

พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของหญ้าข้าวนกที่มีกลไกความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชแบบ
multiple resistance ในนาข้าว

Risk Area of *Echinochloa crusgalli* Multiple Resistance to Herbicides in Rice

จรรยา มณีโชติ^{1/} ปรัชญา เอกฐิน^{2/} ยุรวรรณ อนันตมณี^{3/}

^{1/}ผู้เชี่ยวชาญ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

^{2/}กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

^{3/}กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

รายงานความก้าวหน้า

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวนก 100 ประชากร ที่ระบาดในพื้นที่ปลูกข้าวนาหว่านน้ำตม 15 จังหวัด มาทดสอบความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในสภาพห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธี Agar test ใช้ประชากรหญ้าข้าวนกต้านทานและอ่อนแอ อย่างละ 2 ประชากร จากการทดสอบกับสารกำจัดวัชพืชทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ fenoxaprop-p-ethyl, triafamone, bis-pyribac sodium, pyribenzoxim และ penoxsulam และทดสอบความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง พันธุ์สารกำจัดวัชพืชทั้ง 10 ชนิด ได้แก่ fenoxaprop-p-ethyl, triafamone, bis-pyribac sodium, pyribenzoxim, propanil, oxadiazon, butachlor, quinclorac และ thiobencarb เมื่อหญ้าข้าวนกมีขนาด 2-3 ใบ ผลการทดลองพบว่า วิธีพ่นสาร bispyribac sodium 10% 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบประชากรที่ Resistant จำนวน 60 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก จังหวัดฉะเชิงเทรา 12 ประชากร นนทบุรี 12 ประชากร นครปฐม 14 ประชากร นครนายก 11 ประชากร ปราจีนบุรี 10 ประชากร สุพรรณบุรี 1 ประชากร และประชากร Developing Resistance 12 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก สุพรรณบุรี 11 จังหวัดฉะเชิงเทรา 1 ประชากร และ ประชากรที่เป็น Susceptible 28 ประชากร

รหัสการทดลอง 03-29-60-01-01-00-06-60

คำนำ

นับตั้งแต่มีการค้นพบวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชชนิดแรกเมื่อปี พ.ศ. 2513 ใน สหรัฐอเมริกา ปัจจุบัน มีรายงานการระบาดของวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชทั่วโลกมากกว่า 333 biotypes (189 species) กระจายอยู่ในทุกทวีปทั่วโลก กลุ่มสารกำจัดวัชพืชที่พบวัชพืชต้านทานมาก ที่สุดประมาณ 8 กลุ่ม คือ กลุ่ม ACCase inhibitor กลุ่ม ALS inhibitors กลุ่ม Triazines กลุ่ม Urea/Amides กลุ่ม Bipyridilium กลุ่ม Glycines กลุ่ม Dinitroanilines กลุ่ม Synthetic Auxins (Heap, 2012) โดยทุกประชากรต้านทานสารกำจัดวัชพืชมีประวัติการใช้สารกลุ่มเดียวกันต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไปเนื่องจากสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม Aryloxyphenoxypropionates และ Cyclohexanediones มีกลไกการเข้าทำลายพืชเหมือนกันคือเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACCase สารทั้งสองกลุ่มนี้เป็นสารที่เลือกทำลายเฉพาะวัชพืชใบแคบ แต่ไม่ทำลายวัชพืชใบกว้าง (Gronwald, 1991) ในปี พ.ศ. 2555 มีรายงานการระบาดของวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACCase ทั่วโลก ทั้งหมด 42 ชนิด (Species) และทุก ประชากรที่พบเป็นวัชพืชใบแคบวงศ์หญ้าทั้งหมด (Heap, 2012) เช่น หญ้าโขยงต้านทานต่อ fluazifop-P-butyl หญ้าดอกขาว 2 ชนิดต้านทานต่อ fenoxaprop-p-ethyl หญ้าแดงต้านทานต่อ profoxydimและเกิด multiple resistance ต่อ bis-pyribac sodium (ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS) และ propanil (ยับยั้งการสังเคราะห์แสง ที่ระบบสังเคราะห์แสงที่ 2) หญ้าตีนกาต้านทาน fluazifop-p-butyl หญ้าข้าวนกต้านทานสารกำจัดวัชพืช fenoxaprop-p-ethyl (Maneechote *et al.*, 2003) และ เกิด multiple resistance ต่อ propanil (ยับยั้งการสังเคราะห์แสง ที่ระบบสังเคราะห์แสงที่ 2) (Maneechote *et al.*, 1999) หญ้าดอกขาวประชากร BLC 1 ต้านทานต่อ fenoxaprop-p-ethyl และ cross-resistance ต่อสารกำจัดวัชพืช cyhalofop-butyl, quizalofop-tefuryl และ profoxydim (Maneechote *et al.*, 2005) ในประเทศไทยเริ่มมีการสำรวจชนิดวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืช เมื่อปีพ.ศ. 2540 พบว่า มีวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชเกิดขึ้นหลายชนิด สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร มีการรายงานว่าพบการระบาดของวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชต่อ วัชพืชชนิดแรกที่พบ คือหญ้าข้าวนกในนาข้าวจังหวัดปทุมธานีต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช butachlor/propanil (Maneechote *et al.*, 1999) ต่อมาในปี พ.ศ. 2543 พบหญ้าข้าวนก 15 ประชากร ในจังหวัดปทุมธานีต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช fenoxaprop-p-ethyl (Maneechote, 2003) ในปี พ.ศ. 2544 พบการระบาดรุนแรง ของหญ้าดอกขาวที่ต้านทานต่อสาร fenoxaprop-p-ethyl และ เกิด Cross-resistance ต่อสารกำจัดวัชพืช cyhalofop-butyl, quizalofop-tefuryl และ profoxydim ซึ่งสารเหล่านี้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน คือกลุ่มยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACCase (จรรยา และคณะ 2543; Maneechote *et al.*, 2005) การทดลองนี้จึงต้องการศึกษาสถานการณ์การแพร่ระบาดของสารในกลุ่มนี้เพื่อการจัดการปัญหาที่ถูกต้อง และทันเหตุการณ์ต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. สํารวจและเก็บตัวอย่างเมล็ดหญ้ําข้าววนก 200 ประชากร ที่ระบาดในพื้นที่ปลูกข้าวนาหว่าน นํ้าตมในเขตภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง 15 จังหวัด ได้แก่ นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา ปราชินบุรี นครนายก สุพรรณบุรี สิงห์บุรี อ่างทอง ชัยนาท กาญจนบุรี นครปฐม พิจิตร พิษณุโลก โดยแต่ละแปลงจะเดินสุ่มในแนวทแยงมุม เก็บอย่างน้อย 100 รวงต่อแปลง นำเมล็ดมานวดรวมกันและตากแดดให้แห้งประมาณ 15 วัน แยกเปลือกและเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อรอการทดสอบ
2. บันทึกพิกัดแปลงประวัติการใช้สารกำจัดวัชพืชย้อนหลัง 5 ปีและความหนาแน่นที่ระบาด

ทดสอบความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในสภาพห้องปฏิบัติการ

1. เพื่อหาอัตราที่เหมาะสมของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ นั้น ใช้วิธี Agar test (Maneechote *et al.*, 2005) ใช้ประชากรหญ้ําข้าววนกต้านทานและอ่อนแอ อย่างละ 2 ประชากร จากการทดลองของ Maneechote (2008) ทดสอบกับสารกำจัดวัชพืชทั้ง 5 ชนิดในตารางข้างล่าง โดยผสมในวันที่มีความเข้มข้น 0.5% W/V ให้ได้เนื้อสารเข้มข้น 0, 0.5, 1X, 2X, 5X และ 10X ของอัตราแนะนำ แต่ละความเข้มข้นทำ 4 ซ้ํา เทว้ํน 50 มิลลิลิตรที่ผสมสารกำจัดวัชพืชลงในกระบอกพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร 1 กระบอกเป็น 1 ซ้ํา แต่ละซ้ําโรยเมล็ดหญ้ําข้าววนก 100 เมล็ด แยกทดสอบสำหรับแต่ละประชากร หลังโรยเมล็ดปิดฝาแล้ววางไว้ในห้องที่มีแสงไฟน้ํอน 7 วัน นับจำนวนต้นที่รอดตายในแต่ละความเข้มข้น และวัดความยาวต้นและรากในแต่ละซ้ํา ก่อนนำไปอบซ้ํงนํ้าหนักแห้ง

ชนิดสารกำจัดวัชพืช	อัตรา g ai/rai	HARC	กลไกการเข้าทำลาย
1. fenoxaprop-p-ethyl	24	A	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACCase
2. triafamone	8	B	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS
3. bis-pyribac sodium	5	B	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS
4. pyribenzoxim	8	B	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS
5. penoxsulam	5	B	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS

1. นำอัตราความเข้มข้นสำหรับสารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดที่สามารถแยกประชากรต้านทาน (resistant population) และประชากรอ่อนแอ (susceptible population) มาทดสอบประชากรหญ้ําข้าววนก 200 ประชากรทำ 4 ซ้ํา โดยวิธี agar test นับจำนวนประชากรที่รอดตายหลังโรยเมล็ด 7 วัน ในแต่ละประชากรที่รอดตายนับจำนวนต้นที่รอดตายในแต่ละความเข้มข้น และวัดความยาวต้นและรากในแต่ละซ้ํา ก่อนนำไปอบซ้ํงนํ้าหนักแห้ง

2. นำข้อมูลไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการเกิดความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชทั้ง 10 ชนิด ตาม Rick and Stephen (2001) โดยที่

ประชากรที่อ่อนแอ = ไม่พบต้นรอดตาย

ประชากรที่ Developing resistance = เปอร์เซ็นต์ต้นรอดตาย 1-20%

ประชากรที่ Resistant = เปอร์เซ็นต์ต้นรอดตาย > 20%

และบันทึกจำนวนกลไกการต้านทานที่พบในแต่ละประชากร

ในสภาพเรือนทดลอง

1. ปลูกหญ้าข้าวเนก 20 ต้น/ประชากร ในถาดพลาสติกบรรจุดินนา เมื่อหญ้าข้าวเนกมีขนาด 2-3 ใบ พ่นด้วยสารกำจัดวัชพืชทั้ง 10 ชนิดที่แสดงไว้ในตาราง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ

ชนิดสารกำจัดวัชพืช	อัตราgai/rai	HARC	กลไกการเข้าทำลาย
1. fenoxaprop-p-ethyl	24	A	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACCase
2. triafamone	8	B	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS
3. bis-pyribac sodium	5	B	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS
4. pyribenzoxim	8	B	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS
5. penoxsulam	5	B	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ALS
6. propanil	320	C2	ยับยั้งการสังเคราะห์แสง
7. oxadiazon	120	E	ยับยั้งเอนไซม์ PPO
8. butachlor	160	K3	ยับยั้งการแบ่งเซลล์
9. quinclorac	100	L	ยับยั้งการสร้างผนังเซลล์
10. thiobencarb	160	N	ยับยั้งการสังเคราะห์กรดไขมัน

โดยใช้อัตราแนะนำของกลุ่มวิจัยวัชพืช (นิรนาม, 2556) หลังพ่นสาร 15 วัน นับจำนวนต้นที่รอดตาย โดยในการทดลองทุกครั้งจะใช้ประชากรที่อ่อนแอ ที่ได้จากการทดลองของ Maneechote (2008) เป็นตัวเปรียบเทียบ

2. นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าความถี่ในการพบความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิด และการเกิด multiple resistance ในประชากรหญ้าข้าวเนก และนำข้อมูลพิกัดที่สำรวจไปทำแผนที่การแพร่ระบาดของหญ้าข้าวเนกต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการเข้าทำลายต่างกัน 7 กลุ่ม

3. นำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

- การบันทึกข้อมูล

1. นับจำนวนประชากรหญ้าข้าวนกที่รอดตาย นับจำนวนต้นที่รอดตาย
2. วัดความยาวต้นและรากหญ้าข้าวนก
3. น้ำหนักแห้งหญ้าข้าวนก

สถานที่ทำการทดลอง

1. พื้นที่ปลูกข้าวนาหว่านน้ำตมในเขตภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง 15 จังหวัด ได้แก่ นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี นครนายก สุพรรณบุรี สิงห์บุรี อ่างทอง ชัยนาท กาญจนบุรี นครปฐม พิจิตร พิษณุโลก
2. ห้องปฏิบัติการและเรือนทดลองของกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและคำแนะนำ

พบว่า วิธีพ่นสาร bispyribac sodium 10% 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบประชากรที่ Resistant จำนวน 60 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก จังหวัดฉะเชิงเทรา 12 ประชากร นนทบุรี 12 ประชากร นครปฐม 14 ประชากร นครนายก 11 ประชากร ปราจีนบุรี 10 ประชากร สุพรรณบุรี 1 ประชากร และประชากร Developing Resistance 12 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก สุพรรณบุรี 11 จังหวัด ฉะเชิงเทรา 1 ประชากร และ ประชากรที่เป็น Susceptible 28 ประชากร วิธีพ่น triafamone 20% 8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบประชากรที่ Resistant จำนวน 54 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก จังหวัดฉะเชิงเทรา 8 ประชากร นนทบุรี 12 ประชากร นครปฐม 9 ประชากร นครนายก 13 ประชากร ปราจีนบุรี 10 ประชากร สุพรรณบุรี 2 ประชากรและประชากร Developing Resistance 12 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก จังหวัด นนทบุรี 3 ประชากร สุพรรณบุรี 7 ประชากร และ นครนายก 3 ประชากร และ ประชากรที่เป็น Susceptible 34 ประชากร วิธีพ่น penoxsulam 5% 5 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อพบประชากรที่ Resistant จำนวน 50 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก จังหวัดฉะเชิงเทรา 16 ประชากร นนทบุรี 6 ประชากร นครปฐม 3 ประชากร นครนายก 15 ประชากร ปราจีนบุรี 10 ประชากร และประชากรที่เป็น Developing Resistance 14 ประชากร โดยเป็น ประชากรจากจังหวัดสุพรรณบุรี 14 ประชากร และประชากรที่เป็น Susceptible 36 ประชากร วิธีพ่น pyribenzoxim 5% 5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบประชากรที่เป็น Resistant จำนวน 61 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก จังหวัดฉะเชิงเทรา 16 ประชากร นนทบุรี 12 ประชากร นครปฐม 9 ประชากร นครนายก 14 ประชากร ปราจีนบุรี 10 ประชากร ประชากรต้านทานสาร และประชากรที่เป็น Developing Resistance 8 ประชากร โดยเป็นประชากรจากจังหวัดสุพรรณบุรี 7 ประชากร และ นนทบุรี 1 ประชากร วิธีพ่น propanil 36% 320 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบประชากรที่เป็น Developing Resistance จากจังหวัด นนทบุรี 2 ประชากร ประชากรที่เป็น Susceptible จำนวน

98 ประชากร วิธีพ่น fenoxaprop 6.9% 24 พบประชากรที่เป็น Resistant จำนวน 33 ประชากร โดยเป็นประชากรจากจังหวัด นนทบุรี 15 ประชากร นครปฐม 17 ประชากร และปราจีนบุรี 1 ประชากร ประชากรที่เป็น Developing Resistance จากจังหวัด สุพรรณบุรี 7 ประชากร และประชากร เป็น Susceptible จำนวน 60 ประชากร วิธีพ่น quiclorac 25% 150 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบ ประชากร Resistant 97 โดยเป็นประชากรจากจังหวัด ออยุธยา 1 ประชากร นนทบุรี 15 ประชากร นครปฐม 17 ประชากร สุพรรณบุรี 23 ประชากร ฉะเชิงเทรา 16 ประชากร นครนายก 15 ประชากร ปราจีนบุรี 10 ประชากร และประชากรที่ Developing Resistance จากจังหวัดกาญจนบุรี และ ประชากรที่เป็น Susceptible 1 ประชากร วิธีพ่น oxadiazon 25% 120 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ butachlor 60 % 160 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ไม่พบประชากรที่เป็น Resistant และ DevelopingResistance

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

พบประชากรที่ Resistant จำนวน 60 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก จังหวัดฉะเชิงเทรา 12 ประชากร นนทบุรี 12 ประชากร นครปฐม 14 ประชากร นครนายก 11 ประชากร ปราจีนบุรี 10 ประชากร สุพรรณบุรี 1 ประชากร และประชากร Developing Resistance 12 ประชากร โดยเป็นประชากรจาก สุพรรณบุรี 11 จังหวัดฉะเชิงเทรา 1 ประชากร และ ประชากรที่เป็น Susceptible 28 ประชากร

เอกสารอ้างอิง

- จรรยา มณีโชติ. 2552. ข้าววัชพืช: ปัญหาและการจัดการ. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการ เกษตร โรงพิมพ์อ้วนนำพรินต์ จำกัด 36 หน้า. จรรยา มณีโชติ ปราโมทย์ เกิดศิริ อัครวิน โนนทะยะ และ ประทีป กระแสสินธุ์. 2543. หญ้าข้าวเนก ต้านทานสารกำจัดวัชพืชโพรพาลินิลและบิวตาคลอร์. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2543
- จรรยา มณีโชติ สมศักดิ์ สมานวงศ์ จรุงญ ศุภผล และ ธวัชชัย สีชมวัฒน์. 2546. หญ้าดอกขาว ต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACCase. เอกสารการ ประชุม วิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 6 โรงแรมโซฟิเทล ราชาออคิต จังหวัด ขอนแก่น.
- Gressel, J. 2000. More Non-target Site Herbicide Cross-resistance in Echinochloa spp. in Rice. Resistant Pest Management 11: 6-7. Gronwald, J.W. 1991. Lipid biosynthesis inhibitors. Weed Science 39: 435-449. Heap, I. 2012. International survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.com> cited on 12 April 2012.
- Llewellyn, R.S., F.H. D'Emden, M.J. Owen and S.B. Powles. 2009 Herbicide resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) has not led to higher weed densities in Western Australian Cropping System Weed Science 57: 61-65.

- Maneechote, C. 2003. Echinochloa control in rice: case study in Thailand. In Chapter 3, Echinochloa Control in Rice.
- Ed., K.U. Kim and R. Labrada. Kyungpook National University . 9-16. Maneechote, C., A. Cherdchaivachirakul, S. Titawattanakul and S. Samanwong. 2003. A population of sprangletop (*Leptochloa chinensis*) is resistant to fenoxaprop. Proceedings of 19th Asian Pacific Weed Science Society Conference, The Westin Philippine Plaza Hotel, Manila, Philippines 2: 796-802.
- Maneechote, C., K. Roedrew and P. Krasaesindhu. 1999. Propanil and butachlor resistance in barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* L. Beauv.). Proceedings of 17th Asian Pacific Weed Science Society Conference. November 1999, Bangkok. 1291

Table 1 Frequency of *Echinochloa crusgalli* population resistance to ALS inhibiting herbicides

Region	Province	No.of field	bispiribac sodium 10% 5 g ai		frequency (%)		trifamone 20% 8 g ai		frequency (%)		penoxulam 5% 5 g ai		frequency (%)		pyribenzoxim 5% 5 g ai		frequency (%)	
Central	Ayutthaya	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nonthaburi	15	12.0	80.0	15.0	100.0	6.0	40.0	13.0	86.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nakhon Pathom	17	14.0	82.4	9.0	52.9	3.0	17.6	9.0	52.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
West	Suphan Buri	23	11.0	47.8	9	39.1	14	60.8	7	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Kanchanaburi	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
East	Chachoengsao	16	13.0	81.3	8.0	50.0	16.0	100.0	16.0	100.0	16.0	100.0	16.0	100.0	16.0	100.0	16.0	100.0
	Nakhon Nayok	15	11.0	73.3	15.0	100.0	15.0	100.0	15.0	100.0	15.0	100.0	14.0	93.3	14.0	93.3	14.0	93.3
	Prachin Buri	10	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0

2014



Table 2 Frequency of *Echinochloa crusgalli* population resistance to PPO inhibiting herbicides

Region	Province	No. of field	oxadiazon 25% 120 g ai	frequency (%)
Central	Ayutthaya	1	0.0	0.0
	Nonthaburi	15	0.0	0.0
	Nakhon Pathom	17	0.0	0.0
West	Suphan Buri	23	0.0	0.0
	Kanchanaburi	3	0.0	0.0
East	Chachoengsao	16	0.0	0.0
	Nakhon Nayok	15	0.0	0.0
	Prachin Buri	10	0.0	0.0

Table 3 Frequency of *Echinochloa crusgalli* population resistance to cell division inhibiting herbicides

Region	Province	No. of field	butachlor 60% 160 g ai	frequency (%)
Central	Ayutthaya	1	0.0	0.0
	Nonthaburi	15	0.0	0.0
	Nakhon Pathom	17	0.0	0.0
	Suphan Buri	23	0.0	0.0
West	Kanchanaburi	3	0.0	0.0
	Chachoengsao	16	0.0	0.0
East	Nakhon Nayok	15	0.0	0.0
	Prachin Buri	10	0.0	0.0

2016

Table 4 Frequency of *Echinochloa crusgalli* population resistance to photosynthesis inhibiting herbicides

Region	Province	No. of field	propanil 36% 320 g ai	frequency (%)
Central	Ayutthaya	1	0.0	0.0
	Nonthaburi	15	0.0	0.0
	Nakhon Pathom	17	0.0	0.0
West	Suphan Buri	23	0.0	0.0
	Kanchanaburi	3	1.0	33.3
East	Chachoengsao	16	0.0	0.0
	Nakhon Nayok	15	0.0	0.0
	Prachin Buri	10	0.0	0.0

2017

Table 5 Frequency of *Echinochloa crusgali* population resistance to ACCase inhibiting herbicides

Region	Province	No. of field	fenoxaprop 6.9% 24 g a	frequency (%)
Central	Ayutthaya	1	0.0	0.0
	Nonthaburi	15	15.0	100.0
	Nakhon Pathom	17	17.0	100.0
West	Suphan Buri	23	7.0	30.4
	Kanchanaburi	3	0.0	0.0
East	Chachoengsao	16	0.0	0.0
	Nakhon Nayok	15	0.0	0.0
	Prachin Buri	10	1.0	10.0

2018

Table 6 Frequency of *Echinochloa crusgali* population resistance to cellulose inhibiting herbicides

Region	Province	No. of field	quiclorac 25% 150 g ai	frequency (%)
Central	Ayutthaya	1	1.0	100.0
	Nonthaburi	15	15.0	100.0
	Nakhon Pathom	17	7.0	41.2
	Suphan Buri	23	10.0	100.0
West	Kanchanaburi	3	2.0	66.7
East	Chachoengsao	16	16.0	100.0
	Nakhon Nayok	15	15.0	100.0
	Prachin Buri	10	10.0	100.0

2019