รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาข้าวฟ่าง

Research and Development Sorghum

นายประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์

PRAPHAN PRASERTSAK

นางสาวดารารัตน์ มณีจันทร์

DARARAT MANEEJAN

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาข้าวฟ่าง

Research and Development Sorghum

นายประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์

PRAPHAN PRASERTSAK

นางสาวดารารัตน์ มณีจันทร์

DARARAT MANEEJAN

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ

ข้าวฟ่างเป็นพืชที่สามารถปรับตัวให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้หลายแบบ มีหลากหลายลักษณะทั้งทางด้านสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา ข้าวฟ่างสามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภทตามการใช้ประโยชน์ คือ ข้าวฟ่างหวาน (sweet sorghum) ข้าวฟ่างเมล็ด (grain sorghum) ข้าวฟ่างไม้กวาด (broom sorghum) ข้าวฟ่างคั่ว (pop sorghum) และข้าวฟางหญ้า (grass sorghum) (นิรนาม, 2533) ซึ่งข้าวฟ่างหวาน มีลักษณะทางการเกษตรและคุณสมบัติต่างๆ แตกต่างจากข้าวฟ่างเมล็ด แต่ใกล้เคียงกับอ้อย ลำต้นฉ่ำน้ำ คงความเขียวสดจนถึงระยะเก็บเกี่ยวเมล็ด มีน้ำในลำต้นหวานตั้งแต่ 18-20 บริกซ์ มีปริมาณน้ำคั้นที่หีบได้ประมาณ 35-40 % ของน้ำหนักสด นอกจากนี้ยังมีส่วนของชานแห้ง (bagasse) ประมาณ 20-25 % ของน้ำหนักสดใช้เป็นแหล่งให้พลังงานได้ดีเช่นเดียวกับชานอ้อย อายุเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 3-4 เดือน ต้องการปุ๋ยและน้ำน้อยกว่าอ้อย ให้ผลผลิตต้นสดในสภาพปลูกเพื่ออาศัยน้ำฝนเฉลี่ย 3-7 ตัน/ไร่ และ 15-20 ตัน/ไร่ ในสภาพที่มีการให้น้ำ สามารถไว้ตอได้ ถ้ามีการจัดการที่ดีสามารถปลูกได้ถึง 3 ครั้ง/ปี ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด นอกจากส่วนของลำต้นที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบเสริมให้กับโรงงานผลิตเอทานอลจากน้ำตาลเช่นเดียวกับโมลาสอ้อยส่วนของเมล็ดที่มีแป้งประมาณ 60-70 % ก็สามารถใช้เป็นวัตถุดิบเสริมให้กับโรงงานผลิตเอทานอลได้เช่นเดียวกับมันสำปะหลัง ปัจจุบันการใช้ข้าวฟ่างหวานมาเป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานผลิตเอทานอล ยังไม่ได้รับการตอบสนองมากนักแต่ข้าวฟ่างหวานก็จัดเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพชนิดหนึ่ง แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังไม่แพร่หลายอย่างจริงจัง

การขยายพื้นที่ปลูกข้าวฟ่างหวานเพื่อให้ได้ผลผลิตเพียงพอสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล อาจทำให้มีการระบาดของโรคและแมลง เช่น โรคลำต้นเน่าดำของข้าวฟ่างหวาน สำหรับในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนขึ้น ข้าวฟ่างหวานจะมีความสำคัญขึ้นในสภาพสังคมแบบเศรษฐกิจพอเพียง ดังนั้นจึงควรจะมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวฟ่างหวานให้เหมาะสมกับแหล่งปลูกของประเทศเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพตรงตามความต้องการของโรงงานผลิตเอทานอล ซึ่งข้าวฟ่างหวานก็จะมีประโยชน์ต่อทั้งมวลมนุษย์และสัตว์ที่ขาดแคลนแหล่งให้พลังงาน

โครงการวิจัยและพัฒนาข้าวฟ่างมีระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ปี 2554-2558 ซึ่งงานวิจัยทั้งหมดได้สิ้นสุดตามกรอบระยะเวลาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้รวบรวมผลงานวิจัย ประกอบด้วยผลงานทางวิชาการ ตลอดจนเทคโนโลยีต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องต่อไป อย่างไรก็ตามมีบางงานวิจัยได้ดำเนินการได้ผลในระดับเบื้องต้น มีข้อมูลบางส่วนที่ต้องดำเนินการเพิ่มเติมในลำดับต่อไป ทั้งนี้ในส่วนที่สำเร็จแล้วอาจนำไปขยายผลในพื้นที่อื่นๆให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เนื่องจากโครงการวิจัยและพัฒนานี้ มีผู้วิจัยจำนวนมากและมาจากหลายสหสาขาวิชา ดังนั้นหากพบว่า ยังมีคำแนะนำหรือข้อควรแก้ไขสำหรับงานวิจัยใดโดยเฉพาะ คณะผู้วิจัยยินดีและขอน้อมรับคำแนะนำดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อจะได้เกิดประโยชน์ต่อผู้วิจัยและผู้นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ต่อไป

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ 1

ผู้วิจัย 2

บทนำ 3

บทคัดย่อ 5

1. กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 9

2. กิจกรรมที่ 2 การวิจัยเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวาน 16

3. กิจกรรมที่ 3 การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีแบบบูรณาการ
ในการผลิตข้าวฟ่างหวานเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล 35

บทสรุปและข้อเสนอแนะ 57

เอกสารอ้างอิง 58

ภาคผนวก 65

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยและพัฒนาข้าวฟ่าง จะประสบความสำเร็จและบรรลุวัตถุประสงค์ไม่ได้ ถ้าขาดความร่วมมือในการดำเนินการ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานของนักวิชาการเกษตร เจ้าพนักงาน ลูกจ้างประจำ พนักงานราชการ ตลอดจนผู้อำนวยการ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ นอกจากบุคลากรที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังต้องขอขอบคุณคณะผู้เชี่ยวชาญของกรมวิชาการเกษตร และกองแผนงานและวิชาการ ผู้บริหารกรมวิชาการเกษตรทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง จนทำให้เกิดผลงานวิจัยออกมาใช้ประโยชน์อย่างสม่ำเสมอ

ผู้วิจัย

ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ ดารารัตน์ มณีจันทร์ ศิริวรรณ อำพันฉาย เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง
เชาวนาถ พฤทธิเทพ อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณและ พจนา ตระกูลสุขรัตน์
Praphan Prasertsak Dararat Maneejan Siriwan Umpanchay Penrat Taimpeng
Choanart Praetitep Anuwat Chantarasuwan and Pojana Trakoolrat

บทนำ

ข้าวฟ่าง *Sorghum bicolor* (L.) Moench เป็นธัญพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก เป็นพืชที่ปลูกง่าย สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิดที่ไม่มีน้ำขัง ทนทานต่อความแปรปรวนของสภาพดินฟ้าอากาศ มีหลากหลายชนิดขึ้นกับการนำไปใช้ประโยชน์ที่สำคัญ สำหรับข้าวฟ่างหวาน (sweet sorghum/ sorgo) จะมีลักษณะทางการเกษตรและคุณสมบัติต่าง ๆ แตกต่างจากข้าวฟ่างเมล็ด แต่ใกล้เคียงกับอ้อย กล่าวคือ มีความสูงลำต้นตั้งแต่ 2-3 เมตร ลำต้นฉ่ำน้ำ คงความเขียวสดจนถึงระยะเก็บเกี่ยวเมล็ด มีน้ำในลำต้นหวานตั้งแต่ 18-20 บริกซ์ ผลผลิตเมล็ดต่ำ มีปริมาณน้ำหีบได้ประมาณ 35-40 % ของน้ำหนักสด นอกจากนี้ยังมีส่วนของชาน (bagasse) แห้งประมาณ 20-25% ของน้ำหนักสดใช้เป็นแหล่งให้พลังงานได้ดีเช่นเดียวกับชานอ้อย อายุเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 3-4 เดือน เร็วกว่าอ้อยประมาณ 6-8 เดือน ต้องการปุ๋ยและน้ำน้อยกว่าอ้อยให้ผลผลิตต้นสดในสภาพปลูกเพื่ออาศัยน้ำฝนเฉลี่ย 3-7 ตัน/ไร่ และ 15-20 ตัน/ไร่ ในสภาพที่มีน้ำให้ ไว้ตอได้เช่นเดียวกับอ้อย ถ้ามีการจัดการที่ดีสามารถเก็บเกี่ยวได้ 1-3 ครั้ง/ปี ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด ข้าวฟ่างหวานเริ่มมีบทบาทในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ขณะที่มีโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นและราคาโมลาสจากอ้อยมีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้เอทานอลที่ผลิตได้มีราคาสูงตามราคาวัตถุดิบที่ใช้ผลิต ซึ่งข้าวฟ่างหวานก็เป็นพืชหนึ่งที่มีการวิจัยเพื่อนำมาเสริมหรือทดแทนโมลาสอ้อยในช่วงที่โมลาสขาดแคลน หรือมีราคาแพงอย่างครบวงจร แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังไม่แพร่หลายอย่างจริงจัง อาจเพราะยังมีปริมาณโมลาสเพียงพอและผู้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยังมีทางเลือก ทำให้กำลังการผลิตเอทานอลยังไม่เป็นไปตามยุทธศาสตร์ที่ตั้งไว้ การขยายพื้นที่ปลูกข้าวฟ่างหวานเพื่อให้ได้ผลผลิตเพียงพอสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล อาจทำให้มีการระบาดของโรคและแมลง เช่น โรคลำต้นเน่าดำของข้าวฟ่างหวานที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* พบระบาดทำความเสียหายกับข้าวฟ่างหวานได้ในทุกส่วนของพืชทุกระยะการเจริญเติบโต อาการที่พบ คือ รากและลำต้นเน่าดำ พบเม็ดเล็ก ๆ สีดำจำนวนมากอยู่ที่ ราก ต่อมาใบจะเริ่มเหลืองแห้งตาย อาการจะลามจากส่วนล่างขึ้นสู่ส่วนบนของลำต้น ต่อมาต้นพืชจะแห้งตายเชื้อราสามารถอาศัยอยู่ในดินได้เป็นเวลานาน เมื่อทำการปลูกพืชทำให้พืชเป็นโรค เมล็ดไม่งอกหรืองอกแล้วเน่าตาย ในกรณีที่พืชรอดตายสามารถเจริญเติบโตได้แต่จะแสดงอาการใบเหลืองซีดและแห้งกรอบเป็นสีน้ำตาล ก้านใบที่เป็นสีน้ำตาลนี้จะแห้งติดกับต้น หลังจากนั้นต้นข้าวฟ่างหวานจะแห้งตายและหักล้ม เมื่อถอนต้นดูจะพบว่าบริเวณรากมี sclerotia เป็นเม็ดสีดำเล็กๆ เกาะติดกับ epidermis ของรากอยู่ บางครั้งจะพบเม็ด sclerotia นี้ ปรากฏบนลำต้นที่แห้งด้วย แมลงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตข้าวฟ่างหวานลดลง เข้าทำลายข้าวฟ่างตั้งแต่ระยะเริ่มงอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว มี 4 ชนิด ได้แก่ หนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง เพลี้ยอ่อนอ้อย หนอนกระทู้คอรวง และหนอนเจาะสมอฝ้าย ที่สำคัญที่สุด คือ หนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลายตั้งแต่ข้าวฟ่างเริ่มงอกจนอายุประมาณ 6 สัปดาห์ หนอนจะอาศัยกัดกินอยู่บริเวณ จุดเจริญเติบโตทำให้ข้าวฟ่างแสดงอาการยอดเหี่ยวและไม่ให้ผลผลิต แม้ข้าวฟ่างที่ถูกทำลายบางต้น

สามารถแตกแขนงที่ให้ผลผลิตได้ (effective tiller) แต่แขนงเหล่านี้จะให้ช่อขนาดเล็กและเจริญเติบโตช้า การทำลายมีผลทำให้ข้าวฟ่างสูญเสียผลผลิตประมาณ 42 – 63% สำหรับในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนขึ้น เศรษฐกิจแปรปรวนตลอดจนภาวะที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงของชาติ จะทำให้เกิดวิกฤตทั้งด้านพลังงานและอาหาร พืชที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งและปรับตัวเข้ากับกับสภาพแวดล้อมได้ดี เช่น ข้าวฟ่างหวานจะมีความสำคัญขึ้นในสภาพสังคมแบบเศรษฐกิจพอเพียง ดังนั้นจึงควรจะมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวฟ่างหวานให้เหมาะสมกับแหล่งปลูกของประเทศ เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพตรงตามความต้องการของโรงงานผลิตเอทานอล แม้จะเป็นการลงทุนที่ดูจะสูญเปล่าสำหรับพลังงานในปัจจุบัน แต่สำหรับในอนาคตที่เกิดสภาวะวิกฤติดังกล่าว ข้าวฟ่างหวานก็จะมีประโยชน์ต่อทั้งมวลมนุษย์และสัตว์ที่ขาดแคลนแหล่งให้พลังงาน แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวฟ่างหวานทั้งในพื้นที่ไร่และพื้นที่นา นับว่าเป็นเรื่องใหม่ของเกษตรกรในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนล่าง ประกอบกับเกษตรกรไม่คุ้นเคยกับการปลูกข้าวฟ่างหวาน ดังนั้นจึงควรทำการทดสอบและพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่ถูกต้องและเหมาะสม สามารถช่วยให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และผลตอบแทนสูงขึ้น โครงการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล และเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร

บทคัดย่อ

การทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานลูกผสม จำนวน 7 คู่ผสม (UT1 x Wray) , (Wray x SP1), (Wray x UT1040B), (Wray x BJ281), (Wray x Thesis), (Cowley x BJ281), (Wray x Cowley) ในปี 2555 ทำการปลูกข้าวฟ่างหวานลูกผสมชั่วที่ 1 ในฤดูแล้ง และปลูกข้าวฟ่างหวานลูกผสมชั่วที่ 2 ในฤดูฝน และในปี 2556 ปลูกข้าวฟ่างหวานลูกผสมชั่วที่ 3 ในฤดูแล้ง ปลูกข้าวฟ่างหวานลูกผสมชั่วที่ 4 ในฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี โดยสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่มีลักษณะที่ดี 15 สายพันธุ์ จึงนำไปทำการเปรียบเทียบเบื้องต้นในปี 2557 - 2558 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เพชรบูรณ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ Wray Keller และ Cowley พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต้นสด ปริมาณน้ำคั้น และน้ำหนักเมล็ด ซึ่งพบความดีเด่นใกล้เคียงหรือสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ สำหรับการศึกษาการทดลองเปรียบเทียบปฏิกิริยาข้าวฟ่างหวานจำนวน 33 พันธุ์/สายพันธุ์และข้าวฟ่างไม้กวาดจำนวน 1 พันธุ์ต่อโรคลำต้นเน่าดำที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง ทำการปลูกเชื้อบริเวณโคนต้นข้าวฟ่างหวานอายุ 60 วันโดยใช้วิธี Tooth-picked method ผลการทดลองพบว่าข้าวฟ่างหวานและข้าวฟ่างไม้กวาดมีดัชนีการเกิดโรคแตกต่างกัน และไม่พบพันธุ์/สายพันธุ์ที่ต้านทานโรคลำต้นเน่าดำ สำหรับการศึกษาข้อมูลจำเพาะของข้าวฟ่างหวานจากการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวาน ในแต่ละสภาพปลูก จากการปลูกข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ (Wray Cowley Suwan และSweet Extra) ที่ระยะปลูกต่างๆ พบว่าพันธุ์และระยะปลูกไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตต้นสดเฉลี่ยระหว่าง 6.55-7.55 ตันต่อไร่ พันธุ์ Cowley ให้ผลผลิตสูงกว่า พันธุ์ Suwan Sweet Extra และ Wray การปลูกข้าวฟ่างหวานที่ระยะ 75 x 15 ซม. ให้ขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกที่ระยะปลูก 60 x 10 ซม. และ 75 x 10 ซม. ในขณะที่การศึกษาการใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่างหวานและผลพลอยได้นั้น พบว่าข้าวฟ่างหวานที่ทำการศึกษาคือ Wray Cowley Suwan และSweet Extra มีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งในรูปน้ำคั้นสดและการทำน้ำเชื่อม ซึ่งในรูปน้ำเชื่อมควรเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานในระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งและระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาซึ่งจะให้ค่าความเข้มข้นเอทานอลสูงเมื่อนำไปเข้าสู่ขบวนการหมักเอทานอล เช่นเดียวกับการนำชานข้าวฟ่างหวานซึ่งมีปริมาณ cellulose และ hemi-cellulose ในขณะที่การนำชานข้าวฟ่างหวานเพื่อเลี้ยงสัตว์ ในช่วงเวลาอาหารสัตว์ขาดแคลนซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือจากการคั้นน้ำ สามารถใช้พันธุ์ Wray และพันธุ์ Cowley โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้งระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็ง ระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา (pm) และระยะหลัง pm 10 วัน เนื่องจากมีผลผลิตชานแห้งและปริมาณโปรตีนสูง การทดสอบการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray ในสภาพโรงเรือนทดลอง พบว่าการคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ให้ผลการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำดีที่สุดโดยมีความยาวแผลที่ลำต้นเฉลี่ย 54.0 เซนติเมตร อีกทั้งยังให้ผลผลิต และปริมาณน้ำคั้นดีที่สุด คือ 667 กรัมต่อต้น และ 204 มิลลิลิตรต่อต้น ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาการใช้สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการ

ป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ way ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรีในปี 2555-2556 พบว่าสามารถใช้สารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และอิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92% EC) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน (พอสซ์ 20 % EC) อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง และจากการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ คือ Cowley, Keller, Wray, BJ281 และ BJ248 ในแปลงใหญ่ ดำเนินการในพื้นที่ไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ ในฤดูแล้งปี 2554-2555 พบว่าข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่ไร่เขตใช้น้ำฝนภาคเหนือตอนล่าง ในขณะที่ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาหลังเก็บเกี่ยวข้าวเขตภาคเหนือตอนล่าง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักต้นสด และค่าความหวานสูง ส่วนการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม สำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาเขตภาคเหนือตอนล่าง พบว่า อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่ให้น้ำหนักต้นสดสูงสุด เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ผลปรากฏว่า อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาเขตภาคเหนือตอนล่าง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักต้นสดและค่าความหวานสูง

ABSTRACT

Seven F1 hybrids sweet sorghum (UT1 x Wray) , (Wray x SP1), (Wray x UT1040B), (Wray x BJ281), (Wray x Thesis), (Cowley x BJ281), (Wray x Cowley) were tested in dry season F2 hybrids were tested in rain season 2012 and F3 were tested in dry season F4 hybrids were tested in rain season at Suphanburi Research and Development center as compared to 3 testers Cowley Keller and Wray. The results 15 hybrids showed percentage of heterosis over better/same as testers for plant height, stem diameter, stalk yield cane, juice extracted and grain yield. Under greenhouse condition, lines comparison experimental was done. This experiment study on the reaction of 33 sweet sorghum breeding lines and one line of sorghum to charcoal rot disease causing by fungus *Macrophomina phaseolina*. Plants were inoculated by tooth-picked method at 60 days of growth. The result showed that no

lines resistance to this disease. Studies sweet sorghum production technology each planting conditions 3 varieties of sweet sorghum (Wray Cowley Suwan and Sweet Extra) at different spacings found that not interaction. The average yield fresh start between 6.55 to 7.55 tons/rai. Cowley breeding high-yielding varieties and Wray Suwan Sweet Extra planting sweet sorghum spacings at 75 x 15 cm to grow at above average spacing of 60 x 10. cm and 75 x 10 cm, while the utilization of sweet sorghum and the by products. The study found that sweet sorghum is Wray Cowley Suwan Sweet Extra and has the potential to be utilized in the production of ethanol in the form of fresh juice and syrup. The harvest of sweet sorghum syrup should form hard dough and physiological maturity, which will provide the high concentration of ethanol to enter the fermentation of ethanol. As well as bringing the bagasse of sweet sorghum which contains cellulose and hemi-cellulose. While introducing the bagasse of sweet sorghum to feed animals. the use wray and cowley can be harvested by the hard dough physiological maturity and late physiological maturity 10 days due to the production of dry bagasse and high protein content. Control of Charcoal Rot Caused by *Macrophomina phaseolina* in Sweet Sorghum (Wray) in greenhouse. Found that the soil mixed with the effect of *T. harzianum* to control charcoal rot disease best, with have hight average 54.0 cm. as well as yield and the amount of juice is best to 667 g./plant and 204 ml. respectively for the study control of sorghum shootfly (*Atherigona soccata* Rondani) in Sweet Sorghum varieties way to grow the Suphan Buri research and development center, And Lop Buri Research and Development Center in 2012-2013 found that the use of insecticides Prometheus Tai O Foster (Toronto, Ontario simulated ä 50% EC) rate of 50 ml / 20 liters of water and benzoate (pro Clemson 1.92% EC) rate of 10 ml / 20 liters of water with an efficiency similar to insecticide carbosalfans (Pos 20% EC) rate of 100 ml / 20 liter. an insecticide recommended to control sorghum shootfly

The Varietal Testing 5 varieties of sweet sorghum varieties (Cowley, Keller, Wray, BJ281 and BJ248) the conversion is done in the farmer's field in Kamphaeng Phet, Phitsanulok and Phetchabun in the drought season of 2011 to 2012 showed that sweet sorghum varieties Wray is suitable for breeding. using locally grown farm field use rainwater lower North. While sweet sorghum varieties Cowley

species suitable for planting in paddy fields after harvest Lower North. For use as a feedstock for ethanol production. Due to the weight of fresh and the high sweetness For testing technology for sweet sorghum. Paddy fields for the Northern Region, the rate per 26,666 hectares planted with nitrogen application rate of 10 kg/rai and the rate of 26,666 per rai planted with nitrogen application rate of 20 kg/rai. As a way to make the most of the fresh weight. When analyzing the economic benefit results showed that the rate of 26,666 per rai planted with nitrogen application rate of 10 kg/rai. The method is suitable for planting in paddy fields lower north. For use as a feedstock for ethanol production. Due to the weight of the fresh and the high sweetness

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน
Sweet Sorghum Improvement

ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ ดารารัตน์ มณีจันทร์ ศิริวรรณ อำพันฉาย เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง และ พจนา ตระกูลสุขรัตน์

Praphan Prasertsak Dararat Maneejan Siriwan Umpanchay Penrat Taimpeng and Pojana Trakoolrat

คำสำคัญ (keywords) ข้าวฟ่าง ข้าวฟ่างหวาน / sorghum sweet sorghum

บทคัดย่อ

การทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานลูกผสม จำนวน 7 คู่ผสม (UT1 x Wray) , (Wray x SP1), (Wray x UT1040B), (Wray x BJ281), (Wray x Thesis), (Cowley x BJ281), (Wray x Cowley) ในปี 2555 ทำการปลูกข้าวฟ่างหวานลูกผสมชั่วที่ 1 ในฤดูแล้ง และปลูกข้าวฟ่างหวานลูกผสมชั่วที่ 2 ในฤดูฝน และในปี 2556 ปลูกข้าวฟ่างหวานลูกผสมชั่วที่ 3 ในฤดูแล้ง ปลูกข้าวฟ่างหวานลูกผสมชั่วที่ 4 ในฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี โดยสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่มีลักษณะที่ดี 15 สายพันธุ์ จึงนำไปทำการเปรียบเทียบเบื้องต้นในปี 2557 - 2558 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เพชรบูรณ์ โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ Wray Keller และ Cowley พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต้นสด ปริมาณน้ำคั้น และน้ำหนักเมล็ด ซึ่งพบความดีเด่นใกล้เคียงหรือสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ สำหรับการศึกษาการทดลองเปรียบเทียบปฏิกิริยาข้าวฟ่างหวานจำนวน 33 พันธุ์/สายพันธุ์และข้าวฟ่างไม้กวาดจำนวน 1 พันธุ์ต่อโรคลำต้นเน่าดำที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง ทำการปลูกเชื้อบริเวณโคนต้นข้าวฟ่างหวานอายุ 60 วันโดยใช้วิธี Tooth-picked method ผลการทดลองพบว่าข้าวฟ่างหวานและข้าวฟ่างไม้กวาดมีดัชนีการเกิดโรคแตกต่างกัน และไม่พบพันธุ์/สายพันธุ์ที่ต้านทานโรคลำต้นเน่าดำ

ABSTRACT

Seven F1 hybrids sweet sorghum (UT1 x Wray) , (Wray x SP1), (Wray x UT1040B), (Wray x BJ281), (Wray x Thesis), (Cowley x BJ281), (Wray x Cowley) were tested in dry season F2 hybrids were tested in rain season 2012 and F3 were tested

in dry season F4 hybrids were tested in rain season at Suphanburi Research and Development center as compared to 3 testers Cowley Keller and Wray. The results 15 hybrids showed percentage of heterosis over better/same as testers for plant height, stem diameter, stalk yield cane, juice extracted and grain yield.

Under greenhouse condition, lines comparison experimental was done. This experiment study on the reaction of 33 sweet sorghum breeding lines and one line of sorghum to charcoal rot disease causing by fungus *Macrophomina phaseolina*. Plants were inoculated by tooth-picked method at 60 days of growth. The result showed that no lines resistance to this disease

บทนำ

ข้าวฟ่างหวาน (sweet sorghum/ sorgo) เริ่มมีบทบาทในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ขณะที่มีโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นและราคาโมลาสจากอ้อยมีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้เอทานอลที่ผลิตได้มีราคาสูงตามราคาวัตถุดิบที่ใช้ผลิต ซึ่งข้าวฟ่างหวานก็เป็นพืชหนึ่งที่มีการวิจัยเพื่อนำมาเสริมหรือทดแทนโมลาสอ้อยในช่วงที่โมลาสขาดแคลน หรือมีราคาแพงอย่างครบวงจร แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังไม่แพร่หลายอย่างจริงจัง อาจเพราะยังมีปริมาณโมลาสเพียงพอและผู้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงยังมีทางเลือก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวิจัยและพัฒนาข้าวฟ่างพันธุ์ใหม่ที่มีผลผลิตและคุณภาพสูง ในปี 2554-2558 โดยขั้นตอนที่สำคัญของการวิจัยและพัฒนาข้าวฟ่างหวานเริ่มจากการผสมพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ จากนั้นนำเข้าประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น

ระเบียบวิธีวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน

การทดลองที่ 1.1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวานให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดข้าวฟ่างหวานที่ได้จากการคัดเลือก ลูกผสม 7 คู่ผสม ได้แก่ (UT1 x Wray) , (Wray x SP1), (Wray x UT1040B), (Wray x BJ281), (Wray x Thesis), (Cowley x BJ281), (Wray x Cowley)
2. ปุ๋ยเคมีเกรด 16-20-0 และ 16-8-8
3. อุปกรณ์ที่ได้ในการปลูก

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

กรรมวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ สิ่งทดลองคือ พันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่ได้จากการคัดเลือก จำนวน 25-30 สายพันธุ์จาก 3 คู่ผสมได้แก่ Wray x Bj 281 UThong 1 x Wray และ Cowley x Bj 281

วิธีการ

ในปี 2555 ทำการผสมข้าวฟ่างหวานจำนวน 7 คู่ผสม ได้แก่ คู่ผสม UT1 x Wray, Wray x SP1 , Wray x UT1040B , Wray x BJ281 , Wray x Thesis , Cowley x BJ281 และ Wray x Cowley เมื่อได้เมล็ดข้าวฟ่างหวานชั่วอายุที่ 1 (F1) และชั่วอายุที่ 2 (F2) จึงนำมาปลูกเปรียบเทียบที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกาตรสุพรรณบุรี โดยใช้ระยะปลูก 0.75 x 0.2 เมตร แถวยาว 6 เมตร หยอดเมล็ดหลุมละ 3-4 เมล็ด หลังเมล็ดงอก 7 วัน ถอนแยกเหลือหลุมละ 1 ต้น ดายหญ้ากำจัดวัชพืชด้วยจอบ เมื่อข้าวฟ่างงอกได้ 21 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โรยข้างแถว พูนโคนกลบ เก็บเกี่ยวช่อข้าวฟ่างหวานที่มีศักยภาพและคุณภาพในระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยดูจาก hilum เปลี่ยนจากเขียวอ่อนเป็นสีน้ำตาลอ่อน – น้ำตาลเข้ม/ดำ

ในปี 2556 ดำเนินการคัดเลือกพันธุ์แบบช่อ/แถว ในฤดูแล้งเป็นการปลูกเมล็ดข้าวฟ่างหวานชั่วอายุที่ 3 (F3) และในฤดูฝนทำการปลูกเมล็ดข้าวฟ่างหวานชั่วอายุที่ F4 และนำสายพันธุ์ที่มีความสม่ำเสมอเพื่อนำเข้าเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น ในปี 2557 จำนวน 25-30 สายพันธุ์ สถานที่ดำเนินการได้แก่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี โดยปลูกข้าวฟ่างหวานด้วยวิธีการโรย จำนวน 4 แถวต่อแปลงย่อย โดยมีระยะห่างระหว่างแถว 0.6 เมตร แถวมีความยาว 6 เมตร ถอนแยกหลังเมล็ดงอก 7 วัน มีระยะระหว่างต้น 0.1 เมตรหรือมีจำนวน 60 ต้นต่อแถว กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน เมื่อข้าวฟ่างหวานงอกได้ 21 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 16-8-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการโรยข้างแถวแล้วพูนโคนกลบ เก็บเกี่ยวผลผลิตต้นสดและเมล็ดจาก 2 แถวกลางของแต่ละแปลงย่อย ในระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยสังเกตจาก ไฮลัม เปลี่ยนจากเขียวอ่อนเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้มหรือดำ

ในปี 2557 -2558 ดำเนินการในศูนย์วิจัยพืชไร่เพชรบูรณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลการเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้นข้าวฟ่างหวานที่ให้ผลผลิตและคุณภาพสูงอีกครั้ง โดยปลูกข้าวฟ่างหวานด้วยวิธีการโรย จำนวน 4 แถวต่อแปลงย่อย โดยมีระยะห่างระหว่างแถว 0.6 เมตร แถวมีความยาว 6 เมตร ถอนแยกหลังเมล็ดงอก 7 วัน มีระยะระหว่างต้น 0.1 เมตรหรือมีจำนวน 60 ต้นต่อแถว กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน เมื่อข้าวฟ่างหวานงอกได้ 21 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 16-8-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการโรยข้างแถวแล้วพูนโคนกลบ เก็บเกี่ยวผลผลิตต้นสดและเมล็ดจาก 2 แถวกลางของแต่ละแปลงย่อย ในระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยสังเกตจาก ไฮลัม เปลี่ยนจากเขียวอ่อนเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้มหรือดำ

บันทึกข้อมูล วันดอกบาน การเจริญเติบโต ลักษณะทางการเกษตร (ทรงช่อ ความสูง สีเมล็ด สีของลำต้น) ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ เช่น น้ำหนัก ความสูง ขนาดลำต้น จำนวนต้นเก็บเกี่ยวและ ค่าความหวานของน้ำคั้น

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2554- กันยายน 2557 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี

ตุลาคม 2557- กุมภาพันธ์ 2559 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลจากการผสมพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน ทั้งหมด 7 คู่ผสม คือ UT1 x Wray, Wray x SP1, Wray x UT1040B, Wray x BJ281, Wray x Thesis, Cowley x BJ281 และ Wray x Cowley ในฤดูแล้ง เป็นการปลูกเมล็ข้าวฟ่างหวานชั่วอายุที่ 1 เก็บเกี่ยวเมล็ดได้รวม 200 กรัม สำหรับในฤดูฝนทำการปลูกเมล็ดข้าวฟ่างหวานชั่วอายุที่ 2 จำนวน 210 ช่อ จากคู่ผสม UT1 x Wray 49 ช่อ คู่ผสม Wray x SP1 7 ช่อ คู่ผสม Wray x UT1040B 32 ช่อ คู่ผสม Wray x BJ281 54 ช่อ คู่ผสม Wray x Thesis 8 ช่อ คู่ผสมCowley x BJ281 35 ช่อ และคู่ผสม Wray x Cowley 25 ช่อ จากนั้นนำเมล็ดชั่วอายุที่ 3 ปลูกในฤดูแล้ง และเมล็ดชั่วที่ 4 ปลูกในฤดูฝน โดยคัดสายพันธุ์หรือแถวที่มีความสม่ำเสมอทั้งความสูง สีต้น ทรงช่อ กะเทาะเมล็ดรวมเป็นแต่ละสายพันธุ์ โดยสามารถคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อนำไปทำการเปรียบเทียบเบื้องต้นได้ข้าวฟ่างหวานทั้งสิ้น 18 พันธุ์/สายพันธุ์ ผลการเปรียบเทียบเบื้องต้นพบว่าข้าวฟ่างหวานมีความสูงของลำต้น ความยาวก้าวช่อดอก เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักต้นสด ปริมาณน้ำคั้น และน้ำหนักเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น ความยาวช่อดอก และค่าความหวาน โดยความยาวช่อดอกของทั้ง 18 พันธุ์/สายพันธุ์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15-23 เซนติเมตร และค่าความหวานเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 18-22 % บริกซ์ โดยพบว่าน้ำหนักต้นสดข้าวฟ่างหวานทั้ง 18 พันธุ์/สายพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สายพันธุ์ CB24 มีค่าของน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 12,635 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าข้าวฟ่างหวานสายพันธุ์อื่น จำนวน 12 สายพันธุ์ และสูงกว่า พันธุ์ Wray ที่มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักต้นสดเท่ากับ 9,148 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็น 38 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวฟ่างหวานทั้ง 18 พันธุ์/สายพันธุ์ มีปริมาณน้ำคั้นที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยสายพันธุ์ UW17 ให้ปริมาณน้ำคั้นเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 3,498 ลิตรต่อไร่ และสูงกว่าข้าวฟ่างหวานสายพันธุ์อื่น จำนวน 13 สายพันธุ์ และยังสูงกว่าพันธุ์ Wray และ Cowley ซึ่งมีปริมาณน้ำคั้นเฉลี่ย เท่ากับ 2,117 และ2,053 ลิตรต่อไร่ คิดเป็น 65 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดลองยังพบว่า ข้าวฟ่างหวานทั้ง 18 พันธุ์/สายพันธุ์ มีน้ำหนักเมล็ดที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ CB8 มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 607 กิโลกรัมต่อไร่ และสูงกว่าข้าวฟ่างหวานสายพันธุ์อื่น จำนวน 6 สายพันธุ์ และยังสูงกว่า พันธุ์ Wray ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 64 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็น 848 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองได้ข้าวฟ่างหวาน 18 พันธุ์/สายพันธุ์ ให้ค่าความหวานอยู่ระหว่าง 18-22 % มีน้ำหนักต้นสดอยู่ระหว่าง 6,284-12,635 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณน้ำคั้นระหว่าง1,632-3,498 ลิตรต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดระหว่าง 63-607 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นการดำเนินที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เพชรบูรณ์เพียงที่เดียว จึงควรนำข้าวฟ่างหวานทั้ง 18 พันธุ์/สายพันธุ์ เข้าสู่การขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์มาตรฐานในลำดับต่อไป

การทดลองที่ 1.2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวานให้ต้านทานโรคลำต้นเน่าดำ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

(1) เมล็ดข้าวฟ่างหวาน จำนวน 33 พันธ์/สายพันธุ์ และเมล็ดข้าวฟ่างไม้กวาด จำนวน 1 พันธุ์

(2) รา *Macrophomina phaseolina* สาเหตุโรคลำต้นเน่าดำแยกได้จากลำต้นข้าวฟ่างหวานเป็นโรค

(3) อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (potato dextrose agar) และ WA (water agar)

(4) ไม้จิ้มฟันอบฆ่าเชื้อ, อุปกรณ์เครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

(5) ดินปลูก, ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยสูตร 16-16-16, ถุงพลาสติกเพาะขนาด 9x16 นิ้ว และอุปกรณ์ปลูกพืช

(6) อุปกรณ์บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ กล้องถ่ายภาพ และสมุดบันทึก

วิธีการ

(1) ปลูกข้าวฟ่างหวานจากเมล็ดในเรือนปลูกพืชทดลอง ผสมดินปลูก ปุ๋ยคอกใส่ถุงพลาสติกเพาะ ทำหลุมหยอดเมล็ดข้าวฟ่างหวานหลุมละ 3-4 เมล็ดจำนวนถุงละ 5 หลุม 33 พันธุ์/สายพันธุ์ฯ ละ 6 ถุง รดน้ำ ดูแลกำจัดวัชพืช จนต้นกล้างอก ถอนให้เหลือถุงละ 3 ต้น ดูแลรดน้ำจนข้าวฟ่างหวานมีอายุประมาณ 60 วัน เตรียมใช้ปลูกเชื้อทดสอบ

(2) เลี้ยงและขยายปริมาณรา *Macrophomina phaseolina* แยกรา *M. phaseolina* จากลำต้นข้าวฟ่างหวานเป็นโรคลำต้นเน่าดำ นำมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นเวลา 4 วันจนเห็นโคโลนีเส้นใย ใช้ cork borer ขนาด 0.5 เซ็นติเมตร เจาะอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บริเวณขอบโคโลนีที่มีเส้นใยราเจริญอยู่ วางคว่ำชิ้นวุ้นตรงกลางจานอาหาร WA (water agar) วางเรียงไม้จิ้มฟันอบฆ่าเชื้อให้มีระยะห่างกันเล็กน้อยบนอาหาร WA (water agar) รอบชิ้นวุ้นเชื้อรา เป็นเวลา 5-7 วัน จนเห็นการเจริญของเส้นใยราและ sclerotia คลุมทั่วไม้จิ้มฟัน เพื่อเตรียมใช้ปลูกเชื้อให้ต้นข้าวฟ่างหวาน

(3) ทดสอบปฏิกิริยาพันธุ์/สายพันธุ์ต่อโรค ทดสอบด้วยวิธี tooth-picked method โดยใช้เข็มปลายแหลมเจาะทำรูแผลที่บริเวณโคนต้นข้าวฟ่างหวานอายุ 60 วันตรงโคนต้นเหนือดินเหนือข้อแรก ก่อนนำไม้จิ้มฟันที่มีเส้นใยและ sclerotia ของรา *M. phaseolina* เจริญคลุมอยู่แทงไปที่รอยแผลตรงโคนต้น จำนวนต้นละ 1 ชิ้น ทิ้งไม้จิ้มฟันไว้ที่แผลเพื่อให้เชื้อราเจริญเข้าไปที่ระบบท่อลำเลียงภายในต้นข้าวฟ่างหวาน ดูแล รดน้ำ กำจัดวัชพืช ให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 จดบันทึกพันธุ์/สายพันธุ์ที่เกิดอาการโรคโดยให้คะแนนความรุนแรงของโรค (Disease severity : DS) (ปรับปรุงจากวิธีการให้คะแนนของ Abawi and Pastor-Corrales (1990)) ดังนี้

ระดับ 1 = ไม่พบการเข้าทำลาย

ระดับ 2 = แผลมีขนาดเล็กถูกจำกัดอยู่บริเวณเนื้อเยื่อ cotyledon

ระดับ 3 = แผลเริ่มขยายลามเข้าไปในเนื้อเยื่อลำต้น

ระดับ 4 = แผลลุกลามเข้าไปในลำต้นและกิ่งก้าน ใบด้านบนเริ่มซีดเหลือง

ระดับ 5 = เนื้อเยื่อในลำต้นถูกทำลาย พบ pycnidia และ sclerotia จำนวนมาก

นำคะแนนแต่ละต้นและใบที่ได้ประเมินไว้ในแต่ละกรรมวิธีมาคำนวณหาดัชนีความรุนแรงของโรคในแต่ละกรรมวิธีตามวิธีการของ McKinney (1923)

ดัชนีความรุนแรงของโรค = ผลรวม (ระดับ x จำนวนต้นหรือใบที่เป็นโรคในระดับนั้นๆ) x 100

(Disease incidence : DI) จำนวนต้นทั้งหมด x ระดับคะแนนที่เป็นโรคสูงสุด

$$= \frac{(1a + 2b + \ldots) \times 100}{(a + b + \ldots) \times \text{ระดับคะแนนที่เป็นโรคสูงสุด}}$$

หมายเหตุ a, b, ... คือ จำนวนต้นหรือใบในระดับคะแนน 1, 2, ... ตามลำดับ

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2557 สิ้นสุด กันยายน 2558

ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลทดสอบปฏิกิริยาสายพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 33 พันธุ์/สายพันธุ์ และข้าวฟ่างไม้กวาดจำนวน 1 พันธุ์ต่อการเข้าทำลายของรา M. phaseolina สาเหตุโรคลำต้นเน่าดำ พบว่าข้าวฟ่างหวานทุกสายพันธุ์/พันธุ์และข้าวฟ่างไม้กวาดสามารถแสดงอาการโรคได้ภายหลังได้รับการปลูกเชื้อสาเหตุโรคเข้าที่บริเวณโคนต้น โดยมีระดับความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน และบางพันธุ์มีระดับความรุนแรงของโรคมากกว่า 1 ระดับ ข้อมูลเปรียบเทียบดัชนีความรุนแรงของโรคแสดงในอยู่ภาคผนวก ก ตารางที่ 1 และภาพระดับความรุนแรงของโรคลำต้นเน่าดำแต่ละระดับแสดงในภาพที่ 1 วิธีการปลูกเชื้อในเรือนปลูกพืชทดลอง เพื่อใช้เป็นวิธีคัดเลือกพันธุ์พืชให้ต้านทานต่อโรคที่เกิดบริเวณลำต้นหรือโคนต้น เช่น

โรคลำต้นเน่าดำ นี้โดยทำปลูกเชื้อโดยตรงให้กับต้นพืช เป็นวิธีที่ได้ผลเร็วกว่าการให้พืชเกิดโรคเองตามธรรมชาติ (Sprague, 1954) เนื่องจากเป็นสภาพที่มีการควบคุมปัจจัยต่างๆ และมีการบังคับให้เกิดโรคโดยการปลูกเชื้อเข้าโดยตรงกับเนื่อเยื่อพืช จึงทำให้พืชมีโอกาสเกิดโรคได้มากกว่าในสภาพธรรมชาติคือสภาพไร่ที่ปลูกเป็นแปลงใหญ่ที่มีปัจจัยหลายอย่างที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพดิน ความเร็วลม อุณหภูมิความชื้นในดิน หรือแม้แต่ความอุดมสมบูรณ์ของดินภายหลังได้รับปุ๋ย เป็นต้น แต่มีบางรายงานว่าในบางครั้งการปลูกเชื้อโดยตรงให้ต้นพืชกับการปล่อยให้เชื้อเข้าทำลายพืชเองในสภาพธรรมชาติให้ผลการทดลองไม่ไปในลักษณะเดียวกัน (Hill and Waller, 1982) ดังนั้นในการคัดพันธุ์พืชเพื่อให้ต้านทานต่อโรคที่เกิดขึ้นบริเวณลำต้นหรือโคนต้นดังกล่าว จะมีการปลูกในพื้นที่ปลูกจริงเปรียบเทียบหลายๆ พื้นที่ เพื่อให้โอกาสเชื้อสาเหตุโรคได้เข้าทำลายพืชตามสภาพ แวดล้อมที่เชื้อเจริญเติบโตและมีประสิทธิภาพในการทำพืชเกิดโรคได้จริง (Koehler, 1960)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ยังไม่พบว่ามีพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่ได้จากการผสมด้วยพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ในฤดูปลูกปี 2558/59 ที่มีปฏิกิริยาต้านทานต่อโรคลำต้นเน่าดำในสภาพที่ได้รับการปลูกเชื้อในเรือนปลูกพืชทดลอง ดังนั้นจึงควรมีการปลูกทดสอบข้าวฟ่างหวานในสภาพพื้นที่ที่มีประวัติการเกิดโรคอย่างสม่ำเสมอ ในช่วงที่มีการระบาดของโรคเปรียบเทียบหลายๆ พื้นที่ เพื่อหาพันธุ์ที่ต้านทานหรือทนทานต่อโรคที่เหมาะสมแต่ละพื้นที่

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาข้อมูลจำเพาะ

ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ ดารารัตน์ มณีจันทร์ เชาวนาถ พฤทธิเทพ และ อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ
Praphan Prasertsak Dararat Maneejan Choanart Praetitep and Anuwat Chantarasuwan

คำสำคัญ (keywords) ข้าวฟ่าง ข้าวฟ่างหวาน / sorghum sweet sorghum

บทคัดย่อ

การศึกษาข้อมูลจำเพาะของข้าวฟ่างหวาน จากการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวาน ในแต่ละสภาพปลูก จากการปลูกข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ (Wray Cowley Suwan และ Sweet Extra) ที่ระยะปลูกต่างๆ พบว่าพันธุ์และระยะปลูกไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตต้นสดเฉลี่ยระหว่าง 6.55-7.55 ตันต่อไร่ พันธุ์ Cowley ให้ผลผลิตสูงกว่า พันธุ์ Suwan Sweet Extra และ Wray การปลูกข้าวฟ่างหวานที่ระยะ 75 x 15 ซม. ให้ขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกที่ระยะปลูก 60 x 10 ซม. และ 75 x 10 ซม. ในขณะที่การศึกษาการใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่างหวานและผลพลอยได้นั้น พบว่าข้าวฟ่างหวานที่ทำการศึกษาคือ Wray Cowley Suwan และSweet Extra มีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งในรูปน้ำคั้นสดและการทำน้ำเชื่อม ซึ่งในรูปน้ำเชื่อมควรเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานในระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งและระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาซึ่งจะให้ค่าความเข้มข้นเอทานอลสูงเมื่อนำไปเข้าสู่ขบวนการหมักเอทานอล เช่นเดียวกับการนำชานข้าวฟ่างหวานซึ่งมีปริมาณ cellulose และ hemi-cellulose ในขณะที่การนำชานข้าวฟ่างหวานเพื่อเลี้ยงสัตว์ ในช่วงเวลาอาหารสัตว์ขาดแคลนซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือจากการคั้นน้ำ สามารถใช้พันธุ์ Wray และพันธุ์ Cowley โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้งระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็ง ระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา (pm) และระยะหลัง pm 10 วัน เนื่องจากมีผลผลิตชานแห้งและปริมาณโปรตีนสูง การทดสอบการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray ในสภาพโรงเรือนทดลอง พบว่าการคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ให้ผลการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำดีที่สุดโดยมีความยาวแผลที่ลำต้นเฉลี่ย 54.0 เซนติเมตร อีกทั้งยังให้ผลผลิต และปริมาณน้ำคั้นดีที่สุด คือ 667 กรัมต่อต้น และ 204 มิลลิลิตรต่อต้น ตามลำดับ สำหรับการศึกษาการใช้สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ way ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรีในปี 2555-2556 พบว่าสามารถใช้สารฆ่าแมลงโพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และอิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92% EC) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารฆ่าแมลง คาร์โบซัล

แฟน (พอสซ์ 20 % EC) อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง

ABSTRACT

Studies sweet sorghum production technology each planting conditions 3 varieties of sweet sorghum (Wray Cowley Suwan and Sweet Extra) at different spacings found that not interaction. The average yield fresh start between 6.55 to 7.55 tons/rai. Cowley breeding high-yielding varieties and Wray Suwan Sweet Extra planting sweet sorghum spacings at 75 x 15 cm to grow at above average spacing of 60 x 10. cm and 75 x 10 cm, while the utilization of sweet sorghum and the by products. The study found that sweet sorghum is Wray Cowley Suwan Sweet Extra and has the potential to be utilized in the production of ethanol in the form of fresh juice and syrup. The harvest of sweet sorghum syrup should form hard dough and physiological maturity, which will provide the high concentration of ethanol to enter the fermentation of ethanol. As well as bringing the bagasse of sweet sorghum which contains cellulose and hemi-cellulose. While introducing the bagasse of sweet sorghum to feed animals. the use wray and cowley can be harvested by the hard dough physiological maturity and late physiological maturity 10 days due to the production of dry bagasse and high protein content. Control of Charcoal Rot Caused by *Macrophomina phaseolina* in Sweet Sorghum (Wray) in greenhouse. Found that the soil mixed with the effect of *T. harzianum* to control charcoal rot disease best, with have hight average 54.0 cm. as well as yield and the amount of juice is best to 667 g./plant and 204 ml. respectively for the study control of sorghum shootfly (*Atherigona soccata* Rondani) in Sweet Sorghum varieties way to grow the Suphan Buri research and development center, And Lop Buri Research and Development Center in 2012-2013 found that the use of insecticides Prometheus Tai O Foster (Toronto, Ontario simulated ä 50% EC) rate of 50 ml / 20 liters of water and benzoate (pro Clemson 1.92% EC) rate of 10 ml / 20 liters of water with an efficiency similar to insecticide carbosalfans (Pos 20% EC) rate of 100 ml / 20 liter. an insecticide recommended to control sorghum shootfly

บทนำ

ข้าวฟ่างหวาน เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ที่สำคัญของประเทศ มีลักษณะแตกต่างจากข้าวฟ่างชนิดที่ใช้ประโยชน์จากเมล็ด คือส่วนของลำต้นจะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงทำให้มีรสชาติหวานคล้ายอ้อย ในต่างประเทศปลูกข้าวฟ่างหวานเพื่อผลิตน้ำเชื่อมและน้ำตาลทราย การใช้ประโยชน์ในปัจจุบันสามารถนำข้าวฟ่างหวานมาผลิตเป็นเอทานอลในเชิงพาณิชย์ สำหรับผสมในน้ำมันเบนซิน (แก๊สโซฮอล์) โดยข้าวฟ่างหวาน 1 ตัน สามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ประมาณ 60 ลิตร จึงเป็นพืชไร่อีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจ ในปัจจุบันมีโรงงานผลิตเอทานอลในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพิ่มขึ้นหลายโรงงาน ส่วนใหญ่จะใช้ กากน้ำตาล และมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล ในอนาคตข้าวฟ่างหวานอาจใช้เป็นพืชเสริมหรือสำรองในช่วงที่โรงงานขาดแคลนวัตถุดิบจากอ้อยและมันสำปะหลังได้ แต่ข้อมูลด้านเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม และการใช้ประโยชน์รวมทั้งการควบคุมโรคและการป้องกันกำจัดแมลงที่สำคัญในข้าวฟ่างหวานยังมีไม่มากนัก ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตต้นสด คุณภาพน้ำหวาน และปริมาณน้ำคั้น ปัญหาโรคข้าวฟ่างหวานทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อผลผลิต โดยเฉพาะโรคลำต้นเน่าดำของข้าวฟ่างหวานซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* พบระบาดทำความเสียหายกับข้าวฟ่างหวาน โดยสามารถพบได้ในทุกส่วนของพืชทุกระยะการเจริญเติบโต เชื้อราสามารถอาศัยอยู่ในดินได้เป็นเวลานาน เมื่อทำการปลูกพืชทำให้พืชเป็นโรค เมล็ดไม่งอกหรืองอกแล้วเน่าตาย (กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, 2545; สถาบันวิจัยพืชไร่, 2547) ดังนั้นการหาแนวทางการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำจึงมีความสำคัญอย่างเร่งด่วนสำหรับแนะนำให้เกษตรกรต่อไป สำหรับด้านแมลงเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตข้าวฟ่างหวานลดลง ข้าวฟ่างหวานมีลักษณะเหมือนกับข้าวฟ่างที่ปลูกเพื่อใช้ประโยชน์จากเมล็ด แมลงที่พบในข้าวฟ่างหวานจึงเป็นชนิดเดียวกับที่พบในข้าวฟ่างที่ปลูกเพื่อใช้ประโยชน์จากเมล็ด แมลงศัตรูที่สำคัญและเข้าทำลายข้าวฟ่างตั้งแต่ระยะเริ่มงอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวมี 5 ชนิด ได้แก่ หนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง เพลี้ยอ่อนอ้อย หนอนกระทู้คอรวง หนอนเจาะสมอฝ้าย และมวนอ้อย (มาลี และวิภาดา, 2544) หนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของข้าวฟ่างหวานในระยะต้นกล้า ตั้งแต่ข้าวฟ่างหวานเริ่มงอกจนอายุ 4 สัปดาห์ ตัวหนอนเข้าทำลายโดยกัดกินบริเวณจุดเจริญเติบโตทำให้ข้าวฟ่างหวานทุกต้น ทุกแขนงที่ถูกทำลายแสดงอาการยอดเหี่ยวและไม่สามารถเจริญเติบโตจนให้ผลผลิตได้ถึงแม้ว่าข้าวฟ่างหวานบางต้นสามารถแตกแขนงใหม่ชดเชยการเข้าทำลายได้ แต่แขนงเหล่านี้จะมีขนาดเล็กและเติบโตช้ากว่าปกติ การเข้าทำลายหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างทำให้ผลผลิตข้าวฟ่างสูญเสียประมาณ 42–63 % (มาลีและวิภาดา, 2544) การเพิ่มผลผลิตของข้าวฟ่างหวานจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีการผลิตที่ถูกต้องและเหมาะสม การป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างในข้าวฟ่างหวาน เป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตต้นสดของข้าวฟ่างหวาน ทำให้ได้วัตถุดิบในการผลิตเอทานอลหรือใช้เป็นอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้น

ระเบียบวิธีวิจัย

ชื่อการทดลองที่ 2.1 ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานในแต่ละสภาพปลูก

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์และสิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1) เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์
2) ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8
3) สารกำจัดวัชพืช
4) สารกำจัดแมลงศัตรูพืช

แผนการดำเนินงานวิจัย วางแผนการทดลองแบบ 3X3 Factorial in RCB 4 ซ้ำ

กรรมวิธี มี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ คือ Wray Cowley และ Suwan Sweet Extra

ปัจจัย B คือ วิธีการปลูก 3 วิธี คือ

1. ปลูกเป็นแถว ระยะปลูก 60 X 10 ซม.
2. ปลูกเป็นแถว ระยะปลูก 75 X 10 ซม.
3. ปลูกเป็นแถว ระยะปลูก 75 X 15 ซม.

วิธีการ

ทำการปลูกข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ โดยใช้ระยะปลูกตามกรรมวิธี เมื่อข้าวฟ่างอายุประมาณ 3 สัปดาห์ ทำการกำจัดวัชพืช พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและพูนโคนกลบ พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็นและทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตต้นสด และผลผลิตเมล็ด เมื่อข้าวฟ่างหวานอยู่ในระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา

การบันทึกข้อมูล

- วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว
- วันปฏิบัติการดูแลรักษาต่างๆ
- ผลผลิตต้นสด ผลผลิตเมล็ด องค์ประกอบผลผลิตต่างๆ เช่น ความสูง ขนาดลำต้น จำนวนต้นเก็บเกี่ยว
- ค่าความหวานของน้ำคั้น

เวลาและสถานที่ เริ่มต้น 2554 สิ้นสุด 2556 รวม 3 ปี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการทดลอง พบว่า การปลูกข้าวฟ่างหวานที่ระยะปลูกต่างๆ กัน ข้าวฟ่างหวานให้ผลผลิตต้นสดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการปลูกระยะ 60 x 10 ซม. ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 7.55

ตัน/ไร่ ในขณะที่ระยะปลูก 75 x 10 ซม. และ 75 x 15 ซม. ให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.71 และ 6.65 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ในด้านพันธุ์ พบว่า พันธุ์ Cowley ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 7.65 ตัน/ไร่ ในขณะที่พันธุ์ Suwan Sweet Extra และ Wray ให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.97 และ 6.29 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ในด้านองค์ประกอบผลผลิต พบว่า การปลูกข้าวฟ่างหวานที่ระยะ 75 x 15 ซม. ให้ขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 1.42 ซม. และระยะ 60 x 10 ซม. ให้ขนาดลำต้นเฉลี่ยต่ำสุด 1.32 ซม. ในด้านความสูง พบว่า ระยะปลูกทั้ง 3 ระยะ ไม่มีผลต่อความสูงเฉลี่ยของข้าวฟ่างหวาน โดยมีความสูงเฉลี่ย 243.5-258.2 ซม. นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกข้าวฟ่างหวานที่ระยะปลูกต่างๆ กัน ไม่ทำให้คุณภาพความหวานเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความหวานเฉลี่ย 20.6-21.1 องศาบริกซ์

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ข้าวฟ่างหวานทั้ง 3 พันธุ์ ที่ทำการปลูกที่ระยะปลูกต่างๆไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตต้นสดเฉลี่ยระหว่าง 6.55-7.55 ตันต่อไร่ แต่หากพิจารณาด้านพันธุ์นั้นพบว่า พันธุ์ Cowley ให้ผลผลิตสูงกว่า พันธุ์ Suwan Sweet Extra และ Wray และเมื่อพิจารณาด้านระยะการปลูกพบมีผลเพียงให้ขนาดลำของข้าวฟ่างหวานแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน คือ การปลูกข้าวฟ่างหวานที่ระยะ 75 x 15 ซม. ให้ขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกที่ระยะปลูก 60 x 10 ซม. และ 75 x 10 ซม.

2.2 ศึกษาการใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่างหวานและผลพลอยได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์
2) ปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8
3) สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรู
4) เครื่องหีบอ้อยขนาดเล็ก

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in RCB 4 ซ้ำ

กรรมวิธี มี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A เป็นข้าวฟ่างหวานพันธุ์ดีเด่น 3 พันธุ์ คือ Wray Cowley และ Suwan Sweet

ปัจจัย B เป็นระยะการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ คือ ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็ง ระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา (pm) และระยะหลัง pm 10 วัน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ทำการปลูกข้าวฟ่างหวานพันธุ์ดีเด่น 3 พันธุ์ คือ Wray Cowley และ Suwan Sweet พันธุ์ละ 4 แถว ในแปลงทดลองย่อยขนาด 19.2 ตารางเมตร (ระยะปลูก 0.6 เมตร แถวยาว 8 เมตร) โดยเก็บเกี่ยวจากข้าวฟ่างหวานแถวกลาง แต่ละแปลงย่อย 2 แถวกลาง เว้น 2 แถวริม เว้นหัวและท้ายแปลง 2 เมตร และเก็บเกี่ยวที่ 3 อายุการเก็บเกี่ยว คือ ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็ง ระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา (pm) และ ระยะหลัง pm 10 วัน หลังจากการเก็บเกี่ยวนำต้นข้าวฟ่างมาหีบโดยใช้เครื่องหีบอ้อยขนาดเล็ก นำน้ำคั้น และชานข้าวฟ่างหวาน (Bagasse) มาศึกษาการใช้ประโยชน์ โดยแยกเป็น 3 กระบวนการ คือ

(1) นำน้ำคั้นข้าวฟ่างหวานมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรวมและหมักเป็นเอทานอลโดยตรง

(2) นำน้ำคั้นข้าวฟ่างหวานมาเคี่ยวเป็นน้ำเชื่อม แล้วนำน้ำเชื่อมหมักเป็นเอทานอล

(3) ชานข้าวฟ่างหวานมาวิเคราะห์หาปริมาณ cellulose และ hemi-cellulose เพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเอทานอลโดยวิธี Detergent method (Jurgens,1980) และวิเคราะห์โปรตีนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านอาหารสัตว์ ด้วยวิธีวิเคราะห์ Semiautomate Method (AOAC,1980)

การบันทึกข้อมูล

(1) นำน้ำคั้นข้าวฟ่างหวานมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล และนำไปหมักเป็นเอานอล

(2) นำน้ำคั้นข้าวฟ่างหวานมาเคี่ยวเป็นน้ำเชื่อม และนำไปหมักเป็นเอานอล บันทึกผลผลิตน้ำหนักลำ ปริมาณน้ำคั้น เปอร์เซ็นต์การหีบ ค่าความหวาน ปริมาณน้ำตาลรวม และปริมาณเอทานอล

(3) นำชานข้าวฟ่างมาวิเคราะห์หาปริมาณ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemi-cellulose lignin) และโปรตีนเพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป บันทึก ผลผลิตชานแห้ง ปริมาณ เซลลูโลส ปริมาณเฮมิเซลลูโลส และโปรตีน (ด้านอาหารสัตว์)

เวลาและสถานที่ ดำเนินการ 2554-2556

สถานที่ทำการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) ปลูกข้าวฟ่างหวานที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี เมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2554 และเก็บเกี่ยวระยะสุดท้าย เมื่อวันที่ 22 กันยายน 2554 โดยมีปริมาณน้ำฝนรวมในช่วงการปลูกถึงเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายประมาณ 551 มิลลิลิตร (ภาพที่ 1) การทดลองในปีที่ 2 (พ.ศ.2555) ซึ่งปลูกข้าวฟ่างหวานเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2555 และเก็บเกี่ยวระยะสุดท้าย เมื่อวันที่ 18 กันยายน 2555 โดยมีปริมาณน้ำฝนรวมในช่วงการปลูกถึงเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายประมาณ 594.7 มิลลิลิตร (ภาพที่ 2)

ผลผลิตต้นสด ปีที่ 1 ผลการทดลองพบว่า ข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ ได้แก่ Wray, Cowley และ Suwan Sweet เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 3 ระยะ คือ 1. ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็ง (Hard dough) 2. ระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา (Physiological maturity: PM) และ 3. ระยะหลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา 10 วัน (PM + 10) ให้ผลผลิตต้นสดของข้าวฟ่างหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยผลผลิตต้นสด 4.95 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 1ก) ในขณะที่ผลการทดลองปีที่ 2 พบว่าพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและระยะการเกี่ยวไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติโดยมีผลผลิตเฉลี่ย 8.37 ตันต่อไร่ อย่างไรก็ตามพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ซึ่งพันธุ์ Wray และ Cowley ให้ผลผลิตต้นสดสูงกว่าพันธุ์ Suwan Sweet ส่วนการเก็บเกี่ยวที่ระยะต่างๆไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1ข) สำหรับผลการทดลองในปีที่ 3 (ปี 2556) ที่ปลูกข้าวฟ่างหวานเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2556 และเก็บเกี่ยวระยะสุดท้าย ในวันที่ 26 กันยายน 2556 นั้น (ภาพที่ 3) พบว่าพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและระยะการเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยพบว่า ข้าวฟ่างหวานทั้ง 3 พันธุ์ ที่ระยะการเก็บเกี่ยวต่างๆ มีค่าเฉลี่ยผลผลิตใกล้เคียงกันระหว่าง 8.11– 9.33 ตันต่อไร่ ในขณะที่ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley ที่เก็บเกี่ยวที่ระยะหลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา 10 วัน ให้ผลผลิตต่ำที่สุดเพียง 7.64 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 1ค) ซึ่งสอดคล้องกับ กนกทิพย์และคณะ (2550) รายงานว่าจากการเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 10 พันธุ์ ที่ปลูกช่วงปลายฤดูฝน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี พบว่าข้าวฟ่างหวานแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตต้นสดในระดับใกล้เคียงกันเฉลี่ย 5-6 ตันต่อไร่ เช่นเดียวกับการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรีการเปรียบเทียบข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ (Wray, Keller, Cowley) ซึ่งในด้านพันธุ์ให้ผลผลิตต้นสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานที่อายุเก็บเกี่ยวต่างๆ คือ ระยะออกดอก (Flowering) ระยะเมล็ดเป็นแป้งอ่อน (Soft dough) ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็ง (Hard dough) ระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา (Physiological maturity) และระยะหลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา 10 วัน (Physiological maturity +10) มีผลผลิตต้นสดไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเฉลี่ย 8.6-9.7 ตันต่อไร่ (ประพันธ์และคณะ, 2552) จากการศึกษาเกี่ยวกับการปลูกข้าวฟ่างหวานในประเทศไทยพบมีอายุเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 3.5-4 เดือน ให้ผลผลิตต้นสด 7.5–8.3 ตันต่อไร่ ปริมาณน้ำตาล 9–11 % เมื่อนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ 55–65 ลิตรต่อตัน (ประสิทธิ์,2551)

ปริมาณน้ำคั้น ปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 ให้ผลการทดลองสอดคล้องกันโดยพบว่าพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและระยะการเกี่ยวไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติในด้านปริมาณน้ำคั้นโดยเฉลี่ย 1,921.09 (ปีที่ 1) 3,324.77 (ปีที่ 2) และ 3,587.76 ลิตรต่อไร่ (ปีที่ 3) ตามลำดับ (ตารางที่ 2ก 2ข และ 2ค) ซึ่งสอดคล้องกับประสิทธิ์ (2551) รายงานว่าข้าวฟ่างหวานที่ทำการศึกษาให้ปริมาณน้ำคั้นเฉลี่ยต่อไร่ 2,500 – 3,500 ลิตรต่อไร่ ในทางตรงข้ามการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Keller, SSV 84, BJ 248, Wray (สายพันธุ์บริสุทธิ์) และ NSSH 104 (พันธุ์ลูกผสม) พบว่า น้ำในลำต้นที่หีบได้มีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ โดยน้ำในลำต้นที่หีบได้จาก 5 ต้นอยู่ในช่วง 1,080 มิลลิลิตร - 1,790 มิลลิลิตร โดย พันธุ์ SSV 84 ให้ปริมาณน้ำคั้นสูงสุด (5,504 ลิตรต่อไร่) (Ratnavathi *et al*., 2003)

อย่างไรก็ตามการทดลองในปีที่ 3 พบว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะต่างกันส่งผลต่อปริมาณน้ำคั้น โดยการเก็บเกี่ยวที่ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งให้ปริมาณน้ำคั้นสูงที่สุด 4,143.28 ลิตรต่อไร่และปริมาณน้ำคั้นจะลดลงเมื่อทำการเก็บเกี่ยวที่อายุเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองผลของอายุการเก็บเกี่ยวในข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ (Wray, Keller และ Cowley) ให้ปริมาณน้ำคั้นสูงเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุน้อย และปริมาณน้ำคั้นลดต่ำลงเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุมากขึ้น (ประพันธ์ และคณะ, 2552) ทั้งนี้ Nandini *et al.*(2006) ได้รายงานผลการศึกษาการปลูกข้าวฟ่างหวานในประเทศภูฏานว่าข้าวฟ่างหวานที่ทำการหีบด้วยเครื่องหีบขนาดเล็ก โดยนำลำต้นที่ลิดใบทิ้งแล้วผ่านลูกหีบ 2-3 ครั้งจะให้ปริมาณน้ำคั้น 2,880-4,320 ลิตรต่อไร่

เปอร์เซ็นต์การหีบ ผลการทดลองปีที่ 1 พบว่าพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและระยะเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยพบว่ามีเพียงข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley ที่ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาให้เปอร์เซ็นต์การหีบน้ำคั้นต่ำสุดเพียง 30.39 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้การเก็บเกี่ยวในระยะต่างๆ ของข้าวฟ่างหวานนั้นมีเปอร์เซ็นต์การหีบระหว่าง 35.23-41.62 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3ก) สำหรับปีที่ 2 พบว่าพันธุ์ ข้าวฟ่างหวานและระยะการเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ การเก็บเกี่ยวในระยะต่างๆ ของข้าวฟ่างหวานนั้นมีเปอร์เซ็นต์การหีบใกล้เคียงกันระหว่าง 35.19-48.06 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley ที่ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดเป็นแป้งแข็งให้เปอร์เซ็นต์การหีบน้ำคั้นต่ำสุดเพียง 32.12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3ข) สำหรับผลการทดลองในปีที่ 3 พบว่าพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและระยะการเกี่ยวไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การหีบ 41.03 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การหีบโดยพันธุ์ Wray และพันธุ์ Suwan Sweet ให้เปอร์เซ็นต์การหีบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ Cowley ซึ่งพันธุ์ Wray นั้นให้เปอร์เซ็นต์การหีบน้ำคั้นเฉลี่ย 44.42 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับที่ Feng and Chun-Zhao (2009) รายงานว่าจากการเปรียบเทียบข้าวฟ่างหวาน 5 สายพันธุ์ คือ Wray, Rio, Italy, Nong No.2 และ Zaoshu No.1 พบว่าข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray ให้เปอร์เซ็นต์การคั้นน้ำสูงที่สุด 55.8 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่ Li Guiying *et al.*(2006) รายงานผลการศึกษาลักษณะเฉพาะของข้าวฟ่างหวาน 7 พันธุ์ในประเทศจีนว่า ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray จะให้เปอร์เซ็นต์การหีบน้ำคั้นสูงที่สุดถึง 72.00 เปอร์เซ็นต์เมื่อพิจารณาด้านอายุการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานที่ระยะต่างๆ มีผลให้เปอร์เซ็นต์การหีบน้ำคั้นต่างกัน ซึ่งการเก็บเกี่ยวที่ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งให้เปอร์เซ็นต์การหีบน้ำคั้นสูงสุด (46.71 เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์การหีบจะลดลงในการเก็บเกี่ยวที่ระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา (40.88 เปอร์เซ็นต์) และลดต่ำสุดเมื่อเก็บเกี่ยวในระยะหลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา 10 วัน (35.51 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 3ค) ซึ่งกนกทิพย์และคณะ (2550) รายงานผลการทดลองการเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 10 พันธุ์ ช่วงปลายฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรีให้ปริมาณน้ำคั้นที่หีบได้โดยเฉลี่ย 43.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการนำลำต้นข้าวฟ่างหวานมาคั้นจะได้น้ำคั้นประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการหีบ (Ratnavathi *et al.*, 2003) เช่นเดียวกับที่ Sommani and Taylar (2003) รายงานผลการวิจัยในอินเดียและอัฟริกา

ว่าข้าวฟ่างหวานมีปริมาณน้ำคั้นประมาณ 40-45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ลูกหีบขนาดเล็ก แต่ถ้าหีบด้วยลูกหีบขนาดใหญ่ที่ใช้กับอ้อยในโรงงานน้ำตาลจะได้ปริมาณน้ำคั้นถึง 55 เปอร์เซ็นต์

ด้านคุณภาพความหวาน (องศาบริกซ์) ผลการทดลองในปีที่ 1 พบว่าพันธุ์และระยะการเก็บเกี่ยวไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยความหวาน 18.63 องศาบริกซ์ แต่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ซึ่งข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley ให้ค่าความหวานเฉลี่ย 20.27 องศาบริกซ์ สูงกว่าพันธุ์ Suwan Sweet และพันธุ์ Wray ที่ให้ค่าความหวานเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 17.80 และ 17.81 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 4ก) สำหรับปีที่ 2 พบว่าพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและระยะการเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยมีผลต่อคุณภาพความหวาน ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าความหวานใกล้เคียงกัน มีเพียงข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Suwan Sweet ที่เก็บเกี่ยวในระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งเท่านั้นที่ให้ค่าความหวานต่ำสุดเพียง 12.54 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 4ข) เช่นเดียวกับการทดลองในปีที่ 3 ที่มีเพียงข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Suwan Sweet ที่เก็บเกี่ยวในระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งเท่านั้นที่ให้ค่าความหวานต่ำสุดเพียง 15.68 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 4ค) ซึ่งในด้านของพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่มีผลต่อคุณภาพความหวานนั้น สอดคล้องกับผลการทดลองของ กนกทิพย์และคณะ (2550) รายงานว่า ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray ให้ค่าความหวานสูงกว่าพันธุ์ Keller และพบว่าพันธุ์และระยะการเก็บเกี่ยวไม่มีปฏิสัมพันธ์กันในด้านค่าบริกซ์ของน้ำคั้นข้าวฟ่างหวาน ซึ่งจากการเปรียบเทียบ ข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ (Keller, SSV84, BJ248, Wray และ NSSH104) พบว่าข้าวฟ่างหวานแต่ละพันธุ์ให้ความหวานแตกต่างกันเฉลี่ยระหว่าง 14.2-17.7 องศาบริกซ์ (Ratnavathi *et al.*, 2003) เช่นเดียวกับที่ Li Guiying *et al.*(2006)รายงานผลการศึกษาลักษณะเฉพาะของข้าวฟ่างหวาน 7 พันธุ์ในประเทศจียว่าจะมีความหวานที่แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ระหว่าง 7.9-19.3 องศาบริกซ์ อย่างไรก็ตาม Nimbkar *et al.*, 2006 กล่าวว่าการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานที่ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งและระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาให้ค่าความหวานน้ำคั้นข้าวฟ่างหวานสูงกว่า 15 องศาบริกซ์ ซึ่งจะให้คุณภาพน้ำเชื่อมที่ดี โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางสรีระวิทยายังสามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดได้ด้วย ทั้งนี้ในการผลิตเอทานอลในโรงงานทั่วไปจะใช้วัตถุดิบที่มีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นประมาณ 20 องศาบริกซ์ (นั่นคือจะได้เอทานอลสูงสุดไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์) เพราะความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงเกินไปสามารถยับยั้งการทางานของเอนไซม์ของยีสต์ในการสร้างผลิตภัณฑ์ได้ ในขณะเดียวกันปริมาณเอทานอลที่สูงเกินไปในน้ำหมักอาจเป็นพิษต่อเซลล์ยีสต์ได้ ทำให้การผลิตเอทานอลหยุดชะงัก (ลักขณาและคณะ,2551)

ผลผลิตชานแห้ง ผลการทดลองพบว่าพันธุ์และระยะการเก็บเกี่ยวไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติต่อผลผลิตชานแห้งในการทดลองทั้ง 3 ปี โดยการทดลองในปีที่ 1 ให้น้ำหนักชานแห้งเฉลี่ย 364.53 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 5ก) สำหรับการทดลองปีที่ 2 พบว่าข้าวฟ่างหวานต่างพันธุ์มีผลต่อน้ำหนักชานแห้งโดยพันธุ์ Cowley ให้น้ำหนักชานแห้งเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ Wray และพันธุ์ Suwan Sweet (ตารางที่ 5ข) สอดคล้องกับการทดลองในปีที่ 3 ที่พบว่าพันธุ์ Cowley ให้น้ำหนักชานแห้งสูงกว่าพันธุ์ Wray และพันธุ์ Suwan Sweet ทั้งนี้การเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานที่อายุต่างๆมีผลต่อผลผลิต

ชานแห้งโดยการเก็บเกี่ยวที่อายุมากขึ้น คือ ระยะหลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน ให้น้ำหนักชานแห้งสูงสุด 2,028.17 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 5ค) ซึ่งชานข้าวฟ่างหวานนั้น สามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ (Gnansounou *et al*, 2005) จากการทดลองของ ศิรินุช,(2551) พบว่าผลผลิตเอทานอลจากชานข้าวฟ่างหวานมีค่าเท่ากับ 158 ลิตรต่อตัน

ปริมาณน้ำตาลรวม พบว่าข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ ระยะการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ระยะ มีปริมาณน้ำตาลรวมของน้ำคั้นข้าวฟ่างหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย 364.53 กิโลกรัมต่อไร่ (184.85 กรัมต่อลิตร หรือ 18.49 เปอร์เซ็นต์) แต่พบว่าพันธุ์ Wray มีแนวโน้มให้ปริมาณน้ำตาลรวมสูงที่สุดเฉลี่ย 482.43 กิโลกรัมต่อไร่ (204.35 กรัมต่อลิตร หรือ 20.44 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับ Bunphan et al (2014) รายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวมในน้ำคั้นข้าวฟ่างหวาน 4 สายพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละสายพันธุ์ ระหว่าง 151.8 – 170.8 กรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับ Ratnavathi *et al.,* (2003) รายงานว่าข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ (Keller, SSV84, BJ248, Wray และ NSSH104) ให้ค่าปริมาณน้ำตาลรวมแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ SSV84 ให้ปริมาณน้ำตาลรวมสูงที่สุด เช่นเดียวกับผลการทดสอบพันธุ์ ข้าวฟ่างหวาน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Keller, SSV 84, BJ 248, Wray (สายพันธุ์บริสุทธิ์) และ NSSH 104 (พันธุ์ลูกผสม) พบว่า ปริมาณน้ำตาลมีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ โดยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ในช่วง 745.6-1,176 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์ Keller ให้ค่าปริมาณน้ำตาลรวมสูง และให้ผลผลิตเอทานอลสูงด้วย (Ratnavathi *et al.,* 2003) ทั้งนี้องค์ประกอบสำคัญที่นำมาใช้ในการแปรรูปเป็นเอทานอล คือ ปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในพืชนั้นๆ ซึ่งปริมาณน้ำตาลที่สามารถแปรรูปเป็นเอทานอลได้ของข้าวฟ่างหวานประมาณ 1.0-1.3 ตันต่อไร่ (Almodares and Hadi, 2009) ซึ่งพรเทพและคณะ (2547) ได้รายงานผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าข้าวฟ่างหวานมีปริมาณน้ำตาลรวมประมาณ 233.7-308.4 กรัมต่อลิตร ในขณะที่ ลักษณาและคณะ (2551) รายงานว่า ปริมาณน้ำตาลรวมจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานสายพันธุ์ มข. 40 ที่ทำการวิจัยมีปริมาณ 173.02 กรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นเอทานอลของน้ำคั้น ที่ปรับความหวานให้อยู่ในช่วง 16-22 องศาบริกซ์ จากข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ ที่ทำการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยมีความเข้มข้นเอทานอลเฉลี่ย 92.14 กรัมต่อลิตรน้ำคั้น (9.21 เปอร์เซ็นต์เอทานอลหรือ 37.90 ลิตรต่อตัน) (ตารางที่ 10) ซึ่งค่าความเข้มข้นของเอทานอลจากน้ำคั้นข้าวฟ่างหวานนั้นสอดคล้องกับ พรเทพ (2549) รายงานผลการศึกษาการนำน้ำคั้นจากข้าวฟ่างหวาน พันธุ์ มข 40 ที่ปรับความหวานให้อยู่ในช่วง 18-24 องศาบริกซ์ ไปหมักเอทานอล พบว่าได้ค่าความเข้มข้นเอทานอลเฉลี่ย 83 กรัมต่อลิตร ซึ่งเทียบได้กับวัตถุดิบชนิดอื่นได้แก่ กากน้ำตาลที่ให้ค่าความเข้มข้นเอทานอล 92.0 กรัมต่อลิตร (Morimura *et al*., 1997) เช่นเดียวกับ Laopaiboon และคณะ, 2007 พบว่าน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานสามารถนำมาผลิตเอทานอลแบบกะ โดยได้ความเข้มข้นของเอทานอลสูงถึง 12.7 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) หรือ 100 กรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับที่ ผ่องศรี ศิวราศักดิ์ และคณะ (2553) รายงานผลการศึกษาของการหมักน้ำคั้น

สดข้าวฟ่างหวานพันธุ์เรย์และเคลเลอร์ที่ความหวานเริ่มต้น 18 องศาบริกซ์ พีเอชเท่ากับ 5 ด้วยหัวเชื้อยีสต์แซคคาโรมาย-ซิส ซิรีวิสิอี RT-P2 ร้อยละ 5 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเลียส พบว่ามีความเข้มข้นเอทานอล 86.9 กรัมต่อลิตร 50.56 กรัมต่อลิตร ทั้งนี้การใช้ยีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงจะส่งผลให้ความเข้มข้นของเอทานอลจกการหมักน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานมีค่าสูงถึง 123.56 กรัมต่อลิตร (สุจินตนา,2549) ในขณะที่ ประสิทธิ์ (2551) รายงานผลการศึกษาการปลูกข้าวฟ่างหวานในประเทศไทยนั้นให้ผลผลิตต้นสด 7.5-8.3 ตันต่อไร่ ปริมาณาณน้ำตาล 9-11% สามารถผลิตเป็นเอทานอลได้ 55-65 ลิตรต่อตัน จึงทำให้ข้าวฟ่างหวานเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพมากเมื่อเทียบกับแหล่งวัตถุดิบชนิดอื่น

ความเข้มข้นเอทานอลของน้ำเชื่อม ที่ปรับความหวานให้อยู่ในช่วง 16-22 องศาบริกซ์ จากข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ ที่ทำการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติโดยมีความเข้มข้นเอทานอลเฉลี่ย 286.90 กรัมต่อลิตรน้ำเชื่อม (28.69 เปอร์เซ็นต์เอทานอล) (ตารางที่ 11) ทั้งนี้พบการเก็บเกี่ยวที่ระยะต่างกันมีผลต่อความเข้มข้นเอทานอลจากการหมักน้ำเชื่อม โดยการเก็บเกี่ยวที่ระยะหลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีระวิทยา 10 วัน เมื่อน้ำไปเคี่ยวเป็นน้ำเชื่อมแล้วนำไปหมักเอทานอลให้ค่าความเข้มข้นเอทานอลต่ำสุดเพียง 271.10 กรัมต่อลิตรน้ำเชื่อม

ปริมาณเซลลูโลส ส่วนปริมาณเซลลูโลส ในชานแห้งข้าวฟ่างหวาน ผลการทดลองพบว่าข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติโดยมีปริมาณเซลลูโลสเฉลี่ย 37.00 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพบว่าระยะการเก็บเกี่ยวที่ที่แตกต่างกันมีผลต่อปิมาณเซลลูโลส ซึ่งการเก็บเกี่ยวในอายุที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณเซลลูโลสลดลง โดยพบว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งมีปริมาณเซลลูโลสสูงที่สุด 39.24 เปอร์เซ็นต์ และลดต่ำลงโดยให้ปริมาณเซลลูโลสเพียง 34.31 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะหลังสุกแก่ทางสรีระวิทยา 10 วัน (ตารางที่ 8) ซึ่งจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของชานข้าวฟ่างหวานพันธุ์ มข.40 ที่ผ่านการหีบน้ำคั้นแล้ว มีปริมาณเซลลูโลสเฉลี่ย 20.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (วันดี และคณะ, 2551) ทั้งนี้ นันทิกาและคณะ (2554) รายงานผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของชานข้าวฟ่างหวานว่ามีปริมาณเซลลูโลส 58.23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง สอดคล้องกับที่ Misook Kim and Donal F.Day (2010) รายงานผลการศึกษาองค์ประกอบของชานข้าวฟ่างหวานว่ามีปริมาณเซลลูโลสเฉลี่ย 44.6 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณเฮมิเซลลูโลส ด้านปริมาณเฮมิเซลลูโลส ในชานแห้งข้าวฟ่างหวาน ผลการทดลองพบว่าระยะการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ระยะ มีปริมาณเฮมิเซลลูโลสของน้ำคั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยเฉลี่ย 18.80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) สอดคล้องกับที่ Feng Wang and Chun-Zhao Liu (2009) รายว่าการเปรียบเทียบข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ คือ Wray, Rio, Italy, Nong No.2 และ ZaoFhu No.1 ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณเฮมิเซลลูโลสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ รายงานผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของชานข้าวฟ่างหวานว่ามีปริมาณเฮมิเซลลูโลส สูงถึง 25.42 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งสอดคล้องกับที่ Misook Kim and Donal F.Day (2010) รายงานผลการศึกษาองค์ประกอบของชานข้าวฟ่าง

หวานว่ามีปริมาณเฮมิเซลลูโลสเฉลี่ย 27.1 เปอร์เซ็นต์และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของชานข้าวฟ่างหวานกับวัสดุในกลุ่มที่ใช้ในการผลิตเอทานอลได้แก่ ชานอ้อย ฟางข้าว ซังข้าวโพด พบว่าชานข้าวฟ่างหวานก็มีความเหมาะสมในการที่จะนำไปใช้ในการผลิตเอทานอลได้ (นันทิกาและคณะ, 2554)

ปริมาณโปรตีน ผลการทดลอง พบว่าข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ แต่พบความแตกต่างในด้านอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณโปรตีน โดยการเก็บเกี่ยวที่ระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งมีผลให้ปริมาณโปรตีนเฉลี่ยสูงสุด 1.44 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปริมาณโปรตีนจะลดต่ำลงเมื่อทำการเก็บเกี่ยวที่อายุมากขึ้นเหลือเพียง 0.85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะหลังสุกแก่ทางสรีระวิทยา 10 วัน (ตารางที่ 9) ซึ่ง Fred *et al.,* (2007) รายงานว่าข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ ให้ปริมาณโปรตีนในชานข้าวฟ่างหวานใกล้เคียงกันระหว่าง 7.1-8.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Bundle King มีปริมาณโปรตีนในชานเฉลี่ย 3.8 เปอร์เซ็นต์ (Mike, 2008)

อย่างไรก็ตาม ในด้านอาหารสัตว์ โดยเฉลี่ยแล้วพืชอาหารสัตว์มีปริมาณเฮมิเซลลูโลส 20-40 เปอร์เซ็นต์เซลลูโลส 30-50 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 15-25 เปอร์เซ็นต์ และอื่นๆ 20-40 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ในการทดลองพบชานข้าวฟ่างหวานมีปริมาณเฮมิเซลลูโลส 18.80 เปอร์เซ็นต์ เซลลูโลส 37.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณที่พบในกากถั่วเหลือง (เฮมิเซลลูโลส 14 เปอร์เซ็นต์ เซลลูโลส 33เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 14 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (Dokyoung *et al.*, 2007) ซึ่ง อนุสรณ์และคณะ (2557) กล่าวว่าชานข้าวฟ่างหวานสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้โดยข้าวฟ่างหวานแต่ละสายพันธุ์มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกัน แต่ด้วยมีองค์ประกอบโปรตีนหยาบอยู่ในระดับต่ำจึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนการนำไปเลี้ยงสัตว์

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ข้าวฟ่างหวานทั้ง 3 พันธุ์ ที่ทำการเก็บเกี่ยวในระยะต่างๆ 3 ระยะ ด้านองค์ประกอบผลผลิตพบว่าศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำหนักลำต้นสด, ปริมาณน้ำคั้น, ปริมาณน้ำตาลรวม (น้ำตาลสามารถเปลี่ยนรูปเป็นเอทานอล), น้ำหนักชานแห้ง, ปริมาณ Hemicellulose ปริมาณ Cellulose และค่าความเข้มข้นเอทานอลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่ทำการเก็บเกี่ยวในระยะต่างกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การหีบค่าความหวานและปริมาณโปรตีน โดยข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray มีเปอร์เซ็นต์การหีบ และปริมาณโปรตีนสูงกว่าพันธุ์ Suwan Sweet และ พันธุ์ Cowley แต่สำหรับค่าความหวานและผลผลิตชานแห้งนั้นพันธุ์ Cowley ให้ค่าความหวานสูงและผลผลิตชานแห้งที่สุด สำหรับระยะการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน 3 ระยะนั้นมีผลต่อปริมาณ Cellulose และผลผลิตชานแห้งเท่านั้นโดยการเก็บเกี่ยวที่ระยะเป็นแป้งแข็งมีปริมาณ Cellulose สูงสุด โดยปริมาณจะลดลงเมื่ออายุการเก็บเก็บมากขึ้น ในขณะที่การเก็บเกี่ยวที่อายุมาก

ขึ้นมีผลให้น้ำหนักชานแห้งเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเก็บเกี่ยวที่ระยะหลังสุกแก่ทางสรีระวิทยา 10 วัน เมื่อนำน้ำคั้นไปเคี่ยวเป็นน้ำเชื่อมแล้วนำไปหมักเอทานอลจะให้ค่าความเข้มข้นเอทานอลลดต่ำลง

ดังนั้น ข้าวฟ่างหวานมีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งในรูปน้ำคั้นสดและการทำน้ำเชื่อม ซึ่งในรูปน้ำเชื่อมควรเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานในระยะเมล็ดเป็นแป้งแข็งและระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาซึ่งจะให้ค่าความเข้มข้นเอทานอลสูงเมื่อนำไปเข้าสู่ขบวนการหมักเอทานอล เช่นเดียวกับการนำชานข้าวฟ่างหวานซึ่งมีปริมาณ cellulose และ hemi-cellulose ในขณะที่การนำชานข้าวฟ่างหวานเพื่อเลี้ยงสัตว์ ในช่วงเวลาอาหารสัตว์ขาดแคลนซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือจากการคั้นน้ำ สามารถใช้พันธุ์ Wray และพันธุ์ Cowley โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้ง 3 ระยะ เนื่องจากมีผลผลิตชานแห้งและปริมาณโปรตีนสูง จากการศึกษาวิจัยนี้ข้าวฟ่างหวานจึงเป็นพืชที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเอทานอล เนื่องจากน้ำคั้นจากลำต้นสามารถนำมาหมักเป็นเอทานอลได้โดยตรง อีกทั้งยังสามารถเก็บสำรองในรูปน้ำเชื่อมเพื่อนำมาผลิตเอทานอลได้อีกทางหนึ่ง ในขณะที่ชานของลำต้นก็มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ทั้งเพื่อหมักให้ได้เอทานอลและเลี้ยงสัตว์

2.3 ศึกษาการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำที่เกิดจากเชื้อ *Macrophomina phascolina* ในข้าวฟ่าง

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน พันธุ์ Wray
2. เชื้อรา *Macrophomina phaseolina* และเชื้อรา Trichoderma *harzianum*
3. อาหารเลี้ยงเชื้อรา Potato Dextrose Agar (PDA) และ Water Agar (WA)
4. เมล็ดข้าวฟ่างสำหรับเลี้ยงขยายเชื้อรา
5. อุปกรณ์และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ
6. กระถางดินเผา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว
7. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15
8. สารเคมี benomyl
9. สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง
10. อุปกรณ์ตรวจสอบความหวาน

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยกรรมวิธีการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำ 5 กรรมวิธี ได้แก่

1. คลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ในรูปส่วนผสมของ เชื้อรา:ปุ๋ยหมัก:ดิน อัตราส่วน 1:4:10

2. พ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* ความเข้มข้น 1:200 ภายหลังข้าวฟ่างหวานงอก 7 วัน และพ่นทุก 7 วัน จนถึงระยะ Growth stage 5 : Boot

3. พ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* ความเข้มข้น 1:200 ภายหลังข้าวฟ่างหวานงอก 7 วัน และพ่นทุก 7 วัน จนถึงระยะ Growth stage 6 : Half-bloom

4. พ่นสารเคมี benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นเมื่อข้าวฟ่างหวานอายุ 30 วันและพ่นซ้ำอีก 2 ครั้ง ทุก 7 วัน

5. ไม่มีการควบคุมโรค (กรรมวิธีเปรียบเทียบ)

ทำสำรวจและเก็บตัวอย่างข้าวฟ่างหวานที่แสดงอาการลำต้นเน่าดำมาทำการแยกเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* บนอาหาร Water Agar (WA) และเลี้ยงเพิ่มปริมาณเชื้อราบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) เตรียม inoculum ของเชื้อรา *M. phaseolina* โดยการเลี้ยงเชื้อรา *M. phaseolina* บนเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 120 นาที ซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกทนร้อน บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเชื้อเจริญบนเมล็ดข้าวฟ่างเต็มที่ จึงนำมาใช้ในการทดลอง อัตรา inoculum ที่ใช้คือ 2 % W/W (น้ำหนัก inoculum/น้ำหนักดินแห้ง)

ในห้องปฏิบัติการ ศึกษาผลของเชื้อรา *T. harzianum* ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. phaseolina* บนอาหาร PDA โดยการเลี้ยงเชื้อรา *T. harzianum* ร่วมกับเชื้อรา *M. phaseolina* บนอาหาร PDA โดยเลี้ยงคนละด้านของจานเลี้ยงเชื้อ จากนั้นวัดขนาดโคโลนีของเชื้อราทั้ง 2 ทุกวัน จนกระทั่งเชื้อราเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อ (จานเลี้ยงเชื้อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร)

ในสภาพโรงเรือนทดลอง ทำการปลูกข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Keller ในกระถางดินเผาที่ได้ทำการคลุกดินด้วยเชื้อราที่เลี้ยงจนเจริญเต็มที่บนเมล็ดข้าวฟ่าง จำนวน 10 กระถางต่อซ้ำ จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง ดำเนินการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำตามกรรมวิธีที่กำหนด ประเมินการเป็นโรคและบันทึกข้อมูลผลผลิต

ระยะเวลาดำเนินการ

เดือนตุลาคม 2553 - เดือนกันยายน 2556

สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการโรคพืช และโรงเรือนทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการควบคุมโรค

ในสภาพห้องปฏิบัติการ ศึกษาผลของเชื้อรา *T. harzianum* ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. phaseolina* บนอาหาร PDA ผลการทดลองพบว่า เชื้อรา *T. harzianum* มีอัตราการเจริญเร็วกว่าเชื้อรา *M. phaseolina* และหลังจากวันที่ 2 พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* เจริญทับเส้น

ใยของเชื้อรา *M. phaseolina* โดยเชื้อรา *T. harzianum* มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 2.5 เซนติเมตร และเชื้อรา *M. phaseolina* มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 1.7 เซนติเมตรโดยเส้นใยเชื้อรา *M. phaseolina* มีลักษณะเหี่ยวแฟบ และพบว่าเชื้อรา *M. phaseolina* เจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อขนาด 9 เซนติเมตร หลังจากเลี้ยง 4 วัน (Table 1) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *T. harzianum* มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *M. phaseolina* ในสภาพห้องปฏิบัติการได้ดี

ในสภาพโรงเรือนทดลอง พบว่า การคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ในรูปส่วนผสมของเชื้อรา:ปุ๋ยหมัก:ดิน อัตราส่วน 1:4:10 ให้ผลการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำดีที่สุด โดยมีความยาวแผลที่ลำต้นเฉลี่ย 54.0 เซนติเมตร ไม่แตกต่างจากการพ่นด้วยสารเคมี benomyl 50% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อข้าวฟ่างหวานอายุ 30 วันและพ่นซ้ำอีก 2 ครั้ง ทุก 7 วัน ที่มีความยาวแผลเฉลี่ย 63.1 เซนติเมตร ในขณะที่การพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* ความเข้มข้น 1:200 ภายหลังข้าวฟ่างหวานงอก 7 วัน และพ่นทุก 7 วัน จนถึงระยะ Growth stage 5 : Boot และระยะ Growth stage 6 : Half-bloom และการไม่ควบคุมโรค ให้ความยาวแผลที่ลำต้นไม่แตกต่างกัน ระหว่าง 74.9-80.8 เซนติเมตร (Table 2)

การเจริญเติบโตและผลผลิต

วิธีการควบคุมโรคมีผลต่อความสูงต้นข้าวฟ่างหวาน โดยพบว่าการพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 6 : Half-bloom ให้ความสูงต้นสูงสุด 299 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับการพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 5 : Boot และการคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ที่ให้ความสูงต้นเฉลี่ย 290 และ 287 เซนติเมตร ในขณะที่การไม่ควบคุมโรคให้ความสูงต้นต่ำสุด 238 เซนติเมตร เช่นเดียวกับความกว้างลำต้น ที่พบว่าการคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* และการพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 6 : Half-bloom ให้ความกว้างลำต้นไม่แตกต่างกัน คือ 1.8 และ 1.7 เซนติเมตร ในขณะที่การไม่ควบคุมโรคและการพ่นสารเคมี benomyl เมื่อข้าวฟ่างหวานอายุ 30 วันและพ่นซ้ำอีก 2 ครั้ง ทุก 7 วัน ให้ความกว้างลำต้นน้อยสุด คือ 1.4 และ 1.5 เซนติเมตร (Table 3)

ด้านผลผลิตพบว่า การคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ให้น้ำหนักลำต้นสดสูงสุดเฉลี่ย 667 กรัมต่อต้น สูงกว่าการพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 6 : Half-bloom และระยะ Growth stage 5 : Boot ที่ให้น้ำหนักลำต้นสดเฉลี่ย 491 และ 446 กรัมต่อต้น ในขณะที่การพ่นด้วยสารเคมี benomyl และการไม่ควบคุมโรค ให้น้ำหนักลำต้นสดต่ำสุด 343 และ 277 กรัมต่อต้น

ด้านปริมาณน้ำคั้น พบว่า การคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ให้ปริมาณน้ำคั้นสูงสุด 204 มิลลิลิตรต่อต้น แตกต่างจากการพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 6 : Half-bloom พ่นจนถึงระยะ Growth stage 5 : Boot และการพ่น

ด้วยสารเคมี benomyl ที่ให้ปริมาณน้ำคั้น 145 134 และ 85 มิลลิลิตรต่อต้น ในขณะที่การไม่ควบคุมโรคให้ปริมาณน้ำคั้นของต้นข้าวฟ่างหวานต่ำสุด คือ 75 มิลลิลิตรต่อต้น (Table 4) ซึ่งการหีบน้ำคั้นลำต้นได้ทำการริดใบก่อนการหีบ ตามที่ Glensและคณะ (1993) ได้รายงานว่าการหีบข้าวฟ่างหวานที่มีส่วนประกอบของใบและกาบใบด้วย จะลดประสิทธิภาพในการหีบและลดปริมาณน้ำคั้นที่หีบได้ลง เนื่องจากเนื้อเยื่อใบและกาบใบข้าวฟ่างหวานมีน้ำตาลต่ำและจะดูดซับน้ำคั้นไว้ขณะหีบ ด้านปริมาณความหวานของน้ำคั้น พบว่าการพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 5 : Boot ให้ค่าความหวานของน้ำคั้นสูงสุด 20 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ แตกต่างจากทุกกรรมวิธีอื่นที่ให้ค่าความหวานระหว่าง 18.2-19.3 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ในขณะที่การไม่ควบคุมโรคให้ความหวานของน้ำคั้นต่ำสุด 18.0 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (Table 4)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เชื้อรา *T. harzianum* มีอัตราการเจริญเร็วกว่าเชื้อรา *M. phaseolina* ในสภาพห้องปฏิบัติการ หลังจากเลี้ยง 4 วัน พบว่าเส้นใยเชื้อรา *M. phaseolina* มีลักษณะเหี่ยวแฟบ ในสภาพโรงเรือนทดลอง พบว่าการคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ให้ผลการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำดีที่สุดโดยมีความยาวแผลที่ลำต้นเฉลี่ย 54.0 เซนติเมตร ในขณะที่การไม่ควบคุมโรค ให้ความยาวแผลที่ลำต้น 80.8 เซนติเมตร การพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 6 : Half-bloom ให้ความสูงต้นสูงสุด 299 เซนติเมตร ในขณะที่การไม่ควบคุมโรคให้ความสูงต้นต่ำสุด 238 เซนติเมตร ความกว้างลำต้น พบว่าการคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* และการพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 6 : Half-bloom ให้ความกว้างลำต้นไม่แตกต่างกัน 1.8 และ 1.7 เซนติเมตร ในขณะที่การไม่ควบคุมโรคและการพ่นด้วยสารเคมี benomyl ให้ความกว้างลำต้นน้อยสุด 1.4 และ 1.5 เซนติเมตร ด้านผลผลิต พบว่า การคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ให้น้ำหนักลำต้นสดสูงสุด 667 กรัมต่อต้น ในขณะที่การพ่นด้วยสารเคมี benomyl และการไม่ควบคุมโรค ให้น้ำหนักลำต้นสดต่ำสุด 343 และ 277 กรัมต่อต้น ด้านปริมาณน้ำคั้น พบว่า การคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ให้ปริมาณน้ำคั้นสูงสุด 204 มิลลิลิตรต่อต้น ในขณะที่การไม่ควบคุมโรคให้ปริมาณน้ำคั้นของต้นข้าวฟ่างหวานต่ำสุด 75 มิลลิลิตรต่อต้น การพ่นสารละลายเชื้อรา *T. harzianum* จนถึงระยะ Growth stage 5 : Boot ให้ค่าความหวานของน้ำคั้นสูงสุด 20 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ในขณะที่การไม่ควบคุมโรคให้ความหวานของน้ำคั้นต่ำสุด 18.0 เปอร์เซ็นต์บริกซ์

2.4 ศึกษาการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง (*Atherigona* Rondani) ในข้าวฟ่างหวาน

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0
3. สารฆ่าแมลง อิมิดาโคลพริด (โปรวาโด 70 % WG) โพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92 % EC) คาร์โบซัลแฟน (พอสซ์ 20 % EC)
4. เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบใช้แรงดันน้ำ

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี คือ

1. พ่นสารฆ่าแมลง อิมิดาโคลพริด (โปรวาโด 70 % WG) อัตรา 4 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
2. พ่นสารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร
3. พ่นสารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92 % EC) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร
4. พ่นสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน (พอสซ์ 20 % EC) อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ปลูกข้าวฟ่างหวานในแปลงย่อยขนาด 3.00 x 5.00 เมตร จำนวน 6 แถว แต่ละแถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 0.5 x 0.2 เมตร เมื่อข้าวฟ่างหวานงอกได้ 14 วัน ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น กำจัดวัชพืช พูนโคนและใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวฟ่างหวานอายุ 21 วัน

2. เมื่อข้าวฟ่างหวานอายุ 2 สัปดาห์ ตรวจนับจำนวนต้นข้าวฟ่างหวานทั้งหมด จำนวนต้นข้าวฟ่างหวานที่ถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย ตรวจนับจาก 4 แถวกลาง หลังจากนั้นพ่นสารฆ่าแมลงตามกรรมวิธีต่างๆ นับจำนวนต้นข้าวฟ่างหวานทั้งหมด และจำนวนต้นข้าวฟ่างหวานที่ถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย หลังพ่นสารฆ่าแมลง 1 และ 2 สัปดาห์ เก็บเกี่ยวผลผลิตจากข้าวฟ่างหวาน 4 แถวกลาง ชั่งน้ำหนักต้นสด หาความหวานของน้ำในลำต้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เวลาและสถานที่

เดือนตุลาคม 2553 ถึง เดือนกันยายน 2556 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรี กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2554 ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี จากการทดลอง พบหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลายข้าวฟ่างหวานในปริมาณน้อย จึงไม่ได้พ่นสารฆ่าแมลง

ปี 2555 ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรี ก่อนพ่นสารฆ่าแมลง พบหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลายข้าวฟ่างหวาน 8.74-9.38 เปอร์เซ็นต์ หลังพ่นสารฆ่าแมลง 1 สัปดาห์ พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง คือ สารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบต้นข้าวฟ่างหวานถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย 1.15 เปอร์เซ็นต์ หลังพ่นสารฆ่าแมลง 2 สัปดาห์ พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง คือ สารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92% EC) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร พบต้นข้าวฟ่างหวานถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย 1.60 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ได้ผลผลิต และความหวานของข้าวฟ่างหวาน ระหว่าง 5.39-6.27 ตันต่อไร่ และ 16.65-18.66 องศาบริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ปี 2556 ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรี ก่อนพ่นสารฆ่าแมลง พบหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลายข้าวฟ่างหวาน ระหว่าง 2.38-4.24 เปอร์เซ็นต์ หลังพ่นสารฆ่าแมลง 1 สัปดาห์ พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง คือ สารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบต้นข้าวฟ่างหวานถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย เฉลี่ย 0.65 เปอร์เซ็นต์ หลังพ่นสารฆ่าแมลง 2 สัปดาห์ พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง คือ สารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบต้นข้าวฟ่างหวานถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย เฉลี่ย 4.08 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ได้ผลผลิต และความหวานของข้าวฟ่างหวาน ระหว่าง 7.46-8.18 ตันต่อไร่ และ 18.66-20.09 องศาบริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ดังนั้นสามารถใช้สารฆ่าโพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และอิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92% EC) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร ซึ่งมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างในข้าวฟ่างหวาน เป็นการลดความเสียหายของข้าวฟ่างหวานจากการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง ทำให้ได้ผลผลิตข้าวฟ่างหวานเพิ่มขึ้น

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในปี 2555 พบว่า หลังพ่นสารฆ่าแมลง 1 และ 2 สัปดาห์ สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง คือ สารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92% EC) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร พบต้นข้าวฟ่างหวานถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย 2.57 และ 1.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารฆ่า

แมลง คาร์โบซัลแฟน (พอสซ์ 20 % EC) อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง ที่พบหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง 3.12 และ 3.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในปี 2556 พบว่า หลังพ่นสารฆ่าแมลง 1 และ 2 สัปดาห์ สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง คือ สารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร พบต้นข้าวฟ่างหวานถูกหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างเข้าทำลาย 0.65 และ 4.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน (พอสซ์ 20 % EC) อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) ที่พบหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง 0.67 และ 4.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นสามารถใช้สารฆ่าสารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส (โตกุไธออน 50 % EC) อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร และอิมาเม็กตินเบนโซเอต (โปรเคลม 1.92% EC) อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร ในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างในข้าวฟ่างหวาน

กิจกรรมที่ 3 การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีแบบบูรณาการในการผลิตข้าวฟ่างหวาน เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล

สมชาย บุญประดับ ธำรง ช่วยเจริญ เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และพานิช จิตดี

Somchai boonpradap Thamrong Cheuycharein Penrat Thempeng Praphan Prasertsak and Panit Chitdee

คำสำคัญ (keywords) ข้าวฟ่าง ข้าวฟ่างหวาน / sorghum sweet sorghum

บทคัดย่อ

จากการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ คือ Cowley, Keller, Wray, BJ281 และ BJ248 ในแปลงใหญ่ ดำเนินการในพื้นที่ไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ ในฤดูแล้งปี 2554-2555 พบว่าข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่ไร่เขตใช้น้ำฝนภาคเหนือตอนล่าง ในขณะที่ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาหลังเก็บเกี่ยวข้าวเขตภาคเหนือตอนล่าง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักต้นสด และค่าความหวานสูง สำหรับการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม สำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาเขตภาคเหนือตอนล่าง พบว่า อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่ให้น้ำหนักต้นสดสูงสุด เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ผลปรากฏว่า อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาเขตภาคเหนือตอนล่าง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักต้นสดและค่าความหวานสูง

ABSTRACT

The Varietal Testing 5 varieties of sweet sorghum varieties (Cowley, Keller, Wray, BJ281 and BJ248) the conversion is done in the farmer's field in Kamphaeng Phet, Phitsanulok and Phetchabun in the drought season of 2011 to 2012 showed that sweet sorghum varieties Wray is suitable for breeding. using locally grown farm field use rainwater lower North. While sweet sorghum varieties Cowley species suitable for planting in paddy fields after harvest Lower North. For use as a feedstock for ethanol production. Due to the weight of fresh and the high sweetness

For testing technology for sweet sorghum. Paddy fields for the Northern Region, the rate per 26,666 hectares planted with nitrogen application rate of 10 kg/rai and the rate of 26,666 per rai planted with nitrogen application rate of 20 kg/rai. As a way to make the most of the fresh weight. When analyzing the economic benefit results showed that the rate of 26,666 per rai planted with nitrogen application rate of 10 kg/rai. The method is suitable for planting in paddy fields lower north. For use as a feedstock for ethanol production. Due to the weight of the fresh and the high sweetness

บทนำ

ประเทศไทยมีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติด้านพลังงานค่อนข้างน้อย ทำให้ต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ โดยเฉพาะน้ำมัน นับเป็นมูลค่าเงินตราที่ต้องสูญเสียให้ต่างประเทศปีละกว่าสามแสนล้านบาท ตลอดจนภาวะวิกฤตทางด้านสิ่งแวดล้อม การปล่อยแก๊สเรือนกระจกทำให้เกิดภาวะโลกร้อนขึ้น ก่อให้เกิดความผันผวนของดินฟ้าอากาศ จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการแสวงหาแหล่งเชื้อเพลิงที่สามารถทดแทนปิโตรเลียม ประเทศไทยมีข้อได้เปรียบเนื่องจากมีผลิตผลการเกษตรหลายชนิด และสามารถผลิตได้ปริมาณมาก ดังนั้น จึงควรใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน ประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจะเป็นการสร้างงานและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร และสร้างความมั่นคงในอาชีพให้เพิ่มขึ้น ที่สำคัญจะมีส่วนช่วยแก้ปัญหาสินค้าเกษตรล้นตลาดหรือราคาตกต่ำ นอกจากนี้ยังช่วยลดการขาดดุลเงินตราต่างประเทศ และลดมลภาวะในอากาศได้อีกด้วย (ประสิทธิ์, 2548)

ข้าวฟ่างหวานนับว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเอทานอล เพราะน้ำคั้นในลำต้นมีความหวานใกล้เคียงกับอ้อย สามารถนำไปหีบเพื่อเอาน้ำคั้นมาหมักเป็นเอทานอลได้โดยตรง ซึ่งข้าวฟ่างหวาน 1 ตัน สามารถนำไปผลิตเอทานอลได้ประมาณ 70 ลิตร (ประสิทธิ์, 2548) นอกจากนี้ ข้าวฟ่างหวานยังสามารถใช้ทำน้ำตาลปึก หรือน้ำเชื่อม ใช้บริโภคในครัวเรือน ส่วนลำต้นหลังจากบีบน้ำหวานแล้วสามารถใช้เลี้ยงสัตว์หรือใช้ทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ สำหรับเมล็ดข้าวฟ่างหวานสามารถจำหน่ายเป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ได้อีกด้วย (สุรพงษ์ และประพันธ์, 2551)

ข้อดีของข้าวฟ่างหวานเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยในการผลิตเอทานอล คือ มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 4 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยอายุ 10-12 เดือน ใช้น้ำน้อยกว่าการปลูกอ้อย 4 เท่า ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าอ้อยถึง 3 เท่า ใช้เมล็ดในการปลูกซึ่งสามารถจัดการได้สะดวกกว่าอ้อยที่ใช้ท่อนพันธุ์ สะดวกในการจัดการไร่ด้วยเครื่องจักรกล กระบวนการผลิตเอทานอลเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้กากน้ำตาล คุณภาพในการเผาไหม้ของเอทานอลมีซัลเฟอร์น้อยกว่าเอทา

นอลที่ทำจากอ้อย (สุรพงษ์ และประพันธ์, 2551) แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวฟ่างหวานในสภาพไร่มีข้อจำกัดทั้งทางสภาพภูมิอากาศ ดิน และชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอยู่มากมาย ตั้งแต่พันธุ์ที่ใช้ปลูก ฤดูปลูก การเลือกพื้นที่ การเตรียมดิน วิธีปลูก และการให้น้ำ ตลอดจนการปฏิบัติดูแลรักษาต่างๆ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2536) สำหรับพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสมในสภาพไร่เกษตรกร ยังไม่ปรากฏรายงานการศึกษาดังกล่าวในประเทศไทย ดังนั้นจึงควรทำการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม ในสภาพไร่เกษตรกร วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสมในสภาพไร่ เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล

พื้นที่ทำการเกษตรของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่ม เกษตรกรจึงประกอบอาชีพการทำนาเป็นหลัก โดยทั่วไปพื้นที่นาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งน้ำ คือ พื้นที่นาในเขตชลประทาน และพื้นที่ในเขตอาศัยน้ำฝน (สมชาย และคณะ, 2532) สำหรับในพื้นที่นาในเขตชลประทาน เกษตรกรนิยมปลูกข้าวตลอดทั้งปี เนื่องจากมีแหล่งน้ำชลประทานจากเขื่อนและโครงการส่งน้ำต่างๆ รวมทั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ในขณะเดียวกันเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรังมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำและมีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและหอยเชอรี่ ทำความเสียหายให้แก่พื้นที่ปลูกข้าวอย่างมาก ประกอบกับราคาข้าวค่อนข้างตกต่ำ ดังนั้นทางรัฐบาลจึงมีนโยบายลดพื้นที่การทำนาปรังลง โดยสนับสนุนให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชไร่ที่ใช้น้ำน้อย เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว ทานตะวัน และข้าวฟ่าง เป็นต้น (สมชาย, 2538) ซึ่งพืชไร่ทุกชนิดที่กล่าวมาจัดเป็นพืชที่มีศักยภาพที่จะใช้ปลูกได้ดีในฤดูแล้งหลังเก็บเกี่ยวข้าว เนื่องจากมีอายุสั้นและใช้น้ำน้อยกว่าการทำนาประมาณ 3-5 เท่า (สมชาย, 2537) ในขณะที่พื้นที่นาเขตอาศัยน้ำฝน ซึ่งเกษตรกรมักเพาะปลูกข้าวเพียงปีละครั้งในฤดูทำนา หลังจากนั้น จะทิ้งแปลงไว้จนกระทั่งถึงฤดูการทำนาในปีต่อไป ทำให้พื้นที่ถูกทิ้งไว้ว่างเปล่าโดยปราศจากการใช้ประโยชน์ให้เต็มที่ ทั้งๆ ที่ในพื้นที่นาเหล่านี้บางแห่งมีบ่อน้ำตื้น บ่อน้ำบาดาลขนาดเล็ก และแหล่งเก็บน้ำขนาดเล็กต่าง ๆ เป็นต้น ทำให้สามารถนำน้ำมาใช้ประโยชน์ได้ในการปลูกพืชไร่ในช่วงก่อนและหลังการทำนา ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เพียงพอสำหรับปลูกพืชชนิดอื่นได้ เพื่อเป็นการใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่ครอบครัว (สมชาย และคณะ, 2532 ; สมชาย, 2541)

ข้อจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อม สำหรับการปลูกพืชไร่ในสภาพหลังการทำนา (Lantican ,1982 ; Navarro,1986) คือ ช่วงแสงวันสั้น (short photoperiod) อุณหภูมิต่ำ (low temperature) กระทบแล้งในช่วงออกดอกติดฝัก (drougth to reproductive stage) และสภาพดินอัดตัวแน่น (soil compaction) ดังนั้นพืชไร่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกหลังเก็บเกี่ยวข้าว คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และข้าวฟ่าง (Gomez and Gomez, 1983) ตลอดจนข้าวโพดไร่ (สมชาย,2541; Syarifuddin,1981) และทานตะวัน (สมชาย, 2542) เนื่องจากพืชไร่ดังกล่าวเป็นพืชที่มีอายุค่อนข้างสั้น ใช้น้ำน้อย และทนแล้งได้ดี

ระบบการปลูกพืชไร่หลังการทำนา ส่วนใหญ่นิยมปฏิบัติในพื้นที่นาในเขตชลประทานเนื่องจากมีปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับพืชไร่ โดยเฉพาะ การปลูกพืชไร่อายุสั้นเพื่อทดแทนการทำนาปรัง ในกรณีที่เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำชลประทานสำหรับการทำนาปรัง ส่วนพื้นที่นานอกเขตชลประทานซึ่งเป็นเขตอาศัยน้ำฝน โดยเกษตรกรในเขตนี้ ที่ปฏิบัติกันอยู่ส่วนใหญ่ จะมีแหล่งน้ำขนาดเล็ก เช่น บ่อน้ำตื้น บ่อบาดาล อ่างเก็บน้ำ ฝายน้ำล้น ซึ่งปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับปลูกพืชไร่เท่านั้น โดยเฉพาะ พืชไร่อายุสั้น เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง เป็นต้น (สมชาย และคณะ, 2532) นอกจากนี้ ในบางท้องที่ อาจจะไม่มีแหล่งน้ำ แต่สามารถปลูกพืชไร่หลังการทำนาได้ โดยอาศัยความชื้นในดินที่หลงเหลืออยู่หลังเก็บเกี่ยวข้าว โดยเฉพาะ พืชไร่อายุสั้น เช่น ถั่วเขียว เป็นต้น (นาคและคณะ, 2531) สำหรับระบบการปลูกพืชไร่หลังการทำนาในบางพื้นที่ที่ประสบผลสำเร็จอย่างมาก เช่น จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นพื้นที่นาในเขตชลประทานเกษตรกรนิยมปลูกพืชไร่อายุสั้นและใช้น้ำน้อย ได้แก่ ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ในขณะเดียวกันได้มีพืชไร่ชนิดใหม่ที่มีศักยภาพในการผลิตในสภาพนาได้ เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งในขณะนี้มีพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เกษตรกรส่วนใหญ่เริ่มปลูกในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกด้วย แต่ในขณะเดียวกัน สมชาย(2541) และสมชาย (2542) ได้ปรับปรุงเทคโนโลยีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพนาจนกระทั่งประสบผลสำเร็จและสามารถให้ผลผลิตสูงและคุ้มค่าการลงทุน

ข้าวฟ่างหวานจัดเป็นพืชที่มีศักยภาพที่จะใช้ปลูกในพื้นที่นาหลังเก็บเกี่ยวข้าวนาปี เนื่องจากมีอายุสั้น และใช้น้ำน้อยกว่าการทำนา นอกจากนี้การปลูกในช่วงฤดูแล้งหลังเก็บเกี่ยวข้าวยังช่วยลดการแพร่ระบาดของแมลง รวมทั้งเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการผลผลิตข้าวฟ่างหวาน ซึ่งเป็นพืชทดแทนพลังงาน ทำให้ผลผลิตสามารถกระจายตัวเข้าสู่โรงงานผลิตเอทานอลได้ตลอดทั้งปี ส่งผลให้ปริมาณการผลิตเอทานอลเพียงพอต่อการใช้บริโภคภายในประเทศต่อไป

ข้าวฟ่างหวานนับว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเอทานอล เพราะน้ำคั้นในลำต้นมีความหวานใกล้เคียงกับอ้อย สามารถนำไปหีบเพื่อเอาน้ำคั้นมาหมักเป็นเอทานอลได้โดยตรง ซึ่งข้าวฟ่างหวาน 1 ตัน สามารถนำไปผลิตเอทานอลไก้ประมาณ 70 ลิตร (ประสิทธิ์, 2548) นอกจากนี้ ข้าวฟ่างหวานยังสามารถใช้ทำน้ำตาลปึก หรือน้ำเชื่อม ใช้บริโภคในครัวเรือน ส่วนลำต้นหลังจากบีบน้ำหวานแล้วสามารถใช้เลี้ยงสัตว์หรือใช้ทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ สำหรับเมล็ดข้าวฟ่างหวานสามารถจำหน่ายเป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ได้อีกด้วย (สุรพงษ์ และประพันธ์, 2551)

ข้อดีของข้าวฟ่างหวานเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยในการผลิตเอทานอล (สุรพงษ์ และประพันธ์, 2551) มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้าวฟ่างหวานมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 4 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยอายุประมาณ 10-12 เดือน

2) ข้าวฟ่างใช้น้ำน้อยกว่าการปลูกอ้อยประมาณ 4 เท่า

3) ต้นทุนการผลิตข้าวฟ่างหวานต่ำกว่าอ้อยถึง 3 เท่า

4) ข้าวฟ่างหวานใช้เมล็ดในการปลูกซึ่งสามารถจัดการได้สะดวกกว่าอ้อยที่ใช้ท่อนพันธุ์ในการปลูก

5) แปลงข้าวฟ่างหวานสะดวกในการจัดการไร่ด้วยเครื่องจักรกล

6) กระบวนการผลิตเอทานอลจากข้าวฟ่างหวานเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้กากน้ำตาล

7) คุณภาพในการเผาไหม้ของเอทานอลจากข้าวฟ่างหวานมีซัลเฟอร์น้อยกว่าเอทานอลที่ทำจากอ้อย

แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวฟ่างหวานในสภาพนาจัดเป็นการปลูกพืชนอกฤดูปกติ ซึ่งมีข้อจำกัดทั้งทางสภาพภูมิอากาศ ดิน และชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอยู่มากมาย ตั้งแต่พันธุ์ที่ใช้ปลูก ฤดูปลูก การเลือกพื้นที่ การเตรียมดิน วิธีปลูก และการให้น้ำตลอดจนการปฏิบัติดูแลรักษาต่างๆ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2536) สำหรับพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสมในสภาพนาเกษตรกรยังไม่ปรากฏรายงานการศึกษาดังกล่าวในประเทศไทย ดังนั้นจึงควรทำการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม ในสภาพนาเกษตรกร วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสมในสภาพนา เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวฟ่างหวานในสภาพนาจัดเป็นการปลูกพืชนอกฤดูปกติ ซึ่งมีข้อจำกัดทั้งทางสภาพภูมิอากาศ ดิน และชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอยู่มากมาย ตั้งแต่พันธุ์ที่ใช้ปลูก ฤดูปลูก การเลือกพื้นที่ การเตรียมดิน วิธีปลูก และการให้น้ำตลอดจนการปฏิบัติดูแลรักษาต่างๆ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2536) สำหรับเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสมในสภาพนาเกษตรกร ยังไม่ปรากฏรายงานการศึกษาดังกล่าวในประเทศไทย ดังนั้นจึงควรทำการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม ในสภาพนาเกษตรกร วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสมในสภาพนา เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานในพื้นที่ไร่เขตภาคเหนือตอนล่าง

Varietal Testing of Sweet Sorghum in Upland Area of the Lower Northern Region

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0
3. สารกำจัดวัชพืช
4. สารกำจัดแมลงศัตรูพืช

วิธีการ

ทดสอบแปลงใหญ่ ประกอบด้วย พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ คือ Cowley, Wray, BJ281 และ BJ248 โดยมีพันธุ์ Keller เป็นพันธุ์ตรวจสอบ (ประสิทธิ์, 2550) ดำเนินการในพื้นที่ไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ ขนาดแปลงย่อย 15 x 20 เมตร สุ่มเก็บเกี่ยวพื้นที่ 3 x 4 เมตร จำนวน 10 จุดต่อแปลงย่อย

ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) คัดเลือกพื้นที่ ดำเนินการในพื้นที่เป้าหมายทั้ง 3 จังหวัด

2) คัดเลือกเกษตรกรและเตรียมปัจจัยการผลิต ดำเนินการคัดเลือกเกษตรกรพร้อมกับประชุมชี้แจงเกี่ยวกับงานทดสอบ พร้อมกับเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและวัสดุการเกษตรกร

3) เตรียมแปลงและปลูก ปลูกเดือนพฤษภาคม ไถเตรียมดินตามปกติ ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ เป็นปุ๋ยแต่งหน้าและกำจัดวัชพืชเมื่อข้าวฟ่างอายุ 4 สัปดาห์ ใช้ระยะระหว่างแถว 50 ซม. จำนวน 10 ต้นต่อแถวยาว 1 เมตร

4) การปฏิบัติดูแลรักษา พ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกทันทีหลังปลูกทุกแปลง และพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น

5) การบันทึกข้อมูล วันปฏิบัติการต่าง ๆ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว วันปฏิบัติการดูแลรักษาต่าง ๆ ความสูงของต้นเมื่อเก็บเกี่ยว จำนวนต้นเก็บเกี่ยว จำนวนต้นต่อหลุม เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ผลผลิตต้นสดเมื่อเก็บเกี่ยว และความหวานเป็นองศาบริกซ์ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในระหว่างปฏิบัติการ เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน และข้อมูลอากาศ

6) นำข้อมูลการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี t-test

ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด)

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2555 รวม 2 ปี

สถานที่ดำเนินการ

ดำเนินการในไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ รวม 3 แปลง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบปี 2554

1) พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน Wray และ BJ281 ให้ค่าความหวาน (Brix) มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Wray ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 19.0 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ พันธุ์ BJ281, Cowley และ BJ248 ให้ค่า Brix เฉลี่ย 18.8, 18.3 และ 17.3 องศาบริกซ์ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Keller ให้ค่า Brix เฉลี่ยต่ำสุด 17.3 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 1)

2) พันธุ์ข้าวฟ่างหวานทั้ง 4 พันธุ์ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Wray ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 8.1 ตันต่อไร่ รองลงมา คือ พันธุ์ Keller, BJ248 และ BJ281 ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูง 6.3, 5.3 และ 5.2 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Cowley ให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยต่ำสุด 4.9 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับรายงานของศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี (2548) พบว่า พันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่มีอยู่ในประเทศไทย ได้แก่ Rio Wray Cowley สำหรับผลิตเอทานอลขณะนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่จะตอบได้ โดยเป็นพันธุ์ที่มีความหวานสูงมีแนวโน้มจะผลิตเอทานอลได้มาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการหมักและเชื้อยีสต์ที่ใช้ที่จะใช้อีกด้วย ในขณะที่กนกทิพย์ และคณะ (2548) รายงานว่า พันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่มีศักยภาพในการผลิตต้นสดและเมล็ดของประเทศไทย ได้แก่ Rio และ Cowley ส่วนพันธุ์ Wray แม้ว่าจะให้ผลผลิตต้นสดสูง แต่อ่อนแอต่อโรคลำต้นเน่าดำ ทำให้ต้นหักล้มก่อนเก็บเกี่ยว และไว้ต่อไม่ได้

ตารางที่ 1 น้ำหนักลำต้นสด และค่าความหวาน (Brix) ของพันธุ์ข้าวฟ่างหวานในพื้นที่ไร่เกษตรกร จังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลกและเพชรบูรณ์ (เฉลี่ย 3 แปลง) ในปี 2554

พันธุ์	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test
Wray	8.1	*	19.0	*
Cowley	4.9	*	18.3	ns
BJ281	5.2	*	18.8	*
BJ248	5.3	*	17.3	ns
Keller (check)	6.3	-	17.3	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดสอบปี 2555

1) พันธุ์ข้าวฟ่างหวานทั้ง 4 พันธุ์ให้ค่าความสูงของต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Cowley ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด 265 เซนติเมตร รองลงมา คือ พันธุ์ BJ248, BJ281 และ Wray ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ย 264, 263 และ

263 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Keller ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ยต่ำสุด 252 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

2) พันธุ์ข้าวฟ่างหวานทั้ง 4 พันธุ์ให้ค่าความหวาน (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Cowley ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 16.6 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ พันธุ์ Wray, BJ281 และ BJ248ให้ค่า Brix เฉลี่ย 16.4, 16.2 และ 15.6 องศาบริกซ์ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Keller ให้ค่า Brix เฉลี่ยต่ำสุด 15.5 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2)

3) พันธุ์ข้าวฟ่างหวานทั้ง 4 พันธุ์ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Keller ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 7.6 ตันต่อไร่ รองลงมา คือ พันธุ์ Wray, Cowley และ BJ248 ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูง 7.4, 7.4 และ 7.2 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ BJ281 ให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยต่ำสุด 7.1 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 น้ำหนักลำต้นสด ค่าความหวาน (Brix) และความสูงต้นของพันธุ์ข้าวฟ่างหวานในพื้นที่ไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลกและเพชรบูรณ์ (เฉลี่ย 3 แปลง) ในปี 2555

กรรมวิธี	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test	ความสูงของต้น (ซม.)	t-test
Wray	7.4	ns	16.4	ns	263	ns
Cowley	7.4	ns	16.6	ns	265	ns
BJ281	7.1	ns	16.2	ns	263	ns
BJ248	7.2	ns	15.6	ns	264	ns
Keller(check)	7.6	-	15.5	-	252	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองปี 2554-55

1) พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน Wray ให้ค่าความหวาน (Brix) มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Wray ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 17.7 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ พันธุ์ BJ281, Cowley และ BJ248ให้ค่า Brix เฉลี่ย 17.5, 17.4 และ 16.5 องศาบริกซ์ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Keller ให้ค่า Brix เฉลี่ยต่ำสุด 16.4 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 3)

2) พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน Wray ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Wray ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 7.8 ตันต่อไร่

รองลงมา คือ พันธุ์ Keller และBJ248 ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูง 6.9 และ 6.2 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Cowley และ BJ281 ให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยต่ำสุด 6.1 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักลำต้นสด และค่าความหวาน (Brix) ของพันธุ์ข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาไร่เกษตรกรพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ในปี 2554-2555

พันธุ์	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test
Wray	7.8	*	17.7	*
Cowley	6.1	ns	17.4	ns
BJ281	6.1	ns	17.5	ns
BJ248	6.2	ns	16.5	ns
Keller(check)	6.9	-	16.4	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม สำหรับใช้ปลูกในพื้นที่ไร่เขตใช้น้ำฝนภาคเหนือตอนล่าง สามารถสรุปได้ว่า ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่ไร่ เขตใช้น้ำฝน เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักต้นสดสูงสุด และค่าความหวานสูง (> 15 องศาบริกซ์) และมีการเจริญเติบโตสูง

3.2 การทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาเขตภาคเหนือตอนล่าง

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

5. เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์
6. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0
7. สารกำจัดวัชพืช
8. สารกำจัดแมลงศัตรูพืช

วิธีการ

ทดสอบแปลงใหญ่ ประกอบด้วย พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ คือ Cowley, Wray, Rio และ Suwan Sweet โดยมีพันธุ์ Keller เป็นพันธุ์ตรวจสอบ (ประสิทธิ์, 2550) ดำเนินการในพื้นที่นาเกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร อุตรดิตถ์ และสุโขทัย ขนาดแปลงย่อย 15 x 20 เมตร สุ่มเก็บเกี่ยวพื้นที่ 3 x 4 เมตร จำนวน 10 จุดต่อแปลงย่อย ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) คัดเลือกพื้นที่ ดำเนินการในพื้นที่เป้าหมายทั้ง 3 จังหวัด

2) คัดเลือกเกษตรกรและเตรียมปัจจัยการผลิต ดำเนินการคัดเลือกเกษตรกรพร้อมกับประชุมชี้แจงเกี่ยวกับงานทดสอบ พร้อมกับเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและวัสดุการเกษตรกร

3) เตรียมแปลงและปลูก ปลูกเดือนมีนาคม ไถเตรียมดินตามปกติ ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ เป็นปุ๋ยแต่งหน้าและกำจัดวัชพืชเมื่อข้าวฟ่างอายุ 4 สัปดาห์ ใช้ระยะระหว่างแถว 50 ซม. จำนวน 10 ต้นต่อแถวยาว 1 เมตร

4) การปฏิบัติดูแลรักษา ให้น้ำชลประทานอย่างพอเพียง พ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกทันทีหลังปลูกทุกแปลง และพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น

5) การบันทึกข้อมูล วันปฏิบัติการต่าง ๆ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว วันปฏิบัติการดูแลรักษาต่าง ๆ ความสูงของต้นเมื่อเก็บเกี่ยว จำนวนต้นเก็บเกี่ยว จำนวนต้นต่อหลุม เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ผลผลิตต้นสดเมื่อเก็บเกี่ยว และความหวานเป็นองศาบริกซ์ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในระหว่างปฏิบัติการ เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน และข้อมูลอากาศ

6) นำข้อมูลการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี t-test

ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด) ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2555 รวม 2 ปี

สถานที่ดำเนินการ ดำเนินการในไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดอุตรดิตถ์ รวม 3 แปลง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบปี 2554

1) พันธุ์ข้าวฟ่างหวานทั้ง 4 พันธุ์ให้ค่าความหวาน (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Wray ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 15.7 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ พันธุ์ Keller, Cowley และ Rio ให้ค่า Brix เฉลี่ย 15.5, 14.8 และ 14.7 องศาบริกซ์ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Suwan Sweet ให้ค่า Brix เฉลี่ยต่ำสุด 13.4 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 1)

2) พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นพันธุ์ Suwan Sweet เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Cowley ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 7.8 ตันต่อไร่ รองลงมา คือ พันธุ์ Wray, Rio และ Suwan Sweet ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูง 7.0, 6.8 และ 5.8 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Keller ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยต่ำสุด 5.7 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับรายงานของศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี (2548) พบว่า พันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่มีอยู่ในประเทศไทย ได้แก่ Rio Wray Cowley สำหรับผลิตเอทานอลขณะนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่จะตอบได้ โดยเป็นพันธุ์ที่มีความหวานสูงมีแนวโน้มจะผลิตเอทานอลได้มาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการหมักและเชื้อยีสต์ที่ใช้ที่จะใช้อีกด้วย

ตารางที่ 1 น้ำหนักลำต้นสด และค่าความหวาน (Brix) ของพันธุ์ข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาไร่ เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัยและอุตรดิตถ์ (เฉลี่ย 3 แปลง) ในปี 2554

พันธุ์	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test
Rio	6.8	*	14.7	ns
Wray	7.0	*	15.7	ns
Cowley	7.8	*	14.8	ns
Suwan Sweet	5.8	ns	13.4	ns
Keller (check)	5.7	-	15.5	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดสอบปี 2555

1) พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน Cowley และ Suwan Sweet ให้ค่าความสูงของต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Cowley ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด 272 เซนติเมตร รองลงมา คือ พันธุ์ Suwan Sweet, Keller และ Wray ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ย 268, 242 และ 220 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Rio ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ยต่ำสุด 218 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

2) พันธุ์ข้าวฟ่างหวานทั้ง 4 พันธุ์ให้ค่าความหวาน (Brix) มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Wray ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 16.3 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ พันธุ์ Rio, Cowley และ Keller ให้ค่า Brix เฉลี่ย 15.5, 15.1 และ 14.3 องศาบริกซ์ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Suwan Sweet ให้ค่า Brix เฉลี่ยต่ำสุด 13.9 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2)

3) พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน Cowley และ Suwan Sweet ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Cowley ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 5.4 ตันต่อไร่ รองลงมา คือ พันธุ์ Wray, Keller และ Rio ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูง 4.7, 4.4 และ 4.1 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Suwan Sweet ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยต่ำสุด 3.3 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับรายงานของกนกทิพย์ และคณะ (2548) พบว่า พันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่มีศักยภาพในการผลิตต้นสดและเมล็ดของประเทศไทย ได้แก่ Rio และ Cowley ส่วนพันธุ์ Wray แม้ว่าจะให้ผลผลิตต้นสดสูง แต่อ่อนแอต่อโรคลำต้นเน่าดำ ทำให้ต้นหักล้มก่อนเก็บเกี่ยว และไว้ต่อไม่ได้

ตารางที่ 2 น้ำหนักลำต้นสด ค่าความหวาน (Brix) และความสูงต้นของพันธุ์ข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาไร่เกษตรกร จังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัยและอุตรดิตถ์ (เฉลี่ย 3 แปลง) ในปี 2555

กรรมวิธี	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test	ความสูงของต้น (ซม.)	t-test
Rio	4.1	ns	15.5	*	218	ns
Wray	4.7	ns	16.3	*	220	ns
Cowley	5.4	*	15.1	*	272	*
Suwan Sweet	3.3	*	13.9	*	268	*
Keller (check)	4.4	-	14.3	-	242	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองปี 2554-55

1) พันธุ์ข้าวฟ่างหวานทั้ง 4 พันธุ์ให้ค่าความหวาน (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ พันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Wray ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 16.0 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ พันธุ์ Rio, Cowley และ Keller ให้ค่า Brix เฉลี่ย 15.1, 15.0 และ 14.9 องศาบริกซ์ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Suwan Sweet ให้ค่า Brix เฉลี่ยต่ำสุด 13.4 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 3)

2) พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน Cowley ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบ Keller โดยพันธุ์ Cowley ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 6.6 ตันต่อไร่ รองลงมา คือ พันธุ์ Wray, Rio และ Keller ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูง 5.9, 5.5 และ 5.1 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีพันธุ์ Suwan Sweet ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยต่ำสุด 4.6 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักลำต้นสด และค่าความหวาน (Brix) ของพันธุ์ข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาไร่เกษตรกรพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ในปี 2554-2555

พันธุ์	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test
Rio	5.5	ns	15.1	ns
Wray	5.9	ns	16.0	ns
Cowley	6.6	*	15.0	ns
Suwan Sweet	4.6	ns	13.6	ns
Keller (check)	5.1	-	14.9	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการการทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม สำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่าง สามารถสรุปได้ดังนี้ ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาหลังเก็บเกี่ยวข้าว เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักต้นสดสูงสุด และค่าความหวานสูง (> 15 องศาบริกซ์) และมีการเจริญเติบโตสูง

3.3 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานในสภาพนา

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน BJ248
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0
3. สารกำจัดวัชพืช
4. สารกำจัดแมลงศัตรูพืช

วิธีการ

ทดสอบแปลงใหญ่ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ 1) ระยะปลูก 60 X 10 เซนติเมตร (26,666 ต้นต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ 2) ระยะปลูก 60 X 20 เซนติเมตร(13,333 ต้นต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ระยะปลูก 60 X 10 เซนติเมตรร่วมกับปุ๋ย

ไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ระยะปลูก 60 X 20 เซนติเมตร ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีตรวจสอบ ใช้ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ BJ248 ขนาดแปลงย่อย 20 x 20 เมตร สุ่มเก็บเกี่ยวพื้นที่ 3 x 4 เมตร จำนวน 10 จุดต่อแปลงย่อย

ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) คัดเลือกพื้นที่ ดำเนินการในพื้นที่เป้าหมายทั้ง 3 จังหวัด

2) คัดเลือกเกษตรกรและเตรียมปัจจัยการผลิต ดำเนินการคัดเลือกเกษตรกรพร้อมกับประชุมชี้แจงเกี่ยวกับงานทดสอบ พร้อมกับเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและวัสดุการเกษตรกร

3) เตรียมแปลงและปลูก วิธีการจัดการตามคำแนะนำ ดังนี้ ปลูกเดือนพฤษภาคม ไถเตรียมดินตามปกติ ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นอัตรา 0-10-10 กิโลกรัมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยแบ่งใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นและแต่งหน้า และกำจัดวัชพืชเมื่อข้าวฟ่างอายุ 4 สัปดาห์ ใช้ระยะปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนด

4) การปฏิบัติดูแลรักษา พ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกทันทีหลังปลูกทุกแปลง และพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น

5) การบันทึกข้อมูล วันปฏิบัติการต่าง ๆ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว วันปฏิบัติการดูแลรักษาต่าง ๆ ความสูงของต้นเมื่อเก็บเกี่ยว จำนวนต้นเก็บเกี่ยว จำนวนต้นต่อหลุม เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ผลผลิตต้นสดเมื่อเก็บเกี่ยว และความหวานเป็นองศาบริกซ์ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในระหว่างปฏิบัติการ เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน และข้อมูลอากาศ

6) นำข้อมูลการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี t-test

ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด) ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ ไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ รวม 3 แปลง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบปี 2554

1) วิธีการทดสอบให้ค่าความหวาน (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 12.3 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ , อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333

ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ย 12.0, 12.0 และ 11.8 องศาบริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

2) วิธีการทดสอบให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 2.5 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 2.2, 2.1 และ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 น้ำหนักลำต้นสด และค่าความหวาน (Brix) ของข้าวฟ่างหวานในพื้นที่ไร่เกษตรกร จังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลกและเพชรบูรณ์ (เฉลี่ย 3 แปลง) ในปี 2554

กรรมวิธี	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test
10N +26,666 ต้น/ไร่	2.1	ns	12.0	ns
20N +13,333 ต้น/ไร่	2.5	ns	11.8	ns
20N +26,666 ต้น/ไร่	2.2	ns	12.0	ns
10N +13,333 ต้น/ไร่(check)	1.6	-	12.3	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดสอบปี 2555

1) วิธีการทดสอบให้ค่าความสูงของต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด 276 เซนติเมตร รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ย 260, 257 และ 256 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

2) วิธีการทดสอบให้ค่าความหวาน (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตรา

ปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 14.0 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ อัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ย 13.6 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2)

3) วิธีการทดสอบให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 7.4 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 6.7, 6.4 และ 6.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 น้ำหนักลำต้นสด ค่าความหวาน (Brix) และความสูงต้นของข้าวฟ่างหวานในพื้นที่ไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลกและเพชรบูรณ์ (เฉลี่ย 3 แปลง) ในปี 2555

กรรมวิธี	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test	ความสูงของต้น (ซม.)	t-test
10N +26,666 ต้น/ไร่	6.7	ns	14.0	ns	257	ns
20N +13,333 ต้น/ไร่	6.4	ns	13.6	ns	276	ns
20N +26,666 ต้น/ไร่	7.4	*	14.0	ns	260	ns
10N +13,333 ต้น/ไร่		-		-	256	-
(check)	6.0		14.0			

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองปี 2554-55

1) วิธีการทดสอบให้ค่าความหวาน (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 13.1 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333

ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ย 13.0, 13.0 และ 12.7 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 3)

2) วิธีการอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ย มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 4.8 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ อัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 4.5, 4.4 และ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักลำต้นสด และค่าความหวาน (Brix) ของข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาไร่เกษตรกร พื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ในปี 2554-2555

กรรมวิธี	**น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)**	**t-test**	**ค่า Brix (องศาบริกซ์)**	**t-test**
10N +26,666 ต้น/ไร่	4.4	ns	13.0	ns
20N +13,333 ต้น/ไร่	4.5	ns	12.7	ns
20N +26,666 ต้น/ไร่	4.8	*	13.0	ns
10N +13,333 ต้น/ไร่(check)	3.8	-	13.1	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม สำหรับใช้ปลูกในพื้นที่ไร่เขตใช้น้ำฝนภาคเหนือตอนล่าง สามารถสรุปได้ว่า อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ข้าวฟ่างหวาน เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่ไร่เขตใช้น้ำฝนเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักต้นสดสูงสุด และค่าความหวานสูงและมีการเจริญเติบโตสูง

3.4 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานในสภาพไร่

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน Rio
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และ 46-0-0
3. สารกำจัดวัชพืช
4. สารกำจัดแมลงศัตรูพืช

วิธีการ

ทดสอบแปลงใหญ่ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ 1) ระยะปลูก 60 X 10 เซนติเมตร (26,666 ต้นต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ 2) ระยะปลูก 60 X 20 เซนติเมตร(13,333 ต้นต่อไร่) ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ระยะปลูก 60 X 10 เซนติเมตรร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ระยะปลูก 60 X 20 เซนติเมตร ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีตรวจสอบ ใช้ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Rio ขนาดแปลงย่อย 20 x 20 เมตร สุ่มเก็บเกี่ยวพื้นที่ 3 x 4 เมตร จำนวน 10 จุดต่อแปลงย่อย
ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) คัดเลือกพื้นที่ ดำเนินการในพื้นที่เป้าหมายทั้ง 3 จังหวัด

2) คัดเลือกเกษตรกรและเตรียมปัจจัยการผลิต ดำเนินการคัดเลือกเกษตรกรพร้อมกับประชุมชี้แจงเกี่ยวกับงานทดสอบ พร้อมกับเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างหวานและวัสดุการเกษตรกร

3) เตรียมแปลงและปลูก ปลูกเดือนพฤษภาคม ไถเตรียมดินตามปกติ ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นอัตรา 0-10-10 กิโลกรัมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยแบ่งใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นและแต่งหน้า และกำจัดวัชพืชเมื่อข้าวฟ่างอายุ 4 สัปดาห์ ใช้ระยะปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนด

4) การปฏิบัติดูแลรักษา ให้น้ำชลประทานอย่างพอเพียง พ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอกทันทีหลังปลูกทุกแปลง และพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น

5) การบันทึกข้อมูล วันปฏิบัติการต่าง ๆ ได้แก่ วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว วันปฏิบัติการดูแลรักษาต่าง ๆ ความสูงของต้นเมื่อเก็บเกี่ยว จำนวนต้นเก็บเกี่ยว จำนวนต้นต่อหลุม เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ผลผลิตต้นสดเมื่อเก็บเกี่ยว และความหวานเป็นองศาบริกซ์ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในระหว่างปฏิบัติการ เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน และข้อมูลอากาศ

6) นำข้อมูลการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี t-test

ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด) ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2555
สถานที่ดำเนินการ ไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย และอุตรดิตถ์ รวม 3 แปลง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบปี 2554

1) วิธีการอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าความหวาน (Brix) มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 15.1 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ย 14.0, 14.0 และ 13.0 องศาบริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

2) วิธีการอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด 10.3 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 8.7, 2.7 และ 2.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 น้ำหนักลำต้นสด และค่าความหวาน (Brix) ของข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาเกษตรกร จังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัยและอุตรดิตถ์ (เฉลี่ย 3 แปลง) ในปี 2554

กรรมวิธี	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test
10N +26,666 ต้น/ไร่	10.3	*	15.1	*
20N +13,333 ต้น/ไร่	2.7	ns	14.0	ns
20N +26,666 ต้น/ไร่	8.7	*	14.0	ns
10N +13,333 ต้น/ไร่(check)	2.6	-	13.0	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดสอบปี 2555

1) วิธีการทดสอบให้ค่าความสูงของต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด 256 เซนติเมตร รองลงมา คือ อัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ย 251, 250 และ 248 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

2) วิธีการทดสอบให้ค่าความหวาน (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 14.0 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ให้ค่า Brix เฉลี่ย 13.5 และ 13.0 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2)

3) วิธีการทดสอบให้ค่าน้ำหนักต้นสดเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักค้นสดเฉลี่ยสูงสุด 5.1 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 4.8, 4.6 และ 4.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 น้ำหนักลำต้นสด ค่าความหวาน (Brix) และความสูงต้นของข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาเกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัยและอุตรดิตถ์ (เฉลี่ย 3 แปลง) ในปี 2555

กรรมวิธี	น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)	t-test	ค่า Brix (องศาบริกซ์)	t-test	ความสูงของต้น (ซม.)	t-test
10N +26,666 ต้น/ไร่	4.6	ns	13.5	ns	250	ns
20N +13,333 ต้น/ไร่	5.1	ns	14.0	ns	251	ns

20N +26,666 ต้น/ไร่	4.8	ns	14.0	ns	248	ns
10N +13,333 ต้น/ไร่		-		-	256	-
(check)	4.5		13.0			

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองปี 2554-55

1) วิธีการอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าความหวาน (Brix) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ยสูงสุด 14.3 องศาบริกซ์ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่า Brix เฉลี่ย 14.0, 14.0 และ 13.0 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 3)

2) วิธีการอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าน้ำหนักค้นสดเฉลี่ยสูงสุด 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่, อัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 13,333 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักต้นสดเฉลี่ย 6.7, 3.9 และ 3.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักลำต้นสด และค่าความหวาน (Brix) ของข้าวฟ่างหวานในพื้นที่นาเกษตรกร พื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ในปี 2554-2555

กรรมวิธี	**น้ำหนักลำต้นสด (กก./ไร่)**	**t-test**	**ค่า Brix (องศาบริกซ์)**	**t-test**
10N +26,666 ต้น/ไร่	7.5	*	14.3	*
20N +13,333 ต้น/ไร่	3.9	ns	14.0	ns
20N +26,666 ต้น/ไร่	6.7	*	14.0	ns
10N +13,333 ต้น/ไร่(check)	3.5	-	13.0	-

*, ns = มีและไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม สำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาเขตภาคเหนือตอนล่าง สามารถสรุปได้ว่า อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่ให้น้ำหนักต้นสดสูงสุด เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ผลปรากฏว่า อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาเขตภาคเหนือตอนล่าง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักต้นสดสูงสุด และค่าความหวานสูง

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การทดสอบพันธุ์ข้าวฟ่างหวานลูกผสม จำนวน 7 คู่ผสม สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่มีลักษณะที่ดี 15 สายพันธุ์ทำการเปรียบเทียบเบื้องต้นในปี 2557 -2558 ซึ่งพบความดีเด่นใกล้เคียงหรือสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ ควรนำไปทดสอบตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ในลำดับต่อไป สำหรับการศึกษา เปรียบเทียบปฏิกิริยาข้าวฟ่างหวานจำนวน 33 พันธุ์/สายพันธุ์และข้าวฟ่างไม้กวาดจำนวน 1 พันธุ์ต่อโรคลำต้นเน่าดำที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง ไม่พบพันธุ์/สายพันธุ์ที่ต้านทานโรคลำต้นเน่าดำ สำหรับการศึกษาข้อมูลจำเพาะของข้าวฟ่างหวาน จากการปลูกข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ (Wray Cowley Suwan และ Sweet Extra) ที่ระยะปลูกต่างๆ พบว่าพันธุ์และระยะปลูกไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ พันธุ์ Cowley ให้ผลผลิตสูงกว่า พันธุ์ Suwan Sweet Extra และ Wray การปลูกข้าวฟ่างหวานที่ระยะ 75 x 15 ซม. ให้ขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงที่สุด ในขณะที่การศึกษาการใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่างหวานและผลพลอยได้นั้น พบว่าข้าวฟ่างหวาน มีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งในรูปน้ำคั้นสดและการทำน้ำเชื่อม รวมทั้งชานข้าวฟ่างหวาน ในขณะที่การนำชานข้าวฟ่างหวานเพื่อเลี้ยงสัตว์ในช่วงเวลาอาหารสัตว์ขาดแคลนซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือจากการคั้นน้ำ การทดสอบการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* พบว่าการคลุกดินก่อนปลูกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ให้ผลการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำดีที่สุด ในขณะที่การศึกษาการใช้สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ way พบว่าสามารถใช้สารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส และอิมาเม็กตินเบนโซเอต การปลูกข้าวฟ่างหวานในพื้นที่ไร่เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ พบว่าข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่ไร่เขตใช้น้ำฝนภาคเหนือตอนล่าง ในขณะที่ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาหลังเก็บเกี่ยวข้าวเขตภาคเหนือตอนล่าง ส่วนเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวานที่เหมาะสม สำหรับใช้ปลูกในพื้นที่นาเขตภาคเหนือตอนล่าง พบว่า อัตราปลูก 26,666 ต้นต่อไร่ร่วมกับใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่ให้น้ำหนักต้นสดและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กิจกรรมที่ 1

ธำรงศิลป โพธิสูง, สมชาย ปิยพันธวานนท์ และ ถวิล นิลพยัคฆ์. 2551. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวานให้ผลผลิตต้นสดและความหวานสูง. หน้า 126-133 ใน เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 3. ณ โรงแรมอิมพีเรียล ภูแก้วฮิลล์ รีสอร์ท เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ ระหว่างวันที่ 14-16 พฤษภาคม 2551.

นิรนาม. 2547 . ข้าวฟ่าง. หน้า 181-205. ใน สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 14. พิมพ์ครั้งที่ 9. รุ่งศิลป์การพิมพ์ (1977). กรุงเทพฯ

นิรนาม. 2549. ข้าวฟ่างหวาน. เอกสารวิชาการสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ (แผ่นพับ)

พจนา ตระกูลสุขรัตน์, พีระวรรณ พัฒนวิภาส, อภิรัชต์ สมฤทธิ์ และ กนกทิพย์ เลิศประเสริฐรัตน์. 2550. ปฏิกิริยาสายพันธ์ข้าวฟ่างหวานที่ต้านทานต่อโรคลำต้นเน่าดำที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา Macrophomina phaseolina. รายงานความก้าวหน้าผลงานวิจัยปี 2550 ของสถาบันวิจัยพืชไร่. 6 หน้า.

Abawi, G.S., and M.A. Pastor-Corrales. 1990. Root Rots of Beans in Latin America and Africa: Diagnosis, Research Methodologies and Management Strategies. CIAT, Cali, Colombia. 114 pp. [online] Available : http://www.css.msu.edu/BIC/PDF/AshyStemBlight.pdf. (Access date:11 January 2008)

Cook,G.E., M.G. Boosalis, L.D. Dunkle, and Odvody, G.N. 1973. Survival of *Macrophomina phaseolina* in corn and sorghum stalk residue. Plant Dis. Reptr. 57:873-875.

Frederiksen, R.A. 1986. Compendium of Sorghum Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, MN. 82 pp.

Hill,D.S., and Waler, J.M. 1982. Pests and diseases of tropicalcrops,Vol. 1. Principles and methodsof control. *cited by* Drepper, W.J., and Renfro, B.L. 1990. Comparision of methods for inoculation of earsandstalksof maize with *Fusarium moniliforme*. Plant Disease 74:952-956.

Koehler, B. 1960. Corn earrots in Illinois. *cited by* Drepper, W.J., and Renfro, B.L. 1990. Comparision of methods for inoculation of earsandstalksof maize with *Fusarium moniliforme*. Plant Disease 74:952-956.

McKinney, H.H. 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedling by *Helminthosporium sativum*. *cited by* Cirulli M. and L.J. Alexander. 1966. A comparison of pathogenic isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and different sources of resistance in tomato. Phytopathology 56:1301–1304.

Mehan, V. K., and D. McDonald. 1997. Charcoal Rot. In Compendium of Peanut Diseases, 2nd ed. N. Kokalis-Burelle et al. eds. APS Press. St. Paul, MN. USA. 94 pp.

Sprague, G.F. 1954. Breeding for resistance to stalk rot. *cited by* Drepper, W.J., and Renfro, B.L. 1990. Comparision of methods for inoculation of earsandstalksof maize with *Fusarium moniliforme*. Plant Disease 74:952-956.

Williams, R.J., Frederiksen, R.A., and J.C. Girard. 1978. Sorghum and Pearl Millet Disease Identification Handbook. Informtion Bulletin No. 2. ICRISAT. Texas A&M University. TX. 88 p.

กิจกรรมที่ 2

กนกทิพย์ เลิศรัตนประเสริฐ ชัยรัตน์ ดุลยพัชร์ รัชดา ปรัชเจริญวานิชย์ อานนท์ มลิพันธ์ และพินิจ กัลยาศิลปิน. 2550. การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวฟ่างหวานช่วงปลายฤดูฝน. ฐานข้อมูลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร : http://it.doa.go.th.

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. เอกสารวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 303 หน้า.

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

นิรนาม. 2544. ดันปลูกความฟ่างหวานแก้ปัญหาขาดวัตถุดิบเอทานอล. *หนังสือพิมพ์ผู้จัดการ*, 6 มิถุนายน 2544.

นิรนาม. 2548. ข้าวฟ่างหวาน. *จดหมายข่าวผลิใบ* 8 (4): 16.

นันทิกา คล้ายชม เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ และอนุสิษฐ์ ธนะพิมพ์เมธา. 2554. การผลิตน้ำตาลรีดิวซ์จากซางข้าวฟ่างหวานโดยกระบวนการไฮโดรไลซิสด้วยกรด. วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฉบับที่ 75 ปีที่ 24 มกราคม-มีนาคม 2554 หน้า 91-102.

ประสิทธิ์ ใจศีล. 2544. พืชที่มีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเอทานอล. *วารสารอ้อยและน้ำตาลไทย* 8 (3) : 46-53.

ประสิทธิ์ ใจศิล.2547. การวิเคราะห์สถานการณ์พืช : พืชพลังงาน. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืช ครั้งที่ 17 เรื่อง ก้าวไปข้างหน้ากับการปรับปรุงพันธุ์พืชยุคใหม่ วันที่ 15-17 ธันวาคม 2547 ณ ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม.

ประสิทธิ์ ใจศิล. 2551. ข้าวฟ่างหวาน : พืชพลังงานศักยภาพสูงสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบเสริมในการผลิตเอทานอล. Available Source : http://ora.kku.ac.th.

ประสิทธิ์ ใจศิล. 2551. การวิจัยและพัฒนาข้าวฟ่างหวานเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเชิงพาณิชย์. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง ร่วมแก้วิกฤตพลังงานชาติ : ด้วยงานวิจัย วช. วันที่ 30 เมษายน 2551. หน้า 101-112.

ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ อรรณพ กสิวัฒน์ กนกทิพย์ เลิศประเสริฐรัตน์ สุมาลี โพธิ์ทอง และวิสุทธิ์ กีปทอง. 2552. ผลของอายุเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพความหวานของข้าวฟ่างหวานในเขตอาศัยน้ำฝน. 10 หน้า. *ใน*: *รายงานเรื่องเต็มผลการวิจัยที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2551*. กรมวิชาการเกษตร.

ผ่องศรี ศิวราศักดิ์ กนกทิพย์ เลิศประเสริฐรัตน์ และประดับรัฐ ประจันเขตต์. 2553. การใช้ประโยชน์ข้าวฟ่างหวานเพื่อพลังงานทดแทน. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

พรเทพ ถนนแก้ว. 2549. ศักยภาพของข้าวฟ่างหวานเพื่อผลิตเอทานอลเป็นพลังงานทดแทน. *วารสารศูนย์บริการวิชาการ*. 14 (4) : 26-30.

พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล. 2548. Biofuel Roadmap, APEC Symposium on Foresighting Future Fuel Technology. ณ อาคารสำนักงานใหญ่ บริษัทปตท. จำกัด (มหาชน) วันที่ 28 พฤศจิกายน 2548.

มาลี ชวนะพงศ์ และวิภาดา ปลอดครบุรี. 2544. และแนวทางบริหารการป้องกันกำจัด, น. 34-54. ใน : เอกสารประกอบการอบรม “แมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด” ครั้งที่ 11, 19-30 มีนาคม 2544. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ลักขณา เหล่าไพบูลย์ พัฒนา เหล่าไพบูลย์ ประสิทธิ์ ใจศิล และ พรเทพ ถนนแก้ว . 2551. รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวาน ทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2550. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันดี ปลาวาฬ แพรพิลาศ ดุจจานุทัศน์ และผกาวดี แก้วกันเนตร. 2551. การผลิตแก๊สมีเทนจากกากชีวมวลลำต้นข้าวฟ่างหวานโดยใช้เอนไซม์ทางการค้าซุปเปอร์ออแกนิค. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. Available Source : http://www.eppo.go.th/encon/abstract/2551-KKU-Wandee-re.pdf

ศิรินุช จินดารักษ์. 2551. ข้าวฟ่างหวาน พืชพลังงานทางเลือกสำหรับการผลิตเอทานอล. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*. 11 (1) : 84-93.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2547. เอกสารวิชาการ การปลูกพืชไร่. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 332 หน้า.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2548. อ้อย มันสำปะหลัง พืชทดแทนพลังงาน. เอกสารเผยแพร่. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. (แผ่นพับ)

สุจินตนา ชุมแสง. 2549. ผลของยีสต์สกัดและไบโอตินต่อการผลิตเอทานอลจากน้ำคั้นลำต้นข้าวฟ่างหวานใน การหมักแบบ VHG โดย *Saccharomyces cerevisiae.* วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนุสรณ์ เชิดทอง เมธา วรรณพัฒน์ อนุธิดา เสนคำสอน ธงศักดิ์ คัสมาศ เรียนชัย เรืองอุไร นภาพร วาระภิลาและ วรุณ โคตะ. 2557. การปรับปรุงคุณภาพของชานข้าวฟ่างหวานด้วยยูเรียและแคลเซี่ยมไฮดรอกไซด์โดยการศึกษาด้วยเทคนิคการผลิตแก๊ส. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 1 ฉบับพิเศษ 1 : 197-200.

AOAC. 1995. Official method of analysis : animal feeds. 16th ed. Arlington (VA): Association of Official Analytical Chemists. 1026 p.

Almodares, A. and M.R. Hadi. 2009. Production of Bioethanol from Sweet Sorghum: A Review. *African Journol of Agricultural Research*. 4 : 772-780.

Bunphan, D., P. Jaisil ,J. Sanitchon and J.I. Knoll. 2014. Estimation methods and parameter assessment for ethanol yields from total soluble solids of sweet sorghum

Fred, L., J. Richard, W. Jason and N. Jennifer. 2007. *Corn Hybrid and Sweet Sorghum Silage Tests in Tennessee*. Agronomic Crop Variety and Demonstrations. Department of Plant Sciences Institute of Agriculture University of Tennessee. 16 p.

Feng, W. and L. Chun-Zhao. 2009. Development of an Economic Refining Strategy of Sweet Sorghum in the Inner Mongolia Region of China. *Energy & Fuels*. 23: 4137-4142.

Glens, G. C., J. S. Cundiff and G. E. Welbaum. 1993. Sweet sorghum for a piedmont ethanol industry. p. 394-399. In: J. Janick and J. E. Simon (eds.), New Crops. Wiley, New York.

Gnansounou, E., A. Dauriat and C.E. Wyman. 2005. Refining Sweet Sorghum to Ethanol and Sugar: Economic Trade-offs in the Context of North China. *Bioresource Technology*. 96 : 985-1002.

Laopaiboon, L., Thanonkeo, P., Jaisil, P. and Laopaiboon, P. (2007) Ethanol production from sweet sorghum juice in batch and fed-batch fermentations by *Saccharomyces cerevisiae*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 23: 1497-1501.

Lee, D., V. N. Owens, A. Boe and P. Jeranyama. 2007. *Composition of Herbaceous Biomass Feedstocks*. North Center Sun Grant Center South Dakota State University. 16 p.

Li Guiying} Gu Weibin} Alastair Hicks and Keith R. Chapman. 2006. A training manul for sweet sorghum. From http://ecoport.org/ep?SearchType =earticleView&earticleId=172&page=-2

Maclean, H.L. and L.B. Lave. 2003. Evaluation Automobile Fuel/Propulsion System Technologies. *Progress in Energy and Combustion Science*. 29: 1-69.

Misook Kim and Donal F.Day. 2010. Composition of sugar cane, energy cane, and sweet sorghum suitable for ethanol production at Louisiana sugar mails. J Ind Microbiol Biotechnol.http://www.google.co.th/url? url=http://www.protocol-online.org/forums/index.php%3Fapp%3Dcore%26module%3Dattach%26section%3Dattach%26attach_id%3D2710&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=2hkeVaj-DZCjugSv8IHwBg&ved=0CBMQFjAA&usg=AFQjCNGVi65Bqm1pzlX0Bz5P0ckuLpdnOw

Mike Ottman. 2008. Feasibility of Obtaining Two Crops of Sweet Sorghum for Ethanol, MAC,2006. Forage and Grain Report (P-156). 41-45.

Morimura, S., Ling, Z.Y. and Kida, K. 1997. Ethanol production by repeated-batch fermentation ar hogh temperature in molasses medium containing a high concentration of total sugar by a thermolerant flocculating yeast with improved salt- tolerance. Journal of Fermentation and Bioengineering. 83 (3) : 271-274.

Nimbkar, N., N.M. Kolekar, J.H. Akade and A.K. Rajvanshi. 2006. Syrup Production from Sweet Sorghum. Pages 1-10. *In*: *Nimbkar Agricultural Research Institute Report*. Phaltan.

Ratnavathi, C.V., P.K. Biswas, M. Pallavi, M. Maheswri, B.S. Vijay Kumar and N. Seetharama. 2003. Alternative uses of Sorghum-Methods and Feasibility : Indian Perspective. Pages 188-200. *In*: *Proceedings of the Expert Meeting ICRISAT*. Jul. 1-4, 2003. Andhra Pradesh.

Shleser, R. 1994. *Ethanol Production in Hawaii*. Department of Business Economic Development & Tourism. 87 p.

Sommani, R.B. and J.R.N. Taylar. 2003. Alternative Uses of Sorghum-Methods and Feasibility : Sorghum: A Potential Source of Raw Material for Agro- industries. Pages 146-168. *In*: *Proceedings of the Expert Meeting ICRISAT*. Jul. 1-4, 2003. Andhra Pradesh.

กิจกรรมที่ 3

กนกทิพย์ เลิศประเสริฐรัตน์ ประชา ถ้ำทอง ยงยุทธ เขียวชอุ่ม นริศร ขจรผล ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ โกมินทร์ วิโรจน์วัฒนกุล. 2548. ข้าวฟ่างหวาน : พลังงานสะอาด. รายงาน (บทคัดย่อ)การประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติครั้งที่ 32 วันที่ 13-15 กรกฎาคม 2548 ณ โรงแรมไพลิน จ.สุโขทัย. หน้า 47-18.

นาค โพธิ์แท่น. 2531. การทดสอบพันธุ์ถั่วเขียวก่อนและหลังการทำนา. รายงานการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง งานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 3 วันที่ 21-23 พฤศจิกายน 2531. ณ ศูนย์ส่งเสริมยุวเกษตรกรแห่งชาติ จ.กาญจนบุรี. หน้า 125 – 135.

ประสิทธิ์ ใจศิล ฉัตรชัย อาภรณ์รัตน์ และอาคม คิดการ. 2550. อิทธิพลของวันปลูกต่อผลผลิตต้นสดและลักษณะทางการเกษตรของข้าวฟ่างหวานพันธุ์ มข.40. แก่นเกษตร. 35 (ฉบับพิเศษ): 188- 193.

ประสิทธิ์ ใจศิล. 2548. ศักยภาพการใช้ข้าวฟ่างหวานเป็นวัตถุดิบเสริมในระบบการผลิตเอทานอลเชิงพาณิชย์. รายงาน(บทคัดย่อ)การประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติครั้งที่ 32 วันที่ 13-15 กรกฎาคม 2548 ณ โรงแรมไพลิน จ.สุโขทัย. หน้า 49-50.

ประสิทธิ์ ใจศิล ฉัตรชัย อาภรณ์รัตน์ และอาคม คิดการ. 2550. อิทธิพลของวันปลูกต่อผลผลิตต้นสดและลักษณะทางการเกษตรของข้าวฟ่างหวานพันธุ์ มข.40. แก่นเกษตร. 35 (ฉบับพิเศษ): 188- 193.

ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. 2548. ข้าวฟ่างหวาน. จดหมายข่าวผลิใบ 8(4) : 16.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2536. การปลูกพืชไร่ในนาข้าวเขตชลประทาน. กสิกร 66(2):154-155.

สุรพงษ์ เจริญรัถ และ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์. 2551. ข้าวฟ่างหวานกับพลังงานชีวภาพ. น.ส.พ. กสิกร 81(1) : 92-98.

สมชาย บุญประดับ. 2537. ข้าวโพดไร่ในนาข้าว. กสิกร 67(4):350-353.

สมชาย บุญประดับ. 2538. การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งเพื่อทดแทนการทำนา. กสิกร 68(2):172-176.

สมชาย บุญประดับ. 2541. ข้าวโพดไร่ในนาทางเลือกใหม่ของเกษตรกรไทย. นสพ.กสิกร 71(6) :574-578.

สมชาย บุญประดับ. 2542. การปลูกทานตะวันทดแทนนาปรัง. นสพ.กสิกร 71(6):574-578.

สมชาย บุญประดับ เทวา เมาลานนท์ มนตรี ชาตะศิริ และนาค โพธิแท่น. 2532. การทดสอบพันธุ์พืชไร่ในสภาพก่อนและหลังการทำนา(งานวิจัยร่วมกับ IRRI). รายงานการสัมมนาทางวิชาการเรื่องข้าวครั้งที่ 1 ในวันที่ 26-27 มกราคม 2532 ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก กรมวิชาการเกษตร หน้า 89-103.

Gomez, A.A. and K.A. Gomez. 1983. Multiple Cropping in the Humid Tropical of Asia. IDRC. Ottawa, Ont. 248 pp.

Lantican, R.M. 1982. Desirable Characteristics of Upland Crops for Planting before and after Wetland Rice. Report of a Workshop on Cropping System Research in Asia, International Rice Research Institute, Philippines.

Navarro, R.S. 1986. Breeding Technique for Field Legumes for the Rice-Based Cropping Systems in the Philippines. Report of the Upland Crops Varietal Improvement Monitoring Tour. International Rice Research Institute, Philippines. p.149-160.

Syarifuddin, A. 1981. Tillage practices and methods of seeding upland crops after lowland rice. Proceeding of the workshop in cropping system reserve in Asia, IRRI, Philippines.

ภาคผนวก ก

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวาน การทดลองที่ 1.1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวานให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูง

ตารางที่ 1ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวฟ่างหวานในการเปรียบเทียบเบื้องต้น ที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ฤดูฝน ปี 2555

Variety	Plant heigth (cm)		Exert (cm)		Panicle lenght (cm)	Stem diameter (cm)		Plant weight (Kg/Rai)		Sweet sorghum juice (L/Rai)		Sweet (%Brix)	Seed weight (Kg/Rai)	
WB11	232	cd	9	e	17	1.3	bcd	8,444	cde	2,072	bcd	21	221	cd
WB19	260	abc	10	de	17	1.3	abcd	8,567	cde	2,125	bcd	19	406	abc
UW17	251	abcd	12	bcde	22	1.5	a	11,714	abc	3,498	a	20	322	cd
CB1	251	abcd	17	a	17	1.3	abcd	7,251	e	1,783	cd	20	445	abc
CB5	252	abcd	16	a	15	1.4	abcd	8,543	cde	2,163	bcd	20	309	cd
CB7	242	abcd	17	a	16	1.3	abcd	6,284	e	1,632	d	19	295	cd
CB8	269	a	14	abcd	22	1.2	cd	10,873	abcd	1,862	cd	19	607	a
CB14	252	abcd	17	a	17	1.3	abcd	7,637	de	1,946	bcd	21	450	abc
CB16	264	ab	13	abcd	19	1.2	cd	9,281	bcde	2,219	bcd	21	372	abc
CB17	262	abc	14	abcd	19	1.3	abcd	7,834	de	1,812	cd	20	340	bc
CB23	245	abcd	16	ab	17	1.3	abcd	8,885	bcde	2,066	bcd	20	275	cd
CB24	233	bcd	13	abcd	19	1.2	cd	12,635	a	2,847	abc	20	399	abc
CB28	250	abcd	11	cde	17	1.3	bcd	8,725	bcde	1,845	cd	20	423	abc
CB31	221	d	9	e	19	1.2	cd	8,840	bcde	1,892	cd	20	376	abc
CB32	272	a	15	abc	19	1.5	ab	9,385	bcde	2,210	bcd	19	376	abc
Wray	247	abcd	13	abcde	17	1.2	d	9,148	bcde	2,117	bcd	22	64	d
Keller	241	abcd	11	de	23	1.4	abc	11,962	ab	3,073	ab	18	587	ab
Cowley	242	abcd	11	cde	20	1.2	cd	9,617	abcde	2,053	bcd	20	435	abc
Mean	249		13		18	1.3		9,201		2,179		20	372	
F-test	*		**		Ns	*		**		*		Ns	**	
CV(%)	6.4		17.4		17.1	8.0		18.3		27.0		7.1	35.1	

การทดลองที่ 1.2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวานให้ต้านทานโรคลำต้นเน่าดำ

...pal rot)

D. ระดับ 3 = แผลเริ่มขยายลามเข้าไปในเนื้อเยื่อลำต้น

E. ระดับ 4 = แผลลุกลามเข้าไปในลำต้นและกิ่งก้าน ใบด้านบนเริ่มชีดเหลือง

F. ระดับ 5 = เนื้อเยื่อในลำต้นถูกทำลาย ต้นตาย พบ pycnidia และ sclerotia จำนวนมาก

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระดับความรุนแรงของโรค (DS) และดัชนีการเกิดโรค (DI) ลำต้นเน่าดำ (charcoal rot) ของข้าวฟ่างหวาน จำนวน 33 พันธุ์/สายพันธุ์และข้าวฟ่างไม้กวาดหลังการปลูกเชื้อในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง

พันธุ์/สายพันธุ์	ระดับความรุนแรงของโรค (DS) [1/]	ดัชนีการเกิดโรค (DI)[1/]
WB-1	2.48 bcd	38.82 abc
WB-2	2.82 cd	56.56 ab
WB-10	2.33 a–d	46.67 abc
WB-11	2.60 bcd	52.00 ab
WB-12	2.07 a–d	41.40 abc
WB-19	3.03 d	60.56 c
WB-20	2.81 cd	56.11 bc
UW-9	2.33 a–d	46.67 abc
UW-17	1.53 abc	30.67 ab
CB-1	2.60 bcd	52.00 bc
CB-2	1.00 a	20.00 a
CB-3	1.75 a–d	35.00 abc
CB-5	2.75 bcd	55.00 bc
CB-6	2.42 bcd	48.33 bc
CB-7	2.00 a–d	40.00 abc
CB-8	1.64 abc	32.78 abc
CB-9	2.25 a–d	45.00 abc
CB-12	1.95 a–d	38.89 abc
CB-13	2.00 a–d	40.00 abc
CB-14	2.46 bcd	49.17 bc
CB-16	2.17 a–d	43.34 abc
CB-17	1.67 a–d	33.33 abc
CB-18	1.97 a–d	39.45 abc
CB-19	1.50 abc	30.00 ab
CB-23	2.80 bcd	56.00 bc
CB-24	2.20 a–d	44.00 abc
CB-28	2.51 bcd	50.14 bc
CB-31	2.43 bcd	48.50 bc
CB-32	1.60 abc	31.95 ab
CB-33	1.50 abc	30.00 ab
Wray	2.52 bcd	50.38 bc
Keller	1.42 ab	28.33 ab
Cowley	2.67 bcd	53.33 bc
ข้างฟ่างไม้กวาด	2.56 bcd	51.11 bc
F-test	*	*
CV. (%)	34.53	35.47

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กิจกรรมที่ 2 การวิจัยเทคโนโลยีการผลิตข้าวฟ่างหวาน

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาการใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่างหวานและผลพลอยได้

ตารางที่ 1 ก ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2554

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	5,977.78	5,444.45	4,854.89	5,425.70
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	4,886.67	4,933.33	4,512.67	4,777.56
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	5,066.67	4,697.78	4,173.33	4,645.93
เฉลี่ย	5,310.37	5,025.19	4,513.63	4,949.73

CV = 34.5%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 1 ข ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2555

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	8,295.5	8,282.2	7,346.7	7,974.8
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	8,311.1	8,760.0	7,640.0	8,237.0
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	8,928.9	9,908.9	7,886.7	8,908.1
เฉลี่ย	8,511.9 a	8,983.7 a	7,624.5 b	8,373.3

C.V. = 12.4 %

F-test พันธุ์ * ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 1 ค ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2556

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	8,935.56 a	9,251.11 a	8,108.89 a	8,610.37
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	8,186.67 a	9,326.67 a	8,808.89 a	8,737.78
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	8,708.89 a	7,635.56 b	9,062.22 a	8,660.00
เฉลี่ย	8,765.2	8,774.0	8,468.90	8,669.4

C.V. = 8.5 %

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว **

ตัวเลขในคอลัมน์ และแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 ก ปริมาณน้ำคั้น (ลิตรต่อไร่) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2554

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	2,530.77	2,047.62	1,907.21	2,161.87
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	2,081.74	1,553.52	1,847.07	1,827.44
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	1,951.57	1,900.04	1,470.29	1,773.97
เฉลี่ย	2188.03	1833.73	1741.52	1,921.09

CV = 43.3%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 2 ข ปริมาณน้ำคั้น (ลิตรต่อไร่) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2555

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	3,677.57	2,650.15	3,534.33	3,287.35
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	3,727.02	3,182.03	3,215.28	3,374.78
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	3,575.95	3,477.10	2,883.57	3,312.20
เฉลี่ย	3,660.18	3,103.09	3,211.06	3,324.77

CV = 15.9%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 2 ค ปริมาณน้ำคั้น (ลิตรต่อไร่) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2556

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	5,043.68	3,598.81	3,787.34	4,143.28 a
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	3,443.50	3,746.86	3,573.70	3,588.02 b

หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	3,205.35	2,385.26	3,505.37	3,031.99 b
เฉลี่ย	3,897.51	3,243.64	3,622.14	3,587.76

CV = 23.9%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว * พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตัวเลขในคอลัมน์ และแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ก การหีบน้ำคั้น (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2554

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	41.43 a	36.75 a	39.47 a	39.22
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	41.62 a	30.39 b	40.44 a	37.48
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	37.52 a	39.91 a	35.23 a	37.55
เฉลี่ย	40.19	35.68	38.38	38.08

CV = 10.9%

F-test พันธุ์ ** ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว **

ตารางที่ 3 ข การหีบน้ำคั้น (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2555

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	44.33 a	32.12 b	48.06 a	41.50
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	45.04 a	36.42 a	42.07 a	41.17
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	39.66 a	35.19 a	36.66 a	37.17
เฉลี่ย	43.01	34.57	42.26	39.95

CV = 9.2%

F-test พันธุ์ ** ระยะเก็บเกี่ยว * พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว **

ตารางที่ 3 ค การหีบน้ำคั้น (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2556

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	

เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	54.65	38.75	46.72	46.71 a
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	41.84	40.19	40.60	40.88 b
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	36.77	31.17	38.59	35.51 c
เฉลี่ย	44.42 a	36.70 b	41.97 a	41.03

CV = 14.9%

F-test พันธุ์ * ระยะเก็บเกี่ยว ** พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตัวเลขในคอลัมน์ และแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ก ค่าความหวาน (องศาบริกซ์) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2554

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	20.50	17.51	17.80	18.60
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	20.45	18.38	18.07	18.97
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	19.86	17.55	17.54	18.32
เฉลี่ย	17.81 b	20.27 a	17.80 b	18.63

CV = 3.2%

F-test พันธุ์ ** ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 4 ก ค่าความหวาน (องศาบริกซ์) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2555 ข

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	18.580 a	18.333 a	12.540 b	16.484
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	20.170 a	19.425 a	16.180 a	18.592
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	18.615 a	16.333 a	16.575 a	17.174
เฉลี่ย	19.122	18.030	15.098	17.417

CV = 6.2%

F-test พันธุ์ ** ระยะเก็บเกี่ยว ** พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว **

ตารางที่ 4 ค ค่าความหวาน (องศาบริกซ์) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2556

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	18.63 a	18.38 a	12.54 b	16.52
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	20.17 a	19.43 a	16.18 a	18.59
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	18.62 a	16.33 a	16.58 a	17.33
เฉลี่ย	19.14	18.05	15.10	17.90

CV = 3.9 %

F-test พันธุ์ ** ระยะเก็บเกี่ยว ** พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว **

ตัวเลขในคอลัมน์ และแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 ก ผลผลิตน้ำหนักชานแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของชานข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2554

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	638.79	323.05	346.74	436.19
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	429.03	286.94	328.89	348.29
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	379.46	290.71	257.14	309.10
เฉลี่ย	482.43	300.23	310.92	364.53

CV = 48.0%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 5 ข ผลผลิตน้ำหนักชานแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของชานข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2555

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	1,933.03	2,413.21	1,778.46	2,041.57
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	2,085.79	2,645.36	1,503.65	2,078.27
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	2,220.11	2,823.71	1,953.70	2,332.51
เฉลี่ย	2,079.65 b	2,627.43 a	1,745.27 b	2,150.78

CV = 5.5%

F-test พันธุ์ ** ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 5 ค ผลผลิตน้ำหนักชานแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของชานข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2556

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	973.83	1,591.41	1,172.21	1,245.81 a
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	1,338.96	1,629.95	1,443.80	1,470.90 a
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	1,885.61	2,169.28	2,029.62	1,760.25 b
เฉลี่ย	1399.47 b	1796.88 a	1548.54 b	1,581.63

CV = 13.9%

F-test พันธุ์ ** ระยะเก็บเกี่ยว ** พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตัวเลขในคอลัมน์ และแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำตาลรวม (กิโลกรัมต่อไร่) ของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ ปี 2554

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	638.79	323.05	346.74	436.19
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	429.03	286.94	328.89	348.29
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	379.46	290.71	257.14	309.10
เฉลี่ย	482.43	300.23	310.92	364.53

CV = 48.0%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 7 ปริมาณเฮมิเซลลูโลส (เปอร์เซ็นต์) ของชานข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	17.54	19.68	18.58	18.60
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	19.13	17.58	18.82	18.51

หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	19.54	19.23	19.05	19.27
เฉลี่ย	18.74	18.83	18.82	18.80

CV = 7.4%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 8 ปริมาณเซลลูโลส (เปอร์เซ็นต์) ของชานข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	38.20	39.05	40.47	39.24 a
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	39.33	33.86	39.14	37.44 a
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	33.92	34.89	34.13	34.31 b
เฉลี่ย	37.15	35.93	37.91	37.00

CV = 6.2%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว ** พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตัวเลขในคอลัมน์ และแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์) ของชานข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	1.51	1.51	1.30	1.44 a
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	1.31	1.05	1.08	1.15 b
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	0.86	0.79	0.88	0.85 c
เฉลี่ย	1.23	1.12	1.09	1.14

CV = 16.1%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว ** พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตารางที่ 10 ความเข้มข้นเอทานอล (กรัม/ลิตร) ของน้ำคั้นจากข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	

เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	100.00	99.25	83.00	94.08
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	91.14	94.82	90.34	92.10
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	93.33	92.54	84.81	90.23
เฉลี่ย	94.82	95.54	86.05	92.14

CV = 12.6%

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว NS พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

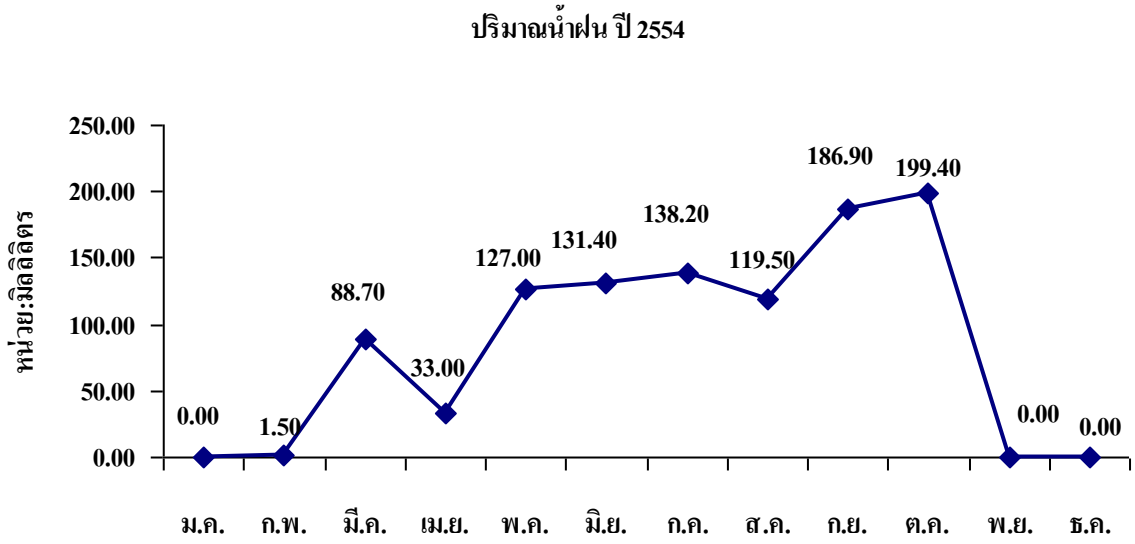
ตารางที่ 11 ความเข้มข้นเอทานอล (กรัม/ลิตร) ของน้ำเชื่อมจากข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์ จากการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ

ระยะการเก็บเกี่ยว	พันธุ์ข้าวฟ่างหวาน			เฉลี่ย
	Wray	Cowley	Suwan Sweet	
เมล็ดเป็นแป้งแข็ง	291.32	305.83	296.03	297.73 a
เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา	307.48	285.46	282.71	291.88 a
หลังเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา 10 วัน	276.03	272.03	265.23	271.10 b
เฉลี่ย	291.61	287.77	281.32	286.90

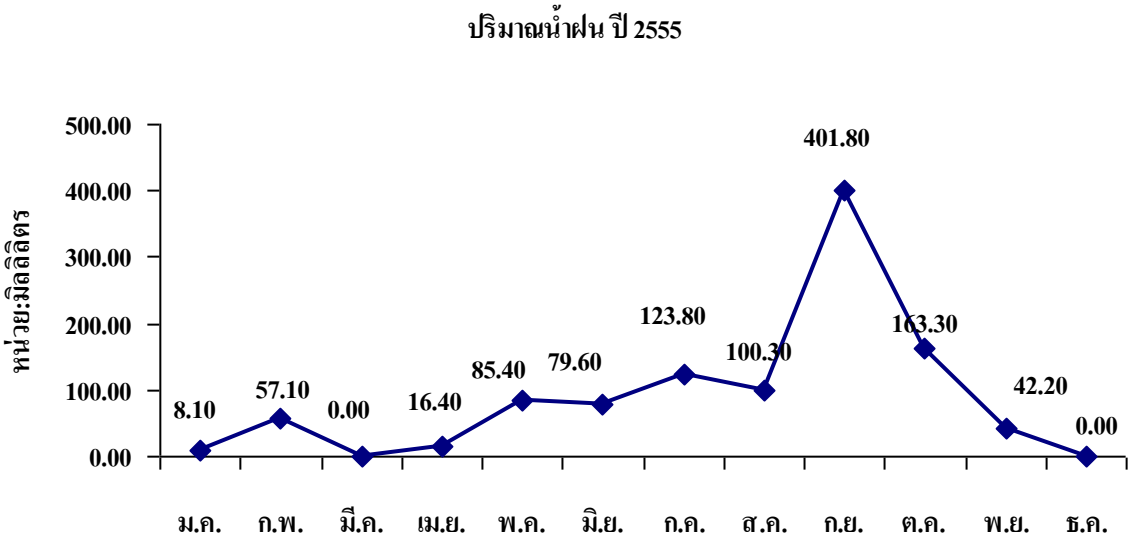
CV = 5.2 %

F-test พันธุ์ NS ระยะเก็บเกี่ยว ** พันธุ์ X ระยะเก็บเกี่ยว NS

ตัวเลขในคอลัมน์ และแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2554



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2555

2.3 ศึกษาการควบคุมโรคลำต้นเน่าดำที่เกิดจากเชื้อ *Macrophomina phascolina* ในข้าวฟ่างหวาน

Table 1 Inhibition of *Trichoderma harzianum* to *Macrophomina phaseolina* on PDA at different incubation periods at Chai Nat Field Crops Research Center in 2013. (Average from 6 replications)

Incubation time (days)	colony diameter (cm)	
	T. harzianum	*M. phaseolina*
1	1.2	1.0
2	2.5	1.7
3	3.0	1.2
4	4.3	0.2

Table 2 Effects of different methods of controls of Charcoal Rot caused by *Macrophomina phaseolina* on symptom lengths of Wray variety at Chai Nat Field Crops Research Center in 2013.

Treatment	Symptom lengths (cm)
1. Mixing up with *T. harzianum*	54.0 a
2. Spraying with *T. harzianum* until Growth stage 5 : Boot	74.9 b
3. Spraying with *T. harzianum* until Growth stage 6 : Half-bloom	78.2 b
4. Spraying with benomyl 50% WP	63.1 a
5. Untreated check	80.8 b
CV (%)	9.4

Mean in the same column followed by different letters are significantly different at P<0.05 level by DMRT.

Table 3 Effects of different methods of controls of Charcoal Rot caused by *Macrophomina phaseolina* on stalk height and stalk width (cm) of Wray variety at Chai Nat Field Crops Research Center in 2013.

Treatment	Stalk height (cm)	Stalk width (cm)
1. Mixing up with *T. harzianum*	287 a	1.8 a
2. Spraying with *T. harzianum* until Growth stage 5 : Boot	290 a	1.6 bc
3. Spraying with *T. harzianum* until Growth stage 6 : Half-bloom	299 a	1.7 ab
4. Spraying with benomyl 50% WP	262 b	1.5 cd
5. Untreated check	238 c	1.4 d
CV (%)	5.6	7.1

In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P<0.05 level by DMRT.

Table 4 Effects of different methods of controls of Charcoal Rot caused by *Macrophomina phaseolina* on stalk fresh weight (g/plant) squeeze amounts (ml/plant) and sweetness (% Brix) of Wray variety at Chai Nat Field Crops Research Center in 2013.

Treatment	Stalk fresh weight (g/plant)	Squeeze amounts (ml/plant)	Sweetness (% Brix)
1. Mixing up with *T. harzianum*	667.3 a	203.6 a	19.3 b
2. Spraying with *T. harzianum* until Growth stage 5 : Boot	445.8 b	134.0 bc	20.0 a
3. Spraying with *T. harzianum* until Growth stage 6 : Half-bloom	491.4 b	144.7 b	19.0 c
4. Spraying with benomyl 50% WP	343.4 c	84.5 cd	18.2 d
5. Untreated check	276.5 c	75.4 d	18.0 e
CV (%)	12.7	27.8	2.5

In the same column, means followed by the same letter are not significantly different at the P<0.05 level by DMRT.

2.4 ศึกษาการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่าง (*Atherigona* Rondani) ในข้าวฟ่างหวาน

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายข้าวฟ่างหวานของหนอนแมลงวันเจาะยอข้าวฟ่าง ก่อนและหลังพ่นสารฆ่าแมลง ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรี เดือนกรกฎาคม 2555– เดือนตุลาคม 2555

กรรมวิธี	% การเข้าทำลายข้าวฟ่างหวาน		
	ก่อนพ่นสารฆ่าแมลง	หลังพ่นสารฆ่าแมลง (สัปดาห์)	
		1	2
1. พ่นสารฆ่าแมลง อิมิดาโคลพริด 70 % WG	8.80	2.47	3.51 ab [1/]
2. พ่นสารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส 50 % EC	8.75	1.15	4.38 b
3. พ่นสารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92 % EC	9.38	2.57	1.60 a
4. พ่นสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน 20 % EC	8.74	3.12	3.43 ab
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	8.76	3.84	3.28 ab
CV (%)	17.3	78.0	44.4

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 น้ำหนักและความหวานของข้าวฟ่างหวาน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรี เดือนกรกฎาคม 2555– เดือนตุลาคม 2555

กรรมวิธี	น้ำหนัก (ตัน/ไร่)	ความหวาน (องศาบริกซ์)
1. พ่นสารฆ่าแมลง อิมิดาโคลพริด 70 % WG	6.04	17.63
2. พ่นสารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส 50 % EC	5.58	17.74
3. พ่นสารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92 % EC	5.55	16.65
4. พ่นสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน 20 % EC	5.39	17.95
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	6.27	18.66
CV (%)	10.8	9.5

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายข้าวฟ่างหวานของหนอนแมลงวันเจาะยอข้าวฟ่าง ก่อนและหลังพ่นสารฆ่าแมลง ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรี เดือนกรกฎาคม 2556– เดือนตุลาคม 2556

กรรมวิธี	% การเข้าทำลายข้าวฟ่างหวาน		
	ก่อนพ่นสารฆ่าแมลง	หลังพ่นสารฆ่าแมลง (สัปดาห์)	
		1	2
1. พ่นสารฆ่าแมลง อิมิดาโคลพริด 70 % WG	4.24	1.26	5.90
2. พ่นสารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส 50 % EC	2.46	0.65	4.08
3. พ่นสารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92 % EC	3.35	1.04	5.89
4. พ่นสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน 20 % EC	2.38	0.67	4.09
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	3.02	1.14	5.92
CV (%)	56.1	-	53.3

ตารางที่ 4 น้ำหนักและความหวานของข้าวฟ่างหวาน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรลพบุรี เดือนกรกฎาคม 2556– เดือนตุลาคม 2556

กรรมวิธี	น้ำหนัก (ตัน/ไร่)	ความหวาน (องศาบริกซ์)
1. พ่นสารฆ่าแมลง อิมิดาโคลพริด 70 % WG	7.51	20.09 a [1/]
2. พ่นสารฆ่าแมลง โพรไทโอฟอส 50 % EC	8.18	18.66 b
3. พ่นสารฆ่าแมลง อิมาเม็กตินเบนโซเอต 1.92 % EC	7.99	19.27 ab
4. พ่นสารฆ่าแมลง คาร์โบซัลแฟน 20 % EC	7.46	19.21 ab
5. ไม่พ่นสารฆ่าแมลง	7.88	19.30 ab
CV (%)	9.9	4.3

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT