ประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) สำหรับการพ่นสาร ป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในข้าว

The Efficacy of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Controlling Rice Dirty Panicle Disease

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท [1/,*] วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร [1/] นลินา ไชยสิงห์ [1/] สุชาดา สุพรศิลป์ [1/]
Pruetthichat Punyawattoe [1/,*] Woravit Sutjaritthammajariyangkun [1/] Nalina Chaiyasing [1/]
Suchada Supornsin [1/]

Received 24 Nov 2018/Revised 15 Jan 2019/Accepted 26 Mar 2019

ABSTRACT

The efficacy of UAV for controlling dirty panicle disease in paddy field was investigated in Suphanburi province from August 2017 to October 2017. Field studies were conducted using the colorimetric method on two different rice growth stages: heading stage (74 days after sowing) and flowering stage (91 days after sowing). Spray deposition and spray drift deposition on the ground under actual working conditions were studied and compared with normal spray application. Application with UAVs was at the rates of 3.5 and 5 L/rai and the normal spray application by using spray lance was at the rates of 40 and 60 L/rai respectively. Results indicated that UAVs' spray deposition did not differ from that of lance spraying technique, but the drift deposition on the ground of UAVs was 1 m. greater, To evaluate the bio-efficacy of spraying techniques, the effectiveness of fungicides on tebuconazole + trifloxystrobin 50% + 25% WG (Nativo 75 WG) on dirty panicle disease was determined in Suphanburi and Chainat provinces at a dose of 28 g/rai at the heading and flowering stages, respectively. From these trials, it was found that the UAVs had proven to be equally effective as the normal spray application method in the control of dirty panicle disease of rice. The results provide valuable information for further research on UAV pesticide application techniques and the establishment of the standard of spraying tests of UAV in crop field.

Key words: Unmanned aerial application, spray deposition, spray drift deposition, dirty panicle disease in rice

1/ กลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร
Pesticide Application Research Technique Section, Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture
*Corresponding author: pruetthichat@yahoo.com

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) พ่นสารเคมี เพื่อป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างข้าว ใน จ.สุพรรณบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2560 ด้วยวิธี colorimetric method ในข้าวระยะข้าวตั้งท้อง (74 วัน หลังหว่าน) และออกรวง (91 วัน หลังหว่าน) เพื่อเปรียบเทียบการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าว และการปลิวบนพื้นที่นอกเป้าหมาย โดยมีกรรมวิธีการพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตราพ่น 3.5 และ 5 ลิตร/ไร่ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการพ่นของเกษตรกรด้วยก้านพ่นแบบปรับมุมด้านท้าย ที่อัตราพ่น 40 และ 60 ลิตร /ไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า การพ่นสารด้วยเครื่อง UAV มีการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นของเกษตรกรทั้ง 2 อัตรา และเมื่อพิจารณาถึงการปลิวบนพื้นที่นอกเป้าหมายจากการพ่นด้วยเครื่อง UAV ไกลกว่าการพ่นด้วยวิธีการของเกษตรกร 1 เมตร และจากการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างด้วยเครื่องดังกล่าวในแปลงทดลองที่ จ.สุพรรณบุรี และ จ.ชัยนาท โดยการพ่นสาร tebuconazole + trifloxystrobin 50% + 25% WG (Nativo 75 WG) ในข้าวทั้ง 2 ระยะ ที่อัตรา 28 กรัมผลิตภัณฑ์/ไร่ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ผลการทดลองพบว่า การพ่นด้วยเครื่อง UAV มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างเทียบเท่ากับวิธีการพ่นของเกษตรกร ผลจากการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและเป็นการสร้างมาตรฐานเพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยเครื่อง UAV

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ, การตกค้างของละอองสาร, การปลิวของละอองสาร, โรคเมล็ดด่างในข้าว

บทนำ

โรคเมล็ดด่าง (dirty panicle disease) เป็นโรคที่มีความสำคัญโรคหนึ่งของข้าว เกิดจากเชื้อราหลายชนิด เช่น *Curvularia lunata* (Wakk) Boed., *Cercospora oryzae* I. Miyake, *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan. เป็นต้น พบมากในพื้นที่นาชลประทาน ทุกภาคของประเทศ การเข้าทำลายของเชื้อรามักเกิดในช่วงดอกข้าวเริ่มโผล่จากกาบหุ้มรวง จนถึงระยะเมล็ดข้าวเริ่มเป็นน้ำนม และอาการเมล็ดด่าง จะปรากฏเด่นชัดในระยะใกล้เก็บเกี่ยว เมื่อเกิดการระบาดจะทำให้ผลผลิตข้าวลดลง เป็นสาเหตุที่ทำให้ข้าวมีคุณภาพต่ำและแตกหักง่าย จึงทำให้เกษตรกรขายข้าวเปลือกได้ในราคาต่ำ (พากเพียรและคณะ, 2550) การแก้ปัญหาของเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว และง่ายในการปฏิบัติเมื่อเปรียบเทียบกับการป้องกันกำจัดวิธีการอื่น ๆ (Wongcharoen, 2013) การพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในประเทศไทย นิยมพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้าย (Spray lance) โดยทำการพ่นใน 2 ระยะ ได้แก่ ในระยะข้าวตั้งท้องและออกรวง (กรมการข้าว, 2561) เกษตรกรส่วนใหญ่พ่นสารอยู่ที่อัตรา 40-60 ลิตร/ไร่ ขึ้นกับระยะการเจริญเติบโต ความยากง่ายในการเดินพ่นของแต่ละแปลง ขนาดหัวฉีด การปรับแรงดันเครื่องพ่นสาร รวมทั้งทักษะการพ่นของแต่ละบุคคล (Punyawattoe, 2013) อย่างไรก็ตามปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีทักษะในการพ่นสาร ปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำในบางพื้นที่ ตลอดจนปัญหาสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน เป็นแรงกระตุ้นให้เกษตรกร ผู้รับจ้างพ่นสาร ตลอดจนบริษัทเคมีเกษตรต่าง ๆ สนใจ

ในการนำเทคโนโลยี ตลอดจนเครื่องพ่นสารชนิดใหม่เข้ามาเพื่อทดแทนวิธีการพ่นแบบเดิม

ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ประกอบด้วยคานหัวฉีดแบบแรงดันของเหลว เป็นเครื่องพ่นสารอีกชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ และเข้ามามีบทบาทในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในข้าว (Xue *et al*., 2008 และ Qin *et al*., 2016) สำหรับในประเทศไทยได้เริ่มมีผู้ประกอบการเคมีเกษตร เกษตรกร และผู้รับจ้างพ่นสารหลายรายนำเครื่องพ่นชนิดนี้เข้ามาใช้ในการพ่นสารเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูข้าว ซึ่งส่วนใหญ่นำเข้ามาพ่นโดยปราศจากการทดสอบประสิทธิภาพ จึงทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในหลาย ๆ ประเด็น เช่น อัตราพ่นที่เหมาะสม การปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมาย ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด ความเป็นพิษต่อพืชปลูก เป็นต้น ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าว และการปลิวของละอองสารจากการพ่นด้วยเครื่อง UAV เปรียบเทียบกับวิธีการพ่นของเกษตรกร รวมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืชแนะนำ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารละลายสีบนส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าว และการปลิวของละอองบนพื้นที่นอกเป้าหมายด้วยวิธี Colorimetric method

1.1 เตรียมแปลงทดลองและแผนการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงข้าวพันธุ์ปทุมธานี ที่ อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี ในระยะข้าวตั้งท้อง (71 วัน หลังหว่าน) และออกรวง (91 วัน หลังหว่าน) โดยแบ่งแปลงทดลองเป็นแปลงย่อยขนาด 8 x 15 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 20 เมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารละลายสี Kingkol tartrazine ด้วยเครื่อง UAV ยี่ห้อ DJI รุ่น DJI 1 – 9046-002G, DJI Co., Ltd., ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ขนาดความจุถัง 6 ลิตร ติดตั้งคานหัวฉีดโดยใช้หัวฉีดแบบพัด จำนวน 4 หัว (ประกอบในประเทศไทย) (Figure 1) อัตราพ่น 3.5 ลิตร/ไร่ (UAV 3.5)

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยด้วยเครื่อง UAV เช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 1 อัตราพ่น 5 ลิตร/ไร่ (UAV 5)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารละลายสี Kingkol tartrazine ด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้) ยี่ห้อ Maruyama รุ่น MS 073D, Maruyama Co., Ltd., ประเทศญี่ปุ่น ขนาดความจุถัง 25 ลิตร ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายความยาว 70 เซนติเมตร (Figure 2) อัตราพ่น 40 ลิตร/ไร่ (MKS 40)

กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง เช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 3 อัตรา พ่น 60 ลิตร/ไร่ (MKS 60)

ในการทดลองนี้การพ่นสารละลายสี Kingkol tartrazine ด้วยเครื่อง UAV ทั้ง 2 กรรมวิธี โดย UVA บินพ่นสูงจากต้นข้าวประมาณ 2 เมตร ส่วนการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลัง แบบแรงดันน้ำสูงจะพ่นสูงจากต้นข้าวประมาณ 0.5 เมตร ซึ่งเป็นการปฏิบัติของเกษตรกร สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีได้แสดงไว้ใน Table 1 ก่อนทำการทดลองจะตรวจวัดสภาพอากาศ ได้แก่ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้น

Figure 1 The Unmanned Aerial Vehicle (UAV) used in the experiments

Figure 2 The motorised knapsack sprayer used in the experiments

Table 1 Application parameters used in the experiments

	UAV		Motor knapsack sprayer	
	UAV 3.5	**UAV 5**	**MKS 40**	**MKS 60**
Rotor	6	6	-	-
Nozzle type	Fan type (XR11001)	Fan type (XR11001)	Adjustable cone 1.2 mm installed with spray lance	Adjustable cone 1.2 mm installed with spray lance
VMD (m)	160	160	212	212
Numbers of nozzle	4	4	1	1
Pressure (bar)	3	3	5	5
Flow rate nozzle	0.33 L/min	0.33 l L/min	2.1 L/min	2.1 l L/min
Spray angle	0^0 on vertical direction	0^0 on vertical direction	45^0 on horizontal direction	45^0 on horizontal direction
Swath width (m)	4	4	4	4
Working width (m)	8 m in total; divided into 2 sections of 4 m each		8 m in total; divided into 2 sections of 4 m each	
Working height (m)	2	2	0.5	0.5
Travelling speed	178 m/min	89 m/min	21 m/min	14 m/min
Tank capacity (L)	6	6	25	25
Application rate (L/rai)	3.5	5	40	60
Application technique	Very low volume application	Very low volume application	Medium volume application	Medium volume application

1.2 การศึกษาปริมาณการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าว

ใช้สารละลายสี Kingkol tartrazine เป็นตัวแทนสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในอัตรา 300 กรัม/ไร่ พ่นตามกรรมวิธีข้อ 1.1 ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้สารละลายสีแห้งแล้ว เก็บตัวอย่างต้นข้าวทุกระยะ 1 เมตร นับจากขอบแปลง ดังนั้น ใน 1 แปลงย่อย จะเก็บต้นข้าวทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ๆ ละ 5 ต้น รวมตัวอย่างที่เก็บ 40 ต้น/แปลงย่อย รวม 200 ตัวอย่าง/กรรมวิธี ในระยะข้าวตั้งท้องจะเก็บตัวอย่างใบ และในระยะข้าวออกรวงจะเก็บตัวอย่างรวงข้าว ใส่ตัวอย่างใบหรือรวงข้าวในถุงพลาสติกที่เขียนระบุกรรมวิธี ตำแหน่งและซ้ำไว้แล้ว ปิดถุงให้สนิทและเก็บไว้ในกล่องกันแสงอัลตร้าไวโอเลตเพื่อป้องกันการสลายตัวของสี เมื่อตัวอย่างถึงห้องทดลอง นำตัวอย่างที่ได้มาล้างสีด้วยน้ำสะอาดปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองตะกอนแล้วดูดสารละลายใส่ลงในภาชนะใส่สารตัวอย่าง (cuvette) ขนาด 3 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าความเข้มแสง (Optical density) ด้วยเครื่อง Colorimeter (ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6051, Spectronic Camspec Ltd, ประเทศอังกฤษ) ที่ค่าการดูดกลืนแสง 470 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณปริมาณการตกค้างซึ่งจะมีหน่วยเป็นไมโครกรัมของสารละลายของสีต่อใบ (µg/leaf) และรวงข้าว (µg/panicle) ตามลำดับ

1.3 การศึกษาการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมาย

ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้จานเลี้ยงเชื้อติดตั้งบนก้านเหล็กสูงประมาณ 1 เมตร ในข้าวระยะตั้งท้อง และสูงประมาณ 1.5 เมตร ในระยะข้าวออกรวง โดยวางจานตัวอย่างทุกระยะ 1 เมตร เป็นระยะทาง 10 เมตร ทั้งด้านเหนือลมและใต้ลม ดังนั้น ใน 1 แปลงย่อย จะวางตัวอย่างทั้งหมด 20 ตำแหน่ง รวม 100 ตัวอย่างต่อกรรมวิธี หลังจากนั้นพ่นสารละลายของสีตามกรรมวิธีสำหรับการเก็บรักษาตัวอย่างและวิเคราะห์ใช้วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 1.1 ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครกรัมของสารละลายสีที่ตกค้างต่อพื้นที่ 1 ตร.ซม. ของจานเลี้ยงเชื้อ (µg/cm^2) ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทั้งด้านเหนือลม และใต้ลม

หลังการทดสอบและวิเคราะห์ผลจะเลือกอัตราพ่นที่เหมาะสมเพียงอัตราเดียวจากการพ่นด้วยเครื่อง UAV มาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพด้วยสารป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในข้าว เปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกรอีกครั้งในแปลงทดลอง

2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชในการป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในข้าว

2.1 แปลงทดลองและแผนการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงข้าวพันธุ์ปทุมธานี ที่ อ. ศรีประจันต์ จ. สุพรรณบุรี และที่ อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท โดยแบ่งแปลงทดลองเป็นแปลงย่อยขนาดแปลงย่อย 8 x 15 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลง 20 เมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยเครื่อง UAV อัตราพ่นที่ได้จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง อัตราพ่น 40 ลิตร/ไร่ (MKS 40)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง อัตราพ่น 60 ลิตร/ไร่ (MKS 60)

กรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีไม่พ่นสาร

ทำการพ่นสาร tebuconazole + trifloxystrobin 50% + 25% WG (Nativo 75 WG) อัตรา 28 กรัม/ไร่ ตามกรรมวิธี จำนวน 2 ครั้ง ระยะข้าวตั้งท้อง (71 วัน หลังหว่าน) และ

ออกรวง (91 วัน หลังหว่าน) หลังจากนั้นทำการประเมินความรุนแรงของโรคเมล็ดด่างแต่ละแปลงก่อนการเก็บเกี่ยวหนึ่งสัปดาห์ โดยสุ่มเก็บรวงข้าวในแนวเส้นทแยงมุมสองทิศทางของแปลงจำนวน 20 จุด ๆ ละ 5 รวง รวม 100 รวง/แปลงย่อย หลังจากนั้นนำข้าวแต่ละรวงไปแยกนับเมล็ดข้าวที่ปกติและเป็นโรคเมล็ดด่าง จากนั้น นำผลที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวที่เป็นโรคเมล็ดด่าง นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปริมาณการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าวและการศึกษาการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมายด้วยวิธี Colorimetric method

ระหว่างทำการทดลองความเร็วลมมีค่าค่อนข้างคงที่ คือ มีความเร็วลมเฉลี่ย 0.2-1.0 เมตร/ต่อวินาทีอุณหภูมิเฉลี่ย 24 ± 2°ซ. และความชื้นสัมพัทธ์ (RH %) มีค่าเฉลี่ย 73 ± 2% ซึ่งเป็นสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการพ่นสาร (Miller *et al*., 2018)

1.1 ปริมาณการตกค้างของละอองสาร Kingkol tartrazine **บนต้นข้าว**

ผลการทดลองพ่นสารละลายสี Kingkol tartrazine ด้วยเครื่อง UAV อัตรา 3.5 และ 5 ลิตร/ไร่ และด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 40 และ 60 ลิตร/ไร่ ในระยะข้าวตั้งท้อง พบการตกค้างของละอองสารบนใบข้าวเฉลี่ย 2.32, 2.30, 2.50 และ 2.66 ไมโครกรัม/ใบ ตามลำดับ และในระยะข้าวออกรวง การพ่นด้วยเครื่อง UAV อัตรา 3.5 และ 5 ลิตร/ไร่ และด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงอัตรา 40 และ 60 ลิตร/ไร่ พบการตกค้างของละอองสารบนรวงข้าวเฉลี่ย 1.82, 1.98, 1.92 และ 2.02 ไมโครกรัม/รวงข้าว ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งการตกค้างของละอองสารที่เกิดจากการพ่นสารทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งระยะข้าวตั้งท้องและออกรวง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Cunningham and Harden, (1999), Matthews, (2014) และ Qin *et al*., (2016) ที่พบว่า การพ่นสารในระบบน้ำน้อยมากที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 0.8-8 ลิตร/ไร่ ดังเช่น การพ่นด้วยเครื่อง UAV ถึงแม้สารที่ผสมในการพ่นมีความเข้มข้นสูง แต่มีลมที่ผลิตจากใบพัดของเครื่องช่วยในการนำพาละอองสารเข้าสู่เป้าหมายได้ดี เมื่อเทียบกับการพ่นแบบน้ำปานกลางที่ใช้อัตราพ่นระหว่าง 32-96 ลิตร/ไร่ ด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง สำหรับการทดลองนี้การใช้ปริมาณสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ในอัตราที่เท่ากันทุกกรรมวิธี แม้จะใช้อัตราพ่นที่น้อยกว่าด้วยเครื่อง UAV หรือจะใช้ในอัตราที่สูงด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูง ก็ไม่ได้ทำให้ผลการตกค้างของละอองสารต่างกัน แต่การพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงที่ผลิตละอองสารที่มีขนาดโตมากกว่า 200 ไมครอน เมื่อละอองสารไปปะทะกับส่วนใดส่วนหนึ่งบนต้นข้าวแล้วจะเกิดการรวมตัวของละอองสารและไหลลงสู่พื้นดินได้ง่าย ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การพ่นในอัตราที่สูงแล้วพบการตกค้างของละอองสารบนเป้าหมายไม่ต่างจากการพ่นในอัตราพ่นที่ต่ำกว่า

1.2 การปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมาย

เนื่องจากการพ่นด้วยเครื่อง UAV พ่นจากด้านบนเหนือเป้าหมาย ลมที่ผลิตจากเครื่องเป็นในลักษณะที่พัดจากด้านบนลงมา จึงทำให้ละอองสารถูกพัดจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง ในขณะที่การพ่นของเกษตรกรเป็นในลักษณะการเดินส่ายก้านฉีดไปด้านหน้า ทำให้ละอองสารบางส่วนปลิวออกทางด้านข้าง นอกพื้นที่เป้าหมาย ในการทดลองนี้

Table 2 Average spray deposition among spray application techniques of different growth stages of rice

Treatment	Average spray deposition	
	Heading stage (µg/leaf)	Flowering stage (µg/panicle)
1. UAV 3.5	2.32 [1/]	1.82
2. UAV 5	2.30	1.98
3. MKS 40	2.50	1.92
4. MKS 60	2.66	2.02
CV (%)	14.18	12.15

[1/] Mean in the same column followed by a common letter are not signicantly different at 5% level by DMRT

เครื่อง UAV บินพ่นอยู่เหนือต้นข้าวเพียง 2 เมตร พบว่า การปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมายที่สามารถตรวจวัดได้ไกลที่สุด คือ ที่ระยะห่างจากแนวพ่นเพียง 4 เมตร ขณะที่ระยะที่เกิดจากการพ่นด้วยกรรมวิธีของเกษตรกรการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมายที่สามารถตรวจวัดได้ไกลที่สุด 3 เมตร (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ (*Xue et al*., 2014) ที่พบว่าการพ่นด้วยเครื่อง UAV สูงจากต้นข้าวประมาณ 3 เมตร ที่ความเร็วลมในพื้นที่ต่ำกว่า 1 เมตร/วินาที พบการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมายระยะไกลที่สุดไม่เกิน 4 เมตร จากแนวพ่นสุดท้าย

2. ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชในการป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในข้าว

ผลจากการทดลองที่ 1 พบว่า การพ่นสารด้วยเครื่อง UAV อัตรา 3.5 ลิตร/ไร่ มีการตกค้างของละอองสารบนใบและรวงข้าว และการปลิวของละอองสารบนพื้นที่นอกเป้าหมาย ไม่แตกต่างจากการพ่นด้วยเครื่อง UAV ที่อัตรา 5 ลิตร/ไร่ การทดลองนี้จึงเลือกอัตรา 3.5 ลิตร/ไร่ มาใช้พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชในแปลง ผลการทดลองทางด้านประสิทธิภาพทั้ง 2 พื้นที่ คือที่ จ.สุพรรณบุรี และ จ.ชัยนาท สอดคล้องกัน กล่าวคือ ในแปลงทดลอง จ.สุพรรณบุรี กรรมวิธีที่พ่นด้วยสาร tebuconazole + trifloxystrobin 50% + 25% WG (Nativo 75 WG) อัตรา 28 กรัม/ไร่ โดยใช้เครื่อง UAV พบเมล็ดข้าวที่เป็นโรคเมล็ดด่างเฉลี่ย 12.90% ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง อัตราพ่น 40 และ 60 ลิตร/ไร่ ที่มีพบเมล็ดข้าวเป็นโรคเมล็ดด่างเฉลี่ย 12.44 และ 9.96% ตามลำดับ (Table 4) แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารที่มีเมล็ดข้าวที่เป็นโรคเมล็ดด่างเฉลี่ย 31.63% สำหรับในแปลงที่ จ.ชัยนาท กรรมวิธีที่พ่นด้วยสารชนิดเดียวกันโดยเครื่อง UAV มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวที่เป็นโรคเมล็ดด่างเฉลี่ย 18.90% ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง อัตราพ่น 40 และ 60 ลิตร/ไร่ ที่พบเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวที่เป็นโรคเมล็ดด่างเฉลี่ย 23.23 และ 19.62% ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวที่เป็นโรคเมล็ดด่างเฉลี่ย 42.65% และไม่พบอาการเป็นพิษของสารทดลองต่อต้นข้าวจากการพ่นสารในทุกกรรมวิธี (Table 5)

Table 3 Average spray drift deposition among spray application techniques at different evaluation zones

Treatment	Evaluation zone (m from last swath width)									
	Spray drift deposition (μg/cm^2)									
	Upwind (m)					Downwind (m)				
	1	2	3	4	5-10	1	2	3	4	5-10
Heading stage										
1. UAV 3.5	1.05	0.39	0.07	0.02	- [1/]	1.23	0.45	0.07	0.03	-
2. UAV 5	0.95	0.33	0.04	-	-	1.42	0.48	0.15	0.02	
3. MKS 40	0.56	0.34	-	-	-	0.56	0.06	0.15		
4. MKS 60	0.59	0.14	-	-	-	0.47	0.13	0.03		
Flowering stage										
1. UAV 3.5	1.23	0.60	0.11	0.02	-	0.93	0.35	0.04	0.04	
2. UAV 5	1.22	0.51	0.05	-	-	1.10	0.54	0.08		
3. MKS 40	0.34	0.04	-	-	-	0.84	0.48	0.08		
4. MKS 60	0.72	0.06	-	-	-	0.63	0.12	-		

[1/] Not detected.

Table 4 Comparison of seed infected by dirty panicle disease (%) among spray application techniques when sprayed with tebuconazole + trioxystrobin 50% + 25% WG (Nativo 75 WG) at Suphanburi province

Treatment	Application rate (g product/rai)	Seed infected by dirty panicle disease (%)
1. UAV 3.5	28	12.90 a [1/]
2. MKS 40	28	12.44 a
3. MKS 60	28	9.96 a
4. Untreated	-	31.63 b
CV (%)		18.37

[1/] Mean in the same column followed by a common letter are not signicantly different at 5% level by DMRT

Table 5 Comparison of seed infected by dirty panicle disease (%) among spray application techniques when sprayed with tebuconazole + trifloxystrobin 50% + 25% WG (Nativo 75 WG) at Chainat province

Treatment	Application rate (g product/rai)	Seed infected by dirty panicle disease (%)
1. UAV 3.5	28	18.90 a[1/]
2. MKS 40	28	23.23 a
3. MKS 60	28	19.62 a
4. Untreated	-	42.65 b
CV (%)		23.60

[1/] Mean in the same column followed by a common letter are not signicantly different at 5% level by DMRT

การพ่นสารด้วยเครื่อง UAV เป็นการพ่นสารในระบบน้ำน้อยมาก สารป้องกันกำจัดโรคพืชที่ผสมในการพ่นด้วยเครื่องชนิดนี้จึงมีความเข้มข้นสูงเมื่อเทียบกับการผสมสารพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร ดังนั้น เมื่อพ่นสารในอัตราของสารออกฤทธิ์ที่เท่ากันในพื้นที่ จึงทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Qin *et al.* (2018) ที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างในข้าวโพดด้วยสาร triadimefon 44%SC อัตรา แนะนำที่ 450 กรัม/เฮกแตร์ จากการพ่นด้วยเครื่อง UAV ที่อัตราพ่น 15 ลิตร/เฮกแตร์ เปรียบเทียบกับเครื่องพ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงที่อัตราพ่น 300 ลิตร/เฮกแตร์ ผลการทดลองพบว่า การพ่นด้วยระบบน้ำน้อยมากด้วยเครื่อง UAV มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างในข้าวโพดได้ดีเทียบเท่าการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันน้ำสูงของเกษตรกร นอกจากนี้ ได้ทำการทดลองพ่นด้วยเครื่อง UAV โดยลดอัตราสารลงมา 20% จากอัตราแนะนำที่ 450 กรัม/เฮกแตร์ เป็น 360 กรัม/เฮกแตร์ การทดลองพ่นด้วยเครื่อง UAV ก็ยังคงมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างในข้าวโพดเทียบเท่ากับการพ่นด้วยเครื่องพ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่น 300 ลิตร/เฮกแตร์ อย่างไรก็ตามการพ่นด้วยระบบน้ำน้อยมากเป็นการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความเข้มข้นสูง ดังนั้น ก่อนการนำมาพ่นในสภาพไร่ ควรเลือกสูตรของสาร (formulation) ที่มีข้อมูลคำแนะนำหรือผ่านการทดสอบเรื่องความเป็นพิษต่อต้นข้าวมาแล้วมาใช้ สำหรับสูตรของสารบางสูตรที่มีความเสี่ยงในเรื่องความเป็นพิษต่อพืช เช่น EC หรือ WP ควรต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ นอกจากนี้ สูตรของสารบางสูตร เช่น WP ในกรณีที่ผสมน้ำน้อยก่อให้เกิดการตกตะกอน จนทำให้อุดตันหัวฉีดหรือในกรณีที่ใช้ในอัตราสูงมากจะเกาะตัวเป็นชั้น จนไม่สามารถพ่นสารละลายออกมาได้

สรุปผลการทดลอง

การพ่นสารด้วยเครื่อง UAV มีการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าวที่ตำแหน่งต่าง ๆ ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการพ่นของเกษตรกรทั้ง 2 อัตรา และการปลิวบนพื้นที่นอกเป้าหมายจากการพ่นด้วยเครื่อง UAV ไกลกว่าการพ่นด้วยวิธีการของเกษตรกร 1 เมตร นอกจากนี้ เครื่อง UAV มีประสิทธิภาพในการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในแปลงทดลองที่ จ.สุพรรณบุรี และ จ.ชัยนาท ในข้าวระยะตั้งท้องและออกรวง เทียบเท่าวิธีการพ่นของเกษตรกร แต่การใช้ UVA สามารถประหยัดน้ำ ลดแรงงานคน และเกษตรกร

มีความปลอดภัยไม่ต้องสัมผัสกับสารเคมี ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นคำแนะนำ และเป็นแนวทางในการวางมาตรฐานการพ่นสารด้วยอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย รวมทั้งเป็นข้อมูลในการพัฒนาสู่การอารักขาพืชแม่นยำสูง (Precision Crop Protection) ที่สอดคล้องกับนโยบายเกษตร 4.0 ของประเทศ

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณจำรูญ ศุภผล คุณวสรรณ์ ผลพฤกษา และคุณชัยวุฒิ สิงห์ดวง ฝ่ายวิชาการ กลุ่มธุรกิจ ไบเออร์ ครอปซายน์ บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด ผู้ให้ความอนุเคราะห์เครื่อง UAV แปลงทดสอบ และช่วยเหลืองานวิจัย และขอขอบคุณ คุณสมคิด พันธ์ดี และคุณปรีดี รักงาม กลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ผู้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลและช่วยเหลืองานด้านเทคนิคในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. คู่มือการจัดการด้านการผลิต.(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://www.ricethailand.go.th/rkb/manual/index.php-le=data__012-rice__012__manual__003.html สืบค้น 3 พฤษภาคม 2561

พากเพียร อรัญนารถ, นงรัตน์ นิลพานิชย์ และรัศมี ฐิติเกียรติพงศ์. 2550. การใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างของข้าว. *ว. วิชาการข้าว*. 1: 21-28.

Cunningham, G.P. and J. Harden. 1999. Sprayers to reduce spray volumes in mature citrus trees. *Crop Prot*. 18: 275-281.

Matthews, G.A. 2014. *Pesticide Application methods*. 4th Ed. Blackwell Science. 432 pp.

Miller, D.R., T.E. Stoughton, W. E. Steinke, E.W. Huddleston and J. B. Ross. Atmospheric stability effects on pesticide drift from an irrigated orchard. Available at: http://www.prairieswine.com/pdf/2983.pdf . Accessed: 23 Oct, 2018.

Punyawattoe, P. 2013. *Rational insecticide application techniques for control of Nilaparvata lugens Stal in paddy fields*. Ph.D. Thesis, Nanjing Agricultural University. 119 pp.

Qin, W.C., B.J., Qiu, X.Y. Xue, C. Chen, Z.F. Xu, and Q.Q. Zhou. 2016. Droplet deposition and control effect of insecticides sprayed with an unmanned aerial vehicle against plant hoppers. *Crop Prot.* 85: 79-88.

Qin, W.C., X.Y. Xue, S.M. Zhang, W. Gu, and B.K. Wang. 2018. Droplet deposition and efficiency of fungicides sprayed with small UAV against wheat powdery mildew. *Int. J. Agric & Biol.* Eng. 11(2): 27-32.

Wongcharoen, A. 2013. Effect of fungicides on the growth of rice pathogenic fungi. *Khon Kaen Agr. J.* 41(1): 527-531.

Xue, X.Y., J. Liang, and X.M. Fu. 2008. Prospect of aviation plant protection in China. *Chin. Agric. Mech.* 5: 72-74.

Xue, X., K. Tu, W. Qin, Y. Lan, and H. Zhang. 2014. Drift and deposition of ultra-low altitude and low volume application in paddy field. Int. *J. Agric. Biol. Eng*. 7: 23–28.