เทคนิคการพ่นสารป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown plant hopper); *Nilaparvata lugens* Stal ในนาข้าว

Insecticide Application Techniques for Control of *Nilaparvata lugens* Stal In Paddy Fields

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สิริกัญญา ขุนวิเศษ สุภางคนา ถิรวุธ
สุชาดา สุพรศิลป์ นลินา พรมเกษา สรรชัย เพชรธรรมรส สิริวิภา พลตรี
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

รายงานความก้าวหน้า

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างวิธีการพ่นสารแบบต่างๆ ในนาข้าวทั้งสามแบบ ได้แก่ แบบแรกพ่นแบบเกษตรกรในพื้นที่ แบบที่สองพ่นตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งทั้งสองแบบใช้เครื่องพ่นสารสองชนิด ได้แก่ พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายที่ติดตั้งหัวฉีดกรวยกลวง และพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงลม เปรียบเทียบกับแบบที่สามที่พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง ประกอบคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวงรุ่น 1299-08 Lilac และแบบพัด รุ่น XR 11001VS การเปรียบเทียบประสิทธิภาพใช้การพ่นสารละลายของสี kingkol tartrazine 1% ในการวัดความหนาแน่นและการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าว ในข้าว 2 ระยะการเจริญเติบโตคือข้าวอายุ 30 และ 60 วันหลังหว่าน ผลการทดลองพบว่าการพ่นแบบที่สามด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดที่เหมาะสมกับระยะการเจริญเติบโตของข้าว (ข้าวอายุ 30 วันหลังหว่านใช้หัวฉีดแบบกรวยกลวง และข้าวอายุ 60 วันหลังหว่านใช้หัวฉีดแบบพัด) เป็นวิธีการพ่นที่ให้ความหนาแน่นและการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นเป้าหมายคือบริเวณส่วนล่างหรือโคนของต้นข้าวสูงกว่าวิธีการพ่นอื่นๆ

รหัสการทดลอง 03-04-54-02-04-01-07-56

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย นอกจากข้าวจะเป็นอาหารหลักของคนไทยแล้ว ข้าวยังเป็นพืชส่งออกที่สำคัญนำรายได้เข้าประเทศเป็นอันดับสองรองจากยางพารา โดยมีมูลค่าการส่งออกในปี 2553 สูงถึง 130,000 ล้านบาท ในปี 2553 มีพื้นที่ปลูกข้าวกว่า 58 ล้านไร่ อย่างไรก็ตามผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศในข้าวนาปีมีเพียง 454.4 กก./ไร่ ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศผู้ส่งออกข้าวอื่นๆ เช่น เวียดนาม และลาว ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ย 803.2 และ 579.2 กก./ไร่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ข้าวมีผลผลิตต่ำก็คือความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช ซึ่งในประเทศไทยแมลงศัตรูพืชที่สำคัญที่สุดที่เข้าทำลายข้าวในทุกระยะการเจริญเติบโตคือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, *Nilaparvata lugen* Stål แมลงชนิดนี้เริ่มระบาดครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปี 2520 จนถึงปัจจุบัน (ปรีชา, 2545) ซึ่งสถานการณ์ล่าสุด กรมการข้าวรายงานว่าในปี 2552-2553 มีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากกว่า 10 จังหวัด พื้นที่ความเสียหายกว่า 1 ล้านไร่ (กรมการข้าว, 2556) จากสถานการณ์การระบาดอย่างรุนแรงของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องใช้วิธีการต่างๆ ในการป้องกันกำจัด ซึ่งวิธีการที่เป็นที่นิยมมากที่สุดคือการพ่นสารฆ่าแมลง เนื่องจากเป็นวิธีการที่รวดเร็วและง่ายที่สุดในการปฏิบัติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการป้องกันกำจัดอื่นๆ

การพ่นสารป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลส่วนใหญ่ในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ระบบ ได้แก่ พ่นแบบน้ำน้อยด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงลมด้วยหัวฉีด Wizza และแบบดั้งเดิมด้วยหัวฉีดที่ติดมากับเครื่องพ่น ที่อัตรา 20-25 ลิตร/ไร่ ส่วนอีกระบบคือการพ่นสารแบบน้ำมากโดยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง แบบลากสายหรือแบบสะพายหลังประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นที่ด้านท้ายติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวงในอัตราแนะนำที่ 60-80 ลิตร/ไร่ และอัตราการพ่นของเกษตรกรซึ่งมีการพ่นในอัตราพ่นที่สูงคือมากกว่า 120 ลิตร/ไร่ ในทางปฏิบัติ การพ่นสารด้วยเครื่องมือเหล่านี้มีข้อจำกัดในแง่การให้ความสม่ำเสมอและการแพร่กระจายของละอองสารในทรงพุ่มของต้นข้าว (Pojananuwong et al., 1997) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณโคนต้นข้าวซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่เป้าหมาย ที่ซึ่งเป็นที่อาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการพ่นสารขึ้นอยู่กับทักษะและความตั้งใจของผู้พ่นแต่เพียงอย่างเดียว (Pojananuwong et al., 1997, 1999, 2001; และดำรงและคณะ, 2551) นอกจากนี้จากการสังเกตของทางคณะผู้วิจัยพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ละเลยในเรื่องความปลอดภัยในระหว่างพ่นสาร เกษตรกรไม่นิยมชุดป้องกันสารและพ่นสารโดยไม่คำนึงถึงทิศทางในการพ่นและทิศทางลมซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้พ่นได้ จากการรายงานของกระทรวงสาธารณสุขระหว่างปี 2548-2554 พบว่าแนวโน้มเกษตรกรที่ป่วยจากสาเหตุจากสารฆ่าแมลงมีอัตราที่เพิ่มขึ้น (MOPH, 2011a และ 2011b) จากข้อมูลที่ได้รับชี้ให้เห็นว่า มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาเทคนิคหรือเครื่องพ่นสารที่ปลอดภัยต่อผู้พ่นสู่เกษตรกรและผู้รับจ้างพ่นยา นอกจากนี้คณะผู้วิจัยพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่พ่นสารฆ่าแมลงตามสารฆ่าแมลงที่แนะนำนอกจากนี้เกษตรกรละเลยหรือไม่มีความรู้ความเข้าใจในการพ่นโดยสลับกลุ่มสาร ตามการจัดกลุ่มสารตามกลไกการเข้าทำลาย (mode of action) ของ IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) จึงเป็นสาเหตุให้แมลงเกิดความต้านทานอย่างรวดเร็วต่อสารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆ (IRAC, 2012) ในปัจจุบันเมื่อคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้พ่น ค่าแรงงาน ค่าสารฆ่าแมลง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ

ในแง่ของการลงทุน เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งที่กระตุ้นให้เกษตรกรเพิ่มการลงทุนในการที่จะพัฒนาเทคนิคหรือเครื่องมือ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดและแก้ไขปัญหาต่างๆ เหล่านี้

เครื่องพ่นสารชนิดคานประกอบหัวฉีด (boom sprayer) เป็นอีกเครื่องพ่นสารที่น่าจะนำเอามาใช้เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกร เนื่องจากเครื่องพ่นสารชนิดนี้ให้ผลดีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในพืชไร่หลายชนิด ทำงานได้รวดเร็วและมีความปลอดภัยต่อผู้พ่นสูง (Nuyttens et al., 2004a และ 2004b; จีรนุชและคณะ, 2551; พฤทธิชาติและคณะ, 2551) อย่างไรก็ตามยังคงขาดการทำการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องพ่นสารชนิดนี้ในนาข้าว จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาเทคนิคการพ่นสารโดยใช้เครื่องมือชนิดนี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ยั่งยืนเพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลัง แบบแรงดันน้ำสูง (Motorized hydraulic knapsack sprayer) ยี่ห้อ Maruyama รุ่น MS 073D, Maruyama Co., Ltd, ประเทศญี่ปุ่น ขนาดความจุถัง 25 ลิตร ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นที่ด้านท้าย (Spray lance) ความยาว 70 ซม. (รูปที่ 1ก)
2. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงลม (Motorized Knapsack mist-blower sprayer ยี่ห้อ Solo รุ่น 40123, Solo Kleinmotoren GmbH ประเทศเยอรมนี ขนาดความจุถัง 12 ลิตร ความยาวท่อลม 50 ซม. (รูปที่ 1ข)
3. คานหัวฉีดอลูมิเนียม (Boom sprayer) ขนาดความยาว 4 ม. (ไม่รวมแขนจับ) พร้อมชุดที่ใช้ติดตั้งหัวฉีดจำนวน 8 หัว ระยะห่างระหว่างหัวฉีด 50 ซม. ที่พัฒนาโดยกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (รูปที่ 1ค)
4. แปลงข้าว
5. สี Kingkol tartrazine
6. หัวฉีดชนิดแรงดันน้ำแบบต่างๆ ได้แก่หัวฉีดแบบกรวยกลวงแบบดั้งเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 และ 2 มม. (รูปที่ 2ก) หัวฉีดแบบกรวยกลวง รุ่น 1299-08 Lilac Hardi International A/S Co., Ltd., ประเทศเดนมาร์ก (รูปที่ 2ข) และหัวฉีดแบบพัด รุ่น XR 11001VS, Spraying System Co., Ltd. ประเทศสหรัฐอเมริกา (รูปที่ 2ค)
7. หัวฉีดชนิดใช้แรงลมแบบ Wizza (รูปที่ 2ง) และหัวฉีดแบบดั้งเดิมที่ติดมากับเครื่อง (รูปที่ 2จ)
8. เครื่องวัดแรงดันน้ำ (pressure gauge)
9. สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว
10. ก้านวัดความเป็นกรดด่าง pH Test Strip DF001
11. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น 42270, Extech Instruments Co., Ltd, ประเทศสหรัฐอเมริกาและเครื่องวัดความเร็วลม รุ่น 271, Davis Instruments Corp, ประเทศสหรัฐอเมริกา
12. แว่นขยาย

13. ชุดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช อุปกรณ์อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ตวงและผสมสาร

วิธีการ

ปี 2556 (การทดลองทางกายภาพ)

ทำการทดลองในแปลงข้าวพันธุ์ปทุมธานี อัตราหว่าน 25 กก./ไร่ ที่อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ทำการทดลองในข้าว 2 ระยะการเจริญเติบโตของข้าวคือที่ระยะ 30 วันหลังหว่าน ที่มีความสูงเฉลี่ย 0.47±0.03 ม. และ 60 วันหลังหว่าน ที่มีความสูงเฉลี่ย 0.76±0.06 ม. ตามลำดับ แบ่งแปลงทดลองเป็นแปลงย่อยขนาด 20 x 12 เมตร ระหว่างแปลงย่อยเว้นแปลงละ 10 เมตร

แผนการวิจัย วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ มี 7 กรรมวิธี ดังนี้

1. พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง (HP) ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นที่ด้านท้าย (Spray lance) ที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. ที่อัตรา 60-80 ลิตร/ไร่ ที่แนวพ่นสาร 2 เมตร ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (HPSL1)
2. พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง (HP) ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นที่ด้านท้าย (Spray lance) ที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. ที่อัตรา 100-130 ลิตร/ไร่ ที่แนวพ่นสาร 3 เมตร ซึ่งเป็นวิธีการพ่นของเกษตรกรในพื้นที่ (HPSL2)
3. พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงลม (MB) ประกอบหัวฉีด Wizza ที่อัตรา 20-25 ลิตร/ไร่ ที่แนวพ่นสาร 4 ม. ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (MBW)
4. พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงลม (MB) ประกอบหัวฉีดแบบดั้งเดิม (Air shear) จากเครื่อง ที่อัตรา 20-25 ลิตร/ไร่ ที่แนวพ่นสาร 4 ม. ซึ่งเป็นวิธีการพ่นของเกษตรกรในพื้นที่ (MBA1)
5. พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงลม (MB) ประกอบหัวฉีดแบบดั้งเดิม (Air shear) จากเครื่อง ที่อัตรา 20-25 ลิตร/ไร่ ที่แนวพ่นสาร 6 ม. ซึ่งเป็นวิธีการพ่นของเกษตรกรในพื้นที่ (MBA2)
6. พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง (HP) ประกอบคานหัวฉีด (Boom sprayer) ที่ติดตั้งหัวฉีดแบบพัด รุ่น XR 11001VS จำนวน 8 หัว ที่อัตรา 60-80 ลิตร/ไร่ ที่แนวพ่นสาร 4 ม. ซึ่งเป็นวิธีการพ่นแบบใหม่ (HPBF)
7. พ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง (HP) ประกอบคานหัวฉีด (Boom sprayer) ที่ติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวง รุ่น 1299-08 Lilac จำนวน 8 หัว ที่อัตรา 60-80 ลิตร/ไร่ ที่แนวพ่นสาร 4 ม. ซึ่งเป็นวิธีการพ่นแบบใหม่ (HPBC) ทิศทางการพ่นในกรรมวิธีที่ 1, 4 และ 5 ผู้พ่นสารจะพ่นโดยเดินตรงไปข้างหน้าผ่านแนวที่ผู้พ่นสารกำลังพ่นสาร ผู้พ่นสารแกว่งหัวฉีดไปทั้งทางด้านซ้ายและขวาในขณะพ่น (รูปที่ 3ก) กรรมวิธีที่ 2 และ 3 ผู้พ่นสารจะพ่นสารห่างจากต้นข้าวประมาณ 50 ซม. ในลักษณะอยู่เหนือลมตลอดเวลาในขณะพ่น (รูปที่ 3ข) กรรมวิธีที่ 6 และ 7 ผู้พ่นสาร 2 คน จะถือคานหัวฉีดเดินพ่นในลักษณะเดินเข้าหาลม (into wind direction) โดยยกคานหัวฉีดเหนือยอดข้าวประมาณ 50 ซม. (รูปที่ 3ค) ในการพ่นสารจะให้ผู้พ่นทุกคนเดินพ่นตามทักษะและการทำงานจริงในสภาพไร่ เพื่อให้ได้ข้อมูลจริง ซึ่งรายละเอียดการพ่นสารในการทดลองนี้ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 1

การทดลองในปี 2556 แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การวัดความหนาแน่นของละอองสารบนต้นข้าว

ทำการติดกระดาษ chromolux ขนาดกว้าง 1.5 ซม. ทุกระยะ 50 ซม. เพื่อใช้ในฐานะของเป้าหมายเทียม (Artificial target) ทั้งด้านเหนือลมและใต้ลม ในการติดบนต้นข้าวจะแบ่งส่วนของทั้งลำต้นและใบของต้นข้าวเป็น 3 ส่วน ได้แก่ บริเวณส่วนล่าง ส่วนกลางและส่วนบน จากนั้นเขียนระบุตำแหน่งบนกระดาษ ใน 1 แปลงย่อยจะติดกระดาษทั้งหมด 32 ตัวอย่าง ดังนั้นใน 1 กรรมวิธีจะติดกระดาษทั้งหมด 128 ตัวอย่าง หลังติดกระดาษทำการพ่นสารละลายของสี Kingkol tartrazine เข้มข้น 1% แล้วปล่อยให้แห้งประมาณ 10 นาที จากนั้นนำกระดาษมานับจำนวนละอองสารด้วยแว่นขยาย โดยแบ่งระดับความหนาแน่นของละอองสารดังนี้ (ดำรงและคณะ, 2551)

ระดับ 0 ไม่มีละอองสาร, ระดับ 1 มีละอองสาร 1-9 ละออง/ตร.ซม., ระดับ 2 มีละอองสาร 10-19 ละออง/ตร.ซม., ระดับ 3 มีละอองสาร 20-29 ละออง/ตร.ซม., ระดับ 4 มีละอองสาร 30-39 ละออง/ตร.ซม., ระดับ 5 มีละอองสาร 40-49 ละออง/ตร.ซม., ระดับ 6 มีละอองสาร 50-59 ละออง/ตร.ซม. ระดับ 7 มีละอองสาร 60-69 ละออง/ตร.ซม., ระดับ 8 มีละอองสาร 70-79 ละออง/ตร.ซม., ระดับ 9 มีละอองสาร 80-89 ละออง/ตร.ซม., ระดับ 10 มีละอองสาร 90-99 ละออง/ตร.ซม. และระดับ 11 มีละอองสาร ≥ 100 ละออง/ตร.ซม. ตามลำดับ

2. การหาปริมาณการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าว

ทำการทดลองโดยใช้สีพ่นทดลองชนิดและความเข้มข้นเดียวกับการทดลองที่ 1 หลังจากพ่นสีทดลองแล้ว ทิ้งให้สีแห้งประมาณ 30 นาที ทำการเก็บตัวอย่างข้าวทุกระยะ 50 ซม. จุดละ 10 ต้น รวมทั้งสิ้น 16 จุดต่อแปลงย่อยดังนั้นใน 1 กรรมวิธีจะเก็บตัวอย่างทั้งหมด 160 ต้น ทำการตัดแยกต้นและใบ ใส่ในถุงพลาสติกที่มีการเขียนระบุตำแหน่งไว้แล้ว หลังจากนั้นเก็บในกล่องรักษาความเย็นจนกว่าจะถึงเวลาวิเคราะห์เพื่อป้องกันการสลายตัวของสารละลายสี ทำการชั่งน้ำหนักข้าวก่อนทั้งต้นและใบ จากนั้นจึงนำตัวอย่างที่ได้นำมาล้างสีด้วยน้ำสะอาดปริมาณ 10 มล. ปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองตะกอนแล้วนำสารละลายของสีมาวัดค่าความเข้มแสง (ค่า Optical density) ด้วยเครื่อง Colorimeter ที่ค่าดูดกลืนแสง 470 นาโนเมตร ค่าที่ได้จากเครื่องนำมาแปลงค่าเป็นไมโครกรัมโดยการนำสารละลายของสีที่ได้จากถังเครื่องพ่นสาร (tank sample) มาใช้เป็น standard สารละลายของสีนี้จะนำมาทำการลดความเข้มข้นลง (dilute) จากความเข้มข้น 1% จนถึง 0% จากนั้น pipette สารละลายของสีที่สกัดได้ลงในหลอดทดลองวัดค่าความเข้มแสงของเครื่อง Colorimeter ค่าที่ได้นี้จะนำสร้างสมการเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายและค่าความเข้มแสง เพื่อใช้ในการแปลงค่า O.D. ที่วัดได้จากเครื่องมาเป็นไมโครกรัมต่อน้ำหนักข้าว (กรัม) ต่อไป (King *et al*., 1996; Cunningham and Harden, 1999)

บันทึกสภาพอากาศ ความเป็นกรดด่างของน้ำในระหว่างทำการทดลอง นำข้อมูลของความหนาแน่นของละอองสาร การตกค้างและความสม่ำเสมอของละอองสารบนต้นข้าว ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติแล้วนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ปี 2557

1. การหาปริมาณการตกค้างของละอองสารบนร่างกายผู้พ่น

การหาปริมาณตกค้างของละอองสารบนร่างกายผู้พ่นใช้วิธีการติดแผ่นกระดาษ cellulose (patch method) ขนาด 10 x 10 ซม. ลงบนชุดพ่นสารในตำแหน่งต่างๆ ดังนี้ บริเวณหน้าแข้งด้านซ้ายและขวา บริเวณหน้าขาด้านซ้ายและขวา บริเวณท้องด้านซ้ายและขวา บริเวณหน้าอก

ด้านซ้ายและขวา บริเวณมือซ้ายและขวา บริเวณแขนซ้ายและขวา บริเวณปาก และบริเวณหน้าผาก และบริเวณหลังรวมทั้งหมด 15 จุดบนตัวผู้พ่น (รูปที่ 4) (WHO, 1982; OECD,1997; Wicke et al., 1999) จากนั้นทำการพ่นสีพ่นทดลอง ชนิดและความเข้มข้นเดียวกับการทดลองที่ 2 โดยทุกกรรมวิธีจะพ่นสารในเวลาที่เท่ากันคือ 10 นาที พ่นกรรมวิธีละ 3ครั้ง หลังจากการพ่นทดลอง นำตัวอย่างมาทำการปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลอง 2 ค่าที่ได้จะเป็น นาโนกรัม/ตร.ซม. ของสารละลายสีที่ตกค้างบนตำแหน่งต่างๆ บนร่างกายผู้พ่น

การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกสภาพอากาศ ความเป็นกรดด่างของน้ำในระหว่างทำการทดลอง นำข้อมูลปริมาณการตกค้างของละอองสารบนร่างกายผู้พ่น ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติแล้วนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2. การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการพ่นสารแบบต่างๆ

นำวิธีการพ่นจากการทดลองในปี 2556 มาทำการทดลองทางด้านประสิทธิภาพของวิธีการพ่นโดยเปลี่ยนจากการพ่นสารละลายของสีมาพ่นสารฆ่าแมลงแทน สารฆ่าแมลงที่ใช้จะเลือกใช้สารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 1 ชนิด ตามคำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2553 (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2553) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงต่อไป

การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย บันทึกชนิดและจำนวนศัตรูธรรมชาติ บันทึกอาการเกิดพิษของพืชเนื่องจากสารฆ่าแมลง นำข้อมูลจำนวนแมลงมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ต้นทุนการใช้สารและเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพแต่ละกรรมวิธีโดยวิธีการของ Henderson-Tilton (Puntener, 1992)

เวลาและสถานที่

การทดลองทางกายภาพทำการทดลองระหว่างเดือนมีนาคม 2556 – สิงหาคม 2556

แปลงเกษตรกรที่ อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สภาพอากาศและสภาพน้ำขณะทำการทดลอง

ในระหว่างทำการทดลองความเร็วลมมีค่าค่อนข้างคงที่คือมีความเร็วลมเฉลี่ย 1.1±0.4 และ 1.0±0.3 ม./วินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 26±2 °C และ 28±1 °C และความชื้นสัมพัทธ์ (RH %) มีค่าเฉลี่ย 75±4 % และ 71±3 % ในข้าวที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังหว่าน ตามลำดับ ซึ่งเป็นสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการพ่นสาร สำหรับสภาพน้ำในระหว่างการทดลองมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ที่ 7 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่ใช้ในการผสมสีทดลอง kingkol tartrazine

2. ความหนาแน่นของละอองสารบนต้นข้าว (ตารางที่ 2 และ 3)

จากผลการทดลองพบว่าทุกวิธีการพ่นสารจะพบความหนาแน่นของละอองสารสูงสุดบริเวณส่วนบนของต้นข้าว บริเวณด้านเหนือลมมากกว่าด้านใต้ลม และบริเวณส่วนของใบมากกว่าส่วนของลำต้น เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีการพ่น พบว่าที่ข้าวระยะ 30 วันหลังหว่าน การพ่นสารด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวง (HPBC) และที่ข้าวระยะ 60 วันหลังหว่าน การพ่นสารด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบพัด (HPBF) พบความหนาแน่นของละอองสารบริเวณลำต้นส่วนล่างหรือโคนต้น

ข้าวซึ่งเป็นบริเวณเป้าหมายในการพ่นสารเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการพ่นสารอื่นๆ ($P < 0.05$) แต่สำหรับบริเวณใบซึ่งไม่ใช่บริเวณที่เป็นเป้าหมาย พบว่าทุกวิธีการพ่นพบความหนาแน่นของละอองสารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

3. การตกค้างและความสม่ำเสมอของละอองสารบนต้นข้าว (ตารางที่ 4)

จากผลการทดลองพบว่าทุกวิธีการพ่นสารพบการตกค้างของละอองสารบริเวณส่วนของใบมากกว่าส่วนของลำต้น และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีการพ่นพบว่า ที่บริเวณลำต้นของข้าวระยะ 30 วัน การพ่นสารด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวง (HPBC) ที่อัตรา 60 ลิตร/ไร่ พบการตกค้างของละอองสารสูงสุดคือ 2.83±0.40 ng/กรัมของน้ำหนักข้าว ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการพ่นสารด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิม (HPSL2) พ่นที่อัตรา 117.2±2.5 ลิตร/ไร่ ซึ่งพบการตกค้างของละอองสาร 2.38±0.89 ng/กรัมของน้ำหนักข้าว แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการพ่นสารอื่นๆ ($P < 0.05$) สำหรับข้าวที่ระยะ 60 วัน การพ่นสารด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบพัด (HPBF) พบการตกค้างของละอองสารสูงสุดคือ 1.29±0.17 ng/กรัมของน้ำหนักข้าว ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการพ่นสารด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิม (HPSL1 และ HPSL2) พ่นที่อัตรา 73.1±2.1 และ 126.2±2.8 ลิตร/ไร่ ซึ่งพบการตกค้างของละอองสาร 0.88±0.24 และ 0.99±0.53 ng/กรัมของน้ำหนักข้าว ตามลำดับ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการพ่นสารอื่นๆ ($P < 0.05$)

สำหรับบริเวณใบของข้าวที่ระยะ 30 วัน พบว่าวิธีการพ่นสารด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิม (HPSL2) ที่อัตรา 117.2±2.5 ลิตร/ไร่ พบการตกค้างของละอองสารสูงสุดเฉลี่ย 11.20±4.56 ng/กรัมของน้ำหนักข้าว ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการพ่นสารด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิม HPSL1 ที่อัตรา 62.1±1.6 ลิตร/ไร่ และวิธีการพ่นด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบพัด (HPBF) ที่อัตรา 61.8±1.7 ลิตร/ไร่ และการพ่นสารด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวง (HPBC) ที่อัตรา 61.0±1.4 ลิตร/ไร่ ซึ่งพบการตกค้างของละอองสารเฉลี่ย 6.84±3.36, 7.28±1.51 และ 8.02±1.07 ng/กรัมของน้ำหนักข้าว ตามลำดับ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการพ่นสารอื่นๆ ($P < 0.05$)

ข้าวที่ระยะ 60 วัน พบว่าวิธีการพ่นสารด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิม (HPSL2) ที่อัตรา 126.2±/2.8 ลิตร/ไร่ พบการตกค้างของละอองสารสูงสุดเฉลี่ย 6.34±1.98 a ng/กรัมของน้ำหนักข้าวมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการพ่นสารอื่นๆ ($P < 0.05$)

สำหรับการวิเคราะห์ความสม่ำเสมอในการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าวโดยการใช้ค่า CVs เป็นตัวชี้วัด ในกรณีนี้ค่า CVs ยิ่งมีค่าต่ำจะแสดงถึงความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของการตกค้างของละอองสารที่ดี จากการทดลองพบว่าวิธีการพ่นสารด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดทั้งแบบกรวยกลวงและแบบพัดมีความสม่ำเสมอในการตกค้างของละอองสาร (CVs มีค่าอยู่ระหว่าง 13.46-27.55) ดีกว่าวิธีการพ่นสารโดยใช้เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูง ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่น

ด้านท้ายที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิม (CVs มีค่าอยู่ระหว่าง 26.82-54.17) และวิธีการพ่นสารด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงลมประกอบหัวฉีดแบบดั้งเดิมจากเครื่องและประกอบหัวฉีดแบบ Wizza (CVs มีค่าอยู่ระหว่าง 21.79-62.45)

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของเครื่องพ่น ชนิดของหัวฉีด ทิศทางการพ่นและการติดตั้งหัวฉีด มีผลต่อความหนาแน่น การตกค้างและความสม่ำเสมอของละอองสารบนต้นข้าว ในการพ่นสารเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้น บริเวณซึ่งเป็นเป้าหมายคือบริเวณส่วนล่างหรือโคนต้นข้าว ซึ่งบริเวณนี้เป็นบริเวณที่อาศัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล การพ่นด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดที่เหมาะสมกับระยะการเจริญเติบโตของข้าว (ข้าวอายุ 30 วันหลังหว่านใช้หัวฉีดแบบกรวยกลวง (HPBC) และข้าวอายุ 60 วันหลังหว่านใช้หัวฉีดแบบพัด (HPBF)) เป็นเพียงวิธีการพ่นเดียวที่พบความหนาแน่นของละอองสารในทางทฤษฎีที่เพียงพอต่อการป้องกันกำจัดแมลงคือมากกว่า 30 ละออง/ตร.ซม. (Harden and Taylor, 1992; Matthews, 2000) ในขณะเดียวกันก็มีการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นเป้าหมายคือบริเวณส่วนล่างหรือโคนของต้นข้าวสูงกว่าวิธีการพ่นอื่นๆ

ที่ข้าวระยะ 30 วันหลังหว่าน การพ่นด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบกรวยกลวง (HPBC) พบความหนาแน่นและการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าวสูงสุดในบริเวณเป้าหมายเนื่องจากต้นข้าวในระยะนี้มีขนาดไม่สูงมาก คือมีความสูงเฉลี่ย 0.47±0.03 ม. และมีลำต้นที่ค่อนข้างอ่อนเป็นลักษณะเป็นทรงพุ่ม ละอองสารที่ผลิตได้จากหัวฉีดชนิดนี้ซึ่งมีขนาดค่อนข้างเล็กคือมีขนาดประมาณ 150 ไมครอน จึงสามารถแทรกซอนเข้าสู่ต้นข้าวได้ดีกว่าการพ่นด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบพัด (HPBF) ซึ่งละอองสารที่ผลิตได้จากหัวฉีดชนิดนี้คือมีขนาดประมาณ 170 ไมครอน อย่างไรก็ตามเมื่อข้าวเข้าสู่ระยะ 60 วันหลังหว่าน ผลการทดลองกลับตรงกันข้ามคือที่ข้าวระยะนี้ต้นข้าวจะมีลักษณะตั้งตรงในลักษณะของทรงกระบอกและมีลำต้นแข็ง ตั้งตรงเหมือนทรงกระบอก ในระยะนี้การพ่นด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดแบบพัด รุ่น XR 11001VS (HPBF) ให้ผลที่ดีกว่าเนื่องจากหัวฉีดชนิดนี้เหมาะสำหรับการพ่นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวซึ่งมีลักษณะแข็งและตั้งตรงซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Pojananuwong et al., (1997), (1999) และ (2001)

สำหรับการพ่นสารด้วยเครื่องยนต์พ่นสารแบบใช้แรงลม (MBW, MBA1 และ MBA2) นั้น ถึงแม้ในหลายๆ พืช จะให้ผลดีในแง่ของประสิทธิภาพ แต่สำหรับในกรณีของข้าวนั้น การพ่นด้วยเครื่องนี้กลับให้ผลที่ไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากเหตุผลเรื่องของสัณฐานวิทยาของพืชซึ่งข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นข้าวมีลักษณะคล้ายทรงกระบอกและเมื่อข้าวต้นโตขึ้นจะยิ่งมีความแข็งและลำต้นตั้งตรง ทำให้เป็นอุปสรรคสำคัญในการแทรกซอนเข้าสู่ทรงพุ่มของละอองสารที่ผลิตด้วยเครื่องชนิดนี้ซึ่งไม่เหมาะกับการพ่นพืชที่มีลักษณะแบบนี้ แต่จะเหมาะกับการพ่นในพืชที่มีลักษณะเป็นทรงพุ่ม เช่นในกรณีการพ่นในพืชที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ การพ่นในผัก และไม้ผล เป็นต้น นอกจากนี้ละอองสารที่ผลิตด้วยเครื่องชนิดนี้มีขนาดเล็กขนาดประมาณ 100-150 ไมครอน ระหว่างการพ่นอาจเกิดการปลิวหรือการแขวนลอยของละอองสารในอากาศทำให้ละอองสารไม่ตกสู่พื้นที่เป้าหมาย (on target) แต่กลับไปตกลงสู่พื้นที่นอกเป้าหมาย (off target) แทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพ่นในพื้นที่โล่งที่ๆ มีลมพัดตลอดเวลาอย่างในกรณีของแปลงข้าว (Pergher and Gubiani, 1995; Pojananuwong *et al.*, 1997, 1999 และ Lee et al., 2000) นอกจากนี้การพ่นด้วยวิธีการนี้เป็นการพ่นสารแบบน้ำน้อย (20-30 ลิตร/ไร่) จึงทำให้เป็นเหตุผลอีกข้อหนึ่งที่ทำให้การกระจายและการตกค้างของละอองสารน้อยกว่าวิธีการพ่นอื่นๆ

ในกรณีของการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงประกอบประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. (HPSL1) ที่อัตราพ่นใกล้เคียงกับการพ่นด้วยคานหัวฉีดคือระหว่าง 60-70 ลิตร/ไร่ หรือที่อัตราพ่นมากกว่าประมาณ 40% ด้วยหัวฉีดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. (HPSL2) ที่อัตรา 115-130 ลิตร/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบในด้านประสิทธิภาพกับการพ่นด้วยคานหัวฉีดแล้วพบว่าให้ผลที่ไม่ดีเทียบเท่ากับการพ่นด้วยคานหัวฉีดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณเป้าหมาย ในกรณีนี้มีสาเหตุมาจากเหตุผลคือการพ่นด้วยหัวฉีดชนิดนี้ให้ละอองสารที่มีขนาดโตคือมากกว่า 200 ไมครอน ดังนั้นเวลาพ่นสารเมื่อละอองสารสู่เป้าหมายแล้วจะเกิดการรวมตัวของละอองสารและไหลลงสู่พื้นดิน (run off) ประกอบกับการพ่นทั้งสองแบบคือการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารแบบใช้แรงลมทั้งสามวิธี (MBW, MBA1 และ MBA2) และการพ่นด้วยเครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงประกอบประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นด้านท้ายที่ติดตั้งด้วยหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิมทั้งสองวิธี (HPSL1 และ HPSL2) ผู้พ่นเวลาพ่นจะไม่ได้พ่นเน้นไปในส่วนของเป้าหมายหลักคือบริเวณส่วนล่างหรือที่โคนต้นเนื่องจากทิศทางการพ่นของหัวฉีดที่พุ่งไปทางด้านหน้า ทำให้ละอองสารส่วนใหญ่จะอยู่ที่ใบมากกว่าที่ลำต้น นอกจากนี้ทิศทางการพ่นที่เป็นลักษณะพ่นไปในทิศทางเดียวจึงทำให้ละอองสารส่วนใหญ่พบมากบริเวณเหนือลมมากกว่าใต้ลม และการกระจายตัวของละอองสารในบริเวณใต้ลมยิ่งในบริเวณด้านล่างหรือโคนต้นมีน้อยไม่เพียงพอต่อการป้องกันกำจัดแมลงคือน้อยกว่า 30 ละออง/ตร.ซม.

เมื่อพิจารณาความสม่ำเสมอในการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าวโดยการใช้ค่า CVs เป็นตัวชี้วัด จะพบว่าการพ่นด้วยคานหัวฉีดมีความสม่ำเสมอมากกว่าเนื่องจากการพ่นเป็นแบบนี้ผู้พ่นใช้เพียงแค่การถือคานหัวฉีดให้เหนือเป้าหมาย รับผิดชอบในการเดินให้ความเร็วสม่ำเสมอ ในขณะที่การพ่นวิธีการอื่นๆ ความสม่ำเสมอขึ้นกับทักษะของผู้พ่นที่ต้องรักษาการเคลื่อนไหวของมือในการบังคับหัวฉีดให้มีความคงที่เพื่อที่จะพ่นให้ทั่ว ซึ่งมีความยากในการปฏิบัติงานในแปลงจริง นอกจากนี้ลักษณะของคานหัวฉีดที่ติดตั้งในลักษณะที่หันหัวฉีดลงไปในบริเวณส่วนล่างหรือโคนต้นข้าว จึงทำให้การความสม่ำเสมอในการตกค้างของละอองสารบนต้นข้าวสูงกว่าการพ่นวิธีการอื่นๆ ที่ไม่ได้ปรับทิศทางของหัวฉีดให้เหมาะสม

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

โดยสรุปจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าวิธีการพ่นสาร มีผลอย่างยิ่งต่อต่อความหนาแน่น การตกค้างและความสม่ำเสมอของละอองสารบนต้นข้าว การพ่นด้วยคานหัวฉีดติดตั้งหัวฉีดที่เหมาะสมกับระยะการเจริญเติบโตของข้าว (ข้าวอายุ 30 วันหลังหว่านใช้หัวฉีดแบบกรวยกลวงรุ่น 1299-08 Lilac และข้าวอายุ 60 วันหลังหว่านใช้หัวฉีดแบบพัดรุ่น XR 11001VS) ที่อัตรา 60-70 ลิตร/ไร่ เป็นวิธีการที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีการอื่นๆ อย่างไรก็ตามการพ่นด้วยวิธีการนี้จะมีความซับซ้อนในแง่การปฏิบัติงานมากกว่าวิธีการอื่นๆ ผู้พ่นสารต้องได้รับความรู้และการฝึกฝนในการใช้งาน การทำความสะอาด และการบำรุงรักษาก่อนการปฏิบัติ นอกจากนี้เครื่องพ่นสารนี้มีราคาสูง เนื่องจากต้องมีการลงทุนในเรื่องของวัสดุที่ต้องมีความคงทน และจำเป็นที่จะต้องซื้อหัวฉีดสองชุดเพื่อให้เหมาะกับระยะการเจริญเติบโตของข้าว นอกจากนี้หัวฉีดรุ่นที่ใช้ในการทดลองค่อนข้างมีราคาสูงเนื่องจากทำด้วยวัสดุอย่างดี ให้ละอองสารที่มีความสม่ำเสมอ ทนต่อการสึกกร่อนกว่าหัวฉีดกรวยกลวงแบบดั้งเดิมที่จำเป็นต้องเปลี่ยนเมื่อมีการใช้งานประมาณ 24-36 ชม. ทำงาน (Noyes et al., 2010) แต่ถ้ามองถึงความคุ้มค่าและประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัด การใช้คานหัวฉีดจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งคุ้มค่าต่อ

การลงทุน อย่างไรก็ดีก่อนที่จะมีการแนะนำสู่เกษตรกร จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบในเรื่องของความปลอดภัยต่อผู้พ่นและการทดสอบทางด้านประสิทธิภาพด้วยการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อให้ได้ข้อมูลในทุกด้าน ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่สู่เกษตรกรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2551. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 295 หน้า.

กรมการข้าว. 2556. องค์ความรู้เรื่องข้าว. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.brrd.in.th/rkb/data005/ ricexx2-05_bug02.html (17 ตุลาคม 2556)

จีรนุช เอกอำนวย ดำรง เวชกิจ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สรรชัย เพชรธรรมรสและสิริวิภา พลตรี. 2551. ประสิทธิภาพวิธีการพ่นสารเพื่อป้องกันกำจัดโรคแอนแทรคโนสในพริก. หน้า 228-234. *ใน* รายงานผลวิจัยประจำปี 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

ดำรง เวชกิจ จีรนุช เอกอำนวย พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สรรชัย เพชรธรรมรสและสิริวิภา พลตรี. 2551. ศึกษาประสิทธิภาพของ ULEM เพื่อการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูกล้วยไม้บางชนิด. รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม กรมวิชาการเกษตร. 57 หน้า.

ปรีชา วังศิลาบัตร. 2545. นิเวศวิทยาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและการควบคุมปริมาณ. เอกสารวิชาการกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 117 หน้า.

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท จีรนุช เอกอำนวย ดำรง เวชกิจ สรรชัย เพชรธรรมรสและสิริวิภา พลตรี. 2551. ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการพ่นสารแบบต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก. ศัตรู หน้า. 249-265. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถานการณ์และแนวโน้มการเกษตรที่สำคัญ. (Online). Available.http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php

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

IRAC. 2012. IRAC Mode of action Classification V 7.2. (Online). Available. http://www.irac.online.org (1 March, 2012).

King, W.J., Wechakit, D., Smith, D.N., 1996. Reduced volume spray application on durian, mango and tangerine in Thailand. NRI Technical report, UK.

Lee, A.W., Millar, P.C.H., Power J.D., 2000. The application of pesticide sprays to tomato crops. Ann. Appl. Biol. 57, 383-390.

Matthews, G.A. 2000. Pesticide Application methods 3rd edition. Blackwell Science 432 pp.

MOPH (Ministry of Public Health), 2011a. Reported cases of notifiable disease by week, Thailand, 2011. Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. (Online). Available. http://www.boe.moph.go.th/boedb/506data/54wk36.pdf (3 May, 2012).

MOPH, (Ministry of Public Health), 2011b. Pesticide poisoning. Annual epidemiological surveillance report, Bangkok, Thailand.

Noyes, R.T., Downs, H.W., Solie, J.B., Whitney, R.W., 2010. Selecting nozzles for low pressure ground sprayers. (Online). Available. http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2164/BAE-121web.pdf (15 November, 2010).

Nuyttens, D., Windey, S., Sonck, B., 2004a. Optimization of a vertical spray boom for greenhouse spray applications. Biosyst. Eng. 89, 417-423.

Nuyttens, D., Windey, S., Sonck, B., 2004b. Comparison of operator exposure for five different greenhouse spraying applications. J. Agr. Saf. and Health 10, 187-195.

OECD, (The Organization for Economic Co-operation and Development), 1997. Guidance document for the conduct of studies of occupational exposure to pesticides during agricultural application. Environmental Health and Safety Publications Series on Testing and Assessment No 9 OCDE/GD(97)148y,OECD, Paris, France.

Pergher, G., Gubiani, R., 1995. The effect of spray application rate and airflow on foliar deposition in a hedgerow vineyard. J. Agric. Eng. Res. 61, 205-216.

Pojananuwong, S., Wechakit, D., Armeen, S., Chaimanee, A., 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., Wechakit, D., Ek-amnuay, J., Pechtammaros, S., Suwanathane, S., Chueyphan, S., 1999. Pesticide application technique against pests of rice. Biennial report, Division of Entomology and Zoology Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.

Pojananuwong, S., Armeen, S., Pamorn, P., Suwanathane, S., Pechtammaros, S., Chueyphan, S., 2001. Pesticide application technique for control of rice pests. Biennial report, Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.

Puntener, W. 1992. Manual for Field Trials in Plant Protection. 3rd edition. Plant Protection Division, Ciba-Geigy Ltd., Switzerland. 269 pp.

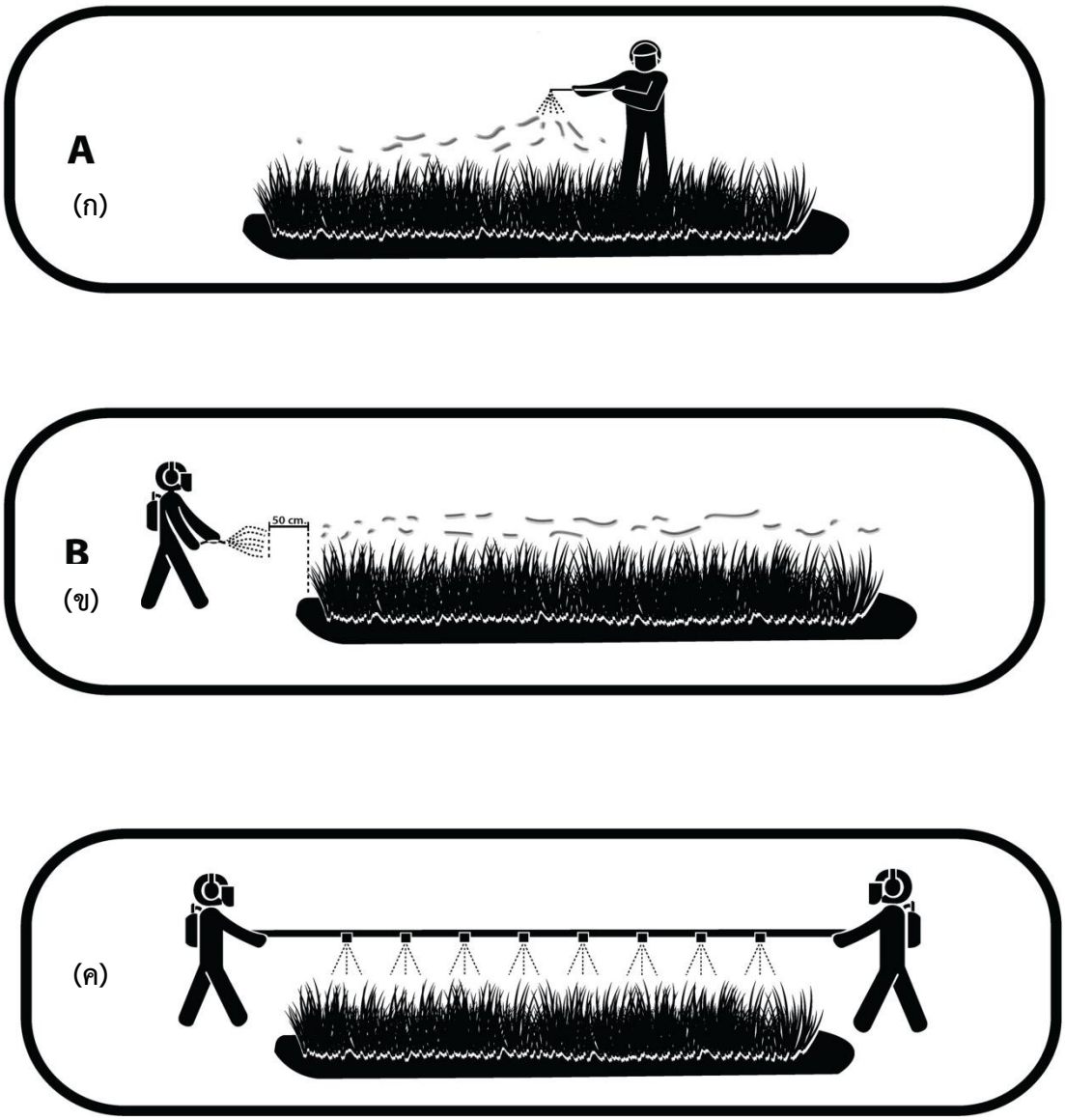
WHO. 1982. Recommended Health Risk-Based Limited in Occupational Exposure to Pesticides. World Health Organization Technical Report Series 677.

Wicke, H., Backer, G., Friebleben, R., 1999. Comparison of spray operator exposure during orchard spraying with hand-held equipment fitted with standard and air injector nozzles. Crop Prot. 18, 509-516.

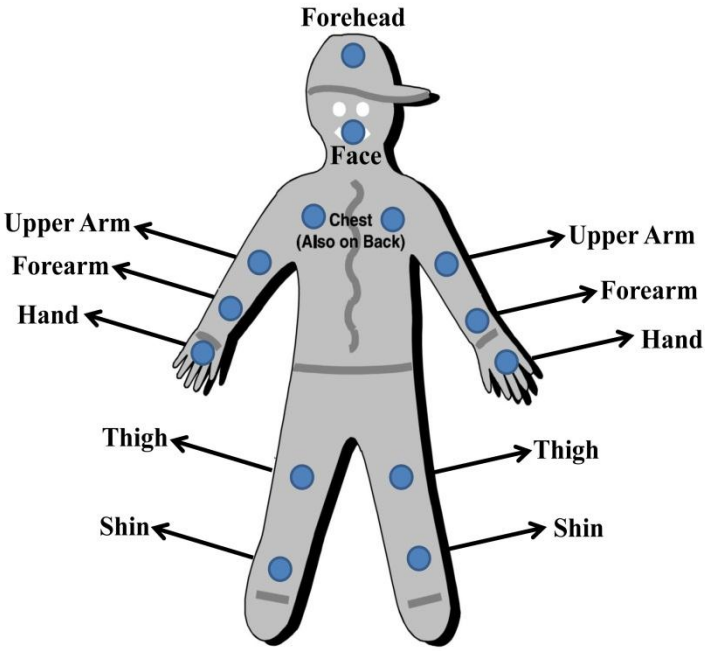
รูปที่ 1 เครื่องพ่นสารที่ใช้ในการทดลอง (ก) เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลัง แบบแรงดันน้ำสูงชนิด (Motorized hydraulic knapsack sprayer) ประกอบก้านฉีดแบบปรับมุมพ่นที่ด้านท้าย (Spray lance) **(ข)**เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงลม (Motorized Knapsack mist-blower sprayer และ **(ค)** เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลัง แบบแรงดันน้ำสูงชนิด ประกอบคานหัวฉีดอลูมิเนียม (Boom sprayer) ขนาด 4 เมตร ที่พัฒนาโดยกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

(ก) **(ข)** **(ค)** **(ง)** **(จ)**

รูปที่ 2 หัวฉีดที่ใช้ในการทดลอง **(ก)** หัวฉีดชนิดใช้แรงดันน้ำแบบกรวยกลวงตั้งเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 และ 2 มม. **(ข)** หัวฉีดชนิดใช้แรงดันน้ำแบบกรวยกลวง รุ่น 1299-08 Lilac **(ค)** หัวฉีดชนิดใช้แรงดันน้ำแบบพัด รุ่น XR 11001VS **(ง)** หัวฉีดชนิดใช้แรงลมแบบ Wizza และ **(จ)** หัวฉีดแรงลมแบบดั้งเดิม



รูปที่ 3 ทิศทางการพ่นสารที่ใช้ในการทดลอง **(ก)** ผู้พ่นสารเดินพ่นไปข้างหน้าผ่านแนวที่ผู้พ่นสารกำลังพ่นสาร โดยแกว่งหัวฉีดไปทั้งทางด้านซ้ายและขวาในขณะพ่น **(ข)** ผู้พ่นสารพ่นสารห่างจากต้นข้าวประมาณ 50 ซม. ในลักษณะอยู่เหนือลมตลอดเวลาในขณะพ่น และ **(ค)** ผู้พ่นสาร 2 คน ถือคานหัวฉีดเดินพ่นในลักษณะเดินเข้าหาลม (into wind direction) โดยยกคานหัวฉีดเหนือยอดข้าวประมาณ 50 ซม.



รูปที่ 4 ตำแหน่งการติดแผ่นกระดาษ cellulose เพื่อตรวจวัดปริมาณการตกค้างของละอองสารบนตัวผู้พ่น

ตารางที่ 1 รายละเอียดการพ่นสารที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องพ่นสาร	ชนิดของหัวฉีด	อัตราการไหลของหัวฉีด (ลิตร/นาที)	แนวพ่นสาร	ความเร็วในการเดินพ่น (เมตร/นาที)		อัตราการพ่นจริง (ลิตร/ไร่)		วิธีการพ่น
				30 DAS[a]	60 DAS	30 DAS	60 DAS	
1. HP + Spray lance	แบบกรวยกลวง Ø 1 mm	2[b]	2	25.7±0.7	21.9±0.6	62.2±1.6	73.1±2.1	HPSL1[d]
2. HP + Spray lance	แบบกรวยกลวง Ø 2 mm	6.5[b]	3	29.6±0.6	27.5±0.6	117.2±2.5	126.2±2.8	HPSL2[e]
3. MB + Wizza	Wizza	0.85[c]	4	13.0±0.5	10.9±0.5	26.2±1.0	31.3±1.5	MBW[d]
4. MB + Air shear	Air shear	2[c]	4	30.1±2.1	26.6±1.7	26.7±1.8	30.2±1.9	MBA1[e]
5. MB + Air shear	Air shear	2[c]	6	19.8±1.1	17.0±1.2	27.0±1.5	31.5±2.3	MBA2[e]
6. HP + Boom (Fan)	แบบพัด (XR 11001 VS)	0.48[b]	4	24.9±0.7	21.2±0.7	61.8±1.7	72.6±2.3	HPBF[f]
7. HP + Boom (Cone)	แบบกรวยกลวง (1299-08 Lilac)	0.38[b]	4	20.0±0.5	17.0±0.5	61.0±1.4	71.7±2.0	HPBC[f]

[a] DAS = วันหลังการหว่าน

[b] แรงดัน 5 บาร์

[c] ความเร็วลม 98 เมตร/วินาทีที่ปากท่อลม

[d] พ่นตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

[e] พ่นแบบเกษตรกรในพื้นที่

[f] พ่นแบบใหม่โดยใช้คานหัวฉีด

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (±SD) ความหนาแน่นของละอองสารบนลำต้นและใบของต้นข้าว (ละออง/ตร.ซม.) ณ ตำแหน่งต่างๆ ภายในทรงพุ่มของต้นข้าวที่ข้าวระยะ 30 วันหลังหว่าน

เครื่องพ่นสาร	วิธีการพ่น	บริเวณส่วนล่าง		บริเวณส่วนกลาง		บริเวณส่วนบน	
		เหนือลม	ใต้ลม	เหนือลม	ใต้ลม	เหนือลม	ใต้ลม
A. บนลำต้น							
1. HP + Spray lance	HPSL1	56.7±13.3 b[a]	9.7±2.5 c	59.7±9.5 d	8.3±4.0 b	61.7±0.6 d	17.0±13.5 b
2. HP + Spray lance	HPSL2	33.7±7.6 c	16.7±3.1 bc	51.7±4.2 d	34.7±9.9 a	78.0±19.9 cd	55.3±9.5 a
3. MB + Wizza	MBW	97.3±11.7 a	23.7±6.5 b	104.3±4.2 a	41.3±16.5 a	105.7±4.5 a	59.0±13.1 a
4. MB + Air shear	MBA1	16.7±11.6 d	11.7±2.5 c	42.3±5.7 e	36.3±10.4 a	61.0±12.5 d	60.0±27.9 a
5. MB + Air shear	MBA2	16.3±5.9 d	12.7±5.5 c	41.7±3.5 e	35.7±9.5 a	61.7±9.6 d	62.0±27.8 a
6. HP + Boom (Fan)	HPBF	84.0±5.0 a	25.7±2.5 b	92.3±3.1 b	30.3±6.8 a	98.3±5.5 ab	39.3±3.5 ab
7. HP + Boom (Cone)	HPBC	94.7±2.5 a	41.3±8.3 a	81.3±2.3 c	42.7±9.3 a	82.7±5.0 bc	45.7±4.7 a
F		39.90	12.20	57.12	4.32	6.57	4.22
P		0.0001	0.0001	0.0001	0.0117	0.0021	0.0128
B. บนใบ							
1. HP + Spray lance	HPSL1	78.0±12.2 b	31.7±24.1 c	82.7±10.1	39.7±27.1	84.3±9.0	39.0±25.1
2. HP + Spray lance	HPSL2	81.7±23.1 b	58.0±7.8 ab	85.7±23.6	67.7±4.0	87.7±20.6	72.3±2.1
3. MB + Wizza	MBW	104.3±3.5 a	52.3±19.7 abc	106.3±4.5	61.7±18.2	107.3±4.5	66.3±17.2
4. MB + Air shear	MBA1	70.3±1.2 b	64.7±26.1 a	76.3±8.5	69.3±24.8	75.7±18.1	70.0±24.3
5. MB + Air shear	MBA2	73.7±7.6 b	66.7±26.8 a	78.7±12.7	68.7±26.1	74.3±17.0	68.3±23.7
6. HP + Boom (Fan)	HPBF	103.3±5.5 a	37.0±10.1 bc	104.0±3.6	44.0±8.2	103.7±2.5	49.7±13.6
7. HP + Boom (Cone)	HPBC	85.3±5.6 ab	41.7±9.9 abc	89.0±7.0	44.0±10.5	87.3±7.0	49.0±2.0
F		3.25	6.41	2.63	3.02	2.38	2.29
P		0.0325	0.0023	0.0637	0.0517	0.0848	0.0949

[a/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในแต่ละสดมภ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ P = 0.05% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (±SD) ความหนาแน่นของละอองสารบนลำต้นและใบของต้นข้าว (ละออง/ตร.ซม.) ณ ตำแหน่งต่างๆ ภายในทรงพุ่มของต้นข้าวที่ข้าวระยะ 60 วันหลังหว่าน

เครื่องพ่นสาร	วิธีการพ่น	บริเวณส่วนล่าง		บริเวณส่วนกลาง		บริเวณส่วนบน	
		เหนือลม	ใต้ลม	เหนือลม	ใต้ลม	เหนือลม	ใต้ลม
A. บนลำต้น							
1. HP + Spray lance	HPSL1	19.7±7.2 bc	16.7±2.5 bc	31.3±12.7	16.7±1.2 b	51.7±11.7	28.7±18.2
2. HP + Spray lance	HPSL2	22.0±6.1 bc	7.7±6.7 c	50.3±22.7	12.7±5.5 b	67.0±20.2	24.3±6.8
3. MB + Wizza	MBW	34.0±20.8 b	14.3±6.8 bc	48.3±35.3	27.0±21.8 b	58.0±34.8	41.7±22.3
4. MB + Air shear	MBA1	13.3±3.1 bc	9.0±1.7 bc	30.3±11.4	16.3±0.6 b	47.0±13.5	40.7±12.2
5. MB + Air shear	MBA2	11.0±2.0 c	8.3±0.6 c	30.0±7.0	18.0±2.6 b	51.3±11.6	41.0±13.2
6. HP + Boom (Fan)	HPBF	65.0±15.9 a	38.7±19.3 a	63.3±15.2	47.7±6.5 a	73.0±25.9	55.0±19.5
7. HP + Boom (Cone)	HPBC	55.0±8.9 a	23.3±3.2 b	67.7±15.0	48.0±9.8 a	70.0±10.3	50.0±2.6
F		7.72	4.91	2.20	5.15	1.04	1.01
P		0.0010	0.0071	0.1049	0.0058	0.4595	0.4742
B. บนใบ							
1. HP + Spray lance	HPSL1	65.7±10.8	27.7±19.9	77.3±7.2	42.3±11.5	88.0±7.8	47.3±9.3
2. HP + Spray lance	HPSL2	85.0±10.6	27.0±3.5	88.7±5.7	48.7±9.0	95.3±7.5	51.0±12.2
3. MB + Wizza	MBW	62.3±36.1	46.7±13.3	76.0±26.2	64.3±7.2	95.0±13.1	74.3±6.8
4. MB + Air shear	MBA1	57.7±14.5	48.0±20.4	81.3±14.4	64.0±16.7	81.3±3.2	67.7±15.9
5. MB + Air shear	MBA2	62.3±10.8	50.7±18.0	79.3±14.6	60.7±14.0	80.7±9.0	62.3±12.2
6. HP + Boom (Fan)	HPBF	81.7±17.7	51.3±11.6	49.3±16.6	59.0±3.5	101.7±2.5	66.7±5.7
7. HP + Boom (Cone)	HPBC	60.3±13.8	38.0±7.8	95.7±2.1	41.0±10.5	92.6±9.7	57.0±11.5
F		1.01	1.14	1.94	2.08	2.24	2.25
P		0.4746	0.4043	0.1455	0.1225	0.0793	0.0995

[a/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในแต่ละสดมภ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ P = 0.05% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (±SD) การตกค้างของละอองสารบนลำต้นและใบของต้นข้าว (ng/กรัมของน้ำหนักข้าว), coefficient of variation (CV %) ของต้นข้าวที่ข้าวระยะ 30 และ 60 วันหลังหว่าน

เครื่องพ่นสาร	วิธีการพ่น	การตกค้างของละอองสารบนลำต้นและใบของต้นข้าว (ng/กรัมของน้ำหนักข้าว)			
		ลำต้น	(CV %)	ใบ	(CV %)
A. ต้นข้าวระยะ 30 วันหลังหว่าน					
1. HP + Spray lance	HPSL1	1.13±0.38 bc	33.77	6.84±3.36 abc	26.82
2. HP + Spray lance	HPSL2	2.38±0.89 a	35.16	11.20±4.56 a	28.85
3. MB + Wizza	MBW	0.74±0.15 cd	20.98	2.69±1.13 bc	26.43
4. MB + Air shear	MBA1	0.40±0.08 d	21.79	2.32±1.20 c	27.92
5. MB + Air shear	MBA2	0.29±0.11 d	38.78	2.22±1.07 c	30.59
6. HP + Boom (Fan)	HPBF	1.65±0.27 b	16.51	7.28±1.51 ab	23.97
7. HP + Boom (Cone)	HPBC	2.83±0.40 a	14.27	8.02±1.07 a	13.46
F		14.64		4.24	
P		< 0.0001		0.0126	
B. ต้นข้าวระยะ 60 วันหลังหว่าน					
1. HP + Spray lance	HPSL1	0.88±0.24 ab	49.91	3.95±1.29 b	32.71
2. HP + Spray lance	HPSL2	0.99±0.53 ab	54.17	6.34±1.98 a	31.27
3. MB + Wizza	MBW	0.35±0.13 cd	37.80	1.33±0.38 c	29.28
4. MB + Air shear	MBA1	0.29±0.16 cd	54.18	1.24±0.56 c	43.97
5. MB + Air shear	MBA2	0.21±0.13 d	62.45	1.16±0.51 c	45.44
6. HP + Boom (Fan)	HPBF	1.29±0.17 a	13.45	3.61±0.95 b	26.44
7. HP + Boom (Cone)	HPBC	0.71±0.19 bc	27.55	3.92±0.94 b	24.16
F		5.93		7.31	
P		0.0032		0.0013	

[a/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในแต่ละสดมภ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ P = 0.05% โดยวิธี DMRT