าวโพดในช่วงที่ยังต้องพ่นกำจัดหนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุดอยู่ คือ ข้าวโพดที่สูงประมาณ 1 เมตร จึงได้มีการปรับแก้ไขต้นแบบเครื่องพ่นให้สามารถพ่นข้าวโพดที่ความสูง 1 เมตรได้

## 2. ผลการพัฒนาเครื่องต้นแบบให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในแปลงข้าวโพด

2.1 ล้อสูงเป็นล้อเหล็ก ซึ่งก่อความยุ่งยากในการเดินทาง และ เกิดปัญหาในการขนย้ายขึ้นรถบรรทุก แก้ปัญหาโดย เปลี่ยนล้อเหล็กสูง เป็นล้อยางสูง ข้อดีของล้อยางคือ เคลื่อนย้ายได้ง่าย ลดการสั่นสะเทือนของผู้ขับขี่ขณะใช้งานในแปลง และ ล้อยางสามารถแก้ปัญหาการขนย้ายขึ้นรถบรรทุกได้โดยง่าย

2.2 ตำแหน่งของถังพ่นยา ในงานวิจัยสำหรับนาข้าว อยู่ทางด้านหลัง ทำให้รถเสียสมดุล แก้ปัญหาโดย ย้ายตำแหน่งถังพ่นยาไปไว้ทางด้านหน้าตัวรถ เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างถังพ่นยา กับ ชุดอุปกรณ์ที่อยู่ทางด้านท้ายของรถแทรกเตอร์ โดยออกแบบระบบการฉีดพ่นใหม่ (ภาพที่ 6)



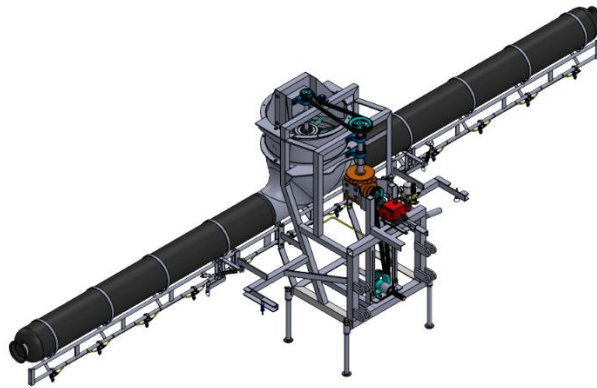
ภาพที่ 6 ตำแหน่งของถังพ่นยาถูกย้ายมาด้านหน้าเพื่อเพิ่มความสมดุล

2.3 การแก้ไขปรับปรุงต้นแบบ ให้มีความสูงเพิ่มมากขึ้น โดยทำการวางตำแหน่งของพัดลมใหม่ให้อยู่สูงขึ้น จากความสูงเดิม คือ จากความสูง 100 เซนติเมตร เป็น 180 เซนติเมตร ซึ่งเพียงพอกับระยะในการฉีดพ่นข้าวโพด ในระยะก่อนติดฝักที่มีความสูงของต้นข้าวโพดประมาณ 1 เมตร (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ความสูงของชุดเครื่องพ่นแบบอุปกรณ์ที่ปรับปรุงใหม่

เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมยาว 6 เมตร วางหัวฉีด 11 หัว ห่างกัน 50 เซนติเมตร เพื่อให้มีมุมในการพ่นที่ความสูงจากระดับสูงสุดของพืชที่ทำการพ่น 50 เซนติเมตร ที่มีมุมพ่น 110 องศา ภาพที่ 8



ภาพที่ 8 เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับใช้ในข้าวโพด

### 3.ผลการทดสอบประสิทธิภาพการพ่นสารในห้องปฏิบัติการ

#### 3.1 ผลการทดสอบอัตราการไหลหัวฉีดในห้องปฏิบัติการ

เลือกหัวฉีดแบบพัด 3 ชนิด คือ แบบโมเดล 30-02F8OYE (สีเหลือง), 30-03F80UB (สีน้ำเงิน) และ 30-04F8ORE (สีแดง) ที่ความดันของปั๊มที่ 3 บาร์ และ 5 บาร์ (เลือกตามตารางการใช้แรงดันและน้ำของหัวฉีด) ภาพที่ 9



ภาพที่ 9 หัวฉีดแบบพัดสามชนิด

ผลการทดสอบหัวฉีด พบว่า สีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง ที่แรงดัน 3 บาร์ ซึ่งเป็นแรงดันที่ใช้สำหรับการพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมแบบน้ำน้อยติดแทรกเตอร์มีอัตราการไหลเฉลี่ย 1,000, 800 และ 580 มิลลิลิตร ต่อนาที ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

สำหรับอัตราการไหลจากหัวฉีด สีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง ที่แรงดัน 5 บาร์ ซึ่งเป็นแรงดันที่ใช้สำหรับการพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอิมัลชันแบบน้ำมากติดแทรกเตอร์ของเกษตรกรมีอัตราการไหลเฉลี่ย 1,800, 1,250 และ 980 มิลลิลิตรต่อนาที ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** อัตราการพ่นของหัวฉีดต่างชนิดกันที่ความดันที่แตกต่างกัน

| แรงดัน (บาร์) | อัตราการพ่น (มิลลิลิตร/นาที) |         |       |
|---------------|------------------------------|---------|-------|
|               | เหลือง                       | น้ำเงิน | แดง   |
| 3             | 580                          | 800     | 1,000 |
| 5             | 980                          | 1,250   | 1,800 |

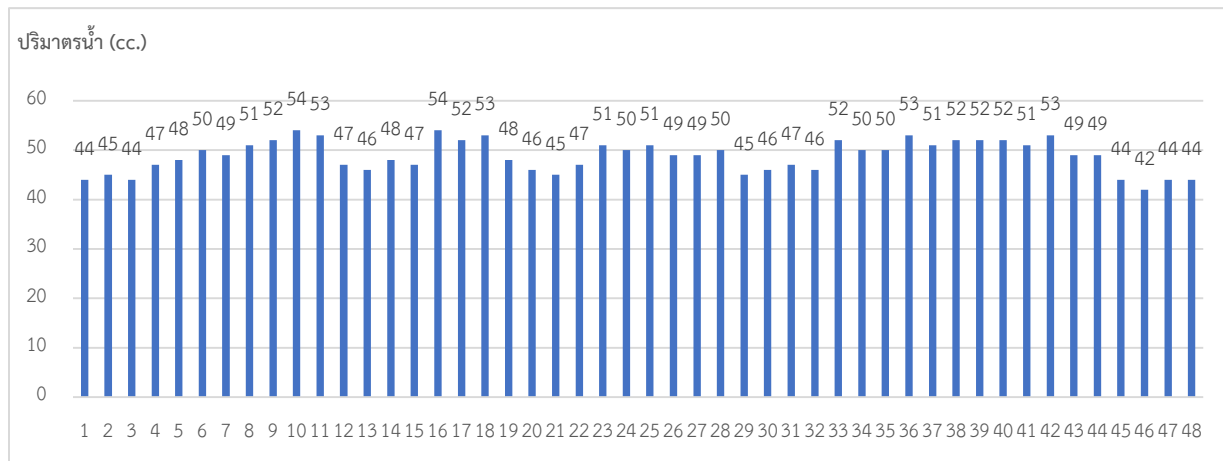
ผลการทดสอบหัวฉีดในตารางที่ 2 เลือกใช้ หัวฉีดสีเหลืองที่แรงดัน 3 บาร์สำหรับเครื่องพ่นแบบใช้ลมช่วย (อัตราฉีดพ่น 20 ลิตรต่อไร่) และ วิธีของเกษตรกรใช้หัวฉีดสีแดงแรงดัน 5 บาร์ (เป็นหัวฉีดและความดันที่เกษตรกรใช้พ่นสารกำจัดโรคและแมลงบนนาข้าว) อัตราฉีดพ่น 60 ลิตรต่อไร่ (ใช้ความเร็วรถแทรกเตอร์ที่เกียร์ 3 low 1.4 m/s)

### 3.2 ผลการทดสอบการกระจายตัวของหัวฉีดในห้องปฏิบัติการ

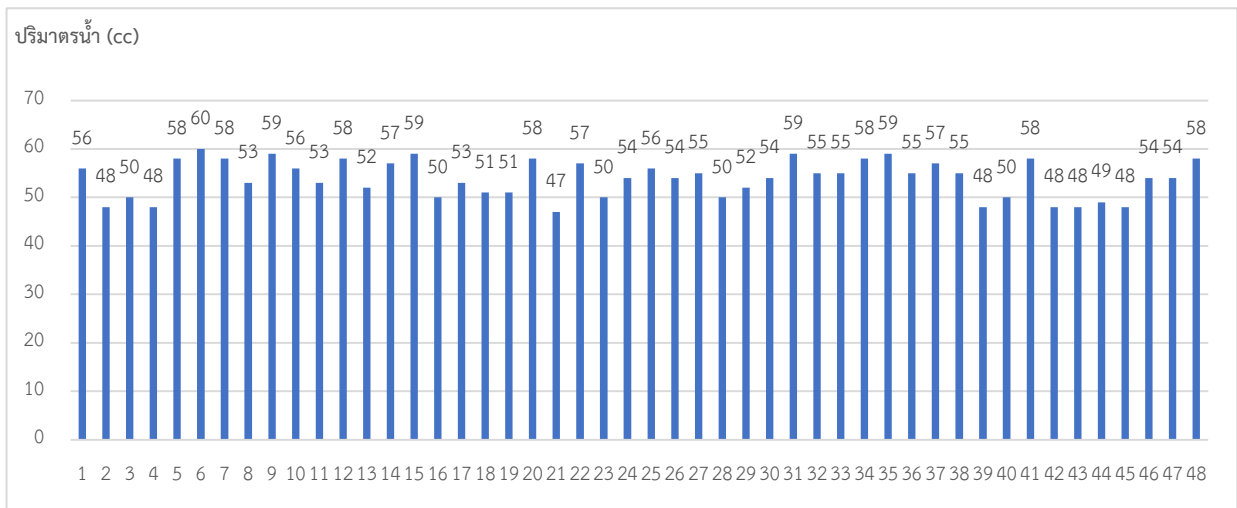
ได้รูปแบบการกระจายตัวของละอองสารที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ปริมาณน้ำในกระบอกตวงต้องต่างกันไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ในทั้ง 2 หัวฉีด โดยพบว่า วางหัวฉีดห่างกัน 50 เซนติเมตร ตลอดคัน 6 เมตร หัวฉีดทั้งหมด 11 หัว จะเกิดการกระจายตัวของน้ำในหลอดที่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 10) ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีแดงพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารเต็มถัง (ไม่ใช้ลม) แสดงในภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีแดงพ่นในขณะที่มี น้ำในถังพ่นมีเพียงครึ่งถัง (ไม่ใช้ลม) แสดงในภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีแดงพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารเต็มถัง (ใช้ลมช่วย) (ภาพที่ 13) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีแดงพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นมีเพียงครึ่งถัง (ใช้ลมช่วย) (ภาพที่ 14) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีเหลืองพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารเต็มถัง (ไม่ใช้ลม) (ภาพที่ 15) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีเหลืองพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารครึ่งถัง (ไม่ใช้ลม) (ภาพที่ 16) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีเหลืองพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารเต็มถัง (ใช้ลมช่วย) (ภาพที่ 17) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีเหลืองพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นมีเพียงครึ่งถัง (ใช้ลมช่วย) (ภาพที่ 18)



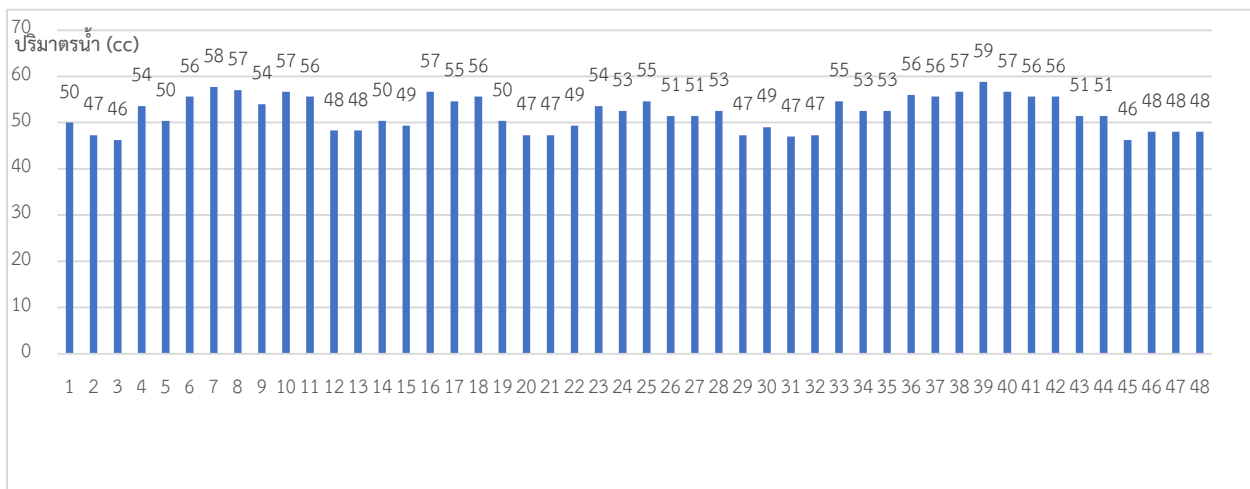
ภาพที่ 10 ระดับปริมาตรน้ำที่เกิดจากการทดสอบความสม่ำเสมอ



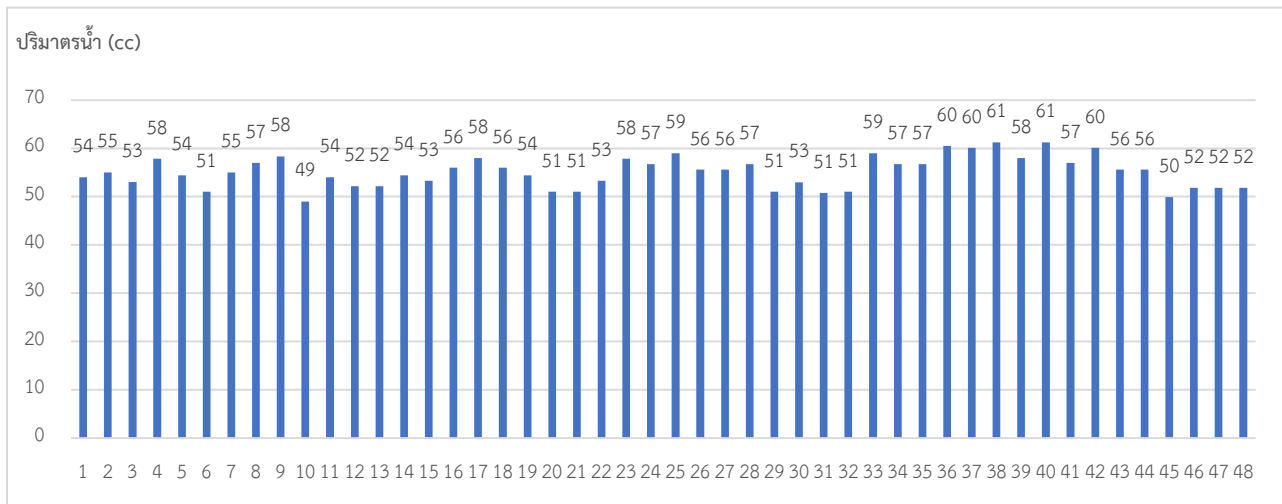
ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาตรน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีแดงพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารเต็มถัง (ไม่ใช่ลม)



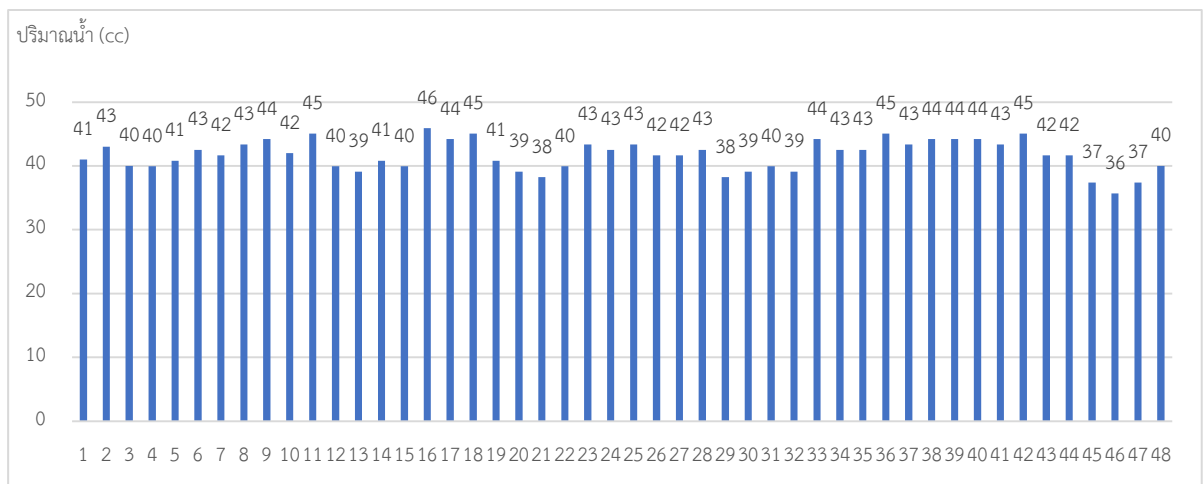
ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีแดงพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นมีเพียงครึ่งถัง (ไม่ใช้ลม)



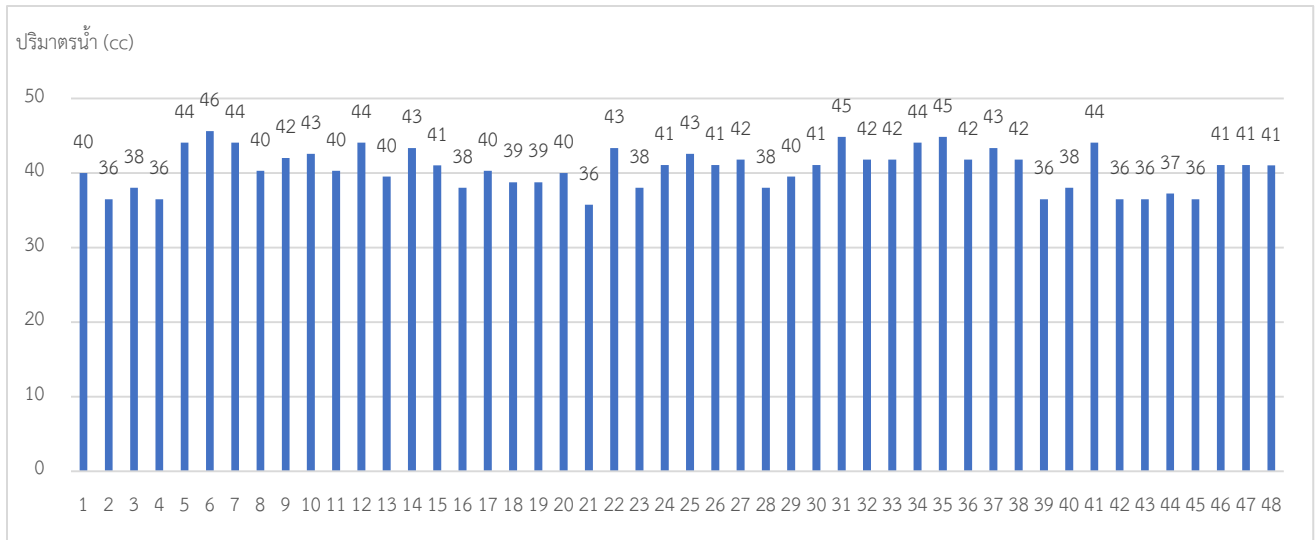
ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีแดงพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารเต็มถัง (ใช้ลมช่วย)



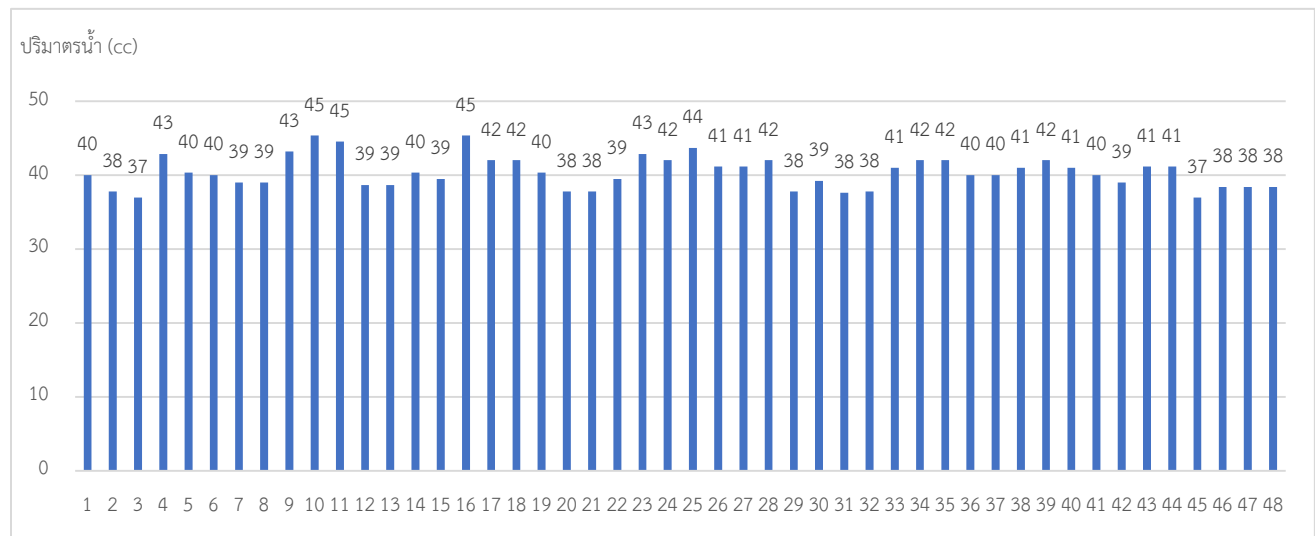
ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีแดงพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นมีเพียงครึ่งถัง (ใช้ลมช่วย)



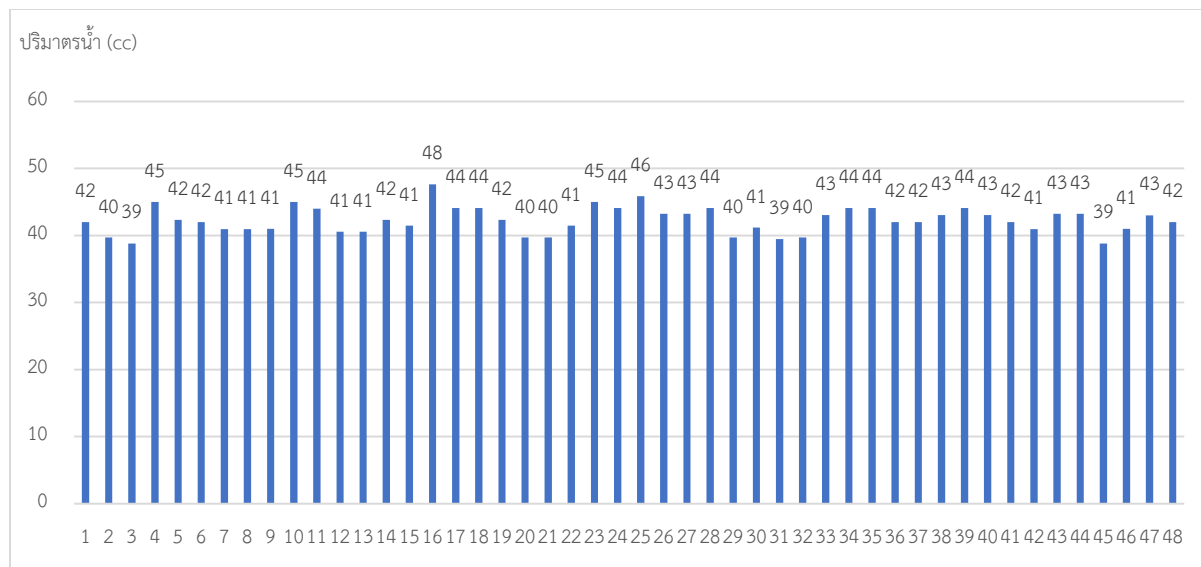
ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีเหลืองพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารเต็มถัง (ไม่ใช้ลม)



ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยปริมาตรน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีเหลืองพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารครึ่งถัง (ไม่ใช้ลม)



ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยปริมาตรน้ำจากกระบอกตวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสีเหลืองพ่นในขณะที่มีน้ำในถังพ่นสารเต็มถัง (ใช้ลมช่วย)



ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำจากกระบอกทวงในเครื่อง patternator จากการพ่นด้วยหัวฉีดสี่เหลี่ยมผืนผ้าในขณะที่มีน้ำในถังพ่นมีเพียงครึ่งถัง (ใช้ลมช่วย)

4. ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดจำนวน 4 แปลง (อ.พบพระ จ.ตาก 2 แปลง และ อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย 2 แปลง)

4.1 การทดสอบที่ 1 ที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2563 (ภาพที่ 19)  
จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (ตารางที่ 3)

ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดลองมีจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.80-1.27 ตัวต่อต้น จึงวิเคราะห์จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Covariance

หลังพ่นสาร 3 วัน พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.08-0.97 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.08 ตัวต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.46, 0.58 และ 0.70 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.97 ตัวต่อต้น

หลังพ่นสาร 7 วัน พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.20-1.03 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.20 ตัวต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.22, 0.24, 0.35 ตัวต่อต้น ตามลำดับ



**ตารางที่ 3** จำนวนของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG ที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ในเดือนกรกฎาคม 2563 (แปลงที่ 1)

| กรรมวิธี  | อัตราน้ำ<br>(ลิตร/ไร่) | อัตราการ<br>ใช้สาร<br>(กรัม/ไร่) | ก่อนพ่น<br>สาร <sup>1/</sup> | จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (ตัวต่อต้น) |        |                      |        |                      |         |
|-----------|------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|---------|
|           |                        |                                  |                              | หลังพ่นสารครั้งที่ 1                     |        | หลังพ่นสารครั้งที่ 2 |        | หลังพ่นสารครั้งที่ 3 |         |
|           |                        |                                  |                              | 3 วัน                                    | 7 วัน  | 3 วัน                | 7 วัน  | 3 วัน                | 7 วัน   |
| Airboom 1 | 20                     | 30                               | 0.97 b                       | 0.08 a                                   | 0.20 a | 0.04 a               | 0.13 a | 0.04 a               | 0.003 a |
| Airboom 2 | 20                     | 24                               | 1.27 c                       | 0.46 b                                   | 0.22 a | 0.07 a               | 0.17 a | 0.05 a               | 0.003 a |
| Boom 1    | 60                     | 30                               | 1.26 c                       | 0.58 bc                                  | 0.24 a | 0.12 a               | 0.18 a | 0.09 a               | 0.01 a  |
| Boom 2    | 60                     | 24                               | 1.15 c                       | 0.70 c                                   | 0.35 a | 0.26 bc              | 0.21 a | 0.15 a               | 0.09 b  |
| Control   |                        |                                  | 0.80 a                       | 0.97 d                                   | 1.03 b | 1.00 b               | 0.38 b | 0.85 b               | 0.69 c  |
| CV (%)    |                        |                                  | 7.30                         | 15.04                                    | 27.27  | 37.42                | 20.45  | 58.94                | 23.37   |
| RE        |                        |                                  |                              | 30.5                                     | 32.6   | 28.5                 | 29.7   | 41.5                 | 39.8    |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดหลังพ่นสารครั้งที่ 3 ของการพ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG หลังพ่นสารครั้งที่ 3 ด้วย Airboom 1, Airboom 2 และ Boom 1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.00-9.99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี Boom 2 พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด มีค่าเฉลี่ย 29.88 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 50.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดจากการทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG ที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก เดือนกรกฎาคม 2563 (แปลงที่ 1)

| กรรมวิธี  | อัตราน้ำ<br>(ลิตร/ไร่) | อัตราการ<br>ใช้สาร<br>(กรัม/ไร่) | ก่อนพ่น<br>สาร | เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด (%) <sup>1/</sup> |         |                      |         |                      |         |
|-----------|------------------------|----------------------------------|----------------|------------------------------------------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|           |                        |                                  |                | หลังพ่นสารครั้งที่ 1                                 |         | หลังพ่นสารครั้งที่ 2 |         | หลังพ่นสารครั้งที่ 3 |         |
|           |                        |                                  |                | 3 วัน                                                | 7 วัน   | 3 วัน                | 7 วัน   | 3 วัน                | 7 วัน   |
| Airboom 1 | 20                     | 30                               | 54.09 a        | 55.53 a                                              | 30.15 a | 22.77 a              | 13.41 a | 10.44 a              | 9.27 a  |
| Airboom 2 | 20                     | 24                               | 52.74 a        | 52.02 a                                              | 43.92 b | 33.93 b              | 22.23 b | 18.45 a              | 9.99 a  |
| Boom 1    | 60                     | 30                               | 60.93 b        | 59.85 b                                              | 46.08 b | 35.46 b              | 26.55 b | 16.20 a              | 9.00 a  |
| Boom 2    | 60                     | 24                               | 56.07 a        | 57.51 a                                              | 43.47 b | 34.11 b              | 43.74 c | 36.36 b              | 29.88 b |
| Control   |                        |                                  | 53.38 a        | 58.32 a                                              | 66.15 c | 70.65 c              | 68.04 d | 67.14 c              | 50.67 c |

|        |      |      |      |       |       |       |       |
|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| CV (%) | 7.90 | 6.14 | 7.38 | 13.27 | 12.05 | 13.98 | 15.34 |
| RE     |      | 38.9 | 40.5 | 38.4  | 30.8  | 42.1  | 39.5  |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 19 ฟ่นสารกำจัดหนอนกระทุ้ข้าวโพด



ภาพที่ 20 บันทึกข้อมูลหลังการฟ่นสาร



ภาพที่ 21 หนอนกระทู้ที่ตายหลังการทดสอบพ่นยา

#### 4.2 การทดสอบที่ 2 ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ในเดือนพฤศจิกายน 2563

##### จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (ตารางที่ 5)

**ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1** พบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดลองมีจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.85-1.30 ตัวต่อต้น จึงวิเคราะห์จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Covariance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.09-0.99 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.09 ตัวต่อต้น พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.44, 0.47 และ 0.76 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.99 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.28-1.09 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.28 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.32, 0.34, 0.45 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 1.09 ตัวต่อต้น

**การพ่นสารครั้งที่ 2** เป็นการพ่นสารห่างจากครั้งที่ 1 แล้ว 7 วัน โดยใช้ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยหลังพ่นสารครั้งที่ 1 แล้ว 7 วัน เป็นข้อมูลก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Covariance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.04-1.00 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.04 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี

Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.08, 0.16 และ 0.29 ตัวต่อต้นตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 1.00 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.16-0.88 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.16 ตัวต่อต้นไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.19, 0.17 และ 0.24 ตัวต่อต้นตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.88 ตัวต่อต้น

**การพ่นสารครั้งที่ 3** เป็นการพ่นสารห่างจากครั้งที่ 1 แล้ว 14 วัน โดยใช้ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยหลังพ่นสารครั้งที่ 2 แล้ว 7 วัน เป็นข้อมูลก่อนพ่นสารครั้งที่ 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Covariance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.03-0.85 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.03 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.05, 0.12 และ 0.15 ตัวต่อต้นตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.85 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.01-0.69 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.01 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2 และ Boom 1 ที่มีหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่ 0.02 และ 0.03 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.14 ตัวต่อต้น โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.69 ตัวต่อต้น

**ตารางที่ 5** จำนวนของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ในเดือนพฤศจิกายน 2563 (แปลงที่ 2)

| กรรมวิธี  | อัตราน้ำ<br>(ลิตร/ไร่) | อัตราการใช้สาร<br>(กรัม/ไร่) | ก่อนพ่นสาร <sup>1/</sup> | จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (ตัวต่อต้น) |        |                      |        |                      |        |
|-----------|------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|           |                        |                              |                          | หลังพ่นสารครั้งที่ 1                     |        | หลังพ่นสารครั้งที่ 2 |        | หลังพ่นสารครั้งที่ 3 |        |
|           |                        |                              |                          | 3 วัน                                    | 7 วัน  | 3 วัน                | 7 วัน  | 3 วัน                | 7 วัน  |
| Airboom 1 | 20                     | 30                           | 0.85 a                   | 0.09 a                                   | 0.28 a | 0.04 a               | 0.16 a | 0.03 a               | 0.01 a |
| Airboom 2 | 20                     | 24                           | 1.30 c                   | 0.44 b                                   | 0.32 a | 0.08 a               | 0.19 a | 0.05 a               | 0.02 a |
| Boom 1    | 60                     | 30                           | 1.19 c                   | 0.47 b                                   | 0.34 a | 0.16 a               | 0.17 a | 0.12 a               | 0.03 a |

|         |    |    |        |        |        |         |        |        |        |
|---------|----|----|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| Boom 2  | 60 | 24 | 1.14 c | 0.76 c | 0.45 a | 0.29 ab | 0.24 a | 0.15 a | 0.14 b |
| Control |    |    | 1.01 b | 0.99 d | 1.09 b | 1.00 b  | 0.88 b | 0.85 b | 0.69 c |
| CV (%)  |    |    | 8.30   | 17.04  | 18.27  | 32.42   | 18.47  | 52.36  | 24.27  |
| RE      |    |    |        | 35.4   | 42.7   | 40.8    | 35.5   | 30.2   | 28.5   |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดหลังพ่นสารครั้งที่ 3 ของการพ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG หลังพ่นสารครั้งที่ 3 ด้วย Airboom 1, Airboom 2 และ Boom 1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.40-13.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี Boom 2 พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด มีค่าเฉลี่ย 53.91 เปอร์เซ็นต์ โดยกรรมวิธี Airboom 1, Airboom 2 และ Boom 1 พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 50.36 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดจากหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย เดือนพฤศจิกายน 2563 (แปลงที่ 2)

| กรรมวิธี  | อัตราน้ำ<br>(ลิตร/<br>ไร่) | อัตราการใช้<br>สาร<br>(กรัม/ไร่) | ก่อนพ่นสาร | เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด (%) <sup>1/</sup> |          |                      |         |                      |         |
|-----------|----------------------------|----------------------------------|------------|------------------------------------------------------|----------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|           |                            |                                  |            | หลังพ่นสารครั้งที่ 1                                 |          | หลังพ่นสารครั้งที่ 2 |         | หลังพ่นสารครั้งที่ 3 |         |
|           |                            |                                  |            | 3 วัน                                                | 7 วัน    | 3 วัน                | 7 วัน   | 3 วัน                | 7 วัน   |
| Airboom 1 | 20                         | 30                               | 70.76      | 62.82 b                                              | 34.93 ab | 22.69 a              | 9.85 a  | 12.65 a              | 9.40 a  |
| Airboom 2 | 20                         | 24                               | 76.78      | 57.58 ab                                             | 29.15 a  | 23.22 a              | 15.82 a | 16.53 a              | 12.33 a |
| Boom 1    | 60                         | 30                               | 66.67      | 46.08 a                                              | 39.56 ab | 22.73 a              | 18.96 a | 16.87 a              | 13.89 a |
| Boom 2    | 60                         | 24                               | 65.45      | 68.91 b                                              | 58.54 bc | 63.02 b              | 56.13 b | 58.07 b              | 53.91 b |
| Control   | 60                         | -                                | 62.71      | 69.71 b                                              | 62.07 bc | 59.40 b              | 53.40 b | 57.87 b              | 50.36 b |
| CV (%)    |                            |                                  | 14.1       | 15.5                                                 | 35.8     | 33.1                 | 36.9    | 41.8                 | 45.0    |
| RE        |                            |                                  |            |                                                      |          | 35.8                 | 37.9    | 39.7                 | 33.6    |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

#### 4.3 การทดสอบที่ 3 ที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ครั้งที่ 2 ในเดือนกรกฎาคม 2564 จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (ตารางที่ 7)

**ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1** พบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดลองมีจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 1.10-1.27 ตัวต่อต้น จึงวิเคราะห์จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Variance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.18-0.95 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.18 ตัวต่อต้น พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.40, 0.54 และ 0.78 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.95 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.15-1.00 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.15 ตัวต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.32, 0.24, 0.42 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 1.00 ตัวต่อต้น

**การพ่นสารครั้งที่ 2** เป็นการพ่นสารห่างจากครั้งที่ 1 แล้ว 7 วัน โดยใช้ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยหลังพ่นสารครั้งที่ 1 แล้ว 7 วัน เป็นข้อมูลก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Covariance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.07-0.98 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.07 ตัวต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.12, 0.12 และ 0.26 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.98 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.05-0.56 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.05 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.10, 0.15 และ 0.18 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.56 ตัวต่อต้น

**การพ่นสารครั้งที่ 3** เป็นการพ่นสารห่างจากครั้งที่ 1 แล้ว 14 วัน โดยใช้ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยหลังพ่นสารครั้งที่ 2 แล้ว 7 วัน เป็นข้อมูลก่อนพ่นสารครั้งที่ 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Covariance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.04-0.85 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.04 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.05, 0.10 และ 0.14 ตัวต่อต้นตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.85 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.03-0.84 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Boom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.01 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 1 และ Airboom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเท่ากันที่ 0.03 ตัวต่อต้น แต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.10 ตัวต่อต้น โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.84 ตัวต่อต้น

**ตารางที่ 7** จำนวนของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG ที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ในเดือนกรกฎาคม 2564 (แปลงที่ 3)

| กรรมวิธี  | อัตราน้ำ<br>(ลิตร/ไร่) | อัตราการ<br>ใช้สาร<br>(กรัม/ไร่) | ก่อนพ่น<br>สาร <sup>1/</sup> | จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (ตัวต่อต้น) |        |                      |        |                      |        |
|-----------|------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|           |                        |                                  |                              | หลังพ่นสารครั้งที่ 1                     |        | หลังพ่นสารครั้งที่ 2 |        | หลังพ่นสารครั้งที่ 3 |        |
|           |                        |                                  |                              | 3 วัน                                    | 7 วัน  | 3 วัน                | 7 วัน  | 3 วัน                | 7 วัน  |
| Airboom 1 | 20                     | 30                               | 1.17                         | 0.18 a                                   | 0.15 a | 0.07 a               | 0.05 a | 0.04 a               | 0.03 a |
| Airboom 2 | 20                     | 24                               | 1.27                         | 0.40 b                                   | 0.32 a | 0.12 a               | 0.10 a | 0.05 a               | 0.03 a |
| Boom 1    | 60                     | 30                               | 1.26                         | 0.54 b                                   | 0.24 a | 0.12 a               | 0.15 a | 0.10 a               | 0.01 a |
| Boom 2    | 60                     | 24                               | 1.15                         | 0.78 c                                   | 0.42 a | 0.26 ab              | 0.18 a | 0.14 a               | 0.10 b |
| Control   |                        |                                  | 1.10                         | 0.95 d                                   | 1.00 b | 0.98 b               | 0.56 b | 0.85 b               | 0.84 c |
| CV (%)    |                        |                                  | 7.30                         | 14.32                                    | 24.58  | 30.56                | 18.47  | 58.94                | 23.37  |
| RE        |                        |                                  |                              | 34.7                                     | 35.9   | 30.8                 | 36.4   | 42.6                 | 29.5   |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

การทดลองที่แปลงข้าวโพดของเกษตรกร อำเภอพบพระ จังหวัดตาก (แปลงที่ 3) พบว่าการพ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG หลังพ่นสารครั้งที่ 3 ด้วย Airboom 1, Airboom 2 และ Boom 1 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.61-8.31 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี Boom 2 ที่พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดเฉลี่ย 16.96 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่พบระดับความเสียหายของใบข้าวโพดค่าเฉลี่ย 35.95 (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดจากหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG ที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ในเดือนสิงหาคม 2564 (แปลงที่ 3)

| กรรมวิธี  | อัตราน้ำ<br>(ลิตร/ไร่) | อัตราการ<br>ใช้สาร<br>(กรัม/ไร่) | ก่อนพ่นสาร | เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด (%) <sup>1/</sup> |         |                      |         |                      |         |
|-----------|------------------------|----------------------------------|------------|------------------------------------------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|           |                        |                                  |            | หลังพ่นสารครั้งที่ 1                                 |         | หลังพ่นสารครั้งที่ 2 |         | หลังพ่นสารครั้งที่ 3 |         |
|           |                        |                                  |            | 3 วัน                                                | 7 วัน   | 3 วัน                | 7 วัน   | 3 วัน                | 7 วัน   |
| Airboom 1 | 20                     | 30                               | 57.44 b    | 9.32 a                                               | 34.51 a | 18.93 a              | 12.84 a | 11.40 a              | 2.61 a  |
| Airboom 2 | 20                     | 24                               | 57.78 b    | 9.24 a                                               | 33.81 a | 24.13 a              | 19.53 a | 15.13 a              | 8.31 a  |
| Boom 1    | 60                     | 30                               | 53.98 a    | 2.91 b                                               | 39.73 b | 20.29 a              | 18.57 a | 11.66 a              | 7.44 a  |
| Boom 2    | 60                     | 24                               | 51.53 a    | 3.78 b                                               | 35.51 a | 27.87 a              | 26.89 a | 21.29 b              | 16.96 b |
| Control   | 60                     | -                                | 51.91 a    | 8.04 b                                               | 49.61 c | 42.02 b              | 44.82 b | 41.88 c              | 35.95 c |
| CV (%)    |                        |                                  | 7.49       | 8.77                                                 | 27.09   | 33.75                | 43.15   | 57.21                | 56.98   |
| RE        |                        |                                  |            | 42.3                                                 | 38.4    | 42.7                 | 38.5    | 50.6                 | 33.5    |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

#### 4.4 การทดสอบที่ 4 ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ครั้งที่ 2 ในเดือนสิงหาคม 2564

##### จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (ตารางที่ 9)

**ก่อนพ่นสารครั้งที่ 1** พบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดลองมีจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 1.12-1.25 ตัวต่อต้น จึงวิเคราะห์จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Variance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.98-1.21 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.98 ตัวต่อต้น พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 1.08, 1.07 และ 1.09 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 1.21 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.86-1.18 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.86 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.96, 1.05 และ 1.05 ตัวต่อต้น

ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 1.18 ตัวต่อต้น

**การพ่นสารครั้งที่ 2** เป็นการพ่นสารห่างจากครั้งที่ 1 แล้ว 7 วัน โดยใช้ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยหลังพ่นสารครั้งที่ 1 แล้ว 7 วัน เป็นข้อมูลก่อนพ่นสารครั้งที่ 2 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Covariance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.79-1.10 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.79 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.85 ตัวต่อต้น แต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับ Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.94 และ 0.96 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 1.10 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.54-0.89 ตัวต่อต้นโดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.54 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.68, 0.76 และ 0.88 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยมีเพียงกรรมวิธี Airboom 1, Airboom 2 และ Boom 1 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.89 ตัวต่อต้น

**การพ่นสารครั้งที่ 3** เป็นการพ่นสารห่างจากครั้งที่ 1 แล้ว 14 วัน โดยใช้ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยหลังพ่นสารครั้งที่ 2 แล้ว 7 วัน เป็นข้อมูลก่อนพ่นสารครั้งที่ 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดด้วยวิธี Analysis of Covariance

**หลังพ่นสาร 3 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.10-0.74 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.10 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.25 ตัวต่อต้น แต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับวิธี Boom 1 และ Boom 2 ที่มีจำนวนตัวหนอน 0.54 และ 0.68 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.74 ตัวต่อต้น

**หลังพ่นสาร 7 วัน** พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอยู่ระหว่าง 0.01-0.69 ตัวต่อต้น โดยกรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำสุดที่ 0.01 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยกรรมวิธี Airboom 2 ที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.14 ตัวต่อต้น แต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับวิธี Boom 1 และ Boom 2 ที่มีจำนวนตัวหนอน 0.36 และ 0.50 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบหนอน

กระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด 0.69 ตัวต่อต้น

**ตารางที่ 9** จำนวนของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ในเดือนสิงหาคม 2564 (แปลงที่ 4)

| กรรมวิธี  | อัตราน้ำ<br>(ลิตร/ไร่) | อัตราการใช้สาร<br>(กรัม/ไร่) | ก่อนพ่น<br>สาร       | จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (ตัวต่อต้น) |        |                      |        |                      |        |
|-----------|------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|           |                        |                              |                      | หลังพ่นสารครั้งที่ 1                     |        | หลังพ่นสารครั้งที่ 2 |        | หลังพ่นสารครั้งที่ 3 |        |
|           |                        |                              |                      | 3 วัน                                    | 7 วัน  | 3 วัน                | 7 วัน  | 3 วัน                | 7 วัน  |
| Airboom 1 | 20                     | 30                           | 1.12 a <sup>1/</sup> | 0.98 a                                   | 0.86 a | 0.79 a               | 0.54 a | 0.10 a               | 0.01 a |
| Airboom 2 | 20                     | 24                           | 1.17 a               | 1.08 b                                   | 0.96 a | 0.85 a               | 0.68 b | 0.25 a               | 0.14 a |
| Boom 1    | 60                     | 30                           | 1.21 a               | 1.07 b                                   | 1.05 a | 0.94 b               | 0.76 b | 0.54 b               | 0.36 b |
| Boom 2    | 60                     | 24                           | 1.24 a               | 1.09 b                                   | 1.05 a | 0.96 b               | 0.88 c | 0.68 b               | 0.50 b |
| Control   |                        |                              | 1.25 a               | 1.21 c                                   | 1.18 b | 1.10 c               | 0.89 c | 0.74 c               | 0.69 c |
| CV (%)    |                        |                              | 8.30                 | 15.07                                    | 20.22  | 34.51                | 22.47  | 32.14                | 24.27  |
| RE        |                        |                              |                      | 40.3                                     | 39.7   | 42.3                 | 33.4   | 29.7                 | 31.2   |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

การทดลองที่แปลงข้าวโพดของเกษตรกร อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย (แปลงที่ 4) พบว่าการพ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG หลังพ่นสารครั้งที่ 3 ด้วย Airboom 1, Airboom 2 และ Boom 1 พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.00-3.74 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี Boom 2 ที่พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดหลังพ่นสารครั้งที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 63.04 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ที่พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 55.02 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 10** ระดับความเสียหายของใบข้าวโพดจากหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 5% SG ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ในเดือนสิงหาคม 2564 (แปลงที่ 4)

| กรรมวิธี  | อัตราน้ำ<br>(ลิตร/ไร่) | อัตราการใช้สาร<br>(กรัม/ไร่) | ก่อนพ่น<br>สาร | ระดับความเสียหายของใบข้าวโพด (%) <sup>1/</sup> |         |                      |         |                      |        |
|-----------|------------------------|------------------------------|----------------|------------------------------------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|--------|
|           |                        |                              |                | หลังพ่นสารครั้งที่ 1                           |         | หลังพ่นสารครั้งที่ 2 |         | หลังพ่นสารครั้งที่ 3 |        |
|           |                        |                              |                | 3 วัน                                          | 7 วัน   | 3 วัน                | 7 วัน   | 3 วัน                | 7 วัน  |
| Airboom 1 | 20                     | 30                           | 70.76 b        | 70.40 a                                        | 53.16 a | 34.39 a              | 19.76 a | 10.68 a              | 2.00 a |

|           |    |    |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------|----|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Airboom 2 | 20 | 24 | 76.78 b | 73.76 b | 54.48 a | 32.38 a | 17.49 a | 7.93 a  | 2.40 a  |
| Boom 1    | 60 | 30 | 66.67 a | 73.05 b | 46.56 a | 34.49 a | 13.60 a | 11.94 a | 3.74 a  |
| Boom 2    | 60 | 24 | 65.45 a | 73.40 b | 67.56 b | 70.87 b | 70.49 b | 62.96 b | 63.04 b |
| Control   | 60 | -  | 62.71 a | 71.85 a | 61.33 b | 67.71 b | 69.29 b | 63.00 b | 55.02 b |
| CV (%)    |    |    | 14.1    | 15.5    | 35.8    | 33.1    | 36.9    | 41.8    | 45.0    |
| RE        |    |    |         | 38.1    | 35.9    | 29.6    | 30.3    | 42.3    | 39.1    |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ผลการทดสอบทั้ง 4 แปลง ที่เริ่มดำเนินการทดลองเมื่อพบการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ประมาณ 1.00 ตัวต่อต้น หลังจากฉีดพ่นสารป้องกันด้วยเครื่องพ่นสารแบบอุโมงค์ลมโดยใช้สาร emamectin benzoate 5% SG ตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และ ลดจำนวนสารลง 20 เปอร์เซ็นต์จากคำแนะนำ พบว่า จำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพด มีแนวโน้มลดลง หลังการพ่น ครั้งที่ 1, 2 และ 3 โดยไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติกับการพ่นโดยวิธีของเกษตรกรที่ใช้สารในอัตราแนะนำ รวมถึงการประเมินระดับความเสียหายของใบ ข้าวโพดก็ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกัน ดังนั้นผลการทดสอบนี้สรุปได้ว่า การพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม ที่ เป็นการพ่นแบบน้ำน้อย สามารถป้องกันการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้ ถึงแม้ว่าจะทำการลด ปริมาณสารฉีดพ่นลง 20 เปอร์เซ็นต์ ก็ยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด เนื่องจากเป็น การพ่นสารแบบน้ำน้อย สารฆ่าแมลงที่ผสมในการพ่นจึงมีความเข้มข้นสูงเมื่อเทียบกับการผสมสารพ่นแบบน้ำมาก ด้วยคานหัวฉีด หรือเครื่องพ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร ดังนั้นเมื่อพ่นสารในอัตราของสาร ออกฤทธิ์ที่เท่ากันแม้ว่าปริมาณน้ำจะมีความแตกต่างจึงไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแตกต่างกันซึ่ง สอดคล้องกับการศึกษาของ Pojananuwong *et al.*, (1997) ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของการพ่นระบบน้ำ น้อยด้วยเครื่องพ่นสารสะพายหลังชนิดใช้แรงลมอัตราพ่น 20 ลิตรต่อไร่ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ด้วยสารอิมิดาโคลพริด 10% SL พบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าการพ่นแบบน้ำปานกลางด้วยเครื่องพ่นสารสะพายหลัง แบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกรที่อัตรา 40 ลิตร/ไร่ และเมื่อนำมาทดสอบด้วยสารเดียวกันโดยลดอัตราสารลง 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไม่แตกต่างกับวิธีการของเกษตรกร

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของยุทธนา และคณะ 2562 ที่ทำการทดสอบเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ ลมแบบน้ำน้อย ขนาดคานกว้าง 6 เมตร ใช้หัวฉีดแบบพัด 9 หัว ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า ใช้อัตราพ่น 20 ลิตรต่อไร่ เปรียบเทียบกับคานหัวฉีดของเกษตรกรอัตรา 40 ลิตรต่อไร่ และก้านพ่นแบบปรับมุมด้านท้ายอัตรา 40-60 ลิตรต่อไร่ ในการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช เพลี้ยไฟข้าว และหนอนห่อใบข้าว ผล การทดสอบพบว่าทุกกรรมวิธีมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยการพ่นด้วยเครื่องพ่น แบบอุโมงค์ลม สามารถลดอัตราการใช้สารเคมีและอัตราน้ำได้ 20 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามในการลดอัตราสารจำเป็นต้องคำนึงถึงระดับความต้านทานของศัตรูพืชในพื้นที่ และต้องมีการ พ่นแบบสลับกลุ่มสารตามกลไกการเข้าทำลาย (Mode of action) เพื่อลดความเสี่ยงที่ศัตรูพืชจะสร้างความ

ด้านทาน นอกจากนี้การพ่นแบบน้ำน้อยเป็นการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความเข้มข้นสูง ดังนั้นก่อนการนำมาพ่นในสภาพไร่ ควรเลือกสูตรของสาร (formulation) ที่มีข้อมูล คำแนะนำหรือผ่านการทดสอบเรื่องความเป็นพิษต่อต้นข้าวโพดมาแล้วมาใช้ สำหรับสูตรของสารบางสูตรที่มีความเสี่ยงในเรื่องความเป็นพิษต่อพืช เช่น EC หรือ WP ควรต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ นอกจากนี้สูตรของสารบางสูตร เช่น WP ในกรณีที่ผสมน้ำน้อยก่อให้เกิดการตกตะกอน จนทำให้อุดตันหัวฉีดหรือในกรณีที่ใช้ในอัตราสูงมากจะเกาะตัวเป็นชั้น จนไม่สามารถพ่นสารละลายออกมาได้

### ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

#### 1. การคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องพ่นแบบอู่โม่งคัลม

|                                               |                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ราคาเครื่องพ่นแบบอู่โม่งคัลม                  | 100,000 บาท                               |
| ราคาซาก                                       | 10 เปอร์เซ็นต์ของราคา                     |
| อายุการใช้งาน                                 | 7 ปี                                      |
| อัตราดอกเบี้ย                                 | 10 เปอร์เซ็นต์ต่อปี                       |
| ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง                           | 40 บาทต่อลิตร                             |
| อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงรถแทรกเตอร์ | 0.40 ลิตรต่อไร่                           |
| ค่าน้ำมันหล่อลื่น                             | 20 เปอร์เซ็นต์ของราคาน้ำมัน บาทต่อชั่วโมง |
| ค่าแรงคนขับรถแทรกเตอร์                        | 50 บาทต่อชั่วโมง                          |
| ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์                          | 0.83 เปอร์เซ็นต์ของ P/100 ชม.             |

#### การต่อคำนวณต้นทุนปีของอุปกรณ์

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| เครื่องพ่นแบบใช้ลมช่วย | 100,000 บาท |
|------------------------|-------------|

#### ค่าต้นทุนคงที่

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| ค่าเสื่อมราคา         | 12,857.14 บาทต่อปี |
| ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน | 5,500 บาทต่อปี     |
| รวมต้นทุนคงที่        | 18,357.14 บาทต่อปี |

#### ค่าต้นทุนผันแปร

|                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง    | 320 บาทต่อชั่วโมง   |
| ค่าน้ำมันหล่อลื่น      | 64 บาทต่อชั่วโมง    |
| ค่าแรงคนขับรถแทรกเตอร์ | 50 บาทต่อชั่วโมง    |
| ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์   | 8.3 บาทต่อชั่วโมง   |
| รวมต้นทุนผันแปร        | 442.3 บาทต่อชั่วโมง |

ความสามารถในการทำงาน 20 ไร่ต่อชั่วโมง

รวมต้นทุนผันแปร 22.12 บาทต่อไร่

ความสัมพันธ์ของต้นทุนต่อปีในการใช้เครื่องพ่นแบบลมช่วยในการพ่นป้องกันหนอนกระทุ้งข้าวโพด ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (A) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนต่อปีในการใช้เครื่องพ่นแบบใช้ลมช่วย (บาทต่อไร่)} &= \text{ต้นทุนคงที่} + \text{ต้นทุนผันแปร} \\ &= (18,357.14 / A) + 22.12\end{aligned}$$

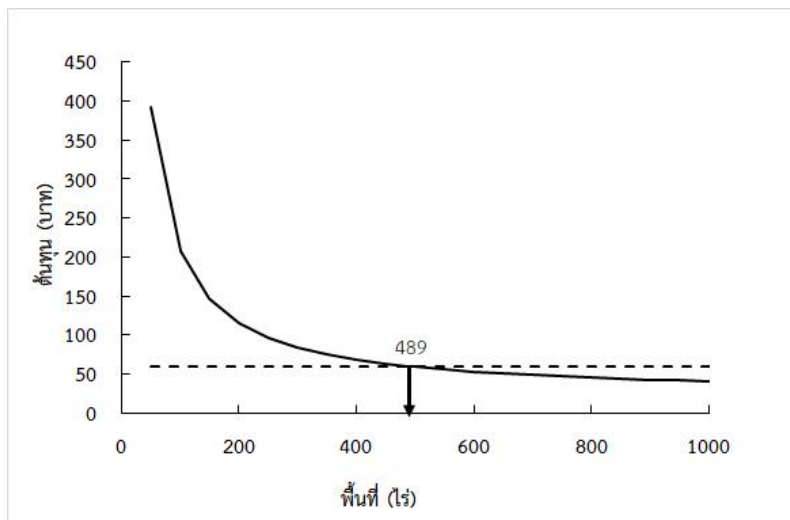
จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องพ่นแบบใช้ลมช่วยในการพ่นป้องกันกำจัดศัตรูหนอนกระทุ้งข้าวโพด สามารถคำนวณได้เมื่อ ต้นทุนในการใช้งานเครื่องพ่น เท่ากับค่าจ้างในการพ่น โดยค่าจ้างในการพ่นต่อไร่คือ 60 บาท

ต้นทุนในการใช้งานเครื่องพ่นแบบใช้ลมช่วย = ค่าใช้จ่ายในการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

$$60 = (18,357.14 / A) + 22.12$$

$$A = 489 \text{ ไร่ต่อปี}$$

จุดคุ้มทุนของเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับพ่นป้องกันหนอนกระทุ้งข้าวโพดหลายจุด อยู่ที่ 489 ไร่ต่อปี แสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 จุดคุ้มทุนของเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม

การอบรมการใช้เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมให้กับเกษตรกร

1. วันที่ 26 พฤศจิกายน 2563 ร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก อบรมเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดแปลงใหญ่ อำเภอสามเภา จังหวัดตาก เกษตรกรเข้าร่วม 50 ราย

2. วันที่ 22 ธันวาคม 2563 ร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก อบรมเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดหลังนา อำเภอสามเภา จังหวัดตาก เกษตรกรเข้าร่วม 50 ราย

3. วันที่ 30 มีนาคม 2564 ร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก อบรมร่วมกับ ศพก. จังหวัดตาก ในวัน Field day ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เกษตรกรเข้าร่วม 250 ราย

4. วันที่ 27 ธันวาคม 2564 ร่วมกับ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย อบรมเกษตรกรในโครงการคลินิกเกษตรเคลื่อนที่ในพระบรมราชานุเคราะห์ สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามกุฎราชกุมาร อำเภอศรีนคร จังหวัดสุโขทัย เกษตรกรเข้าร่วม 200 ราย

5. วันที่ 20 มกราคม 2565 ร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย แสดงในงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อเริ่มทำการผลิตใหม่ ณ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร เกษตรกรเข้าร่วม 200 คน

6. วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2565 ร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ในโครงการคลินิกเกษตรเคลื่อนที่ในพระบรมราชานุเคราะห์ สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามกุฎราชกุมาร ที่อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก เกษตรกรเข้าร่วม 200 ราย

### สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

1. เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับพ่นป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด พัฒนามาจาก เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับใช้ในข้าวที่ออกแบบโดยยุทธนา ในปี 2562 โดย ย้ายตำแหน่งถังพ่นจากด้านท้ายมาไว้ด้านหน้า เพื่อความสะดวกของรถ เพิ่มความสูงของระยะพ่นให้สูงถึง 1.80 เมตร เพื่อให้ครอบคลุมทุกช่วงการระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด และ เปลี่ยนล้อเหล็ก เป็นล้อยางที่มีความคล่องตัวในการวิ่งในแปลงข้าวโพด เดินทางบนท้องถนนและ สะดวกในการขนย้าย

2. เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสร้างลมจากพัดลมแบบ AM-630 E ที่ปริมาณลม 284-142 cmm. แรงดัน 20-110 mmWg. ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที สร้างลมได้ 100 km/hr ซึ่งเพียงพอสำหรับขณะลมธรรมชาติ และ ช่วยดีละอองฝอยที่ออกจากหัวฉีดให้กระจายทั่วถึง และมีขนาดละอองฝอยที่เล็ก เหมาะกับการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพด

3. เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมมีหน้ากว้างในการพ่นที่ 6 เมตร ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ 34 แรงม้า ประกอบด้วยหัวฉีดแบบพัดลมพ่น 110 องศา จำนวน 11 หัว โดยมีระยะห่างระหว่างหัวฉีด 50 เซนติเมตร เลือกใช้หัวฉีดแบบพัดแบบโมเดล 30-02F80YE (สีเหลือง) สำหรับการพ่นแบบน้ำน้อยที่อัตรา 20 ลิตร/ไร่ และ หัวฉีดแบบพัดโมเดล 30-04F80RE (สีแดง) สำหรับการพ่นแบบน้ำมากที่อัตรา 60 ลิตร/ไร่ ที่ความดันปั๊ม 3 และ 5 บาร์ตามลำดับ

4. ผลการทดสอบการกระจายตัวของหัวฉีดในห้องปฏิบัติการพบว่า ได้รูปแบบการกระจายตัวของละอองสารที่สม่ำเสมอ

5. ผลการทดสอบพ่นสีในข้าวโพดอายุ 15 วัน พบว่า การพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมที่อัตรา 20 ลิตรต่อไร่ มีความหนาแน่นของละอองสาร 72-92 ละอองต่อตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ การพ่นด้วยเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมที่อัตรา 60 ลิตรต่อไร่ มีความหนาแน่น 57-82 ละอองต่อตารางเซนติเมตร ตามทฤษฎีพบว่า

การพ่นทั้ง 2 กรรมวิธีดังกล่าวมีความหนาแน่นที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดแมลงที่ต้องมีความหนาแน่นของละอองมากกว่า 20-30 ละอองต่อตารางเซนติเมตร

6. ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงปลูกข้าวโพดของเกษตรกร จำนวน 4 แปลง เมื่อพิจารณาจากจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ให้ผลที่สอดคล้องกันคือ พบว่ากรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 และ Boom 2 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารพบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบจำนวนหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในแปลงปลูกข้าวโพดของเกษตรกร จำนวน 4 แปลง เมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพด ให้ผลที่สอดคล้องกันคือ พบว่ากรรมวิธี Airboom 1 พบหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี Airboom 2, Boom 1 แต่มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี Boom 2 โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสาร พบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบข้าวโพดน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร

8. เครื่องพ่นสารแบบใช้อุโมงค์ลม สามารถป้องกันการแพร่ระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถลดปริมาณสารลง 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังมีประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดเทียบเท่ากับวิธีการของเกษตรกร

9. จุดคุ้มทุนในการใช้งานเครื่องพ่นสารแบบอุโมงค์ลม คือ 489 ไร่/ปี

10. เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม เป็นอุปกรณ์พ่นสารที่มีศักยภาพ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชหลายชนิด มีการขยายผลไปในแปลง ข้าว มันสำปะหลัง ทานตะวัน ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และมีการจัดอบรมเกษตรกรให้สามารถเข้าถึงเทคโนโลยี ได้อย่างถูกต้อง มีความรู้ ความเข้าใจ และยอมรับเทคโนโลยี เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลม

11. ได้จัดอบรมเกษตรกรให้เข้าถึงเทคโนโลยีเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับพ่นป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด จำนวน 6 ครั้ง

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตร ที่สนับสนุนทุนวิจัยจนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ที่สนับสนุนแปลงทดสอบในการทดสอบต้นแบบ และเผยแพร่งานวิจัยสู่เกษตรกร ขอขอบคุณคณะที่ปรึกษาคณะกรรมการติดตามประเมินผลเงินรายได้ ในการให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง ท้ายที่สุดขอขอบคุณข้าราชการ ลูกจ้าง สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ที่ได้ทุ่มเท ให้กับงานวิจัยนี้ จนประสบความสำเร็จด้วยดี

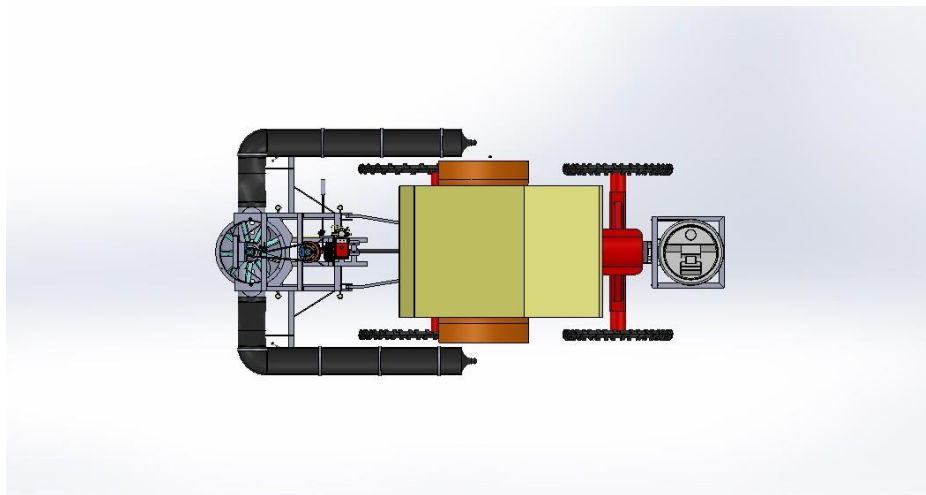
### เอกสารอ้างอิง

- จิรนุช เอกอำนวย ดำรง เวชกิจ อำพล แก้วทอง สรรชัย เพชรธรรมรส และไพศาล รัตนเสถียร. 2546. ศึกษาประสิทธิภาพวิธีการพ่นสารแบบ HV และ LV ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูคะน้า. นิตยสารการแผ่นภาพ หน้า 97. ใน: *หนึ่งทศวรรษแห่งการอารักขาพืชในประเทศไทย*. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 5.
- ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ พัทธวีภา สุทธิวารี พงษ์ธิชาติ ปุณณวัฒน์ นลินา ไชยสิงห์ นิรุติ บุญญา 2562. เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมสำหรับนาข้าว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.
- Ade, G. and V. Rondelli. 2007. Performance of an air-assisted boom sprayer in the control of Colorado beetle infestation in potato crops. *Biosyst. Engng.* 97: 181-187.
- Darvishvand, M. and Brown R.B. 1997. Performance of an air assisted forestry boom sprayer. *Canadian Agril. Engg.* 399 (4): 281-287.
- Davis, F.M., and W.P., Williams. 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, Technical Bulletin 186, Mississippi State University, MS39762, USA.
- FAO. 2018. Briefing note on fall armyworm (FAW) in Africa. 16 February 2018, 7 pp. (Online). Available: <https://www.fao.org/3/a-bt415e.pdf>. (20 January 2019).
- FAO. 2019 (a). Integrated management of the Fall Armyworm on maize. (Online). Available: <http://www.fao.org/3/i8665EN/i8665en.pdf>. (25 January, 2019).
- FAO. 2019 (b). First detection of Fall Armyworm on the border of Thailand. (Online). Available: <https://www.ippc.int/en/countries/thailand/pestreports/2018/12/first-detection-of-fall-army-worm-on-the-border-of-thailand/>. (25 January, 2019).
- Halley, S., V. Hofman; G. Van Ee and K. Misek. 2011. Best Methods for Applying Fungicide to Grain Heads Using Air-assist Sprayers. [Online]. Available from: <https://www.ag.nds.u.edu/pubs/ageng/machine/ae1480.pdf> (December 26, 2011).
- Lund-Hoie, K. 1985. Efficacy of glyphosate in forest plantation. In the *Herbicide Glyphosate*, eds. E. Grossbard and D. Atkinson, London, England: Butterworth & Co. 328-338.
- Nuyttens, D., S. Windey and B. Sonck. 2004. Optimization of a vertical spray boom for greenhouse spray applications. *Biosyst. Eng.* 89: 417 - 423.
- Nuyttens, D., P. Braekman; S. Windey and B. Sonck. 2009. Potential dermal exposure affected by greenhouse spray application technique. *Pest Manag. Sci.* 65: 781 - 790.

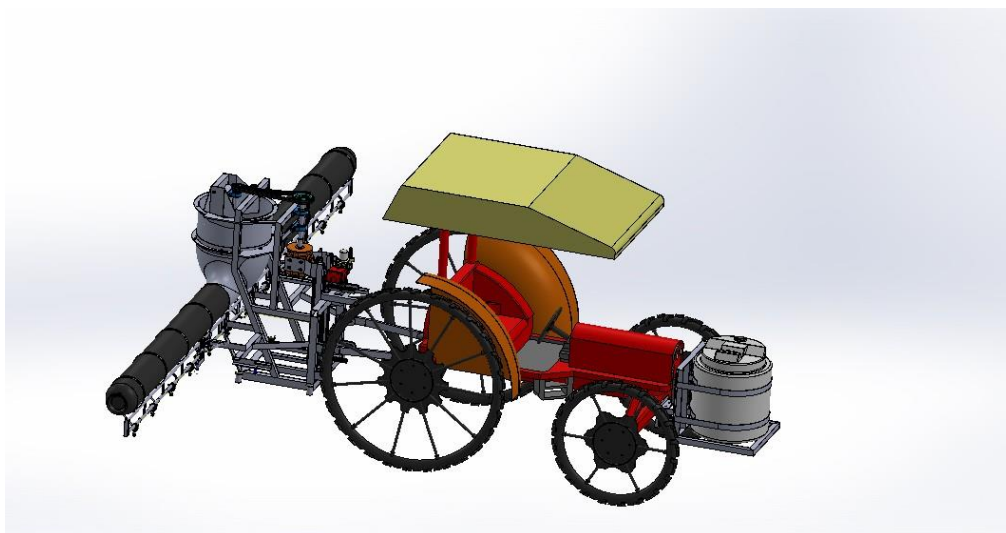
- Planas, S., F. Solanelles; A. Fillat; P. Walklate; A Miralles; G. Ade; F. Pezzi; L. Andersen and P.G. Ade 1998. Advances on Air-assisted Spraying on the Mediterranean Orchards (Fruit, Vine and Citrus). EurAgEng Paper N° 98-A-019. Oslo.
- Pojananuwong, S., D. Wechakit; S. Armeen and A. Chaimanee, 1997. Field efficacy test of low volume application of pesticides against important insect pests and weeds in broadest rice. Biennial report, Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.
- Pojananuwong, S., D. Wechakit; J. Ek-amnuay; S. Pechtammars; S. Suwanathane; and S. Chueyphan, 1999. Pesticide application technique against pests of rice. Biennial report, Division of Entomology and Zoology Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.
- Pojananuwong, S; S. Armeen; P. Pamorn; S. Suwanathane; S. Pechtammars and S. Chueyphan 2001. Pesticide application technique for control of rice pests. Biennial report, Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.
- Taylor, W.A., P.G. Andersen and S. Cooper 1989. The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. In Brighton Crop Protection Conference-Weeds, 631-639. Farnham, Surrey, England: British Crop Protection Council.

## ภาคผนวก

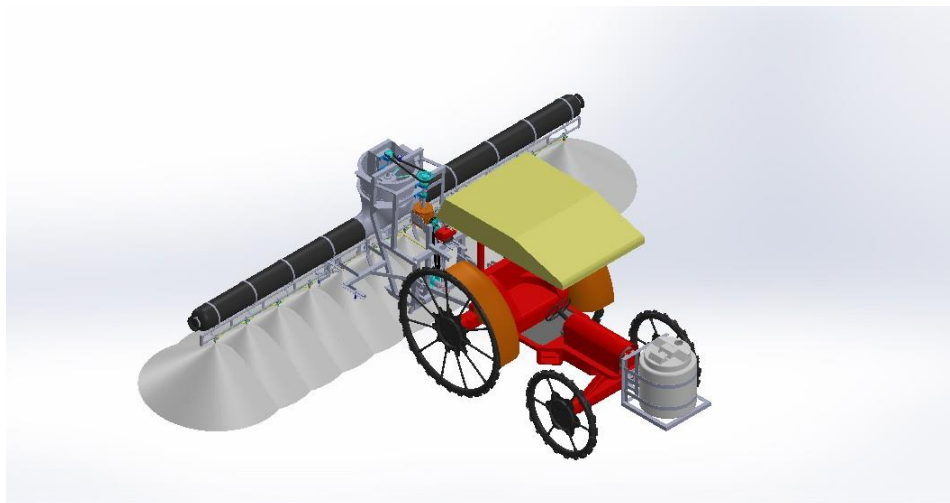
## ภาคผนวก 1 ภาพเครื่องพ่นอุโมงค์ลม



ภาพผนวก 1.1 เครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมขณะเดินทางบนถนน



ภาพผนวก 1.2 ต้นแบบเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมต่อพ่วงรถแทรกเตอร์



ภาคผนวก 1.3 ต้นแบบเครื่องพ่นแบบอุโมงค์ลมพ่นสารกำจัดศัตรูพืช

## ภาคผนวก 2 การอบรมเกษตรกร

ปัจจุบัน ต้นแบบเครื่องพ่นแบบอูโมงค์ลม มีบริษัท คูโบต้า ก.แสงยนต์ ลูกแก กาญจนบุรี นำต้นแบบไปผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์แล้ว นอกจากนี้ยังมีการจัดอบรมเกษตรกรให้เข้าถึงการใช้งานเครื่องพ่นแบบอูโมงค์ลมในสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้



ภาพผนวก 2.1 อบรมเกษตรกร ที่อำเภอสางเภา จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2563



ภาพผนวก 2.2 อบรมเกษตรกร ที่อำเภอสางเภา จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2563



ภาพผนวก 2.3 อบรมเกษตรกร ที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2564



ภาพผนวก 2.4 อบรมเกษตรกร ที่อำเภอศรีนคร จังหวัดสุโขทัย เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2564



ภาพผนวก 2.5 อบรมเกษตรกร ที่อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร เมื่อวันที่ 20 มกราคม 2565  
6.



ภาพผนวก 2.6 อบรมเกษตรกร ที่อำเภอบัวลาย จังหวัดพิษณุโลก เมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2565

## ภาพผนวก 3 การเผยแพร่

เกษตร

วันจันทร์ที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2565 ขึ้น 12 ค่ำ เดือน 4 ปีฉลู

17

นายระพีภัทร์ จันทรศรีวงศ์  
อธิบดีกรมวิชาการเกษตรเปิดเผยว่า จาก  
ปัญหาหนอนกระทุ้งข้าวโพดลายจุดเป็น  
แมลงศัตรูพืชต่างถิ่นที่พบเข้ามาระบาด  
ครั้งแรกในไทยเมื่อปลายปี 2561 โดยพบ  
การระบาดในข้าวโพดที่ปลูกฤดูแล้งหลัง  
มา จังหวัดตาก สุโขทัย พิจิตร อุตรดิตถ์  
กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ พิษณุโลก  
นครสวรรค์ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ชัยนาท  
และสระบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม




## เครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีดใช้ลมช่วย




อายุ 7 วันจนถึงข้าวโพด  
ติดฝัก

นอกจากนี้ เครื่อง  
พ่นสารแบบคานหัวฉีด  
ชนิดใช้แรงลมช่วยยังใช้น้ำ  
น้อย และช่วยให้ละออง  
สารมีความสม่ำเสมอ  
มากกว่าการพ่นจากคานหัว  
ฉีดแบบน้ำมาก รวมทั้ง

อายุ 7 วันจนถึงข้าวโพด  
ติดฝัก

นอกจากนี้ เครื่อง  
พ่นสารแบบคานหัวฉีด  
ชนิดใช้แรงลมช่วยยังใช้น้ำ  
น้อย และช่วยให้ละออง  
สารมีความสม่ำเสมอ  
มากกว่าการพ่นจากคานหัว  
ฉีดแบบน้ำมาก รวมทั้ง

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช สำนัก  
วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ศูนย์วิจัย  
และพัฒนาการเกษตรตาก และศูนย์วิจัย  
และพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ได้ร่วมกัน  
ศึกษา วิจัย ออกแบบเครื่องพ่นสารที่มี  
ประสิทธิภาพเพื่อใช้พ่นสารเคมีหรือสาร  
ชีวภัณฑ์ให้เป็นละอองฝอย และส่งไปยัง  
เป้าหมายโดนหนอนกระทุ้งลายจุดให้มาก  
ที่สุด จากการวิจัยและทดสอบทำให้ได้  
เครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีดชนิดใช้แรง  
ลมช่วย ซึ่งช่วยกระจายละอองฝอยของ  
สารที่ออกจากหัวฉีดไปโดนคั่วหนอน

กระทุ้งข้าวโพดลายจุดที่หลบซ่อนอยู่ในกรวย  
ใบ หรือใต้ใบได้โดยตรง โดยอาศัยหลักการ  
ของลมที่ช่วยให้เกิดการพลิกของใบ  
ข้าวโพด ทำให้สารออกฤทธิ์ทั้งสารเคมีและ  
ชีวภัณฑ์ สามารถแทรกซอนบริเวณใต้ใบพืช  
และในกรวยข้าวโพดได้โดยง่าย ซึ่งการใช้  
แรงลมช่วยนี้ไม่มีในเครื่องพ่นสารแบบคาน  
หัวฉีดที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน จึงสามารถ  
กล่าวได้ว่าเป็นเครื่องแรกที่เกิดขึ้นในประเทศ  
ไทย โดยเครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีดชนิด  
ใช้แรงลมช่วยสามารถพ่นได้รวดเร็ว 20  
ไร่/ชั่วโมง และสามารถพ่นได้ตั้งแต่ข้าวโพด

อัตราการทำงานที่น้อยกว่าทำให้สามารถปฏิบัติ  
งานพ่นสารได้รวดเร็วกว่า สามารถลดจำนวน  
ครั้งในการผสมและการเติมสาร เมื่อเทียบกับ  
ปริมาณน้ำในถังพ่นสารที่เท่ากัน เครื่องพ่น  
สารแบบใช้ลมช่วย สามารถพ่นได้พื้นที่ที่มาก  
กว่าถึง 2 เท่า ช่วยลดการใช้น้ำในการพ่นสาร  
ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณ  
สารเคมีและชีวภัณฑ์ลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์  
รวมทั้งจากการทำงานที่รวดเร็วยังมีส่วนช่วย  
ในการลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากการ  
แทรกเตอร์ได้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์  
เครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีดชนิดใช้

แรงลมช่วยเพื่อกำจัดหนอนกระทุ้งข้าวโพด  
ลายจุด เป็นการแก้ปัญหาให้กับเกษตรกร  
ได้อย่างตรงจุดเพราะสามารถพ่นป้องกัน  
กำจัดการระบาดของหนอนกระทุ้งข้าวโพด  
ลายจุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยขณะนี้  
ได้มีการคิดแปลงนำเครื่องพ่นสารแบบ  
คานหัวฉีดชนิดใช้แรงลมช่วยนำไปใช้  
กำจัดศัตรูพืชในนาข้าว ถั่วเหลือง ถั่วเขียว  
และทานตะวันด้วย ซึ่งเครื่องพ่นสารแบบ  
คานหัวฉีดใช้แรงลมช่วยสามารถพ่นได้ทั้ง  
สารเคมีและสารชีวภัณฑ์ตามคำแนะนำ  
ของกรมวิชาการเกษตร ปัจจุบันมีบริษัท  
เอกชนได้รับต้นแบบจากกรมวิชาการ  
เกษตร นำไปผลิตในเชิงพาณิชย์เพื่อให้  
กระจายไปสู่เกษตรกรได้อย่างกว้างขวาง  
แล้ว ผู้ที่สนใจสามารถสอบถามราย  
ละเอียดเพิ่มเติมได้ที่นายยุทธนา เครือ  
หาญชาญพงศ์ วิศวกรการเกษตรชำนาญ  
การพิเศษ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม  
กรมวิชาการเกษตร โทรศัพท์ 08-9212-  
4183.

ภาพผนวก 3.1 เครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีดใช้ลมช่วย ในหนังสือพิมพ์เดลินิวส์

ฉบับวันที่ 14 มีนาคม 2565

**หน้ามองฟ้า เกษียณดิน**

**เครื่องพ่นกำจัดหนอนข้าวโพด**

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด แมลงศัตรูพืชตัวนี้เข้ามามีบทบาทครั้งแรกในไทยเมื่อปลายปี 2561 นอกจากจะมีเกษตรกรเข้าทำลายข้าวโพดได้ทุกช่วงการเจริญเติบโต โดยตัวหนอนจะกัดกินอยู่ในยอดข้าวโพด ทำให้เกษตรกรไม่สามารถฟันสารถ้าจัดให้โดนตัวหนอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้เกิดการระบาดรุนแรง จนทำให้บางพื้นที่มีผลผลิตเสียหายกว่า 70%

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ได้ร่วมกันศึกษาวิจัย ออกแบบเครื่องพ่นสารเคมีหรือสารชีวภัณฑ์ ให้เป็นละอองฝอยเพื่อให้โดนหนอนกระทู้ลายจุดให้มากที่สุด

ทำให้ได้เครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีดชนิดใช้แรงลมช่วย ช่วยกระจายละอองฝอยของสารที่ออกจากหัวฉีดไปโดนตัวหนอนที่หลบซ่อนอยู่ในกรวยใบหรือใต้ใบได้โดยตรง โดยอาศัยหลักการของลมช่วยให้เกิดการพลิกของใบข้าวโพด ทำให้สารออกฤทธิ์สามารถแทรกซอนบริเวณใต้ใบพืชและในกรวยข้าวโพดได้โดยง่าย...ซึ่งการใช้แรงลมช่วยนี้ไม่มีในเครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีดที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน จึงสามารถกล่าวได้ว่าเป็นเครื่องแรกที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

สามารถพ่นได้รวดเร็วชั่วโม่งละ 20 ไร่ ฉีดพ่นได้ตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 7 วันไปจนถึงติดฝัก

นอกจากนี้ยังใช้น้ำน้อย ละอองสารมีความสม่ำเสมอ อัตราการพ่นที่น้อยกว่าทำให้ปฏิบัติงานได้รวดเร็ว

สามารถลดจำนวนครั้งในการผสมและการเดินสาร เมื่อเทียบในปริมาณน้ำในถังพ่นสารที่เท่ากัน เครื่องพ่นสารแบบใช้ลมช่วยสามารถพ่นได้พื้นที่มากกว่าถึง 2 เท่า ช่วยลดการใช้น้ำในการพ่นสารได้มากกว่า 60% ลดปริมาณสารลงได้ 20% และจากการทำงานที่รวดเร็วยังช่วยลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถแทรกเตอร์ได้มากกว่า 30%

ขณะนี้ได้มีการนำเครื่องพ่นสารแบบคานหัวฉีดชนิดใช้แรงลมมาดัดแปลงนำไปใช้กำจัดศัตรูพืชในนาข้าว ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ทานตะวัน ปัจจุบันมีบริษัทเอกชนได้รับต้นแบบจากกรมวิชาการเกษตร นำไปผลิตในเชิงพาณิชย์เพื่อให้กระจายไปสู่เกษตรกรได้อย่างกว้างขวางแล้วผู้ที่สนใจสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ นายยุทธนา เครือหาญ ชาญพงศ์ วิศวกรการเกษตรชำนาญการพิเศษ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร โทร. 08-9212-4183.

**ส-เล-เท**

ภาพผนวก 3.2 เครื่องพ่นกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดในหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ  
ฉบับวันที่ 18 มีนาคม 2565