

ปฏิกริยาพันธุ์ข้าวโพดต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ Interaction of maize lines to Northern Corn Leaf Blight

พิระวรรณ พัฒนาการ¹ บุรณี พัวงษ์แพทย์¹
ทัศนพร ทัศน¹ ศิวไล ลาภบรรจบ²
¹กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

โรคพืชเป็นปัญหาสำคัญต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดที่ต้านทานต่อโรคเป็นงานหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดซึ่งมีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อจำแนกระดับความต้านทานของข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์ และนำพันธุ์ที่มีระดับความต้านทานต่อโรคมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการคัดเลือกพันธุ์ดีเสนอเป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร สำหรับแนะนำให้เกษตรกรปลูกเพื่อลดความเสียหายจากการระบาดของโรคใบไหม้แผลใหญ่ที่เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs. ซึ่งเริ่มเป็นปัญหาในหลายพื้นที่ ในปี 2552 ได้นำข้าวโพดสายพันธุ์แท้ 9 สายพันธุ์ และข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้งที่จะนำไปทดสอบและประเมินผลในระดับการเปรียบเทียบในท้องถื่นและพันธุ์การค้า 14 พันธุ์ มาประเมินความต้านทานต่อโรคภายใต้สภาพที่มีการระบาดของโรคจากแถวแพร่เชื้อ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ เมื่อข้าวโพดอายุ 80 วัน ให้คะแนนการเกิดโรค 1-5 เมื่อ 1 หมายถึง มีพื้นที่ใบเป็นโรคน้อย และ 5 คือ มีพื้นที่ใบเป็นโรคมาก ผลการประเมินการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ พบว่า ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ ต้านทานต่อโรคปานกลาง 3 สายพันธุ์ อ่อนแอต่อโรคปานกลาง 6 สายพันธุ์ ข้าวโพดลูกผสม ต้านทานต่อโรค 3 พันธุ์ ต้านทานปานกลาง 11 พันธุ์

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง ในขณะที่ความต้องการใช้ข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ในปี 2551 มีพื้นที่ปลูก 6.69 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กว่า 90 เปอร์เซ็นต์ที่เกษตรกรไทยใช้ปลูกเป็นข้าวโพดลูกผสม (Pingali, 2001) ซึ่งมีความต้องการเมล็ดพันธุ์ปีละประมาณ 18,000 ตันต่อปี โดยมีบริษัทเอกชนที่ดำเนินการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยที่เป็นบริษัทข้ามชาติที่ดำเนินธุรกิจครบวงจร นอกจากนี้ยังมีบริษัทท้องถิ่นรายย่อยอีกมากกว่า 10 บริษัท ซึ่งบริษัทรายย่อยเหล่านี้ต้องใช้ผลงานวิจัยจากภาครัฐฯ ในด้านการพัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้เพื่อเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการผลิตข้าวโพดลูกผสม คาดว่าบริษัทรายย่อยเหล่านี้มียอดการผลิตเมล็ดพันธุ์รวมกันมากกว่า 3,000 ตันต่อปี (พิเชษฐ ,2551) ในส่วนของกรมวิชาการเกษตร โดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ซึ่งรับผิดชอบในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ภาครัฐฯ ได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามความต้องการของเกษตรกรโดยมีทั้งการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม และสายพันธุ์แท้ รวมทั้งการปรับปรุงประชากรข้าวโพดสำหรับใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม งานวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นอกจากมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูงแล้วยังต้องมีความต้านทานต่อโรคที่สำคัญของข้าวโพด โรคใบไหม้แผลใหญ่ที่เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs. ได้เริ่มเป็นปัญหาสำคัญของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากขึ้น ทำให้ผลผลิตลดลงถึง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย คือ ความรุนแรงของเชื้อและระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยพบว่าถ้าเกิดโรคก่อนระยะออกไหมจะทำให้ผลผลิตลดมาก แต่ถ้าการระบาดเกิดขึ้นหลังจากข้าวโพดออกไหมแล้ว 6-8 สัปดาห์ ความเสียหายจะลดน้อยลง (Degefu, 2003) การป้องกันกำจัดโรคราสนิมและโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการใช้พันธุ์ต้านทานต่อโรค (เบญจพรหมและคณะ, 2546; Lipps and Mills, 2002; Pataky *et al.*, 1998) สามารถลดความเสียหายจากการทำลายของโรค การประเมินพันธุ์ข้าวโพดต่อโรคที่สำคัญสามารถทำได้ในทุกระดับของขั้นตอนการทดสอบและประเมินผล และต้องมีการดำเนินการทุกๆ ปี เนื่องจากการผสมและสร้างพันธุ์ใหม่ทุกปี การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและจำแนกระดับการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดสายพันธุ์แท้และลูกผสมพันธุ์ก้าวหน้าที่น่าเข้าทดสอบและประเมินผลในระดับการเปรียบเทียบในท้องถิ่น ก่อนที่จะคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่นเหนือพันธุ์มาตรฐานเข้าทดสอบในไร่เกษตรกร และเสนอเป็นพันธุ์รับรองเพื่อแนะนำและส่งเสริมให้แก่เกษตรกรปลูกต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสายพันธุ์แท้และลูกผสม
2. สารกำจัดวัชพืช
3. เมล็ดข้าวฟ่าง
4. ปุ๋ยเคมี
5. กล้องจุลทรรศน์และวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

วิธีการ

1. การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

รวบรวมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดชุดสายพันธุ์แท้ จำนวน 9 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสมดีเด่น ทนทานแล้งชุดที่นำเข้าทดสอบและประเมินในระดับการเปรียบเทียบในท้องถิ่นในปี 2552 จำนวน 14 พันธุ์

2. การเตรียมเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่และการปลูกเชื้อให้กับแถวแพร่เชื้อ

2.1 การแยกเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่

เก็บใบข้าวโพดที่เป็นโรค นำมาแยกเชื้อด้วยวิธี Tissue Transplanting โดยตัดใบที่เป็นแผลเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก ฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอริก 10 เปอร์เซ็นต์แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นจึงวางบนอาหารพีดีเอ (potato dextrose agar; PDA) ที่มีส่วนผสมของ CaCO_3 อัตรา 0.85 กรัมต่อลิตร (ดัดแปลงจาก Tzeng *et al.*, 1992) ทุกขั้นตอนปฏิบัติงานโดยเทคนิคปลอดเชื้อ นำไปบ่มไว้ในอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส หลังจากที่มีเชื้อเจริญออกมาจากขอบแผล ตรวจสอบลักษณะของเชื้อที่แยกได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ย้ายเชื้อเก็บรักษาในหลอดอาหารเพื่อเป็น stock culture

2.2 การเพิ่มปริมาณเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่

2.2.1 นำเมล็ดของข้าวฟ่าง มาแช่น้ำนาน 18 ชั่วโมง เปลี่ยนน้ำที่แช่เมล็ด 3-4 ครั้ง เพื่อให้เมล็ดสะอาด หลังจากนั้นนำมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วบรรจุเมล็ดข้าวฟ่างลงในถุงพลาสติกทนความร้อน ปริมาณ 2 ใน 3 ของภาชนะ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 45 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนึ่งฆ่าเชื้อซ้ำอีกครั้งในวันถัดมา

2.2.2 เชื้อขึ้นวุ้นที่มีเส้นใยของเชื้อเจริญอยู่ลงไปลงในถุงข้าวฟ่างที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อเริ่มมีการเจริญของเส้นใยบนเมล็ดข้าวฟ่าง เขย่าถุงเพื่อให้เชื้อกระจาย ไม่เกาะเป็นก้อนแข็ง บ่มไว้

เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อเจริญอยู่ออกมาฝังในที่ร่มให้ ความชื้นลดลง

2.2.3 นำเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อเจริญอยู่มาบุงให้แตกเพื่อให้มีขนาดเล็กลงและมีความสม่ำเสมอ สามารถเก็บรักษาเชื้อที่เตรียมไว้นั้นในสภาพที่แห้งและเย็นได้นานหนึ่งเดือนก่อนนำไปปลูกเชื้อให้กับต้นข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลอง

2.3 การเตรียมแถวแพร่เชื้อ

ปลูกข้าวโพดพันธุ์อ่อนแอ ไฮบริด 3 เป็นแถวสำหรับแพร่เชื้อ (spreader row) รอบนอกพื้นที่ทดลองในลักษณะตาราง โดยมีระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม จากนั้นจึงถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมปลูก และใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา เมื่อข้าวโพดอายุ 1 เดือน อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

2.4 การปลูกเชื้อ

หลังจากที่ข้าวโพดในแถวแพร่เชื้อออกได้ 2 สัปดาห์ ปลูกเชื้อโดยการหยอดเมล็ดข้าวฟ่างที่มีสปอร์ของเชื้อลงในใบยอดของข้าวโพด แล้วพ่นน้ำตาม

3. การปลูกข้าวโพดพันธุ์ทดสอบ

ปลูกข้าวโพดพันธุ์ที่ต้องการทดสอบแทรกลงในพื้นที่ว่าง หลังจากต้นข้าวโพดในแถวแพร่เชื้อมีอายุ 2 สัปดาห์ โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ปลูกข้าวโพด 2 เมล็ดต่อหลุม หลังข้าวโพดงอกประมาณ 2 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ โดยโรยกันหลุมพร้อมปลูก เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ โรยข้างแถวข้าวโพดแล้วกลบดินให้มิด พนสารเคมีควบคุมวัชพืชหลังปลูกด้วยอทราซีน อัตรา 200 กรัม/ไร่ และอลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซี/ไร่

4. การประเมินระดับความรุนแรงโรคใบไหม้แผลใหญ่

เมื่อข้าวโพดอายุ 80 วัน ประเมินโรคโดยให้ระดับความรุนแรง 1-5 ตามพื้นที่ใบที่ปรากฏแผล โดยสุ่มต้นข้าวโพดจำนวน 10 ต้น จาก 2 แถวกลาง ในแต่ละสายพันธุ์ ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Scott *et al.* (1984) ดังนี้

- | | | |
|-------|-----|--|
| ระดับ | 1 = | เกิดแผล จำนวนเล็กน้อย ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ |
| " | 2 = | เกิดแผล ตั้งแต่ 6 - 25 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบ |
| " | 3 = | เกิดแผล ตั้งแต่ 26 - 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบ |
| " | 4 = | เกิดแผล ตั้งแต่ 51 - 75 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบ |
| " | 5 = | เกิดแผล ทุกใบ ตั้งแต่ 76 - 100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ ใบไหม้ ต้นแห้งตาย |

จากระดับความรุนแรงการเกิดโรคของสายพันธุ์ข้าวโพดที่นำมาทดสอบ จำแนกปฏิบัติการ ความต้านทานต่อโรคออกเป็น 4 กลุ่ม (ศิริไโล, 2551) ได้แก่

R = ต้านทานต่อโรค ระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 1.00 – 1.99

MR = ต้านทานต่อโรคปานกลาง ระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 2.00 – 2.99

MS = อ่อนแอปานกลางต่อโรค ระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 3.00 – 3.99

S = อ่อนแอต่อโรค ระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 4.00 - 5.00

เวลาและสถานที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์
ตุลาคม 2551- กันยายน 2552

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการประเมินการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ของสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในสภาพแปลงทดลองที่มีการปลูกเชื้อให้กับแถวแพร่เชื้อ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พบว่า ในข้าวโพดสายพันธุ์แท้ จำนวน 9 พันธุ์ ต้านทานต่อโรคปานกลาง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 452015, Nei 462013 และ Nei 492029 มีระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 2.5 - 2.8 อ่อนแอต่อโรคปานกลาง 6 สายพันธุ์ มีระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 3.0-3.3 ส่วนพันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอต่อโรคไฮบริด 3 มีคะแนนการเกิดโรคเท่ากับ 4 (ตารางที่ 1)

ชุดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมดีเด่นทนทานแล้งที่นำเข้ามาทดสอบและประเมินในระดับการเปรียบเทียบในท้องถิ่นในปี 2552 จำนวน 9 พันธุ์ พันธุ์ลูกผสมทางการค้า 3 พันธุ์ และพันธุ์มาตรฐาน นครสวรรค์ 2 และ นครสวรรค์ 3 พบว่า พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมจากศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ต้านทานต่อโรค 3 พันธุ์ มีระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 1.0-1.3 ต้านทานปานกลาง 6 พันธุ์ มีระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 2.0 - 2.3 พันธุ์การค้าทั้ง 3 พันธุ์มีความต้านทานต่อโรคปานกลาง มีระดับการเกิดโรคตั้งแต่ 2.2 - 2.3 พันธุ์มาตรฐาน นครสวรรค์ 2 และนครสวรรค์ 3 ต้านทานต่อโรคปานกลาง มีระดับการเกิดโรค 2.2 และ 2.0 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอต่อโรคไฮบริด 3 มีคะแนนการเกิดโรคเท่ากับ 4 (ตารางที่ 2)

การจำแนกและจัดกลุ่มระดับความต้านทานของพันธุ์ข้าวโพดต่อโรค สามารถแบ่งพันธุ์ตามความรุนแรงในการเกิดโรคออกเป็นกลุ่ม เช่น ต้านทาน ต้านทานปานกลาง อ่อนแอปานกลาง และอ่อนแอ เป็นการแบ่งอย่างกว้างๆ โดยอาศัยความรุนแรงที่เกิดกับพืชทดสอบ ซึ่งทำให้เกิดการเหลื่อมกันในแต่ละกลุ่ม โดยไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างชัดเจน เช่น พันธุ์ที่มีคะแนนเป็นโรคต่ำในกลุ่มต้านทานปานกลาง เป็นโรคไม่ต่างจากพันธุ์ที่มีคะแนนเป็นโรคมากที่สุด

ในกลุ่มต้านทาน (Pataky, 2006) อย่างไรก็ตามการตอบสนองของพันธุ์ข้าวโพดต่อเชื้อสาเหตุและให้ปฏิกิริยาต่อโรคแบบเดิมเมื่อมีการทดสอบซ้ำในหลายสถานที่ ทำให้การทดสอบพันธุ์มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งสามารถใช้ประเมินความรุนแรงของโรคและผลกระทบต่อผลผลิตได้

ตารางที่ 1 การจำแนกระดับความต้านทานของข้าวโพดสายพันธุ์แท้ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่
ทดสอบที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปี 2552

ลำดับที่	พันธุ์ข้าวโพด	ระดับการเกิดโรค	ปฏิกิริยา ^{1/}
1	Nei 452008	3.0	MS
2	Nei 452015	2.5	MR
3	Nei 452006	3.3	MS
4	Nei 462013	2.7	MR
5	Nei 492023	3.0	MS
6	Nei 492024	2.8	MR
7	Nei 502001	3.0	MS
8	Nei 502003	3.0	MS
9	Nei 502006	3.0	MS
10	ไฮบริกซ์ 3 (พันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอ)	4.0	S

^{1/}R = Resistant MR = Moderately Resistant MS = Moderately Susceptible S =
Susceptible

ตารางที่ 2 การจำแนกระดับความต้านทานของข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ที่นำเข้าทดสอบและประเมินผลในระดับการเปรียบเทียบในท้องถิ่น ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ทดสอบที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปี 2552

ลำดับที่	พันธุ์ข้าวโพด	ระดับการเกิดโรค	ปฏิกริยา ^{1/}
1	NSX 052011	2.2	MR
2	NSX 052012	2.0	MR
3	NSX 052014	1.0	R
4	NSX 052015	2.0	MR
5	NSX 052016	1.0	R
6	NSX 062006	1.3	R
7	NSX 062012	2.3	MR
8	NSX 062030	2.2	MR
9	NSX 042022	2.2	MR
10	NK 48	2.2	MR
11	Big 919	2.2	MR
12	CP-DK 888	2.3	MR
13	นครสวรรค์ 2	2.2	MR
14	นครสวรรค์ 3	2.0	MR
15	ไฮบริกซ์ 3 (พันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอ)	4.0	S

^{1/}R = Resistant MR = Moderately Resistant MS = Moderately Susceptible S = Susceptible

สรุปผลการทดลอง

การประเมินความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ของข้าวโพดสายพันธุ์แท้ 9 สายพันธุ์ และข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้งที่จะนำไปทดสอบและประเมินผลในระดับการเปรียบเทียบในท้องถิ่นและพันธุ์การค้า 14 พันธุ์ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ ภายใต้สภาพที่มีการระบาดของโรคจากแถวแพร่เชื้อ ประเมินความรุนแรงในการเมื่อข้าวโพดอายุ 80 วัน สามารถจำแนกปฏิกริยาต่อโรคดังนี้ ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ ต้านทานต่อโรคปานกลาง 3 สายพันธุ์ อ่อนแอต่อโรคปานกลาง 6 สายพันธุ์ ข้าวโพดลูกผสม ต้านทานต่อโรค 3 พันธุ์ ต้านทานปานกลาง 11 พันธุ์

เอกสารอ้างอิง

- เบญจพรพนธ์ เอกะสิงห์ พฤษชัย ยิบมันตะศิริ กุศล ทองงาม และพิเชษฐ กุดดอยมา. 2546. วิธีและผลการจัดลำดับความสำคัญงานวิจัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย วารสารเศรษฐศาสตร์การเกษตร ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 49-63
- พิเชษฐ กุดดอยมา. 2551. งานวิจัยและพัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย. เอกสารวิชาการประกอบการฝึกอบรมเรื่อง การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดทนทานแล้งในประเทศไทย. วันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ 2551 ณ โรงแรมเบเวอรี่ฮิลล์ ปาร์ค จังหวัดนครสวรรค์
- ศิริไฉล ลาภบรรจบ. 2551. เทคนิคในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้านทานโรคพืช. เอกสารวิชาการประกอบการฝึกอบรมเรื่อง การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดทนทานแล้งในประเทศไทย. วันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ 2551 ณ โรงแรมเบเวอรี่ฮิลล์ ปาร์ค จังหวัดนครสวรรค์
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2551 . ศูนย์สารสนเทศทางการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 184 น.
- Degefu, Y. 2003. Cloning and characterization of xylanase genes from phytopathogenic fungi with a special difference to *Helminthosporium turcicum*, the cause of northern leaf blight of maize. Available
Source:<http://www.mm.helsinki.fi/MMSB/tutkimus/ju/julkisut/laitossarja.htm>
- Lipps, P.E. and D. Mills. 2002. Northern corn leaf blight. Available source:
<http://ohioline.osu.edu/ac-fact/pdf/0020.htm>. November 10, 2003.
- Pataky, J.K., R.N. Raid, L.J. du Toit and T.J. Schueneman. 1998. Disease severity and yield of sweet corn hybrids with resistance to northern leaf blight. Plant Disease 82: 57-63.
- Pataky, J.K., M. Williams, B. Warsaw, M. Meyer and J. Moody. 2006. Sweet corn hybrid disease nursery-2006. Available Source: <http://sweetcorn.uiuc.edu>
- Pingali, P.L. 2001. CIMMYT 1990-2000 World Maize Facts and Trends. Meeting World Maize Needs: Technology Opportunities and Priority for the Public sector. Mexico, D.F.; CIMMYT

Scott, G.E., S.B. King and J.W. Armour, Jr. 1984. Inheritance of resistance to southern corn rust in maize populations. *Crop Science* 24: 265-267.

Tzeng, T.F., L.K. Lyngholm, C.F. Ford and C.R. Bronson. 1992. A RFLP maps and electrophoretic karyotype of the fungal maize pathogen *Cochliobolus heterostrophus*. *Genetics* 130: 81-92.