รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน

Enhancing Productivity of Waxy Corn

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
กิตติภพ วายุภาพ
Kittipob Vayuparp

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน

Enhancing Productivity of Waxy Corn

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
กิตติภพ วายุภาพ
Kittipob Vayuparp

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ (Preface)

ข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน เป็นข้าวโพดฝักสดพื้นบ้านของประเทศไทย ได้รับความนิยมบริโภคมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีความเหนียวนุ่ม และมีรสหวานเล็กน้อย พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในอดีต เป็นพันธุ์ผสมเปิดที่เกษตรกรมักเก็บพันธุ์ไว้ปลูกเอง หรือซื้อมาจากพ่อค้าในท้องถิ่นใกล้เคียง ซึ่งพันธุ์ที่เกษตรกรนิยม ได้แก่ พันธุ์แปดแถว พันธุ์ข้าวเหนียวสำลีเจ๊หลี ข้าวเหนียวสำลีอีสาน หรือพันธุ์ตักหงาย-ท่าลี่ เป็นต้น ซึ่งถือได้ว่าประเทศไทยเป็นแหล่งพันธุกรรมหนึ่งของข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีความหลากหลายมากกว่า 50 พันธุ์หรือสายพันธุ์ แต่ในปัจจุบันพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวเหล่านั้นได้สูญหายไปเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเกษตรกรนิยมเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์เอง ทำให้เกิดการผสมสายเลือดชิด มีความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมเกิดขึ้น ปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์ประเภทลูกผสม พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงมีทั้งจากภาครัฐ และเอกชน ทำให้ได้พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่ให้ผลผลิตสูง มีความสม่ำเสมอของพันธุ์ สามารถเก็บเกี่ยวได้พร้อมกัน และมีคุณภาพการบริโภคดี เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรและตลาดมีความต้องการอย่างมากมาก ซึ่งการปลูกให้ได้ผลผลิตสูง คุณภาพฝักดี และมีต้นทุนการผลิตต่ำจำเป็นต้องมีการดูแลจัดการที่ดี การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวโพดจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรม (genetic) และสภาพแวดล้อม (environment) ในช่วงของการพัฒนา และการเจริญเติบโต ดังนั้นปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมร่วมกับการจัดการด้านเขตกรรมจะช่วยให้พันธุกรรมของข้าวโพดได้รับการแสดงออกในลักษณะต่างๆ รวมทั้งลักษณะผลผลิตอย่างเต็มที่ ดังนั้นการศึกษาวิจัยมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้คำตอบของความสัมพันธ์ดังกล่าว และเป็นแนวทางให้เกษตรกรได้ปรับใช้ในแต่ละพื้นที่

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	1
บทนำ	1
บทคัดย่อ	5
กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน	8
กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน	24
กิจกรรมที่ 3 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในแต่ละสภาพพื้นที่	33
บทสรุป และข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม	43

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน ได้รับความร่วมมือการสนับสนุน และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานวิจัย จากนักวิชาการ เจ้าพนักงาน พนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดต่างๆ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชน และคณะผู้เชี่ยวชาญสาขาต่างๆ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ตรวจแก้ไข และแนะนำการปฏิบัติงานวิจัยให้จนประสบผลสำเร็จ

ผู้วิจัย

กิตติภพ วายุภาพ สุขุม ขวัญยืน อนงค์นาฏ พรหมทะสาร วรรษมน มงคล
Kittipob Vayuparp Sukum Khunyean Anongnard Promtasan Wassamon Mongkol
ฉลอง เกิดศรี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล สุภาพร สุขโต พรอุมา เซ่งแซ่
Chalong Kerdsri Suchirat Sakuanrungsirikul Supaporn Sukto Phorn-u-ma Sangsae
จิราลักษณ์ ภูมิไธสง เชาวนาถ พฤทธิเทพ วนิดา โนบรรเทา ศรีสุดา รื่นเจริญ
Jiraluck Phoomthaisong Chaowanart Phruetthithep Wanida Nobuntou Srisuda Ruencharoen
พัชรินทร์ นามวงษ์ ณัฐพงศ์ ศรีสมบัติ มัตติกา ทองรส พีชณิตดา ธารานุกูล
Patcharin Namwong Nuttapong Srisombut Mattika Thongros Peechanida Tharanugool
นงลักษณ์ จีนกูล อนุชา เหลาเคน สุชาติ แก้วกมลจิต อัญชลี โพธิ์ตั้งธรรม
Nonglak Jeengool Anucha Laoken Suchat Kaewkamonjit Anchalee Phothangthum
มัทนา วานิชย์ บรรเจิด พูลศิลป์ ชญาดา ดวงวิเชียร พิกุลทอง สุอนงค์
Mattana Wanitch Banjerd poonsin Chayada Doungwichian Pikultong Suanong
สุดารัตน์ โชคแสน สมบัติ บวรพรเมธี ธรรมรัตน์ ทองมี
Sudarat Choksan Sombut Borwornpornmetee Thummarat Tongmee

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียน ส่วนใหญ่จะปลูกเพื่อบริโภคภายในประเทศ พื้นที่ปลูกไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน ปี 2558 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 48,670 ไร่ ผลผลิต 50,015 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ประมาณ 1,255 กิโลกรัมต่อไร่ (สารสนเทศกรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคอีสาน (38%) ภาคตะวันตก (23%) และภาคเหนือ (20%) ส่วนที่เหลือจะกระจายอยู่ในภาคต่างๆ ทำรายได้ให้แก่เกษตรกร 10,000-20,000 บาทต่อไร่ต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาทต่อปี

ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียน (*Zea mays* L. ceratina) เป็นข้าวโพดฝักสดพื้นบ้านของประเทศไทย ที่ได้รับความนิยมบริโภคมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีความเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอม และมีรสหวานเล็กน้อย พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในอดีตเป็นพันธุ์ผสมเปิดที่เกษตรกรมักเก็บพันธุ์ไว้ปลูกเอง หรือซื้อมาจากพ่อค้าในท้องถิ่นใกล้เคียง ซึ่งพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก เช่น พันธุ์มันปูอุทัยธานี กาบบัวอุบลราชธานี แปดแถว ข้าวเหนียวสำลีเจ๊หลี ข้าวเหนียวสำลีอีสาน พันธุ์ตักหงาย-ท่าลี่ รัชตะ 1 เป็นต้น ปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์ประเภทลูกผสม ซึ่งตลาดมีความต้องการมาก พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงมีทั้งจากภาครัฐและเอกชน ทำให้ได้พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว

ที่ให้ผลผลิตสูง มีความสม่ำเสมอของพันธุ์ สามารถเก็บเกี่ยวได้พร้อมกัน และมีคุณภาพการบริโภคดี เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร นอกจากนี้ในปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจในสารสำคัญของข้าวโพดข้าวเหนียว เช่น ในข้าวโพดสีม่วง ซึ่งมีสารแอนโทไซยานินที่มีคุณสมบัติลดสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง จึงมีความต้องการบริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงเพิ่มมากขึ้น

แหล่งพันธุกรรมของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียนในประเทศไทยความหลากหลายมากกว่า 50 พันธุ์ หรือสายพันธุ์ แต่ในปัจจุบันได้สูญหายไปเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเกษตรกรนิยมเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์เอง ทำให้เกิดการผสมสายเลือดชิดมีความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมเกิดขึ้น การอนุรักษ์ ฟื้นฟู จำแนกลักษณะ และประเมินคุณค่าเชื้อพันธุกรรมจึงเป็นงานที่สำคัญ เพื่อจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียน ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลักษณะความเหนียวนุ่มของเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว เป็นผลจากองค์ประกอบของแป้งส่วนใหญ่เป็นอะไมโลเพคติน (amylopectin) มีสัดส่วนของอะไมโลเพคตินต่ออะไมโลส 73:27 เปอร์เซ็นต์ (ชูศักดิ์ และทิวา, 2547) เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีน waxy (recessive gene; *wxwx*) อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 9 โดยการเปลี่ยนแปลงจากยีนข่ม (dominance gene; *WxWx*) ไปเป็นยีนแฝง มีผลทำให้มีอะไมโลเพคตินแทนที่อะไมโลสในเอนโดสเปิร์ม และในละอองเกสร (Coe and Neuffer, 1988) ส่งผลให้เมล็ดมีลักษณะขุ่น และทึบแสง (Fergason, 1994) นอกจากนี้ยังส่งผลให้มี water soluble polysaccharides ในสัดส่วนที่สูง เช่น พวก dextrin ที่มีความเหนียวเป็นเมือก ทำให้น่ารับประทาน ข้าวโพดข้าวเหนียวแม้จะมีความหวานไม่เท่ากับข้าวโพดหวาน แต่ยีน waxy ก็ยังมีผลทำให้มี reducing sugar เพิ่มขึ้นจากข้าวโพดธรรมดา (*Wx_*) เล็กน้อย (ประภา และคณะ, 2535) การวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว นิยมกันอยู่ 2 ประเภท คือ 1) คุณภาพเมล็ดสดทางประสาทสัมผัส และ 2) คุณภาพเมล็ดสดทางเคมี โดยทั่วไปนิยมวัดคุณภาพเมล็ดสดทางประสาทสัมผัสมากกว่า เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย แต่ให้ผลที่แปรปรวน จนไม่สามารถแยกความแตกต่างความเหนียว ความนุ่มได้อย่างชัดเจน เกษม และคณะ (2558) รายงานว่า การใช้วิธี High Resolution Melting (HRM) ที่เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งในเครื่อง real-time PCR สามารถตรวจสอบ และแยกข้าวหอมและไม่หอม ของตัวอย่างจากเชื้อพันธุกรรมข้าวได้ ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็ว แม่นยำ และทำได้จำนวนหลายตัวอย่างต่อครั้ง ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดี

การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวโพดจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรม (genetic) และสภาพแวดล้อม (environment) ในช่วงของการพัฒนา และการเจริญเติบโต ดังนั้นปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมร่วมกับการจัดการด้านเขตกรรมจะช่วยให้พันธุกรรมของข้าวโพดได้รับการแสดงออกในลักษณะต่างๆ รวมทั้งลักษณะผลผลิตอย่างเต็มที่

ไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญในให้ผลผลิตของข้าวโพด ระยะที่ข้าวโพดต้องการธาตุไนโตรเจนมากที่สุด คือ ระยะออกช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย ดังนั้น จึงควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับข้าวโพดในระยะแรกก่อนถึงระยะออกช่อดอกตัวผู้ (Piekielek and Fox, 1992 and Shapiro et al., 1993) ธาตุอาหารฟอสฟอรัส ก็จัดว่าเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตไม่น้อยกว่าธาตุไนโตรเจน พบว่า ข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสตลอดฤดูปลูกเช่นกัน แต่มีความต้องการในระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโตมากกว่าในระยะอื่นๆ นอกจากธาตุอาหารแล้ว ระยะปลูก อัตราประชากร และอายุการเก็บเกี่ยวมีความสำคัญต่อผลผลิต และคุณภาพด้วยเช่นกัน การปลูกข้าวโพดให้มีระยะห่างระหว่างต้นมาก ต้นข้าวโพดจะได้รับปัจจัยในการเจริญเติบโต อย่างเต็มที่ จะทำให้ได้ผลผลิตต่อต้นสูงสุด แต่จะได้ผลผลิตต่อพื้นที่น้อยลง เนื่องจากมีจำนวนต้นน้อย ในทางตรงข้ามหากปลูกข้าวโพดให้หนาแน่นขึ้นจะทำให้ดัชนีใบ (leaf area index) สูงเกินไป ใบจะบังแสงซึ่งกันและกัน การสังเคราะห์แสงไม่สมบูรณ์ ทำให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่ แต่อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้ระยะปลูกให้เหมาะสมยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวโพดด้วย

เช่นกัน อายุการเก็บเกี่ยว ซึ่งคุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวบางพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 2-3 วันหลังระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมตามกำหนด (Ketthaisong *et al*., 2013)

ปัญหาโรคที่สำคัญ ที่มีผลต่อการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว ได้แก่ โรคราน้ำค้าง และโรคใบไหม้แผลใหญ่ โรคราน้ำค้าง เกิดจากเชื้อรา *Peronosclerospora sorghi* เป็นโรคหนึ่งที่ระบาดรุนแรงในข้าวโพดในหลายพื้นที่ปลูกของประเทศไทย ความรุนแรงของโรคทำให้ผลผลิตลดลง 30-80 เปอร์เซ็นต์ ในแหล่งที่โรคระบาดรุนแรง และพันธุ์ข้าวโพดที่อ่อนแอจะทำความเสียหายถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ต้านทานยังสามารถเจริญเติบโตได้ อาจไม่มีฝักหรือให้ฝักที่ไม่สมบูรณ์ เมล็ดน้อยหรือไม่มีเมล็ด (กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, 2545) และโรคใบไหม้แผลใหญ่ที่เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs เป็นโรคที่ทำความเสียหายรุนแรงโดยเฉพาะอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานของไทย (โชคชัย, 2551; ประวิตร, 2551) ความเสียหายที่เกิดจากโรคใบไหม้แผลใหญ่ต่อผลผลิต มีความผันแปรขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ (Juliatti *et al*., 2007) และพบว่าผลผลิตข้าวโพดหวานเสียหายตั้งแต่ 20-90 เปอร์เซ็นต์ (Cox, 1956; Raid, 1990) คิดเป็นมูลค่าความเสียหายสูงถึง 800 ล้านบาทต่อปี (ทวีศักดิ์, 2551) นอกจากนี้โรคดังกล่าวยังมีผลต่อคุณภาพของฝัก ต้นที่เป็นโรคทำให้ขนาดฝักไม่ได้มาตรฐาน (Raid, 1991)

การตอบสนองของพืชต่อการใส่ปัจจัยการผลิตที่ให้ผลผลิตที่พอเหมาะและกำไรสูงสุด ดินต้องมีสมบัติเหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ และหากพืชสามารถอยู่รอดได้ ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการนำธาตุอาหารไปใช้ได้เป็นอย่างดี แต่ปริมาณการดูดใช้จะมากน้อยแค่ไหนย่อมแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและดินเป็นสำคัญ ข้าวโพดถือเป็นพืชหนึ่งที่มีความต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากและมีบทบาทสำคัญตลอดอายุการเจริญเติบโตของข้าวโพด ระยะที่ข้าวโพดต้องการธาตุไนโตรเจนมากที่สุด คือ ระยะที่ข้าวโพดออกดอกตัวผู้และตัวเมีย (สันติ, 2545)) การตอบสนองของพืชต่อการใส่ปัจจัยการผลิตที่ให้ผลผลิตที่พอเหมาะ และกำไรสูงสุด ดินต้องมีสมบัติเหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ และหากพืชสามารถอยู่รอดได้ ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการนำธาตุอาหารไปใช้ได้เป็นอย่างดี แต่ปริมาณการดูดใช้จะมากน้อยแค่ไหนย่อมแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและดินเป็นสำคัญ ข้าวโพดถือเป็นพืชหนึ่งที่มีความต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากและมีบทบาทสำคัญตลอดอายุการเจริญเติบโตของข้าวโพด ระยะที่ข้าวโพดต้องการธาตุไนโตรเจนมากที่สุด คือ ระยะที่ข้าวโพดออกดอกตัวผู้และตัวเมีย (สันติ, 2545)) ธาตุอาหารฟอสฟอรัส ก็จัดว่าเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตไม่น้อยกว่าธาตุไนโตรเจน จากการศึกษาพบว่า ข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสตลอดฤดูปลูกเช่นกัน แต่มีความต้องการในระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโตมากกว่าในระยะอื่นๆ และจากสถานการณ์การปลูกข้าวโพดของเกษตรกรในปัจจุบัน ที่มีการเก็บเกี่ยวทั้งผลผลิตฝักสด อีกทั้งตัดต้นข้าวโพดออกจากพื้นที่ปลูกเพื่อนำไปเป็นอาหารสัตว์ จึงเป็นการนำธาตุอาหารที่มีอยู่ในผลผลิตและลำต้นออกไปจากพื้นที่ปลูกด้วย จะทำให้มีธาตุอาหารสูญหายออกไปทั้งหมด 21.6 4.5 และ 18.7 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ต่อฤดูปลูก (ศิริขวัญและคณะ, 2556) จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ลงอีกทางหนึ่ง ดังนั้น การใส่ปุ๋ยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อชดเชยธาตุอาหารอาหารที่สูญหายออกไปจากพื้นที่โดยวิธีต่างๆ และให้พืชดูดใช้เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิต ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และดินเป็นสำคัญ ธาตุอาหารในพื้นที่มีโอกาสสูญหายโดยติดออกไปกับผลผลิตข้าวโพดที่ต้องนำออกไปจากพื้นที่ทุกปี และหากไม่มีการไถกลบเศษซากพืชกลับลงไปในพื้นที่ จะทำให้มีธาตุอาหารสูญหายออกไปเป็นจำนวนมาก ซึ่งคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ยังเป็นคำแนะนำแบบกว้างๆ ซึ่งใช้กับข้าวโพดฝักสดทั่วไป ไม่ได้เป็นคำแนะนำที่เฉพาะเจาะจงกับข้าวโพดข้าวเหนียว ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารที่ใส่จึงอาจไม่ตรงตามความต้องการ จึงทำให้การผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวมีประสิทธิภาพต่ำไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาด การพัฒนาคำแนะนำการให้ธาตุอาหารกับข้าวโพดข้าวเหนียวให้มีความเฉพาะเจาะจงกับสภาพจึงพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญ

การตอบสนองของพืชต่อการใส่ปัจจัยการผลิตที่ให้ผลผลิตที่พอเหมาะและกำไรสูงสุด ดินต้องมีสมบัติเหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ และหากพืชสามารถอยู่รอดได้ ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการนำธาตุอาหารไปใช้ได้เป็นอย่างดี แต่ปริมาณการดูดใช้จะมากน้อยแค่ไหนย่อมแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและดินเป็นสำคัญ (สันติ, 2545) การดำเนินการทดสอบในพื้นที่ตามหลักของ Farming System Research โดยศึกษาวิจัยในสภาพพื้นที่เกษตรกรโดยเกษตรกรร่วมดำเนินการ มีขั้นตอนดังนี้ 1. คัดเลือกพื้นที่เป้าหมาย 2. การวิเคราะห์พื้นที่และวินิจฉัยปัญหา 3. การวางแผนการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยี 4. การดำเนินงานทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยี ดำเนินงานในพื้นที่เกษตรกร โดยใช้กระบวนการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วม 5. การวิเคราะห์ผล และ 6. การขยายผลในขั้นตอนที่ 4 เมื่อดำเนินการทดลองซ้ำจนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร จะขยายผลของเทคโนโลยีนั้นไปสู่เกษตรกรรายอื่น หรือพื้นที่อื่นที่มีสภาพนิเวศเกษตรคล้ายคลึงกัน (อารันต์, 2543) ซึ่งจากการคัดเลือกพื้นที่เป้าหมาย วิเคราะห์พื้นที่ และวินิจฉัยปัญหา ในพื้นที่ภาคกลาง เขตจังหวัดปทุมธานี และพระนครศรีอยุธยา พบปัญหาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมมีราคาแพง ต้นทุนด้านเมล็ดพันธุ์สูง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ เขตจังหวัดนครราชสีมา สุรินทร์ บุรีรัมย์ มหาสารคาม อำนาจเจริญ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด และพังงา เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันไปในแต่ละราย บางรายใส่ปุ๋ยในอัตราที่ต่ำ บางรายใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงเกินความจำเป็น และบางรายใส่เฉพาะปุ๋ยยูเรียติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ไม่มีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ทำให้สิ้นเปลืองต้นทุนจากปัจจัยการผลิต การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมกับแต่ละสภาพพื้นที่จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อยกระดับผลผลิตให้สูงขึ้น ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มกำไรให้กับเกษตรกร

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน ให้มีผลผลิตสูง คุณถาพการบริโภคดี
2. เพื่อสำรวจรวบรวมและอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ จำแนกและประเมินลักษณะและคุณค่าเชื้อพันธุ์ ตลอดจนการจัดทำฐานข้อมูลข้าวโพดข้าวเหนียว เพื่อใช้ประโยชน์ในการสืบค้นและคัดเลือกเชื้อพันธุ์เข้าสู่โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว
3. เพื่อพัฒนาชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่
4. เพื่อทดสอบชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่
5. เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางการผลิต การลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวสำหรับเกษตรกร ให้มีปริมาณและ คุณภาพเหมาะสมสำหรับผู้บริโภค

วิธีวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นความร่วมมือกันในการทำงานวิจัยระหว่างศูนย์วิจัยพืชไร่ต่าง ๆของ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดต่าง ๆ ของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตต่างๆ ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งเป็นแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย สามารถแบ่งลักษณะการดำเนินงานได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มงานที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยฯ และสำนักวิจัยฯ ต่างๆ ของกรมวิชาการเกษตร 2) กลุ่มงานที่ดำเนินการในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยฯ โดยความร่วมมือกับสำนักวิจัยฯ ของกรมวิชาการเกษตร 3) กลุ่มงานที่ดำเนินการในแปลงไร่นาเกษตรกรของพื้นที่เป้าหมายที่เป็นแหล่งปลูกที่สำคัญสำหรับปลูกข้าวโพด โดยเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยฯต่างๆ ของกรมวิชาการเกษตรที่อยู่ในพื้นที่ เป็นผู้ดำเนินการ

ร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถนำผลการทดลองที่ได้จากกลุ่มที่ 1 และ 2 ไปปฏิบัติได้จริงในสภาพการปฏิบัติของเกษตรกร และเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพด

โครงการวิจัยนี้จะครอบคลุมเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยและลดต้นทุนการผลิต โดยจะเน้นรูปแบบการผลิตที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ เช่น การสร้างประชากรเพื่อสร้างความแปรปรวน คัดเลือกสายพันธุ์ ประเมินผล ทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์แท้และทดสอบพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดข้าวเหนียวที่ดี และมีศักยภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพสูง และมีความต้านทานโรคราน้ำค้าง โรคใบไหม้แผลใหญ่ ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ การจัดการธาตุอาหารพืช ปุ๋ย ดิน และน้ำ การบริหารโรคและแมลงศัตรูที่สำคัญ ตลอดจนเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ การแปรรูป การเก็บรักษา เพื่อนำเทคโนโลยีดังกล่าว แนะนำ และเผยแพร่แก่เกษตรกรที่มีศักยภาพในท้องถิ่น เพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดมีความมั่นคงในอาชีพ ได้ผลผลิตข้าวโพดที่มีคุณภาพ และผลผลิตที่เข้าสู่ตลาดมีการกระจายตัวมากขึ้น

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน ดำเนินการระหว่างปี 2554-2558 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. พัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน ให้มีผลผลิตสูงและมีคุณภาพการบริโภคดี 2. เพื่อสำรวจรวบรวม และอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ จำแนกและประเมินลักษณะคุณค่าเชื้อพันธุ์ และจัดทำฐานข้อมูลข้าวโพดข้าวเหนียว 3. เพื่อพัฒนาชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และ 4. เพื่อทดสอบชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่

จากผลงานวิจัยการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน สามารถพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ได้รับการพิจารณาจากกรมวิชาการเกษตรให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2554 มีลักษณะเด่นให้ผลผลิตสูง โดยให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1,731 กิโลกรัมต่อไร่ มีคุณภาพการบริโภคเหนียวนุ่ม และสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม อายุเก็บเกี่ยว 60-62 วัน ขนาดฝัก (กว้าง x ยาว) 4.5x17.9 เซนติเมตร จำนวนแถว 12-14 แถว เมล็ดสีขาว มีอัตราประชากรที่เหมาะสมระหว่าง 8,533-10,667 ต้นต่อไร่ และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ การรวบรวม และอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว ได้ทำการบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียว และจัดทำเป็นฐานข้อมูล ได้จำนวน 45 พันธุ์

การพัฒนาชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว ชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี ได้ชุดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ย อัตรา 20-2.5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ในพื้นที่ดินร่วน-ร่วนปนทราย ในชุดดินกำแพงแสน ได้ชุดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา อัตรา 20-7.5-8 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และในชุดดินท่าม่วง การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 20-8-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดี และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูง สำหรับการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว ชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี ได้ชุดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยเคมี 20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ รวมกับกากตะกอนอ้อย ในพื้นที่ดินร่วน-ร่วนปนทราย ชุดดินกำแพงแสน และท่าม่วง การใส่ปุ๋ยในอัตรา 30-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ อัตรา 20-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนอ้อย มีอัตราการให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวสูงสุด

การทดสอบชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ใน 10 จังหวัด ได้ชุดเทคโนโลยีด้านการใช้พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดพังงา และพันธุ์การค้า สวีทไวท์ 25 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในจังหวัดสุรินทร์ คือ การใช้ระยะปลูก 80 x 25 ซม. จำนวน 1 ต้นต่อหลุม จังหวัดมหาสารคาม คือ การใช้พันธุ์ชัยนาท 84-1 และใช้ธาตุอาหาร 17-7- 22 กก. N-P_2O_5- K_2O /ไร่ จังหวัดศรีสะเกษ คือ ใช้พันธุ์ชัยนาท 84-1 และใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร จังหวัดร้อยเอ็ด คือ การใช้ระยะปลูก 110x35 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม และใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพันธุ์พื้นบ้าน (พันธุ์ซ่อยร่อย) จังหวัดนครราชสีมา คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยการใช้ปุ๋ยสูตร 16-8-8 หรือ 15-15-15 ร่วมใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) จังหวัดบุรีรัมภ์ และจังหวัดอำนาจเจริญ คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ชุดเทคโนโลยีที่ใช้ในแต่ละพื้นที่สามารถเพิ่มผลิตเฉลี่ย สามารถให้ผลตอบแทน และค่าตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ (BCR) สูงกว่าวิธีทดสอบของเกษตรกร จากผลของงานวิจัย การใช้พันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร การใช้พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมกับพื้นที่ ร่วมกับการใช้ชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ สามารถลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวสำหรับเกษตรกร ให้มีปริมาณ และคุณภาพเหมาะสมสำหรับผู้บริโภค

คำสำคัญ: ข้าวโพดข้าวเหนียว, ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง, การปรับปรุงพันธุ์พืช, การรวบรวมเชื้อพันธุกรรม แอนโทไซยานิน, โรคราน้ำค้าง, โรคใบไหม้แผลใหญ่, การจัดการธาตุอาหาร, ระยะปลูก, อัตราประชากร, การจัดการดิน, การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

Abstracts

The research and development to enhance the production of waxy corn had conducted during the year 2554-2558 aims to: 1. Development and breeding high yield and eating quality waxy corn variety. 2. To survey the collection, conservation, evaluation and database database recording waxy corn germplasm. 3. To develop a package technology of waxy corn production technology to suit in each area production.

The project developed the promising waxy corn hybrid, CNW80 which was considered by Department of Agriculture for registered variety named Chai Nat84-1 in March 25, 2011. The new variety produce yield, ear weight with husk, for 1,731 kg.rai^{-1} (approx. 11 t.ha^{-1}) with sticky taste and well adapted to various environment. It can harvest at about 60-62 days after planted. It produce white kernel on ear with 12-14 kernel rows. Husked ear is 4.5 centimeter in length and 17.9 centimeter in diameter. The optimum population for production in field is 8,533-10,667 plants.rai^{-1} (approx. 53,330 plants.ha^{-1}) and apply N fertilizer for 30 kg.rai^{-1} (approx. 187 kg.ha^{-1}). In addition, the program had collected and conserved 45 waxy corn germplasms by characterizing and recording the database that germplasms.

The development of suitable technology for waxy corn production in clay-clay loam soil type, Damnoen Saduak and Rachaburi soil series could apply fertilizer for 20-2.5-5 kg for N-P_2O_5-K_2O per rai. In loam-sandy loam soil type for waxy corn production, the application of fertilizer on Kamphaeng Saen soil series according to the soil analysis data for 20-7.5-8 kg for N-P_2O_5-K_2O

per rai. In Tha Muang soil series applied fertilizer for 20-8-5 kg for N-P_2O_5-K_2O per rai gave waxy corn high yield and gave high economic return. In addition, Study on fertilizer integrated for waxy corn production in clay-clay loam soil type, Damnoen Saduak and Ratchaburi soil series found that the application of fertilizer for 20-10-10 kg for N-P_2O_5-K_2O per rai combined with sludge sugarcane. In the area of loam- sandy loam soil types, Kamphaeng Saen and Tha Muang soil series found that the fertilizer application rate for 30-5-5 kg N-P_2O_5-K_2O per rai and the rate of 20-5-5 kg N-P_2O_5-K_2O per rai with sludge sugarcane gave highest yield of waxy corn.

Testing waxy corn production technology in each environment had conducted in 10 provinces. The result showed that using waxy corn variety developed by the Department of agriculture, Chai Nat 84-1 in Pathum Thani and Phangnga provinces. The commercial waxy corn variety, Sweet White 25 was good for production in Ayutthaya province. The plant spacing between row and plant, 80 x 25 centimeter and 1 plant per hill was good for waxy corn production in Surin province. In Maha Sarakham province, the good practice for waxy corn production was using Chai Nat 84-1 variety and fertilizer application for 17-7-22 kg of N-P_2O_5-K_2O per rai. The good practice for waxy corn production in Si Sa Ket province was using Chai Nat 84-1 variety and fertilizer application base on soil analysis. In Roi Et province, farmers used plant spacing for 110x35 centimeter and 2 plants per hill for local waxy corn variety, Soi Roei production. They applied fertilizer base on soil analysis. The fertilizer application of 16-8-8 or 15-15-15 with 46-0-0 base on soil analysis was good practice for waxy corn production in Nakhon Ratchasima province. In Buri Ram and Amnat Charoen province, the good practice for waxy corn production was using fertilizer application base on soil analysis. In conculdtion the fertilizer application base on soil analysis for waxy corn production could increase average yield and gave higher income and benefit cost ratio than farmer's practice. The results of the research, using certified seed of the Department of Agriculture and using waxy corn varieties that suite the area production combined with appropriate package technology can reduce production costs and increase productivity quality for consumers.

Key words: Waxy corn, Purple waxy corn, Plant breeding, Germplasm collection , Anthocyanin, Downy mildew, Northern corn leaf blight, Soil nutrient management, Plant spacing, Plant population rate, Soil nutrient management, Fertilizer application base on soil analysis

กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน
The Improvement of Waxy Corn Variety

บทคัดย่อ

กิจกรรมการพัฒนาข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน ดำเนินการตั้งแต่ปี 2554-2558 มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวให้มีผลผลิตสูง มีคุณภาพการบริโภคดี และปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมอย่างน้อย 1 พันธุ์ พร้อมด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม ผลของการดำเนินกิจกรรมสามารถปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ดีเด่น CNW 80 และได้รับการพิจารณาจากกรมวิชาการเกษตรให้เป็นพันธุ์รับรอง ชื่อพันธุ์ชัยนาท 84-1 เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2554 มีลักษณะเด่น คือ ให้ผลผลิตสูง โดยให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1,731 กิโลกรัมต่อไร่ มีคุณภาพการบริโภคเหนียวนุ่ม และสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม อายุเก็บเกี่ยว 60-62 วัน ขนาดฝัก (กว้าง x ยาว) 4.5x17.9 เซนติเมตร จำนวนแถว 12-14 แถว เมล็ดสีขาว มีอัตราประชากรที่เหมาะสมระหว่าง 8,533-10,667 ต้นต่อไร่ และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ นอกจากนี้ ได้ทำการรวบรวมและอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว โดยบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียว และจัดทำฐานข้อมูล จำนวน 45 พันธุ์

ในด้านปรับปรุงพันธุ์ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี เพื่อพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ได้จำนวน 374 สายพันธุ์ สามารคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมทดลองจากการเปรียบเทียบเบื้องต้นได้จำนวน 21 พันธุ์ การเปรียบเทียบมาตรฐาน และในไร่เกษตรกร สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพดีได้จำนวน 3 พันธุ์ คือ CNW142430505 CNW142430524 และ CNW142430510 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดตักหงาย ได้ประชากรที่ให้ผลผลิตสูง คือ C52-45-1-1-4-BS เพื่อแนะนำพันธุ์สู่เกษตรกรต่อไป

การตรวจหายีนเกี่ยวข้องกับความเหนียว ด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล ได้ตำแหน่ง SNPs ของทั้ง 2 ยีน คือ *SIP-1* และ *GBSS* สามารถนำมาใช้คัดเลือกคุณภาพด้านความเหนียวของแป้งในข้าวโพดข้าวเหนียวได้

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง เพื่อให้มีผลผลิตสูง มีสารแอนโทไซยานิน และเบต้าแคโรทีนสูง สามารถคัดเลือกได้ จำนวน 4 พันธุ์ คือ UT121120 UT121122 UT123414 และ UT123422 นำไปใช้ในการประเมินผลผลิตในขั้นต่อไป

การประเมินความต้านทานของพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อเชื้อราสาเหตุโรคราน้ำค้าง พบ 1 สายพันธุ์ที่ไม่เป็นโรคราน้ำค้าง อยู่ในระดับต้านทานต่อโรคมาก (highly resistant) คือสายพันธุ์ CNW142430501 และ 17 สายพันธุ์ต้านทานต่อโรค (resistant) ความต้านทานต่อเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ พบ 10 สายพันธุ์ ที่มีความต้านทาน (resistant) ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ สายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมในโครงการปรับปรุงพันธุ์ได้

คำสำคัญ: ข้าวโพดข้าวเหนียว, ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง, การปรับปรุงพันธุ์พืช, การเปรียบเทียบเบื้องต้น, การเปรียบเทียบมาตรฐาน, การเปรียบเทียบในท้องถิ่น, การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร, การรวบรวมเชื้อพันธุกรรม แอนโทไซยานิน โรคราน้ำค้าง, โรคใบไหม้แผลใหญ่ การจัดการธาตุอาหาร ระยะปลูก อัตราประชากร

Abstracts

The waxy corn improvement program had been operated since 2011-2015. The objective of the program anticipated breeding at least one waxy corn variety for high yield with better eating quality and wide adaptation with the specific production technology. The program developed the promising waxy corn hybrid, CNW80 which was considered by Department of Agriculture for registered variety named Chai Nat84-1 in March 25, 2011. The new variety produce yield, ear weight with husk, for 1,731 kg.rai^{-1} (approx. 11 t.ha^{-1}) with sticky taste and well adapted to various environment. It can harvest at about 60-62 days after planted. It produce white kernel on ear with 12-14 kernel rows. Husked ear is 4.5 centimeter in length and 17.9 centimeter in diameter. The optimum population for production in field is 8,533-10,667 plants.rai^{-1} (approx. 53,330 plants.ha^{-1}) and apply N fertilizer for 30 kg.rai^{-1} (approx.. 187 kg.ha^{-1}). In addition, the program had collected and conserved 45 waxy corn germplasms by characterizing and recording the database that germplasms.

The program developed 374 waxy corn lines to use for parental line in waxy corn hybrid development. Twenty-one experimental waxy corn hybrids were selected from preliminary yield trial. Three promising waxy corn hybrids, CNW142430505, CNW142430524 and CNW142430510 were selected from standard yield trial and farm trial. The local waxy corn breeding, Tak Ngay variety, improved high yield waxy corn population, C52-45-1-1-4-BS, for further recommend to farmer.

The gene detection controlled sticky texture by using molecular biology technique found that genes *SIP-1* and *GBSS* could use for selecting sticky quality in waxy corn flour.

The breeding of purple waxy corn for high yield with high anthocyanin and beta-carotene developed 4 elite hybrids, UT121120, UT121122, UT123414 and UT123422 for further evaluation trial.

The waxy corn line, CNW142430501 showed highly resistant to downy mildew disease in evaluation trial and other 17 lines showed resistant reaction to the disease. For the northern corn leaf blight disease, the program found that 10 waxy corn lines showed resistant reaction for the disease. These waxy corn lines will be useful for the way corn hybrid development in the breeding program.

Key words: Waxy corn, Purple waxy corn, Plant breeding, Preliminary trial, Standard trial, Regional trial, Farm trial, Germplasm collection , Anthocyanin, Downy mildew, Northern corn leaf blight, Soil nutrient management, Plant spacing, Plant population rate

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียน (*Zea mays* L. ceratina) เป็นข้าวโพดฝักสดพื้นบ้านของประเทศไทย ที่ได้รับความนิยมบริโภคมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีความเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอม และมีรสหวานเล็กน้อย พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในอดีตเป็นพันธุ์ผสมเปิดที่เกษตรกรมักเก็บพันธุ์ไว้ปลูกเอง หรือซื้อมาจากพ่อค้าในท้องถิ่นใกล้เคียง ซึ่งพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก เช่น พันธุ์มันปูอุทัยธานี กาบบัวอุบลราชธานี แปดแถว ข้าวเหนียวสำลีเจ๊หลี ข้าวเหนียวสำลีอีสาน พันธุ์ตักหงาย-ท่าลี่ รัชตะ 1 เป็นต้น ปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์ประเภทลูกผสม ซึ่งตลาดมีความต้องการมาก พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงมีทั้งจากภาครัฐและเอกชน ทำให้ได้พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่ให้ผลผลิตสูง มีความสม่ำเสมอของพันธุ์ สามารถเก็บเกี่ยวได้พร้อมกัน และมีคุณภาพการบริโภคดี เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร นอกจากนี้ในปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจในสารสำคัญของข้าวโพดข้าวเหนียว เช่น ในข้าวโพดสีม่วง ซึ่งมีสารแอนโทไซยานินที่มีคุณสมบัติลดสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง จึงมีความต้องการบริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงเพิ่มมากขึ้น

ในการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสม ต้องพัฒนาสายพันธุ์พ่อ และแม่ให้อยู่ในสภาพ homozygous มากที่สุด โดยทำการผสมตัวเอง (selfing) ในต้นที่คัดเลือก ซึ่งพันธุ์ หรือประชากรเริ่มต้น อาจได้จากพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ผสมเปิดที่ได้รับการพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าทั้งชนิดพันธุ์ผสมรวม (composite variety) พันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) หรือพันธุ์ลูกผสมที่เป็นการค้า จนสายพันธุ์ที่ได้มีความสม่ำเสมอของสายพันธุ์มากที่สุด จนได้เป็นสายพันธุ์แท้ (inbred line) ซึ่งวิธีการคัดเลือก และการสกัดสายพันธุ์แท้มีหลายวิธีการ เช่น การคัดเลือกแบบสืบประวัติ (Pedigree selection) การคัดเลือกแบบเก็บรวม (Bulk methods) เป็นต้น ส่วนวิธีการคัดเลือกแบบหมู่ (Mass selection) สามารถใช้ในการปรับปรุงลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนน้อยคู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กฤษฎา, 2551 และ สุทัศน์, 2552) พันธุ์ลูกผสมที่ดีที่สุดควรเป็นพันธุ์ที่มียีนอยู่ในสภาพ heterozygous มากที่สุด ซึ่งจะทำให้พันธุ์ลูกผสมดังกล่าวแสดงความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) สูงที่สุด มีความแข็งแรง การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต สูงกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ ซึ่งบางครั้งเราเรียกว่า ความแข็งแรงของลูกผสม (hybrid vigor) ประสิทธิภาพ (กฤษฎา, 2551 และ สุทัศน์, 2552) โดยการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมที่ดี สามารถนำไปประเมินการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งจะใช้เวลาไม่น้อยกว่า 4-5 ปี สำหรับกรมวิชาการเกษตร ตามมาตรฐานของสถาบันวิจัยพืชไร่ สามารถแบ่งการประเมินผลผลิตได้ดังนี้ 1. การเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น (preliminary trial) 2. การเปรียบเทียบพันธุ์มาตรฐาน (standard trial) 3. การเปรียบเทียบพันธุ์ในท้องถิ่น (regional trial) 4. การเปรียบเทียบพันธุ์ในไร่เกษตรกร (farm trial) และ 5. การทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร (field test) (อาวุธ, 2529; พิเชษฐ์, 2558)

แหล่งพันธุกรรมของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียนในประเทศไทยความหลากหลายมากกว่า 50 พันธุ์ หรือสายพันธุ์ แต่ในปัจจุบันได้สูญหายไปเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเกษตรกรนิยมเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์เอง ทำให้เกิดการผสมสายเลือดชิดมีความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมเกิดขึ้น การอนุรักษ์ ฟื้นฟู จำแนกลักษณะ และประเมินคุณค่าเชื้อพันธุกรรมจึงเป็นงานที่สำคัญ เพื่อจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียน ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลักษณะความเหนียวนุ่มของเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว เป็นผลจากองค์ประกอบของแป้งส่วนใหญ่เป็นอะไมโลเพคติน (amylopectin) มีสัดส่วนของอะไมโลเพคตินต่ออะไมโลส 73:27 เปอร์เซ็นต์ (ชูศักดิ์ และทิวา, 2547) เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีน waxy (recessive gene; *wxwx*) อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 9 โดยการเปลี่ยนแปลงจากยีนข่ม (dominance gene; *WxWx*) ไปเป็นยีนแฝง มีผลทำให้มีอะไมโลเพคตินแทนที่อะไมโลสในเอนโดสเปิร์ม และในละอองเกสร (Coe and Neuffer, 1988) ส่งผลให้เมล็ดมีลักษณะขุ่น และทึบแสง

(Fergason, 1994) นอกจากนี้ยังส่งผลให้มี water soluble polysaccharides ในสัดส่วนที่สูง เช่น พวก dextrin ที่มีความเหนียวเป็นเมือก ทำให้น่ารับประทาน ข้าวโพดข้าวเหนียวแม้จะมีความหวานไม่เท่ากับข้าวโพดหวาน แต่ยีน waxy ก็ยังมีผลทำให้มี reducing sugar เพิ่มขึ้นจากข้าวโพดธรรมดา (*Wx_*) เล็กน้อย (ประภา และคณะ, 2535) การวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว นิยมกันอยู่ 2 ประเภท คือ 1) คุณภาพเมล็ดสดทางประสาทสัมผัส และ 2) คุณภาพเมล็ดสดทางเคมี โดยทั่วไปนิยมวัดคุณภาพเมล็ดสดทางประสาทสัมผัสมากกว่า เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย แต่ให้ผลที่แปรปรวน จนไม่สามารถแยกความแตกต่างความเหนียว ความนุ่มได้อย่างชัดเจน ส่วนการวัดลักษณะความหนืดของแป้งสามารถใช้บ่งชี้ความเหนียวของข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดีที่สุด (สกุล กานต์ และ อรุณทิพย์, 2555) ลักษณะความนุ่ม (tenderness) คือ ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด เนื้อสัมผัสของเอนโดสเปิร์ม และความฉ่ำน้ำ เป็นผลมาจากปริมาณไฟโตไกลโคเจน ซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีโครงสร้างเช่นเดียวกับอะไมโลเพคติน แต่มีกิ่งโซ่จำนวนมากกว่า ไฟโตไกลโคเจนเป็นโมเลกุลที่มาสามารถละลายน้ำได้ พบว่า ในเมล็ดที่มียีน Sugary (*Su*) อยู่ มีผลทำให้ปริมาณไฟโตไกลโคเจนสูงมาก มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีลักษณะคล้ายครีม (creaminess) ทำให้เมล็ดข้าวโพดมีความนุ่ม (Boyer and Shannon, 1984) นอกจากยีนด้อย 1 คู่จะมีผลต่อการเอนไซม์ที่ควบคุมการสังเคราะห์องค์ประกอบภายในเอนโดสเปิร์มลักษณะการแสดงออกทางฟีโนไทป์แล้ว การทำงานร่วมกันของยีน ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการผลิต ชนิด และปริมาณโพลิแซคคาไรด์ ในรูปอะไมโลสอะไมโลเพคติน และไฟโตไกลโคเจนเช่นกัน เช่น ยีน *du* เมื่อไปรวมกับยีน *wx_ae_su* จะทำให้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น มากกว่าอยู่แบบยีนคู่เดียว (Gao et al., 1998) ซึ่งการตรวจสอบ สามารถใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีชีวภาพช่วยในการตรวจสอบ และจัดกลุ่มจีโนไทป์ (Genotyping) ได้ การใช้วิธี High Resolution Melting (HRM) ที่เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งในเครื่อง real-time PCR อาศัยค่าของอุณหภูมิหลอมเหลว (melting temperature; Tm) ซึ่งค่า Tm ขึ้นอยู่กับความยาวของลำดับนิวคลีโอไทด์ ปริมาณ %GC และการเรียงตัวของนิวคลีโอไทด์ จึงทำให้สามารถแยกผลผลิตพีซีอาร์ที่มีรูปแบบของจีโนไทป์ที่แตกต่างกันได้ โดยมีรายงานผลการศึกษาการค้นหายีนควบคุมความหอมของข้าวหอมมะลิ ด้วยเทคนิค real-time PCR ด้วยโปรแกรม HRM พบว่า สามารถตรวจสอบและแยกข้าวหอมและไม่หอม ของตัวอย่างจากเชื้อพันธุกรรมข้าวได้ ซึ่งสามารถทำได้รวดเร็ว แม่นยำ และทำได้จำนวนหลายตัวอย่างต่อครั้ง (เกษม และคณะ, 2558) ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดี

การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวโพดจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรม (genetic) และสภาพแวดล้อม (environment) ในช่วงของการพัฒนา และการเจริญเติบโต ดังนั้นปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมร่วมกับการจัดการด้านเขตกรรมจะช่วยให้พันธุกรรมของข้าวโพดได้รับการแสดงออกในลักษณะต่างๆ รวมทั้งลักษณะผลผลิตอย่างเต็มที่

ไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญในให้ผลผลิตของข้าวโพด ระยะที่ข้าวโพดต้องการธาตุไนโตรเจนมากที่สุด คือ ระยะออกช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย จากการวิเคราะห์เนื้อเยื่อในช่วงอายุข้าวโพด 18-30 และ 39-65 วัน ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนสูงถึง 7 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และข้าวโพดมีการดูดใช้ไนโตรเจนมากที่สุดถึง 4.43 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อวัน ที่ระยะออกไหม (Piekielek and Fox, 1992) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับข้าวโพดหลังระยะออกไหม 20 วัน ไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตเมล็ด และถ้าข้าวโพดขาดไนโตรเจนในระยะแรกของการเจริญเติบโต ฝักจะมีขนาดเล็ก จำนวนเมล็ด และผลผลิตลดลง ดังนั้น จึงควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับข้าวโพดในระยะแรกก่อนถึงระยะออกช่อดอกตัวผู้ (Shapiro et al., 1993) ธาตุอาหารฟอสฟอรัส ก็จัดว่าเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตไม่น้อยกว่าธาตุไนโตรเจน พบว่า ข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสตลอดฤดูปลูกเช่นกัน แต่มีความต้องการในระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโตมากกว่าในระยะอื่นๆ

การปลูกข้าวโพดให้มีระยะห่างระหว่างต้นมาก ต้นข้าวโพดจะได้รับปัจจัยในการเจริญเติบโต อย่างเต็มที่ จะทำให้ได้ผลผลิตต่อต้นสูงสุด แต่จะได้ผลผลิตต่อพื้นที่น้อยลง เนื่องจากมีจำนวนต้นน้อย ในทางตรงข้าม หากปลูกข้าวโพดให้หนาแน่นขึ้นจะทำให้ดัชนีใบ (leaf area index) สูงเกินไป ใบจะบังแสงซึ่งกันและกัน การสังเคราะห์แสงไม่สมบูรณ์ ทำให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่ แต่อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้ระยะปลูกให้เหมาะสมยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวโพดด้วยเช่นกัน ดังในรายงานของ สุรพล และสุปราณี (2546) พบว่า สำหรับข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ระยะระหว่างต้นที่ให้ผลผลิตทั้งเปลือกสูงสุด คือ ระยะ 25 เซนติเมตร (2,230 กิโลกรัม/ไร่) และต่ำสุด คือ ระยะ 35 เซนติเมตร (1,833 กิโลกรัม/ไร่) ในด้านคุณภาพของขนาดฝัก ระยะปลูก 30 เซนติเมตร มีฝักขนาดใหญ่มากที่สุด 3,672 ฝัก/ไร่ และน้อยที่สุดคือระยะ 25 เซนติเมตร 2,387 ฝัก/ไร่ ด้านความหวาน ทุกระยะให้ความหวานไม่แตกต่างกัน โดยมีความหวานอยู่ระหว่าง 14.2-14.5 องศาบริกซ์

นอกจากความต้องการธาตุอาหาร และอัตราประชากรจะมีผลต่อผลผลิต และคุณภาพฝักแล้ว ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ยังเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งจะสัมพันธ์กับความแก่-อ่อน ขนาด รูปร่าง และรสชาติ โดยมีหลักพิจารณาอย่างง่าย คือ การนับอายุเก็บเกี่ยว ซึ่งวิธีนี้ ต้องทราบอายุการเก็บเกี่ยวของข้าวโพดข้าวโพดข้าวเหนียวในแต่ละพันธ์ ปัจจุบันข้าวโพดข้าวเหนียวแต่ละพันธุ์มีอายุใกล้เคียงกัน คือ ออกดอก ประมาณ 35-40 วันหลังปลูก และเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวโพดข้าวเหนียวมีอายุประมาณ 65-70 วัน (ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, 2548) แต่โดยทั่วไปจะเก็บเกี่ยวข้าวโพดข้าวเหนียวเมื่อมีอายุ 20 วันหลังจากการถ่ายละอองเรณู (Ketthaisong *et al*., 2013) หรือหลังการออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการนับต้นข้าวโพดข้าวเหนียวที่ออกไหม และถือว่าวันที่มีจำนวนต้นออกไหมครบ 50 เปอร์เซ็นต์เป็นวันออกไหม เพราะที่ระยะนี้ เมล็ดมีความเต่ง เปลือกเมล็ดไม่หนาเกินไป แต่ถ้าปลูกในช่วงอากาศหนาวเย็น อายุการเก็บเกี่ยวอาจยืดออกไปอีก 3-5 วัน (ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, 2548) ซึ่งคุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวบางพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 2-3 วันหลังระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมตามกำหนด (Ketthaisong *et al*., 2013) การเก็บเกี่ยวก่อนกำหนด จะทำให้อ่อนเกินไป เมล็ดเต็มไปด้วยน้ำ ไม่มีความเหนียวนุ่ม และน้ำหนักฝักน้อย การเก็บเกี่ยวที่ระยะเหมาะสมตามกำหนด ข้าวโพดข้าวเหนียวมีคุณภาพการบริโภคดี เมล็ดมีความเต่ง สมบูรณ์ มีความอ่อนนุ่มและหวานเล็กน้อย

ปัญหาโรคที่สำคัญ ที่มีผลต่อการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว ได้แก่ โรคราน้ำค้าง และโรคใบไหม้แผลใหญ่ โรคราน้ำค้าง เกิดจากเชื้อรา *Peronosclerospora sorghi* เป็นโรคหนึ่งที่ระบาดรุนแรงในข้าวโพดในหลายพื้นที่ปลูกของประเทศไทย พบโรคนี้ครั้งแรกในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2511 ที่อำเภอพยุหะคีรี และอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ ต่อมาพบระบาดอีกในหลายจังหวัด เช่น ลพบุรี ตาก สุโขทัย พิษณุโลก เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา ในปัจจุบันโรคนี้ได้ระบาดรุนแรงทุกแหล่งที่มีการปลูกข้าวโพด โดยเฉพาะที่จังหวัดกาญจนบุรีและอุทัยธานีที่มีการปลูกข้าวโพดติดต่อกันตลอดปี พบว่า ไม่สามารถควบคุมโรคโดยใช้สารเคมีเมตาแลคซิล ความรุนแรงของโรคทำให้ผลผลิตลดลง 30-80 เปอร์เซ็นต์ ในแหล่งที่โรคระบาดรุนแรง และพันธุ์ข้าวโพดที่อ่อนแอจะทำความเสียหายถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ต้านทานยังสามารถเจริญเติบโตได้ อาจไม่มีฝัก หรือให้ฝักที่ไม่สมบูรณ์ เมล็ดน้อยหรือไม่มีเมล็ด (กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, 2545)

โรคใบไหม้แผลใหญ่ที่เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs เป็นโรคที่ทำความเสียหายรุนแรง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานของไทย (โชคชัย, 2551; ประวิตร, 2551) โรคใบไหม้แผลใหญ่นี้พบได้ตลอดฤดูกาลเพาะปลูก และโรคจะระบาดรุนแรงมากโดยเฉพาะในช่วงที่มีอุณหภูมิระหว่าง 18-27 องศาเซลเซียสและความชื้นสูง (Lipps and Mills, 2002) ความเสียหายที่เกิดจากโรคใบไหม้แผลใหญ่ต่อผลผลิตมีความผันแปรขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ (Juliatti *et al*., 2007) และพบว่าผลผลิตข้าวโพดหวานเสียหายตั้งแต่ 20-90 เปอร์เซ็นต์ (Cox, 1956; Raid, 1990) คิดเป็นมูลค่าความเสียหายสูงถึง 800 ล้านบาท

ต่อปี (ทวีศักดิ์, 2551) นอกจากนี้โรคดังกล่าวยังมีผลต่อคุณภาพของฝัก ต้นที่เป็นโรคทำให้ขนาดฝักไม่ได้มาตรฐาน (Raid, 1991)

ระเบียบวิธีการวิจัย

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว โดยคัดเลือกจากเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียว ใช้วิธีการคัดเลือกแบบสืบประวัติ (pedigree selection) และผสมตัวเองสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสม และการคัดเลือกแบบเก็บรวมประยุกต์ (Modify mass selection) สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพื้นเมือง การคัดเลือกสายพันธุ์จะคัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีจากสายพันธุ์ต่างๆ และจับคู่ผสมสายพันธุ์ที่ดีเพื่อผลิตพันธุ์ลูกผสม จากนั้นประเมินศักยภาพการให้ผลผลิต คุณภาพการบริโภค และลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญต่างๆ ตามขั้นตอนของกรมวิชาการเกษตร ทั้งพันธุ์ลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้า และพันธุ์ลูกผสมของภาครัฐและเอกชนในพื้นที่ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวของประเทศไทย จากนั้นศึกษาข้อมูลจำเพาะของพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในด้านเขตกรรม สรีรวิทยาโดยบันทึกลักษณะข้อมูลทางพันธุกรรมตามแบบบันทึก คพ. 2 และ Descriptors for Maize ของ IBPGR ความต้านทานต่อโรราน้ำค้าง และโรคใบไหม้แผลใหญ่ และการวิเคราะห์สารสำคัญในข้าวโพดข้าวเหนียว เพื่อจะเป็นข้อมูลสนับสนุนประกอบในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น นอกจากนี้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี การพัฒนาเทคนิคทางชีวโมเลกุลเพื่อช่วยตรวจสอบยีนที่เกี่ยวข้องกับความเหนียวของข้าวโพด โดยใช้เทคนิค เทคนิค High Resolution Melting (HRM) ช่วยให้การคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณภาพการบริโภคดีได้เร็วขึ้น สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีได้จำนวน 374 สายพันธุ์ เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์ที่ดีในการผลิตพันธุ์ลูกผสมต่อไป การผลิตเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเพื่อใช้ประเมินผลผลิต ปี 2554 ได้จำนวน 48 คู่ผสม ปี 2555 ได้จำนวน 46 คู่ผสม ปี 2556 ได้จำนวน48 คู่ผสม ปี 2557 ได้จำนวน 38 คู่ผสม และปี 2558 ได้จำนวน 105 คู่ผสม เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่ได้นำเข้าประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตในปี 2554-2558

การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดตักหงาย

การปรับปรุงพันธุ์ ได้พันธุ์ข้าวโพดตักหงายที่มีลักษณะประจำพันธุ์ใกล้เคียงกับพันธุ์ตักหงายจำนวน 13 สายพันธุ์ การปลูกทดสอบสายพันธุ์ก้าวหน้าข้าวโพดตักหงายพบว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงคือ C52-45-1-1-4-BS ให้ผลผลิต 1,234 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ พันธุ์จากการคัดเลือกรวม 1,229 กิโลกรัมต่อไร่ และ C52-45-6-3-5-BS 1,182 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพันธุ์ C52-45-1-1-4-BS มีจำนวนฝักต่อต้นต่อไร่มากที่สุด จำนวน 15,571 ฝัก

การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว

การประเมินผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพฝักดีในปี 2554 จำนวน 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW 80 CNW 1125880 และ CNW 1127080 ปี 2555 คัดเลือกได้จำนวน 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW124650 CNW121250 CNW123250 และ CNW123050 ปี 2556 คัดเลือกได้

จำนวน 9 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW13250015 CNW13250017 CNW13250025 CNW13250027 CNW13250029 CNW13250033 CNW13250034 CNW13250039 และ CNW13250047 ปี 2557 คัดเลือกได้จำนวน 13 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW142430501 CNW142430505 CNW142430506 CNW142430507 CNW142430508 CNW142430512 CNW142430516 CNW142430520 CNW142430522 CNW142430525 CNW142430533 CNW142430534 และ CNW1428001 ปี 2558 คัดเลือกได้จำนวน 21 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW142430513 CNW142430526 CNW142430527 CNW1544 CNW1536 CNW142430523 CNW1556 CNW1514 CNWR1502 CNW1504 CNW1511 CNW1512 CNW1516 CNW1517 CNW1515 CNWR1514 CNW1550 CNW1539 CNW1549 CNW1505 และ CNW1532 พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่คัดเลือกได้ นำเข้าประเมินผลผลิตระหว่างปี 2554-2558 ต่อไป

การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว

สามารถคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี ในปี 2554 ได้จำนวน 1 พันธุ์ คือ CNW 80 ปี 2555 คัดเลือกได้จำนวน 5 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW125850 CNW120450 CNW123950 CNW123650 และ CNW121150 ปี 2556 คัดเลือกได้จำนวน 6 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW13250019 CNW13250030 CNW13250036 CNW13250016 CNW13250026 CNW13250048 มีพันธุ์ที่มีคุณภาพการบริโภคดี จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW13250026 และ CNW13250030 ปี 2557 คัดเลือกได้จำนวน 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW142430518 CNW142430520 CNW142430521 และ CNW142430524 และปี 2558 คัดเลือกได้จำนวน 3 พันธุ์ คือ CNW142430505 CNW142430508 และ 11/22 พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่คัดเลือกได้นำไปประเมินผลผลิตในไร่เกษตรกรในปีต่อไป

การเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว

การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในท้องถิ่น ดำเนินการตั้งแต่ปี 2554-2558 โดยศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทได้ส่งพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่นที่ผ่านการคัดเลือกจากการเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น และการเปรียบเทียบพันธุ์มาตรฐาน จำนวนรวมทั้งสิ้น 9 ลูกผสม ได้แก่ CNW80 CNW1013680 CNW1115050 CNW1123180 CNW8050 CNW13250047 CNWF1401 CNWF1404 และ CNWX142405010 ทำการทดสอบในพื้นที่วิจัยของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน จำนวนรวมทั้งสิ้น 8 สถานที่ทดสอบ จากผลการทดสอบ พบว่า พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,530-2,730 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกอยู่ระหว่าง 1,080-1,900 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งยังอยู่ในระดับที่น้อยกว่าพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานภาครัฐและเอกชนอื่นๆ แต่พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทมีคุณภาพการบริโภคที่อยู่ในระดับใกล้เคียงถึงสูงกว่า พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานภาครัฐและเอกชนอื่นๆ ในปี พ.ศ.2555 ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทตัดสินใจเสนอข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น CNW80 ต่อคณะกรรมการปรับปรุงพันธุ์กรมวิชาการเกษตร เพื่อพิจารณาเป็นพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์รับรอง ซึ่งคณะกรรมการฯ มีมติให้เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่25 มีนาคม 2554 ส่วนพันธุ์ลูกผสมดีเด่นอื่นๆ ยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านผลผลิตและคุณภาพให้สูงขึ้นยิ่งขึ้นต่อไป

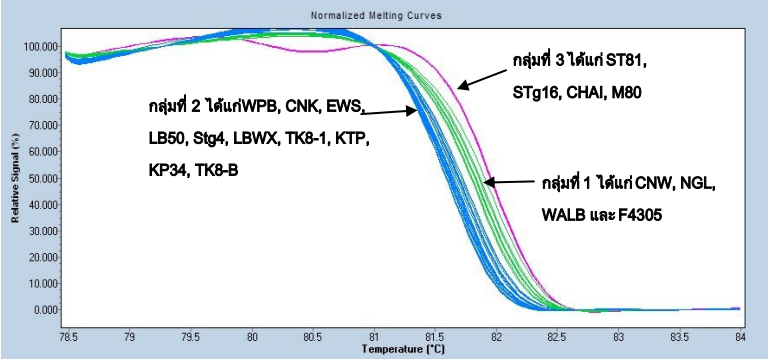
การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว

สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี ในปี 2554 ได้จำนวน 1 พันธุ์ คือ CNW 80 ปี 2555 คัดเลือกได้จำนวน 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW125650 ปี 2556 คัดเลือกได้จำนวน 2

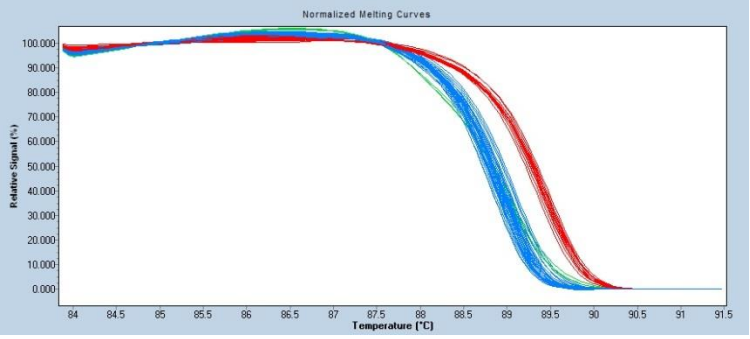
พันธุ์ คือ CNW13250030 และ CNW13250033 ปี 2557 คัดเลือกได้จำนวน 1 พันธุ์ คือ CNW142430534 ปี2558 คัดเลือกได้จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW142430524 และ CNW142430510

การตรวจสอบยีนเกี่ยวข้องกับความเหนียวในข้าวโพดข้าวเหนียว และการคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล

ผลการศึกษาลำดับเบสของยีนทั้ง 8 ยีนในตัวอย่าง 18 พันธุ์ พบว่า ทุกยีนมีความแตกต่างกันภายในกลุ่มตัวอย่าง โดยยีนที่สามารถแยกตัวอย่างอ้างอิงที่มีความเหนียวมากที่สุด และน้อยที่สุดจากกันได้มีจำนวน 4 ยีน ได้แก่ *SIP-1, aeIIb (SBEIIb) , Sh2-1 (AGPase)* และ *Wx (GBSS)* ส่วนยีนอื่น ได้แก่ *Bt3, SSIIb, zSSIIa, SBE3* และ *Dull* ไม่สามารถแยกตัวอย่างอ้างอิงได้ ส่วนยีน *Isoamylase* หรือ *starch de-branching enzyme (SU1)* และ *Isoamylase-type starch debrancing enzyme (iso2)* ไม่พบความแปรปรวนของลำดับนิวคลิโอไทด์ในตำแหน่งที่ตรวจสอบ การศึกษาตำแหน่งแปรปรวน (SNPs) ทำการศึกษาใน 3 ยีน ได้แก่ *SIP-1, Sh2-1* และ *GBSS* พบว่า HRM profile ของยีน *SIP-1* แยกกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 3 กลุ่ม มีค่า Tm เท่ากับ 81.76oC, 81.48oC และ 81.70oC คู่กับ 81.11oC ตามลำดับ ภายในกลุมที่ 2 มีตัวอย่างอ้างอิงที่มีความเหนียวมากที่สุดรวมอยู่ด้วย และกลุ่มที่ 3 มีตัวอย่างอ้างอิงที่มีความเหนียวน้อยรวมอยู่ด้วย (ภาพที่ 1) HRM profile ของยีน *Sh-2* แบ่งกลุ่มได้ไม่ชัดเจน ส่วน HRM profile ของยีน *GBSS* แม้จะแบ่งกลุ่มได้เป็น 3 กลุ่ม แต่กลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีตัวอย่างอ้างอิงร่วมอยู่ด้วยนั้น มีกราฟซ้อนทับกันอยู่ ทำให้แยกได้ไม่ชัดเจน (ภาพที่ 2) การนำมาใช้ประโยชน์อาจต้องใช้ทั้ง *SIP-1* และ *GBSS* ในการคัดเลือก จากการทดลองนี้ พบว่า การสำรวจตำแหน่ง SNPs ในยีนเป้าหมาย และการพัฒนาเทคนิค HRM ในการตรวจตำแหน่ง SNPs ของยีนนั้น มีศักยภาพในการนำมาใช้คัดเลือกคุณภาพด้านความเหนียวของแป้งในข้าวโพดข้าวเหนียวได้ แต่ในการทดลองนี้ขาดข้อมูลด้านคุณภาพของแป้งในตัวอย่างที่ทดสอบ ทำให้การพัฒนาเทคนิค HRM ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร



ภาพที่ 1 HRM profile จาก Gene scanning ของยีน ***SIP-1*** ที่ได้จากการแยกความแตกต่างของ SNPs 8 เบสที่อยู่ติดกัน ในข้าวโพดข้าวเหนียว 18 พันธุ์ ได้แก่ CNW09)-17-B-B; NGL)-B; WALB) 2-B-B-B; F4305 ; WPB)80-5-1-1-53-B-1-B; CNK(S) 61-3-B-B-9-B-B-B; EWS4780-6-B-B-B; LB50; ST(g)) 4-1-50-B-1-B; LBWX09)-50-1-B-B-B; TK8)-B-50-1-B-B; KTP(S)34-B-1-B; KP)34-B-1-B; TK8)-B-50-1-B-B; ST)-8-1-B-22-B-B; ST(g))-16-1-11-B-B; ชัยนาท84-1 (CHAI); M80-1



ภาพที่ 2 profile จาก Gene scanning ของยีน ***GBSS*** ที่ได้จากการลำดับนิวคลีโอไทด์ที่แปรปรวน (SNPs) ในข้าวโพดข้าวเหนียว 18 พันธุ์ ได้แก่ CNW09)-17-B-B; NGL)-B; WALB) 2-B-B-B; F4305 ; WPB)80-5-1-1-53-B-1-B; CNK(S) 61-3-B-B-9-B-B-B; EWS4780-6-B-B-B; LB50; ST(g)) 4-1-50-B-1-B; LBWX09)-50-1-B-B-B; TK8)-B-50-1-B-B; KTP(S)34-B-1-B; KP)34-B-1-B; TK8)-B-50-1-B-B; ST)-8-1-B-22-B-B; ST(g))-16-1-11-B-B; ชัยนาท84-1 (CHAI); M80-1

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง การเปรียบเทียบปริมาณสารแอนโทไซยานินและเบต้าแคโรทีนในข้าวโพดข้าวเหนียว

การทดลอง พบว่า สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีลักษณะดีเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ในการสร้างลูกผสม จำนวน 11 พันธุ์ได้แก่ UT11,UT29, UT10, UT30, UT08, UT09, UT07, UT27, UT28, และ UT20 โดยคัดเลือกจากองค์ประกอบผลผลิต และอัตราการแลกเนื้อ แต่เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการสร้างลูกผสมที่เป็นสีม่วงไม่เพียงพอจึงนำพันธุ์ UT34 เข้ามาร่วมใช้เป็นแม่พันธุ์ การประเมินผลผลิตในการเปรียบเทียบเบื้องต้น พบว่าได้พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง คือ พันธุ์ UT121122 และ UT123414 ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์แฟนซี 111 พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงลูกผสมที่คัดเลือกได้ นอกจากเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงแล้วยังมีปริมาณสารแอนโทไซยานิน และเบต้าแคโรทีน ค่อนข้างสูงตามไปด้วย และการประเมินผลผลิตในการเปรียบเทียบมาตรฐาน พบว่า พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงลูกผสมที่มีศักยภาพให้ผลผลิตสูง คือ พันธุ์ UT121122 ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1,158 - 2,912 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก 853 – 2,005 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์แฟนซี111

การเปรียบเทียบปริมาณสารแอนโทไซยานินและเบต้าแคโรทีนในข้าวโพดข้าวเหนียว

ในปี 2557 พบว่า ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานีข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงลูกผสมที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ พันธุ์ UT121128 มีปริมาณแอนโทไซยานิน 79.34 มิลลิกรัมต่อ100กรัม และสูงกว่าพันธุ์แฟนซี111 (17.97 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท พบว่า พันธุ์ UT121120 มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด 47.65 มิลลิกรัมต่อ100กรัม สูงกว่าพันธุ์แฟนซี111 (21.31 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนปริมาณเบต้าแคโรทีน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี พบว่า พันธุ์ UT120727 และ UT122927 โดยมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 1.69 และ 1.52 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (ตามลำดับ) และสูงกว่าพันธุ์การค้า ส่วนที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท พบว่า พันธุ์ UT122927 มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด 1.58 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณแอนโทไซยานินและเบต้าแคโรทีนมีปริมาณแปรผกผันกัน จึงคัดเลือกพันธุ์ที่ให้แอนโทไซยานินสูง และ

เบต้าแคโรทีนไม่ต่ำเกินไป ดังนั้นข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงลูกผสมที่มีศักยภาพสูงที่สุด คือ พันธุ์ UT121122 รองลงมาคือ พันธุ์ UT123414 UT121120 UT121114 และ UT123422 ปี 2558 พบว่า ข้าวโพดสีม่วงลูกผสมที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ พันธุ์ UT121120 มีปริมาณแอนโทไซยานิน 37.87 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมาคือ พันธุ์ UT121114 UT123414 และ UT121122 ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงลูกผสมทั้ง 4 พันธุ์ มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าพันธุ์แฟนซี 111 (26.43 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนเบต้าแคโรทีน พบว่า พันธุ์ UT123414 มีปริมาณเบต้าแคโรทีน สูงที่สุด 0.37 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมาคือ พันธุ์ UT121120 จากการเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ที่มีศักยภาพที่ควรนำไปใช้ในการเปรียบเทียบพันธุ์ครั้งต่อไปคือ UT121120 UT121122 UT123414 และ UT123422

การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดต่างชนิดเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดและลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว

พันธุกรรมที่ดีเด่นของสายพันธุ์แท้ข้าวโพดไร่ จำนวน 2 สายพันธุ์ สายพันธุ์แท้ข้าวโพดข้าวโพดฝักอ่อน จำนวน 2 สายพันธุ์ สายพันธุ์แท้ข้าวโพดข้าวเหนียว จำนวน 5 สายพันธุ์ และข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้า จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้ถูกนำมาเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยวิธีการผสมข้ามกลุ่ม เพื่อสกัดสายพันธุ์แท้ข้าวโพดข้าวเหนียว พบว่า สามารถพัฒนาสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 ที่มียีนคู่แฝด *wxwx* ได้จำนวน 124 สายพันธุ์ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทต่อไป

การศึกษาจำแนกลักษณะพันธุกรรมโดยสัณฐานวิทยาของข้าวโพดข้าวเหนียวในแปลงรวบรวมพันธุ์

ผลการทดลอง พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวมีความหลากหลายลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางการเกษตร และพบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวที่ปลูกฤดูแล้ง มีอายุถึงวันที่ช่อดอกตัวผู้บาน 50% วันออกไหม 50% และอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยมากกว่าการปลูกในฤดูฝน โดยข้าวโพดข้าวเหนียวที่ปลูกในฤดูแล้ง อายุจนถึงออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 38-62 วัน (เฉลี่ย 48 ±6 วัน) อายุจนถึงออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 38-61 วัน (เฉลี่ย 48 ±5 วัน) อายุเก็บเกี่ยว อยู่ระหว่าง 56-80 วัน (เฉลี่ย 67±6 วัน) ขณะที่การปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวในฤดูฝน อายุถึงวันที่ช่อดอกตัวผู้บาน 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 35 ถึง 48 วัน (เฉลี่ย 43±4 วัน) อายุจนถึงออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 37-49 วัน (เฉลี่ย 44±3 วัน) อายุเก็บเกี่ยว อยู่ระหว่าง 54 ถึง 69 วัน (เฉลี่ย 63±4 วัน) พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวซึ่งมีลักษณะต่างๆ เหล่านี้ ได้จัดทำเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการขอจดทะเบียนพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นพันธุ์พืชใหม่ต่อไป

การประเมินความต้านทานของพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อเชื้อราสาเหตุโรคราน้ำค้าง

ผลการทดลอง พบว่า มี 1 สายพันธุ์ที่ไม่เป็นโรคราน้ำค้าง อยู่ในระดับต้านทานต่อโรคมาก (highly resistant) คือสายพันธุ์ CNW142430501 และข้าวโพดข้าวเหนียว 17 สายพันธุ์ต้านทานต่อโรค (resistant) ได้แก่ CNW1122780, CNW1125380, CNW1124880, CNW125850, CNW123650, CNW123150, CNW123950, CNW120450, CNK(s)61-3-B-B-9-B-B, CNK(s)12-3-B--B-B, WAGWX001, WINBF4305, WX142430501, WCNK033, WAGWX001, CP09 และ F4305 เปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรค 0.7-9.2 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความต้านทานของพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่

ผลการทดลอง พบว่า สามารถคัดเลือกได้ 10 สายพันธุ์ ที่มีความต้านทาน (resistant) ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ได้แก่ สายพันธุ์ CNK)-61-3-B-B-9-B-1-B, CNK)-61-3-B-B-9-B-B-B, WALB)-2-3-B-B, Agwx20(w))-B-44-

B, WKNN013, WTTCN001, WTNGHB003, WTTCN001, WKNN015 และ WTNGH3012 เป็นโรคระหว่าง 6.6-10.1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ และพบว่ามี 34 สายพันธุ์ ต้านทานปานกลางต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (moderately resistant) เป็นโรคระหว่าง 10.9-24.2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ

ศึกษาอัตราประชากรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ดีเด่น

ผลการทดลอง พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ และอัตราประชากร ในส่วนของน้ำหนักฝักทั้งเปลือก โดยการปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ CNW8050 ที่อัตราประชากร 10,667 ต้นต่อไร่ มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงกว่าที่อัตราประชากร 8,533, 7,111 และ 6,095 ต้นต่อไร่ ประมาณ 28, 27 และ 56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่การปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 และบิ๊กไวท์ 852 ที่อัตราประชากร 8,533-10,667 ต้นต่อไร่ มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงกว่าที่อัตราประชากร 7,111 และ 6,095 ต้นต่อไร่ ประมาณ 28-31 และ 42-45 เปอร์เซ็นต์ สำหรับพันธุ์ชัยนาท 84-1 และ 13-18 และ 31-36 เปอร์เซ็นต์สำหรับพันธุ์บิ๊กไวท์ 852 แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และอัตราประชากร ในส่วนของน้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักฝักมาตรฐาน การปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์บิ๊กไวท์ 852 ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงกว่าพันธุ์ชัยนาท 84-1 และ CNW8050 ประมาณ 11 และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอัตราประชากรของข้าวโพดข้าวเหนียวที่ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงสุด คือ อัตรา 10,667 ต้นต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าอัตราสูงกว่าการปลูกที่อัตราประชากร 7,111 และ 6,095 ต้นต่อไร่ ประมาณ 5-16 และ 17-30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้า

จากผลการทดลองการศึกษาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดข้าวเหนียว บนดินร่วนทรายชุดดินเดิมบาง ค่าวิเคราะห์ดิน ค่า pH 8.21 ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.34 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 136 มิลลิกรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 92 มิลลิกรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทุกอัตรา คือ 0, 10, 20, 30 และ 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักฝักมาตรฐาน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักทั้งเปลือกระหว่าง 2,034-2,136 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักฝักปอกเปลือก เฉลี่ย 1,317-1,399 กิโลกรัมต่อไร่ และน้ำหนักฝักมาตรฐาน เฉลี่ย ระหว่าง 856-1,170 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 30-40 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ประมาณ 20-27 และ 9-16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 30-40 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ประมาณ 25 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 30-40 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักมาตรฐาน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ประมาณ 36-41 และ 21-25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวและฤดูปลูกที่เหมาะสมสำหรับคุณภาพข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ดีเด่น

การทดลองในปี 2556-2557 ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 ส่วนปี 2558 ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ดีเด่นพันธุ์ WX142430501 ผลการทดลองปี 2556 ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกและอายุเก็บเกี่ยวในส่วนของน้ำหนักฝักทั้งเปลือก การปลูกในเดือนธันวาคมให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกสูงที่สุด คือ 2,543 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าการปลูกในเดือนเมษายน และสิงหาคม ประมาณ 28 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การเก็บเกี่ยวที่ระยะ 16 18 20 และ 22 วัน ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกไม่แตกต่างทางสถิติ ระหว่าง 2,002-2,036 กิโลกรัมต่อ

ไร่ ปี 2557 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกและอายุเก็บเกี่ยวในส่วนของน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก การปลูกในเดือนธันวาคม และเก็บเกี่ยวที่ระยะ 22 วัน ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกับการเก็บเกี่ยวที่ระยะ 24 วัน แต่สูงกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะ 16-20 วัน ประมาณ 8-17 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การปลูกในเดือนพฤษภาคม และสิงหาคม การเก็บเกี่ยวทุกระยะที่กำหนดให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก ไม่แตกต่างกัน สำหรับผลการทดลองปี 2558 พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวและฤดูปลูกในส่วนของน้ำหนักฝักทั้งเปลือก การปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ดีเด่น WX142430501 ในเดือนพฤศจิกายน ทำให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงกว่าการปลูกในเดือนมิถุนายน และสิงหาคม ประมาณ 22 และ 21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่น้ำหนักฝักทั้งเปลือกไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเก็บเกี่ยวทุกระยะที่กำหนด

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ด้านปรับปรุงพันธุ์

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีได้จำนวน 374 สายพันธุ์ การผลิตเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมเพื่อใช้ประเมินผลผลิต ปี 2554 ได้จำนวน 48 คู่ผสม ปี 2555 ได้จำนวน 46 คู่ผสม ปี 2556 ได้จำนวน48 คู่ผสม ปี 2557 ได้จำนวน 38 คู่ผสม และปี 2558 ได้จำนวน 105 คู่ผสม ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมทุกพันธุ์นำเข้าประเมินผลผลิตในปี 2554-2558

การเปรียบเทียบเบื้องต้น สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพฝักดี สำหรับประเมินผลผลิตในปี 2559 ได้จำนวน 21 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW142430513 CNW142430526 CNW142430527 CNW1544 CNW1536 CNW142430523 CNW1556 CNW1514 CNWR1502 CNW1504 CNW1511 CNW1512 CNW1516 CNW1517 CNW1515 CNWR1514 CNW1550 CNW1539 CNW1549 CNW1505 และ CNW1532

การเปรียบเทียบมาตรฐาน สามารถคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี สำหรับประเมินผลผลิตในปี 2559 ได้จำนวน 3 พันธุ์ คือ CNW142430505 CNW142430508 และ 11/22 พันธุ์

การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี ได้จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ CNW142430524 และ CNW142430510 สำหรับประเมินผลผลิตในปี 2559 ในการทดสอบในไร่เกษตรกรต่อไป

การเปรียบเทียบในท้องถิ่น พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,530-2,730 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกอยู่ระหว่าง 1,080-1,900 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งยังอยู่ในระดับที่น้อยกว่าพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานภาครัฐและเอกชนอื่นๆ แต่มีคุณภาพการบริโภคที่อยู่ในระดับใกล้เคียงถึงสูงกว่า พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานภาครัฐและเอกชนอื่นๆ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดตักหงาย ได้พันธุ์พันธุ์ข้าวโพดตักหงายที่ให้ผลผลิตสูงคือ C52-45-1-1-4-BS ให้ผลผลิต 1,234 กิโลกรัมต่อไร่ และมีจำนวนฝักต่อต้นต่อไร่มากที่สุด จำนวน 15,571 ฝัก รองลงมาคือ พันธุ์จากการคัดเลือกรวม 1,229 กิโลกรัมต่อไร่ และ C52-45-6-3-5-BS 1,182 กิโลกรัมต่อไร่

การตรวจสอบยีนเกี่ยวข้องกับความเหนียวในข้าวโพดข้าวเหนียว และการคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล ตำแหน่ง SNPs ในยีนเป้าหมาย และการพัฒนาเทคนิค HRM ในการตรวจตำแหน่ง SNPs ของยีนนั้น มีศักยภาพในการนำมาใช้คัดเลือกคุณภาพด้านความเหนียวของแป้งในข้าวโพดข้าวเหนียวได้ การตรวจ SNPs ของทั้ง 2 ยีน คือ *SIP-1* และ *GBSS* ตำแหน่งนี้ในการคัดเลือก เพื่อให้มีความแม่นยำมากขึ้น อย่างไรก็ตาม

ในการทดลองนี้ขาดข้อมูลด้านคุณภาพของแป้งในตัวอย่างที่ทดสอบของทุกตัวอย่าง รวมทั้งตัวอย่างที่ได้รับมาแต่ละชุดไม่ซ้ำชุดเดิม ทำให้เป็นอุปสรรคในการตรวจยืนยันผล จึงทำให้การพัฒนาเทคนิค HRM ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมสีม่วงที่ให้ผลผลิตสูง และมีสารแอนโทไซยานิน และเบต้าแคโรทีนสูง จำนวน 4 พันธุ์ คือ UT121120 UT121122 UT123414 และ UT123422 ลูกผสมทั้ง 4 พันธุ์ ควรนำไปใช้ในการเปรียบเทียบพันธุ์ครั้งต่อไป

การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดต่างชนิดเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรด และลูกผสมของข้าวโพดข้าวเหนียว สายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่ได้รับการพัฒนา และได้รับพันธุกรรมจากข้าวโพดไร่ ข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดข้าวเหนียวที่ได้รับการพัฒนาแล้ว มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีขึ้นกว่าสายพันธุ์ดังเดิม สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมได้ดีในอนาคตต่อไป

ด้านเขตกรรม

การศึกษาจำแนกลักษณะพันธุกรรมโดยสัณฐานวิทยาของข้าวโพดข้าวเหนียวในแปลงรวบรวมพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่ปลูกฤดูแล้ง มีอายุถึงวันที่ช่อดอกตัวผู้บาน 50% วันออกไหม 50% และอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยมากกว่าการปลูกในฤดูฝน โดยข้าวโพดข้าวเหนียวที่ปลูกในฤดูแล้ง อายุจนถึงออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 38-62 วัน (เฉลี่ย 48 ±6 วัน) อายุจนถึงออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 38-61 วัน (เฉลี่ย 48 ±5 วัน) อายุเก็บเกี่ยว อยู่ระหว่าง 56-80 วัน (เฉลี่ย 67±6 วัน) ขณะที่การปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวในฤดูฝน อายุถึงวันที่ช่อดอกตัวผู้บาน 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 35 ถึง 48 วัน (เฉลี่ย 43±4 วัน) อายุจนถึงออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่าง 37-49 วัน (เฉลี่ย 44±3 วัน) อายุเก็บเกี่ยว อยู่ระหว่าง 54 ถึง 69 วัน (เฉลี่ย 63±4 วัน) พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวซึ่งมีลักษณะต่างๆ เหล่านี้ ได้จัดทำเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการขอจดทะเบียนพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นพันธุ์พืชใหม่ต่อไป

การประเมินความต้านทานของพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อเชื้อราสาเหตุโรคราน้ำค้าง พบ 1 สายพันธุ์ที่ไม่เป็นโรคราน้ำค้าง อยู่ในระดับต้านทานต่อโรคมาก (highly resistant) คือสายพันธุ์ CNW142430501 และข้าวโพดข้าวเหนียว 17 สายพันธุ์ต้านทานต่อโรค (resistant) ได้แก่ CNW1122780, CNW1125380, CNW1124880, CNW125850, CNW123650, CNW123150, CNW123950, CNW120450, CNK(s)61-3-B-B-9-B-B, CNK(s)12-3-B--B-B, WAGWX001, WINBF4305, WX142430501, WCNK033, WAGWX001, CP09 และ F4305 เปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรค 0.7-9.2 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความต้านทานของพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวต่อเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ สามารถคัดเลือกได้ 10 สายพันธุ์ ที่มีความต้านทาน (resistant) ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ได้แก่ สายพันธุ์ CNK)-61-3-B-B-9-B-1-B, CNK)-61-3-B-B-9-B-B-B, WALB)-2-3-B-B, Agwx20(w))-B-44-B, WKNN013, WTTCN001, WTNGHB003, WTTCN001, WKNN015 และ WTNGH3012 เป็นโรคระหว่าง 6.6-10.1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ

การศึกษาอัตราประชากรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ดีเด่น มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ และอัตราประชากร ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ CNW8050 ที่อัตราประชากร 10,667 ต้นต่อไร่ มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงสุด ส่วนพันธุ์ชัยนาท 84-1 และบิ๊กไวท์ 852 ปลูกที่อัตราประชากร 8,533-10,667 ต้นต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงสุด แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และอัตราประชากร ในส่วนของน้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักฝักมาตรฐาน โดยอัตราประชากรของข้าวโพดข้าวเหนียวที่ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงสุด

คือ อัตรา 10,667 ต้นต่อไร่ และการปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์บิ๊กไวท์ 852 ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงกว่าพันธุ์ชัยนาท 84-1 และ CNW8050 ประมาณ 11 และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้า บนดินร่วนทราย ชุดดินเดิมบาง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทุกอัตรา คือ 0, 10, 20, 30 และ 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกน้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักฝักมาตรฐาน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 30-40 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ประมาณ 20-27 และ 9-16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ ประมาณ 25 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และให้น้ำหนักฝักมาตรฐานสูงกว่า 36-41 และ 21-25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวและฤดูปลูกที่เหมาะสมสำหรับคุณภาพข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ดีเด่นข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 และ WX142430501 การปลูกในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกสูงกว่าการปลูกในเดือนเมษายนถึงสิงหาคม

พันธุ์ชัยนาท 84-1 เก็บเกี่ยวที่ระยะ 16-22 วันหลังออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ดีเด่นพันธุ์ WX142430501 เมื่อปลูกในเดือนพฤศจิกายน ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกดีที่สุด โดยให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกในเดือนมิถุนายน และสิงหาคม ประมาณ 22 และ 21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การเก็บเกี่ยวทุกระยะที่กำหนด ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกไม่แตกต่างกัน

ด้านรสชาติความเหนียวนุ่ม และความชอบของผู้ชิม พบว่า การปลูกในฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม) ควรเก็บที่ระยะ 20-24 วันหลังออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ และผู้ชิม 90-100 เปอร์เซ็นต์ ชอบมากเมื่อเก็บเกี่ยวในช่วงดังกล่าว แต่ในฤดูฝน สามารถเก็บเกี่ยวตั้งแต่ระยะ 16-24 วัน ผู้ชิมมีความชอบมากที่สุดคิดเป็น 27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะ 20 วันหลังออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความชอบในปลายฤดูฝน (เดือนสิงหาคม) ผู้ชิมมีความชอบทุกระยะการเก็บเกี่ยว

เอกสารอ้างอิง

กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. 2545. คู่มือโรคพืชไร่. เอกสารวิชาการกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 105 หน้า.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2551. ปรับปรุงพันธุ์พืช พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เกษม สุนทราจารย์, มาสุฑล สัญพึ่ง, นิตยา พรหมวงศ์ และสมทรง โชติชื่น. 2558. การตรวจสอบยีนควบคุมความหอมของข้าวด้วยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสแบบเวลาจริง. สืบค้นจาก: www.brrd.in.th/main/index. [ก.พ. 2558].

ชูศักดิ์ จอมพุก และ ทิวา พาโคกทม. 2547. ข้าวโพด.. *ใน* นพพร คล้ายพงพันธุ์, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ และสนธิชัย จันทร์เปรม, บรรณาธิการ. พืชเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 54-73.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ. 2551. ทิศทางการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานของศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสดไทยในหลากหลายมุมมอง. วันที่ 29-30 กรกฎาคม 2551 ณ โรงแรมลพบุรีอินน์ รีสอร์ท จ.ลพบุรี. หน้า 67-74.

พิเชษฐ กรุดลอยมา. 2558. แนวคิดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่แบบผสมผสาน. 20-23 มกราคม 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จ.ระยอง.

ทวีศักดิ์ ภู่หลำ. 2551. สถานการณ์การผลิตข้าวโพดฝักสดของโลก. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสดไทยในหลากหลายมุมมอง. วันที่ 29-30 กรกฎาคม 2551 ณ โรงแรมลพบุรีอินน์ รีสอร์ท จ.ลพบุรี. หน้า 5/1-5/20.

ประภา กัณฐศากุล, สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์ และ จินดา จันทร์อ่อน. 2535. ส่วนประกอบบางอย่างของข้าวโพดฝักสด, *ใน:* เอกสารประกอบการประชุมสัมนาข้าวโพดหวาน. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า 1-3.

ประวิตร พุทธานนท์. 2551. แนวคิดและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสดไทยในหลากหลายมุมมอง. วันที่ 29-30 กรกฎาคม 2551 ณ โรงแรมลพบุรีอินน์ รีสอร์ท จ.ลพบุรี. หน้า 49-59.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล เพียงเพ็ญ ศรวัต ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ พิเชษฐ์ศักดิ์ ศรีวงศ์ วีรเดช โขนสันเทียะ ตริตราภรณ์ จันทร์เทศ. 2552. การแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะแป้งสูงและไซยาไนด์ต่ำในมันสำปะหลัง. การประชุมวิชาการพืชไร่ประจำปี 2552 เรื่อง ผลงานวิชาการด้านพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. สุราษฎร์ธานี. 7-9 กันยายน.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. 2548. การผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในเขตชลประทาน. *ใน*: เอกสารเผยแพร่วิชาการการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในเขตชลประทาน. 9 หน้า.

สกุลกานต์ สิมลา และ อรุณทิพย์ เหมะธุลิน. 2555. คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว. แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ: 455-459.

สันติ ธีราภรณ์. 2545. เอกสารวิชาการเรื่องดินและธาตุอาหารพืชกับข้าวโพดฝักสด. 2545. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 114 หน้า.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2552. การปรับปรุงพันธุ์พืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 259 หน้า.

สุรพล เช้าฉ้อง และสุปราณี งามประสิทธิ์. 2546. ระยะระหว่างต้นที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2. *ใน*: รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตร ครั้งที่ 41 สาขาพืช สาขาส่งเสริมการเกษตร และนิเทศด้านเกษตร วันที่ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 518-523.

อาวุธ ณ ลำปาง. 2529. ข้อสังเกตุและคำแนะนำในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. วารสารวิชาการเกษตร. 4: 84-92.

Boyer, C.D. and Shonnon, J.C. 1984. The use of endosperm genes for sweet corn improvement. *In:* Janick, J. (ed.) Plant Breeding Reviwed vol. 5. John Wiley & Sons, Inc. USA. pp. 139-161.

Coe, E.H., JR. and M.G. Neuffer. 1988. The genetics of corn. *In:* G.F. Sprague, ed. Corn and Corn Improvement: Number 18 in the Series Agronomy. American Society of Agronomy Inc., USA. pp. 111-223.

Cox, R.S. 1956. Control of the Helminthosporium blight disease on sweet corn in south Florida. Phytopathology. 46:112-115.

Fergason, V. L. 1994. High amylose and waxy corn. *In*: A.R. Hallauer, ed. Specialty Corns. CRC. Press. Boca Raton, Florida. pp. 56-77.

Gao, M., and Wanut, J., Stinard, P.S., James, M.G. and Myers, A.M. 1998. Characterization of dull1, a maize gene coding for a novel starch synthase. The plant Cell. 10: 399-412.

Juliatti, F.C., A. M. Brandao, J.A. Santos and W.C. Luz. 2007. Fungicides in the aerial. part of maize crop: evolution of fungus diseases, losses, answers of hybrids and improvement of production quality. Annual. Review of Plant Pathology. 15:277-334.

Ketthaisong D., B. Suriharn, R. Tangwongchai and K., Lertrat. 2013. Changes in physiochemical properties of waxy corn starches at different stages of harvesting. Carbohydrate Polymers J. 98: 241-248.

Lipps, P.E. and D. Mills. 2002. Northern corn leaf blight. Retrieved November 10, 2003, form http://ohioline.osu.edu/ac-fact/pdf/0020.htm.

Piekielek, W.P., and R.H. Fox. 1992. Use of a chlorophyll meter to predict side dressing nitrogen requirements of maize. Agron. J. 84: 59-65.

Raid, R. N. 1990. Evaluation of fungicides for control of northern corn leaf blight and common rust on sweet corn. Aps Fungicide and Nematicide Tests 45:14.

Raid, R. N. 1991. Fungicidal. Control of foliar sweet corn disease in the presence of high inoculum levels. Proc. Fla. State Hort. Soc. 104:267-270.

Shapiro, C.A., D.D. Francis, R.B. Ferguson, G.W. Hergert, T.M. Shaver and C.S. Wortmann. 2013. Using a chlorophyll meter to improve N Management. NebGuide G1632. Univ. of Nebraska Extension, Lincoln.

กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน
Research and Development Technology on Waxy Corn Production

บทคัดย่อ

กิจกรรมการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน ดำเนินการตั้งแต่ปี 2554-2558 มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่การปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว ชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี การใส่ปุ๋ย อัตรา 20-2.5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดี และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูง ในพื้นที่ดินร่วน-ร่วนปนทราย พบว่า ในชุดดินกำแพงแสน การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา อัตรา 20-7.5-8 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ข้าวโพดข้าวเหนียวให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ และมีค่าตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ (VCR) เท่ากับ 1.87 และในชุดดินท่าม่วง การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 20-8-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ข้าวโพดข้าวเหนียวให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 2,268 กิโลกรัมต่อไร่ และมีค่าตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ (VCR) เท่ากับ 3.89

การศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว ในชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี 20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับกากตะกอนอ้อย ให้น้ำหนักผลผลิตสูงสุด โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,853 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่ดินร่วน-ร่วนปนทราย ชุดดินกำแพงแสน และท่าม่วง พบว่า การใส่ปุ๋ยในอัตรา 30-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และอัตรา 20-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนอ้อย มีอัตราการให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวสูงสุด

สำหรับการศึกษาการเคลือบเมล็ดต่อคุณภาพ และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย polymer ผสมสารเคมี dimethomorph สามารถควบคุมโรคราน้ำค้างได้ดีที่สุดทั้งเมล็ดพันธุ์ที่เก็บในอุณหภูมิห้อง และในสภาพห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรค 12.9 และ 7.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4-6 เดือน การเคลือบเมล็ดด้วย polymer ผสมสารเคมี dimethomorph ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุด 78.7 และ79.3 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ข้าวโพดข้าวเหนียว, การจัดการธาตุอาหาร การจัดการดิน การใส่ปุ๋ย ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ การเคลือบเมล็ด โรคราน้ำค้าง ไดเมทโทมอฟ เมตาแลกซิล

Abstracts

The development of suitable technology for waxy corn production had operated since 2011-2015 to develop waxy corn production package technology suitable in specific area. The waxy corn production in clay-clay loam soil type, Damnoen Saduak and Rachaburi soil series could apply fertilizer for 20-2.5-5 kg for N-P_2O_5-K_2O per rai. The waxy corn produced high yield and gave high economic return. In loam-sandy loam soil type for waxy corn production, the application of fertilizer on Kamphaeng Saen soil series according to the soil analysis data for 20-7.5-8 kg for N-P_2O_5-K_2O per rai gave yield of waxy corn for 1,950 kg.rai^{-1} and gave VCR value =

1.87. In Tha Muang soil series applied fertilizer for 20-8-5 kg for N-P_2O_5-K_2O per rai gave waxy corn yield for 2,268 kg.rai^{-1} and gave VCR value = 3.89.

Study on fertilizer integrated for waxy corn production in clay-clay loam soil type, Damnoen Saduak and Ratchaburi soil series found that the application of fertilizer for 20-10-10 kg for N-P_2O_5-K_2O per rai combined with sludge sugarcane gave average yield of waxy corn for 1, 853 kg.rai^{-1}. In the area of loam- sandy loam soil types, Kamphaeng Saen and Tha Muang soil series found that the fertilizer application rate for 30-5-5 kg N-P_2O_5-K_2O per rai and the rate of 20-5-5 kg N-P_2O_5-K_2O per rai with sludge sugarcane gave highest yield of waxy corn.

For the study of seed coating on quality and the storage of waxy corn seed indicated that seed coating with polymer and Dimethomorph could control downy mildew disease as well as the seed storage in room temperature and in seed storage room. The disease infection percentage was 12.9 and 7.3 percent, respectively. After storage for 4-6 months, seed coating with polymer and Dimethomorph gave lowest germination percentage, 78.7 and 79.3 percent, respectively.

Key words: Waxy corn, Soil nutrient management, Fertilizer Application, Chemical Fertilizer, Organic Fertilizer, Bio-Fertilizer, Seed Priming, Downy mil dew, dimethomorph, metalaxyl

บทนำ

การป้องกันกำจัดโรคทางใบที่สำคัญของข้าวโพดสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การพ่นสารเคมีในอัตรา และตามระยะเวลาที่แนะนำ การเคลือบ คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีก่อนปลูก เป็นต้น ซึ่งจะช่วยในการป้องกันการเกิดโรคได้ แต่อย่างไรก็ตาม สารเคมีคลุกเมล็ด หรือสารเคลือบเมล็ดบางชนิดมีผลต่อการงอก และความแข็งแรงของต้นกล้าข้าวโพด การคลุกเมล็ดพันธุ์ ควรเลือกใช้ชนิดของสารเคมีให้เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดพันธุ์ สารเคมีบางกลุ่มเป็นพิษต่อเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเมล็ดมีความชื้นสูงมากกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพันธุ์มักได้รับอันตรายจากสารเคมีได้ง่าย (วันชัย, 2542) ได้มีการทดลองคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยสารเคมีเมทาแลกซิลในข้าวโพดหวาน 6 สายพันธุ์ อัตรา 5, 7, 9 และ 11 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม โดยใช้น้ำ 7 มิลลิลิตร พบว่า ไม่มีผลต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์ และพบว่าอัตราความเข้มข้นของเมทาแลกซิลที่สูงมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง (ถมยา และคณะ, 2544) อายุการเก็บรักษาภายหลังจากการคลุกเมล็ด พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่คลุกด้วยสารเคมีเมทาแลกซิลเอ็ม (metalaxyl-M) สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 เดือน ในสภาพห้องควบคุมอุณหภูมิ และประมาณ 6 เดือน ในสภาพอุณหภูมิห้อง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว (สุปราณี และคณะ, 2546) สำหรับการเคลือบเมล็ด (seed coating) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้สารเคมีเกาะติดเมล็ดอย่างสม่ำเสมอ ป้องกันสารพิษสัมผัสกับมือ ประหยัดการใช้สารเคมี และมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคได้ดียิ่งขึ้น เมล็ดพันธุ์ที่จำหน่ายในยุโรป เช่น เมล็ดพันธุ์ผักและเมล็ดพันธุ์ไม้ดอก ส่วนใหญ่มากกว่า 80% นิยมเคลือบ (coating) หรือพอก (pelleting) การเคลือบเมล็ดพันธุ์มีการปฏิบัติในต่างประเทศมานานกว่า 30 ปีแล้ว สำหรับประเทศไทยได้นำเทคนิคนี้มาใช้ครั้งแรก ณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ภาณี และคณะ, 2536) Wisson and Geneve (2004) รายงานว่า การเคลือบเมล็ดไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน sh2 ที่ความแข็งแรงสูงและต่ำ ทั้งที่งอก

ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม แต่การคลุกหรือเคลือบเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรามีผลทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดีขึ้นในเมล็ดข้าวโพดหวานที่มีความแข็งแรงต่ำ

การตอบสนองของพืชต่อการใส่ปัจจัยการผลิตที่ให้ผลผลิตที่พอเหมาะและกำไรสูงสุด ดินต้องมีสมบัติเหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ และหากพืชสามารถอยู่รอดได้ ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการนำธาตุอาหารไปใช้ได้เป็นอย่างดี แต่ปริมาณการดูดใช้จะมากน้อยแค่ไหนย่อมแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและดินเป็นสำคัญ ข้าวโพดถือเป็นพืชหนึ่งที่มีความต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากและมีบทบาทสำคัญตลอดอายุการเจริญเติบโตของข้าวโพด ระยะที่ข้าวโพดต้องการธาตุไนโตรเจนมากที่สุด คือ ระยะที่ข้าวโพดออกดอกตัวผู้และตัวเมีย (สันติ, 2545) ธาตุอาหารฟอสฟอรัส ก็จัดว่าเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตไม่น้อยกว่าธาตุไนโตรเจน จากการศึกษาพบว่า ข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสตลอดฤดูปลูกเช่นกัน แต่มีความต้องการในระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโตมากกว่าในระยะอื่นๆ และจากสถานการณ์การปลูกข้าวโพดของเกษตรกรในปัจจุบัน ที่มีการเก็บเกี่ยวทั้งผลผลิตฝักสด อีกทั้งตัดต้นข้าวโพดออกจากพื้นที่ปลูกเพื่อนำไปเป็นอาหารสัตว์ จึงเป็นการนำธาตุอาหารที่มีอยู่ในผลผลิตและลำต้นออกไปจากพื้นที่ปลูกด้วย จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ลงอีกทางหนึ่ง ดังนั้น การใส่ปุ๋ยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อชดเชยธาตุอาหารอาหารที่สูญหายออกไปจากพื้นที่โดยวิธีต่างๆ และให้พืชดูดใช้เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิต

การวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของปุ๋ย N-P-K กับข้าวโพดหวานที่ปลูกบนชุดดินท่าม่วง ที่ไร่เกษตรกร จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า การใส่ปุ๋ย 20-10-10 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้น้ำหนักฝักสดสูงสุด 2,002 กิโลกรัมต่อไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ย ให้น้ำหนักฝักสด 1,490 กิโลกรัมต่อไร่ (ดิสสพันธุ์ และคณะ, 2541) ส่วนการตอบสนองต่อปุ๋ยของข้าวโพดหวานในดินเหนียว-ร่วนเหนียว จังหวัดกาญจนบุรี (ชัชธนพร และคณะ, 2556) พบว่า ข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 ให้ผลผลิตสูงสุดที่การใช้ปุ๋ยในอัตรา 20-4-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในต้นและใบเท่ากับ 10.8 2.0 และ 12.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ กาบฝักมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 4.3 1.1 และ 2.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมล็ดมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 5.2 1.1 และ 1.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และซังมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 1.3 0.3 และ 1.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยความเข้มข้นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ในเมล็ดสูงกว่าในส่วนของต้น และใบ กาบฝัก และซัง ส่วนความเข้มข้นโพแทสเซียม พบเป็นองค์ประกอบอยู่ในต้นและใบสูงกว่าในส่วนของกาบฝัก เมล็ด และซัง ซึ่งสอดคล้องกับผลวิเคราะห์ของ Johnson et al., 2010 โดยความเข้มข้นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ในเมล็ดสูงกว่าในส่วนของต้นและใบ ดังนั้นธาตุอาหารในพื้นที่มีโอกาสสูญหายโดยติดออกไปกับผลผลิตข้าวโพดหวาน (ส่วนของกาบฝัก เมล็ดและซัง) ที่ต้องนำออกไปจากพื้นที่ทุกปีเท่ากับ 10.8 2.5 และ 5.8 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ต่อฤดูปลูก และหากไม่มีการไถกลบเศษซากพืชกลับลงไปในพื้นที่ จะทำให้มีธาตุอาหารสูญหายออกไปทั้งหมด 21.6 4.5 และ 18.7 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ต่อฤดูปลูก (ศิริขวัญ และคณะ, 2556)

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี เป็นวิธีการจะช่วยลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมีให้แก่เกษตรกรได้ทางหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีศักยภาพในการผลิตพืชมากยิ่งขึ้น จากการวิจัยผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพ มูลวัวหมัก และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวโพดหวานที่ปลูกบนดินเหนียวสีแดงชุดวังไฮ ที่ไร่เกษตรกร จ.กาญจนบุรี พบว่า การใส่มูลวัวหมักอัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 10-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักฝักสดข้าวโพดหวาน (เฉลี่ย 4 ฤดูปลูก) 2,241 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 20-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ยข้าวโพดหวานให้ผลผลิตน้ำหนักฝักสด 2,028 และ 1,366 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (สมควร และคณะ, 2551) เมื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในชุดดิน

กำแพงแสน อัตรา 0, 12, 24 และ 36 กิโลกรัม N ต่อไร่ พบว่า ขนาดของฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนแถวต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ให้สูงขึ้น (สุรเดช และพัชราภรณ์, 2529)

ปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช หรือ ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่บริเวณรากพืช ทั้งบริเวณดินรอบๆ ราก ผิวราก ภายในราก ต้น และใบพืช โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้จะสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ด้วยการสร้างธาตุอาหารหรือเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด มีแบคทีเรียหลายชนิดที่พบว่าอาศัยอยู่ใน ดิน ราก และต้น ปัจจุบันได้มีความสนใจศึกษาประโยชน์ของแบคทีเรียที่อาศัยบริเวณรอบๆรากพืชเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพบว่ามีศักยภาพในการใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพได้ (Diem, 1978; Bashan and Levanony, 1990; Fulchieri and Frioni, 1994; Jacoud, 1999) โดยประโยชน์ที่สำคัญของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่อาศัยอยู่รอบๆ รากข้าวเหล่านี้ คือ ตรึงไนโตรเจน (Boddy, 1995; Meunchang *et al.,* 2004) ผลิตฮอร์โมนพืช (Meunchang *et al.,* 2004) ช่วยให้รากมีพื้นที่ผิวมากขึ้นมีผลช่วยในการดูดน้ำและธาตุอาหารได้มากขึ้น (Jacoud *et al.,* 1999; Murty and Ladha, 1988) ประสิทธิภาพของปุ๋ยชีวภาพนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ สกุลและสายพันธุ์แบคทีเรีย ชนิดของพืช สมบัติของดิน ประชากรจุลินทรีย์ที่ออกฤทธิ์และเงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปหลังการใส่ปุ๋ยชีวภาพปริมาณแบคทีเรียจะลดอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของสภาพแวดล้อมซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ จึงมักพบว่าผลการทดลองในสภาพปลอดเชื้อกับในธรรมชาติมีความแตกต่างกันมาก (Bashan and Levanony, 1990, สมปองและศุภมาศ, 2551, Meunchang *et al.,* 2006a; Meunchang *et al.,* 2006b) และจากรายงานต่างๆ พบว่า จุลินทรีย์ในกลุ่มพีจีพีอาร์ (PGPR = Plant Growth Promoting Rhizobacteria) ซึ่งจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้มีหลายสกุลด้วยกัน เช่น *Azospirillum* Azotobacter *Burkhoderia Bacillus* และ *Pseudomonas* เป็นต้น ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ก็ให้ผลที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของแต่ละสกุล ซึ่งสกุลที่นิยมใช้ในกับข้าวโพด ได้แก่ *Azospirillum* เช่นเดียวกับรายงานของ Hungria *et al*. (2010) ที่กล่าวว่า การใส่เชื้อ *Azospirillum brasilense* ก่อนการปลูกสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ 24–30 % เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อ อย่างไรก็ตามการเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับชนิดพืชมากที่สุดก็จะช่วยส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น รวมไปถึงการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตอีกด้วย

ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และดินเป็นสำคัญ ธาตุอาหารในพื้นที่มีโอกาสสูญหายโดยติดออกไปกับผลผลิตข้าวโพดที่ต้องนำออกไปจากพื้นที่ทุกปี และหากไม่มีการไถกลบเศษซากพืชกลับลงไปในพื้นที่ จะทำให้มีธาตุอาหารสูญหายออกไปเป็นจำนวนมาก ซึ่งคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ยังเป็นคำแนะนำแบบกว้างๆ ซึ่งใช้กับข้าวโพดฝักสดทั่วไป ไม่ได้เป็นคำแนะนำที่เฉพาะเจาะจงกับข้าวโพดข้าวเหนียว ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารที่ใส่จึงอาจไม่ตรงตามความต้องการ จึงทำให้การผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวมีประสิทธิภาพต่ำไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาด การพัฒนาคำแนะนำการให้ธาตุอาหารกับข้าวโพดข้าวเหนียวให้มีความเฉพาะเจาะจงกับสภาพจึงพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญ

ระเบียบวิธีการวิจัย

ศึกษาการเคลือบเมล็ดที่มีผลต่อคุณภาพ และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ โดยใช้กรรมวิธีการเคลือบเมล็ดด้วย polymer การเคลือบเมล็ดด้วย polymer ผสมสารเคมี dimethomorph และการไม่เคลือบ/คลุกเมล็ด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block; RCB) จำนวน 4 ซ้ำ ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของข้าวโพดข้าวเหนียวในดินเหนียว-ร่วนเหนียว ในชุดดินดำเนินสะดวก และชุดดินราชบุรี และดินร่วน-ร่วนปนทราย ในชุดดินกำแพงแสน และชุดดินท่าม่วง โดยใช้กรรมวิธีและอัตราปุ๋ยตาม

ค่าวิเคราะห์ดิน และศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว ในชุดดินดำเนินสะดวก และชุดดินราชบุรี และดินร่วน-ร่วนปนทราย ในชุดดินกำแพงแสน และชุดดินท่าม่วง โดยใช้กรรมวิธีผสมผสานระหว่างปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block; RCB) จำนวน 3 ซ้ำ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ศึกษาการเคลือบเมล็ดต่อคุณภาพและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว

ผลการทดลอง พบว่า ภายหลังการเคลือบหรือคลุกเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน 90.0-94.0 และ 86.5-92.0 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพอุณหภูมิห้อง หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 และ 5 เดือน พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย polymer การไม่เคลือบ/คลุกเมล็ดด้วยสารเคมี และการคลุกเมล็ดด้วยสารเคมี metalaxyl ให้เปอร์เซ็นต์ความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ระหว่าง 90.0-94.7 และ 82.0-94.0 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าการไม่เคลือบ/คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีให้เปอร์เซ็นต์ความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เมล็ดสูงสุด 89.3 และ 84.7 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ หลังการเก็บรักษา 4-6 เดือน พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย polymer และการไม่เคลือบ/คลุกเมล็ด ให้เปอร์เซ็นต์ความงอก 89.0-91.7 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรง 87.3-92.3 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการเคลือบเมล็ดด้วย polymer ผสมสารเคมี dimethomorph ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุด 78.7 และ79.3 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า การไม่เคลือบ/คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีให้เปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด 89.3 เปอร์เซ็นต์

ผลของการควบคุมโรคราน้ำค้างในสภาพแปลงเกษตรกร พบว่า วิธีการเคลือบเมล็ดด้วย polymer ผสมสารเคมี dimethomorph สามารถควบคุมโรคราน้ำค้างได้ดีที่สุด ทั้งเมล็ดพันธุ์ที่เก็บในอุณหภูมิห้อง และในสภาพห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค 12.9 และ 7.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การไม่เคลือบ/คลุกเมล็ดด้วยสารเคมี ให้เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคราน้ำค้างสูงสุด 75.4 และ 53.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของข้าวโพดข้าวเหนียวในดินเหนียว-ร่วนเหนียว

ในชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี พบว่า การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน 20 กิโลกรัมต่อไร่(ตามค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของดิน) ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกสูงสุด และมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงกว่า 20 กิโลกรัมต่อไร่ การตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส 2.5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตฝักอ่อนทั้งเปลือก และปอกเปลือกสูงสุด และมีแนวโน้มลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม 5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตฝักอ่อนทั้งเปลือก และปอกเปลือกสูงสุด และมีแนวโน้มลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นในดินเหนียว-ร่วนเหนียว การใส่ปุ๋ย อัตรา 20-2.5-5 (กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่) สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดีและให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูง

ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของข้าวโพดข้าวเหนียวในดินร่วน-ร่วนปนทราย

ในชุดดินกำแพงแสน และท่าม่วง พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม มีความจำเป็นต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 โดยในชุดดินกำแพง การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา อัตรา 20-7.5-8 กิโลกรัม N-P2O5-K2O/ไร่ ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ และมีค่าตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ (VCR) เท่ากับ 1.87 ส่วนข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินท่าม่วงข้าวโพดให้ผลผลิต

เฉลี่ยสูงสุด 2,268 กิโลกรัมต่อไร่ (VCR เท่ากับ 3.89) เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 20-8-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ดังนั้นการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมกับชนิดของดินและพันธุ์ที่ปลูกจึงมีความจำเป็น ซึ่งจะสามารถลดต้นทุนการผลิต จากการใช้ปุ๋ยลงได้

ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพง มีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในต้น+ใบ เท่ากับ 10.6 1.3 และ 19.2 กิโลกรัมต่อไร่ ในเมล็ด เท่ากับ 8.8 0.8 และ 3.5 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินท่าม่วง มีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในต้น+ใบ เท่ากับ 12.4 1.7 และ 13.3 กิโลกรัมต่อไร่ ในเมล็ดมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 7.9 1.0 และ 2.7 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้าวโพดข้าวเหนียวมีปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงในแต่ฤดูปลูก ดังนั้นหากต้องการรักษาศักยภาพของดินในการผลิตพืชให้ยั่งยืน จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยกลับลงไปในพื้นที่ในปริมาณอย่างน้อยเท่ากันกับปริมาณที่สูญหายออกไปหรือส่งเสริมให้เกษตรกรเล็งเห็นถึงมูลค่าของธาตุอาหารในเศษซากข้าวโพดและกระตุ้นให้มีการไถกลบเศษซากข้าวโพดกลับลงไปในพื้นที่เพื่อคืนกลับธาตุอาหารลงดินและเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ

ศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว

ในชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีทั้งสูตร 20-10-10 และ 30-10-10 เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี (20-10-10) ร่วมกับปุ๋ยคอก ปุ๋ยขี้ไก่แกลบ และกากตะกอนอ้อย ทั้งที่ใส่ และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ การเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียว และผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพไม่แตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยเคมี 20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ รวมกับกากตะกอนอ้อย ให้น้ำหนักผลผลิตสูงสุด โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,853 กก.

ศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมในพื้นที่ดินร่วน-ร่วนปนทราย

ในชุดดินกำแพงแสน และท่าม่วง พบว่า กรรมวิธีการจัดการใส่ปุ๋ยในอัตรา 30-5-5 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ อัตรา 20-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนอ้อย มีอัตราการให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว (ฝักสด) สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ตลอดการทดลอง

การสูญเสียธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่า ในปี 2557 มีการสูญสียออกจากพื้นที่ในรูปแบบผลผลิตฝักสด เท่ากับ 14.24, 1.78 และ 22.01 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และในปี 2558 เท่ากับ 31.47, 7.11 และ 77.12 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยกรรมวิธีการจัดการใส่ปุ๋ยในอัตรา 20-5-5 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่แกลบ 800 กิโลกรัมต่อไร่, อัตรา 20-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับมูลวัว 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตรา 20-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนอ้อย สามารถชดเชยไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ที่สูญเสียไปในรูปของผลผลิตฝักสดได้ แต่มีระดับธาตุอาหารเพียงพอที่จะชดเชยในส่วนโพแทสเซียมที่สูญเสียไปได้

หลังการเก็บเกี่ยวหากมีการไถกลบต้นข้าวโพดข้าวเหนียวกลับลงในแปลงจะส่งผลให้ได้รับธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม กลับเข้าสู่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 23.70, 3.13 และ 58.78 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และ ในปี 2558 เท่ากับ 37.96, 8.49 และ 90.84 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สำหรับการศึกษาการเคลือบเมล็ดต่อคุณภาพ และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว พบว่า ภายหลังการเคลือบหรือคลุกเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกัน 90.0-94.0 และ 86.5-92.0 เปอร์เซ็นต์ และภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4-6 เดือน ทั้งในสภาพอุณหภูมิห้อง และห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การไม่เคลือบ/คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีให้เปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด 89.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ให้ผลในการควบคุมโรคราน้ำค้างต่ำที่สุด ในขณะที่การเคลือบเมล็ดด้วย polymer ผสมสารเคมี dimethomorph สามารถควบคุมโรคราน้ำค้างได้ดีที่สุด ดังนั้นการเคลือบเมล็ดด้วย polymer ผสมสารเคมี dimethomorph เพื่อป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้าง ควรใช้ปลูกภายใน 1-3 เดือนหลังเคลือบเมล็ด

2. ในดินเหนียว-ร่วนเหนียว ชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี การใส่ปุ๋ย อัตรา 20-2.5-5 (กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่) สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดี และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูง

3. ในดินร่วน-ร่วนปนทราย ชุดดินกำแพงแสน ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ในอัตรา 20-7.5-8 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจมากที่สุด โดยให้ค่า VCR เท่ากับ 1.87 และมีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในต้น+ใบเท่ากับ 12.4 1.7 และ 13.3 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับชุดดินท่าม่วง การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ในอัตรา 20-8-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 2,268 กิโลกรัมต่อไร่ (VCR 3.89) และปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในต้น+ใบเท่ากับ 12.4 1.7 และ 13.3 กิโลกรัมต่อไร่

4. การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในเหนียว-ร่วนเหนียว ชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี การใช้ปุ๋ยเคมีทั้งสูตร 20-10-10 และ 30-10-10 เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี (20-10-10) ร่วมกับปุ๋ยคอก ปุ๋ยขี้ไก่ แกลบ และกากตะกอนอ้อย ทั้งที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ นั้นการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียว และผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ไม่แตกต่างกัน และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในชุดดินต่างๆ ที่มีการปลูกข้าวโพดข้าวโพดแบบต่อเนื่องระยะยาว เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและการให้ผลผลิตของดิน

5. การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในดิรร่วน-ร่วนปนทราย ในชุดดินกำแพงแสน และท่าม่วง กรรมวิธีการจัดการใส่ปุ๋ยในอัตรา 30-5-5 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ อัตรา 20-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนอ้อย มีอัตราการให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวสูงสุด และการจัดการใส่ปุ๋ยในอัตรา 20-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่แกลบ 800 กิโลกรัมต่อไร่, อัตรา 20-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับมูลวัว 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตรา 20-5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนอ้อย สามารถชดเชย ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่สูญเสียไปในรูปของผลผลิตฝักสดได้ แต่มีระดับธาตุอาหารเพียงพอที่จะชดเชยในส่วนโพแทสเซียมที่สูญเสียไปได้

เอกสารอ้างอิง

ดิสสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ สันติ ธีราภรณ์ และสุทัย วุธรา. 2541. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทช ต่อผลผลิตข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนเหนียว. *ใน:* รายงานบทคัดย่อผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ ปี 2541. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ถมยา ทองเหลือง สุปราณี งามประสิทธิ์ และธำรงศิลป โพธิสูง. 2544. ผลของสารเมตาแลคชิลต่อความงอกและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. *ใน:* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 21-23 พฤศจิกายน 2544. โรงแรมแฟลิกซ์ริเวอร์แคว, การจนบุรี.

ภาณี เตมีศักดิ์ วุฒิชัย ทองดอนแอ พรพันธ์ ภู่พร้อมพันธ์ Genay,J.P. Trebuil,G และ ชัชรี นฤทุม. 2536. การเคลือบเมล็ดพันธุ์ฝ้าย. *ใน:* การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 11 เรื่องเทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. หน้า 84.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริขวัญ ภู่นา ศุภกาญจน์ ล้วนมณี สมฤทัย ตันเจริญ ไพรสน รุจิคุณ และ อนันต์ ทองภู. 2556. เอกสารวิชาการ ฉบับเต็ม เพื่อประเมินสู่ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

สันติ ธีราภรณ์. 2545. เอกสารวิชาการเรื่องดินและธาตุอาหารพืชกับข้าวโพดฝักสด. 2545. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 114 หน้า

สมควร คล้องช้าง สันติ ธีราภรณ์ สมปอง หมื่นแจ้ง และปราโมทย์ ไตรเพียร. 2551. ผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพมูลวัวหมัก และปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตข้าวโพดหวาน. *ใน:* รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2551. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สมปอง หมื่นแจ้ง และศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2551. การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาล แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการผลิตพืช. รางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ : รางวัลวิทยานิพนธ์ ประจำปี 2550. หน้า 250-252.

สุปราณี งามประสิทธิ์ ถมยา ทองเหลือง ประชุม จุฑาวรรธนะ สุขุม โชติช่วงมณีรัตน์ และแอนนา สายมณีรัตน์. 2546. ผลของสารคลุกเมล็ดก่อนปลูกเพื่อป้องกันโรครานำ้ค้างที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. สถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณวาจกกสิกิจ สถาบันอินทรีย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครราชสีมา.

สุรเดช จินตกานนท์ และ พัชราภรณ์ ไขรัศมี. 2529. อิทธิพลของอัตราและวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อปริมาณและคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. ใน รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติครั้งที่ 6, 13-17 มกราคม 2529. วิทยาเขตเกษตรนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช

Bashan, Y, and H. Levanony. 1990. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. Can. J. Microbiol. 36, 591-608.

Boddey, RM. 1995. Biological nitrogen fixation associated with sugarcane and rice : contributions and prospects for improvement. Plant Soil 174, 195-209.

Diem, G. 1978. Colonization of rice roots by diazotroph bacteria. In Environmental role of nitrogen-fixing blue-green algae and asymbiotic bacteria. Edited by U.Granhall. Ecol. Bull. (Stockholm). 26: 305-311.

Fulchieri, M. and L, Frioni. 1994**.** *Azospirillum* inoculation on maize (Zea mays): effect on yield in a field experiment in central Argentina. Soil Biol. Biochem. 26: 921-923.

Jacoud. C. 1999. Initiation of root growth stimulation by *Azospirillum lipoferum* CRT1 during Maize seed germination. Can. J. Microbiol. 45: 339-342.

Johnson, J.M.F., Wilhelm, W.W., Karlen, D.L., Archer, D.W., Wienhold, B., Lightle, D.T., Laird, D. Baker, J., Ochsner, T.E., Novak, J.M., Halvorson, A.D., Arriaga, F., and Barbour, N. 2010. Nutrient removal as a function of corn stover cutting height and cob harvest. Bioenergy Res. 3: 342-352.

Meunchang, S., Panichsakpatana, S., Ando, S., and T. Yokoyama. 2004. Phylogenetic and physiological characterization of indigenous *Azospirillum* isolates in Thailand. Soil Sci. Plant Nutr. 50 (3): 413-421.

Meunchang, S., S. Panichsakpatana, R.W. Weaver. 2006 a. Tomato growth in soil amended with sugar mill by-products compost containing N_2-fixing bacteria. Plant and Soil. 280: 171-176.

Meunchang, S., S. Panichsakpatana, S. Ando, T. Yokoyama, R.W. Weaver. 2006 b. Bio-organic Fertilizer production development from compost and plant growth promoting rhizobacteria. Abstract of 14th world fertilizer congress. January 21-27, 2006. Chaing Mai Thailand.

Murty, M.G. and J.K. Ladha. 1988. Influence of Azospirillum inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. Plant Soil. 108: 281-285.

Wisson, T.T. and Geneve, R.L. 2004. The impact of film coating on initial water uptake and chilling injury in high and low vigor *sh2* sweet corn seeds. Seed sci. & Technol. 32:271-281

กิจกรรมที่ 3 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในแต่ละสภาพพื้นที่
Testing of Waxy Corn Production Technology with Farmer Participation

บทคัดย่อ

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในแต่ละสภาพพื้นที่ ดำเนินการตั้งแต่ปี 2554-2558 มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพื่อทดสอบชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในด้านพันธุ์ การปลูก และการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ในจังหวัดปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา นครราชสีมา สุรินทร์ บุรีรัมย์ มหาสารคาม อำนาจเจริญ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด และพังงา พบว่า เทคโนโลยีด้านพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดพังงาการใช้พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 สามารถให้ผลผลิตคุณภาพฝักไม่แตกต่างจากพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมปลูก และ เกษตรกรมีความพึงพอใจยอมรับพันธุ์ ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าสวีทไวท์ 25 ให้ผลผลิต และคุณภาพฝักดีที่สุดในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ ได้เทคโนโลยีการใช้ระยะปลูก 80 x 25 ซม. จำนวน 1 ต้นต่อหลุม จังหวัดมหาสารคาม ได้เทคโนโลยีการใช้พันธุ์ชัยนาท 84-1 และใช้ธาตุอาหาร 17-7- 22 กก. N-P2O5- K2O /ไร่ จังหวัดศรีสะเกษ ใช้พันธุ์ชัยนาท 84-1 และใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน จังหวัดร้อยเอ็ด ได้เทคโนโลยีการปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวพื้นบ้านพันธุ์ซ่อยร่อย โดยใช้ระยะปลูก 110x35 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม และใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จังหวัดนครราชสีมา ได้เทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยการใช้ปุ๋ยสูตร 16-8-8 หรือ 15-15-15 ร่วมใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) จังหวัดบุรีรัมภ์ และจังหวัดอำนาจเจริญได้เทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยได้ จากผลการทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ สามารถให้ผลตอบแทน และค่าตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ (BCR) สูงกว่าวิธีทดสอบของเกษตรกร

คำสำคัญ: ข้าวโพดข้าวเหนียว, การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน, การจัดการธาตุอาหาร, การจัดการดิน, การใส่ปุ๋ย

Abstracts

Testing waxy corn production technology in each environment had conducted since 2011-2015. The package technology including waxy corn variety, planting and fertilizer application base on soil analysis was tested in Ayutthaya, Nakhon Ratchasima, Surin, Buri Ram, Maha Sarakham, Amnat Charoen, Si Sa Ket, Roi Et and Phangnga provinces.

The result showed that using waxy corn variety developed by the Department of agriculture, Chai Nat 84-1 in Pathum Thani province gave non-significant yield and quality compare to commercial varieties in the area. The farmers in the area had been satisfied that variety. The commercial waxy corn variety, Sweet White 25 was good for production in Ayutthaya province. The plant spacing between row and plant, 80 x 25 centimeter and 1 plant per hill was good for waxy corn production in Surin province. In Maha Sarakham province, the good practice for waxy corn production was using Chai Nat 84-1 variety and fertilizer application for 17-7-22 kg of N-P_2O_5-K_2O per rai. The good practice for waxy corn production in Si Sa Ket province was using Chai Nat 84-1 variety and fertilizer application base on soil analysis. In Roi Et

province, farmers used plant spacing for 110x35 centimeter and 2 plants per hill for local waxy corn variety, Soi Roei production. They applied fertilizer base on soil analysis. The fertilizer application of 16-8-8 or 15-15-15 with 46-0-0 base on soil analysis was good practice for waxy corn production in Nakhon Ratchasima province. In Buri Ram and Amnat Charoen province, the good practice for waxy corn production was using fertilizer application base on soil analysis.

In conculdtion the fertilizer application base on soil analysis for waxy corn production could increase average yield and gave higher income and benefit cost ratio than farmer's practice.

Key words: Waxy corn, fertilizer application base on soil analysis, Nutrition Management, Soil Management, Fertilizer Application

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นข้าวโพดฝักสดพื้นบ้านของประเทศไทย ที่ได้รับความนิยมบริโภคมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีความเหนียวนุ่ม และมีรสหวานเล็กน้อย เกษตรกรนิยมปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวกันทั่วทุกภาคของประเทศ มีปลูกที่สุดที่ภาคอีสาน รองลงมาคือภาคกลาง และกระจายไปยังภาคอื่นๆ (ธีรศักดิ์, 2539) การปลูกข้าวโพดให้ได้ผลผลิต และผลตอบแทนสูง ขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพแวดล้อม ซึ่งแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ตามศักยภาพของแต่ละพันธุ์ การปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพดิน และสภาพภูมิอากาศเดียวกัน จะให้ผลผลิตต่างกัน เช่นเดียวกับข้าวโพดฝักสดพันธุ์เดียวกันที่ปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพดินและสภาพภูมิอากาศต่างกัน ก็ให้ผลผลิตแตกต่างกัน ทั้งนี้ เนื่องจากดินในแต่ละพื้นที่มีศักยภาพไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของดิน เช่น ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความหนาแน่นของดิน และลักษณะทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพด

การตอบสนองของพืชต่อการใส่ปัจจัยการผลิตที่ให้ผลผลิตที่พอเหมาะและกำไรสูงสุด ดินต้องมีสมบัติเหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆ และหากพืชสามารถอยู่รอดได้ ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการนำธาตุอาหารไปใช้ได้เป็นอย่างดี แต่ปริมาณการดูดใช้จะมากน้อยแค่ไหนย่อมแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและดินเป็นสำคัญ (สันติ, 2545)

จากงานวิจัยพบว่า ข้าวโพดหวานตอบสนองต่อปุ๋ยผันแปรไปตามลักษณะดินแตกต่างอย่างเด่นชัด โดยชุดดินท่าม่วง ข้าวโพดหวานต้องการปุ๋ย 20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักสดสูงสุด 2,002 กิโลกรัม/ไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ย ให้น้ำหนักฝักสด 1,490 กิโลกรัม/ไร่ (ดิสสพันธุ์ และคณะ, 2541) ดินเหนียวสีแดงชุดดินวังไฮ การใส่มูลวัวหมัก 1 ตันโดยน้ำหนักแห้งต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ได้รับผลผลิตสูงสุด (สมควร และคณะ, 2551) พื้นที่ดินเหนียวชุดดินทับกวาง การใส่ปุ๋ยเคมี 15-10-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ถือเป็นการจัดการปุ๋ยที่ดีที่สุด ทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (VCR)สูงสุด (ชัชธนพร และคณะ, 2556) แต่ดินเหนียววังสะพุงข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนเป็นแบบเส้นตรง ซึ่งปริมาณผลผลิตเพิ่มตามอัตราปุ๋ยที่ใส่สูงขึ้น ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมที่ระดับ 10 และ 5 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2Oต่อไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงมาก (ชัชธนพร และคณะ, 2556) เมื่อศึกษา

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในชุดดินกำแพงแสน อัตรา 0, 12, 24 และ 36 กิโลกรัม N ต่อไร่ พบว่า ขนาดของฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนแถวต่อฝักและน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ให้สูงขึ้น (สุรเดช และ พัชราภรณ์, 2529)

การดำเนินการทดสอบในพื้นที่ตามหลักของ Farming System Research โดยศึกษาวิจัยในสภาพพื้นที่เกษตรกรโดยเกษตรกรร่วมดำเนินการ มีขั้นตอนดังนี้ 1. คัดเลือกพื้นที่เป้าหมาย 2. การวิเคราะห์พื้นที่และวินิจฉัยปัญหา 3. การวางแผนการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยี 4. การดำเนินงานทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีดำเนินงานในพื้นที่เกษตรกร โดยใช้กระบวนการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วม 5. การวิเคราะห์ผล และ 6. การขยายผลในขั้นตอนที่ 4 เมื่อดำเนินการทดลองซ้ำจนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร จะขยายผลของเทคโนโลยีนั้นไปสู่เกษตรกรรายอื่น หรือพื้นที่อื่นที่มีสภาพนิเวศเกษตรคล้ายคลึงกัน (อารันต์, 2543) ซึ่งจากการคัดเลือกพื้นที่เป้าหมาย วิเคราะห์พื้นที่ และวินิจฉัยปัญหา ในพื้นที่ภาคกลาง เขตจังหวัดปทุมธานี และพระนครศรีอยุธยา พบปัญหาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมมีราคาแพง ต้นทุนด้านเมล็ดพันธุ์สูง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ เขตจังหวัด นครราชสีมา สุรินทร์ บุรีรัมย์ มหาสารคาม อำนาจเจริญ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด และพังงา เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันไปในแต่ละราย บางรายใส่ปุ๋ยในอัตราที่ต่ำ บางรายใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงเกินความจำเป็น และบางรายใส่เฉพาะปุ๋ยยูเรียติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ไม่มีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ทำให้สิ้นเปลืองต้นทุนจากปัจจัยการผลิต การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมกับแต่ละสภาพพื้นที่จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อยกระดับผลผลิตให้สูงขึ้น ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มกำไรให้กับเกษตรกร

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดสอบในพื้นที่ ทำการทดสอบในแปลงเกษตรกร โดยเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตในเรื่องพันธุ์และการเขตกรรมของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรใช้อยู่ และวิธีเขตกรรมของเกษตรกร ดำเนินการตามหลักของ Farming System Research โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1. คัดเลือกพื้นที่เป้าหมาย 2. การวิเคราะห์พื้นที่และวินิจฉัยปัญหา 3. การวางแผนการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยี 4. การดำเนินงานทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยี ดำเนินงานในพื้นที่เกษตรกร โดยใช้กระบวนการพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วม 5. การวิเคราะห์ผล และ 6. การขยายผลในขั้นตอนที่ 4 เมื่อดำเนินการทดลองซ้ำจนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร จะขยายผลของเทคโนโลยีนั้นไปสู่เกษตรกรรายอื่น หรือพื้นที่อื่นที่มีสภาพนิเวศเกษตรคล้ายคลึงกัน ศึกษาวิจัยในสภาพพื้นที่เกษตรกรโดยเกษตรกรร่วมดำเนินการ ในจังหวัดปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา นครราชสีมา สุรินทร์ บุรีรัมย์ มหาสารคาม อำนาจเจริญ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด และพังงา

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

ดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีด้านพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรใช้ พบว่า พันธุ์ชัยนาท 84-1 มีจำนวนต้นเก็บเกี่ยวสูงสุด (7,079 ต้นต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์แม็กซ์วัน สวีทแว็กซ์ 254 และ บิ๊กไวท์ 854 ส่วนพันธุ์ไวโอเล็ตไวท์ 926 มีจำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่ำสุด (4,539 ต้นต่อไร่) พันธุ์แม็กซ์วันและพันธุ์ชัยนาท 84-1 มีจำนวนฝักมาตรฐานสูงสุด (4,899 และ 4,854 ฝักต่อไร่) แต่ไม่มีความแตกต่างกับพันธุ์บิ๊กไวท์ 854 และสวีทแว็กซ์ 254 (4,022 และ 3,101 ฝักต่อไร่) ส่วนพันธุ์ไวโอเล็ตไวท์ 926 มีจำนวนฝักมาตรฐาน

ต่ำสุด (2,494 ฝักต่อไร่) พันธุ์แม็กซ์ วัน มีน้ำหนักฝักมาตรฐานและน้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงสุด (1,393 และ 1,116 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ชัยนาท 84-1 และ บิ๊กไวท์ 854 (1,016, 763 และ 913, 714 กิโลกรัมต่อไร่) พันธุ์ไวโอเล็ตไวท์ 926 มีความยาวฝักสูงสุด (19.81 เซนติเมตร) แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์แม็กซ์ วัน บิ๊กไวท์ 854 และชัยนาท 84-1 (19.13, 17.85 และ 17.07 เซนติเมตร) ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ต่าง ๆ มีเส้นผ่านศูนย์กลางฝักไม่แตกต่างกัน (4.39-4.67 เซนติเมตร)

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีด้านพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรใช้ พบว่า พันธุ์การค้าที่เกษตรกรใช้ สวีทไวท์ 25 ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด 1,722 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตร CNW 80 แต่พันธุ์ CNW80 มีวันออกดอก และวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ และวันเก็บเกี่ยว จำนวน 52, 53 และ 71 วัน ตามลำดับ เร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในสภาพดินร่วนเหนียวแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

ดำเนินการทดสอบวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร พบว่า กรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตและรายได้มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร แต่มีต้นทุนการผลิตน้อย โดยให้ผลผลิต 2,227 กิโลกรัมต่อไร่ มีรายได้ 18,244 บาทต่อไร่ ตามลำดับ และกรรมวิธีเกษตรกรให้ผลผลิต 2,043 กิโลกรัมต่อไร่ มีรายได้ 15,988 บาทต่อไร่ ตามลำดับ และกรรมวิธีทดสอบมีค่าตอบแทนค่าใช้จ่ายการลงทุน (BCR) มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร คือ 4.04 และ 3.67 ตามลำดับ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยตามแนะนำของกรมวิชาการเกษตรสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้เกษตรกรได้ประมาณ 10.77 เปอร์เซ็นต์ และ 13.93 เปอร์เซ็นต์ การจากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าเกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมกับการผลิตข้าวโพดตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เนื่องจากให้ผลผลิตและรายได้สูงกว่าวิธีเกษตรกร โดยปรับวิธีการใช้ปุ๋ยจากปุ๋ยยูเรียเพียงชนิดเดียวมาใช้ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-8-8 หรือ 15-15-15 ซึ่งเป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับเดียวร่วนเหนียวของกรมวิชาการเกษตร

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์

ดำเนินการทดสอบระยะปลูกตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้ระยะปลูก 80 x 25 ซม. จำนวน 1 ต้นต่อหลุม เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร ที่ใช้ระยะปลูก 80 x 50 ซม. จำนวน 2 ต้นต่อหลุม พบว่า วิธีทดสอบและวิธีของเกษตรกรให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก และต้นทุนการผลิตไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 945 และ 700 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 4,600 บาทต่อไร่ วิธีทดสอบมีผลตอบแทนเฉลี่ย และค่า BCR สูงกว่าวิธีของเกษตรกร โดยวิธีทดสอบให้ผลตอบแทนเฉลี่ย 8,572 บาทต่อไร่ และมีค่า BCR 2.9 ส่วนวิธีเกษตรกรให้ผลตอบแทนเฉลี่ย 3,664 บาทต่อไร่ และมีค่า BCR เฉลี่ย 1.8

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์

ดำเนินการทดสอบวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร พบว่า กรรมวิธีทดสอบให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก และปอกเปลือกเฉลี่ย 1,839 และ 1,228 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ให้ผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก และปอกเปลือกเฉลี่ย 1,659 และ 1,042 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ คิดเป็น 10 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 3,670 บาท/ไร่ สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 3,704 บาท/ไร่

แต่เมื่อคำนวณเฉพาะต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า กรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 1,249 บาท/ไร่ ซึ่งน้อยกว่ากรรมวิธีทดสอบที่มีต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 1,264 บาท/ไร่ ทั้งนี้เนื่องจากดินของเกษตรกรส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารต่ำทำให้ต้องใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในปริมาณมาก ต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีจึงสูงมากเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่เกษตรกรนอกจากนี้แล้วกรรมวิธีทดสอบยังส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 10,774 บาท/ไร่ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีรายได้เฉลี่ย 10,057 บาท/ไร่ หรือรายได้เพิ่มขึ้นคิดเป็น 7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์อัตราส่วนรายได้ต่อการลงทุน (BCR) พบว่า กรรมวิธีทดสอบมีค่าเฉลี่ย BCR เท่ากับ 3.22 ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีค่าเฉลี่ย BCR เท่ากับ 2.92 จากการสอบถามความคิดเห็นของเกษตรกรจำนวน 9 ราย พบว่าเกษตรกรร้อยละ 50 มีความคิดเห็นว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร อีกร้อยละ 50 มีความคิดเห็นว่า ผลผลิตไม่ต่างกันมากนัก และเกษตรกรร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่า ไม่มีความยุ่งยากในการปฏิบัติ แต่หาซื้อแม่ปุ๋ยในพื้นที่ปลูกได้ยากโดยเฉพาะปุ๋ยสูตร 18-46-0

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมในดินนาแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมจังหวัดมหาสารคาม

ดำเนินการทดสอบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวของกรมวิชาการเกษตร และใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ที่มีการจัดการปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยใส่ธาตุอาหาร 17-7- 22 กก. N-P2O5- K2O /ไร่ ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์การค้าที่มีการจัดการปุ๋ยแบบเดิมของเกษตรกร (2,428 และ 2540 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) โดยมีผลผลิตต่างกันคิดเป็นร้อยละ 4.40 ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า การใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ร่วมกับการจัดการปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรสามารถให้ผลตอบแทนได้มากกว่าหรือใกล้เคียงกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรใช้อยู่เดิมคิดเป็นร้อยละ 4.76 และเมื่อประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกและผู้บริโภค พบว่าลักษณะพันธุ์และคุณภาพเกษตรกรมีความพึงพอใจในระดับปานกลางถึงดีมาก (50-70%) และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์การค้า

การทดสอบเทคโนโลยีการปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวในดินร่วนปนทรายจังหวัดอำนาจเจริญ

ดำเนินการทดสอบ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร ปี 2557 ทดสอบที่ ต.นาจิก อ.เมือง จ.อำนาจเจริญ พบว่า วิธีทดสอบให้ผลผลิตน้ำหนักสดทั้งเปลือกเฉลี่ย 1,987 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าวิธีเกษตรกรร้อยละ12.47 การใช้ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรมีต้นทุนเฉลี่ย 6,064 บาท/ไร่ ต่ำกว่าวิธีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร้อยละ5.21 แต่เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน(BCR) พบว่า วิธีทดสอบ มีค่าเท่ากับ 1.89 ซึ่งสูงกว่าวิธีเกษตรกรที่มีค่าเท่ากับ 1.82 ผลประเมินความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีของเกษตรกรผู้ร่วมทดสอบพบว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลางและดี และปี 2558 ดำเนินงานในแปลงเกษตรกร ต.ไร่สีสุก อ.เสนางคนิคม จ.อำนาจเจริญ พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตน้ำหนักสดทั้งเปลือกเฉลี่ย 2,378 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าวิธีเกษตรกรร้อยละ6.35 เมื่อคำนวณหารายได้สุทธิ พบว่า วิธีทดสอบมีรายได้สุทธิ เฉลี่ย 7,983 บาท/ไร่ สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีรายได้สุทธิเฉลี่ย 6,555 บาท/ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ17.89 และผลประเมินความพึงพอใจต่อเทคโนโลยีของเกษตรกรผู้ร่วมทดสอบพบว่า พบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีและดีมาก

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ

ดำเนินการทดสอบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวของกรมวิชาการเกษตร และใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร พบว่า วิธีทดสอบ ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ให้น้ำหนักสด

ทั้งเปลือก และปอกเปลือก 1,983.67 และ 965.64 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และความยาวฝัก 16.96 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรใช้ โดยให้ผลผลิต 1,637.54 และ 1,108.82 กิโลกรัมต่อไร่ และความยาวฝัก 17.15 เซนติเมตร วิธีทดสอบให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ BCR 3.60 สูงกว่าวิธีของเกษตรกรที่ให้ค่า BCR 2.71 แต่มีรายได้สุทธิใกล้เคียงกัน 14,400 และ 15,230 บาทต่อไร่ การสำรวจการยอมรับของเกษตรกร พบว่าให้การยอมรับน้อย เนื่องจากตลาดนิยมข้าวโพดสองสีมากกว่าข้าวโพดสีข้าวล้วน และเกษตรกรไม่ยอมรับการใส่ปุ๋ยเพียงแค่ 2 ครั้งและจะใส่ปุ๋ยหลังปลูก 15 วันมากกว่าใส่ปุ๋ยรองพื้น

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในสภาพดินร่วน ปนทรายแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด

ดำเนินการทดสอบ 3 กรรมวิธี คือ วิธีทดสอบ 1 ใช้พันธุ์ข้าวโพดเหนียวชัยนาท 84-1 และวิธีการผลิตตามตามเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร วิธีทดสอบ 2 ใช้พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์พื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่ และวิธีการผลิตตามเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับ วิธีเกษตรกร ใช้พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์พื้นบ้านที่เกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่ และวิธีการผลิตตามเทคโนโลยีของเกษตรกร พบว่า ปี 2557 พบว่า ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในกรรมวิธีเกษตรกรให้ผลผลิต 2,062 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าวิธีทดสอบ 1 และวิธีทอสอบ 2 ที่ให้ผลผลิต1,803 และ 2,032 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าตอบแทน และค่า BCR พบว่า วิธีทดสอบ 1 ให้ค่าตอบแทน 8,864 บาท/ไร่ และค่า BCR 3.36 ให้ค่ามากกว่า วิธีเกษตรกร (6,505 บาท/ไร่ และ BCR 2.80) และวิธีทดสอบ 2 (6,380 บาท/ไร่ และ BCR 2.68) เนื่องจากได้ราคาขายต่อกิโลกรัมมากกว่า ส่วนวิธีทดสอบที่ 2 ให้ผลใกล้เคียงกับวิธีเกษตรกร ปี 2558 ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียววิธีทดสอบ 1 ให้ผลผลิต 1,896 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าวิธีทดสอบที่ 2 และวิธีเกษตรกรที่ให้ผลผลิต 1,450 และ 1,358 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์ค่าตอบแทน และค่า BCR ให้ผลในทิศทางเดียวกับการทดสอบในปี 2557

การประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในพันธุ์เดิมมากกว่าพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตรกร เนื่องจากพันธุ์พื้นบ้านเป็นที่ต้องการของพ่อค้าผู้รับซื้อ เพราะฝักมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา นำไปต้มขายโดยการนับฝักขายได้ และสามารถต่อพันธุ์ได้เองไม่ต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ ส่วนผู้บริโภคเคยชินกับการบริโภคฝักขนาดเล็กสะดวกในการรับประทานมากกว่า สำหรับความพึงพอใจของเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรในเรื่องระยะปลูก และปุ๋ย พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการปลูกแบบแถวเดี่ยวตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เนื่องจากมีการให้น้ำแบบตามร่องและน้ำสามารถซึมผ่านเข้าสู่ต้นได้ดีกว่าแถวคู่ ทำให้เกษตรกรบางรายที่ร่วมทดสอบได้นำไปปรับใช้ ส่วนในเรื่องของการให้ปุ๋ยเกษตรกรส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับดีมาก โดยเกษตรกรให้เหตุผลว่าการให้ปุ๋ยตามเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรให้เพียง 2 ครั้ง ซึ่งประหยัดแรงงานมากกว่าวิธีของเกษตรกรที่มีการให้ปุ๋ยถึง 4 ครั้ง

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดพังงา

ดำเนินการทดสอบวิธีปรับปรุง โดยใช้พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร ที่ใช้พันธุ์การค้าที่เกษตรกรใช้อยู่ พบว่า วิธีปรับปรุง ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ให้ผลผลิตทั้งเปลือกเฉลี่ย 1,843 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมปลูก ที่ให้ผลผลิตทั้งเปลือกเฉลี่ย 1,633 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้เกษตรกรมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 210 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็น 13 เปอร์เซ็นต์ มีผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 3,894 บาทต่อไร่ คิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรมีความพึงพอใจยอมรับข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 มีลำต้นแข็งแรง ต้านทานโรคราน้ำค้าง ฝักมีขนาดใหญ่ เมล็ดเหนียวนุ่ม และอายุการเก็บเกี่ยวสั้น เมื่อเทียบกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมปลูก

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในแต่ละพื้นที่ สรุปได้ดังนี้

เทคโนโลยีด้านพันธุ์

1. .ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ชัยนาท 84-1 .ให้ผลผลิต และคุณภาพฝักไม่แตกต่างจากพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมปลูก โดยพันธุ์ชัยนาท 84-1 ให้น้ำหนักฝักมาตรฐาน และน้ำหนักฝักปอกเปลือก 1,016 และ 763 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับพันธุ์แม็กซ์วัน ที่ให้น้ำหนักฝักมาตรฐาน และน้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงสุด 1,393 และ 1,116 กิโลกรัมต่อไร่ การทดสอบนี้ทำให้ได้ข้อมูลพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกในเขตภาคกลาง

2. ในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตร CNW 80 ให้ผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์สวีทไวท์ 25 ที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด 1,722 กิโลกรัมต่อไร่ แต่พันธุ์ CNW80 มีวันออกดอก และวันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ และวันเก็บเกี่ยว จำนวน 52, 53 และ 71 วัน ตามลำดับ เร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ

3. ในพื้นที่จังหวัดพังงา การใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ให้ผลผลิตทั้งเปลือกเฉลี่ย 1,843 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมปลูก ที่ให้ผลผลิตทั้งเปลือกเฉลี่ย 1,633 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 13 เปอร์เซ็นต์ มีผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ และเกษตรกรมีความพึงพอใจยอมรับข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1

เทคโนโลยีด้านพันธุ์ การปลูก และใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร

1. ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ เทคโนโลยีการผลิตของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้ระยะปลูก 80 x 25 ซม. จำนวน 1 ต้นต่อหลุม ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก และต้นทุนการผลิตไม่แตกต่างจากวิธีของเกษตรกร แต่ให้ผลตอบแทนมากกว่าวิธีของเกษตรกร โดยวิธีทดสอบให้ผลตอบแทนเฉลี่ย 8,572 บาทต่อไร่ และมีค่า BCR 2.9 ส่วนวิธีเกษตรกรให้ผลตอบแทนเฉลี่ย 3,664 บาทต่อไร่ และมีค่า BCR เฉลี่ย 1.8

2. ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม การใช้พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมชัยนาท 84-1 และใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใส่ธาตุอาหาร 17-7- 22 กก. N-P_2O_5- K_2O /ไร่ ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ข้าวโพดหวานสายพันธุ์การค้าที่มีการจัดการปุ๋ยแบบเดิมของเกษตรกร โดยมีผลผลิตต่างกันคิดเป็นร้อยละ 4.40 สามารถลดต้นทุนต่ำกว่าวิธีเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 6.36 และให้ผลตอบแทนได้มากกว่าหรือใกล้เคียงกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรใช้อยู่เดิม คิดเป็นอัตราส่วนของรายได้ต่อผลตอบแทน สูงกว่าวิธีเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 4.76 และเกษตรกรผู้ปลูกและผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับดีมาก

3. ในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ การใช้พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมชัยนาท 84-1 และใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิต และคุณภาพฝักใกล้เคียงกับวิธีของเกษตรกร ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ วิธีทดสอบให้ BCR 3.60 สูงกว่าวิธีของเกษตรกรที่ให้ค่า BCR 2.71 แต่มีรายได้สุทธิใกล้เคียงกัน 14,400 และ 15,230 บาทต่อไร่ แต่จากการสำรวจการยอมรับ เกษตรกรให้การยอมรับวิธีทดสอบน้อย เนื่องจากตลาดนิยมข้าวโพดสองสีมากกว่าข้าวโพดสีข้าวล้วน และเกษตรกรไม่ยอมรับการใส่ปุ๋ยเพียงแค่ 2 ครั้ง และจะใส่ปุ๋ยหลังปลูก 15 วันมากกว่าใส่ปุ๋ยรองพื้น

4. ในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด วิธีแนะนำของกรมวิชาการเกษตรให้ผลผลิต และผลตอบแทนมากกว่าวิธีเกษตรกร แต่อย่างไรก็ตามความนิยมของผู้บริโภคและพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อมีความพึงพอใจในพันธุ์พื้นบ้านมากกว่า แต่เกษตรกรมีความพึงพอใจในเทคโนโลยีการปลูก และการใส่ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้พันธุ์

พื้นบ้านที่เป็นพันธุ์เดิม (ซ่อยร่อย) ร่วมกับการใช้วิธีปลูกแบบร่องเดี่ยว ระยะปลูก 110x35 ซม. จำนวน 2 ต้นต่อหลุม และใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน แต่อย่างไรก็ตามควรมีการทดสอบในเรื่องการให้ปุ๋ยเพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อไป เช่น การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อลดต้นทุนการผลิต เป็นต้น

5. ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตรสามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้เกษตรกรประมาณ 9% และ 13.98% ตามลำดับ และเกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมกับการผลิตข้าวโพดตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยปรับเปลี่ยนการใช้ปุ๋ยจากการใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) เพียงชนิดเดียวไปใช้ปุ๋ยสูตร 16-8-8 หรือ 15-15-15 ร่วมด้วย ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

6. ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมภ์ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก และปอกเปลือกมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร คิดเป็น 10 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 10,774 บาท/ไร่ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีรายได้เฉลี่ย 10,057 บาท/ไร่ หรือรายได้เพิ่มขึ้นคิดเป็น 7 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราส่วนรายได้ต่อการลงทุน (BCR 3.22 ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีค่าเฉลี่ย BCR เท่ากับ 2.92 จากการสอบถามความคิดเห็นของเกษตรกร ส่วนใหญ่เห็นว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตมากขึ้น และไม่มีความยุ่งยากในการปฏิบัติ

7. ในพื้นที่จังหวัดอำนาจเจริญ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตรสามารถเพิ่มผลิตเฉลี่ยได้อย่างน้อย 151-199 กก./ไร่ และให้ผลตอบแทนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 1,157-1,428 บาท./ไร่ ซึ่งการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเกษตรกรควรปฏิบัติตามคำแนะนำและควรทำการจดบันทึกข้อมูลผลผลิตข้าวทั้งก่อน และหลังเพาะปลูกทุกครั้ง

เอกสารอ้างอิง

ดิสสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ สันติ ธีราภรณ์ และสุทัย วุธรา. 2541. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทช ต่อผลผลิตข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนเหนียว. *ใน:* รายงานบทคัดย่อผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ ปี 2541. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ชัชธนพร เกื้อหนุน ปัญจพร เลิศรัตน์ สมควร คล้องช้าง บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ ทิพย์ดรุณี สิทธินาม และ นันทนา โพธิ์สุข. 2556. ศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของข้าวโพดหวานในดินเหนียว-ดินร่วนเหนียว. เอกสารวิชาการฉบับเต็ม เพื่อประเมินสู่ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

ธีรศักดิ์ มานุพีรพันธ์. 2539. การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเทียนข้าวโพดข้าวเหนียวเพื่อผลผลิตและคุณภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 29 (4-6): 100-107.

สันติ ธีราภรณ์. 2545. เอกสารวิชาการเรื่องดินและธาตุอาหารพืชกับข้าวโพดฝักสด. 2545. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 114 หน้า

สมควร คล้องช้าง สันติ ธีราภรณ์ สมปอง หมื่นแจ้ง และปราโมทย์ ไตรเพียร. 2551. ผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพมูลวัวหมัก และปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตข้าวโพดหวาน. *ใน:* รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2551. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สุรเดช จินตกานนท์ และ พัชราภรณ์ ไขรัศมี. 2529. อิทธิพลของอัตราและวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อปริมาณและคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. *ใน:* รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติครั้งที่ 6, 13-17 มกราคม 2529. วิทยาเขตเกษตรนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช

อารันต์ พัฒโนทัย. 2543. งานวิจัยเกษตรเชิงระบบ: ทิศทางและสถานภาพในปัจจุบัน. ระบบเกษตรกรเพื่อการจัดการทรัพยากรและพัฒนาองค์กรชุมชนอย่างยั่งยืน. *ใน:* รายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 1 ณ โรงแรมหลุยส์ แทเวิร์น หลักสี่ กรุงเทพฯ. 15–17 พฤศจิกายน 2543. หน้า 11–28.

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

1. พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ได้รับการพิจารณาจากกรมวิชาการเกษตรให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2554 มีลักษณะเด่นให้ผลผลิตสูง โดยให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1,731 กิโลกรัมต่อไร่ มีคุณภาพการบริโภคเหนียวนุ่ม และสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม อายุเก็บเกี่ยว 60-62 วัน ขนาดฝัก (กว้าง x ยาว) 4.5x17.9 เซนติเมตร จำนวนแถว 12-14 แถว เมล็ดสีขาว มีอัตราประชากรที่เหมาะสม ระหว่าง 8,533-10,667 ต้นต่อไร่ และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่

2. การรวบรวม และอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว ได้ทำการบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียว ได้จำนวน 45 พันธุ์ และจัดทำเป็นฐานข้อมูล

3. ในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว ชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี ได้ชุดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ย อัตรา 20-2.5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ในพื้นที่ดินร่วน-ร่วนปนทราย ในชุดดินกำแพงแสน ได้ชุดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา อัตรา 20-7.5-8 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และในชุดดินท่าม่วง ได้ชุดเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 20-8-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวได้ดี และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูง

สำหรับการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว ชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี ได้ชุดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยเคมี 20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ รวมกับกากตะกอนอ้อย ในพื้นที่ดินร่วน-ร่วนปนทราย ชุดดินกำแพงแสน และท่าม่วง ได้ชุดเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยในอัตรา 30-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ อัตรา 20-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนอ้อย มีอัตราการให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวสูงสุด

4. การทดสอบชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ สามารถเพิ่มผลิตเฉลี่ย สามารถให้ผลตอบแทน และค่าตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ (BCR) สูงกว่าวิธีทดสอบของเกษตรกร

- ได้ชุดเทคโนโลยีด้านการใช้พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดพังงา และพันธุ์การค้า สวีทไวท์ 25 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
- ชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในจังหวัดสุรินทร์ คือ การใช้ระยะปลูก 80 x 25 ซม. จำนวน 1 ต้นต่อหลุม
- ชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในจังหวัดมหาสารคาม คือ การใช้พันธุ์ชัยนาท 84-1 และใช้ธาตุอาหาร 17-7- 22 กก. N-P_2O_5- K_2O /ไร่
- ชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในจังหวัดศรีสะเกษ คือ ใช้พันธุ์ชัยนาท 84-1 และใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร
- ชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในจังหวัดร้อยเอ็ด คือ การใช้ระยะปลูก 110x35 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม และใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในพันธุ์พื้นบ้าน (พันธุ์ซ่อยร่อย)
- ชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในจังหวัดนครราชสีมา คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยการใช้ปุ๋ยสูตร 16-8-8 หรือ 15-15-15 ร่วมใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
- ชุดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในจังหวัดบุรีรัมภ์ และจังหวัดอำนาจเจริญ คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ชุดเทคโนโลยีที่ใช้ในแต่ละพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

จากผลงานวิจัยในโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว/ข้าวโพดเทียน สามารถเผยแพร่พันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท 84-1 พร้อมเทคโนโลยีการผลิตเฉพาะของพันธุ์ ให้เกษตรกร และผู้ที่สนใจปลูกได้ ดำเนินการจำหน่ายระหว่างปี 2554-2558 จำนวน 1,075 กิโลกรัม ในพื้นที่ 52 จังหวัด คิดเป็นพื้นที่รวม 538 ไร่

การจัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 45 พันธุ์ สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการเลือใช้เชื้อพันธุกรรมในงานปรับปรุงพันธุ์ได้ แต่อย่างไรก็ตาม พันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวพื้นเมืองในประเทศไทยมีมากกว่า 50 พันธุ์/สายพันธุ์ การเก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมเหล่านี้ และจัดทำเป็นฐานข้อมูล เป็นสิ่งสำคัญเพื่ออนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวพื้นเมือง

สามารถแนะนำ และเผยแพร่ชุดเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวที่เหมาะสมในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียว ชุดดินดำเนินสะดวก และราชบุรี และดินร่วน-ร่วนปนทราย ชุดดินกำแพงแสน และท่าม่วง แต่ยังขาดการวิจัยในชุดดินอื่นๆ ที่เหมาะสมสำหรับผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว ซึ่งควรทำการวิจัยต่อ

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในพื้นที่ เกษตรกรสามารถนำไปปรับใช้ได้ ในเขตภาคกลางจังหวัด ปทุมธานี และพระนครศรีอยุธยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา สุรินทร์ บุรีรัมย์ มหาสารคาม อำนาจเจริญ ศรีสะเกษ และร้อยเอ็ด และภาคใต้จังหวัดพังงา

บรรณานุกรม

กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. 2545. คู่มือโรคพืชไร่. เอกสารวิชาการกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 105 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. รายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืช (รต.01) แบบรายปี ข้าวโพดรับประทานฝักสด ประจำปี 2558. สืบค้นจาก: http://production.doae.go.th/report/report_main2.php?report_type=1 [พ.ค. 2559].

เกษม สุนทราจารย์, มาสุฑล สัญพึ่ง, นิตยา พรหมวงศ์ และสมทรง โชติชื่น. 2558. การตรวจสอบยีนควบคุมความหอมของข้าวด้วยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสแบบเวลาจริง. สืบค้นจาก: www.brrd.in.th/main/index. [ก.พ. 2558].

ชูศักดิ์ จอมพุก และ ทิวา พาโคกทม. 2547. ข้าวโพด.. *ใน* นพพร คล้ายพงพันธุ์, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ และสนธิชัย จันทร์เปรม, บรรณาธิการ. พืชเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 54-73.

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ. 2551. ทิศทางการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานของศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสดไทยในหลากหลายมุมมอง. วันที่ 29-30 กรกฎาคม 2551 ณ โรงแรมลพบุรีอินน์ รีสอร์ท จ.ลพบุรี. หน้า 67-74.

ทวีศักดิ์ ภู่หลำ. 2551. สถานการณ์การผลิตข้าวโพดฝักสดของโลก. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสดไทยในหลากหลายมุมมอง. วันที่ 29-30 กรกฎาคม 2551 ณ โรงแรมลพบุรีอินน์ รีสอร์ท จ.ลพบุรี.ห น้า 5/1-5/20.

ประภา กัณฐศากุล สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์ และ จินดา จันทร์อ่อน. 2535. ส่วนประกอบบางอย่างของข้าวโพดฝักสด. *ใน:* เอกสารประกอบการประชุมสัมนาข้าวโพดหวาน. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า. 1-3.

ประวิตร พุทธานนท์. 2551. แนวคิดและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสดไทยในหลากหลายมุมมอง. วันที่ 29-30 กรกฎาคม 2551 ณ โรงแรมลพบุรีอินน์ รีสอร์ท จ.ลพบุรี. หน้า 49-59.

ศิริขวัญ ภู่นา ศุภกาญจน์ ล้วนมณี สมฤทัย ตันเจริญ ไพรสน รุจิคุณ และ อนันต์ ทองภู. 2556. เอกสารวิชาการฉบับเต็ม เพื่อประเมินสู่ตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

สันติ ธีราภรณ์. 2545. เอกสารวิชาการเรื่องดินและธาตุอาหารพืชกับข้าวโพดฝักสด. 2545. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 114 หน้า

อารันต์ พัฒโนทัย. 2543. งานวิจัยเกษตรเชิงระบบ: ทิศทางและสถานภาพในปัจจุบัน. ระบบเกษตรกรเพื่อการจัดการทรัพยากรและพัฒนาองค์กรชุมชนอย่างยั่งยืน. รายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 1 ณ โรงแรมหลุยส์ แทเวิร์น หลักสี่ กรุงเทพฯ. 15–17 พฤษจิกายน 2543. หน้า 11–28.

Coe, E.H., JR. and M.G. Neuffer. 1988. The genetics of corn, *In:* G.F. Sprague, ed. Corn and Corn Improvement: Number 18 in the Series Agronomy. American Society of Agronomy Inc., USA. pp. 111-223.

Cox, R.S. 1956. Control of the Helminthosporium blight disease on sweet corn in south Florida. Phytopathology. 46:112-115.

Fergason, V. L. 1994. High amylose and waxy corn. *In:* A.R. Hallauer, ed. Specialty Corns. CRC. Press. Boca Raton, Florida. pp. 56-77.

Juliatti, F.C., A. M. Brandao, J.A. Santos and W.C. Luz. 2007. Fungicides in the aerial part of maize crop: evolution of fungus diseases, losses, answers of hybrids and improvement of production quality. Annual. Review of Plant Pathology. 15:277-334.

Ketthaisong D., B. Suriharn, R. Tangwongchai and K., Lertrat. 2013. Changes in physiochemical properties of waxy corn starches at different stages of harvesting. Carbohydrate Polymers J. 98: 241-248.

Piekielek, W.P., and R.H. Fox. 1992. Use of a chlorophyll meter to predict side dressing nitrogen requirements of maize. Agron. J. 84: 59-65.

Raid, R. N. 1991. Fungicidal. Control of foliar sweet corn disease in the presence of high inoculum levels. Proc. Fla. State Hort. Soc. 104:267-270.

Shapiro, C.A., D.D. Francis, R.B. Ferguson, G.W. Hergert, T.M. Shaver and C.S. Wortmann. 2013. Using a chlorophyll meter to improve N Management. NebGuide G1632. Univ. of Nebraska Extension, Lincoln.