โครงการวิจัยและพัฒนาการป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อย

Research and Development on the Control and Management of Sugarcane White Leaf Disease

นางสาวศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล
Ms. Suchirat Sakuanrungsirikul

2564

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยและพัฒนาการป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อย

Research and Development on the Control and Management of Sugarcane White Leaf Disease

นางสาวศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล
Ms. Suchirat Sakuanrungsirikul

2564

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารภ

โรคใบขาวเป็นโรคที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อการผลิตอ้อยของเกษตรกรทั้งในประเทศไทยรวมทั้งประเทศเพื่อนบ้าน ตั้งแต่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว สาธารณรัฐเมียนมา กัมพูชา และเวียดนาม โรคนี้พบได้ในอ้อยทุกระยะการเจริญเติบโต ความรุนแรงของโรคในอ้อยปลูกจะพบในระยะต้นกล้าและระยะแตกกอมากกว่าอ้อยโต และพบในอ้อยตอมากกว่าอ้อยปลูก อ้อยที่เป็นโรคอาจไม่ให้ผลผลิต หรือให้ผลผลิตได้บ้าง แต่ผลผลิตจะลดลงมากและไม่สามารถไว้ตอได้ ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เสียเปรียบประเทศคู่แข่ง ประเทศไทยพบโรคใบขาวอ้อยมานานแล้ว ตั้งแต่เริ่มปลูกอ้อยเพื่อการอุตสาหกรรมในเขตอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ในปี พ.ศ. 2495 ต่อมาเมื่อมีการขยายพื้นที่ปลูกอ้อยไปยังแหล่งต่างๆ โรคใบขาวก็แพร่กระจายตามไปด้วย การแพร่ระบาดพบมากและรุนแรงในเขตเพาะปลูกที่เป็นดินทราย ซึ่งพบได้มากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นแหล่งปลูกอ้อยใหญ่ของประเทศ ในเขตจังหวัดอุดรธานีและขอนแก่นมีการระบาดรุนแรงเป็นระยะ ๆ มานานกว่า 50 ปีแล้ว โดยแต่ละครั้งสร้างความเสียหายต่อผลผลิตอ้อยอย่างมหาศาล โรคนี้สามารถทำลายผลผลิตได้ตั้งแต่ 30 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ การจัดการเดิมใช้การเผาทำลายไร่เพื่อกำจัดแหล่งแพร่กระจายเชื้อโรค ต่อมาใช้การขุดทำลายต้นใบขาว และเผาทำลายทิ้ง แล้วปลูกทดแทนด้วยอ้อยที่ได้จากแปลงที่ไม่มีอาการโรคใบขาว ซึ่งเกษตรกรบางกลุ่มซื้อท่อนพันธุ์จากแหล่งปลูกในภาคกลางที่ไม่มีอาการใบขาว รวมทั้งภาครัฐส่งเสริมการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่ทั้งนี้ยังพบว่ามีการระบาดของโรคใบขาว เป็นระยะๆ โดยเฉพาะในปีที่มีสภาวะแล้งยาวนานต่อเนื่อง มีข้อสังเกตหลายประการเกี่ยวกับการระบาดของโรคใบขาวในประเทศไทย โดยเฉพาะในปีที่ราคาอ้อยไม่ดี พบว่าในปีต่อมาจะเกิดการระบาดอย่างรุนแรงของโรคนี้ แสดงว่าการที่ชาวไร่อ้อยไม่มีทุนในการจัดการแปลงปลูกที่ดีจะทำให้การแสดงอาการของโรคชัดเจนมากยิ่งขึ้น ส่วนในปีที่มีอ้อยมีราคาแพง เกษตรกรมีความต้องการท่อนพันธุ์สูง ไม่มีการคัดท่อนพันธุ์ ทำให้มีการแพร่ระบาดเป็นวงกว้างมากขึ้นอีกเช่นกัน การเกิดโรคใบขาวมักพบซ้ำในแหล่งที่เป็นใบขาวมาก่อน ซึ่งมักเป็นแหล่งดินทราย โรคนี้เดิมเชื่อว่าไม่สามารถจัดการได้รวมทั้งไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้ แม้จะปลูกทดแทนด้วยอ้อยปลอดเชื้อ สาเหตุประการหนึ่งที่นักวิชาการตั้งข้อสังเกตุและสร้างสมมุติฐานไว้ในปัจจุบันคือ ความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน รวมถึงความเครียดที่อ้อยได้รับจากสภาพแวดล้อมที่รุนแรง ทั้งการกระทบแล้งหรือน้ำท่วมขัง ก็จะทำให้อ้อยแสดงอาการใบขาวได้มากขึ้นเช่นกัน และจากการศึกษาของกอบเกียรติ และคณะ (2554) พบว่าสมดุลธาตุอาหารมีความสัมพันธ์กับการแสดงอาการใบขาว และศุจิรัตน์ และคณะ (2558) พบว่าอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาวมีภาวะเครียดออกซิเดชั่นสูง ระดับปริมาณเชื้อภายในต้นสูงส่งผลให้มีสภาวะเครียดในพืชสูง โดยมีสภาพแวดล้อมที่รุนแรงเป็นตัวกระตุ้นให้พืชแสดงอาการใบขาว จากผลงานวิจัยดังกล่าวทำให้แนวทางการจัดการโรคใบขาวของกรมวิชาการเกษตรมุ่งประเด็นไปที่การจัดการสมดุลในพืชร่วมกับการใช้ท่อนพันธุ์สะอาด รวมทั้งการลดผลกระทบจากสภาพแวดล้อม การตัดวงจรของโรค การพัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจโรคที่มีประสิทธิภาพ ที่เริ่มดำเนินการทดสอบสมมติฐานในระยะ 2554-2558 โดยพบว่าผลการศึกษามีแนวโน้มสอดคล้องกับสมมติฐาน แต่ยังได้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ไม่สามารถนำมาร้อยเรียงเป็นเทคโนโลยีที่ต่อเนื่องได้

ดังนั้นในโครงการวิจัยที่ดำเนินการในระยะ 2559-2564 ที่นำเสนอนี้ จึงเป็นการต่อยอดผลงานวิจัยในระยะแรกให้สมบูรณ์ โดยที่องค์ประกอบสำคัญของการวิจัยอยู่ที่การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้มีเทคโนโลยีใน (1) การใช้ท่อนพันธุ์สะอาดที่ปลอดเชื้อไฟโตพลาสมา ร่วมกับ (2) การจัดการแปลงให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต สามารถลดผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่ไม่

เหมาะสมได้ ที่จะเสริมให้ไว้ตอได้อย่างยาวนาน และ (3) การควบคุมระดับปริมาณเชื้อสาเหตุโรคในระดับแปลงหรือในสภาพไร่ทั้งระบบให้อยู่ในระดับที่ไม่สร้างความเสียหายต่อผลผลิต (Tolerance Threshold) ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ จะสร้างความยั่งยืนในการควบคุมโรคได้อย่างแท้จริง ซึ่งแม้มีแมลงพาหะ แต่เมื่อปริมาณเชื้อในระดับต่ำ ก็จะไม่เกิดความเสียหายที่รุนแรงทั้งระบบ โดยที่ในโครงการวิจัยนี้ที่นำเสนอนี้ ประกอบไปด้วย 5 กิจกรรม 21 การทดลอง ที่มีประเด็นวิจัยประกอบด้วย การหาเทคโนโลยีและผสมผสานงานทั้งด้านการใช้ท่อนพันธุ์สะอาดและแข็งแรง การหาวิธีการกำจัดเชื้อในระดับเนื้อเยื่อเพื่อให้ได้ท่อนพันธุ์สะอาด การจัดการสมดุลธาตุอาหารในสภาพไร่ที่เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมต่างๆ การลดความเสียหายจากโรคใบขาวโดยหลีกเลี่ยงพื้นที่เสี่ยงภัยของโรคนี้ การสร้างความเข้าใจในตัวเชื้อและอาการของโรค การส่งถ่ายเชื้อจากรุ่นสู่รุ่น และวิเคราะห์ปัจจัยในการเกิดโรคใบขาว เพื่อควบคุมการแพร่ระบาดในสภาพไร่ รวมถึงการพัฒนาวิธีการตรวจโรคที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว แม่นยำ ง่าย ราคาไม่แพง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการคัดกรอง ควบคุม และจำกัดการแพร่ระบาด ผลการทดลองที่ได้นี้ จะทำให้ได้ข้อมูล แนวทาง และเทคโนโลยี ที่สามารถนำไปใช้เพื่อจัดทำเป็นคำแนะนำการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวเฉพาะพื้นที่ รวมทั้งวิธีการหรือเทคโนโลยีในการกำจัดเชื้อโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อย ที่จะทำให้การควบคุมโรคใบขาวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ยั่งยืน ที่ส่งผลให้เกษตรกรสามารถไว้ตออ้อยได้นานขึ้น ลดต้นทุนในการผลิตลง เพื่อให้อุตสาหกรรมอ้อยไทยสามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งได้

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	6
คณะผู้วิจัย	7
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	8
บทนำ	9
บทคัดย่อ	16
กิจกรรมที่ 1 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารรองในอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในระดับต่างๆ	21
กิจกรรมที่ 2 ศึกษาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์	33
กิจกรรมที่ 3 การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว	52
กิจกรรมที่ 4 การจัดการโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยการระบาดโรคใบขาวอ้อย	148
กิจกรรมที่ 5 การกำจัดเชื้อสาเหตุโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อย	172
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	260

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณผู้ร่วมดำเนินงานทุกท่าน รวมถึงกลุ่มผู้ช่วยนักวิจัยทั้งที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ ในแปลงทดลอง ที่ช่วยให้สามารถดำเนินการทดลองได้ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลพิมาย โรงงานน้ำตาลไทยเอกลักษณ์ โรงงานน้ำตาลเกษตรไทย โรงงานน้ำตาลภาคตะวันออก โรงงานน้ำตาลเอราวัณ และเครือข่ายเกษตรกร ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงาน รวมทั้งอนุเคราะห์ตัวอย่างอ้อยที่ใช้ในการวิเคราะห์ นอกจากนี้คณะวิจัยขอขอบคุณเกษตรกรดีเด่น นายวีนัด และ นางบุญพร้อม สำราญวงศ์ ปราชญ์ชาวไร่อ้อยอำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ นางอุทัย สุขศรีพะเนาว์ ชาวไร่อ้อยอำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความรู้จากประสบการณ์ด้านการปลูกอ้อยแบบผสมผสานที่ให้ผลให้ผลผลิตสูงอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งให้ความร่วมมือในระหว่างการดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างดีเยี่ยม ขอขอบคุณคณาจารย์จากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รศ.ดร.ประสิทธิ์ ใจศีล ศ.ดร. ยุพา หาญบุญทรง รศ.ดร.พัชรินทร์ ส่งศรี และคณาจารย์ที่ให้การสนับสนุนและให้ความร่วมมือกับโครงการนี้เป็นอย่างดีเยี่ยม รวมทั้งให้โอกาสในการขยายผลงานวิจัยสู่เกษตรกร นักวิชาการ รวมทั้งหน่วยงานเป้าหมาย ขอขอบคุณ ดร.ธวัช หะหมาน และคณะนักวิชาการจากศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายทั้ง 4 ภาค จากสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุสาหกรรม และอาจารย์รังสิต เฮียงราช และบริษัท ไทยชูการ์ มิลเลอร์ จำกัด (TSMC) ที่ให้โอกาสในการขยายผลงานวิจัยสู่ผู้ใช้ประโยชน์เป้าหมายทั้งในประเทศและประเทศสมาชิกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ขอขอบคุณนักวิจัยจากศูนย์ขยายพันธุ์พืชเขตที่ 10 กรมส่งเสริมการเกษตร อาจารย์สังคม ออมอด อาจารย์สุมณฑา คำโฮง และคณะนักวิจัย ที่ให้ความร่วมมือกับการดำเนินงานในโครงการใบขาวอย่างดีเยี่ยม ทั้งเอื้อเฟื้อต้นอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณคณะนักวิจัยจากหน่วยงาน Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS) Dr. Kobori Youichi, Mr. Ando Shataro, Dr. Terajima Yoshifumi และ Dr. Shinichi Tsuruta ที่ให้ความร่วมมือ สนับสนุนงานวิจัย และร่วมดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างดีเยี่ยม รวมทั้งให้โอกาสนำเสนอผลงานวิจัยและจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการในระดับนานาชาติ ขอขอบคุณบริษัท Kaneka และบริษัท Ushio จากประเทศญี่ปุ่น รวมทั้งบริษัทมิตซุยจำกัด ที่สนับสนุนการพัฒนางานด้านเทคโนโลยีการตรวจโรคใบขาวเป็นอย่างดีเยี่ยมรวมทั้งให้โอกาสในการขยายผลงานวิจัยสู่ผู้ใช้งานเป้าหมาย ขอขอบคุณนักวิชาการอาวุโสด้านอ้อยแห่งสถาบันวิจัยพืชไร่ ดร.ศรีสุดา ทิพยรักษ์ อาจารย์วีระพล พลรักดี ดร.ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ อาจารย์รังสี เจริญสถาพร อาจารย์ทักษิณา สันสยะวิชัย อาจารย์สุนี ศรีสิงห์ อาจารย์วิภาวรรณ กิตติวัชระ ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรที่ให้โอกาสในการดำเนินวิจัยโครงการนี้ คณะนักวิจัยในโครงการวิจัยป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อยจึงใคร่ขอขอบคุณท่านที่สนับสนุนงานวิจัยทั้งที่กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนาม ด้วยความเคารพ นับถือ และจริงใจมา ณ โอกาสนี้ด้วย

กรมวิชาการเกษตร

คณะผู้วิจัย

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
ศรีสุดา ทิพยรักษ์	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
วันทนา เลิศศิริวรกุล	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
อุดม วงศ์ชนะภัย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท
อมฤต วงษ์ศิริ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุดรธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น
ศิริรัตน์ เถื่อนสมบัติ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสกลนคร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น
มนตรี ปานตู	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท
ธรรมรัตน์ ทองมี	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท
ศุภกาญจน์ ล้วนมณี	กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
เนติรัฐ ชุมสุวรรณ	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
สุมาลี โพธิ์ทอง	ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
สุทธินันท์ ประสาธน์สุวรรณ์	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุดรธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น
กิติพร เจริญสุข	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสกลนคร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น
ดารารัตน์ มณีจันทร์	สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ
ศุภชัย อติชาติ	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
ปรีชา กาเพ็ชร	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
วีรกรณ์ แสงไสย์	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
ปิยะรัตน์ จังพล	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
ภาคภูมิ ถิ่นคำ	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
ชยันต์ ภักดีไทย	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์	ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ng	nanogram
µl	microlitre
mg	milligram
bp	base pair
PCR	polymerase chain reaction
qPCR	quantitative PCR
RT-PCR	reverse transcription PCR
C.C.S.	Commercial Cane Sugar
Lx	Lux
RH	relative humidity

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

โรคใบขาวของอ้อยเป็นโรคที่สร้างความเสียหายมากที่สุดในอุตสาหกรรมอ้อยของไทย มีการระบาดเป็นเวลายาวนานต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน สาเหตุหลักเกิดจากการใช้ท่อนพันธุ์ที่ติดเชื้อโรคใบขาว การระบาดส่วนใหญ่มักอยู่ในแหล่งปลูกที่สำคัญของประเทศ ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินทราย ขาดความอุดมสมบูรณ์จึงส่งผลต่อคุณภาพท่อนพันธุ์และความแข็งแรงของต้นอ้อยรวมทั้งมีการจัดการแปลงที่ไม่เหมาะสม มีการเผาใบที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของหน้าดินลดลง มักพบการแสดงอาการใบขาวมากในปีที่มีสภาพภูมิอากาศร้อน แล้ง ฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลานาน การลดพื้นที่การระบาด และการลดความรุนแรงของโรค ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากขาดความรู้ ความเข้าใจ ในตัวเชื้อโรค การเกิดโรคจึงทำให้ขาดวิธีการและเทคโนโลยีในการจัดการและควบคุมโรคอย่างยั่งยืน นอกจากนี้การคัดกรองโรคยังขาดประสิทธิภาพ สาเหตุจากความยุ่งยากซับซ้อนของวิธีการตรวจ และมีค่าใช้จ่ายที่สูง ทำให้หน่วยตรวจโรคมีน้อย ไม่สามารถยับยั้งการแพร่ระบาดได้ทันการณ์ การใช้อ้อยจากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพบว่าอาจเป็นหนึ่งในสาเหตุของการแพร่ระบาดสาเหตุจากใช้วิธีการตรวจโรคที่ไม่ถูกต้อง เกิดเป็นการขยายเพิ่มปริมาณอ้อยที่ติดเชื้อแบบอาการแฝง จากผลการศึกษาที่ผ่านมาของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นพบว่าการแสดงอาการใบขาวเกิดจากปัจจัยหลัก 3 ประการคือ 1) ความแข็งแรงของอ้อย ทั้งในส่วนของท่อนพันธุ์ และต้นในสภาพแปลง 2) สภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตที่ส่งผลต่อการเกิดภาวะเครียดในอ้อย ได้แก่สมดุลธาตุอาหาร ความชื้น น้ำ พื้นที่เสี่ยง และ 3) ปริมาณเชื้อโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อย ซึ่งเกี่ยวข้องกับการหาวิธีตรวจเชื้อและวิธีกำจัดเชื้อในเนื้อเยื่ออ้อยที่มีประสิทธิภาพ การศึกษาหาเทคโนโลยีและผสมผสานงานทั้งด้านการใช้ท่อนพันธุ์สะอาดและแข็งแรง การกำจัดเชื้อในระดับเนื้อเยื่อ การจัดการสมดุลธาตุอาหารในสภาพไร่ ที่เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมต่างๆ การลดความความเสียหายจากโรคใบขาวโดยหลีกเลี่ยงพื้นที่เสี่ยงภัยของโรคนี้ การสร้างความเข้าใจในตัวเชื้อ การส่งถ่ายเชื้อจากรุ่นสู่รุ่น และวิเคราะห์ปัจจัยในการเกิดโรคใบขาว รวมถึงการพัฒนาวิธีการตรวจโรคที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว แม่นยำ ง่าย ราคาไม่แพง จะทำให้ได้ข้อมูล แนวทางในการจัดการ และเทคโนโลยีในสู่การจัดการโรคใบขาวอย่างยั่งยืน

โรคใบขาวเกิดจากเชื้อPhytoplasma (Lin and Lee, 1968) มีการแพร่ระบาดโดยเชื้อติดไปกับท่อนพันธุ์และมีเพลี้ยจักจั่น *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura) (Chen, 1978) และ *Yamatotettix flavovitatus* (ยุพา และคณะ, 2548) เป็นแมลงพาหะนำโรค (Chen,1973,1978; Wongkaew et al., 1997) เพลี้ยจักจั่นชนิดนี้จะแพร่พันธุ์ได้ดีในดินทรายซึ่งเป็นที่วางไข่ ลักษณะของโรคจะพบใบเป็นสีเขียวอ่อนหรือขาวหรือขาวสลับเขียวอ่อน เนื่องจากคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย ใบเรียวแคบอ้อยที่เป็นโรคจะแคระแกร็นในระยะแตกกอจะสังเกตเห็นง่าย เนื่องจากใบที่เกิดใหม่จะเป็นสีขาวต้นอ้อยที่ได้รับเชื้อเมื่อยังมีความแข็งแรงจะไม่ปรากฏอาการให้เห็น โดยจะมีอาการโรคใบขาวแฝง แต่จะทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงตั้งแต่ 6.1-74.4% (กนกพร และคณะ, 2552) เมื่อนำต้นอ้อยเหล่านี้ไปทำพันธุ์จะทำให้การระบาดของโรคมากขึ้น หน่อที่งอกใหม่จะแสดงอาการของโรค และรุนแรงมากในอ้อยตอจนไม่สามารถให้ผลผลิต โรคใบขาวเป็นโรคที่ระบาดรุนแรงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีรายงานการระบาดครั้งแรกในปี พ.ศ.2495 ในอ้อยพันธุ์ NCo421 ในแหล่งปลูกอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง มีรายงานว่าในปี 2532 ทำความเสียหายให้กับพื้นที่ปลูกอ้อยในจังหวัดอุดรธานีประมาณ 50,000 ไร่ (อนุสรณ์, 2534 และ อนุสรณ์, 2536) ข้อมูลจากชมรม

กรมวิชาการเกษตร

สถาบันชาวไร่อ้อยภาคอีสาน ปี 2554 พบว่า มีการระบาดของโรคใบขาวมาก ที่จังหวัดมหาสารคาม 61,000 ไร่ ระบาดในเขตอีสานใต้(จังหวัดนครราชสีมาและชัยภูมิ) 44,598 ไร่ จังหวัดนครราชสีมา 41,645 ไร่ พื้นที่ระบาดในปี 2554 รวม 147,243 ไร่

สำหรับการส่งเสริมการเจริญเติบโตของอ้อยมีรายงานเบื้องต้นว่า การใช้ธาตุอาหารรองบางชนิดสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยที่ติดเชื้อได้กอบเกียรติและคณะ (2553) รายงานว่า อ้อยที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาจะแสดงอาการใบขาวหรือไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในพืชที่มีมากเกินไป มีธาตุสังกะสีและแมกนีเซียมน้อยกว่าอ้อยปกติ และพบว่าการใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) มากเกินไปทำให้พืชดูดใช้สังกะสี (Zn) น้อยลง การที่พืชดูดใช้เหล็ก (Fe) มากไป จะทำให้อ้อยดูดใช้ Zn น้อยลง ความรุนแรงของโรคมีความสัมพันธ์กับความสมดุลธาตุอาหารพืช เมื่อสัดส่วนของธาตุอาหารพืชผิดปกติ โดยเฉพาะเหล็ก/โพแทสเซียม (Fe/K ratio) เหล็ก/ไนโตรเจน (Fe/N ratio) จะทำให้กระบวนการชีวเคมี เช่นการเคลื่อนย้ายสารอาหาร ในอ้อยเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงข้ามอาจทำให้อ้อยอ่อนแอลง ง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อ และพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่พอเพียงกับอ้อยปลูกมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ใบขาวในอ้อยตอ 1 ลดลง การใส่โดโลไมท์ และ/หรือ ซิลิคอนร่วมกับปุ๋ยเคมีก็ให้ผลเช่นเดียวกันจึงตั้งสมมุติฐานว่าอ้อยที่เป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองในพืชไม่เหมาะสม ทำให้อ้อยที่ได้รับเชื้อโรคใบขาวแสดงอาการของโรคใบขาวออกมา จึงทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า อ้อยที่แสดงอาการใบขาวน่าจะมีปริมาณธาตุอาหารในพืชต่ำกว่าปกติ เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปจัดการให้อ้อยได้รับธาตุอาหารในระดับที่เหมาะสม เพื่อลดโรคใบขาว นอกจากนี้การจัดทำแปลงแม่พันธุ์ต้องหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาว ซึ่งเป็นปัญหาในเกษตรกรรายย่อย ที่พื้นที่ปลูกน้อย การปลูกแปลงแม่พันธุ์แบบกระจัดกระจายในแปลงเล็ก พบว่าเกิดใบชาวได้จากการติดเชื้อจากแปลข้างเคียงโดยแมลงพาหะ จากการศึกษาของ Kobori (2021) พบว่าการจัดการแปลงที่ออกแบบให้มีขอบแปลงที่มีความกว้างเกินระยะบินของแมลงพาหะล้อมรอบแปลงพันธุ์สะอาด สามารถลดการติดเชื้อจากแปลงข้างเคียงได้ ทำให้ได้ต้นพันธุ์สะอาด ดังนั้นในกรณีที่อยู่ในแหล่งที่มีการระบาดของโรคใบขาว การใช้หลักการนี้จะทำให้ได้เสมือนมีแปลงแยกกัก (isolation area) ที่ป้องกันการติดเชื้อจากแมลงได้

การแสดงอาการใบขาวในอ้อยพบว่าเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ความแข็งแรงของต้น และสภาพแวดล้อม โดยพบว่าอ้อยที่มีปริมาณเชื้อมากแต่ยังไม่แสดงอาการใบขาว จะแสดงอาการได้หากถูกกระตุ้นด้วยสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม พบว่าอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาว เมื่อผ่านสภาพอากาศร้อน แล้ง และขาดน้ำ เป็นระยะเวลานาน แล้วได้รับน้ำหลังจากนั้น จะแสดงอาการใบขาวหลังจากมีการคลี่ใบ หรือมีการงอกใบใหม่ อ้อยที่ลำหลักมีปริมาณเชื้อสูงมากมักจะแสดงอาการหน่อขาว แต่ในบางครั้งจะพบว่า หน่อขาวนั้นจะตายไป และหน่อใหม่ที่งอกอาจจะไม่แสดงอาการใบขาว มักพบได้ในแปลงที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง ชุ่มชื้นซึ่งอาจเกิดจากพืชสามารถควบคุม หรือลดปริมาณเชื้อใบขาวลงได้หากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การนำอ้อยเหล่านี้มาปลูกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ดินทราย แล้ง อาจพบอาการใบขาวได้ในรุ่นอ้อยปลูก หรือในรุ่นอ้อยตอ การสังเกตเหล่านี้แสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว

จากการศึกษาพบว่าสภาวะแล้ง ขาดน้ำ ทำให้อ้อยเกิดภาวะเครียด และหลังจากฟื้นตัวจากการได้รับน้ำแล้วพบว่าหลายต้นแสดงอาการใบขาว และยังพบอีกว่ากลุ่มที่แสดงอาการใบขาวเหล่านี้บางต้นใบที่เคยขาวกลับเขียวคืนได้อีก ส่วนต้นที่แสดงอาการใบขาวตั้งแต่เริ่มงอก จะไม่สามารถฟื้น

คืนได้และตายในที่สุด แสดงให้เห็นถึงตัวแปรสองชนิดที่แยกกัน คือ ปริมาณเชื้อ และการแสดงอาการใบขาว ซึ่งอาจมีสภาวะเครียดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เป็นตัวเชื่อมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรนี้ โดยที่พืชอาจมีปฏิกริยาตอบสนองต่อความเครียดที่สามารถควบคุมการแสดงอาการหรือปริมาณเชื้อได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอ้อยที่ติดเชื้อใบขาวมีการสร้างอนุมูลอิสระกลุ่ม Reactive oxygen species (ROS) ขึ้นเพื่อกำจัดเชื้อ รวมทั้งปฏิกิริยาต่อต้านอื่นอีกเพื่อกำจัดเชื้อซึ่งความสามารถของปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าเหล่านี้น่าจะขึ้นอยู่กับพันธุกรรมด้วย โดยจากการสังเกตพบว่าหน่อของอ้อยป่า (*S. spontaneum*) ที่แสดงอาการใบขาว จะไม่พัฒนาเป็นลำแต่จะเหี่ยวตายเร็วมาก ซึ่งแสดงถึงภาวะ Hypersensitive response (HR) ที่พืชชนิดนี้สร้างขึ้นเพื่อจำกัดการกระจายตัวของเชื้อรวมทั้งกำจัดเชื้อทิ้งไปด้วยการทำให้เซลล์ตายอย่างรวดเร็วในขณะที่ลูกผสมระหว่างอ้อยปลูก *(S.officinarum)* และอ้อยป่าแสดงอาการใบขาวชัดเจน

การกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิธีการต่างๆ ทั้งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การใช้สารต้านจุลชีพ พบว่ายังไม่ได้ผล ยังคงพบเชื้อได้ระดับมากน้อยแตกต่างกันไป อ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาวในระดับต่ำหรือมีปริมาณเชื้อน้อย จะไม่มีอาการใบขาว ในอ้อยเหล่านี้พบว่ามีสารและปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดจากความเครียดออกซิเดชั่นในระดับต่ำ ซึ่งอาจเกิดจากพืชไม่สามารถตรวจพบเชื้อปริมาณน้อยนี้ได้ แต่ในต้นที่มีปริมาณเชื้อสูงขึ้นแต่ยังไม่แสดงอาการ จะพบปฏิกิริยาดังกล่าวนี้สูงขึ้นแสดงถึงภาวะที่พืชตอบสนองเพื่อกำจัดเชื้อ รวมทั้งมีการสร้างสารประกอบอื่นเช่น ฟีนอลิก และแคลโลส เป็นต้น แต่หากมีภาวะเครียดจากสภาพแวดล้อมร่วมด้วย ยิ่งจะทำให้อ่อนแอลงการเกิดภาวะเครียดในพืชสามารถเกิดได้เช่นกันเมื่อพืชได้รับสารรังสี หากได้รับรังสีในระดับสูงจะทำให้พืชเกิดการกลายพันธุ์หรือตายหากได้รับในปริมาณสูงเกินไป ทั้งนี้เมื่อพืชได้รับรังสี จะทำให้เกิดอนุมูลอิสระ และพืชจะต่อต้านด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ดังนั้นหากทำการฉายรังสีระดับต่ำให้อ้อยที่ติดเชื้อใบขาวแต่ยังไม่แสดงอาการ เพื่อกระตุ้นให้สร้างปฏิกิริยาออกซิเดชั่น อาจจะทำให้พืชสามารถกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี

การป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อยที่ดีที่สุดคือการใช้พันธุ์ที่สะอาดปราศจากโรค ในการทำความสะอาดท่อนพันธุ์ รังษี และคณะ (2552) รายงานว่าการแช่ท่อนพันธุ์ในน้ำร้อน 2 รอบ ที่อุณหภูมิ 52 และ 50 องศาเซลเซียสสามารถกำจัดเชื้อที่ติดมากับท่อนพันธุ์ได้ดี ส่วนการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และเป็นที่ต้องการของเกษตรกร อย่างไรกตามการกำจัดเชื้อในท่อนพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ จากรายงานที่ผ่านมายังไม่มีวิธีใดประสบความสำเร็จ การแก้ปัญหาโดยใช้ต้นพันธุ์ปลอดเชื้อที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดเจริญ (meristem) ของอ้อยซึ่งยังไม่มีการพัฒนาของท่อน้ำท่ออาหารและเชื่อว่าไม่มีเชื้อไฟโตพลาสมาน่าจะเป็นวิธีแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต่อมาพบว่าวิธีการนี้ทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคใบขาวได้อย่างรวดเร็วและเกิดพร้อมกันในแหล่งที่นำไปปลูก โดยพบต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการติดเชื้อภายในต้นในระดับที่สามารถแสดงอาการใบขาวได้ ทั้งพบในรุ่นอ้อยปลูกและในรุ่นอ้อยตอ สาเหตุหลักเกิดจากการตรวจคัดกรองโรคเพื่อการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขาดประสิทธิภาพ ทำให้ไม่สามารถคัดกรองส่วนที่ยังติดโรคออกไปได้ โดยหลักแล้วประกอบไปด้วยวิธีการสุ่มตรวจตัวอย่างที่ต้องเป็นตัวแทนที่ดี คลอบคลุมผลมากที่สุด จำนวนครั้งในการขยายเพิ่มปริมาณเนื้อเยื่อที่ยังไม่พบการเพิ่มปริมาณของต้นอาการแฝงทีเล็ดลอดการสุ่มตรวจ รวมทั้งการเพิ่มปริมาณเชื้อภายในต้นที่ถูกเพาะเลี้ยงในสภาพที่อุดมสมบูรณ์ นอกจากนี้องค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่าง คือ ประสิทธิภาพของวิธีในการตรวจโรค ที่ต้องมีความไวสูง มีปัญหาด้านผลลบปลอมต่ำหรือไม่

กรมวิชาการเกษตร

มีเลย แต่ในกรณีที่มีการตรวจคัดกรองอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว การเพิ่มขยายเพิ่มปริมาณต้นหลายครั้งเกินไปในอาหารเพาะเลี้ยง อาจทำให้ปริมาณเชื้อในต้นเพิ่มมากขึ้นได้ ในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการใดที่มีความไวในการตรวจเชื้อระดับเป็นศูนย์ได้ แต่มีวิธีการที่ตรวจเชื้อในระดับที่ต่ำมากได้ ปัจจุบันแม้เกษตรกรจะขาดความเชื่อมั่นในต้นอ้อยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยเหตุผลที่พบต้นใบขาวในปริมาณสูงพร้อมกัน เนื่องจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยังเป็นวิธีที่จำเป็นในการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรค ดังนั้นจำนวนตัวอย่างที่สุ่มตรวจโรคที่พอเพียงคลอบคลุมประชากร จำนวนความถี่ในการสุ่มตรวจที่สามารถคัดกรองโรคได้ทุกครั้งที่มีการเพิ่มขยาย จำนวนครั้งในการขยายเพิ่มปริมาณที่ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณต้นที่มีเชื้อแฝง และวิธีการตรวจที่มีประสิทธิภาพ จะทำให้การขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และได้ต้นที่ปลอดเชื้ออย่างแท้จริงสำหรับการขยายพันธุ์

การทดลองตรวจเชื้อโรคใบขาวในอ้อยที่สำรวจได้จากแปลงเกษตรกร พบว่าตัวอย่างอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบลวก (Leaf scald) มักตรวจไม่พบเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวด้วยเทคนิคพีซีอาร์ โรคใบลวกเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomanas albilineans* เชื้อนี้มีการสร้างสารพิษ albicidin ที่ทำลายระบบท่อน้ำท่ออาหารของพืช สารพิษดังกล่าวอาจมีผลต่อการดำรงชีวิตของไฟโตพลาสมาด้วย นอกจากนี้จากการสำรวจในกลุ่มตัวอย่างที่ตรวจพบว่ามีเชื้ออื่นร่วมด้วย ที่สังเกตจากผลการตรวจด้วยเทคนิคพีซีอาร์นั้น มักไม่พบเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวในปริมาณที่สูง แตกต่างจากต้นที่ตรวจไม่พบเชื้ออื่น จะเห็นการติดเชื้อเดี่ยวที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาใบขาวมากหรือน้อยที่ชัดเจน ดังนั้นจึงอาจมีความเป็นไปได้ว่าเชื้อสาเหตุโรคอื่นในอ้อยบางชนิดอาจเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวของอ้อย ซึ่งอาจเป็นแนวทางในการพัฒนายาปฏิชีวนะหรือสารในการกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาได้และในการตรวจหาชนิดของเชื้อแบคทีเรียนั้น นอกจากใช้วิธีการตรวจลักษณะโคโลนีร่วมกับการตรวจผลทางชีวเคมีแล้ว การใช้เทคนิค HRM สามารถนำมาใช้ในการบ่งบอกชนิดของเชื้อแบคทีเรียหลายชนิดได้ โดยอาศัยหลักของความแตกต่างลำดับเบสของยีนเป้าหมาย ซึ่งวิธีการนี้มีความแม่นยำ รวดเร็ว ทำให้แยกความแตกต่างของเชื้อที่เกิดการติดเชื้อร่วมในตัวอย่างพืชได้

การตรวจโรคใบขาวอ้อยในปัจจุบันใช้วิธี PCR และเกือบทั้งหมดจะทำการตรวจยีน 16S-23S rDNAโดยยีนนี้มีชุดเครื่องหมายโมเลกุลที่มีการออกแบบไพร์เมอร์ให้จับกับบริเวณที่สามารถตรวจพบได้ในแบคทีเรียหลายชนิด และไฟโตพลาสมาได้หลายชนิด ดังนั้นการใช้เครื่องหมายโมเลกุลชุดนี้สามารถระบุว่ามีการติดเชื้อ แต่ไม่สามารถระบุชนิดของเชื้อได้ ส่วนการตรวจด้วย secAที่มีการออกแบบไพร์เมอร์ให้มีความจำเพาะกับเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวของอ้อยนั้น (ศุจิรัตน์ และคณะ, 2556) ถูกนำมาใช้ตรวจควบคู่ไปกับการตรวจ 16S-23S rDNAแต่จากประสบการณ์การตรวจโรคใบขาวที่ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นนั้น บางครั้งพบว่า 2 วิธีนี้ ให้ผลตรวจขัดแย้งกัน ทำให้ตัดสินผลค่อนข้างยาก สาเหตุหลักอาจเกิดได้จากปริมาณดีเอ็นเอที่ตรวจมีปริมาณน้อยมาก และแนวทางแก้ไขคือ ต้องทำหลายซ้ำ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองมากขึ้น หากมีการพัฒนาวิธีกี่ตรวจยีนชนิดอื่นเพิ่ม จะทำให้ผลการตรวจมีความมั่นใจ ถูกต้อง น่าเชื่อถือ และแม่นยำมากขึ้น

ยีน Imp เป็นยีนที่มีความสำคัญในไฟโตพลาสมา จัดเป็นยีนอนุรักษ์ชนิดหนึ่ง (conserved gene) จึงสามารถตรวจพบในไฟโตพลาสมาหลายชนิด มีรายงานการตรวจพบยีนนี้ในเชื้อหลายไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคหลายชนิด เช่น aster yellows (AY) and rice yellow dwarf (RYD) groups รวมทั้งพบว่าลำดับเบสของยีนนี้ของเชื้อไฟโตพลาสมาต่างๆ มีความแปรปรวนสูงมาก (Kakizawa et al., 2009)ดังนั้นการพัฒนาวิธีการตรวจยีนนี้ในเชื้อโรคใบขาวอ้อย 3 ชนิด รวมทั้งตรวจหาความ

แตกต่างของเชื้อจากการตรวจลำดับเบส เพื่อพัฒนาวิธีการแยกความแตกต่างของเชื้อร่วมด้วย จึงน่าจะมีความเป็นไปได้สูง

การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาจำเป็นต้องใช้การตรวจจากเนื้อเยื่อพืชต้องสงสัยเท่านั้น เนื่องจากไม่มีวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อในอาหารสังเคราะห์ วิธีที่นิยมใช้วิธี nested-PCR ที่สามารถตรวจเชื้อปริมาณต่ำมากได้ และจากประสบการณ์ยังพบว่ามีความไวสูงกว่า realtime PCR อีกด้วย แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ ช้า เพราะต้องทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ 2 ครั้ง และเกิดปัญหาปนเปื้อนดังกล่าวข้างต้น การใช้เทคนิค two steps-PCR เป็นการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ 2 ชุดต่อเนื่องกันในการทำพีซีอาร์เพียงครั้งเดียว จึงทำให้สามารถดำเนินการเสร็จภายในวันเดียวกัน ในปฏิกิริยาพีซีอาร์ชุดแรก จะทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพร์เมอร์ที่มีการออกแบบเป็นชนิด M13F tailed primer ก่อน ซึ่งสามารถจับดีเอ็นเอเป้าหมายที่ต้องการ จากนั้นจึงเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอตำแหน่งนั้นด้วย M13 primer วิธีการนี้นิยมใช้ในการตรวจลำดับเบส การศึกษา genotyping ด้วยวิธี fragment analysis ที่ต้องมีการติดสัญญาณฟลูออเรสเซนต์ จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงมาก ดังนั้นการประยุกต์วิธีการดังกล่าวนี้จะทำให้สามารถเพิ่มความไวให้กับวิธี direct PCR ได้ โดยไม่ต้องใช้เทคนิค nested-PCR สามารถใช้ตรวจยีนเป้าหมายทั้ง 3 ชนิดในที่นี้ ได้แก่ 16S-23S rDNA, secAและ impในปฏิกิริยาชุดเดียวกัน หรือเรียกว่า multiplex PCR ได้ หากผลผลิตพีซีอาร์มีขนาดที่ต่างกันดังนั้นการประยุกต์วิธีการดังกล่าวนี้จะทำให้การตรวจโรคใบขาวอ้อยมีความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ประหยัด ลดค่าใช้จ่ายส่วนของวัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการตรวจลงไปได้อีกมาก

เชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยในไทยตามรายงานพบว่ามี 3 ชนิด คือ เชื้อโรคใบขาวอ้อย (sugarcane white leaf: SCWL) เชื้อโรคใบขาวร่วมกับอาการกอฝอย (sugarcane grassy shoot: SCGS) และ เชื้อโรคกอตะไคร้ (sugarcane green grassy shoot : SCGGS) โดยเชื้อสองชนิดแรกมีอาการที่เด่นชัดคืออาการใบขาว โดยเชื้อ SCWL จะไม่แสดงอาการแตกกอฝอย ส่วนเชื้อ SCGS จะแสดงอาการแตกกอฝอยขาวร่วมด้วย ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในอ้อยทุกอายุ ทั้งที่ยอดและหน่อ ส่วนอ้อยที่ติดเชื้อSCGGS นั้น แสดงอาการแตกกอฝอยและใบยังคงมีสีเขียวก่อนแห้งตายไป อาการของโรคโดยเฉพาะอาการใบขาวจะเห็นได้เด่นชัดในแหล่งปลูกที่เป็นดินทรายมากกว่าแหล่งปลูกที่เป็นดินเหนียว อาการเส้นกลางใบเหลืองในอ้อย มักพบในแหล่งปลูกภาคกลางและภาคตะวันออก โดยมักถูกเข้าใจว่าเป็นอาการขาดธาตุอาหารหรือจากสภาพแล้งเนื่องจากมักพบอาการใบแห้งร่วมด้วย แต่จากการสังเกตจะพบว่าอาการเส้นกลางใบเหลืองนี้บางครั้งไม่พบในกอที่ปลูกข้างๆ กันและในบางกอที่มีอาการนี้ จะแสดงหน่อขาวซีด ซึ่งระดับสีแตกต่างจากหน่อขาวที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะอาการเส้นกลางใบเหลืองสามารถสังเกตพบได้มากเช่นเดียวกันในแปลงเกษตรกรที่อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี การศึกษาเบื้องต้นโดยวิเคราะห์ชนิดของเชื้อโตพลาสมาในตัวอย่างที่เก็บมาจากแปลงปลูกของเกษตรกรในเขตจังหวัดสระแก้วที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองและมีการแตกหน่อฝอยขาว และต้นที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองจากนครสวรรค์ พบว่ามีลำดับนิวคลิโอไทด์ของยีน 16S-23S rDNA เหมือนกับ SCGS ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองที่พบในอำเภอกุมภวาปียังไม่มีการศึกษา แต่จากการศึกษาของ Soufi et al. (2013) ที่เก็บตัวอย่างจากตำบลท่าพระ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชลบุรี พบว่ามีลำดับนิวคลิโอไทด์ของยีนนี้เหมือนกับ SCWL รวมทั้งยังพบว่าอาการเส้นกลางใบเหลืองนี้ไม่ได้เกิดจากเชื้อ Westren-X disease phytoplasma ที่เป็นสาเหตุของโรคใบเหลืองในอ้อยด้วย จากการสำรวจเบื้องต้นพบอ้อยที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองในแหล่งปลูกภาคกลางและภาคตะวันออก

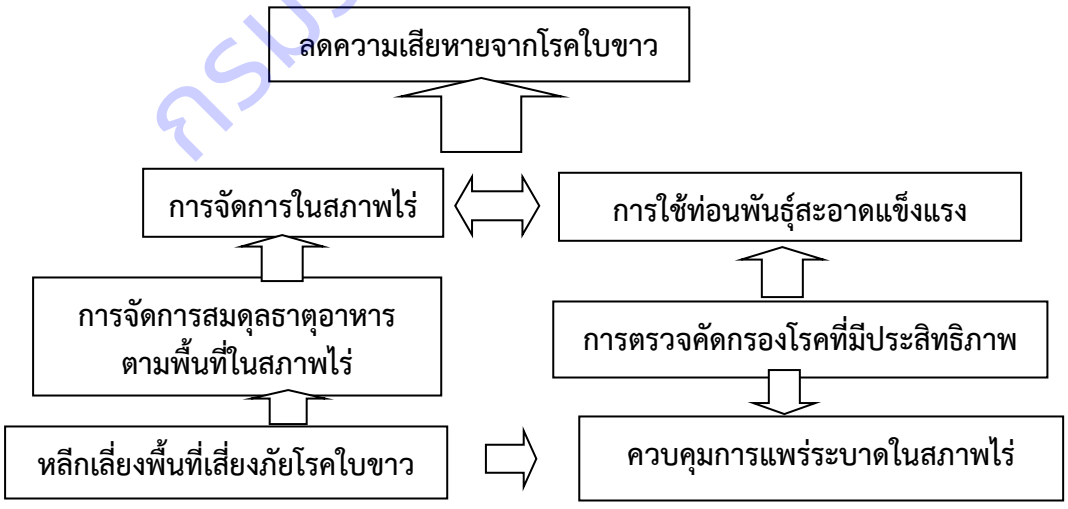
มากกว่าในแหล่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทั้งสองแหล่งมีลักษณะดินที่แตกต่างกัน ในแหล่งปลูกภาคกลางหากไม่ใช่แหล่งดินทรายมักไม่ค่อยพบอาการใบขาว ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นแหล่งดินทราย พบอาการใบขาวได้มากและรุนแรง ดังนั้นจึงอาจมีความเป็นไปได้ว่าอาการเส้นกลางใบเหลืองอาจเป็นอาการหนึ่งของอาการโรคใบชาว ซึ่งหากนำท่อนพันธุ์ที่มีมาจากลำที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองมาปลูกในแหล่งดินทราย อาจจะแสดงอาการใบขาวได้ ดังนั้นการศึกษาถึงเชื้อสาเหตุ ระดับปริมาณเชื้อนั้นในต้นที่มีอาการเส้นกลางใบเหลือง จะทำให้ทราบได้ว่าอาการเส้นกลางใบเหลืองดังกล่าวมานี้ เป็นหนึ่งในอาการของโรคใบขาวอ้อยหรือไม่ เพื่อประโยชน์ในการจัดการและควบคุมการแพร่กระจายของโรคใบขาวให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดทำคำแนะนำการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวเฉพาะพื้นที่
2. เพื่อหาวิธีการกำจัดเชื้อโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อย

วิธีการวิจัย

การศึกษาหาเทคโนโลยีและผสมผสานงานทั้งด้านการใช้ท่อนพันธุ์สะอาดและแข็งแรง การกำจัดเชื้อในระดับเนื้อเยื่อ การจัดการสมดุลธาตุอาหารในสภาพไร่ ที่เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมต่างๆ การลดความเสียหายจากโรคใบขาวโดยหลีกเลี่ยงพื้นที่เสี่ยงภัยของโรคนี้ การสร้างความเข้าใจในตัวเชื้อและอาการของโรค การส่งถ่ายเชื้อจากรุ่นสู่รุ่น และวิเคราะห์ปัจจัยในการเกิดโรคใบขาวเพื่อควบคุมการแพร่ระบาดในสภาพไร่ รวมถึงการพัฒนาวิธีการตรวจโรคที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว แม่นยำ ง่าย ราคาไม่แพง จะทำให้ได้ข้อมูล แนวทางในการจัดการ และเทคโนโลยีในสู่การจัดการโรคใบขาวอย่างยั่งยืน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงความเชื่อมโยงของการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการระบาดและลดความเสียหายจากโรคใบขาวอ้อยอย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการศึกษาประกอบด้วย 5 กิจกรรม คือ 1) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักและรองในอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในระดับต่างๆ 2) ศึกษาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์ 3) ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว ดำเนินการในเขตปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน 9 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง คัดเลือกพื้นที่ปลูกอ้อยในสภาพดินทราย 4) การจัดการโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยการระบาดโรคใบขาวอ้อย ประกอบด้วยการจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวอ้อย และการทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว และ 5) การกำจัดเชื้อสาเหตุโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อย ประกอบด้วย การศึกษาผลของปริมาณเชื้อและสภาวะแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในอ้อยผลของการติดเชื้อโรคอื่นซ้ำซ้อนต่อเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวของอ้อยในสภาพไร่ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการแสดงอาการใบขาวและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาวการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่และวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวด้วยเทคนิค M13-tagged two steps- PCR ที่แม่นยำและมีความไวสูงและการศึกษาการถ่ายทอดปริมาณเชื้อโรคใบขาวในอ้อยสู่อ้อยตอและการแสดงอาการของโรคในสภาพไร่ การใช้เทคนิค HRM ในการตรวจชนิดเชื้อแบคทีเรียที่เกิดร่วมกับเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย การศึกษาอุบัติการณ์การตรวจพบเชื้อโรคใบขาวอ้อยที่มีอาการร่วมกับเส้นกลางใบเหลืองและการจำแนกชนิดของเชื้อด้วยการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์ และการศึกษาการเพิ่มปริมาณของเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากการขยายพันธุ์หลายรุ่นในอาหารสังเคราะห์

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โรคใบขาวของอ้อยเป็นโรคที่สร้างความเสียหายมากที่สุดในอุตสาหกรรมอ้อยของไทย มีการระบาดเป็นเวลายาวนานต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน การใช้ท่อนพันธุ์ปลอดเชื้อร่วมกับการจัดการในสภาพไร่ เป็นแนวทางในการจัดการโรคใบขาวได้อย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาในหัวข้อดังกล่าว เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำคำแนะนำการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวเฉพาะพื้นที่ และเพื่อให้ได้เทคโนโลยีในการกำจัดเชื้อในสภาพเนื้อเยื่อ

ในการจัดการในสภาพไร่ ผลจากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารรองในอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในระดับต่างๆ ร่วมกับการตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา พบว่าสัดส่วนธาตุอาหารในอ้อยที่เหมาะสมที่ทำให้อ้อยไม่เป็นโรคใบขาว ในอ้อยปลูก พบว่ามีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 0.83, 0.45, 1.136, 0.094, 0.093, 0.0077 และ 0.0009 ตามลำดับ และอ้อยตอ ร้อยละ 1.42 0.48 1.73 0.19 0.09 0.011 และ 0.00096 มีสมดุลของธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมระหว่าง 8.81-8.96 และมีสมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสระหว่าง 2.50-2.79 ในลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์ พบว่าการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่เข้มข้น 1% ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาทีทำให้เชื้อไฟโตพลาสมาลดลง จากการศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว ใน 9 จังหวัด พบว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยลดความรุนแรงของการแสดงอาการใบขาวได้ การปลูกอ้อยในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวสร้างความสูญเสียต่อผลผลิต จากการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงการระบาดของโรคใบขาวอ้อยเพื่อใช้สำหรับวางแผนการปลูก โดยใช้ข้อมูลชนิดของเนื้อดิน ความลึกของชั้นดินบน ความแน่นของดิน จากชุดดิน 294 ชุดดิน นำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการ ความรุนแรงใบขาวของอ้อย ร่วมกับปริมาณน้ำฝน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลเป็นเชิงพื้นที่และเชิงเวลา พบว่าแผนที่ที่ได้มีความแม่นยำแต่ละระดับความเสี่ยง (น้อยไปมาก :1-5) ตั้งแต่ 50% ถึง 100% ในพื้นที่เสี่ยง นอกจากการจัดการธาตุอาหาร พบว่าการปลูกอ้อยตามถั่วลิสง และ ถั่วมะแฮะ เพื่อหมุนเวียนจะสามารถตัดวงจรการระบาดของโรคใบขาวลงได้ ในการจัดทำแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย จากการทดลองโดยใช้อ้อยที่ผ่านการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาว มีเชื้อในระดับสีฟ้าและสีเขียว (0-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) ร่วมกับการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area พบว่าไม่พบเชื้อโรคใบขาวในระดับไม่ปลอดภัยต่อการเกิดโรคใบขาว การขยายผลจากการนำท่อนพันธุ์อ้อยตอ 1 ไปในไร่เกษตรกร ที่อำเภอน้ำพองยังไม่พบโรคใบขาว

ในการศึกษาตัวแปรการเกิดโรคเพื่อจัดการควบคุมกำจัดเชื้อในระดับเนื้อเยื่อพืช ผลจากการศึกษาผลของปริมาณเชื้อและสภาวะแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในอ้อยที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวระดับต่างๆ พบว่าปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาตั้งแต่ 100 copy/ul สามารถชักนำอาการใบขาวในอ้อยได้ ที่ 10 copy/ul หรือน้อยกว่า ไม่แสดงอาการใบขาว ส่วนเชื้อน้อยกว่า 1 copy/ul พบว่าหน่อใหม่ที่งอกมีสีเขียว จากการทดสอบอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีเชื้อในระดับต่ำกว่า 10 copy/ul ในสภาพไร่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ใน 5 จังหวัด พบว่าไม่แสดงอาการใบขาวในอ้อยปลูก ดังนั้นระดับปริมาณเชื้อที่ควรใช้ในการคัดกรองต้นแม่พันธุ์ควรอยู่ที่ระดับต่ำกว่า 1 copy/ul ส่วนในการควบคุมการแพร่ระบาดและลดความรุนแรงในสภาพไร่ ควรมีระดับเชื้อไม่เกิน 10 copy/ul ในการศึกษาถึงการเพิ่มของปริมาณเชื้อใบขาวในอ้อยที่ปลูกในแปลง และแสดงภาวะเครียดจากการขาดน้ำ พบว่าเชื้อมีการเพิ่มปริมาณสูงขึ้นภายในต้นเมื่อเข้าสู่หน้าแล้งและเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่อเข้าสู่หน้าฝน แสดงให้เห็นว่าในสภาวะเครียดเชื้อใบขาวมีการเพิ่มปริมาณภายในต้นตามการ

เจริญเติบโตของพืช ส่วนในการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าเชื้อไฟโตพลาสมามีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามจำนวนรุ่นที่ขยาย และเชื้อมีการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นในการขยายพันธุ์อ้อยปลอดเชื้อด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำเป็นต้องมีการตรวจเชื้อเพื่อคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อสำหรับการขยายในรุ่นต่อมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรุ่นที่ 2 และไม่ควรขยายพันธุ์เกิน 3 -4 รุ่น

อาการเส้นกลางใบเหลืองในอ้อยมักถูกมองว่าเกิดจากการขาดธาตุ ผลจากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองร่วมกับอาการคล้ายเป็นโรคสำรวจในแหล่งปลูกอ้อย 7 จังหวัดพบว่าปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยของแต่ละจังหวัดอยู่ที่ระดับปกติ จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ พบว่าทั้งหมดเป็นเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ Sugarcane green grassy shoot (SCGGS), Sugarcane grassy shoot (SCGS) *และ* Sugarcane white leaf (SCWL) ดังนั้นเพื่อการควบคุมการแพร่ระบาดมีประสิทธิภาพ อาการเส้นกลางใบเหลืองนี้จึงเป็นอาการหนึ่งของโรคอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา ซึ่งไม่ควรนำไปขยายพันธุ์ ในการหาแนวทางกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในเนื้อเยื่ออ้อยโดยหาเชื้อปฏิปักษ์ต่อเชื้อใบขาว ด้วยการปลูกเชื้อในอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาว พบว่าเชื้อกลุ่ม Xanthomonas มีแนวโน้มของเชื้อใบขาวลดลงหรือคงตัว ซึ่งอาจนำไปพัฒนาต่อเป็นสารกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในเนื้อเยื่อได้ ส่วนการฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลัน เพื่อแนวทางในการกำจัดเชื้อในเนื้อเยื่ออ้อย พบว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ฉายรังสีมีการแสดงอาการใบขาวมากกว่ากลุ่มฉายรังสี โดยพบว่าระดับปริมาณเชื้อในเนื้อเยื่ออาจมีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้รังสี รังสีที่ระดับ 20-60 Gy อาจสามารถกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาที่มีปริมาณในระดับ 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng หรือน้อยกว่าได้ การตรวจคัดกรองเชื้อนับเป็นหัวใจสำคัญในการควบคุมโรคใบขาว แต่วิธีการตรวจเชื้อใบขาวในปัจจุบันยังมีปัญหาความล่าช้า ความไว ความแม่นยำของวิธีการและราคาแพง ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการใหม่ 4 วิธีการ ได้แก่ (1) เทคนิค M13-tagged two-steps-PCR เพื่อทดแทนวิธี nested-PCR ที่ใช้เวลานานและราคาสูง (2) พัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่ในการตรวจยีน Immunodominant protein (IMP) สำหรับการตรวจระดับปริมาณเชื้อใบขาวด้วย qPCR เพื่อทดแทนเครื่องหมายโมเลกุลเดิมที่มีปัญหาความไม่แม่นยำ (3) พัฒนาเทคนิค Loop-mediated Isothermal Amplification (LAMP) ที่ตรวจโรคใบขาวที่ง่าย รวดเร็ว และประหยัด สามารถนำไปใช้ในการตรวจโรคใบขาวได้ในห้องปฏิบัติทั่วไป (4) เทคนิค High-Resolution Melting (HRM) เพื่อแยกชนิดแบคทีเรียอย่างรวดเร็วที่รบกวนการตรวจหาเชื้อโรคใบขาวในตัวอย่างอ้อย

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาจัดทำเป็นคำแนะนำการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวเฉพาะพื้นที่ที่ผสมผสานข้อมูลการจัดการในสภาพไร่ การใช้ท่อนพันธุ์สะอาด ที่ใช้เทคโนโลยีด้านการตรวจคัดกรองโรค ร่วมกับองค์ความรู้ด้านการลดความเสี่ยงในการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาวด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งจะนำไปสู่การลดความเสียหายจากโรคใบขาวและการจัดการควบคุมการระบาดของโรคได้อย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

ABSTRACT

Sugarcane white leaf disease is one of the most devastated diseases that has long been destroying sugarcane productivity in Thailand. Planting of clean seed canes in cooperation with field management, promote effectivity and sustainability controlling of this disease. This project thus aimed to achieve outputs of those research activities mentioned, to formulate region-specific condition technologies and recommendations for sustainably controlling of the white leaf disease. Moreover, it is also aimed to develop technologies for effective white leaf disease elimination in the plant tissues that can be used as source for clean and healthy seed canes.

In the field condition, the study on trace elements in the sugarcane with different white leaf disease severity revealed that nutrient elements concentration i.e., nitrogen, phosphorus potassium, calcium, magnesium, iron, and zinc in plant tissues at 0.83%, 0.45%, 1.136%, 0.094%, 0.093%, 0.0077% and 0.0009% respectively, promoted seed canes health in plant canes, while those of ratoon cane were at of 0.39%, 0.13%, 0.097%, 0.029%, 0.034%, 0.0038% and 0.0006% respectively. The proper balance of nitrogen and magnesium was 8.81-8.96, and potassium and phosphorus was 2.50-2.79. To promote seed cane health and reduce white leaf symptom, soaking seed canes in 1% $ZnSo_4$ solution for 15 to 20 minutes resulted in healthy seed canes that harbored low phytoplasma concentration. Field management plays part in subsiding disease severity. The study on nutrient management in the fields located in 9 provinces, showed that application of fertilizers as recommended by soil tests based on deficiency correction reduced the incidence of white leaf disease. It is known that planting in the disease hot spot reduce the production. In this study, the white leaf disease risk map was created using soil data of 294 soil series and rainfall, then spatial and temporal analysis of data. Accuracy analysis of the map based on different disease severity level at low to high risks (1 to 5) was between 50% to 100%. To promote sugarcane productivity in the white leaf disease risk areas, using of peanut and pigeon pea as rotate crops can interrupt the cycle of white leaf disease. In the experiment on producing of healthy mother plant plot in the low risk area, clean seed canes with low phytoplasma in the blue and green codes level were planted in the field with border area. It was found that phytoplasma in the seed canes were at low concentration and classified as safe level. Extension of this clean seed cane production technology has been transferred to the farmers. No white leaf disease was observed so far.

To understanding the phytoplasma pathogenicity in plant tissues, investigation on the impact of phytoplasma doses and growing environment to white leaf symptom

expression was conveyed. It was found that some plants harboring phytoplasma concentration at 100 copies/µl showed transient white leaf symptom, while those at 10 copies and less, did not show white symptom in the leaf. The new shoots emerged from plant samples with phytoplasma less than 1 copy/µl revealed green. No white leaf symptom observed in sugarcane var KK3. harbored phytoplasma concentration at less than 10 copies/µl testing in the field located in 5 different planting areas. Hence, the phytoplasma concentration at less than 10 copies/µl can be used as threshold for field disease surveillance, while at less than 1 copy is used as screening threshold of healthy seed canes. The investigation on the increase of phytoplasma concentration in plant with severe drought stress in the field revealed that increase of phytoplasma concentration during summer and proliferate higher during rainy season along with plant growth. In the sugarcane propagated by tissue culture revealed phytoplasma proliferation along with the consecutive subculturing and distribute unevenly in the plant tissues. Therefore, screening for phytoplasma free mother plantlet is essential. The subculturing should not more than 3 to 4 generations.

Yellow midrib syndrome was recognized as malnutrition in sugarcane. Nutrient analysis of the suspected sugarcane samples with yellow midrib syndrome surveying from 7 provinces revealed normal levels. Nucleotide analysis revealed 3 phytoplasmas i.e., sugarcane green grassy shoot (SCGGS), sugarcane grassy shoot (SCGS) and sugarcane white leaf (SCWL). It is thus concluded that the yellow midrib syndrome in sugarcane is a mild symptom of phytoplasma infected diseases and not recommended for propagation. The searching for a potential bacterial antagonist to control phytoplasma in plant tissues revealed that the inoculation of *Xanthomonas* spp. in sugarcane with phytoplasma infection, resulted in reduction or stabilized the number of plants with white leaf symptom. This finding can lead to further development of antibiotic to suppress phytoplasma in plant tissue. Irradiation was applied as trial to eliminate the pathogen in the sugarcane tissue. The result showed that acute gamma irradiation in sugarcane var KK3 population resulted in lower number of plants with white leaf. The effectiveness of the irradiation affected by phytoplasma concentration in the plant tissues. Irradiation at 20-60 Gy were effective in the plant harbored phytoplasma at 1 copy/ul or less. Disease screening is the main part to control white leaf disease spreading, however the detection techniques are facing slowness, high cost, detection sensitivity and precision. Four new detection techniques were developed in this project. (1) M13-tagged two-steps-PCR was developed as a high sensitivity method alternative to the nested-PCR. (2). The new markers developed for the Immunodominant protein (IMP) was found more accurate quantification of phytoplasma in qPCR than the marker of 16rDNA based.

(3). LAMP detection techniques was developed as the fast, simple and low cost for white leaf disease detection. (4). High-Resolution Melting (HRM) was developed identifying of bacterial in the multiple infection in 1 day.

The result and information from the above experiments that integrate field management technology in cooperation with clean seed canes production technology will be used to formulate the area-based recommendation for effective white leaf disease control. The cost-effective detection techniques in cooperation with disease tolerant threshold will be use as the recommendation for disease surveillance to effective and sustainably control of the white leaf disease

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 1

ศึกษาปริมาณธาตุอาหารรองในอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในระดับต่างๆ
Study on Trace Element in White Leaf Disease Sugarcane

วันทนา เลิศศิริวรกุล ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศรีสุดา ทิพยรักษ์
Wantana Lertsiriworakul , Suchirat Sakuanrungsirikul , Srisuda Tippayaruk
ศุภกาญจน์ ล้วนมณี เนติรัฐ ชุมสุวรรณ
Suphakarn Luanmanee , Netirat Chumsuwan

คำสำคัญ (Keywords)

อ้อย, ธาตุอาหาร, โรคใบขาวอ้อย
Sugarcane, Nutrients, Sugarcane white leaf disease

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารรองในอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในระดับต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารในอ้อยกับการแสดงอาการโรคใบขาว ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น กรรมวิธีทดลอง ใช้ท่อนพันธุ์ขอนแก่น3 อายุ 10 เดือน ที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาระดับต่างๆ จำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีเชื้อน้อยมาก (0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) (รหัสสีฟ้า) ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีเชื้อระดับต่ำ (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) (รหัสสีเขียว) ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีเชื้อปานกลาง (1-100 copy/ul in 25 ng plant DNA) (รหัสสีส้ม) และ ท่อนพันธุ์อ้อยที่ตรวจพบเชื้อสูง (> 100 copy/ul in 25 ng plant DNA) (รหัสสีแดง) แบ่งท่อนพันธุ์แต่ละกลุ่มการติดเชื้อฯ ออกเป็นส่วนโคน กลาง และปลาย วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก และรอง (%N %P %K %Ca %Mg %Zn และ %Fe) นำอ้อยไปเพาะหลังจากอ้อยงอกได้ 4 สัปดาห์ วิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาเพื่อดูการถ่ายทอดเชื้อผ่านทางท่อนพันธุ์ ๆ หลังจากนั้นทำการติดตามกออ้อยตอทั้ง 4 กลุ่ม โดยทำการทดลองกลุ่มละ 5 กอ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารก่อนและหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน และปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน

ผลการศึกษาพบว่าท่อนพันธุ์อ้อยที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 0.83 0.45 1.136 0.094 0.093 0.0077 และ 0.0009 ตามลำดับ เป็นปริมาณธาตุที่เหมาะสมทำให้อ้อยไม่เป็นโรคใบขาวโดยมีผลตรวจโรคใบขาวเป็นรหัสสีฟ้า หากมีธาตุดังกล่าวในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 0.39 0.13 0.097 0.029 0.034 0.0038 และ 0.0006 ตามลำดับ จะส่งเสริมให้มีปริมาณเชื้อในท่อนพันธุ์อ้อยมากขึ้นจนถึงระดับที่อ้อยสามารถแสดงอาการใบขาวได้ทุกเวลาและไม่เหมาะสมที่จะนำไปทำพันธุ์โดยมีผลตรวจโรคใบขาวเป็นรหัสสีแดง ในท่อนพันธุ์อ้อยควรมีสมดุลของธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมระหว่าง 8.81-8.96 และมีสมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสระหว่าง 2.50-2.79 จึงจะทำให้ท่อนพันธุ์นั้นสามารถนำไปทำพันธุ์ได้

สำหรับอ้อยตอมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 1.42 0.48 1.73 0.19 0.09 0.011 และ 0.00096 จึงจะทำให้อ้อยตอไม่เป็นโรคใบขาวและให้ผลตรวจโรคเป็นรหัสสีฟ้า อ้อยตอที่ให้ผลตรวจโรคใบขาวเป็นรหัสสีแดงมีธาตุไนโตรเจน

กองวิชาการ

ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 1.11 0.75 1.33 0.36 0.17 0.0059 0.0015 ตามลำดับ สมดุลของธาตุอาหารที่จะทำให้ไม่เกิดโรคใบขาว ได้แก่ สมดุลของไนโตรเจนและแมกนีเซียมในอ้อยตอควรอยู่ในช่วง 15-25 สมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสควรอยู่ในช่วง 2.36-3.61 และสมดุลของธาตุเหล็กและสังกะสีควรอยู่ในช่วง 11-25

Abstract

This research aims study the relationship between sugarcane nutrients and the quantity of sugarcane white leaf disease. The research had been conducted in Khonkaen Field Crops Research Center. The treatments were 4 levels of sugarcane white leaf phytoplasma in seed cane 1) 0 -0 . 5 copy of sugarcane white leaf phytoplasma per ul in 25 ng plant DNA (blue code) 2) 0.5-1.0 copy of sugarcane white leaf phytoplasma per ul in 25 ng plant DNA (green code) 3) 1-100 copy of sugarcane white leaf phytoplasma per ul in 25 ng plant DNA (orange code) and 4) > 100 copy of sugarcane white leaf phytoplasma per ul in 2 5 ng plant DNA (red code), using sugarcane variety KhonKean 3 10 months age. The results showed that, the blue code seed cane had suitable nutrients as nitrogen phosphorus potassium calcium magnesium iron and zinc 0.83% 0.45% 1.136% 0.094% 0.093% 0.0077% and 0.0009% respectively. The red code seed cane had non suitable for those nutrients about 0.39% 0.13% 0.097% 0.029% 0.034% 0.0038% and 0.0006% respectively. The non-suitable nutrients in seed cane will promote increasing sugarcane white leaf phytoplasma therefore sugarcane shows symptoms of white leaf and no use for seed cane. The nutrient balance in healthy plant cane, nitrogen, and magnesium balance between 8.81-8.96 and potassium and phosphorus balance between 2.50-2.79 can use for seed cane.

In ratoon cane, the blue code seed cane had suitable nutrients as nitrogen phosphorus potassium calcium magnesium iron and zinc 1.42% 0.48% 1.73% 0.19% 0.09% 0.011% and 0.00096% respectively. The red code seed cane had non suitable for those nutrients about 1.11% 0.75% 1.33% 0.36% 0.17% 0.0059% and 0.0015% respectively. The nutrient balance in healthy ratoon cane, nitrogen and magnesium balance between 15-25, potassium and phosphorus balance between 2.36-3.61, iron and zinc balance between 11-25.

บทนำ

เชื้อไฟโตพลาสมาเป็นเชื้อสาเหตุของโรคใบขาว เป็นสิ่งมีชีวิตเซลเดียวขนาด 80-100 นาโนเมตร ไม่มีผนังเซล รูปร่างไม่แน่นอน อาศัยอยู่ภายในเซลอ้อยในส่วนของ Sieve cell และ Phloem parenchyma cell ในเนื้อเยื่อท่อลำเลียงน้ำของพืช มีชีวิตอยู่ในเซลพืชที่มีชีวิตเท่านั้น (พรทิพย์, 2542) เชื้อจะตายเมื่อพืชอาศัยตาย ในปัจจุบันยังไม่มีพันธุ์ต้านทานโรค ในส่วนของธาตุอาหารรองกับโรคใบขาวมีรายงานเบื้องต้นว่า การใช้ธาตุอาหารรองบางชนิดสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยที่ติดเชื้อได้ กอบเกียรติและคณะ (2553) รายงานว่า อ้อยที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาจะแสดงอาการใบขาวหรือไม่

กรมวิชาการเกษตร

ขึ้นกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในพืชที่มีมากเกินไป มีธาตุสังกะสีและแมกนีเซียมน้อยกว่าอ้อยปกติ และพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) มากเกินไปทำให้พืชดูดใช้สังกะสี (Zn) น้อยลง การที่พืชดูดใช้เหล็ก (Fe) มากไป จะทำให้อ้อยดูดใช้ Zn น้อยลง ความรุนแรงของโรคมีความสัมพันธ์กับสมดุลธาตุอาหารพืช เมื่อสัดส่วนของธาตุอาหารพืชผิดปกติ โดยเฉพาะเหล็ก/โพแทสเซียม (Fe/K ratio) เหล็ก/ไนโตรเจน (Fe/N ratio) จะทำให้กระบวนการชีวเคมี เช่นการเคลื่อนย้ายสารอาหาร ในอ้อยเปลี่ยนแปลงไป ในทางตรงข้ามอาจทำให้อ้อยอ่อนแอลง ง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อ และพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่พอเพียงกับอ้อยปลูกมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ใบขาวในอ้อยตอ 1 ลดลง การใส่โดโลไมท์ และ/หรือ ซิลิคอนร่วมกับปุ๋ยเคมีก็ให้ผลเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Anderson and Bowen (1990) ที่ประเมินธาตุอาหารในใบอ้อย โดยเก็บตัวอย่างแผ่นใบอ้อยตำแหน่งใบที่เห็นข้อสุดท้าย (the top visible dewlap ; TVD) ในช่วงสร้างลำ ซึ่งระดับธาตุอาหารในใบอ้อยที่จะให้ผลผลิตอย่างเหมาะสมควรมีไนโตรเจน 2.00-2.60% ฟอสฟอรัส 0.22-0.30% โพแทสเซียม 1.00-1.60% แคลเซียม 0.20-0.45% แมกนีเซียม 0.15-0.32% เหล็ก 50-105 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สังกะสี 12-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงตั้งสมมุติฐานว่าอ้อยที่เป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองในพืชไม่เหมาะสม ทำให้อ้อยที่ได้รับเชื้อโรคใบขาวแสดงอาการของโรคใบขาวออกมา จึงทำการทดลองเพื่อศึกษาให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในอ้อยปกติที่ไม่เป็นโรคใบขาวและอ้อยที่แสดงอาการใบขาว ซึ่งน่าจะมีปริมาณธาตุอาหารในพืชต่ำกว่าปกติ เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปจัดการให้อ้อยได้รับธาตุอาหารในระดับที่เหมาะสมเพื่อลดการโรคใบขาว

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1) ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาระดับต่างๆ
2) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในท่อนพันธุ์อ้อย
3) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างอ้อย
4) วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับเก็บ และ บันทึกข้อมูล

วิธีการ

แบบและวิธีการทดลอง ไม่มีแผนการทดลอง

กรรมวิธี: ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาระดับต่างๆ ตามวิธีการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาของ ศุจิรัตน์ (2558)

1) ท่อนพันธุ์อ้อยที่ตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาน้อยมาก (รหัสสีฟ้า)
2) ท่อนพันธุ์อ้อยที่ตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาต่ำ (รหัสสีเขียว)
3) ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาปานกลาง (รหัสสีส้ม)
4) ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาสูง (รหัสสีแดง)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

จำแนกท่อนพันธุ์อ้อยอายุ 10 เดือนตามการติดเชื้อไฟโตพลาสมาเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาน้อยมากตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมา 0-0.5 copy/ul ใน 25 ng ของ

กรมวิชาการเกษตร

DNA พืช (รหัสสีฟ้า) ท่อนพันธุ์กลุ่มนี้สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ จะยังไม่เกิดอาการใบขาว 2) กลุ่มที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาต่ำตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมา 0.5-1 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช(รหัสสีเขียว) ท่อนพันธุ์กลุ่มนี้สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ จะยังไม่เกิดอาการใบขาว แต่อาจพัฒนามีเชื้อมากขึ้นได้ หากผ่านสภาวะเครียด 3) กลุ่มที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาปานกลางตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมา 1-100 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช (รหัสสีส้ม) เป็นกลุ่มที่อาจเกิดใบขาวได้ภายใน crop นี้ และในอ้อยตอหากผ่านสภาวะเครียด ไม่ควรนำไปทำพันธุ์ และ 4) กลุ่มที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาสูงตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมามากกว่า 100 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช (รหัสสีแดง) เป็นกลุ่มที่สามารถเกิดใบขาวได้ทุกเวลาไม่ควรนำไปทำพันธุ์ แบ่งท่อนพันธุ์แต่ละกลุ่มออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์ ส่วนที่สองนำไปเพาะกรรมวิธีละ 4 ซ้ำเพื่อดูการถ่ายทอดเชื้อผ่านทางท่อนพันธุ์ หลังจากนั้นทำการติดตามกออ้อยตอที่มีการตัดลำไปทำท่อนพันธุ์ทั้ง 4 กลุ่ม โดยทำการทดลองกลุ่มละ 5 กอ ใส่ปุ๋ยให้ทั้ง 20 กอตามค่าวิเคราะห์ดินโดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ทำการเก็บตัวอย่างใบ Top visible dewlap ส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาก่อนและหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน

การบันทึกข้อมูล

1) ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในท่อนพันธุ์อ้อย
2) ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์อ้อย %N %P %K %Ca %Mg %Zn %Fe
3) ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในต้นกล้าอ้อยที่อายุ 2 สัปดาห์
4) คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน (pH %OM Avail.P Exch.K Exch.Ca Exch.Mg Avail.Zn และ Avail.Fe) เก็บตัวอย่างดินแบบ Composite sample ส่งวิเคราะห์ที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร ของกออ้อยที่มีการติดเชื้อโรคใบขาว 4 กลุ่ม
5) ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อยก่อนและหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน
6) ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อย %N %P %K %Ca %Mg %Zn %Fe ก่อนและหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา ตุลาคม 2558 –กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1.1 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารรองในอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในระดับต่างๆ

1. ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย

ผลการทดลองพบว่า ท่อนพันธุ์กลุ่มรหัสสีฟ้าที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาน้อยมาก เมื่อนำไปปลูกจะได้ต้นที่มีเชื้อไฟโตพลาสมา 3 ระดับ โดยส่วนโคนจะได้ต้นอ้อยที่มีปริมาณเชื้อฯ รหัสสีเขียว และสีส้มใกล้เคียงกันร้อยละ 43 และ 57 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากส่วนกลางลำจะได้ต้นที่มีปริมาณเชื้อรหัสสีฟ้า สีเขียว และสีส้ม โดยจะได้ต้นอ้อยที่มีปริมาณเชื้อรหัสสีเขียวมากที่สุดร้อยละ 50 และท่อนพันธุ์จากส่วนปลายลำจะได้ต้นที่มีปริมาณเชื้อรหัสสีฟ้า สีเขียว และสีส้ม โดยจะได้ต้นอ้อยที่มีปริมาณเชื้อรหัสสีส้ม

กรมวิชาการเกษตร

มากที่สุดร้อยละ 43 เมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้ง 7 ลำแล้วพบว่าแม้นำท่อนพันธุ์ที่มีเชื้อน้อยไปปลูกต้นอ้อยที่ได้จะมีเชื้ออยู่ในระดับสีส้มมากที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 44 รองลงมาเป็นรหัสสีเขียวร้อยละ 41 และ สีฟ้าร้อยละ 15 เมื่อดูจากปริมาณเชื้อในท่อนพันธุ์อ้อยในระดับที่สามารถนำไปทำพันธุ์ได้ คือรหัสสีฟ้าและสีเขียว มีสัดส่วนร้อยละ 56 :ซึ่งการพบเชื้อในระดับสีฟ้าและสีเขียวในต้นอ้อย ดังกล่าว สามารถนำท่อนไปขยายพันธุ์ต่อได้ โดยจะยังไม่เกิดอาการใบขาวใน crop นี้ (Table 1.1)

ท่อนพันธุ์กลุ่มรหัสสีเขียวมีเชื้อในระดับต่ำ เมื่อนำไปปลูกพบเชื้อรหัสสีฟ้า สีเขียว และสีส้ม ท่อนพันธุ์จากส่วนกลางลำดีที่สุดเนื่องจากมีการตรวจพบเชื้อรหัสสีฟ้า และรหัสสีเขียว ไม่พบเชื้อรหัสสีส้มและสีแดง ส่วนโคนพบเชื้อรหัสสีเขียวและส้ม ส่วนปลายลำพบแต่เชื้อระดับสีเขียวเท่านั้น ซึ่งเชื้อที่พบในระดับสีส้มอาจเกิดใบขาวได้ภายใน crop นี้ และอาจพบใบขาวในอ้อยตอหากผ่านสภาวะเครียด ดังนั้นหากท่อนพันธุ์มีเชื้อในระดับสีส้มควรหลีกเลี่ยงการนำส่วนโคนไปทำพันธุ์เนื่องจากพบเชื้อในระดับสีส้มเมื่อนำไปปลูกและเกิดสภาวะเครียดขึ้นอาจเกิดใบขาวได้ภายใน crop นี้ เมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้ง 4 ลำแล้วพบว่าหากนำท่อนพันธุ์ที่ตรวจพบเชื้อระดับสีเขียวนี้ไปทำพันธุ์ก็มีโอกาสจะเกิดโรคและไม่เกิดโรคใบขาวร้อยละ 11 และ89 ตามลำดับ (Table 1.1)

ท่อนพันธุ์ที่ตรวจพบเชื้อกลุ่มรหัสสีส้ม มีเชื้อระดับปานกลาง เมื่อนำไปปลูกจะพบเชื้อในต้นอ้อยทั้งสีฟ้า สีเขียว และสีส้ม โดยส่วนโคนและส่วนกลางลำจะพบเชื้อในระดับสีเขียวและสีส้ม ส่วนปลายลำจะพบเชื้อระดับสีฟ้า สีเขียว และสีส้ม จากผลการทดลองเป็นที่ยืนยันได้ว่าหากพบเชื้อในท่อนพันธุ์อ้อยในระดับสีส้มนั้นไม่ควรนำไปทำพันธุ์เนื่องจากมีโอกาสเกิดโรคร้อยละ 63 ซึ่งระดับของเชื้อที่จะนำไปทำพันธุ์ต่อได้คือสีฟ้าและสีเขียวซึ่งพบร้อยละ 6 และ 32 ตามลำดับ (Table 1.1)

ท่อนพันธุ์ที่ตรวจพบเชื้อกลุ่มรหัสสีแดง เมื่อนำไปปลูกจะพบเชื้อในต้นอ้อยทั้งสีฟ้า สีเขียว และสีส้ม โดยพบร้อยละ 11 18 และ 70 ตามลำดับ ซึ่งไม่ควรนำไปทำพันธุ์เพราะมีโอกาสแพร่กระจายโรคออกไปได้มากที่สุดถึงร้อยละ 70 (Table 1.1)

โดยสรุปแล้วพบว่าท่อนพันธุ์ที่ตรวจพบเชื้อกลุ่มรหัสสีฟ้าและสีเขียวซึ่งจัดว่าเป็นท่อนพันธุ์คุณภาพดีเมื่อนำไปปลูกจะได้ต้นที่มีเชื้อกลุ่มรหัสสีฟ้าและสีเขียว ในสัดส่วนมากกว่าท่อนพันธุ์ที่ตรวจพบเชื้อกลุ่มรหัสสีส้มและสีแดง

2. ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์อ้อย

ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีการติดเชื้อไฟโตพลาสมาน้อยมากรหัสสีฟ้า คือมีการติดเชื้อน้อยกว่า 0.5 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช มีผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์ทุกตัวสูงกว่าท่อนพันธุ์อ้อยที่มีการติดเชื้อต่ำรหัสสีเขียว ติดเชื้อปานกลางระดับสีส้ม และติดเชื้อสูงระดับสีแดง (Table 1.2) โดยท่อนพันธุ์รหัสสีฟ้ามีปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์ ดังนี้มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี 0.83% 0.45% 1.136% 0.094% 0.093% 0.0077% และ 0.0009% ตามลำดับ ท่อนพันธุ์รหัสสีเขียวมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี 0.72% 0.36% 1.016% 0.078% 0.083% 0.0066% และ 0.0008% ตามลำดับ ท่อนพันธุ์รหัสสีส้มมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี 0.72% 0.28% 0.824% 0.0066% 0.074% 0.0057% และ 0.0007% ตามลำดับ และท่อนพันธุ์รหัสสีแดงมีปริมาณธาตุ

อาหารทุกตัวน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับท่อนพันธุ์รหัสสีอื่นๆโดยมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี 0.39% 0.13% 0.097% 0.029% 0.034% 0.0038% และ 0.0006% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารในแต่ละส่วนของลำอ้อยพบว่า 1) ท่อนพันธุ์ที่มีการติดเชื้อน้อย(สีฟ้า) มีปริมาณธาตุอาหารในส่วนโคน กลาง ปลายลำใกล้เคียงกัน ยกเว้นธาตุโพแทสเซียมจะพบในส่วนปลายมากกว่าส่วนโคนและกลางลำ โดยปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่พบในส่วนปลายมากกว่าส่วนโคนร้อยละ 32 แต่ธาตุแมกนีเซียมกับพบในส่วนโคนมากที่สุดและพบในส่วนกลางน้อยที่สุด โดยปริมาณธาตุแมกนีเซียมที่พบในส่วนโคนมากกว่าส่วนกลางลำร้อยละ 22 2)ท่อนพันธุ์ที่มีการติดเชื้อต่ำ(สีเขียว) มีธาตุไนโตรเจนมากที่สุดส่วนกลางลำ มีธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี มากที่สุดส่วนโคนลำ 3) ท่อนพันธุ์ที่มีการติดเชื้อปานกลาง(สีส้ม) ส่วนกลางลำจะมีปริมาณธาตุอาหารน้อยกว่าส่วนอื่นยกเว้นธาตุแมกนีเซียมกับสังกะสีจะพบที่ส่วนกลางลำมากที่สุด และ 4) ท่อนพันธุ์ที่มีการติดเชื้อสูง(สีแดง)ธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ส่วนกลางลำ ได้แก่ธาตุไนโตรเจน แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก ส่วนธาตุฟอสฟอรัสและโปแทสเซียมอยู่ที่กลางลำมากกว่าส่วนอื่น และธาตุสังกะสีอยู่ที่ปลายลำมากกว่าส่วนอื่นๆ (Table 1.2)

3. สมดุลของธาตุอาหารในท่อนพันธุ์อ้อย

ท่อนพันธุ์อ้อยมีระดับการติดเชื้อน้อยมาก ต่ำ ปานกลาง และสูง มีสมดุลของธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียม 8.96 8.81 9.84 และ 11.44 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมื่ออ้อยมีการติดเชื้อมากขึ้นในระดับสีส้มและสีแดงค่าสมดุลของธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากในท่อนพันธุ์มีปริมาณแมกนีเซียมลดลงมาก ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลระหว่างธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมขึ้น สำหรับสมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัส ของท่อนพันธุ์อ้อยมีระดับการติดเชื้อน้อยมาก ต่ำ ปานกลาง และสูง มีค่า 2.50 2.79 2.93 และ 0.76 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสในการติดเชื้อน้อยมากกับต่ำมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าเริ่มลดลงเมื่อมีการติดเชื้อปานกลาง และลดลงมากเมื่อมีการติดเชื้อสูง แสดงให้เห็นว่าอ้อยที่มีการติดเชื้อสูงมีโพแทสเซียมลดลงมาก จึงเกิดภาวะไม่สมดุลระหว่างธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัส (Table 1.2)

4. การจัดการธาตุอาหารของอ้อยตอ

หลังจากตัดลำหลักไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและดูการถ่ายทอดเชื้อผ่านทางท่อนพันธุ์แล้ว ดำเนินการตัดลำอ้อยออกจากกอให้หมด เพื่อให้อ้อยตอมีการแตกหน่อขึ้นมาใหม่ แล้วทำการติดตามการติดเชื้อโรคใบขาวของอ้อยตอจากกอที่มีระดับการติดเชื้อทั้ง 4 กลุ่ม ทำการเก็บตัวอย่างดินจากกอที่มีการติดเชื้อรหัสสีฟ้า เขียว ส้ม แดง โดยเก็บดินจากทุกกอที่มีผลรหัสสีเดียวกันมารวมกันเป็น composite sample ส่งดินวิเคราะห์รหัสสีละ 1 ตัวอย่าง เพื่อนำมาคำณวนปุ๋ยที่ใส่ให้กับอ้อยตอในแต่ละรหัสสีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยมีผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 30 ซม.แสดงในTable 1.3

การจัดการธาตุอาหารบริเวณกออ้อยตอ นำการจัดการสมดุลธาตุอาหารเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเป็นโรคใบขาวมาใช้ ดังนี้ การปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เหมาะสม ถ้าดินมีพีเอช 4.5-5.0 ปรับปรุงโดยการหว่านปูนขาวอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ หรือใส่ฟิลเตอร์เค้ก 1 ตันต่อไร่ ดินมีพีเอชน้อยกว่า 4.5 ปรับปรุงโดยการหว่านปูนขาวอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ หรือใส่ฟิลเตอร์เค้ก 2 ตันต่อไร่ การจัดการธาตุอาหารถ้าดินมีอินทรียวัตถุต่ำมาก (%OM < 0.5%) จะใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

0.5 เท่าของคำแนะนำ ในที่นี้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของอ้อยปกติถ้า%OM < 0.5% แนะนำให้ใส่ไนโตรเจน 18 กิโลกรัมต่อไร่ ในอ้อยตอจะใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเป็น 27 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังได้นำสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมกับธาตุฟอสฟอรัสมาพิจารณาร่วมด้วย ถ้าสัดส่วนของ K/P มากกว่า 4.55 ทำการเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัสให้มากกว่าเดิม 0.3 เท่า เนื่องจากดินมีค่า K/P เกินปกติ (กอบเกียรติ, 2553) โดยการจัดการธาตุอาหารบริเวณกออ้อยตอ แสดงใน Table 1.3

เนื่องจากค่าวิเคราะห์ดินจากกอรหัสสีฟ้า สีเขียว สีส้ม และสีแดงมีค่าอินทรียวัตถุต่ำ มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง และมีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับปานกลาง จึงทำการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทส อัตรา 27-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับธาตุสังกะสีนั้นกออ้อยรหัสสีฟ้า สีเขียว และสีส้มมีค่า Zn ที่เป็นประโยชน์สูง จึงไม่ได้ใส่ธาตุสังกะสี ส่วนกออ้อยรหัสสีแดงมีค่า Zn ที่เป็นประโยชน์ต่ำจึงใส่ธาตุสังกะสีในรูป $ZnSO_4$ ในอัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

5. ปริมาณธาตุอาหารและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อยตอ

การจัดการธาตุอาหารให้กับอ้อยในระดับกอของอ้อยตอกลุ่มรหัสสีทั้ง 4 ระดับของการติดเชื้อโรคใบขาวเพื่อที่จะไม่ให้มีการติดเชื้อมากขึ้น จาก Table 1.4 จะเห็นได้ว่าอ้อยในกลุ่มรหัสสีฟ้าที่มีตัวเชื้อน้อยอยู่แล้ว เมื่อมีการจัดการสมดุลธาตุอาหารโดยใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 27-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ โดยไม่มีการใส่ธาตุสังกะสีเพิ่มเติมเนื่องจากในดินมีสังกะสีที่เป็นประโยชน์สูงถึง 2.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารในใบก่อนและหลังการใส่ปุ๋ย 1 เดือนพบว่าการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อยในกลุ่มนี้ไม่ดีนักปริมาณธาตุอาหารหลังใส่ปุ๋ยลดลงจากตอนก่อนใส่ปุ๋ยทุกธาตุ ทำให้หลังใส่ปุ๋ยอ้อยมีการติดเชื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากรหัสสีฟ้าเป็นสีเขียว ซึ่งก็อยู่ในระดับที่สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ สำหรับอ้อยตอในกลุ่มสีเขียวการจัดการสมดุลธาตุอาหารโดยใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 27-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ไม่มีการใส่ธาตุสังกะสีเพิ่ม อ้อยในกลุ่มนี้สามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบเพิ่มขึ้นเกือบทุกค่า ยกเว้นธาตุสังกะสี ทำให้หลังใส่ปุ๋ยยังคงรักษาระดับการติดเชื้ออยู่ที่รหัสสีเขียวเหมือนเดิม ส่วนกลุ่มรหัสสีส้มซึ่งมีการจัดการธาตุอาหารเช่นเดียวกับสีฟ้าและสีเขียว แต่หลังใส่ปุ๋ยกลับมีปริมาณเชื้อใบขาวลดลงจากสีส้มเป็นสีฟ้า จะเห็นได้ว่ากลุ่มรหัสสีส้มมีการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสได้ดีขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การติดเชื้อโรคใบขาวลดลง และกลุ่มสีแดงมีการจัดการสมดุลธาตุอาหารโดยใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 27-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ร่วมกับการใส่ธาตุสังกะสีในรูป $ZnSO_4$ ในอัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ากลุ่มรหัสสีแดงมีการดูดใช้ธาตุอาหารลดลงทุกธาตุยกเว้นธาตุเหล็กและธาตุสังกะสีมีการดูดใช้มากขึ้นจะเห็นได้ว่าเกิดความไม่สมดุลของธาตุเหล็กและธาตุสังกะสี แต่กลับมีสมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นทำให้หลังจากใส่ปุ๋ยแล้วการติดเชื้อโรคใบขาวลดลงจากสีแดงเป็นสีเขียว

จากผลการทดลองสมดุลของธาตุอาหารในใบที่เหมาะสมที่จะไม่ทำให้เกิดโรคใบขาว นั้นพบว่าสมดุลไนโตรเจนและแมกนีเซียมในใบควรอยู่ในช่วง 15-25 สมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสควรอยู่ในช่วง 2.36-3.61 สมดุลของธาตุเหล็กและสังกะสีควรอยู่ในช่วง 11-25 หากน้อยกว่าหรือมากกว่านี้ก็จะไม่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ท่อนพันธุ์อ้อยควรมีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมโดยมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 0.83 0.45 1.136 0.094 0.093 0.0077 และ 0.0009 ตามลำดับ จึงจะทำให้อ้อยไม่เป็นโรคใบขาวโดยมีผลตรวจโรคใบขาวเป็นรหัสสีฟ้า หากมีธาตุดังกล่าวในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 0.39 0.13 0.097% 0.029% 0.034% 0.0038% และ 0.0006% ตามลำดับ จะส่งเสริมให้มีปริมาณเชื้อในท่อนพันธุ์อ้อยมากขึ้นจนถึงระดับที่อ้อยสามารถแสดงอาการใบขาวได้ทุกเวลาและไม่เหมาะสมที่จะนำไปทำพันธุ์โดยมีผลตรวจโรคใบขาวเป็นรหัสสีแดง สมดุลของธาตุอาหารในท่อนพันธุ์อ้อยควรมีสมดุลของธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมระหว่าง 8.81-8.96 และมีสมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสระหว่าง 2.50-2.79 จึงจะทำให้ท่อนพันธุ์นั้นสามารถนำไปทำพันธุ์ได้

สำหรับอ้อยตอมีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในปริมาณสูงกว่าในท่อนพันธุ์โดยมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 1.42 0.48 1.73 0.19 0.09 0.011 และ 0.00096 จึงจะทำให้อ้อยตอไม่เป็นโรคใบขาวและให้ผลตรวจโรคเป็นรหัสสีฟ้า และอ้อยที่แสดงอาการใบขาวในอ้อยตอก็มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าในท่อนพันธุ์เช่นกันโดยมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 1.11 0.75 1.33 0.36 0.17 0.0059 0.0015 ตามลำดับ และสมดุลของไนโตรเจนและแมกนีเซียมในอ้อยตอควรอยู่ในช่วง 15-25 สมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสควรอยู่ในช่วง 2.36-3.61 สมดุลของธาตุเหล็กและสังกะสีควรอยู่ในช่วง 11-25 ที่จะไม่ทำให้เกิดโรคใบขาว

ข้อเสนอแนะ (เชิงการนำไปใช้ประโยชน์ บอกผลลัพธ์ (outcome) ที่มีผลกระทบในทางกว้างที่นำผลผลิตไปใช้ หรือนำไปวิจัยต่อ)

การพัฒนาต่อยอดในแปลงต้นแบบการผลิตและกระจายพันธุ์อ้อยสะอาดสำหรับนำไปใช้ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว ซึ่งจะนำผลงานวิจัยที่ได้ไปจัดการแปลงผลิตและกระจายพันธุ์อ้อยสะอาดได้รับธาตุอาหารในระดับที่เหมาะสม โดยมีกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ แปลงผลิตพันธุ์อ้อยของ ศวร. ขอนแก่น และแปลงผลิตพันธุ์อ้อยของ ศวพ.จังหวัดที่มีการผลิตพันธุ์อ้อย

กรมวิชาการเกษตร

Table 1.1 Phytoplasma detection in sugarcane leaves at 4 weeks

รหัสสี ฟ้า/ลำที่	ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา			
	โคนลำ	กลางลำ	ปลายลำ	
1.ฟ้า	ส้ม	ฟ้า	ฟ้า	
2.ฟ้า	ส้ม	เขียว	ส้ม	
3.ฟ้า	เขียว	เขียว	เขียว	
4.ฟ้า	เขียว	เขียว	ส้ม	
5.ฟ้า	ส้ม	ไม่งอก	เขียว	
6.ฟ้า	เขียว	ส้ม	เขียว	
7.ฟ้า	ส้ม	ส้ม	ฟ้า	
	ร้อยละที่พบ			เฉลี่ย
ฟ้า	0	17	29	15
เขียว	43	50	29	41
ส้ม	57	33	43	44

รหัสสี เขียว/ลำที่	ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา			
	โคนลำ	กลางลำ	ปลายลำ	
1.เขียว	ไม่งอก	ฟ้า	ไม่งอก	
2.เขียว	เขียว	เขียว	เขียว	
3.เขียว	เขียว	เขียว	เขียว	
4.เขียว	ส้ม	เขียว	เขียว	
	ร้อยละที่พบ			เฉลี่ย
ฟ้า	0	25	0	8
เขียว	67	75	100	81
ส้ม	33	0	0	11

รหัสสี ส้ม/ลำที่	ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา			
	โคนลำ	กลางลำ	ปลายลำ	
1.ส้ม	ไม่งอก	ส้ม	ส้ม	
2.ส้ม	ไม่งอก	ไม่งอก	ฟ้า	
3.ส้ม	ส้ม	ส้ม	เขียว	
4.ส้ม	ส้ม	ส้ม	ส้ม	
5.ส้ม	ส้ม	เขียว	เขียว	
6.ส้ม	เขียว	ส้ม	เขียว	
	ร้อยละที่พบ			เฉลี่ย
ฟ้า	0	0	17	6
เขียว	25	20	50	32
ส้ม	75	80	33	63

รหัสสี แดง/ลำที่	ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา			
	โคนลำ	กลางลำ	ปลายลำ	
1.แดง	เขียว	ฟ้า	ส้ม	
2.แดง	ไม่งอก	ส้ม	เขียว	
3.แดง	ส้ม	ไม่งอก	ฟ้า	
4.แดง	ส้ม	ส้ม	ส้ม	
5.แดง	ส้ม	เขียว	ไม่งอก	
6.แดง	ไม่งอก	ส้ม	ส้ม	
7.แดง	ไม่งอก	ไม่งอก	ส้ม	
8.แดง	ส้ม	ไม่งอก	ส้ม	
	ร้อยละที่พบ			เฉลี่ย
ฟ้า	0	20	14	11
เขียว	20	20	14	18
ส้ม	80	60	71	70

หมายเหตุ :

ฟ้า = มีเชื้อน้อยมาก ตรวจพบ DNA ของเชื้อ 0-0.5 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช

เขียว = ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ ตรวจพบ DNA ของเชื้อ 0.5-1 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช

ส้ม = มีเชื้อระดับปานกลาง ตรวจพบ DNA ของเชื้อ 1-100 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช

แดง = มีเชื้อสูง ตรวจพบ DNA ของเชื้อมากกว่า 100 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช

กรมวิชาการเกษตร

Table 1.2 Nutrient concentration of seed cane in different phytoplasma infections year 2017.

รหัสสี		%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%Fe	%Zn	N/Mg	K/P
ฟ้า	โคน	0.82	0.45	1.002	0.081	0.102	0.0077	0.0010	8.04	2.24
ฟ้า	กลาง	0.83	0.45	1.084	0.099	0.084	0.0070	0.0007	9.87	2.43
ฟ้า	ปลาย	0.83	0.47	1.323	0.102	0.092	0.0084	0.0008	8.97	2.84
ฟ้า	**เฉลี่ย**	**0.83**	**0.45**	**1.136**	**0.094**	**0.093**	**0.0077**	**0.0009**	**8.96**	**2.50**
เขียว	โคน	0.69	0.38	1.157	0.101	0.092	0.0093	0.0011	7.50	3.01
เขียว	กลาง	0.77	0.35	1.101	0.087	0.088	0.0059	0.0009	8.70	3.16
เขียว	ปลาย	0.70	0.36	0.791	0.046	0.068	0.0046	0.0004	10.22	2.21
เขียว	**เฉลี่ย**	**0.72**	**0.36**	**1.016**	**0.078**	**0.083**	**0.0066**	**0.0008**	**8.81**	**2.79**
ส้ม	โคน	0.77	0.32	0.797	0.066	0.067	0.0065	0.0005	11.49	2.48
ส้ม	กลาง	0.67	0.25	0.785	0.045	0.072	0.0052	0.0009	9.28	3.13
ส้ม	ปลาย	0.73	0.28	0.888	0.086	0.083	0.0054	0.0006	8.76	3.19
ส้ม	**เฉลี่ย**	**0.72**	**0.28**	**0.824**	**0.066**	**0.074**	**0.0057**	**0.0007**	**9.84**	**2.93**
แดง	โคน	0.46	0.11	0.093	0.034	0.040	0.0047	0.0004	11.47	0.88
แดง	กลาง	0.36	0.16	0.100	0.026	0.030	0.0029	0.0004	12.12	0.64
แดง	ปลาย	0.34	0.13	0.099	0.028	0.032	0.0038	0.0009	10.72	0.77
แดง	**เฉลี่ย**	**0.39**	**0.13**	**0.097**	**0.029**	**0.034**	**0.0038**	**0.0006**	**11.44**	**0.76**

หมายเหตุ :

ฟ้า = มีเชื้อน้อยมาก ตรวจพบ DNA ของเชื้อ 0-0.5 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช

เขียว = ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ ตรวจพบ DNA ของเชื้อ 0.5-1 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช

ส้ม = มีเชื้อระดับปานกลาง ตรวจพบ DNA ของเชื้อ 1-100 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช

แดง = มีเชื้อสูง ตรวจพบ DNA ของเชื้อมากกว่า 100 copy/ul ใน 25 ng ของ DNA พืช

กรมวิชาการเกษตร

Table 1.3 Soil analysis in different phytoplasma infections

ตัวอย่าง	pH (1:1)	% OM	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	ใส่ปุ๋ย $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$+ $ZnSO_4$
รหัสสีฟ้า	5.14	0.52	53	35	180	4	5	2.12	27-3-12+0

รหัสสีเขียว	5.55	0.48	45	38	266	6	24	1.83	27-3-12+0
รหัสสีส้ม	5.62	0.51	42	40	294	7	17	1.64	27-3-12+0
รหัสสีแดง	5.62	0.53	90	45	304	10	24	0.46	27-3-12+7.6

หมายเหตุ : % OM = อินทรียวัตถุ (%)

P = ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)

K = โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)

Ca = แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)

Mg = แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)

Fe = เหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)

Zn = สังกะสีที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)

Table 1.4 Nutrient concentration and phytoplasma infections in sugarcane leaves

รหัสสี	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%Fe	%Zn	N/Mg	K/P	Fe/Zn	ปริมาณเชื้อฯ
1. ฟ้าก่อนใส่ปุ๋ย	1.42	0.48	1.73	0.19	0.09	0.0110	0.00096	15	3.61	11	
2. ฟ้าหลังใส่ปุ๋ย	1.67	0.44	0.94	0.13	0.06	0.0068	0.00036	27	2.12	19	เขียว
3.เขียวก่อนใส่ปุ๋ย	1.38	0.26	0.99	0.12	0.07	0.0076	0.00024	20	3.80	32	
4.เขียวหลังใส่ปุ๋ย	1.56	0.42	1.14	0.14	0.08	0.0156	0.00000	19	2.68		เขียว
5.ส้มก่อนใส่ปุ๋ย	1.88	0.24	0.75	0.14	0.07	0.0079	0.00028	27	3.18	28	
6.ส้มหลังใส่ปุ๋ย	1.75	0.39	0.93	0.14	0.07	0.0061	0.00024	25	2.36	25	ฟ้า
7.แดงก่อนใส่ปุ๋ย	1.11	0.75	1.33	0.36	0.17	0.0059	0.0015	7	1.77	4.04	
8.แดงหลังใส่ปุ๋ย	0.97	0.38	1.19	0.17	0.13	0.0125	0.0031	8	3.14	4.08	เขียว

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ธงชัย ตั้งเปรมศรี ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วันทนา ตั้งเปรมศรี นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย เกษม ชูสอน. 2553. การจัดการสมดุลธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มความทนทานของอ้อยที่มีต่อโรคใบขาวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 302-304. *ใน รายงานผลงานวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น* ประจำปี 2553. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นฤทัย วรสถิตย์ วีระพล พลรักดี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล กาญจนา กิระศักดิ์ นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย ปรีชา กาเพ็ชร รังษี เจริญสถาพร อิสระ พุทธสิมมา สุนี ศรีสิงห์ สุพัตรา ดลโสภณ กนกพร เมาลานนท์ วิภาวรรณ กิตติวัชระเจริญ ณัฐกฤต พิทักษ์ อมรา ไตรศิริ สุพจน์ กิตติปัญญา และ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์. 2553. การวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาโรคใบขาวของอ้อย. หน้า 5051-5073. *ใน :ผลงานแผนงานฉบับสมบูรณ์ ปี 2549-2553*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุพัตรา ดลโสภณ นฤทัย วรสถิตย์ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และเทวา เมาลานนท์. 2552. หยุดโรคใบขาวด้วยเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรค. ใน :36 ปี ผลงานวิจัยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 . เอกสารประกอบการสัมมนาร่วมสำนักวิจัยและพัฒนาเขต 3-5 วันที่ 10-12 มีนาคม 2552 ณ โรงแรมขอนแก่นโฮเต็ล อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น.

พรทิพย์ วงศ์แก้ว. 2542. *การจัดการโรคใบขาวของอ้อย*. โครงการจัดการโรคใบขาวของอ้อย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการผลิตและการบริการ. ขอนแก่นพิมพ์พัฒนาจำกัด ขอนแก่น. 228 หน้า.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ สุรศักดิ์ แสนโคตร ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์ SecA เครื่องหมายโมเลกุลใหม่ในการตรวจโรคใบขาวของอ้อยที่แม่นยำสูง. 2556. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2555. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1-15.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์ รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558. วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบขาวของอ้อยด้วยเทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 69-89.

Anderson, D.L. and Bowen J.E. 1990.*Sugarcane nutrition*. Potash and phosphate institute of Canada, Foundation for Agronomic Research Atlanta Georgia USA.39 p.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2

ศึกษาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์

Reduce Sugarcane White Leaf Disease in Seedcane by Zn Solution Stalk Soaking

วันทนา เลิศศิริวรกุล ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศรีสุดา ทิพยรักษ์
Wantana Lertsiriworakul , Suchirat Sakuanrungsirikul , Srisuda Tippayaruk
เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ภาคภูมิ ถิ่นคำ
Netirat Chumsuwan, Parkpoom Thinkum

คำสำคัญ (Keywords)

อ้อย, ธาตุอาหาร, สังกะสี, โรคใบขาว, แช่ท่อนพันธุ์
Sugarcane, Nutrient, Zinc, White leaf disease, Stalk soaking

บทคัดย่อ

การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย ดำเนินการที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย 2) ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี และ 3) การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยการศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นใช้การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี ($ZnSO_4$) 6 ระดับ คือ แช่น้ำสะอาด แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1% 2% 3% 4% และ 5% เป็นเวลา 20 นาที ทำ 3 ซ้ำ การศึกษาช่วงเวลาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี ทำการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1 % โดยใช้ระยะเวลาการแช่ 6 ช่วงเวลา คือ 0 10 15 20 25 และ 30 นาที ทำ 3 ซ้ำ หลังแช่ผึ่งท่อนพันธุ์ให้แห้งในที่ร่ม นำท่อนพันธุ์ไปเพาะ วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์ แล้วนำผลการทดลองการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีความเข้มข้นและระยะเวลาการแช่ที่เหมาะสมมาทดลองเพื่อยืนยันผลในการลดการแสดงอาการของโรคใบขาวในระดับแปลงทดลอง ดำเนินการ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่แช่ท่อนพันธุ์ 2) แช่ท่อนพันธุ์ในน้ำสะอาด 15 นาที 3) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.5% 15 นาที 4) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.75% 15 นาที และ 5) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1.0% 15 นาที ดำเนินการ 2 แปลง แปลงที่หนึ่งใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาด แปลงที่สองใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร ระยะหลุม 0.5 เมตร จำนวน 6 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 6 เมตร ขนาดแปลงย่อย 54 ตารางเมตร การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 27-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย ที่ทำให้เชื้อไฟโตพลาสมาลดลง คือการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่เข้มข้น 1% การใช้ความเข้มข้นที่มากกว่านี้มีผลให้อ้อยไม่งอกเนื่องจาก $ZnSO_4$ ไปทำลายตาอ้อยทำให้ตาอ้อยตาย ช่วงเวลาที่

กรมวิชาการเกษตร

เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี คือการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที ตามลำดับ โดยให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีที่สุดเนื่องจากเมื่ออ้อยอายุ 11 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/µl in 25 ng plant DNA และปริมาณธาตุสังกะสีจะมากที่สุดหลังการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ และจะลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่ออ้อยอายุมากขึ้น สำหรับการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม พบว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมีสมดุลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส เหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 4.83 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมดุลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ ถ้าใช้ท่อนพันธุ์สะอาดไม่จำเป็นต้องแช่สารละลาย $ZnSO_4$ เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตอ้อยปลูกและให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ตามลำดับ แต่การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5 % กลับมีผลต่อความหวานของอ้อย โดยให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0 ซีซีเอส ในทำนองเดียวกับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยเป็นโรคใบขาว วิธีการที่ไม่แช่ท่อนพันธุ์ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ แต่การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.5 % เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่ สำหรับการเป็นโรคใบขาวแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดไม่พบกอเป็นโรคใบขาว แต่พบกอเป็นโรคใบขาวจากแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว ในวิธีการที่ไม่แช่ท่อนพันธุ์ แช่น้ำสะอาด และ แช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% โดยพบโรคใบขาวร้อยละ 0.78 0.49 และ 3.12 ตามลำดับ และไม่พบกอเป็นโรคใบขาวในแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวที่มีการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.75% และ 1.0%

Abstract

The research had been conducted in Khon Kaen Field Crops Research Center. There were 3 steps such as 1) suitable $ZnSO_4$ concentration for sugarcane stalk soaking 2) suitable period of sugarcane stalk soaking with $ZnSO_4$ and 3) $ZnSO_4$ stalk soaking with suitable concentration and suitable period together. The study of $ZnSO_4$ concentration using 6 soaking include water soaking $ZnSO_4$ 1% 2% 3% 4% and 5% at 20 minutes in 3 replications. The study of sugarcane stalk soaking period using 6 periods incincludes10 15 20 25 and 30 minutes with 1% of $ZnSO_4$ in 3 replications. After soaking expose the stalk to the wind then grow the soaked stalk. Zinc analysis and phytoplasma detection in sugarcane's leaf at 5 7 9 และ 11 weeks. Then got the result of $ZnSO_4$ concentration and time period soaking to test in the experimental field. The treatments were 5 methods 1) No soaking 2) Water soaking 15 minutes 3) $ZnSO_4$ 0.5% soaking 15 minutes 4) $ZnSO_4$ 0.75% soaking 15 minutes and 5) $ZnSO_4$ 1.0% soaking 15 minutes conducted in 2 experimental fields. The first was used clean seed cane and the second was used white leaf disease seed cane. Sugarcane was grown with spacing 1.5X0.5 meter 6 rows per plot 6-meter length and 54 m^2 of plot size. Soil analysis fertilizer application with 27-3-12 kg N-P_2O_5-K_2O per rai.

กรมวิชาการเกษตร

The results showed that, The phytoplasma detection decreased by using 1% $ZnSO_4$ soaking. Good period soaking for better seedling quality is 15 and 20 minutes respectively. The phytoplasma detection is low to lowest by phytoplasma detection about 0-0.5, 0.5-1.0 and 1-10 copy/µl in 25 ng plant DNA and most of Zn was found immediately after $ZnSO_4$ soaking and continually decreasing in older sugarcane. The experimental field of $ZnSO_4$ concentration and time period soaking found out that clean seed cane had Nitrogen and Magnesium Potassium and Phosphorus Iron and Zinc balance as 10.0 3.71 and 4.83 respectively. White leaf disease seed cane had nutrient balance less than as clean seed cane. The nutrient balance of White leaf disease seed cane as 9.1 2.3 and 3.0 respectively. Growing by using clean seed cane unnecessary to do $ZnSO_4$ soaking because it can get the highest cane yield and sugar yield 19.1 tons per rai and 2.48 tons CCS per rai respectively. Soaking with 0.5% $ZnSO_4$ have an effect on sweet because it got highest 16.0 CCS. Similarly, no soaking white seed cane got highest cane yield 16.4 tons per rai but soaking with 0.5% $ZnSO_4$ got highest sugar yield 2.18 tons CCS per rai. Using clean seed cane not found white leaf disease plant. Growing by using white leaf disease seed cane collaborate with no soaking water soaking and $ZnSO_4$ 0.5% soaking were found white leaf disease plant 0.78%, 0.49% and 3.12% respectively. Finally growing by using white leaf disease seed cane collaborate with $ZnSO_4$ 0.75% and 1.0% soaking not found white leaf disease plant.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

จากการศึกษาของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น พบว่าสมดุลธาตุอาหารมีความสัมพันธ์กับการแสดงอาการใบขาวในอ้อยที่ติดเชื้อมีเชื้อไฟโตพลาสมา การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพียงพอในอ้อยปลูกมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ใบขาวในอ้อยตอ 1 ลดลง อ้อยที่มีอาการใบขาวจะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในพืชที่มีมากเกินไป มีธาตุสังกะสีและแมกนีเซียมน้อยกว่าอ้อยปกติ ธาตุสังกะสี มีความจำเป็นต่อขบวนการสังเคราะห์สารเร่งการเจริญเติบโตของอ้อย เช่น IAA ปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่างๆ จะมากน้อยต่างกันขึ้นกับปริมาณสังกะสี ๆ ทำหน้าที่เป็น catalyst ในปฏิกิริยาการเพิ่มออกซิเจนของพืชสีเขียวต่างๆ มีความสำคัญ คือ การสร้างคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมต่างๆ ในขบวนการสังเคราะห์แสงของอ้อย อ้อยต้องการสังกะสีในปริมาณค่อนข้างมาก จากการวิเคราะห์ใบอ้อยที่ปกติ พบปริมาณสังกะสี 15-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจึงถือเป็นค่าวิกฤตที่ต้องใส่สังกะสีเพิ่ม เช่น สังกะสีคีเลท (14% Zn) สังกะสีคลอไรด์ (30% Zn) สังกะสีออกไซด์ (50-80% Zn) และสังกะสีซัลเฟต (22-30% Zn) อาการขาดสังกะสี คือมีแผลเป็นรอยขีดเส้นสีจางบนแผ่นใบ มีแถบสีซีดจางทั้งสองข้างของเส้นกลางใบ แต่ไม่แผ่ไปถึงขอบใบ ยกเว้นกรณีแสดงอาการรุนแรง สีซีดจางจะเริ่มจากเส้นใบเป็นทางยาวบริเวณขอบใบ โดยเริ่มจากยอดถึงกึ่งกลางใบ ระยะแรกระหว่างเส้นใบยังเขียวอยู่ แต่ต่อมาใบทั้งใบจะมีสีซีดจนถึงฐานใบ ใบจะสั้น

บริเวณกลางใบกว้าง และแผ่นใบสองข้างไม่เท่ากัน ถ้ารุนแรงมากใบจะมีสีซีดจางแห้ง แตกกอลดลง ปล้องสั้น ลำเล็กโดยปกติอ้อยต้องการสังกะสีในปริมาณค่อนข้างมาก หากตรวจพบปริมาณสังกะสีในใบเพียง 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถือเป็นค่าวิกฤตที่ต้องใส่สังกะสีเพิ่ม ลักษณะของดินที่มีปริมาณธาตุสังกะสีต่ำ เช่น ดินทรายที่มีอินทรียวัตถุต่ำ (Alloway, 2008) ซึ่งเป็นดินส่วนใหญ่ในพื้นที่ปลูกอ้อยที่มักจะพบการระบาดของโรคใบขาว ดินที่มีค่า pH เป็นกลางหรือเป็นด่าง ดินที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง ดินที่มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน เป็นต้น ดังนั้นการปลูกอ้อยในพื้นที่ที่นอกจากมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวแล้ว ยังเป็นพื้นที่ที่มีการขาดธาตุสังกะสีร่วมด้วย จึงมีผลต่อคุณภาพท่อนพันธุ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ศุจิรัตน์ และคณะ (2558) ได้ออกแบบวิธีการรายงานผลการตรวจโรคแบบใหม่โดยใช้รหัสสี โดยรหัสสีจะแสดงถึงปริมาณเชื้อ ระดับความปลอดภัยในการนำท่อนพันธุ์ไปใช้ขยายต่อ และโอกาสในการแสดงอาการใบขาว โดยในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาด้วย Conventional PCR ใช้การดูผลจากการตรวจทั้งสองยีน คือ 16S-23S rDNA ซึ่งได้ผลเป็นดีเอ็นเอขนาด 700 bp และ 210 bp และ secA ที่มีขนาด 277 bp วิธีกำหนดปริมาณเชื้อใช้การเทียบความเข้มแสงของแถบดีเอ็นเอที่กำหนดความเข้มของแถบจากน้อยไปมากเป็น 1+ ถึง 4+ โดยเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่เป็นใบขาว ซึ่งง่ายและรวดเร็ว จากระดับอาการใบขาว 3 ระดับคือ ขาว ขาวเขียว และเขียว ซึ่งมีช่วงของปริมาณเชื้อตรวจด้วย q-Realtime PCR คือ 10^5, 10^3-10^4 และ 10^2 copies/µl หรือต่ำกว่า สำหรับการจัดรหัสสีมีการกำหนดสีตามปริมาณเชื้อและโอกาสในการเกิดใบขาว คือกลุ่มที่มีเชื้อโรคใบขาวสูงกำหนดเป็นสีแดงตรวจพบเชื้อมากกว่า 100 copy/µl ใน 25 ng ของ DNA พืชสามารถเกิดใบขาวได้ทุกเวลาจึงไม่ควรนำไปใช้ขยายพันธุ์ต่อ กลุ่มชักนำอาการใบขาวกำหนดเป็นสีส้มมีเชื้อโรคใบขาวระดับปานกลางระหว่าง 10-100 copy/µl ใน 25 ng ของ DNA พืชมีเชื้อโรคใบขาวในปริมาณมากแต่ต่ำกว่าสีแดงอาจเกิดอาการใบขาวได้ภายในฤดูนี้และสามารถเกิดใบขาวได้ในรุ่นตอ 1 หากผ่านสภาวะเครียด กลุ่มเฝ้าระวังกำหนดเป็นสีเหลืองมีเชื้อโรคใบขาวระดับปานกลางระหว่าง 1-10 copy/µl ใน 25 ng ของ DNA พืชซึ่งอยู่ระหว่างการสะสมเชื้อยังไม่พบอาการหน่อขาว กลุ่มปลอดภัยแบ่งเป็นกลุ่มสีเขียวตรวจพบเชื้อในระดับต่ำระหว่าง 0.5-1 copy/µl ใน 25 ng ของ DNA พืช ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการสะสมเชื้อนานขึ้นจะยังไม่เกิดอาการใบขาวในฤดูนี้และในอ้อยตอต่อมาอาจอยู่ได้ถึงตอสองหรือมากกว่าหากมีการดูแลรักษาแปลงที่ดีสามารถนำไปใช้ขยายพันธุ์ต่อได้ และสุดท้ายกลุ่มสีฟ้าตรวจไม่พบดีเอ็นเอของเชื้อในตัวอย่างหรือมีเชื้อน้อยมากระหว่าง 0-0.5 copy/µl ใน 25 ng ของ DNA พืชสามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ โดยจะยังไม่เกิดอาการใบขาวในรุ่นตอต่อมา

ส่วนใหญ่การจัดการสมดุลธาตุอาหารมักจะดำเนินการโดยใส่ธาตุอาหารลงไปในดิน การจุ่มหรือแช่ท่อนพันธุ์อ้อยลงในสารละลายของธาตุอาหารรองในอ้อยยังไม่เคยทำการศึกษาทดลอง การศึกษาในมันสำปะหลังพบว่า การใส่ธาตุสังกะสีลงในดินที่มี pH สูงๆ อาจจะไม่เป็นประโยชน์กับพืช การให้โดยการฉีดพ่นทางใบ หรือโดยการจุ่มท่อนพันธุ์ด้วยสารละลายสังกะสีก่อนปลูก พบว่าเป็นวิธีที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพในการป้องกันการขาดธาตุสังกะสีในดินด่างได้ (Howeler, 1982) ลักษณะของดินที่มีความเสี่ยงสูงที่จะขาดธาตุสังกะสี ได้แก่ ดินที่มีปริมาณธาตุสังกะสีต่ำ เช่น ดินทรายที่มีอินทรียวัตถุต่ำ (Alloway, 2008) ซึ่งเป็นดินส่วนใหญ่ในพื้นที่ปลูกอ้อยที่มักจะพบการระบาดของโรคใบขาว ดินที่มีค่า pH เป็นกลางหรือเป็นด่าง หรือดินด่างคาร์บอเนต ดินที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง เช่น ดินเค็มที่มีค่า pH ต่ำ วัตถุต้นกำเนิดดินที่มีการสลายตัวของหิน และแร่สูง เช่น ดินในเขตร้อน ดินที่มีส่วนประกอบของซากพืชและสัตว์ ดินอินทรีย์ ดินที่มีฟอสเฟตสูง ดินที่มีน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

ท่วมขังเป็นเวลานาน หรือดินนาน้ำขัง เป็นต้น ดังนั้นการปลูกอ้อยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาว เมื่อปลูกอ้อยในพื้นที่ที่มีการขาดธาตุสังกะสี มีโอกาสที่จะได้ท่อนพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ เนื่องจากธาตุสังกะสีต่ำ (Alloway , 2008) จึงทำการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อเพิ่มคุณภาพและลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์อ้อย

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1) ท่อนพันธุ์อ้อยอายุประมาณ 10 เดือน จากอ้อยปกติกับอ้อยจากกอเป็นโรคใบขาว
2) สารเคมีซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$)
3) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในท่อนพันธุ์อ้อย
4) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างอ้อย
5) วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับเก็บ และ บันทึกข้อมูล

วิธีการ

การศึกษาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีมีขั้นตอนการดำเนินการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย 2) ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี และ 3) การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยขั้นตอนที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ดำเนินการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยปกติกับท่อนพันธุ์จากกอเป็นโรคใบขาวโดยใช้ความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0% (แช่น้ำเปล่า) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ เข้มข้น 1% 2% 3% 4% และ 5% เป็นเวลา 20 นาที ทำ 3 ซ้ำ หลังแช่ผึ่งท่อนพันธุ์ให้แห้งในที่ร่ม นำท่อนพันธุ์ไปเพาะ วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์ สำหรับขั้นตอนที่ 2 ศึกษาช่วงเวลาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี ทำการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1% โดยใช้ระยะเวลาการแช่ 6 ช่วงเวลา คือ 0 10 15 20 25 และ 30 นาที วิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยและปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 3 นำผลการทดลองการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีความเข้มข้นและระยะเวลาการแช่ที่เหมาะสมจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาทดลองเพื่อยืนยันผลในการลดการแสดงอาการของโรคใบขาวในระดับแปลงทดลอง โดยมีการทดสอบ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่แช่ท่อนพันธุ์ 2) แช่ในน้ำสะอาดนาน 15 นาที 3) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.5% นาน 15 นาที 4) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.75% นาน 15 นาที และ 5) แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1.0% นาน 15 นาที หลังแช่ $ZnSO_4$ แล้วปล่อยให้ท่อนพันธุ์แห้ง ดำเนินการ 2 แปลง แปลงที่หนึ่งใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาด แปลงที่สองใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว ปลูกอ้อยโดยใช้ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร ระยะหลุม 0.5 เมตร จำนวน 6 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 6 เมตร ขนาดแปลงย่อย 54 ตารางเมตร การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ตามค่าวิเคราะห์ดิน บันทึกข้อมูล คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน (pH %OM Avail.P Exch.K Exch.Ca Exch.Mg Avail.Zn และ Avail.Fe) ที่ความลึก 0 - 30 เซนติเมตร ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ %N %P %K %Ca %Mg Zn(mg/kg) และ Fe(mg/kg)

กรมวิชาการเกษตร

และปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยก่อนปลูก เปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยปลูก ที่อายุ 4 8 และ 12 สัปดาห์หลังงอก การเจริญเติบโต จำนวนหน่อต่อกอ ที่อายุ 4 เดือน จำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน หลังงอก เปอร์เซ็นต์กอเป็นโรคใบขาว ที่อายุ 4 8 เดือนหลังงอก ผลผลิตและค่าความหวานเมื่อเก็บเกี่ยว และ การปรับปรุงคุณภาพของท่อนพันธุ์ โดยฉีดพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1% และน้ำสะอาดที่อายุ 10 เดือน นำอ้อยไปชำข้อแถวละ 100 ข้อตา บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอก ปริมาณธาตุสังกะสีหลังอ้อยชำข้องอก 5 สัปดาห์

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ผลการทดลองและอภิปราย

2.1 ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย

1. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย

อ้อยจากแปลงปกติซึ่งตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับรหัสสีฟ้า สีเขียว และสีแดง ซึ่งมีผลตรวจเชื้อโรคใบขาว 0-0.5 0.5-1 และมากกว่า 100 copy/µl ใน 25 ng ของ DNA พืช เมื่อนำไปแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้นต่างๆเป็นเวลา 20 นาที พบว่ามีเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง ใน 2 ความเข้มข้น ได้แก่ 0% (แช่น้ำเปล่า) และ ความเข้มข้น 3% โดยการแช่น้ำเปล่า 20 นาที ทำให้ปริมาณเชื้อลดลง 2 ตัวอย่าง จากสีแดงเป็นสีส้มและสีเขียว การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 3% นาน 20 นาที ทำให้ปริมาณเชื้อลดลง 2 ตัวอย่าง จากสีเขียวลดลงเป็นสีฟ้าและจากสีแดงลดลงเป็นสีส้ม

อ้อยจากแปลงเป็นโรคใบขาวซึ่งตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับสีฟ้า เขียว และส้ม เชื้อจะลดลงในทุกระดับความเข้มข้นของการแช่ $ZnSO_4$ โดยพบว่าหลังแช่ตรวจพบเชื้อแค่ระดับสีเขียวและสีฟ้า ซึ่งมีผลตรวจเชื้อโรคใบขาวในระดับต่ำกว่า 1 copy/µl ใน 25 ng ของ DNA พืชเท่านั้น และเป็นระดับที่สามารถนำไปทำพันธุ์ได้ ความเข้มข้นที่มีผลต่อการลดเชื้อคือการแช่น้ำปล่าว และการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1-3% เนื่องจากปริมาณเชื้อลดลงจากสีเขียวเป็นสีฟ้า และจากสีส้มเป็นสีฟ้า (Table 2.1)

ความงอกของอ้อยหลังแช่ $ZnSO_4$ ได้นำข้อตาอ้อยไปเพาะ พบว่า ข้อตาอ้อยที่แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ไม่งอก โดยการแช่ $ZnSO_4$ 1% และ 2% มีความงอกร้อยละ 27 และ 7 ตามลำดับ ส่วนการแช่ $ZnSO_4$ ที่ 3% 4% และ 5% ไม่มีข้อตาใดงอก โดยสาเหตุที่ข้อตาอ้อยไม่งอกเนื่องจาก $ZnSO_4$ ไปทำลายตาอ้อยทำให้ตาอ้อยตายในขณะที่เนื้อเยื่อบริเวณอื่นยังไม่ตาย

ปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์อ้อย

ปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์ ก่อนและหลังแช่ $ZnSO_4$ ในการแช่สารละลายเกลือสังกะสีที่ความเข้มข้นต่างๆ ระยะเวลาการแช่ 20 นาที พบว่าปริมาณ Zn (%) ในท่อนพันธุ์เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลาย $ZnSO_4$ ที่แช่ โดยปริมาณธาตุสังกะสีในท่อนพันธุ์มากที่สุดเมื่อแช่สารละลายเกลือ

กรมวิชาการเกษตร

สังกะสีเข้มข้น 5% เป็นเวลา 20 นาที โดยมีปริมาณธาตุสังกะสีในท่อนพันธุ์เฉลี่ย 1.61% (Figure 2.1)

2. ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี

เมื่อนำข้อตาอ้อยจากแปลงเป็นโรคใบขาวซึ่งตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาระดับสีแดง (มีเชื้อสูง > 100 copy/µl in 25 ng plant DNA) ไปแช่ในสารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1% ที่ระยะเวลา 0 10 15 20 25 และ 30 นาที แล้วทำการตรวจเชื้อโรคใบขาวที่อายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์พบว่าในที่อายุอ้อย 5 และ 9 สัปดาห์มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลงทุกระยะเวลาการแช่ $ZnSO_4$ แต่เชื้อกลับเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 และ 11 เมื่อพิจารณาถึงการลดการถ่ายทอดเชื้อผ่านทางท่อนพันธุ์แล้วพบว่าการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาทีให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีกว่าระยะเวลาอื่นเนื่องจากเมื่ออายุอ้อยผ่านไป 11 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/µl in 25 ng plant DNA (Table 2.2) สำหรับปริมาณ Zn ในท่อนพันธุ์อ้อยก่อนและหลังแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 1% ที่อ้อยอายุ 5 7 9 และ 11 สัปดาห์แสดงใน Table 2.3 และ Figure 2.2 โดยพบว่าปริมาณ Zn จะมากที่สุดหลังแช่สารละลาย $ZnSO_4$ แล้วปริมาณ Zn จะลดลงไปเรื่อย ๆในสัปดาห์ที่ 5 7 และลดต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 9 และ 11 ตามลำดับ

3. การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม

ปลูกอ้อยตามกรรมวิธีในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2560 การใส่ปุ๋ยเนื่องจากค่าวิเคราะห์ดินจากแปลงปลูกอ้อยสะอาดและแปลงปลูกอ้อยเป็นโรคใบขาวมีค่าอินทรียวัตถุต่ำ มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง และมีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับปานกลาง (Table 2.4) จึงทำการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทส อัตรา 27-3-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ สำหรับธาตุสังกะสีนั้นแปลงปลูกอ้อยสะอาดมีค่า Zn ที่เป็นประโยชน์ต่ำจึงใส่ธาตุสังกะสีในรูป $ZnSO_4$ ในอัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนแปลงปลูกอ้อยเป็นโรคใบขาวมีค่า Zn ที่เป็นประโยชน์สูงจึงใส่ธาตุสังกะสีในรูป $ZnSO_4$ ในอัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการใส่ปุ๋ยรองพื้นหลังอ้อยงอกในวันที่ 5 มกราคม 2561 เมื่ออ้อยอายุได้ 5 สัปดาห์ โดยใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปุ๋ยแต่งหน้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทส ยิปซั่ม โดโลไมต์ และ $ZnSO_4$ ให้ครบตามค่าวิเคราะห์ดิน ปุ๋ยแต่งหน้าใส่วันที่ 4 เมษายน 2561 เมื่ออ้อยอายุได้ 4.5 เดือน โดยมีการจัดสมดุลธาตุอาหารแสดงใน Table 2.4

ปริมาณธาตุอาหารในท่อนพันธุ์อ้อยก่อนปลูก

ก่อนปลูกอ้อยได้เก็บตัวอย่างใบอ้อยส่งวิเคราะห์ปริมาณอาหารในท่อนพันธุ์ พบว่าท่อนพันธุ์ที่นำมาจากแปลงอ้อยสะอาดมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 0.8 0.41 1.52 0.12 0.08 0.0058 และ 0.0012 มีสมดุลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส เหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 4.83 ตามลำดับ สำหรับท่อนพันธุ์ที่นำมาจากแปลงเป็นโรคใบขาวมีปริมาณธาตุอาหารร้อยละ 0.91 0.43 0.99 0.15 0.1 0.0051 และ 0.0017 ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมดุลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ (Table 2.5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ปริมาณธาตุสังกะสีในอ้อยปลูก

เมื่อนำท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมาปลูกตามกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ พบว่าที่อายุ 4 สัปดาห์ มีปริมาณธาตุสังกะสีระหว่าง 0.0012-0.0046% โดยการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.75% และ 1.0% มีปริมาณธาตุสังกะสีมากกว่า กรรมวิธีที่ไม่แช่น้ำ แช่น้ำสะอาด และ แช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5 % ซึ่งปริมาณธาตุสังกะสีในอ้อยช่วงอายุนี้มาจากการแช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูก หลังจากนั้นปริมาณธาตุสังกะสีก็จะลดลง แล้วเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้าซึ่งแสดงให้เห็นว่าที่อายุดังกล่าวอ้อยมีการดูดใช้สังกะสีจากดินได้มากขึ้น จนกระทั่งหลังใส่ปุ๋ยแต่งหน้าจะมีปริมาณสังกะสีมากที่สุดจากการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.75% คือร้อยละ 0.00304 และเมื่อใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวการเจริญเติบโตของอ้อยในช่วงแรกๆที่อายุ 4-8 สัปดาห์ ไม่เห็นอิทธิพลของการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ เด่นชัด เนื่องจากมีปริมาณสังกะสีในอ้อยใกล้เคียงกัน แต่จากข้อมูลใน Table 2.6 พบว่าธาตุสังกะสีจะเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในทุกกรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีที่ 4 การแช่สารละลาย$ZnSO_4$ 0.75 % ปริมาณสังกะสีไม่เพิ่มขึ้นเลย จนกระทั่งหลังใส่ปุ๋ยแต่งหน้า โดยในช่วงนี้ปริมาณสังกะสีในอ้อยจากการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวจะสูงที่สุดเมื่อแช่สารละลาย ZnSO4 0.5 % โดยมีธาตุสังกะสีในอ้อยร้อยละ 0.00284

การเจริญเติบโตของอ้อยปลูก

- เปอร์เซ็นต์ความงอก

การนำท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมาแช่สารละลายซิงค์ซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ ตั้งแต่ไม่แช่น้ำ แช่น้ำสะอาด แช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% 0.75% และ 1.0% อ้อยมีความงอกที่ 12 สัปดาห์ร้อยละ 81 79 82 53 และ 14 ตามลำดับ ส่วนท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีความงอกที่ 12 สัปดาห์ร้อยละ 57 58 80 86 และ 81 ตามลำดับ โดยพบว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลาย $ZnSO_4$ มากขึ้นจะทำให้ความงอกของอ้อยลดลง อ้อยจากแปลงสะอาดมีความงอกสูงสุดที่การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% สำหรับอ้อยจากแปลงเป็นโรคใบขาวถ้าไม่แช่น้ำจะมีความงอกต่ำที่สุด 57% เมื่อนำท่อนพันธุ์ไปแช่น้ำสะอาดความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 58% และมีความงอกสูงที่สุดที่การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.75% โดยมีความงอก 86%

- จำนวนหน่อต่อกอ ที่อายุ 4 เดือน และจำนวนลำต่อกอ ที่อายุ 6 เดือน

แปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดมีจำนวนหน่อต่อกอ 4.3 – 6.1 หน่อต่อกอ การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยน้ำสะอาดมีการแตกกอมากที่สุด 6.1 หน่อต่อกอ แต่พอถึงช่วงสร้างลำ วิธีการแช่น้ำสะอาดกับการแช่สารสะลาย $ZnSO_4$ 0.75% กลับมีจำนวนลำต่อกอ 6.0 ลำต่อกอเท่ากัน การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 1.0% นอกจากจะงอกน้อยแล้วยังมีการแตกกอน้อย แต่ภายหลังอาจจะมีการแตกหน่อเพิ่มเติมในช่วงสร้างลำจึงมีจำนวนลำต่อกอเพิ่มเป็น 5.5 ลำต่อกอ (Table 2.7) ส่วนแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาวมีจำนวนหน่อต่อกอ 5.5-6.2 ลำต่อกอ ในช่วงแตกกอแปลงนี้มีการแตกกอได้ดีกว่า แต่ในช่วงสร้างลำมีการสร้างลำใกล้เคียงกันกับแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาด วิธีการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยน้ำสะอาดและวิธีการแช่สารสะลาย $ZnSO_4$ 0.75% มีการแตกกอมากที่สุด 6.2 หน่อต่อกอ แต่ช่วงสร้างลำวิธีที่ไม่แช่น้ำกลับมีจำนวนลำต่อกอมากที่สุด 6.1 ลำต่อกอ สำหรับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวแล้วการแช่สารสะลาย $ZnSO_4$ 1.0% แม้ว่าจะทำให้อ้อยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง แต่ในช่วงแตกกอกับช่วงสร้างลำกลับมีจำนวนหน่อต่อกอและจำนวนลำต่อกอต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ คือมีจำนวน 5.5 หน่อต่อกอ และ 5.2 ลำต่อกอตามลำดับ (Table 2.7)

กรมวิชาการเกษตร

โรคใบขาว ไม่พบกอเป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 และ 8 เดือน ในแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาด แต่พบกอเป็นโรคใบขาวจากแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาว ในกรรมวิธี ไม่แช่น้ำ แช่น้ำสะอาด และแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% โดยพบโรคใบขาวเมื่ออ้อยอายุ 8 เดือนร้อยละ 0.78 0.49 และ 3.12 ตามลำดับ ส่วนการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.75% และ 1.0% ไม่พบกอเป็นโรคใบขาว (Table 2.7)

การปรับปรุงคุณภาพของอ้อยในการนำไปใช้เป็นท่อนพันธุ์

ก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ฉีดพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ เข้มข้น 1% และพ่นน้ำสะอาดบนใบและลำต้นอ้อย โดยฉีดพ่นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561 เก็บเกี่ยวอ้อยหลังฉีดพ่น 1 สัปดาห์ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2561 นำลำอ้อยไปชำข้อเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความงอก (Table 8) ปริมาณธาตุอาหารในใบหลังอ้อยงอก 6 สัปดาห์ และเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2562 บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

- เปอร์เซ็นต์ความงอกของท่อนพันธุ์อ้อยที่ฉีดพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ 1% และน้ำสะอาด

ผลการทดลองพบว่า แปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากอ้อยสะอาด ก่อนที่จะมีการตัดอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ การพ่นอ้อยด้วยน้ำสะอาดให้ทั่วลำต้นและใบอ้อย จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่อายุ 5 สัปดาห์ เฉลี่ย 73% แต่เมื่อพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ 1% ทำให้อ้อยมีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 77% สำหรับแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาวก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน เมื่อพ่นด้วยน้ำสะอาด และพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ 1% จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 77 และ 79 % ตามลำดับ โดยแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดวิธีแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.75% และพ่นน้ำสะอาดก่อนตัดอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ มีความงอกของท่อนพันธุ์สูงที่สุด 80% แต่เมื่อพ่นด้วยสารละลาย ZnSO4 1% วิธีแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% มีความงอกของท่อนพันธุ์สูงที่สุด 84% สำหรับแปลงใช้ท่อนพันธุ์อ้อยเป็นโรคใบขาวเมื่อพ่นด้วยน้ำสะอาดมีความงอกของท่อนพันธุ์สูงสุดที่กรรมวิธีไม่ชาน้ำและแช่น้ำสะอาดโดยมีความงอกร้อยละ 85 ส่วนการพ่นด้วยสารละลาย ZnSO4 1% มีความงอกสูงสุดร้อยละ 82 ที่กรรมวิธีแช่น้ำสะอาดก่อนปลูก (Table 2.8)

- ปริมาณธาตุสังกะสีในใบอ้อยเมื่อฉีดพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$

แปลงที่ปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์สะอาด มีปริมาณธาตุสังกะสีเดิมก่อนพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ 1% เฉลี่ย 0.00486 % และมีความแตกต่างกันทางสถิติในกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ เมื่อพ่นอ้อยด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ 1% แล้วนำอ้อยไปชำข้อตรวจวัดปริมาณสังกะสีหลังอ้อยงอกที่อายุ 6 สัปดาห์พบว่าปริมาณสังกะสีในอ้อยเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่มีปริมาณธาตุสังกะสีเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.75% และพ่นด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ 1% ก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณธาตุสังกะสีในระยะที่อ้อยเป็นต้นกล้าร้อยละ 0.0209 สำหรับแปลงที่ปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์จากอ้อยเป็นโรคใบขาว พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในปริมาณธาตุสังกะสีก่อนพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ 1% โดยมีธาตุสังกะสีก่อนพ่นเฉลี่ยร้อยละ 0.00464 หลังพ่นสารละลาย $ZnSO_4$ 1% มีธาตุสังกะสีเฉลี่ยร้อยละ 0.0069 โดยมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ และให้ผลไปในทำนองเดียวกับแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์สะอาดโดยการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.75% ก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยไปทำพันธุ์ 2 สัปดาห์ ทำให้มีปริมาณธาตุสังกะสีในระยะที่อ้อยเป็นต้นกล้าสูงที่สุดร้อยละ 0.0104 (Table 2.9)

ผลผลิตอ้อย

เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่วันที่ 16 มกราคม 2562 เมื่ออ้อยอายุ 14 เดือน ผลการทดลองพบว่าแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์สะอาดมีความแตกต่างทางสถิติของจำนวนลำเก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และความหวาน (CCS) ระหว่างกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ การใช้ท่อนพันธุ์ปลูกตามปกติที่ไม่มีการแช่น้ำไม่แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ให้ผลผลิตอ้อยปลูก และให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ เนื่องจากกรรมวิธีนี้มีลำเก็บเกี่ยวต่อไร่สูงที่สุด 9,156 ลำต่อไร่ แต่กรรมวิธีที่ให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0 CCS คือ การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% สำหรับแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากอ้อยเป็นโรคใบขาว มีความแตกต่างทางสถิติของผลผลิต และความหวาน (CCS) ระหว่างกรรมวิธีการแช่ท่อนพันธุ์ การใช้ท่อนพันธุ์ที่ไม่มีการแช่น้ำไม่แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างจากวิธีการแช่น้ำสะอาด การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5 % และ 0.75% โดยให้ผลผลิต 15.4 14.6 และ 14.1 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตน้ำตาลการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5 % เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่ เนื่องจากมีค่าความหวานสูง 14.9 CCS (Table 2.10)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. ความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย ที่ทำให้เชื้อไฟโตพลาสมาลดลง คือการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่ 0 - 3% เนื่องจากมีปริมาณการติดเชื้อลดลงจากรหัสสีเขียว (ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ 0.5-1 copy/µl in 25 ng plant DNA) เป็นรหัสสีฟ้า (มีเชื้อน้อยมาก 0-0.5 copy/µl in 25 ng plant DNA) และจากรหัสสีส้ม (มีเชื้อระดับปานกลาง 1-100 copy/µl in 25 ng plant DNA) เป็นรหัสสีฟ้า (มีเชื้อน้อยมาก 0-0.5 copy/µl in 25 ng plant DNA) จึงสามารถสรุปได้ว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการแช่แล้วทำให้อ้อยสามารถงอกได้ คือการแช่ $ZnSO_4$ เข้มข้น 1% การใช้ความเข้มข้นที่มากกว่านี้อ้อยไม่งอกเนื่องจาก $ZnSO_4$ ไปทำลายตาอ้อยทำให้ตาอ้อยตาย

2. ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี พบว่าการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาทีให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีที่สุดเนื่องจากเมื่ออายุอ้อยผ่านไป 11 สัปดาห์หรือประมาณเกือบ 3 เดือน ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/µl in 25 ng plant DNA และพบว่าปริมาณ Zn จะมากที่สุดหลังการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ และจะลดลงไปเรื่อยๆ ในสัปดาห์ที่ 5 7 และลดต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 9 และ 11 ตามลำดับ

3. การแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม พบว่า ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมีสมดุลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส และเหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 และ 4.83 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารต่ำกว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมดุลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ ในแง่ผลผลิตถ้าใช้ท่อนพันธุ์สะอาดไม่จำเป็นต้องแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ก็สามารถให้ผลผลิตอ้อยปลูก และให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ แต่การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% กลับมีผลต่อความหวานของอ้อย โดยให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0 CCS ในทำนองเดียวกับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยเป็นโรคใบขาว การใช้ท่อน

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์ที่ไม่มีการแช่น้ำ ไม่แช่สารละลาย $ZnSO_4$ ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ และการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาต่อยอดในแปลงต้นแบบการผลิตและกระจายพันธุ์อ้อยสะอาดสำหรับนำไปใช้ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว ซึ่งจะนำผลงานวิจัยที่ได้ไปจัดการแปลงผลิตและกระจายพันธุ์อ้อยสะอาดได้รับธาตุอาหารในระดับที่เหมาะสม โดยมีกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ แปลงผลิตพันธุ์อ้อยของ ศวร. ขอนแก่น และแปลงผลิตพันธุ์อ้อยของ ศวพ.จังหวัดที่มีการผลิตพันธุ์อ้อย

กรมวิชาการเกษตร

Table 2.1 Quantities of phytoplasma before and after stalk soaking with different concentrations of $ZnSO_4$ solution.

Seed cane from no infection area

Before soaking $ZnSO_4$				After soaking $ZnSO_4$			
$ZnSO_4$ concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3	$ZnSO_4$ concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3
0%	Red	Red	Green	0%	Orange	Green	Green
1%	Green	เขียว	เขียว	1%	Green	Green	Green
2%	Green	Blue	เขียว	2%	Green	Green	Green
3%	Green	Green	Red	3%	Green	Blue	Orange
4%	Green	Green	Blue	4%	Green	Green	Blue
5%	Green	Green	Green	5%	Green	Green	Green

Seedcane from white leaf disease infection area

Before soaking $ZnSO_4$				After soaking $ZnSO_4$			
$ZnSO_4$ concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3	$ZnSO_4$ concentration	Rep 1	Rep 2	Rep 3
0%	Green	Green	Green	0%	Blue	Blue	Blue
1%	Green	Green	Blue	1%	Blue	Blue	Blue
2%	Blue	Orange	Orange	2%	Blue	Blue	Blue
3%	Blue	Green	Green	3%	Blue	Blue	Green
4%	Blue	Blue	Orange	4%	Blue	Blue	Green
5%	Blue	Green	Blue	5%	Blue	Blue	Green

Remarks :

Blue	= Phytoplasma detection 0 - 0.5 copy/µl in 25 ng plant DNA
Green	= Phytoplasma detection 0.5 - 1 copy/µl in 25 ng plant DNA
Orange	= Phytoplasma detection 1 - 100 copy/µl in 25 ng plant DNA
Red	= Phytoplasma detection > 100 copy/µl in 25 ng plant DNA

กรมวิชาการเกษตร

Table 2.2 Quantities of phytoplasma in sugarcane planted with seed cane from white leaf disease infection area soaking with $ZnSO_4$ solution 1% at several times.

Period/ Age	Before soaking $ZnSO_4$			After 5 weeks			After 7 weeks			After 9 weeks			After 11 weeks		
	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3
0 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange
10 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	ND	Red	Green	ND	Blue	Green	ND	Orange	Green	ND

15 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Blue	Blue	Green	Orange	Orange	Green
20 minute	Red	Red	Red	Orange	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Blue	Blue	Green	Orange	Orange	Green
25 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Blue	Green	Orange	Blue	Yellow
30 minute	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Orange	Yellow	Green

Remarks :

Blue	= Phytoplasma detection 0 - 0.5 copy/µl in 25 ng plant DNA
Green	= Phytoplasma detection 0.5 - 1 copy/µl in 25 ng plant DNA
Yellow	= Phytoplasma detection 1 - 10 copy/µl in 25 ng plant DNA
Orange	= Phytoplasma detection 10 - 100 copy/µl in 25 ng plant DNA
Red	= Phytoplasma detection > 100 copy/µl in 25 ng plant DNA
ND	= No data

Table 2.3 Percent Zn in sugarcane's leaf grow with seed cane from white leaf disease infection area soaking with $ZnSO_4$ solution 1% at several times.

Period/ Age	Before soaking $ZnSO_4$	After soaking $ZnSO_4$	After 5 weeks	After 7 weeks	After 9 weeks	After 11 weeks
0 minute	0.0023	0.0325	0.0029	0.0024	0.0015	0.0016
10 minutes	0.0030	0.0305	0.0025	0.0032	0.0020	0.0014
15 minutes	0.0017	0.0344	0.0035	0.0023	0.0007	0.0013
20 minutes	0.0029	0.0424	0.0040	0.0022	0.0013	0.0010
25 minutes	0.0054	0.0463	0.0045	0.0026	0.0010	0.0017
30 minutes	0.0024	0.0423	0.0030	0.0025	0.0012	0.0015

กรมวิชาการเกษตร

Table 2.4 Soil analysis nutrient balance and fertilizer application from soil analysis.

Soil analysis		Sugarcane grow with seed cane from no white leaf disease infection area	Sugarcane grow with seed cane from white leaf disease infection area
pH		5.1	5.3
OM	(%)	0.31	0.27
Avai. P	(ppm)	37	31
Exch. K	(ppm)	38	31
Exch. Ca	(ppm)	154	216
Exch. Mg	(ppm)	5	5
Avai. Zn	(ppm)	0.59	0.72

BD	(g/cc)	1.43	1.43
Soil weight	(kg/rai)	457600	457600
N	(%)	0.016	0.014
Mg	(%)	0.0005	0.0005
Total N	(kg/rai)	98.74	89.00
Total Mg	(kg/rai)	12.34	11.12
N/Mg		8.00	8.00
K	(%)	0.0038	0.0031
P	(%)	0.0037	0.0031
Total K	(kg/rai)	29.26	26.21
Total P	(kg/rai)	19.74	17.19
K/P must be < 4.55		1.48	1.53
Fertilizer application	**Unit**		
Nitrogen	(kg/rai)	27	27
Phosphate	(kg/rai)	3	3
Potash	(kg/rai)	12	12
Gypsum powder	(kg/rai)	33.4	35.7
Dolomite	(kg/rai)	75.58	64.8
$ZnSO_4$	(kg/rai)	7.6	3.8

Remarks :
pH = Soil pH
% OM = Organic matter (%)
Avai. P = Available phosphorus (mg/kg)
Exch.K = Exchangeable potassium (mg./kg.)
Exch.Ca = Exchangeable calcium (mg./kg.)
Exch.Mg = Exchangeable magnesium (mg./kg.)
Exch.Fe = Exchangeable iron (mg./kg.)
Avai.Zn = Available zinc (mg./kg.)
BD = Bulk density (g/cc)

Table 2.5 Nutrient element in seed cane before planting.

Source of seed cane	%N	% P	% K	% Ca	% Mg	% Fe	% Zn	N/Mg	K/P	Fe/Zn
No WLD infection area	0.80	0.41	1.52	0.12	0.08	0.0058	0.0012	10.00	3.71	4.83
With WLD infection area	0.91	0.43	0.99	0.15	0.10	0.0051	0.0017	9.10	2.30	3.00

Remarks :
WLD = White leaf disease
N = Nitrogen (%)
P = Phosphorus (%)
K = Potassium (%)
Ca = Calcium (%)
Mg = Magnesium (%)
Fe = Iron (%)
Zn = Zinc (%)

กรมวิชาการเกษตร

Table 2.6 Percent of Zn in sugarcane's leaf at 4 and 8 weeks before and after second fertilizer time.

Treatment	% Zn			
	4 weeks	8 weeks	Before 2nd fertilizer time	After 2nd fertilizer time
Plant crop grow from clean seed cane				
1. No soaking	0.0015	ND	0.00044	0.00188
2. Water soaking	0.0014	ND	0.00104	0.00208
3. $ZnSO_4$ 0.5% soaking	0.0012	0.0014	0.00244	0.00056
4. $ZnSO_4$ 0.75% soaking	0.0025	0.0022	0.00052	0.00304
5. $ZnSO_4$ 1.0% soaking	0.0046	0.0012	0.00992	0.00000
Plant crop grow from WLD seed cane				
1. No soaking	0.0012	0.0015	0.00400	0.00084
2. Water soaking	0.0019	0.0003	0.00052	0.00056
3. $ZnSO_4$ 0.5% soaking	0.0018	0.0013	0.00204	0.00284
4. $ZnSO_4$ 0.75% soaking	0.0012	0.0012	0.00012	0.00072
5. $ZnSO_4$ 1.0% soaking	0.0015	0.0026	0.00304	0.00112

Remarks : WLD = White leaf disease
ND = No data

Table 2.7 Percentage of germination number of tiller per plant number of stalk per plant and percent of white leaf disease infection at 4 and 8 months.

Treatment	% Germination (12 weeks)	# Tiller/plant (4 months)	# Stalks/plant (6 months)	% WLD infection (4 months)	% WLD infection (8 months)
Plant crop grow from clean seed cane					
1. No soaking	81	5.9	5.9	0	0
2. Water soaking	79	6.1	6.0	0	0
3. $ZnSO_4$ 0.5% soaking	82	5.5	5.5	0	0
4. $ZnSO_4$ 0.75% soaking	53	5.1	6.0	0	0
5. $ZnSO_4$ 1.0% soaking	14	4.3	5.5	0	0
Plant crop grow from WLD seed cane					
1. No soaking	57	6.1	6.1	0.78	0.78
2. Water soaking	58	6.2	6.0	0.49	0.49
3. $ZnSO_4$ 0.5% soaking	80	6.1	5.8	2.60	3.12
4. $ZnSO_4$ 0.75% soaking	86	6.2	6.0	0.00	0.00
5. $ZnSO_4$ 1.0% soaking	81	5.5	5.2	0.00	0.00

Remarks : WLD = White leaf disease

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Table 2.8 Percent germination of seedling at 5 weeks after water spraying and $ZnSO_4$ 1% spraying.

Treatment	Plant crop grow from clean seed cane		Plant crop grow from WLD seed cane	
	Water spraying	$ZnSO_4$ 1% spraying	Water spraying	$ZnSO_4$ 1% spraying
1. No soaking	72 a	69 b	85 a	79
2. Water soaking	60 b	79 ab	85 a	82
3. $ZnSO_4$ 0.5% soaking	79 a	84 a	74 ab	81
4. $ZnSO_4$ 0.75% soaking	80 a	77 ab	65 b	75
5. $ZnSO_4$ 1.0% soaking	75 a	74 ab	77 ab	79
Mean	**73**	**77**	**77**	**79**
CV (%)	**10.13**	**11.85**	**13.61**	**6.46**

Remarks : Means followed by the same letter are not significant at p=0.05 by DMRT.
WLD = White leaf disease

Table 2.9 Percent of Zn in sugarcane's leaf before and after $ZnSO_4$ 1% concentration spraying.

Treatment	Plant crop grow from clean seed cane		Plant crop grow from WLD seed cane	
	%Zn before spraying	%Zn after spraying	%Zn before spraying	%Zn after spraying
1. No soaking	0.00620 ab	0.0041 b	0.00382	0.0035 b
2. Water soaking	0.00326 b	0.0041 b	0.00562	0.0051 ab
3. $ZnSO_4$ 0.5% soaking	0.00458 ab	0.0089 b	0.00364	0.0058 ab
4. $ZnSO_4$ 0.75% soaking	0.00336 b	0.0209 a	0.00520	0.0104 a
5. $ZnSO_4$ 1.0% soaking	0.00688 a	0.0098 b	0.00494	0.0100 a
Mean	**0.00486**	**0.0096**	**0.00464**	**0.0069**
CV (%)	**51**	**76**	**67**	**63**

Remarks : Means followed by the same letter are not significant at p=0.05 by DMRT.
WLD = White leaf disease

Table 2.10 Stalk harvest cane yield Sugar yield and CCS of plant crop at Khon Kaen Field Crops Research Center in 2017-2018.

Treatment	Plant crop grow from clean seed cane				Plant crop grow from WLD seed cane			
	#Stalk /rai	Cane yield (ton/rai)	Sugar yield (ton ccs/rai)	CCS	#Stalk /rai	Cane yield (ton/rai)	Sugar yield (ton ccs/rai)	CCS
1. No soaking	9,156 a	19.1 a	2.48 a	13.0 b	7,164	16.4 a	1.96	12.1 b

กรมวิชาการเกษตร

2. Water soaking	8,533 a	16.0 ab	2.10 a	13.0 b	7,200	15.4 ab	1.94	12.5 b
3. $ZnSO_4$ 0.5% soaking	7,573 ab	12.7 ab	2.04 a	16.0 a	8,106	14.6 ab	2.18	14.9 a
4. $ZnSO_4$ 0.75% soaking	5,369 bc	9.6 bc	1.48 ab	15.3 a	7,982	14.1 ab	2.10	14.9 a
5. $ZnSO_4$ 1.0% soaking	3,484 c	5.6 c	0.90 b	15.6 a	6,809	11.3 b	1.70	14.9 a
Mean	**6,823**	**12.6**	**1.80**	**14.6**	**7,453**	**14.4**	**1.98**	**13.9**
CV (%)	**30.17**	**39.93**	**42.91**	**6.02**	**18.51**	**23.99**	**25.29**	**6.43**

Remarks : Means followed by the same letter are not significant at p=0.05 by DMRT.
WLD = White leaf disease

กรมวิชาการเกษตร

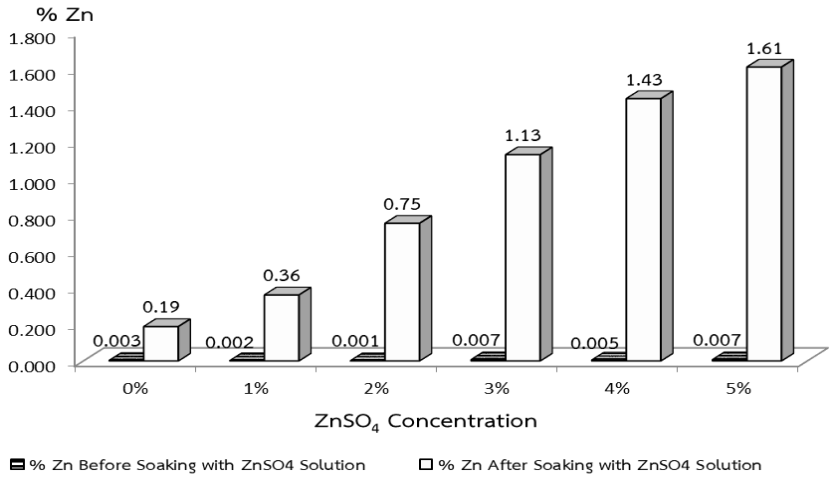


Figure 2.1 Zn in sugarcane stalk before and after soaking with different concentration of $ZnSO_4$ solution.

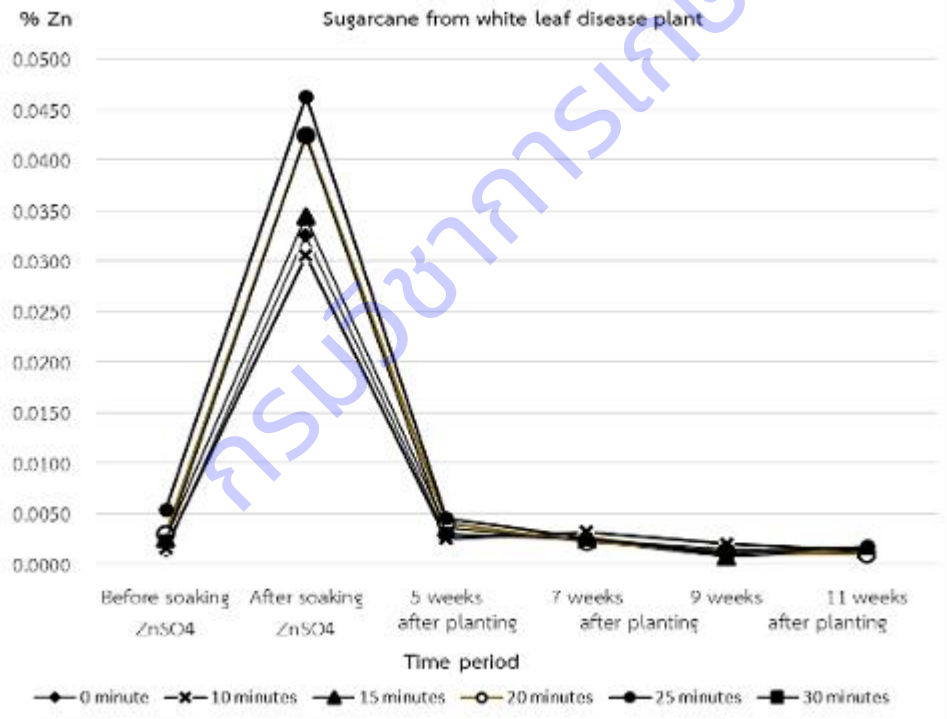


Figure 2.2 Percent Zn in sugarcane's leaf grow with seed cane from white leaf disease infection area soaking with $ZnSO_4$ solution 1% at several times.

กรมวิชาการเกษตร

วัฒนะ วัฒนานนท์ เสาวรี ตังสกุล เมธี คำหุ่ง จำลอง กกรัมย์ สมพงษ์ ชมภูนุกูลรัตน์ สุกิจ รัตนศรีวงษ์ สุวพันธ์ รัตนะรัต และปรีชา เพชรประไพ. 2547. การตอบสนองต่อปุ๋ย ธาตุอาหารเสริมที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50. *วารสารวิชาการเกษตร* ปีที่ 22 ฉบับที่ 1.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์ รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558. วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบขาวของอ้อยด้วยเทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 69-89.

Alloway, B.J. 2008. *Zinc in soil and crop nutrition*. IZA and IFA Brussels, Belgium and Pans, France. 135 pp.

Howeler, R.H., Edwards 0.0. and Asher, C.J. 1982. Micro- nutrient deficiencies and toxicities of cassava plants grown in nutrient solutions. 1. Critical tissue concentrations. *Journal of Plant Nutrition* 5. 1059-1076.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3

การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว
Nutrient Management to Reduce the Severity of Sugarcane White Leaf Disease

วันทนา เลิศศิริวรกุล วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ อุดม วงศ์ชนะภัย
Wantana Lertsiriworakul , Vipawan Kitiwatcharajaroen , Udom Wongchanapai
อมฤต วงษ์ศิริ[4] ศิริรัตน์ เถื่อนสมบัติ[5] มนตรี ปานตู[6]
Ammarit Wongsiri , Sirirat Thuansombat , Montree Pantu
ธรรมรัตน์ ทองมี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศรีสุดา ทิพยรักษ์
Thamarat Thongme , Suchirat Sakuanrungsirikul , Srisuda Tippayaruk
ศุภกาญจน์ ล้วนมณี เนติรัฐ ชุมสุวรรณ สุมาลี โพธิ์ทอง
Suphakarn Luanmanee , Netirat Chumsuwan , Sumalee Pothong
สุทธินันท์ ประสาธน์สุวรรณ์ กิติพร เจริญสุข ดารารัตน์ มณีจันทร์
Suttinan Prasatsuwan , Kitiporn Jaroensuk , Dararat Maneejan

คำสำคัญ (Keywords)

อ้อย, ธาตุอาหารพืช, ดิน, ปุ๋ย, โรคใบขาวอ้อย
Sugarcane, Plant nutrients, Soils, Fertilizer, Sugarcane white leaf disease

ศรีวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การแสดงอาการใบขาวในอ้อยเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ความแข็งแรงของต้น และสภาพแวดล้อม อ้อยที่มีปริมาณเชื้อมากแต่ยังไม่แสดงอาการใบขาว จะแสดงอาการได้หากถูกกระตุ้นด้วยสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อยมีความสัมพันธ์กับสมดุลธาตุอาหารพืช จึงศึกษาการลดความรุนแรงของโรคใบขาวโดยใช้การจัดการสมดุลธาตุอาหารร่วมกับการใช้ท่อนพันธุ์สะอาดพันธุ์ขอนแก่น 3 ในพื้นที่ปลูกอ้อย ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันตก

ผลการทดลองการลดความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีการระบาดของโรครุนแรง เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม แนะนำให้ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใส่ไนโตรเจนอัตรา 27 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ฟอสเฟตอัตราปานกลางถึงสูงระหว่าง 6-9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ใส่โพแทส อัตราปานกลางถึงสูงระหว่าง 12-18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ควรเพิ่มธาตุแมกนีเซียมในรูปโดโลไมท์ อัตราระหว่าง 25-75 กิโลกรัมต่อไร่ และเพิ่มธาตุสังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 - 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และอุดรธานี ส่วนจังหวัดสกลนครไม่จำเป็นต้องใส่ธาตุสังกะสี สำหรับพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตกซึ่งมีการระบาดของโรคใบขาวต่ำกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แนะนำให้ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใส่ไนโตรเจนอัตรา 18-27 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ฟอสเฟตอัตราต่ำถึงปานกลางระหว่าง 3-6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี และนครสวรรค์ ยกเว้นจังหวัดสุพรรณบุรีใส่

ฟอสเฟตอัตราสูง 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ใส่โพแทส อัตราปานกลางถึงสูงระหว่าง 12-18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ควรเพิ่มธาตุแมกนีเซียมในรูปโดโลไมท์ อัตราระหว่าง 25-30 กิโลกรัมต่อไร่ และเพิ่มธาตุสังกะสี ในพื้นที่จังหวัดราชบุรีและกาญจนบุรี ใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี และอุทัยธานีใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนจังหวัดนครสวรรค์ไม่จำเป็นต้องใส่ธาตุสังกะสี และการจัดการสมดุลธาตุอาหารอ้อยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรคใบขาวอ้อยได้ โดยมีผลทำให้อ้อยมีความแข็งแรงมากขึ้น ทำให้ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง อ้อยจึงไม่แสดงอาการโรคใบขาว

Abstract

Sugarcane white leaf disease is an interaction between phytoplasma sugarcane healthy and the environment. The symptoms appear by non suitable conditions. The severity of sugarcane white leaf disease is related to nutrient balance. Nutrient management and Khonkaen 3 clean seed cane were conducted to reduce the severity of sugarcane white leaf disease in Northeast Central and Western sugarcane planting areas. The result has shown that The recommendation in the Northeast area was soil analysis results in fertilizer application, by applying nitrogen at 27 kg per rai phosphate 6-9 kg P_2O_5 per rai and potash 12-18 kg K_2O per rai. Dolomite was added to be a source of magnesium 25-75 kg per rai. Zinc sulfate was added to be a source of Zink 3.8-7.6 kg per rai in Khonkaen Kalasin and Udonthani province but in Sakolnakorn unnecessary to apply zinc sulfate. The recommendation in the Central and Western area was soil analysis results fertilizer application, by applying nitrogen at 18-27 kg per rai. Phosphate application 3-6 kg P_2O_5 per rai in Ratchaburi Kanchanaburi Utaithani and Nakornsawan province except Suphanburi province apply phosphate 9 kg P_2O_5 per rai and potash 12-18 kg K_2O per rai. Dolomite was added to be a source of magnesium 25-30 kg per rai. Zinc sulfate was added to be a source of Zink 3.8 kg per rai in Ratchaburi and Kanchanaburi province and 7.6 kg Zinc sulfate per rai in Suphanburi and Utaithani province but in Nakornsawan unnecessary to apply zinc sulfate. Therefore, nutrient balance management methods can get sugarcane healthy to reduce phytoplasma, and reduce the epidemic and severity of white leaf disease.

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำตาลทรายและสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆอีกมาก อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายสามารถสร้างรายได้ให้ประเทศไทยปีละประมาณ 250,000 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 21 ของ GDP ภาคเกษตร ปีการผลิต 2562/63 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 11.9 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ปลูกอ้อยภาคเหนือ 2.88 ล้านไร่ ภาคกลาง 3.17 ล้านไร่ ภาคะวันออกเฉียงเหนือ 5.23 ล้านไร่ และภาคตะวันออก 0.68 ล้านไร่ จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยมากกว่า 600,000 ไร่ ได้แก่ กำแพงเพชร นครสวรรค์ กาญจนบุรี อุดรธานี ลพบุรี นครราชสีมา ขอนแก่น สุพรรณบุรี และชัยภูมิ โดยมีพื้นที่ปลูกอ้อย

กรมวิชาการเกษตร

824,670 811,354 789,440 748,540 681,279 679,737 654,436 619,661 และ 600,224 ไร่ ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2564) ในส่วนของผลผลิตอ้อยในปี 2562/63 มีผลผลิตอ้อยค่อนข้างต่ำ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 7.09 ตันต่อไร่ เนื่องจากประสบภาวะฝนแล้ง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีการระบาดของโรคและแมลง โดยเฉพาะการระบาดโรคใบขาวทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงและไว้ตอไม่ได้

ปัจจัยที่ทำให้อ้อยแสดงอาการใบขาว จากการศึกษาเบื้องต้นของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น พบว่า การแสดงอาการใบขาวจะเกิดขึ้นได้ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก คือ ปริมาณเชื้อโรคใบขาว ความสมบูรณ์ของต้น และสภาพแวดล้อมในปีที่มีช่วงแล้งนานกว่าปกติ จะเกิดใบขาวมาก และกลุ่มดินทรายมักพบต้นที่มีอาการใบขาวได้มากกว่าในกลุ่มดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า แม้บางต้นจะมีปริมาณเชื้อสูงเช่นกันจากการศึกษาของ กอบเกียรติและคณะ (2553) ที่ดำเนินการที่แปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น โดยใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่ากลุ่มต้นอ้อยที่ไม่ให้น้ำแสดงอาการใบขาวมากกว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำ แม้ในกลุ่มต้นที่ไม่มีอาการใบขาวจะมีช่วงของปริมาณเชื้อสูงใกล้เคียงกับต้นที่แสดงอาการใบขาวก็ตาม

โรคใบขาวอ้อย (sugarcane white leaf disease) มีสาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมา มีเพลี้ยจักจั่นสีน้ำตาล 2 ชนิด ได้แก่ *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura) (Chen, 1978) และ *Yamatotettix flavovitatus* (ยุพา และคณะ, 2548) เป็นแมลงพาหะ เกิดขึ้นได้กับทุกระยะของการเจริญเติบโต มีผลโดยตรงต่อปริมาณผลผลิต ทำให้ผลผลิตอ้อยปลูกลดลง 30-40% และไม่สามารถไว้ตอได้ ในแปลงที่มีการระบาดไม่รุนแรง อาการที่แสดงออกของโรคอาจไม่ชัดเจน หากเกษตรกรนำไปปลูกจะเป็นแหล่งแพร่กระจายของโรคที่ติดไปกับท่อนพันธุ์ได้ (สุนี, 2562)

เนื่องจากพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นแหล่งปลูกใหญ่ของประเทศเป็นพื้นที่ปลูกในดินทราย มีการระบาดของโรคใบขาวรุนแรงทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงและไว้ตอไม่ได้ซึ่งสร้างความเสียหายต่อผลผลิตอ้อยเป็นอย่างมาก สำหรับในเขตภาคกลางและตะวันตก เช่นจังหวัดสุพรรณบุรี อุทัยธานี ราชบุรี ที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยในดินทราย มีการระบาดของโรคใบขาว ทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงเช่นกัน จากผลการวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาโรคใบขาวของอ้อยปี 2549-2553 (นฤทัย และคณะ, 2553) พบว่าการเพิ่มความทนทานให้อ้อยที่มีต่อโรคใบขาวทำได้โดยการจัดการสมดุลของธาตุอาหารในดินปลูกอ้อย โดย กอบเกียรติและคณะ (2553) พบว่าความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักระบาดมากในปีฤดูกาลปลูกที่ประสบภัยแล้งรุนแรง (ฝนน้อยและทิ้งช่วงเป็นเวลานานกว่าปกติ) ในปี 2552/2553 พบว่า มีการระบาดของใบขาวอ้อยตั้งแต่ 0.001-50.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดโรคกับอ้อยตอมากกว่าอ้อยปลูกพบในดินเนื้อหยาบ (ทรายจัด) มากกว่าดินเนื้อละเอียด (ดินเหนียว) และที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตรของดิน มีความชื้นและความแน่น (มีชั้นดานเทียม) สูงกว่าปกติ สำหรับอ้อยที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาจะแสดงอาการใบขาวหรือไม่ความรุนแรงของโรคมีความสัมพันธ์กับสมดุลธาตุอาหารพืช อ้อยที่เป็นโรคใบขาวจะมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสมากเกินไป ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในพืชที่มีมากเกินไป มีธาตุสังกะสีและแมกนีเซียมน้อยกว่าอ้อยปกติ การขาดสังกะสี จะมีผลต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมต่างๆในขบวนการสังเคราะห์แสง ในอ้อยที่มีอาการรุนแรง ใบจะมีสีซีดจาง แห้ง แตกกอลดลง ปล้องสั้น ลำเล็กโดยปกติอ้อยต้องการสังกะสีในปริมาณค่อนข้างมาก หากตรวจพบในใบมีปริมาณ 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จัดว่าเป็นค่าวิกฤตที่จำเป็นต้องใส่สังกะสีเพิ่ม (Alloway, 2008) ปริมาณความเข้มข้นและสัดส่วนของธาตุอาหารต่างๆ ในพืชมีแนวโน้มสัมพันธ์กับในดินแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติการที่พืชดูด

ใช้ Fe มากไป จะทำให้อ้อยดูดใช้ Zn น้อยลง เมื่อสัดส่วนของธาตุอาหารพืชผิดปกติ โดยเฉพาะเหล็ก/โพแทสเซียม (Fe/K ratio) เหล็ก/ไนโตรเจน (Fe/N ratio) จะทำให้กระบวนการชีวเคมี เช่น การเคลื่อนย้ายสารอาหาร ในอ้อยเปลี่ยนแปลงไป ในทางตรงข้ามอาจทำให้อ้อยอ่อนแอลง ง่ายต่อการเข้าทำลายของเชื้อ และพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่พอเพียงกับอ้อยปลูกมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์ใบขาวในอ้อยตอ 1 ลดลง การใส่โดโลไมท์ และ/หรือซิลิคอนร่วมกับปุ๋ยเคมีก็ให้ผลเช่นเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับงานของ Anderson and Bowen (1990) ที่ประเมินธาตุอาหารในใบอ้อย โดยเก็บตัวอย่างแผ่นใบอ้อยตำแหน่งใบที่เห็นข้อสุดท้าย (the top visible dewlap ; TVD) ในช่วงสร้างลำ ซึ่งระดับธาตุอาหารในใบอ้อยที่จะให้ผลผลิตอย่างเหมาะสมควรมีไนโตรเจน 2.00-2.60% ฟอสฟอรัส 0.22-0.30% โพแทสเซียม 1.00-1.60% แคลเซียม 0.20-0.45% แมกนีเซียม 0.15-0.32% เหล็ก 50-105 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สังกะสี 12-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากผลงานวิจัยด้านการจัดการธาตุอาหารที่จะลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวอ้อยที่ผ่านมา

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการสมดุลธาตุอาหารเพื่อเพิ่มความทนทานของอ้อยที่มีต่อโรคใบขาว เพื่อให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารที่พอเพียงและเหมาะสมให้อ้อยได้ดูดใช้ธาตุอาหารเข้าไปในต้นอย่างพอเพียง เพื่อสร้างความแข็งแรงให้กับอ้อย ในการศึกษาการจัดการธาตุอาหารมีทั้งในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และสภาพไร่ (กาญจนา , 2554 และ กอบเกียรติ, 2553) โดยกาญจนา (2554) ได้ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อฟื้นฟูอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยนำต้นกล้าอ้อยที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาแต่ไม่แสดงอาการโรคใบขาว อายุ 1 เดือนไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ที่มีการเติม $MgSO_4$ $ZnSO_4$ NH_4NO_3 พบว่า อาหารสังเคราะห์ที่มีธาตุอาหารครบปริมาณต้นกล้าเพิ่มขึ้น มีเปอร์เซ็นต์การรอดเพิ่มขึ้น และมีใบสีเขียวอ่อน ถ้าอาหารสังเคราะห์มี $MgSO_4$ สูง แต่มี $ZnSO_4$ ลดลง ต้นกล้ารอดชีวิตได้ แต่ปริมาณต้นกล้าไม่เพิ่มขึ้น มีใบสีขาวปนเขียว ถ้าขาดทั้ง $MgSO_4$ และ $ZnSO_4$ ต้นกล้าไม่พัฒนาและตาย ใบมีสีขาวปนเหลืองอ่อน ถ้ามี NH_4NO_3 มากกว่าปกติ ต้นกล้าแสดงอาการใบขาวมากที่สุด แต่ยังมีชีวิตอยู่ได้เพียง 3 เดือน ในระยะแรกใบมีสีขาวปนเขียว แล้วเปลี่ยนเป็นสีขาวปนเหลืองอ่อน และตายในที่สุด สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากธาตุสังกะสี มีความจำเป็นต่อขบวนการสังเคราะห์สารเร่งการเจริญเติบโตของอ้อย เช่น IAA ปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่างๆจะมากน้อยต่างกันขึ้นกับปริมาณสังกะสี ทำหน้าที่เป็น catalyst ในปฏิกิริยาการเพิ่มออกซิเจนของพืชสีเขียวต่างๆ มีความสำคัญ คือ การสร้างคลอโรฟิลและกิจกรรมต่างๆในขบวนการสังเคราะห์แสงของอ้อย อ้อยต้องการสังกะสีในปริมาณค่อนข้างมาก จากการวิเคราะห์ใบอ้อยที่ปกติ พบปริมาณสังกะสี 15-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจึงถือเป็นค่าวิกฤตที่ต้องใส่สังกะสีเพิ่ม เช่น สังกะสีคีเลท (14% Zn) สังกะสีคลอไรด์(30% Zn) สังกะสีออกไซด์ (50-80% Zn) และสังกะสีซัลเฟต (22-30% Zn) และการวิเคราะห์ดินที่ค่าวิเคราะห์น้อยกว่า 0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมควรมีการใส่ปุ๋ยอัตรา 1.6 กิโลกรัม Zn ต่อไร่ อาการขาดสังกะสี คือมีแผลเป็น รอยขีดเส้นสีจางบนแผ่นใบ มีแถบสีซีดจางทั้งสองข้างของเส้นกลางใบ แต่ไม่แผ่ไปถึงขอบใบ ยกเว้น กรณีแสดงอาการรุนแรง สีซีดจางจะเริ่มจากเส้นใบเป็นทางยาวบริเวณขอบใบ โดยเริ่มจากยอดถึงกึ่งกลางใบ ระยะแรกระหว่างเส้นใบยังเขียวอยู่ แต่ต่อมาใบทั้งใบจะมีสีซีดจนถึงฐานใบ ใบจะสั้น บริเวณกลางใบกว้าง และแผ่นใบสองข้างไม่เท่ากัน ถ้ารุนแรงมากใบจะแห้ง การแตกกอลดลง ปล้องสั้น ลำอ้อยจะผอม เล็ก อาจสูญเสียความเต่ง หรือความยืดหยุ่น ค่าวิกฤตของสังกะสีในอาฟริกาใต้ กายอานา และสหรัฐอเมริก กำหนดที่ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Schroeder *et*

al., 1992.; Evans, 1965; Anderson and Bowen, 1990) แต่ที่ออสเตรเลียกำหนดที่ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Calcino, 1994) และมอริเชียส กำหนดที่ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Bassereau, 1988)

ดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ควรมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.6-7.3 มีอินทรียวัตถุ 1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 80-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียม 110-250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียม 12-30 สังกะสี 0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ปรีชา และคณะ, 2543) หากดินมีค่าวิเคราะห์ต่ำกว่าค่าเหมาะสม จำเป็นต้องใส่ธาตุอาหารดังกล่าวเพิ่มเติม ตามตาราง 3.1

การป้องกันโรคใบขาวโดยใช้พันธุ์อ้อยปลอดโรค โดยนิลุบลและคณะ (2552) ได้ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาว ทั้งในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจนถึงแปลงผลิตท่อนพันธุ์ รวมถึงติดตามการปลอดโรคของอ้อยในสภาพแปลงปลูก ในเขตจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี นครสวรรค์ ระหว่างปี 2547-2552 พบว่าการผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาวควรมี

ตารางที่ 3.1 ปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่เพิ่มให้แก่ดินปลูกอ้อย โดยพิจารณาจากผลวิเคราะห์ดิน

ธาตุอาหาร	ค่าวิเคราะห์ดิน	ระดับ	อัตราปุ๋ยแนะนำ (กก./ไร่)
อินทรียวัตถุ (%) (ดินสีน้ำตาล-ดำ)	น้อยกว่า 1	ต่ำ	18 N
	1-2	ปานกลาง	12 N
	มากกว่า 2	สูง	6 N
อินทรียวัตถุ (%) (ดินสีแดง)	น้อยกว่า 1	ต่ำ	9 N
	1-2	ปานกลาง	6 N
	มากกว่า 2	สูง	6 N
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)	น้อยกว่า 7	ต่ำ	9 P_2O_5
	7-30	ปานกลาง	6 P_2O_5
	มากกว่า 30	สูง	3 P_2O_5
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ppm)	น้อยกว่า 30	ต่ำ	18 K_2O
	30-90	ปานกลาง	12 K_2O
	มากกว่า 90	สูง	6 K_2O
แคลเซียม (ppm)	น้อยกว่า 110	ต่ำ	ใส่ปูนขาว 800
	110-250	ปานกลาง	ใส่ปูนขาว 400
	มากกว่า 250	สูง	-
แมกนีเซียม (ppm)	น้อยกว่า 12	ต่ำ	ใส่ MgO 48
	12-30	ปานกลาง	ใส่ MgO 24
	มากกว่า 30	สูง	-
สังกะสี (ppm)	น้อยกว่า 0.6	ต่ำ	1.6 Zn
	มากกว่า 0.6	สูง	-

ที่มา : สถาบันวิจัยพืชไร่ (2544) และ ทักษิณา (2556)

แปลงแม่พันธุ์ที่ปลูกจากกล้าอ้อยปลอดโรคในโรงตาข่ายกันแมลง การแยกหน่อที่อายุ 60-85 วัน ช่วยขยายพันธุ์ได้เร็วขึ้นไม่ต่ำกว่า 10 เท่า การใช้พันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาว ร่วมกับการเฝ้าระวัง

สถาบันวิจัยพืชไร่

กำจัดต้นที่ติดโรคใหม่ การปลูกพืชหมุนเวียนตัดวงจรโรคและการปรับปรุงบำรุงดินให้สมบูรณ์ เพื่อให้ต้นอ้อยแข็งแรง ทำให้ลดความรุนแรงของโรคใบขาวได้และการลดปริมาณเชื้อโรคใบขาวที่ติดมากับท่อนพันธุ์สามารถทำได้โดยการแช่ท่อนพันธุ์ในน้ำร้อน โดย รังษี และคณะ (2552) รายงานว่าการแช่ท่อนพันธุ์ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 52 องศา 2 ครั้ง สามารถกำจัดเชื้อที่ติดมากับท่อนพันธุ์ได้ดี ส่วนการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และเป็นที่ต้องการของเกษตรกร สำหรับการส่งเสริมการเจริญเติบโตของอ้อยมีรายงานเบื้องต้นว่า การใช้ธาตุอาหารรองบางชนิดสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยที่ติดเชื้อได้

สำหรับงานวิจัยนี้ดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำเทคโนโลยีการจัดการสมดุลธาตุอาหารไปใช้ในการลดความรุนแรงของการเกิดโรคใบขาวอ้อย เพื่อนำไปใช้เป็นต้นแบบในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในไร่เกษตรกรต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1) อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จากแปลงที่ไม่พบโรคใบขาว
2) ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 46-0-0 18-46-0 0-0-60 และ $ZnSO_4$
3) ปูนขาว ยิบซั่ม โดโลไมท์
4) สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช
5) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน
6) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างอ้อย
7) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่าความหวาน
8) วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับเก็บ และ บันทึกข้อมูล

วิธีการ

การศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว ดำเนินการในระหว่างปี 2559-2564 ประกอบด้วย 9 การทดลอง ดำเนินการในไร่เกษตรกรเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันตก 9 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี สกลนคร ราชบุรี กาญจนบุรี สุพรรณบุรี อุทัยธานี และนครสวรรค์ ในแต่ละจังหวัดทำการคัดเลือกแปลงทดลองที่เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยและปานกลางอย่างละ 1 แปลง รวมจังหวัดละ 2 แปลงๆละ 2 ไร่ รวม 18 แปลง 36 ไร่ และดำเนินการ ดังนี้

แบบและวิธีการทดลอง

- แปลงทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ

กรรมวิธี: การจัดการธาตุอาหาร 5 วิธี ได้แก่

1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร
2) ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน
3) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน
4) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน
5) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

- แปลงขยายผลเทคโนโลยี เป็นการทดสอบแปลงใหญ่ไม่ใช้แผนการทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี: การจัดการธาตุอาหาร 2 วิธี

1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร

2) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรรมวิธีทดลองเป็นการจัดการธาตุอาหารให้สมดุลและเพียงพอกับความต้องการของอ้อย ในอ้อยปลูกได้จัดการธาตุอาหารหลักและเพิ่มเติมการจัดการธาตุอาหารรองที่คาดว่าจะมีผลต่อการลดการแสดงอาการโรคใบขาวคือธาตุแมกนีเซียม ธาตุสังกะสี และธาตุแคลเซียม โดยธาตุแมกนีเซียมใส่ในรูปของโดโลไมท์($CaCO_3 + MgCO_3$) ธาตุสังกะสี ใส่ในรูป $ZnSO_4 .7H_2O$ และธาตุแคลเซียม ในรูปยิบซั่ม($CaSO_4.2H_2O$) โดยมีปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่เพิ่มให้แก่ดินปลูกอ้อย โดยพิจารณาจากผลวิเคราะห์ดินดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับการจัดการธาตุอาหารในอ้อยตอ ได้นำหลักการจัดการสมดุลธาตุอาหารเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเป็นโรคใบขาวมาปรับใช้ ดังนี้ การปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เหมาะสม ถ้าดินมีพีเอช 4.5-5.0 ปรับปรุงโดยการหว่านปูนขาวอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ หรือใส่ฟิลเตอร์เค้ก 1 ตันต่อไร่ ดินมีพีเอชน้อยกว่า 4.5 ปรับปรุงโดยการหว่านปูนขาวอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ หรือใส่ฟิลเตอร์เค้ก 2 ตันต่อไร่ ถ้าดินมีอินทรียวัตถุต่ำมาก (%OM < 0.5%) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 0.5 เท่าของคำแนะนำ ในที่นี้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของอ้อยปกติถ้าอินทรียวัตถุต่ำกว่า 0.5% ควรใส่ไนโตรเจน 18 กิโลกรัมต่อไร่ ในอ้อยตอจะใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเป็น 27 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังได้นำสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียมกับธาตุฟอสฟอรัสมาพิจารณาร่วมด้วย ถ้าสัดส่วนของ K/P มากกว่า 4.55 ควรเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัสให้มากกว่าเดิม 0.3 เท่า เนื่องจากดินมีค่า K/P เกินปกติ (กอบเกียรติ, 2553)

กรรมวิธีทดลอง

จังหวัด	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1. ขอนแก่น	<u>อ้อยปลูก</u>	<u>อ้อยปลูก</u>
	1) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
	2) ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่	2) ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่
	3) ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3) ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
	4) ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	4) ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
	5) ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	5) ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
	<u>อ้อยตอ</u>	<u>อ้อยตอ</u>
	1) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
	2) ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่	2) ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่
	3) ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่	3) ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่
	4) ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	4) ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
	5) ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6	5) ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
	กิโลกรัมต่อไร่	3.8 กิโลกรัมต่อไร่
2. กาฬสินธุ์	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 45 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 45 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
3. อุดรธานี	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ย 20-12-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ย 20-12-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ย 20-12-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ย 20-12-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
4. สกลนคร	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
5. ราชบุรี	<u>อ้อยปลูก</u> 1) ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตร ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่ + ปุ๋ยเกรด 21-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2)ใส่ปุ๋ย 27-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตร ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่ + ปุ๋ยเกรด 21-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่ 2)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2)ใส่ปุ๋ย 27-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+ โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ +โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
6. กาญจนบุรี	<u>อ้อยปลูก</u>	<u>อ้อยปลูก</u>

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
	1) ใส่ปุ๋ย 18-18-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ 4) ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1) ใส่ปุ๋ย 18-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ 4) ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่	1) ใส่ปุ๋ย 18-18-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) ใส่ปุ๋ย 12-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 12-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ 4) ใส่ปุ๋ย 12-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 12-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1) ใส่ปุ๋ย 18-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ 4) ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่
7. สุพรรณบุรี	<u>อ้อยปลูก</u> 1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2) ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2) ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	<u>อ้อยปลูก</u> 1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2) ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ +โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2) ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+ โดโลไมท์ 30 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ +โดโลไมท์ 30 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
8. อุทัยธานี	<u>อ้อยปลูก</u> 1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2) ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ +	<u>อ้อยปลูก</u> 1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2) ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
	โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2)ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	+ โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2)ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
9. นครสวรรค์	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2)ใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2)ใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	<u>อ้อยปลูก</u> 1)ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1)ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 2)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ 4)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ 5)ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีในแปลงขยายผลเทคโนโลยี ทำการจัดการธาตุอาหาร ดังนี้

จังหวัด	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1. ขอนแก่น	<u>อ้อยปลูก</u> 1)วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 20-12-10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	<u>อ้อยปลูก</u> 1)วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 16-16-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
	<u>อ้อยตอ</u>	<u>อ้อยตอ</u>
	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 20-12-10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 16-16-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
2. กาฬสินธุ์	<u>อ้อยปลูก</u>	<u>อ้อยปลูก</u>
	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 24-4-10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 27-27-27 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 65 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 75 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
	<u>อ้อยตอ</u>	<u>อ้อยตอ</u>
	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 24-4-10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 27-27-27 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 65 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 75 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
3. อุดรธานี	<u>อ้อยปลูก</u>	<u>อ้อยปลูก</u>
	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 20-12-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 20-12-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
	<u>อ้อยตอ</u>	<u>อ้อยตอ</u>
	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 20-12-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 20-12-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่	2) ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
4. สกลนคร	<u>อ้อยปลูก</u>	<u>อ้อยปลูก</u>
	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
	2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่	2) ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่
	<u>อ้อยตอ</u>	<u>อ้อยตอ</u>
	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100	1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
	กิโลกรัมต่อไร่ 2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่	กิโลกรัมต่อไร่ 2) ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่
5. กาญจนบุรี	<u>อ้อยปลูก</u> 1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่	<u>อ้อยปลูก</u> 1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) วิธีแนะนำ 18-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ <u>อ้อยตอ</u> 1) วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 2) วิธีแนะนำ 18-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่

วิธีปฏิบัติการทดลอง

การจัดการธาตุอาหารเป็นการป้องกันโรคใบขาวโดยการทำให้อ้อยแข็งแรง โดยมีสมมุติฐานว่าอ้อยที่เป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองในพืชไม่เหมาะสม ทำให้อ้อยที่ได้รับเชื้อโรคใบขาวแสดงอาการของโรคใบขาวออกมา จึงศึกษาการจัดการธาตุอาหารในดินให้สมดุลและเหมาะสมตามความต้องการของอ้อย การดำเนินงานในกิจกรรมที่ 3 ประกอบด้วย 9 การทดลอง ดำเนินการในเขตปลูกอ้อยอาศัยน้ำฝน โดยคัดเลือกพื้นที่ปลูกอ้อยในสภาพดินทราย ซึ่งการปลูกอ้อยในสภาพดินทรายเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเป็นโรคใบขาวปัจจัยหนึ่ง ดำเนินการในไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี สกลนคร ราชบุรี กาญจนบุรี สุพรรณบุรี อุทัยธานี และนครสวรรค์ในแต่ละจังหวัดทำการคัดเลือกแปลงทดลองที่เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยและปานกลางอย่างละ 1 แปลง รวมจังหวัดละ 2 แปลงๆละ 2 ไร่ รวม 18 แปลง 36 ไร่ สำหรับการขยายผลเทคโนโลยีในแปลงใหญ่ดำเนินการในจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี สกลนคร และ กาญจนบุรี จังหวัดละ 2 แปลง รวม 10 แปลง โดยมีวิธีปฏิบัติการทดลองดังนี้

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

อ้อยปลูก ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ก่อนการเตรียมดิน โดยเก็บดินที่ระดับชั้นไถพรวนในความลึก 0-30 ซม. ส่งวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ โดยจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี สกลนคร และกาญจนบุรี ส่งห้องปฏิบัติการ ศวร.ขอนแก่น จังหวัดราชบุรี สุพรรณบุรี อุทัยธานี และนครสวรรค์ ส่งห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ค่าทางเคมีที่วิเคราะห์ ได้แก่ pH OM (%) Avail. P Exch.K Ca Mg Zn Fe

แปลงทดลองในพื้นที่ปลูกอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลูกอ้อยปลายฝนหรือข้ามแล้งประมาณเดือนตุลาคม ในพื้นที่ปลูกอ้อยภาคกลางปลูกอ้อยต้นฤดูฝนประมาณเดือนพฤษภาคม ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยใช้พันธุ์จากแปลงที่ไม่พบโรคใบขาว วิธีการปลูกอ้อยโดยเปิดร่องวางลำคู่

กรมวิชาการเกษตร

สับลำให้ขาดจากกัน 3-4 ท่อน ใช้ระยะระหว่างแถว 1.3 – 1.5 เมตร ขนาดแปลงย่อย 8 แถว ๆยาว 8 เมตร หรือใช้รถปลูกในพื้นที่ที่เกษตรกรใช้รถปลูก โรยปุ๋ยรองพื้นอัตราครึ่งหนึ่งของผลวิเคราะห์ดิน กลบดิน พ่นสารเคมีคุมวัชพืช และกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 5 เดือน ในอัตราอีกครึ่งหนึ่งของผลวิเคราะห์ดิน ก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยปลูก ทำการวัดความสูง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 4 แถวกลางยาว 6 เมตร โดยตัดลำต้นชิดดิน ลอกกาบ ตัดยอด บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วัดค่าซีซีเอส

อ้อยตอ 1 หลังเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกแล้วรีบแต่งตอ หากดินมีความชื้นเพียงพอ ใส่ปุ๋ยรองพื้นโดยธาตุอาหารหลักใส่อัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินตามกรรมวิธี ส่วนธาตุรองใส่ครั้งเดียวในช่วงรองพื้นแปลงที่มีค่าวิเคราะห์ธาตุแคลเซียมไม่เหมาะสมให้ใส่ยิปซั่มทุก Plot ในช่วงใส่ปุ๋ยรองพื้นด้วย และธาตุอาหารหลักใส่อีกครั้งตอนใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยใส่เมื่ออ้อยอายุ 5 เดือนให้ครบตามกรรมวิธีทดลอง โดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินเดิมของอ้อยปลูก ไม่ต้องเก็บดินส่งวิเคราะห์ใหม่ ดูแลรักษา และกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น ก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 ทำการวัดความสูง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว เก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 เมื่ออายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 4 แถวกลางยาว 6 เมตร โดยตัดลำต้นชิดดิน ลอกกาบ ตัดยอด บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วัดค่าซีซีเอส

อ้อยตอ 2 หลังเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 แล้วรีบแต่งตอ หากดินมีความชื้นเพียงพอ ใส่ปุ๋ยรองพื้นโดยธาตุอาหารหลักใส่อัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินตามกรรมวิธี ส่วนธาตุรองใส่ครั้งเดียวในช่วงรองพื้นแปลงที่มีค่าวิเคราะห์ธาตุแคลเซียมไม่เหมาะสมให้ใส่ยิปซั่มทุก Plot ในช่วงใส่ปุ๋ยรองพื้นด้วย และธาตุอาหารหลักใส่อีกครั้งตอนใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยใส่เมื่ออ้อยอายุ 5 เดือนให้ครบตามกรรมวิธีทดลอง โดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินเดิมของอ้อยปลูก ไม่ต้องเก็บดินส่งวิเคราะห์ใหม่ ดูแลรักษา และกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น ก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 2 ทำการวัดความสูง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว เก็บเกี่ยวอ้อยตอ 2 เมื่ออายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 4 แถวกลางยาว 6 เมตร โดยตัดลำต้นชิดดิน ลอกกาบ ตัดยอด บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วัดค่าซีซีเอส

<u>วิธีดำเนินการในแปลงขยายผลเทคโนโลยี</u>

ผลจากแปลงทดลองทำการวิเคราะห์กรรมวิธีที่สามารถลดความรุนแรงของโรคใบขาวในสภาพไร่ เพื่อการขยายผลเทคโนโลยีการลดความรุนแรงของโรคใบขาวโดยการจัดการสมดุลของธาตุอาหารในแปลงปลูกอ้อยจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี สกลนคร และกาญจนบุรี ในปี 2562 ทำการปลูกอ้อยในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการลดความรุนแรงของโรคใบขาวโดยการจัดการสมดุลของธาตุอาหาร โดยปลูกทดสอบแบบแปลงใหญ่เปรียบเทียบกรรมวิธีเกษตรกร กับกรรมวิธีแนะนำ ก่อนปลูกอ้อยเก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์เพื่อนำผลวิเคราะห์ดินมาจัดการธาตุอาหาร ส่วนวิธีปฏิบัติการในอ้อยปลูกกับอ้อยตอ 1 ของแปลงขยายผลเทคโนโลยีดำเนินการเช่นเดียวกับในแปลงทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1) คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน pH OM (%) Avail. P Exch.K Ca Mg Zn Fe เก็บตัวอย่างดินแบบ Composite sample ส่งวิเคราะห์ที่ความลึก 0-30 ซม.
2) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในอ้อย N P K Ca Mg Zn Fe เมื่ออายุ 6 เดือน วิธีการสุ่ม เก็บตัวอย่างใบอ้อยที่ Top visible dewlap จาก main stem แต่ละกรรมวิธีนำใบอ้อยที่เก็บได้จากทุกซ้ำมารวมกันแบบ Composited sample ส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารกรรมวิธีละ 1 ตัวอย่าง ๆละ ครึ่งกิโลกรัม (น้ำหนักสด)

กรมวิชาการเกษตร

3) เปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยปลูก ที่อายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์หลังงอก
4) การเจริญเติบโต จำนวนหน่อต่อกอ ที่อายุ 4 เดือนหลังงอก จำนวนลำต่อกอ ที่อายุ 6 เดือนหลังงอก
5) เปอร์เซ็นต์กอเป็นโรคใบขาว ที่อายุ 4 8 เดือนหลังงอก และ ก่อนเก็บเกี่ยว แต่ละ Plot นับจำนวนกอทั้งหมดและจำนวนกอที่เป็นโรคใบขาว เพื่อหาเปอร์เซ็นต์กอเป็นโรคใบขาว
6) สุ่มตัวอย่างอ้อยส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวก่อนและหลังการใส่ปุ๋ย 1 เดือน โดยเก็บตัวอย่างแบบ Composited sample ส่งตัวอย่างวิเคราะห์กรรมวิธีละ 1 ตัวอย่าง วิธีการเก็บใบแต่ละกรรมวิธีสุ่มเก็บใบอ้อยจากทุกซ้ำๆละ 20 กอ แต่ละกอเก็บกอละ 1 ใบจาก main stem โดยเก็บจาก Top visible dewlap เมื่อสุ่มเก็บได้ 20 ใบ แล้วนำใบอ้อยใส่ถุงกระดาษส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวที่ห้องปฏิบัติการของ ศวร. ขอนแก่น
7) ความสูงอ้อยช่วงเก็บเกี่ยว
8) ผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว นับจำนวนกอเก็บเกี่ยว จำนวนลำเก็บเกี่ยว ชั่งน้ำหนักลำสุ่ม 10 ลำ วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางที่กลางลำ จำนวนปล้อง เก็บข้อมูลทุก Plot
9) ค่าความหวานเมื่อเก็บเกี่ยว สุ่มอ้อยซ้ำละ 6 ลำ วัดค่าบริกซ์ โพล ไฟเบอร์ คำนวณค่าซีซีเอส

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2564

สถานที่ทำการทดลอง

1) ไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น
2) ไร่เกษตรกรจังหวัดกาฬสินธุ์
3) ไร่เกษตรกรจังหวัดอุดรธานี
4) ไร่เกษตรกรจังหวัดสกลนคร
5) ไร่เกษตรกรจังหวัดราชบุรี
6) ไร่เกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรี
7) ไร่เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี
8) ไร่เกษตรกรจังหวัดอุทัยธานี
9) ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดขอนแก่น

คณะผู้วิจัย วันทนา เลิศศิริวรกุล ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล
ศรีสุดา ทิพยรักษ์ เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 31 ธันวาคม 2564

การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดขอนแก่น ดำเนินการทดลองในไร่เกษตรกร จำนวน 2 แปลง แปลงที่ 1 ดำเนินการที่ บ้านค้อ ตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง จังหวัด

กรมวิชาการเกษตร

ขอนแก่นเป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยพื้นที่ 2 ไร่ แปลงที่ 2 ดำเนินการที่บ้านกุดขอนแก่น ตำบลหนองไฮ อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลางพื้นที่ 2 ไร่ รวม 4 ไร่

แปลงที่ 1 ปลูกอ้อยวันที่ 24 ตุลาคม 2558 วิธีปลูกแบบวางลำใช้ระยะระหว่างแถว 1.3 เมตร อ้อยมีความงอกค่อนข้างดีโดยมีความงอกที่อายุ 12 สัปดาห์เฉลี่ย 5,718 ต้นต่อไร่ มีการแตกกอดีเฉลี่ย 7.4 หน่อต่อกอ

สมบัติของดินในแปลงทดลอง

ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรจากตารางที่ 3.1.1 พบว่า แปลงที่ 1 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.45 ซึ่งอยู่ในช่วงค่อนข้างเหมาะสม เนื่องจากดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ควรมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.6-7.3 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.27 เปอร์เซ็นต์ มีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งทั้ง P K Ca อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากค่าที่เหมาะสมควรมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 80-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียม 110-250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับค่าวิเคราะห์ของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกัน เนื่องจากค่าที่เหมาะสมของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ คือ 12-30 และ0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ (ปรีชา และคณะ, 2543)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการให้ผลผลิตของอ้อยปลูก

แปลงที่ 1 อำเภอเมืองผลผลิตอ้อยปลูกค่อนข้างต่ำเนื่องจากอ้อยกระทบแล้ง แปลงอำเภอเมืองได้ผลผลิตเฉลี่ย 8.5 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือกรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 10.1 และ 1.6 ตันต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 9.7 และ 1.5 ตันต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1.2)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก

จากการตรวจนับกอที่เป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือนพบโรคใบขาวในระดับต่ำ โดยพบโรคใบขาวเฉพาะในกรรมวิธีที่ 1 ร้อยละ 0.1 (ตารางที่ 3.1.4) ได้สุ่มตัวอย่างใบอ้อยส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวที่ห้องปฏิบัติการของ ศวร.ขอนแก่น โดยเก็บตัวตัวอย่างก่อนใส่ปุ๋ย 1 เดือน เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2559 และหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2559 พบว่าอ้อยมีสภาพการติดเชื้อไฟโตพลาสมาอยู่ในระดับสีฟ้าถึงสีส้ม โดยกรรมวิธีที่ 2 และ 4 มีเชื้อไฟโตพลาสมาน้อยมากระดับสีฟ้า กรรมวิธีที่ 3 และ 5 มีเชื้อไฟโตพลาสมาปานกลางในระดับสีส้ม และกรรมวิธีที่ 1 มีเชื้อฯต่ำระดับสีเขียว เมื่อใส่ปุ๋ยแต่งหน้าไปแล้ว 1 เดือน กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน และ กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นจากมีเชื้อน้อยมากระดับสีฟ้าเป็นมีปริมาณเชื้อต่ำระดับสีเขียว ส่วนกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน และ กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน กลับมีปริมาณเชื้อน้อยลงจากมีเชื้อปานกลางระดับสีส้มเป็นมี

ปริมาณเชื้อต่ำระดับสีเขียว และการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ซึ่งใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งก่อนและหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือนมีปริมาณเชื้อเท่าเดิมคือมีเชื้อต่ำระดับสีเขียว

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการให้ผลผลิตของอ้อยตอ 1

แปลงที่ 1 อำเภอเมืองผลผลิตอ้อยตอ 1 ค่อนข้างต่ำเนื่องจากจำนวนหลุมหายไปมากตั้งแต่ช่วงเป็นอ้อยปลูก แปลงอำเภอเมืองได้ผลผลิตเฉลี่ย 5.6 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 6.9 และ 1.0 ตันต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 6.3 และ 0.9 ตันต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1.3)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเป็นโรคใบขาวของอ้อยตอ 1

จากการตรวจนับกอที่เป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือนพบโรคใบขาวใน 4 กรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ไม่พบกอเป็นโรคใบขาว โดยพบโรคใบขาวในกรรมวิธีที่ 1 2 4 และ 5 ร้อยละ 0.59 0.99 0.67 และ0.21 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1.4)

แปลงที่ 2 ปลูกอ้อยวันที่ 12 พฤศจิกายน 2558 วิธีปลูกแบบวางลำใช้ระยะระหว่างแถว 1.3 เมตร อ้อยมีความงอกค่อนข้างดีโดยมีความงอกที่อายุ 12 สัปดาห์เฉลี่ย 7,317 ต้นต่อไร่ มีการแตกกอดีเฉลี่ย 7.1 หน่อต่อกอ โดยกรรมวิธีที่ 3 มีการแตกกอดีที่สุด 7.7 หน่อต่อกอ

สมบัติของดินในแปลงทดลอง

ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรจากตารางที่ 3.1.1 พบว่า เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.0 ซึ่งอยู่ในช่วงค่อนข้างเหมาะสม เนื่องจากดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ควรมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.6-7.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 45.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 226 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งทั้ง P K อยู่ในระดับสูง เนื่องจากค่าที่เหมาะสมควรมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 80-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ ในดินควรมีแคลเซียม 110-250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 12.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 2.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับสูง เนื่องจากค่าที่เหมาะสมของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และ สังกะสีที่เป็นประโยชน์ คือ 12-30 และ0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ (ปรีชา และคณะ, 2543)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการให้ผลผลิตของอ้อยปลูก

แปลงที่ 2 อำเภอมัญจาคีรีให้ผลผลิตอ้อยปลูกเฉลี่ย 12.2 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 13.9 และ 1.9 ตันต่อไร่ ตามลำดับรองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 12.5 และ 1.8 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1.2)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก

โรคใบขาว จากการตรวจนับกอที่เป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือนพบว่าพบโรคใบขาวในระดับต่ำ โดยพบโรคใบขาวในกรรมวิธีที่ 3 และ 4 โดยพบโรคใบขาวร้อยละ 0.1 เท่ากัน (ตารางที่ 3.1.5) ได้สุ่มตัวอย่างใบอ้อยส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวที่ห้องปฏิบัติการของ ศวร.ขอนแก่น แปลงที่ 2 เก็บตัวตัวอย่างก่อนใส่ปุ๋ย 1 เดือน เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2559และหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2559 สำหรับปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยก่อนและหลังใส่ปุ๋ยแต่งหน้า 1 เดือน แปลงที่ 2 ก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้า 1 เดือน อ้อยมีสภาพการติดเชื้อไฟโตพลาสมาอยู่ในระดับสีฟ้า และ สีส้ม โดยกรรมวิธีที่ 3 4 และ 5 มีเชื้อไฟโตพลาสมาน้อยมากระดับสีฟ้า กรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีเชื้อไฟโตพลาสมาปานกลางในระดับสีส้ม เมื่อใส่ปุ๋ยแต่งหน้าไปแล้ว 1 เดือน กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ปริมาณเชื้อยังคงอยู่ในระดับเดิมคือมีเชื้อน้อยมากระดับสีฟ้า ส่วนกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน และ กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นจากมีเชื้อน้อยมากระดับสีฟ้าเป็นมี การใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดินปริมาณเชื้อลดลงจากมีเชื้อปานกลางสีส้มเป็นมีเชื้อน้อยมากสีฟ้า ส่วนการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ซึ่งใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งก่อนและหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือนมีปริมาณเชื้อเท่าเดิมคือมีเชื้อปานกลางระดับสีส้ม

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการให้ผลผลิตของอ้อยตอ 1

แปลงที่ 2 อำเภอมัญจาคีรีให้ผลผลิตอ้อยตอ 1 เฉลี่ย 13.2 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือกรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 15.6 และ 2.7 ตันต่อไร่ ตามลำดับรองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ย 27-3-6กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 14.4 และ 2.4 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1.3)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเป็นโรคใบขาวของอ้อยตอ 1

จากการตรวจนับกอที่เป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือนพบโรคใบขาวทุกกรรมวิธี กรรมวิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบกอเป็นโรคใบขาวน้อยที่สุดร้อยละ 0.31 กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบโรคใบขาวมากที่สุดร้อยละ 3.07 รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 1 และ 2 โดยพบโรคใบขาว ร้อยละ 1.95 1.6 และ 0.49 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1.5)

การขยายผลเทคโนโลยี

วิเคราะห์กรรมวิธีที่สามารถลดความรุนแรงของโรคใบขาวในสภาพไร่ เพื่อการขยายผลเทคโนโลยีการลดความรุนแรงของโรคใบขาวโดยการจัดการสมดุลของธาตุอาหารในแปลงปลูกอ้อย จังหวัดขอนแก่น

แปลงที่ 1 (อ.เมือง) พบว่าด้านผลผลิตในอ้อยปลูกวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุด 10.1 ตัน/ไร่ แต่ในอ้อยตอ 1 วิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตสูงสุด 6.9 ตัน/ไร่ เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 แล้วพบว่า วิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ให้ผลผลิตสูงสุด 7.8 ตัน/ไร่ สำหรับในด้านการเป็นโรคใบขาวในอ้อยปลูกวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวร้อยละ 0.1 เพียงกรรมวิธีเดียว ส่วนในอ้อยตอ 1 ไม่พบโรคใบขาวในวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ และพบใบขาวมากที่สุดร้อยละ 0.99 ในวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ย 27-6-18

กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ และเมื่อพิจารณาการเป็นใบขาวเฉลี่ยทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 แล้วไม่พบโรคใบขาวใน วิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ และพบใบขาวในระดับต่ำร้อยละ 0.1 ในวิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่+โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3.1.4)

แปลงที่ 2 (อ.มัญจาคีรี) พบว่าด้านผลผลิตในอ้อยปลูกวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 13.9 ตัน/ไร่ แต่ในอ้อยตอ 1 วิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 15.6 ตัน/ไร่ เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 แล้วพบว่า วิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 14.1 ตัน/ไร่ สำหรับในด้านการเป็นโรคใบขาวในอ้อยปลูกวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ วิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวร้อยละ 0.1 ส่วนในอ้อยตอ 1 มีการเป็นโรคใบขาวเพิ่มขึ้นจากอ้อยปลูกมากโดยวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ พบใบขาวมากที่สุดร้อยละ 3.07 และวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่พบใบขาวน้อยที่สุดร้อยละ 0.31 เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของการพบโรคใบขาวทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่าให้ผลในลักษณะเดียวกัน (ตารางที่ 3.1.5)

เมื่อพิจารณาจากผลผลิตเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวแล้ว จึงเลือกเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารโดยนำการใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+ Zn ไปขยายผลในพื้นที่ปลูกอ้อยอำเภอน้ำพอง และอำเภอเขาสวนกวาง อำเภอละ 1 แปลง รวม 2 แปลง โดยใช้อ้อยสะอาดพันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร ดำเนินการคัดเลือกแปลงปลูกอ้อยแปลงที่ 1 นายยงค์ยุทธ บุญมาก บ้านเลขที่ 242 หมู่ 1 บ้านกุดน้ำใส ต.ม่วงหวาน อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น และแปลงที่ 2 นางแพงศรี แพงบัวโฮม บ้านเลขที่ 226 หมู่ 9 บ้านโนนสง่า ต.คำม่วง อ.เขาสวนกวาง จ.ขอนแก่น ดำเนินการปลูกอ้อยแปลงใหญ่ในปี 2562 เก็บเกี่ยวผลผลิตในปี 2563 (ตารางที่ 6) การขยายผลในแปลงใหญ่ โดยการใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดินพบว่าแปลงที่ 1 วิธีแนะนำใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่+โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ย 20-12-10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีแนะนำและวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตเฉลี่ย 9.2 และ 8.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ สำหรับแปลงที่ 2 วิธีแนะนำใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ย 16-16-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีแนะนำและวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.9 และ 13.5 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และไม่พบโรคใบขาวทั้งสองแปลง (ตารางที่ 3.1.6)

<u>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะจังหวัดขอนแก่น</u>

แปลงทดลอง

- ด้านผลผลิต การใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตอ้อยสูงที่สุดเฉลี่ย 10.9 ตัน/ไร่
- การเป็นโรคใบขาว การใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดินอ้อยแสดงอาการใบขาวน้อยที่สุด

แปลงขยายผลเทคโนโลยี

กรมวิชาการเกษตร

การขยายผลในแปลงใหญ่ โดยการใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดินพบว่า วิธีแนะนำให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีเกษตรกร โดยวิธีแนะนำและวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตเฉลี่ย 12.6 และ 11.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ โดยไม่พบโรคใบขาวในแปลงขยายผลเทคโนโลยีทั้งสองแปลง

ตารางที่ 3.1.1 ผลวิเคราะห์ดินในไร่เกษตรกร การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดขอนแก่น

แปลงทดลอง จังหวัดขอนแก่น	pH	OM (%)	avail.P (mg/kg)	exch K (mg/kg)	exch Ca (mg/kg)	exch Mg (mg/kg)	avail.Fe mg/kg	avail.Zn mg/kg
แปลงที่ 1	5.45	0.27	9.0	9.0	33	20	14	0.5
แปลงที่ 2	7.0	0.08	45.7	226	73	12.1	65	2.7

ตารางที่ 3.1.2 จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่ ผลผลิต(ตัน/ไร่) ผลผลิตน้ำตาล(ตัน/ไร่) และซีซีเอส ของอ้อยปลูกแปลงทดลองการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดขอนแก่น

แปลงที่ 1 (อ.เมือง)					แปลงที่ 2 (อ.มัญจาคีรี)				
กรรมวิธี	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	กรรมวิธี	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส
1	7,510	10.1	1.6	15.8	1	7,413	12.3	1.8	14.5
2	6,867	7.9	1.3	15.7	2	7,441	11.2	1.6	14.2
3	5,538	6.3	1.0	15.5	3	8,685	13.9	1.9	13.8
4	6,951	9.7	1.5	15.6	4	8,308	12.5	1.8	14.4
5	6,727	8.7	1.4	15.8	5	8,028	11.0	1.6	14.6
เฉลี่ย	**6,719**	**8.5**	**1.3**	**15.7**	**เฉลี่ย**	**7,975**	**12.2**	**1.7**	**14.3**
F-test	ns	ns	ns	ns	**F-test**	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	26.10	38.34	38.44	3.39	**C.V. (%)**	22.67	29.63	24.06	1.08

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หมายเหตุ :

แปลงที่ 1 (อ.เมือง)

1 = ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 2 (อ.มัญจาคีรี)

1 = ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.1.3 จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่ ผลผลิต (ตัน/ไร่) ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่) และซีซีเอส ของอ้อยตอ 1 แปลงทดลองการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดขอนแก่น

แปลงที่ 1	แปลงที่ 2

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	กรรมวิธี	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส
1	5,329	4.0	0.6	13.9	1	7,298 b[1/]	10.5 b[1/]	1.7 b[1/]	16.5
2	6,056	5.2	0.7	14.1	2	9,663 a	14.4 ab	2.4 ab	16.5
3	6,531	6.3	0.9	14.7	3	8,981 ab	13.2 ab	2.2 ab	16.2
4	6,462	5.5	0.8	14.4	4	9,519 a	15.6 a	2.7 a	17.2
5	7,888	6.9	1.0	14.5	5	8,490 ab	12.4 ab	2.1 ab	17.0
เฉลี่ย	**6,453**	**5.6**	**0.8**	**14.3**	**เฉลี่ย**	**8,790**	**13.2**	**2.2**	**16.7**
F-test	ns	ns	ns	ns	**F-test**	*	*	*	ns
C.V.(%)	42.44	65.82	62.79	6.91	**C.V.(%)**	9.57	15.38	17.56	4.05

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หมายเหตุ : **แปลงที่ 1 (อ.เมือง)**

1 = ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 2 (อ.มัญจาคีรี)

1 = ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.1.4 ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 ของแปลงที่ 1 อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

กรรมวิธี	ผลผลิตอ้อยปลูก (ตัน/ไร่)	ผลผลิตอ้อยตอ 1 (ตัน/ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	% ใบขาว อ้อยปลูก	% ใบขาว อ้อยตอ 1	% ใบขาว เฉลี่ย
1	10.1	4.0	7.1	0.1	0.59	0.34
2	7.9	5.2	6.6	-	0.99	0.49
3	6.3	6.3	6.3	-	0.00	0.00
4	9.7	5.5	7.6	-	0.67	0.34
5	8.7	6.9	7.8	-	0.21	0.10
เฉลี่ย	**8.5**	**5.6**	**7.1**	**0.02**	**0.49**	**0.26**
F-test	ns	ns	ns	-	-	-
C.V.(%)	38.34	65.82	28.62	-	-	-

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หมายเหตุ : **การใส่ปุ๋ยอ้อยปลูก**

1 = ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
2 = ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่
3 = ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4 = ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
5 = ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

การใส่ปุ๋ยอ้อยตอ 1

1 = ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
2 = ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่
3 = ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่
4 = ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่
5 = ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.1.5 ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 ของแปลงที่ 2 อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

กรรมวิธี	ผลผลิตอ้อยปลูก (ตัน/ไร่)	ผลผลิตอ้อยตอ 1 (ตัน/ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	% ใบขาว อ้อยปลูก	% ใบขาว อ้อยตอ 1	% ใบขาว เฉลี่ย
1	12.3	10.5 b[1/]	11.4	-	1.60	0.80
2	11.2	14.4 ab	12.8	-	0.49	0.25
3	13.9	13.2 ab	13.6	0.1	3.07	1.59
4	12.5	15.6 a	14.1	0.1	1.95	1.02
5	11.0	12.4 ab	11.7	-	0.31	0.15
เฉลี่ย	**12.2**	**13.2**	**12.7**	**0.04**	**1.48**	**0.76**
F-test	ns	*	ns	**-**	**-**	**-**
C.V.(%)	29.63	15.38	13.79	**-**	**-**	**-**

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หมายเหตุ : **การใส่ปุ๋ยอ้อยปลูก**

1 = ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
2 = ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่
3 = ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4 = ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
5 = ใส่ปุ๋ย 18-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

การใส่ปุ๋ยอ้อยตอ 1

1 = ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่
2 = ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่
3 = ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่
4 = ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
5 = ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.1.6 ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูกแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดขอนแก่น

แปลงที่ 1					
กรรมวิธี	**จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่**	**ผลผลิต (ตัน/ไร่)**	**ผลผลิตน้ำตาล(ตัน/ไร่)**	**ซีซีเอส**	**% ใบขาว อ้อยปลูก**

กรมวิชาการเกษตร

1. วิธีเกษตรกร	11,182	8.9	1.62	18.1	0.
2. วิธีแนะนำ	12,533	9.2	1.75	18.9	0
เฉลี่ย	**11,857**	**9.1**	**1.69**	**18.5**	**0**

แปลงที่ 2

กรรมวิธี	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล(ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	% ใบขาวอ้อยปลูก
1. วิธีเกษตรกร	10,400	13.5	1.36	10.0	0
2. วิธีแนะนำ	10,800	15.9	1.62	10.23	0
เฉลี่ย	**10,600**	**14.7**	**1.49**	**10.12**	**0**

หมายเหตุ : แปลงที่ 1 (อำเภอน้ำพอง)

1. วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 20-12-10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2. วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 2 (อำเภอเขาสวนกวาง)

1. วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 16-16-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2. วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

3.2 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดกาฬสินธุ์

คณะผู้วิจัย วันทนา เลิศศิริวรกุล ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล
ศรีสุดา ทิพยรักษ์ เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 31 ธันวาคม 2564

การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดกาฬสินธุ์ ดำเนินการทดลองในไร่เกษตรกร จำนวน 2 แปลง แปลงที่ 1 ดำเนินการที่ บ้านหาดทรายมูล อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ พื้นที่ 2 ไร่ เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย แปลงที่ 2 ดำเนินการที่บ้านห้วยยางดง ตำบลโคกเครือ อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง พื้นที่ 2 ไร่ รวม 4 ไร่

แปลงที่ 1 ปลูกอ้อยวันที่ 16 ตุลาคม 2558 วิธีปลูกแบบวางลำใช้ระยะระหว่างแถว 1.4 เมตร อ้อยมีความงอกดีมากโดยมีความงอกที่อายุ 12 สัปดาห์เฉลี่ย 9,956 ต้นต่อไร่ กรรมวิธีที่ 1 มีความงอกสูงที่สุด 12,190 ต้นต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 มีความงอกต่ำสุด 8,837 ต้นต่อไร่ การแตกกอที่อายุ 4 เดือน พบว่ามีการแตกกอเฉลี่ย 6.3 หน่อต่อกอ โดยกรรมวิธีที่ 1 มีการแตกกอดีที่สุด 6.6 หน่อต่อกอ

สมบัติของดินในแปลงทดลอง

ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรจากตารางที่ 3.2.1 พบว่า แปลงที่ 1 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.0 ซึ่งอยู่ในช่วงค่อนข้างต่ำ เนื่องจากดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ควรมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.6-7.3 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.58 เปอร์เซ็นต์อยู่ในระดับต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากค่าที่เหมาะสมควรมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งค่าที่

กรมวิชาการเกษตร

เหมาะสมควรมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 80-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 331 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับสูงเนื่องจากค่าที่เหมาะสมของแคลเซียมอยู่ในช่วง 110-250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับค่าวิเคราะห์ของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 29.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลางเนื่องจากค่าที่เหมาะสมคือ 12-30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 2.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับสูง เนื่องจากค่าสังกะสีที่เป็นประโยชน์ คือ 0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ปรีชา และคณะ, 2543)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการให้ผลผลิตของอ้อยปลูก

แปลงที่ 1 อำเภอห้วยเม็กจังหวัดกาฬสินธุ์ เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2559 อายุเก็บเกี่ยว 14 เดือน ผลผลิตอ้อยปลูกค่อนข้างสูง มีจำนวนลำเก็บเกี่ยวมาก แปลงอำเภอห้วยเม็กได้ผลผลิตเฉลี่ย 15. 0 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือกรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 18.8 และ 2.1 ตันต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 และ 3 คือการใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 15.0 ตันต่อไร่เท่ากัน แต่ให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.8 และ 2.0 ตันต่อไร่ ตามลำดับ เนื่องจากกรรมวิธีที่ 3 ให้ค่าซีซีเอส 13.3 สูงกว่ากรรมวิธีที่ 2 ที่ให้ค่าซีซีเอส 12.3 (ตารางที่ 3.2.2)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก

จากการตรวจนับกอที่เป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือนไม่พบโรคใบขาวในแปลงทดลองในทุกกรรมวิธี(ตารางที่ 3.2.4)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการให้ผลผลิตของอ้อยตอ 1

แปลงที่ 1 อำเภอห้วยเม็กได้ผลผลิตอ้อยตอ 1 เฉลี่ย 9.3 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือกรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 27-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 9.9 และ 1.6 ตันต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+ โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 9.6 ตันต่อไร่ และให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.6 ตันต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 3.2.3)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเป็นโรคใบขาวของอ้อยตอ 1

จากการตรวจนับกอที่เป็นโรคใบขาวในอ้อยตอ 1 ที่อายุ 4 เดือนพบโรคใบขาวทุกกรรมวิธี โดยพบโรคใบขาวน้อยที่สุดร้อยละ 0.23 ในกรรมวิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 การใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบโรคใบขาวร้อยละ 1.27 และกรรมวิธีที่พบโรคใบขาวมากที่สุดคือกรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน (ตารางที่ 3.2.4)

แปลงที่ 2 ปลูกอ้อยวันที่ 15 พฤศจิกายน 2558 วิธีปลูกแบบวางลำใช้ระยะระหว่างแถว 1.4 เมตร อ้อยมีความงอกค่อนข้างดีโดยมีความงอกที่อายุ 12 สัปดาห์เฉลี่ย 10,442 ต้นต่อไร่ ในแต่ละกรรมวิธีมีความงอกใกล้เคียงกัน โดยกรรมวิธีที่ 1 มีความงอกสูงที่สุด 10,726 ต้นต่อไร่ กรรมวิธีที่ 5 มีความงอกต่ำสุด 10,179 ต้นต่อไร่ การแตกกอที่อายุ 4 เดือน มีการแตกกอ 6.9 หน่อต่อกอ โดยกรรมวิธีที่ 3 มีการแตกกอดีที่สุด 7.3 หน่อต่อกอ

สมบัติของดินในแปลงทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรจากตารางที่ 3.2.1 พบว่า เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.3 ซึ่งอยู่ในช่วงค่อนข้างต่ำ เนื่องจากดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ควรมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.6-7.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.97 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากค่าที่เหมาะสมควรมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 170 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับสูง ค่าที่เหมาะสมของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 80-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 107 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ ในดินควรมีแคลเซียม 110-250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 14.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลาง และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับสูง เนื่องจากค่าที่เหมาะสมของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และ สังกะสีที่เป็นประโยชน์ คือ 12-30 และ0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ (ปรีชา และคณะ, 2543)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการให้ผลผลิตของอ้อยปลูก

แปลงที่ 2 อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่อวันที่ 13 มกราคม 2560 อายุเก็บเกี่ยว 14 เดือน ให้ผลผลิตอ้อยปลูกเฉลี่ย 14.4 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 16.1 และ 2.3 ตันต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 16.0 และ 2.3 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.2.2)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก

โรคใบขาว จากการตรวจนับกอที่เป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือนพบโรคใบขาวทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ 4 ยังไม่พบโรคใบขาว โดยกรรมวิธีที่ 1 พบโรคใบขาวมากที่สุดร้อยละ 0.4 (ตารางที่ 3.2.5)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการให้ผลผลิตของอ้อยตอ 1

แปลงที่ 2 อำเภอหนองกุงศรีให้ผลผลิตอ้อยตอ 1 เฉลี่ย 7.8 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 45 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 9.3 และ 1.2 ตันต่อไร่ ตามลำดับรองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 การใส่แบบเกษตรกรใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยและผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 8.9 และ 1.3 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.2.3)

ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเป็นโรคใบขาวของอ้อยตอ 1

จากการตรวจนับกอที่เป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือนพบโรคใบขาวทุกกรรมวิธี กรรมวิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบกอเป็นโรคใบขาวน้อยที่สุดร้อยละ 2.2 กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบโรคใบขาวมากที่สุดร้อยละ 10.3 รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 2 และ 1 โดยพบโรคใบขาว ร้อยละ 8.6 4.9 และ 4.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.2.5)

การขยายผลเทคโนโลยี

กรมวิชาการเกษตร

วิเคราะห์กรรมวิธีที่สามารถลดความรุนแรงของโรคใบขาวในสภาพไร่ เพื่อการขยายผลเทคโนโลยีการลดความรุนแรงของโรคใบขาวโดยการจัดการสมดุลของธาตุอาหารในแปลงปลูกอ้อย จังหวัดกาฬสินธุ์

แปลงที่ 1 (อ.ห้วยเม็ก) พบว่าด้านผลผลิตในอ้อยปลูกการใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุด 18.8 ตัน/ไร่ แต่ในอ้อยตอ 1 การใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ให้ผลผลิตสูงสุด 9.9 ตัน/ไร่ เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 แล้วพบว่า การใส่ปุ๋ย 16-8-8 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 14.1 ตัน/ไร่ สำหรับในด้านการเป็นโรคใบขาว อ้อยปลูกไม่พบโรคใบขาว ส่วนในอ้อยตอ 1 พบโรคใบขาวน้อยที่สุดในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบร้อยละ 0.23 และพบมากที่สุดในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร้อยละ 3.36 และเมื่อพิจารณาการเป็นใบขาวเฉลี่ยทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 แล้วให้ผลในทำนองเดียวกับอ้อยตอ 1 คือ พบโรคใบขาวน้อยที่สุดในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบร้อยละ 0.1 และพบมากที่สุดในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร้อยละ 1.7 (ตารางที่ 3.2.4)

แปลงที่ 2 (อ.หนองกุงศรี) ด้านผลผลิตในอ้อยปลูกการใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุด 16.1 ตัน/ไร่ แต่ในอ้อยตอ 1 การใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 9.3 ตัน/ไร่ เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 แล้วพบว่า การใส่ปุ๋ย 16-8-8 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 12.5 ตัน/ไร่ สำหรับในด้านการเป็นโรคใบขาว อ้อยปลูกไม่พบโรคใบขาวในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีเกษตรกรพบใบขาวมากที่สุดร้อยละ 0.4 ส่วนในอ้อยตอ 1 พบโรคใบขาวน้อยที่สุดในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบร้อยละ 2.2 และพบมากที่สุดในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 10.3 และเมื่อพิจารณาการเป็นใบขาวเฉลี่ยทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 แล้วให้ผลในทำนองเดียวกับอ้อยตอ 1 คือ พบโรคใบขาวน้อยที่สุดในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบร้อยละ 1.3 และพบมากที่สุดในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร้อยละ 5.3 (ตารางที่ 3.2.5)

เมื่อพิจารณาจากผลผลิตเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวแล้ว จึงเลือกเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารโดยใช้การใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+ Zn ไปขยายผลในพื้นที่ปลูกอ้อยอำเภอห้วยเม็กและอำเภอหนองกุงศรี อำเภอละ 1 แปลง รวม 2 แปลง โดยใช้อ้อยสะอาดพันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+ Zn เปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกร ดำเนินการคัดเลือกแปลงปลูกอ้อย แปลงที่ 1 นายคำใหม่ จันทร์ลอด 93 หมู่ 4 บ้านแสงจันทร์ ต.บึงนาเรียง อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์ และแปลงที่ 2 นางณัฐริณี เพียป้อง หมู่ 8 บ้านคำไฮ ต.หนองกุงศรี อ.หนองกุงศรี จ.กาฬสินธุ์ ดำเนินการปลูกอ้อยแปลงใหญ่ในปี 2562 เก็บเกี่ยวผลผลิตในปี 2563 (ตารางที่ 3.2.6) การขยายผลในแปลงใหญ่ โดยการใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+ Zn ตามค่าวิเคราะห์ดินพบว่า แปลงที่ 1 วิธีแนะนำใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 65 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ย 21-4-10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีแนะนำและวิธี

กรมวิชาการเกษตร

เกษตรกรให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.6 และ 9.4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ พบใบขาวในวิธีแนะนำ ร้อยละ 0.5 น้อยกว่าวิธีเกษตรกรซึ่งพบใบขาวร้อยละ 0.7 สำหรับแปลงที่ 2 วิธีเกษตรกรใส่ปุ๋ย 27-27-27 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีแนะนำใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 75 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีเกษตรกรและวิธีแนะนำให้ผลผลิตเฉลี่ย 17.0 และ 16.0 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และทั้งสองกรรมวิธีไม่พบโรคใบขาว (ตารางที่ 3.2.6)

<u>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะจังหวัดกาฬสินธุ์</u>

แปลงทดลอง

- ด้านผลผลิต การใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตอ้อยสูงที่สุดเฉลี่ย 13.3 ตัน/ไร่
- การเป็นโรคใบขาว การใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+ Zn ตามค่าวิเคราะห์ดินอ้อยแสดงอาการใบขาวน้อยที่สุดทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ

แปลงขยายผลเทคโนโลยี

การขยายผลในแปลงใหญ่ โดยการใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+ Zn ตามค่าวิเคราะห์ดินพบว่า วิธีแนะนำและวิธีเกษตรให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยวิธีแนะนำและวิธีเกษตรกรให้ผลผลิตเฉลี่ย 13.3 และ 13.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ โดยวิธีแนะนำพบโรคใบขาวเฉลี่ยร้อยละ 0.25 ส่วนวิธีเกษตรกรพบโรคใบขาวเฉลี่ยร้อยละ 0.35

ตารางที่ 3.2.1 ผลวิเคราะห์ดินในไร่เกษตรกร การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดกาฬสินธุ์

แปลงทดลอง จังหวัดกาฬสินธุ์	pH	OM (%)	avail.P (mg/kg)	exch K (mg/kg)	exch Ca (mg/kg)	exch Mg (mg/kg)	avail.Fe mg/kg	avail.Zn mg/kg
แปลงที่ 1	5.0	0.58	9.6	94	331	29.3	116	2.2
แปลงที่ 2	5.3	0.97	6.9	170	107	14.9	366	3.9

ตารางที่ 3.2.2 จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่ ผลผลิต(ตัน/ไร่) ผลผลิตน้ำตาล(ตัน/ไร่) และซีซีเอส ของอ้อยปลูกแปลงทดลองการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดกาฬสินธุ์

แปลงที่ 1 (อ.ห้วยเม็ก)					**แปลงที่ 2 (อ.หนองกุงศรี)**				
กรรมวิธี	**จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่**	**ผลผลิต (ตัน/ไร่)**	**ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)**	**ซีซีเอส**	**กรรมวิธี**	**จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่**	**ผลผลิต (ตัน/ไร่)**	**ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)**	**ซีซีเอส**
1	10,262 a[1/]	18.8 a[1/]	2.1	11.2	1	9,620	16.1	2.3	14.4
2	9,353 ab	15.0 ab	1.8	12.3	2	9,570	16.0	2.3	14.3

กรมวิชาการเกษตร

3	9,225 ab	15.0 ab	2.0	13.3	3	7,793	13.1	1.8	14.1
4	8,435 ab	14.3 ab	1.3	11.5	4	9,037	14.5	2.0	14.0
5	7,832 b	11.6 b	1.7	12.0	5	8,030	12.3	1.8	14.5
เฉลี่ย	**9,021**	**15.0**	**1.8**	**12.0**	**เฉลี่ย**	**8,810**	**14.4**	**2.0**	**14.3**
F-test	*	*	ns	ns	**F-test**	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	11.43	18.97	30.87	13.43	**C.V.(%)**	19.80	24.72	23.77	2.8

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หมายเหตุ : **แปลงที่ 1 (อ.ห้วยเม็ก)**

1 = ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 2 (อ.หนองกุงศรี)

1 = ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.2.3 จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่ ผลผลิต(ตัน/ไร่)ผลผลิตน้ำตาล(ตัน/ไร่) และซีซีเอส ของอ้อยตอ 1 แปลงทดลองการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดกาฬสินธุ์

แปลงที่ 1					**แปลงที่ 2**				
กรรมวิธี	**จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่**	**ผลผลิต (ตัน/ไร่)**	**ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)**	**ซีซีเอส**	**กรรมวิธี**	**จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่**	**ผลผลิต (ตัน/ไร่)**	**ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)**	**ซีซีเอส**
1	6,750	9.3	1.5	16.2	1	7,783	8.9	1.3	13.8
2	7,079	9.9	1.6	16.3	2	6,208	6.6	0.9	13.0
3	6,400	9.1	1.5	16.4	3	8,417	9.3	1.2	13.1
4	6,286	8.8	1.4	16.3	4	6,967	6.4	0.9	13.2
5	6,950	9.6	1.6	16.4	5	7,800	7.7	1.0	13.3
เฉลี่ย	**6,693**	**9.3**	**1.5**	**16.3**	**เฉลี่ย**	**7,435**	**7.8**	**1.1**	**13.3**
F-test	ns	ns	ns	ns	**F-test**	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	13.80	16.41	16.18	2.95	**C.V.(%)**	37.75	49.30	55.95	10.52

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หมายเหตุ : **แปลงที่ 1 (อ.ห้วยเม็ก)**

1 = ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่

แปลงที่ 2 (อ.หนองกุงศรี)

1 = ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 45 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 45 กิโลกรัมต่อไร่+ $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.2.4 ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 ของแปลงที่ 1 อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

กรรมวิธี	ผลผลิตอ้อยปลูก (ตัน/ไร่)	ผลผลิตอ้อยตอ 1 (ตัน/ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	% ใบขาว อ้อยปลูก	% ใบขาว อ้อยตอ 1	% ใบขาว เฉลี่ย
1	18.8	9.3	14.1	0	1.84	0.9
2	15.0	9.9	12.5	0	3.36	1.7
3	15.0	9.1	12.1	0	2.19	1.1
4	11.6	8.8	10.2	0	1.27	0.6
5	14.3	9.6	12.0	0	0.23	0.1
เฉลี่ย	**15.0**	**9.3**	**12.2**	**0**	**1.78**	**0.9**

หมายเหตุ : **การใส่ปุ๋ยอ้อยปลูก**

1 = ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 18-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

การใส่ปุ๋ยอ้อยตอ 1

1 = ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2 = ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่

3 = ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่

4 = ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

5 = ใส่ปุ๋ย 27-6-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.2.5 ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 ของแปลงที่ 2 อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์

กรรมวิธี	ผลผลิตอ้อยปลูก (ตัน/ไร่)	ผลผลิตอ้อยตอ 1 (ตัน/ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	% ใบขาว อ้อยปลูก	% ใบขาว อ้อยตอ 1	% ใบขาว เฉลี่ย
1	16.1	8.9	12.5	0.4	4.2	2.3
2	16.0	6.6	11.3	0.2	4.9	2.5
3	13.1	9.3	11.2	0.3	10.3	5.3
4	14.5	6.4	10.5	0.0	8.6	4.3
5	12.3	7.7	10.0	0.3	2.2	1.3
เฉลี่ย	**14.4**	**7.8**	**11.1**	**0.2**	**6.0**	**3.1**

หมายเหตุ : **การใส่ปุ๋ยอ้อยปลูก**

1 = ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

การใส่ปุ๋ยอ้อยตอ 1

1 = ใส่ปุ๋ย 16-8-8 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

กองวิชาการเกษตร

2 =	ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	2 =	ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่
3 =	ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3 =	ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 45 กิโลกรัมต่อไร่
4 =	ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่	4 =	ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
5 =	ใส่ปุ๋ย 18-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่	5 =	ใส่ปุ๋ย 27-11-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 45 กิโลกรัมต่อไร่+ $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.2.6 ผลผลิต ผลผลิตน้ำตาล และ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูกแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดกาฬสินธุ์

แปลงที่ 1

กรรมวิธี	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล(ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	% ใบขาวอ้อยปลูก
1. วิธีเกษตรกร	8,325	9.4	1.64	17.6	0.7
2. วิธีแนะนำ	10,079	10.6	1.88	17.7	0.5
เฉลี่ย	**9,202**	**10.0**	**1.76**	**17.7**	**0.6**

แปลงที่ 2

กรรมวิธี	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล(ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	% ใบขาวอ้อยปลูก
1. วิธีเกษตรกร	9,123	17.0	3.0	17.9	0
2. วิธีแนะนำ	8,561	16.0	2.8	17.3	0
เฉลี่ย	**8,842**	**16.5**	**2.9**	**17.6**	**0**

หมายเหตุ : แปลงที่ 1 (อำเภอห้วยเม็ก)

1. วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 21-4-10 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2. วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 65 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 2 (อำเภอหนองกุงศรี)

1. วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 27-27-27 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

2. วิธีแนะนำ ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 75 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

3.3 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดอุดรธานี

คณะผู้วิจัย อมฤต วงษ์ศิริ สุทธินันท์ ประสาธน์สุวรรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุดรธานี
ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2563

ดำเนินการทำแปลงทดลอง แปลงที่ 1 ณ บ้านโนนงาม ตำบลเวียงคำ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาว พื้นที่ทดสอบ 2 ไร่ ปลูกอ้อยวันที่ 13

ศรีบัวการเกษตร

พฤศจิกายน 2558 และแปลงที่ 2 ดำเนินการบ้านหินฮาว ตำบลเวียงคำ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาว พื้นที่ทดสอบ 2 ไร่ ปลูกอ้อยวันที่ 14 พฤศจิกายน 2558 ทั้งสองแปลงปลูกแบบวางลำใช้ระยะระหว่างแถว 1.3 เมตร

ได้นำผลวิเคราะห์ดินมาจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกอบเกียรติ (2552) ได้บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยพบว่าการแตกกอที่อายุ 4 เดือน แปลงที่ 1 มีจำนวนกอต่อไร่ มากกว่าแปลง 2 เนื่องจากแปลงที่ 1 มีการแตกกอดีกว่า โดยมีการแตกกอ 4.8-5.4 หน่อต่อกอ ส่วนแปลงที่ 2 มีการแตกกอ 4.5-5.0 หน่อต่อกอ โดยกรรมวิธีที่มีจำนวนหน่อต่อไร่สูงสำหรับแปลงที่ 1 คือกรรมวิธีที่ 4 มี 12,833 หน่อต่อไร่ และแปลงที่ 2 คือกรรมวิธีที่ 2 มี 10,744 หน่อต่อไร่ ผลผลิตอ้อยปลูกแปลงที่ 1 กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg ตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงที่สุด 19.9 ตันต่อไร่ แปลงที่ 2 การใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงที่สุด 19.8 ตันต่อไร่ จากการตรวจนับกอเป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือน แปลงที่ 1 พบโรคใบขาวร้อยละ 0.04-0.13 โดยกรรมวิธีที่ 5 ยังไม่พบกอเป็นโรคใบขาว แปลงที่ 2 พบโรคใบขาวทุกกรรมวิธีโดยพบกอเป็นโรคใบขาวร้อยละ 0.09-0.22 และพบโรคใบขาวมากที่สุดในกรรมวิธีที่ 1 ได้สุ่มตัวอย่างใบอ้อยส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวที่ห้องปฏิบัติการของ ศวร.ขอนแก่น ก่อนใส่ปุ๋ย และหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน ได้ผลการตรวจเชื้อโรคใบขาวก่อนใส่ปุ๋ย 1 เดือน พบว่าแปลงที่ 1 นายวรวิทย์ พบเชื้อในอ้อยตั้งแต่ระดับสีฟ้าถึงสีส้ม โดยกรรมวิธีที่ 2 พบเชื้อระดับสีฟ้าและส้ม กรรมวิธีที่ 1 3 4 และ 5 พบเชื้อระดับสีเขียวและส้ม และแปลงที่ 2 นายสมสมัย ทุกกรรมวิธีพบเชื้อในระดับสีส้ม

ดำเนินการปลูกอ้อยใหม่ในปีงบประมาณ 2561 ข้อมูลทั่วไป แปลงที่ 1 ดำเนินการที่ บ้านโนนงาม ตำบลเวียงคำ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาว พื้นที่ทดสอบ 2 ไร่ ปลูกอ้อยเดือนพฤศจิกายน 2560 และแปลงที่ 2 ดำเนินการบ้านหินฮาว ตำบลเวียงคำ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาว พื้นที่ทดสอบ 2 ไร่ ปลูกอ้อยเดือนพฤศจิกายน 2560 ทั้งสองแปลงปลูกแบบวางลำใช้ระยะระหว่างแถว 1.3 เมตร เมื่อเก็บข้อมูลการเกิดโรคใบขาวอ้อยที่อายุ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีเกษตรกรพบการเกิดโรคใบขาวอ้อยมากที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 2 เท่ากับ 0.71 และ 0.52 เปอร์เซ็นต์ เก็บข้อมูลการเกิดโรคใบขาวอ้อยที่อายุ 8 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 4 พบการเกิดโรคใบขาวอ้อยมากที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 เท่ากับ 0.42 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ได้บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบขาวอ้อยตอ1 เมื่ออายุ 12 เดือน พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 ให้ผลผลิตอ้อยตันต่อไร่ 11.2, 12.6, 10.2, 12.0, 11.1 ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบขาว 0.44, 0.15, 0.34, 0.23, 0.10 ตามลำดับ เกษตรตัดอ้อยสดใช้ใบคลุม แปลงปลูกใหม่อยู่ระหว่างการเจริญเติบโต กำจัดวัชพืชในอ้อยตอและปลูกซ่อมแปลงอ้อยปลูก

ปี 2563 ดำเนินการปลูกอ้อยใหม่ ในแปลงที่ 1 ของนายวรวิทย์ ดำเนินการที่ บ้านโนนงาม ตำบลเวียงคำ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาว พื้นที่ทดสอบ 2 ไร่ ปลูกอ้อยเดือนธันวาคม 2563 และแปลงที่ 2 ของนายสมสมัย ดำเนินการบ้านหินฮาว ตำบลเวียงคำ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาว พื้นที่ทดสอบ 2 ไร่ ปัจจุบันเป็นอ้อยตอ 2 ทั้งสองแปลงปลูกแบบวางลำใช้ระยะระหว่างแถว 1.3 เมตร เมื่อเก็บข้อมูลการเกิดโรคใบขาวอ้อยที่อายุ 6 เดือน พบว่า อ้อยปลูก แปลงที่ 1 มีการเกิดโรคใบขาวน้อยมากบางกรรมวิธีไม่พบการเกิดโรคใบขาว ส่วนแปลงที่ 2 อ้อยตอ2 พบการเกิดโรคใบขาวอ้อยมากที่สุดในกรรมวิธีที่ 4 รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 เท่ากับ 0.57 และ 0.43 เปอร์เซ็นต์ เก็บ

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลการเกิดโรคใบขาวอ้อยที่อายุ 8 เดือน พบว่า อ้อยปลูก แปลงที่ 1 มีการเกิดโรคใบขาวมากที่สุด คือกรรมวิธีที่ 3 รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 เท่ากับ 12.31 และ 3.48 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงที่ 2 อ้อยตอ 2 พบการเกิดโรคใบขาวอ้อยมากที่สุดในกรรมวิธีที่ 3 รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 4 เท่ากับ 4.58 และ 3.06 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บข้อมูลผลผลิต เมื่ออายุ 12 เดือน อ้อยปลูก แปลงที่ 1 พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 18.1 ตันต่อไร่และไม่พบการเกิดโรคใบขาว รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 5 ให้ผลผลิต 18.0 ตันต่อไร่และไม่พบการเกิดโรคใบขาว แปลงที่ 2 (อ้อยตอ 2) กรรมวิธีที่ 2 ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 1 เท่ากับ 10.5, 10.4 ตันต่อไร่ ตามลำดับ การเกิดโรคใบขาวกรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 1 การเกิดโรคใบขาวน้อยที่สุด

<u>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะจังหวัดอุดรธานี</u>

การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้เหมาะสมตามความต้องการของอ้อยร่วมกับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมตามกรรมวิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ผลการเกิดโรคใบขาว ปี 2559-2563 เฉลี่ยน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามลำดับ ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยจากปี 2559-2563 กรรมวิธีที่ 1-5 เท่ากับ 15.1 14.7 14.5 13.8 14.3 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

แนวทางการแก้ไขปัญหา เพื่อให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นและลดการระบาดของโรคใบขาวอ้อย จำเป็นต้องใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดินได้แก่ปูนโดโลไมท์ ปูนขาว เพื่อปรับ pH ของดิน และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีในท้องถิ่น เช่น แกลบดิบ มูลสัตว์ ปลูกพืชบำรุงดินเพื่อเพิ่มธาตุอาหารและอินทรียวัตถุในดิน กำจัดอ้อยที่เป็นโรคทิ้ง ใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมต่อความต้องการของอ้อย การใช้อ้อยพันธุ์ดีปลอดโรค พัฒนาเกษตรกรให้มีความรู้และเทคโนโลยีที่เหมาะสมนำไปปรับใช้ในพื้นที่

กรมวิชาการเกษตร

3.4 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร

คณะผู้วิจัย ศิริรัตน์ เถื่อนสมบัติ กิติพร เจริญสุข ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสกลนคร
ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 31 ธันวาคม 2564

จังหวัดสกลนครได้คัดเลือกแปลงทดลองที่เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยและปานกลางอย่างละ 1 แปลงรวม 2 แปลง ดำเนินการในไร่เกษตรกรตำบลสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนครจำนวน 2 รายพื้นที่ 4 ไร่ ทั้งสองแปลงปลูกอ้อยวันที่ 6 พฤศจิกายน 2558 โดยปลูกแบบวางลำใช้ระยะระหว่างแถว 1.4 เมตร

ปี 2559 อ้อยปลูก

ผลการทดลอง พบว่า แปลงที่ 1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของแต่ละวิธีการใส่ปุ๋ย ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิตสูงสุด 13.9 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 7,701 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.82 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.68 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.64 เซนติเมตร กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิตต่ำสุด 10.0 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 6,436 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.49 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.51 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.59 เซนติเมตร

กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ค่าคุณภาพอ้อยสูงสุด 15.1 ซีซีเอส (ตารางที่ 3.4.1) แปลงที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงสุด 15.6 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 9,282 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.67 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 3.23 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.90 เซนติเมตร กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตต่ำสุด 12.0 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 8,897 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.35 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.69 เมตร จำนวนปล้อง 20 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.51 เซนติเมตร กรรมวิธีใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ให้ค่าซีซีเอสสูงสุด 14.9 จากการทดลองทั้งสองแปลงไม่พบอาการโรคใบขาวอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 3.4.1)

ปี 2560 อ้อยตอที่ 1

เปอร์เซ็นต์กอที่แสดงอาการใบขาว ที่อายุ 2 เดือน แปลงที่ 1 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบการแสดงอาการใบขาวสูงสุด 5.35 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบการแสดงอาการใบขาวสูงสุด 31.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.4.2)

ผลการทดลองในอ้อยตอที่ 1 พบว่า แปลงที่ 1 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงสุด 9.98 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 8,273 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.07 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.09 เมตร จำนวนปล้อง 24 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.63 เซนติเมตร กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตต่ำสุด 7.20 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 6,931 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.18 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.88 เมตร จำนวนปล้อง 23 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.55 เซนติเมตร แปลงที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+Zn ให้ผลผลิตสูงสุด 5.61 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 5,350 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.05 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.93 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.59 เซนติเมตร กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 2.87 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 3,017 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 0.88 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.90 เมตร จำนวนปล้อง 21 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.48 เซนติเมตร

ค่าคุณภาพอ้อย พบว่า แปลงที่ 1 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O ให้ค่าคุณภาพอ้อยสูงสุด 16.3 ซีซีเอส รองลงมาคือวิธี ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ค่าคุณภาพอ้อย 16.0 ซีซีเอส แปลงที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O ให้ค่าคุณภาพอ้อยสูงสุด 15.8 ซีซีเอส รองลงมาคือกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ค่าคุณภาพอ้อย 15.1 ซีซีเอส

เปอร์เซ็นต์กออ้อยที่แสดงอาการใบขาวที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต แปลงที่ 1 พบการแสดงอาการใบขาวในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน 1.06 และ 0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แปลงที่ 2 พบการแสดงออกของโรคใบขาวทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O พบสูงสุด 51.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน 49.7

กรมวิชาการเกษตร

เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบการแสดงออกของโรคใบขาวต่ำสุด 30.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.4.3)

ปี 2561 อ้อยปลูก

ผลการใส่ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยปลูก ปี 2561 ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทั้ง 2 แปลง ในแปลงที่ 1 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงสุด 16.3 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 10,146 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.60 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.98 เมตร จำนวนปล้อง 23 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.44 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 16.6 ซีซีเอส รองลงมาคือกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน .ให้ผลผลิตสูงสุด 15.8 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 9,829 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.61 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.98 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.42 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 15.9 ซีซีเอส กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตต่ำสุด 14.9 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 9,966 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.50 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.91 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.47 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 15.9 ซีซีเอส ทุกกรรมวิธีไม่พบการแสดงอาการใบขาว

แปลงที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงสุด 15.3 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 9,244 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.65 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.61 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.48 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 16.0 ซีซีเอส กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตต่ำสุด 11.7 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 8,321 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.41 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.50 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.38 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 17.1 ซีซีเอส และพบการแสดงอาการใบขาวที่ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบการแสดงอาการใบขาว 0.65 0.65 0.41 และ 0.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ไม่พบการแสดงออกของใบขาว (ตารางที่ 3.4.4)

ปี 2562 อ้อยตอที่ 1

การใส่ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีมีผลต่อการแสดงอาการใบขาว เมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน แปลงที่ 1 พบในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบการแสดงอาการใบขาว 1.81 0.85 0.72 และ 0.31 1.06 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ไม่พบการแสดงอาการใบขาว

แปลงที่ 2 พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O พบการแสดงอาการใบขาว 1.40 1.38 1.21 และ 0.52

กรมวิชาการเกษตร

เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ไม่พบการแสดงอาการใบขาว** (ตารางที่ 3.4.5) กำจัดกออ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาวในแต่ละกรรมวิธีเมื่ออายุอ้อยได้ 2 เดือน

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยตอที่ 1 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แปลงที่ 1 กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิตสูงสุด 11.3 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 10,171 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.10 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.08 เมตร จำนวนปล้อง 19 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.53 เซนติเมตร คุณภาพอ้อย 15.9 ซีซีเอส กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิตต่ำสุด 10.2 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 8,906 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.17 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.00 เมตร จำนวนปล้อง 19 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 16.7 ซีซีเอส

แปลงที่ 2 กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิตสูงสุด 15.1 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 7,709 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 2.02 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.87 เมตร จำนวนปล้อง 21 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.56 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 17.1 ซีซีเอส กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O** ให้ผลผลิตต่ำสุด 10.9 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 6,803 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.61 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.95 เมตร จำนวนปล้อง 20 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.37 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 16.9 ซีซีเอส (ตารางที่ 3.4.6) ในระยะเก็บเกี่ยวไม่พบการแสดงอาการใบขาว

การขยายผลเทคโนโลยี

ปี 2563

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยปลูก แปลงที่ 1 กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิต 9.38 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 9,787 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 0.95 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.97 เมตร จำนวนปล้อง 18 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.31 เซนติเมตร คุณภาพอ้อย 12.6 ซีซีเอส **กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิต 7.52 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 7,893 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 0.95 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.98 เมตร จำนวนปล้อง 17 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.33 เซนติเมตร คุณภาพอ้อย 14.3 ซีซีเอส

แปลงที่ 2 กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O** ให้ผลผลิต 11.3 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 9,840 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.15 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.67 เมตร จำนวนปล้อง 18 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.86 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 13.5 ซีซีเอส กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิตต่ำสุด 11.3 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 10,987 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 0.92 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.09 เมตร จำนวนปล้อง 19 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.37 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 16.8 ซีซีเอส (ตารางที่ 3.4.7) ในระยะเก็บเกี่ยวไม่พบการแสดงอาการใบขาว ผลผลิตอ้อยปลูกทั้ง 2 แปลง ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอ้อยปลูกปี 2559 และปี 2561 เนื่องจากอ้อยกระทบแล้งยาวนาน

ปี 2564

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยตอที่1 แปลงที่ 1 กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิต 5.12 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 5,493 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 0.93 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.57 เมตร จำนวนปล้อง 17 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.76 เซนติเมตร คุณภาพอ้อย 14.9 ซีซีเอส **กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิต 5.18 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 5,493 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 0.94 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 1.59 เมตร จำนวนปล้อง 17 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.73 เซนติเมตร คุณภาพอ้อย 16.4 ซีซีเอส

แปลงที่ 2 กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O** ให้ผลผลิต 7.04 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 6,178 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 1.14 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.54 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.78 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 16.6 ซีซีเอส กรรมวิธี**ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน** ให้ผลผลิต 6.86 ตันต่อไร่ จำนวนลำ 7,863 ลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ 0.94 กิโลกรัมต่อลำ ความยาวลำ 2.51 เมตร จำนวนปล้อง 22 ข้อต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.80 เซนติเมตร ค่าคุณภาพอ้อย 15.5 ซีซีเอส (ตารางที่ 3.4.8) ในระยะเก็บเกี่ยวไม่พบการแสดงอาการใบขาว ผลผลิตอ้อยตอต่ำทั้ง 2 แปลง เนื่องจากอ้อยกระทบแล้งยาวนาน และประสบสภาวะฝนทิ้งช่วง

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.4.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยปลูก แปลงทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร ปี 2559

แปลงที่	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	น้ำหนักต่อลำ (กิโลกรัม)	ความยาวลำ (เมตร)	จำนวนปล้อง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	คุณภาพอ้อย (C.C.S.)
1	1	10.3	6,641	1.55	2.51	21	2.55	14.9
	2	10.0	6,436	1.49	2.51	22	2.59	14.7
	3	13.9	7,701	1.82	2.68	22	2.64	14.8
	4	11.0	6,632	1.63	2.48	21	2.60	15.0
	5	11.9	7,017	1.70	2.65	21	2.54	15.1
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	29.0	23.7	13.6	10.8	4.69	4.58	3.23
2	1	13.4	9,128	1.48	2.71	21	2.33	14.9

2	12.5	8,573	1.45	2.72	21	2.52	14.8
3	12.0	8,897	1.35	2.69	20	2.51	14.7
4	14.7	8,897	1.64	3.14	22	2.70	14.7
5	15.6	9,282	1.67	3.23	22	2.90	14.4
F-test	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	15.5	8.54	10.86	4.56	5.26	2.35	2.85

หมายเหตุ กรรมวิธี

1.) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O

2.) ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน

3.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน

4.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

5.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.4.2 ข้อมูลการแตกกออ้อย เปอร์เซ็นต์กอที่แสดงอาการใบขาว ที่อายุ 2 เดือน แปลงทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร ปี 2560

แปลงที่	กรรมวิธี	จำนวนกอต่อไร่	จำนวนหน่อต่อไร่	% กออ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว
1	1	3,034	18,120	4.24
	2	2,888	17,385	2.65
	3	3,042	22,111	2.55
	4	2,897	20,624	5.23
	5	3,042	23,624	5.35
	F-test	ns	ns	ns
	C.V. (%)	9.44	29.20	55.19
2	1	3,136	24,786	28.3
	2	3,128	22,239	31.9
	3	3,222	22,607	25.4
	4	3,196	24,171	22.2
	5	3,094	24,812	22.7
	F-test	ns	ns	ns
	C.V. (%)	6.06	11.0	45.0

หมายเหตุ กรรมวิธี

1.) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$

2.) ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน

3.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน

4.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

5.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

ศูนย์วิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.4.3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยตอที่ 1 ที่อายุ 12 เดือน แปลงทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร ปี 2560

แปลงที่	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	น้ำหนักต่อลำ (กิโลกรัม)	ความยาวลำ (เมตร)	จำนวนปล้อง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	ค่า C.C.S.	% กออ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว
1	1	8.23	7,376	1.10	2.10	27	2.68	16.3	0.00
	2	7.20	6,931	1.18	1.88	23	2.55	16.0	0.00
	3	8.78	7,565	1.01	2.07	24	2.57	15.9	0.00
	4	7.97	7,043	1.23	2.13	23	2.67	15.8	1.06
	5	9.98	8,273	1.07	2.09	24	2.63	15.6	0.38
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	30.7	12.2	23.2	10.5	9.58	4.36	2.81	359
2	1	5.07	4,213	1.20	1.85	22	2.53	15.8	51.1
	2	4.20	4,119	1.00	1.72	20	2.60	15.1	38.1
	3	2.87	3,017	0.88	1.90	21	2.48	14.8	49.7
	4	4.84	4,932	0.96	2.10	22	2.61	14.9	37.6
	5	5.61	5,350	1.05	1.93	22	2.59	14.7	30.1
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
	C.V. (%)	45.3	38.3	21.9	10.9	6.98	5.31	3.27	38.4

หมายเหตุ กรรมวิธี

1.) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O

2.) ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน

3.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน

4.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

5.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตารางที่ 3.4.4 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยปลูก แปลงทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร ปี 2561

แปลงที่	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	น้ำหนักต่อลำ (กิโลกรัม)	ความยาวลำ (เมตร)	จำนวนปล้อง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	ค่า C.C.S.	% โรคใบขาว
1	1	15.2	9,129	1.66	3.11	24	2.41	16.1	0
	2	15.8	9,829	1.61	2.98	22	2.42	15.9	0
	3	16.3	10,146	1.60	2.98	23	2.44	16.6	0
	4	14.9	9,966	1.50	2.91	22	2.47	15.9	0
	5	15.2	9,368	1.63	2.99	23	2.31	16.6	0
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0
	C.V. (%)	11.5	9.0	7.68	4.52	7.50	6.00	3.57	0
2	1	12.7	9,321	1.36	2.55	23	2.52	17.3	0.65
	2	11.7	8,321	1.41	2.50	22	2.38	17.1	0.41
	3	14.4	9,064	1.63	2.68	23	2.44	17.2	0.00
	4	13.8	8,987	1.54	2.59	24	2.54	16.4	0.39
	5	15.3	9,244	1.65	2.61	22	2.48	16.0	0.65
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	15.0	16.7	10.2	6.09	5.83	5.41	2.86	154

หมายเหตุ กรรมวิธี

1.) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O

2.) ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน

3.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

4.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

5.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตารางที่ 3.4.5 ข้อมูลการแตกกออ้อย เปอร์เซ็นต์กอที่แสดงอาการใบขาว ที่อายุ 2 เดือน แปลงทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร ปี 2562

แปลงที่	กรรมวิธี	จำนวนกอต่อไร่	จำนวนหน่อต่อไร่	% กออ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว
1	1	1,807	3,943	0.72
	2	2,067	3,990	0.85
	3	1,831	3,721	0.31
	4	2,005	3,976	0.00
	5	2,015	4,058	1.81
	F-test	ns	ns	ns
	C.V. (%)	10.6	13.0	129
2	1	2,122	4,596	0.52
	2	2,205	4,743	1.21
	3	1,961	4,128	1.40
	4	2,135	4,686	1.38
	5	2,249	4,686	0.00
	F-test	ns	ns	ns
	C.V. (%)	10.4	14.0	125

หมายเหตุ กรรมวิธี

1.) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O

2.) ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน

3.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน

4.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

5.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.4.6 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยตอที่ 1 แปลงทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร ปี 2562

แปลงที่	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	น้ำหนักต่อลำ (กิโลกรัม)	ความยาวลำ (เมตร)	จำนวนปล้อง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	ค่า C.C.S.
1	1	11.0	10,996	1.01	2.11	18	2.59	16.1
	2	11.1	10,641	1.04	2.00	19	2.47	15.9
	3	10.5	10,000	1.07	1.98	19	2.43	16.6
	4	11.3	10,171	1.10	2.08	19	2.53	15.9
	5	10.2	8,906	1.17	2.00	19	2.54	16.7
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	19.9	12.2	14.1	9.34	6.29	5.34	3.57
2	1	10.9	6,803	1.61	1.95	20	2.37	16.1
	2	15.1	7,709	2.02	1.87	21	2.56	15.9
	3	12.7	6,726	1.90	2.11	19	2.58	16.6
	4	11.9	6,743	1.78	2.04	19	2.44	15.9
	5	12.4	7,273	1.73	1.90	20	2.50	16.7
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	C.V. (%)	17.6	17.3	16.1	15.1	5.78	5.24	4.52

หมายเหตุ กรรมวิธี

1.) ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O

2.) ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน

3.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน

4.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

5.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.4.7 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยปลูก แปลงทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร ปี 2563

แปลงที่	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	น้ำหนักต่อลำ (กิโลกรัม)	ความยาวลำ (เมตร)	จำนวนปล้อง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	ค่า C.C.S.
1	1	11.3	9,840	115	1.67	18	2.86	13.5
	2	11.3	10,987	0.92	2.09	19	2.87	16.8
2	1	9.38	9,787	0.95	1.97	18	2.31	12.6
	2	7.52	7,893	0.95	1.98	17	2.33	14.3

หมายเหตุ แปลงที่ 1 กรรมวิธี 1.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน
2.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน
แปลงที่ 2 กรรมวิธี 1.) กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$
2.) กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn

ตารางที่ 3.4.8 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อยตอ 1 แปลงทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสกลนคร ปี 2564

แปลงที่	กรรมวิธี	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	จำนวนลำเก็บเกี่ยวต่อไร่	น้ำหนักต่อลำ (กิโลกรัม)	ความยาวลำ (เมตร)	จำนวนปล้อง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	ค่า C.C.S.
1	1	5.12	5,493	0.93	1.57	17	2.76	14.9
	2	5.18	5,179	0.94	1.59	17	2.73	16.4
2	1	7.04	6,178	1.14	2.54	22	2.78	16.6
	2	6.86	7,863	0.94	2.51	22	2.80	15.5

หมายเหตุแปลงที่ 1 กรรมวิธี 1.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน
2.) ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน
แปลงที่ 2 กรรมวิธี 1.) กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$
2.) กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn

กรมวิชาการเกษตร

<u>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะจังหวัดสกลนคร</u>

การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้เหมาะสมตามความต้องการของอ้อยร่วมกับการใส่ธาตุอาหารรอง ช่วยลดการเป็นแสดงอาการใบขาวได้ ในอ้อยตอที่ 1 ปี 2560 แปลงที่ 1 ใส่ปุ๋ย **N-P-K + Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน** พบการแสดงอาการใบขาวสูงสุด 5.35 เปอร์เซ็นต์ **การใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน** พบการแสดงอาการใบขาวต่ำสุด 2.55 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 2 พื้นที่ปลูกอ้อยแปลงทดลองอยู่ติดกับอ้อยเกษตรกรแปลงอื่นๆที่พบการระบาดของโรคใบขาวมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ พบการระบาดของหนอนกออ้อยจำนวนมาก จึงไม่สามารถควบคุมแมลงพาหะนำโรคใบขาวได้ ทำให้พบการแสดงอาการใบขาวสูงทุกกรรมวิธี **เมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน พบการแสดงอาการโรคใบขาว ตั้งแต่ 22.2-31.9 เปอร์เซ็นต์** และระยะเก็บเกี่ยวพบการแสดงอาการใบขาว ตั้งแต่

31.1-51.1 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน พบการแสดงอาการใบขาวต่ำที่สุด

ผลผลิตอ้อยปลูก ปี 2559 และ 2561 แปลงที่ 1 การใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ยทั้งสองปี 15.1 ตันต่อไร่ รองลงมาคือ ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ 13.6 13.0 12.9 และ 12.8 ตันต่อไร่ ตามลำดับ แปลงที่ 2 ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ยทั้งสองปีสูงสุด 15.5 ตันต่อไร่ รองลงมาคือ ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ และ ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน 14.2 13.2 13.1 และ 12.1 ตันต่อไร่

ผลผลิตอ้อยตอที่ 1 ปี 2560 แปลงที่ 1 การใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 9.98 และ 8.78 ตันต่อไร่ ตามลำดับ แปลงที่ 2 การใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน และ ใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ให้ผลผลิต 5.61 และ 5.07 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตอ้อยตอที่ 1 ปี 2562 แปลงที่ 1 วิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงสุด 11.3 ตันต่อไร่ แปลงที่ 2 วิธีใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงสุด 15.1 ตันต่อไร่

ผลผลิตอ้อยปลูก ปี 2563 แปลงที่ 1 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 9.38 ตันต่อไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 7.52 ตันต่อไร่ แปลงที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 11.3 ตันต่อไร่ ผลผลิตอ้อยปลูกทั้ง 2 แปลง ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอ้อยปลูกปี 2559 และปี 2561 เนื่องจากอ้อยกระทบแล้งยาวนาน และประสบสภาวะฝนทิ้งช่วงทำให้การเจริญเติบโตช้า

ผลผลิตอ้อยตอ ปี 2564 แปลงที่ 1 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 5.12 ตันต่อไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 5.18 ตันต่อไร่ แปลงที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 15-15-15 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ให้ผลผลิต 7.04 ตันต่อไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 6.86 ตันต่อไร่ ผลผลิตอ้อยตอต่ำทั้ง 2 แปลง เนื่องจากอ้อยกระทบแล้งยาวนาน และประสบสภาวะฝนทิ้งช่วงทำให้การเจริญเติบโตช้า

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นและลดการระบาดของโรคใบขาวอ้อย จำเป็นต้องใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน ได้แก่ ปูนโดโลไมท์ ปูนขาว เพื่อปรับ pH ของดิน และเพิ่มธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและลดการแสดงอาการใบขาว และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ มูลไก่ไข่ มูลไก่แกลบ ปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคและแมลงพาหะ กำจัดอ้อยที่เป็นโรค ใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่

ศูนย์วิจัยการเกษตร

เหมาะสมต่อความต้องการของอ้อย การใช้อ้อยพันธุ์ดีปลอดโรค พัฒนาเกษตรกรให้มีความรู้ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมนำไปปรับใช้ในพื้นที่

3.5 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดราชบุรี

คณะผู้วิจัย วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ ดุจลดา พิมรัตน์ นฤพน รักขยัน
อิทธิพล คำปาน สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
สุมาลี โพธิ์ทอง ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
สุภานันทน์ จันทร์ประกอบ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2563

การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดราชบุรี ดำเนินการในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ปลูกอ้อยการระบาดของโรคใบขาวน้อยถึงปานกลาง แปลงที่ 1 นายเฉลิมโรจน์ พงษ์ชนนท์ เลขที่ 60/1 หมู่ที่ 13 ตำบลแก้มอ้น อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ปลูกวันที่ 15 ธันวาคม 2558 แปลงที่ 2 นายสายชล ตันมันทอง เลขที่ 70/3 หมู่ที่ 7 ตำบลแก้มอ้น อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ปลูกวันที่ 16 ธันวาคม 2558 ก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ระดับความลึก 0-30 ซม. ส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร วิเคราะห์ pH, OM, Avail. P, Exch. K, Ca, Mg, Zn และ Fe ไถเตรียมแปลง และปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยใช้พันธุ์จากแปลงที่ไม่พบโรคใบขาว ปลูกโดยการเปิดร่องวางลำคู่ ระยะระหว่างแถว 1.50 เมตร ขนาดแปลง 10.4x8 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นเกรด 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยให้ครบตามกรรมวิธีการจัดการธาตุอาหารจากผลวิเคราะห์ดิน ทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ กำจัดวัชพืช และพ่นสารเคมีคุมวัชพืชตามความจำเป็น เก็บตัวอย่างใบอ้อยตรวจวิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อยและตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร บันทึกข้อมูล เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบขาว และข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต เก็บเกี่ยวอ้อยอายุ 12 เดือน ในอ้อยปลูก ดูแลรักษาอ้อยตอ และศึกษาต่อในอ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ3 รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลอง

การจัดการธาตุอาหารอ้อย

ผลของค่าวิเคราะห์ดินจากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองในระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่า แปลงที่1 เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง pH 7.1 ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.01 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 74.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 1,074 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 109.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็กที่เป็นประโยชน์ 14.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงที่ 2 เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง pH 6.7 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.97 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 60.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 1,290 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 92.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็กที่เป็นประโยชน์ 25.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 3.5.1)

1. **ธาตุอาหารพืชในใบอ้อย**

กรมวิชาการเกษตร

ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบอ้อยอายุ 6 เดือน ภายหลังการจัดการธาตุอาหารพืชตามกรรมวิธีทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับระดับธาตุอาหารที่พอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย

แปลงที่ 1 ในอ้อยปลูก ปี 2559/60 พบว่า ทุกกรรมวิธีมีธาตุอาหาร P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช คือ P 0.20-0.22% K 2.06-2.35% Ca 0.47-0.58% Mg 0.16-0.17% Fe 71-304 ppm. และมีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช คือ N 1.26-1.43 และ Zn 8-10 ppm. อ้อยตอ1 ปี 2560/61 ทุกกรรมวิธีมี P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช คือ P 0.20-0.22% K 1.97-2.19% Ca 0.41-0.47% Mg 0.17-0.20% Fe 89-198ppm. มีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช คือ N 1.38-1.55 และ Zn 9-13 ppm. อ้อยตอ2 ปี 2561/62 ทุกกรรมวิธีมี P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช คือ P 0.25-0.27% K 1.70-1.96% Ca 0.28-0.41% Mg 0.14-0.17% Fe 47-58ppm. มีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช คือ N 1.05-1.22 และ Zn 13-20 ppm. โดยมีกรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีปริมาณ Zn อยู่ในระดับพอเพียง อ้อยตอ3 ปี 2562/63 ทุกกรรมวิธีมี P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช คือ P 0.26-0.31% K 1.24-1.83% Ca 0.42-0.60% Mg 0.16-0.19% Fe 66-80 ppm. มีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช คือ N 1.49-1.69 และ Zn 11-14 ppm.

แปลงที่ 2 ในอ้อยปลูก พบว่า ทุกกรรมวิธีมีธาตุอาหาร P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช คือ P 0.19-0.21% K 1.82-2.10% Ca 0.41-0.47% Mg 0.18-0.20% Fe 67-229 ppm. มีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช คือ N 1.38-1.50 และ Zn 8-11 ppm. อ้อยตอ 1 ปี 2560/61 ทุกกรรมวิธีมี P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช คือ P 0.18-0.20% K 1.09-1.32% Ca 0.21-0.26% Mg 0.13-0.16% Fe 49-87 ppm. มีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช คือ N 1.36-1.49 และ Zn 13-17 ppm. อ้อยตอ 2 ปี 2561/62 ทุกกรรมวิธีมี P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช คือ P 0.24-0.29% K 1.98-2.34% Ca 0.30-0.37% Mg 0.13-0.16% Fe 51-55 ppm. มีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช คือ N 1.13-1.20 และ Zn 14-16 ppm. อ้อยตอ3 ปี 2562/63 ทุกกรรมวิธีมี P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช คือ P 0.29-0.32% K 1.40-2.03% Ca 0.36-0.52% Mg 0.15-0.19% Fe 69-87 ppm. มีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงใน ใบพืช คือ N 1.32-1.54และ Zn 11-13 ppm.

ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยหลังจากใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีแล้ว พบว่า ทั้งแปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 ทุกกรรมวิธีมีธาตุอาหาร P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืชสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย และปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

แปลงที่ 1

อ้อยปลูก ปี 2559/60 พบว่า ทุกกรรมวิธีมีผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีกรรมวิธี ที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร ให้ผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 13.92 ตัน/ไร่ และ 2.28 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ จำนวนลำ 9,643-11,286 ลำ/ไร่ ความสูง 193-223 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.3-2.8 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.5-7.3 ลำ/กอ มีจำนวนปล้อง 22-24 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.5.2) อ้อยตอ1 ปี 2560/61 พบว่า อ้อยเสียหายรุนแรงเนื่องจากเกิดสภาวะฝนแล้งมาก ปี 2560 อ้อยในแปลงทดลองส่วนใหญ่ไม่เจริญเติบโต แห้งตาย และเสียหายจนไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ อ้อยตอ2 ปี2561/62 พบว่า พบว่า ทุกกรรมวิธีมีผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์

กรมวิชาการเกษตร

ดิน ให้ผลผลิต และผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 9.10 ตัน/ไร่ และ 1.05 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตไม่แตกต่างกัน ได้แก่ จำนวนลำ 8,741-9,891 ลำ/ไร่ ความสูง 182-200 เซนติเมตร ขนาดลำ 29.-3.2 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.7-7.4 ลำ/กอ มีจำนวนปล้อง 19-22 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.5.3) อ้อยตอ 3 ปี 2562/63 เนื่องจากประสบปัญหาฝนแล้งมาก ทำให้อ้อยเจริญเติบโตไม่ดี อย่างไรก็ตามพบว่า ผลผลิตในกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนลำ/ไร่มากที่สุด 3,700 ลำ/ไร่ ให้ผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 3.70 ตัน/ไร่ และ 0.49 ตันซีซีเอส/ไร่ ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตไม่แตกต่างกัน ได้แก่ ความสูง 134-152 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.6.-2.7 เซนติเมตร จำนวนลำ 3.2-4.3 ลำ/กอ มีจำนวนปล้อง 20-23 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.5.3) สำหรับผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ3 ใกล้เคียงกัน ระหว่าง 7.32-8.13 ตัน/ไร่ โดยกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 8.04 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 3.5.6)

แปลงที่ 2

อ้อยปลูก ปี 2559/60 พบว่า ทุกกรรมวิธีมีผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระหว่าง 9.43-10.85 ตัน/ไร่ โดยมี มีกรรมวิธีที่1 ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร ให้ผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 10.85 ตัน/ไร่ และ 1.62 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ จำนวนลำ 7,786-9,500 ลำ/ไร่ ความสูง 179-191 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.7-29 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.2-7.2 ลำ/กอ มีจำนวนปล้อง 22-24 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.7.4) อ้อยตอ1 ปี 2560/61 พบว่า ทุกกรรมวิธีมีผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระหว่าง 9.96-13.08 ตัน/ไร่ โดยมี มีกรรมวิธีที่1 ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีของเกษตรกร ให้ผลผลิตมากที่สุด 13.08 ตัน/ไร่ และกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 1.76 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ จำนวนลำ 8,358-9,689 ลำ/ไร่ ความสูง 206-216 เซนติเมตร ขนาดลำ 3.0-3.1 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.2-7.2 ลำ/กอ มีจำนวนปล้อง 20-22 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.5.4) อ้อยตอ2 ปี2561/62 พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนลำต่อไร่มากที่สุด 11,416 ลำ/ไร่ ให้ผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 10.80 ตัน/ไร่ และ 1.14 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ ความสูง 171-192 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.9-3.1เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 5.6-7.0 ลำ/กอ มีจำนวนปล้อง 20-22 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.5.5) อ้อยตอ3 ปี 2562/63 เนื่องจากประสบปัญหาฝนแล้งมากทำให้อ้อยเจริญเติบโตไม่ดี พบว่า กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 2.90 ตัน/ไร่ และ 0.40 ตันซีซีเอสต่อไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ ความสูง 127-142 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.6-2.7 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 4.0-5.2 ลำ/กอ มีจำนวนปล้อง 19-21 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.5.5) สำหรับผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ3 ใกล้เคียงกัน ระหว่าง 7.29-8.55 ตัน/ไร่ โดยกรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรมีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 8.55 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 3.5.6)

3. ข้อมูลการเกิดโรคใบขาวอ้อย

3.1 ผลการสำรวจโรคใบขาว โดยดูจากอ้อยที่แสดงอาการเป็นโรคใบขาวในแปลงทดลอง

แปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 อ้อยปลูกอายุ 4 เดือนก่อนใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี และ 6 เดือน หลังใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีแล้ว ไม่พบอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว สำรวจโรคใบขาวในอ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ3 ที่อายุ 6 เดือน และ 8 เดือน อ้อยเจริญเติบโตดี ไม่พบอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในห้องปฏิบัติการ โดย ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

แปลงที่ 1 และ แปลงที่ 2 อ้อยปลูก อายุ 4 และ 6 เดือน ก่อนใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีทดลอง ทุกกรรมวิธีไม่พบเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว และเมื่อจัดการสมดุลธาตุอาหารตามกรรมวิธี ผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างใบอ้อย เมื่ออ้อยอายุ 6 เดือน หาปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อยในห้องปฏิบัติการ พบว่า

แปลงที่ 1

อ้อยปลูก ก่อนใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธี มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) (1-100 copy/ul in พ ng plant DNA) บ่งชี้ว่าอาจจะเกิดโรคขาวได้ภายในอ้อยที่ปลูก และอ้อยตอต่อไป หากผ่านสภาวะเครียด และหลังใส่ปุ๋ยพบว่า กรรมวิธีที่ 5 ปริมาณเชื้อลดลงเป็นระดับต่ำ(สีเขียว) (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ และยังไม่เกิดอาการใบขาวแต่อาจพัฒนามีเชื้อมากขึ้นได้ หากผ่านสภาวะเครียด ในอ้อยตอ 1 พบว่า กรรมวิธีที่ 1-4 มีเชื้อระดับปานกลาง (สีส้ม) และกรรมวิธีที่ 5 ปริมาณเชื้อเป็นระดับต่ำ (สีเขียว) (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ และยังไม่เกิดอาการใบขาว แต่อาจพัฒนามีเชื้อมากขึ้นได้ หากผ่านสภาวะเครียด ในอ้อยตอ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-4 มีเชื้อระดับต่ำ (สีเขียว) และกรรมวิธีที่ 5 ปริมาณเชื้อระดับน้อยมาก (สีฟ้า)(0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ยังไม่เกิดอาการใบขาว

แปลงที่ 2

อ้อยปลูก ก่อนใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธี มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) (1-100 copy/ul in พ ng plant DNA) ซึ่งบ่งชี้ว่าอาจจะเกิดโรคขาวได้ภายในอ้อยที่ปลูกและอ้อยตอต่อไปหากผ่านสภาวะเครียด และหลังใส่ปุ๋ยพบว่า กรรมวิธีที่ 4 และ 5 ปริมาณเชื้อลดลงเป็นระดับต่ำ(สีเขียว) (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ และยังไม่เกิดอาการใบขาวแต่อาจพัฒนามีเชื้อมากขึ้นได้หากผ่านสภาวะเครียด ในอ้อยตอ 1 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-3 มีเชื้อระดับปานกลาง (สีส้ม) (1-100 copy/ul in พ ng plant DNA) ซึ่งบ่งชี้ว่าอาจจะเกิดโรคขาวได้ภายในอ้อยที่ปลูกและอ้อยตอต่อไปหากผ่านสภาวะเครียด และกรรมวิธีที่ 4 และ 5 ปริมาณเชื้อลดน้อยลงพบระดับต่ำ(สีเขียว) (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ ในอ้อยตอ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-3 มีเชื้อระดับต่ำ (สีเขียว) (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ และกรรมวิธีที่ 4 และ 5 พบระดับเชื้อน้อยมาก (สีฟ้า) (0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ยังไม่เกิดอาการใบขาว อ้อยตอ 3 ทั้ง 2 แปลงทดลอง สำรวจไม่พบอ้อยแสดงอาการใบขาวในทุกกรรมวิธีในแปลงทดลอง ทั้งนี้ไม่ได้ส่งตัวอย่างใบวิเคราะห์เชื้อทางห้องปฏิบัติการ

<u>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะจังหวัดราชบุรี</u>

ธาตุอาหารในใบอ้อย

ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยหลังจากใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี พบว่า ทั้ง 2 แปลงทดลองทุกกรรมวิธี มีธาตุอาหาร P K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืชสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย และมีปริมาณ N และ Zn ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช

ผลผลิตอ้อยและองค์ประกอบผลผลิต

แปลงที่ 1 และ แปลงที่ 2 มีผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ3 ใกล้เคียงกัน ระหว่าง 7.32-8.13 ตัน/ไร่ และ 7.29-8.55 ตัน/ไร่ ตามลำดับ โดยแปลงที่ 1กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตาม ค่าวิเคราะห์ดิน มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 8.04 ตัน/ไร่ แปลงที่ 2 กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยตาม

วิธีเกษตรกร มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 8.55 ตัน/ไร่ และทุกกรรมวิธี ทั้ง 2 แปลงทดลอง มีองค์ประกอบผลผลิตอ้อย ได้แก่ จำนวนลำ ความสูง ขนาดลำ จำนวนลำต่อกอ และจำนวนปล้องต่อลำ ใกล้เคียงกัน

การเกิดโรคใบขาวอ้อย

ผลการสำรวจโรคใบขาวในแปลงทดลอง โดยดูจากอ้อยที่แสดงอาการเป็นโรคใบขาว ในแปลงที่1และแปลงที่ 2 ในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 อ้อยตอ 2 และอ้อยตอ 3 เมื่ออายุ 4 เดือนก่อนใส่ปุ๋ย และหลังใส่ปุ๋ยเมื่ออ้อยอายุ 6 และ 8 เดือน ไม่พบอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว และผลการวิเคราะห์ตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อยจากห้องปฏิบัติการพบว่า แปลงที่ 1 อ้อยปลูก ก่อนใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธี มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) และหลังใส่ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 5 ปริมาณเชื้อลดลงเป็นระดับต่ำ(สีเขียว) อ้อยตอ 1 กรรมวิธีที่1-4 มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) และกรรมวิธีที่ 5 ปริมาณเชื้อเป็นระดับต่ำ(สีเขียว) อ้อยตอ 2 พบว่า กรรมวิธีที่1-4 มีเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) และกรรมวิธีที่ 5 ปริมาณเชื้อระดับน้อยมาก (สีฟ้า) แปลงที่ 2 พบว่า อ้อยปลูก ก่อนใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธี มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) และหลังใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 4 และ 5 ปริมาณเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) อ้อยตอ 1 พบว่า กรรมวิธีที่ 1-3 มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) และกรรมวิธีที่ 4 และ 5 มีปริมาณเชื้อลดน้อยลงพบระดับต่ำ(สีเขียว) อ้อยตอ 2 พบว่า กรรมวิธีที่1-3 มีเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) กรรมวิธีที่ 4 และ 5 พบปริมาณเชื้อลดน้อยลงเป็นระดับน้อยมาก(สีฟ้า) อ้อยตอ 3 ทั้ง 2 แปลงทดลองไม่ได้ส่งตัวอย่างใบวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ และจากการสำรวจไม่พบอ้อยแสดงอาการใบขาวในทุกกรรมวิธี

ดังนั้นการจัดการสมดุลธาตุอาหารอ้อยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรคใบขาวอ้อยได้ โดยมีผลเพิ่มความทนทานให้อ้อยมากขึ้น ทำให้ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง อ้อยจึงไม่มีอาการเป็นโรคใบขาวสอดคล้องกับผลการวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาโรคใบขาวอ้อย ปี 2549-2553 ของนฤทัยและคณะ, 2553 ซึ่งพบว่า การเพิ่มความทนทานให้อ้อยโดยการจัดการสมดุลของธาตุอาหารในดินปลูกอ้อยมีผลทำให้การโรคใบขาวอ้อยลดลง

ตารางที่ 3.5.1 ผลวิเคราะห์ดินในไร่เกษตรกร การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จ.ราชบุรี

แปลงทดลอง จังหวัดราชบุรี	pH	OM (%)	avail.P (mg/kg)	exch K (mg/kg)	exch Ca (mg/kg)	exch Mg (mg/kg)	avail.Fe mg/kg	avail.Zn mg/kg
แปลงที่ 1	7.1	1.01	4	74	1,074	109	14.1	0.50
แปลงที่ 2	6.7	0.97	5	60	1,290	92	25.6	0.56

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.5.2 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ไร่เกษตรกร อ้อยปลูก ปี 2559/60 แปลงที่ 1 จ.ราชบุรี นายเฉลิมโรจน์ พงษ์ชนนท์

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	13.92	16.4ab	2.28	11,286a	193	2.3	7.3	23
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน	12.66	16.0ab	2.02	10,571a	213	2.6	7.0	22
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน	12.78	17.2a	2.20	10,714a	210	2.7	7.0	23
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน	12.27	15.2b	1.87	9,643b	216	2.8	6.8	24
5.ใส่ปุ๋ยN-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน	12.55	15.2b	1.91	9,857b	223	2.7	6.5	22
CV (%)	14.3	6.2		12.4	10.0	5.1	6.7	6.5

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	1.ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	2.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่	4.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่
5	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่	5.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่

ปัญหาอุปสรรค

แปลงทดลองที่ 1 อ้อยตอ1 เนื่องจากประสบปัญหาฝนแล้งมากใน ปี 2560 ทำให้อ้อยไม่เจริญเติบโต และเสียหายมากไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

ตารางที่ 3.5.3 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อ้อยตอ2 ปี 2561/62 และอ้อยตอ3 ปี 2562/63 แปลงที่ 1 นายเฉลิมโรจน์ พงษ์ชนนท์

*ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรรมวิธี		อ้อยตอ3 ปี 2562/63

กรมวิชาการเกษตร

	อ้อยตอ2 ปี 2561/62															
	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	8.10	10.3	0.83	9,266c	200	2.9	7.0	21	2.10	11.5	0.24	2,500c	138	2.7	3.2	21
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K*	8.98	11.2	1.01	9,083c	182	2.9	7.2	22	2.20	12.4	0.27	2,399c	152	2.6	4.1	23
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg*	7.85	11.0	0.86	9,458b	184	2.9	6.8	19	1.32	12.7	0.17	1,833d	134	2.6	3.2	20
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn*	7.71	11.8	0.91	8,741d	199	3.0	6.7	19	3.70	13.5	0.49	3,700a	148	2.7	4.3	20
5.ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn*	9.10	11.5	1.05	9,891a	194	3.2	7.4	20	2.75	12.1	0.33	3,116b	142	2.7	3.8	20
CV (%)	28.7	10.2		25.4	9.7	5.2	7.2	14.7	29.2	14.8		27.6	9.8	6.7	8.4	16.4

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	1.ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	2.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่	4.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่
5	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่	5.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.5.4 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 แปลงที่ 2 นายสายชล ตันมันทอง จ.ราชบุรี

*ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี	อ้อยปลูก ปี 2559/60								อ้อยตอ1 ปี 2560/61							
	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	10.85	14.9	1.62	7,786	191	2.8	7.2	23	13.08	10.8	1.41	8,553	206	3.0	7.0	20
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K*	10.10	14.8	1.49	8,929	179	2.7	7.0	22	12.43	14.1	1.75	8,579	216	3.1	6.8	21
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg *	9.43	14.7	1.39	8,500	184	2.9	6.8	23	10.44	13.2	1.38	8,358	207	3.1	6.2	22
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn*	9.86	15.6	1.54	7,857	183	2.8	6.8	24	9.96	13.3	1.32	8,369	215	3.0	6.2	21
5.ใส่ปุ๋ยN-P-K+Mg+Zn*	9.87	14.2	1.40	9,500	187	2.8	6.2	22	12.58	14.0	1.76	9,689	215	3.0	7.2	22
CV (%)	21.7	10.7		16.2	7.0	5.4	8.7	6.5	25.8	13.8		18.8	10.8	4.1	8.6	6.9

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	1.ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	2.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่	4.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่
5	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่	5.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.5.5 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ 3 แปลงที่ 2 จ.ราชบุรี นายสายชล ตันมันทอง

*ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรรมวิธี	อ้อยตอ2 ปี 2561/62								อ้อยตอ3 ปี 2562/63							
	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง	ขนาดลำ	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง

	(ตันซีซี เอส/ไร่)			(ซม.)					(ตันซีซี เอส/ไร่)				(ซม.)	(ซม.)		
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	7.62b	10.3	0.78	9,233b	176	3.0	6.0	20	2.64a	12.5	0.33	3,066a	132	2.7	4.6	20
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K*	7.63b	11.8	0.90	9,550b	185	3.1	6.2	20	2.76a	13.9	0.38	2,883b	142	2.6	5.0	20
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg*	10.80a	10.6	1.14	11,416a	192	3.0	7.0	20	1.81b	13.1	0.24	1,766c	138	2.7	4.0	19
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn*	7.07b	10.7	0.76	9,350b	171	3.0	5.8	19	2.27a	13.8	0.31	2,683b	127	2.6	4.4	19
5.ใส่ปุ๋ยN-P-K+Mg+Zn*	6.32c	10.3	0.65	7,775c	176	2.9	5.6	20	2.90a	13.8	0.40	3.033a	137	2.7	5.2	21
CV (%)	27.6	8.8		18.8	9.3	6.7	8.4	6.4	24.4	9.8		22.1	8.7	7.9	11.2	7.3

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	1.ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	2.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่	4.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่
5	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่	5.ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.5.6 ผลผลิตอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ 3 แปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 งานทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดราชบุรี

วิธี	ผลผลิตแปลงที่ 1(ตัน/ไร่)					ผลผลิตแปลงที่ 2(ตัน/ไร่)				
	อ้อยปลูก	ตอ1	ตอ2	ตอ3	เฉลี่ย	อ้อยปลูก	ตอ1	ตอ2	ตอ3	เฉลี่ย
1	13.92	-	8.10	2.10	8.04	10.85	13.08	7.62	2.64	8.55
2	12.66	-	8.98	2.20	7.95	10.10	12.43	7.63	2.76	8.23
3	12.78	-	7.85	1.32	7.32	9.43	10.44	10.80	1.81	8.12
4	12.27	-	7.71	3.70	7.89	9.86	9.96	7.07	2.27	7.29
5	12.55		9.10	2.75	8.13	9.87	12.58	6.32	2.90	7.92
CV (%)	14.3		41.9	2.10		21.7	25.8	27.6	2.64	

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	1. ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 18-3-12กก.N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	2. ใส่ปุ๋ย 18-3-12กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 18-3-12กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่	3. ใส่ปุ๋ย 18-3-12กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กก./ไร่
4	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+ $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กก./ไร่	4. ใส่ปุ๋ย 18-3-12กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กก./ไร่
5	ใส่ปุ๋ย 18-3-12 กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+ $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กก./ไร่	5. ใส่ปุ๋ย 18-3-12กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+ $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กก./ไร่

กรมวิชาการเกษตร

3.6 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดกาญจนบุรี

คณะผู้วิจัย อุดม วงศ์ชนะภัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี
สุภานันทน์ จันทร์ประกอบ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
วันทนา เลิศศิริวรกุล ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 31 ธันวาคม 2564

ดำเนินการในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยและปานกลางอย่างละ 1 แปลง แต่ละแปลงมีพื้นที่ 1,664 ตารางเมตร ใช้ระยะระหว่างแถว 1.3 เมตร ขนาดแปลงย่อย 8 แถวๆยาว 8 เมตร (10.4X8 เมตร)

แปลงที่ 1 มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย

ดำเนินการในแปลงเกษตรกรที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย นายคณาฤทธิ์ พันธ์แจ่ม บ้านเลขที่ 389 หมู่ 13 ตำบลหนองตากยา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พื้นที่ 2 ไร่ พิกัดแปลง X 556474 Y 1525753

คุณสมบัติของดิน

ผลการวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.20 มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ 0.52 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำ 9.50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 48.70 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 346 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 33.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 2.79 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3.6.1)

1) อ้อยปลูก

การเจริญเติบโต

ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 วันที่ 25 ธันวาคม 2558 อ้อยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่อายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์หลังปลูกไม่แตกต่างกัน โดยเฉลี่ยทุกกรรมวิธีจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกตามอายุหลังปลูก 92 93 และ 96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทุกกรรมวิธีมีจำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือนหลังงอกโดยเฉลี่ย 4 หน่อ มีจำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน 5 ลำ และมีความสูงอ้อยที่อายุเก็บเกี่ยว 280 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3.6.2)

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยวันที่ 13-14 ธันวาคม 2559 พบว่าในทุกกรรมวิธี อ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 มีจำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ ผลผลิตและความหวาน (CCS) ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่า กรรมวิธีการใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 13.91 ตัน/ไร่ และมีความหวาน (CCS) 12.67 (ตารางที่ 3.6.2)

การแสดงอาการโรคใบขาว

สุ่มตัวอย่างอ้อยส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้า 1 เดือน จากผลตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อย ส่วนใหญ่พบเชื้อในระดับสีส้ม (มีเชื้อระดับปานกลาง (1-100 copy/ul in 25 ng plant DNA)) ยกเว้น กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 /ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ พบเชื้อในระดับสีเขียว (ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA)) และจากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังงอก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี

2) อ้อยตอ 1

การเจริญเติบโต

อ้อยตอ 1 มีจำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือน และจำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน ไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี โดยมีจำนวนหน่อต่อกอเฉลี่ย 8 หน่อ และจำนวนลำต่อกอ 6 ลำ ส่วนความสูงที่อายุเก็บเกี่ยวพบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยตอ 1 จะมีความสูงมากสุดคือ 240 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และ 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งมีความสูง 236 236 และ 232 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีเกษตรกร 18-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ จะมีความสูงน้อยสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นคือ 203 เซนติเมตร

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

อ้อยตอ 1 จะมีน้ำหนักต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ และความหวาน (CCS) ไม่แตกต่าง แต่มีแนวโน้มว่า การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีเกษตรกร 18-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ จะมีน้ำหนักต่อลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะมีจำนวนลำต่อไร่สูงสุดคือ 10,170 ลำ และไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ และ 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ แต่จะแตกต่างกับกรรมวิธีของเกษตรกร ซึ่งมีจำนวนลำต่อไร่ 8,397 ลำ ส่วนผลผลิตพบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะ

กรมวิชาการเกษตร

ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 11.19 ตัน/ไร่ ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ และ 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ แต่จะแตกต่างกับกรรมวิธีเกษตรกรซึ่งมีผลผลิตต่ำสุด 8.01 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 3.6.3)

การแสดงอาการโรคใบขาว

จากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยปลูก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี

3) อ้อยตอ 2

การเจริญเติบโต

อ้อยตอ 2 ที่อายุ 4 เดือนพบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะมีจำนวนหน่อต่อกอสูงสุดคือ 11 หน่อ มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ และการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีเกษตรกร 18-4-4 กิโลกรัม. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ ซึ่งมีจำนวนหน่อต่อกอ 10 10 และ 9 หน่อ ตามลำดับ และเมื่อมีอายุ 6 เดือน กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยตอ 2 จะมีจำนวนลำต่อกอสูงสุดคือ 9 ลำ และมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ส่วนความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว ไม่พบความแตกต่างจากกรรมวิธีใส่ปุ๋ย แต่มีแนวโน้มว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยตอ 2 จะมีความสูงมากสุดคือ 153 เซนติเมตร (ตารางที่ 3.6.4)

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอ 2

เก็บเกี่ยวผลผลิตในวันที่ 24 ธันวาคม 2561 พบว่าอ้อยตอ 2 มี น้ำหนักต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ ผลผลิต และความหวาน (CCS) ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะมีจำนวนลำ และผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยสูงสุดคือ 9,985 ลำ/ไร่ และ 6.79 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.6.4)

การแสดงอาการโรคใบขาว

จากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยตอ 1 และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี

4) การนำเทคโนโลยีไปขยายผลในพื้นที่ระบาดน้อย

<u>แปลงขยายผลแปลงที่ 1</u> ในฤดูปลูกปี 2562/63 ได้นำเอาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวน้อยไปขยายผลลงสู่แปลงอ้อยของเกษตรกรที่มีปัญหาการระบาดของโรคใบขาวในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง โดยดำเนินการในแปลงปลูกอ้อยของนายพิพัฒน์พงษ์ ภูษา บ้านเลขที่ 45/2 หมู่ 6 ตำบลแก้มอ้น อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี พิกัดแปลง X 549248 Y 1523939 ที่มีผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกคือ ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5.40 มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ 0.56 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำ 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 46 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0.13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3.6.5)

กรมวิชาการเกษตร

การจัดการธาตุอาหารอ้อย นำผลการวิเคราะห์ดินมาจัดการสมดุลของธาตุอาหารในแปลงปลูกอ้อย โดยดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวน้อยตามผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกคือ ใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ กับวิธีปฏิบัติของเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ย 24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ในพื้นที่ 4 ไร่

อ้อยปลูก (แปลงขยายผลเทคโนโลยี)

การเจริญเติบโตของอ้อย

ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร โดยใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในช่วงอายุ 4 สัปดาห์หลังปลูก 74 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า 24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ร้อยละ 8.82 แต่ในช่วงอายุ 6 และ 12 สัปดาห์ จะใกล้เคียงกัน การใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ จะทำให้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีจำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก 7 หน่อ จำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน 4 ลำ และความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว 248 เซนติเมตร สูงกว่าวิธีเกษตรกรร้อยละ 40 33.33 และ 19.81 ตามลำดับ

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2563 การใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยจะมีน้ำหนักต่อลำ 1.27 กิโลกรัม จำนวนลำต่อไร่ 7,853 ลำ และผลผลิต 9.98 ตัน/ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ร้อยละ 25.74 25.49 และ 57.16 ตามลำดับ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ และความหวาน (CCS) ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3.6.6)

การแสดงอาการโรคใบขาว

จากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังงอก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทั้งสองแปลง

อ้อยตอ 1 (แปลงขยายผลเทคโนโลยี)

การจัดการธาตุอาหารอ้อยตอ 1

มีการจัดการสมดุลของธาตุอาหารตามผลการวิเคราะห์ดินในอ้อยตอ 1 โดยเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวน้อยคือ ใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ กับวิธีปฏิบัติของเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ย 24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ในพื้นที่ 4 ไร่

การเจริญเติบโตของอ้อยตอ 1

อ้อยตอ 1 ที่อายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์หลังเก็บเกี่ยวอ้อยปลูก มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกัน แต่การใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ จะมีจำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือน 5 หน่อ จำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน 8 ลำ และความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว 217 เซนติเมตร สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ร้อยละ 66.67 14.29 และ 14.81 ตามลำดับ

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอ 1

กรมวิชาการเกษตร

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อวันที่ 13 มกราคม 2564 การใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ จะมีน้ำหนักต่อลำ 1.07 กิโลกรัม เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 2.83 เซนติเมตร และผลผลิต 7.68 ตัน/ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ร้อยละ 64.62 7.60 และ 55.78 ตามลำดับ ส่วนจำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ และความหวาน (CCS) ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 3.6.7)

การแสดงอาการโรคใบขาว

จากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังเก็บเกี่ยวอ้อยปลูก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทั้งสองแปลง

<u>แปลงขยายผลแปลงที่ 2</u> ในฤดูปลูกปี 2564/65 ได้นำเอาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวน้อยไปขยายผลลงสู่แปลงอ้อยของเกษตรกรที่มีปัญหาการระบาดของโรคใบขาวในแปลงปลูกอ้อยของนางสาลี่ เชี่ยงจง บ้านเลขที่ 60 หมู่ 3 ตำบลหนองไผ่ อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี พิกัดแปลง X 0543771 Y 1522638 ที่มีผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกคือ ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.20 มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ 0.56 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำ 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 38 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 319 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 19 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 26)

การจัดการธาตุอาหารอ้อย นำผลการวิเคราะห์ดินมาจัดการธาตุอาหารสำหรับอ้อย โดยดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวน้อยตามผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกคือ ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ กับวิธีปฏิบัติของเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ย 22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ในพื้นที่ 4 ไร่ (ตารางที่ 3.6.8)

อ้อยปลูก

การเจริญเติบโตของอ้อย

ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 วันที่ 17 เมษายน 2564 แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร โดยใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในช่วงอายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์หลังปลูก 80 94 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 78 97 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ จะทำให้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีจำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก 6 หน่อ และมีจำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน 6 ลำ สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ร้อยละ 20

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2564 การใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยจะมีผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ย 22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) โดยเฉพาะผลผลิตคือ 15.67 ตัน/ไร่หรือสูงกว่าร้อยละ 17.82 (ตารางที่ 3.6.9)

การแสดงอาการโรคใบขาว

สุ่มตัวอย่างอ้อยส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวก่อนและหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน จากผลตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อย พบว่าแปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร และแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร พบ

กรมวิชาการเกษตร

เชื้อในระดับสีเหลือง (ปริมาณเชื้อ <10 copy/ul in 25 ng plant DNA) ให้เฝ้าระวัง และจากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังงอก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทั้งสองแปลง

แปลงที่ 2 มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง

ดำเนินการในแปลงเกษตรกรที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง นายคณาฤทธิ์ พันธ์แจ่ม บ้านเลขที่ 389 หมู่ 13 ตำบลหนองตากยา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พื้นที่ 2 ไร่ พิกัดแปลง X 557473 Y 1528444

คุณสมบัติของดิน

ผลการวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.1 มีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.28 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำ 8.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 51.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 5,243 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 73 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0.88 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3.6.1)

1) อ้อยปลูก

การเจริญเติบโตของอ้อย

ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 วันที่ 25 ธันวาคม 2558 อ้อยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่อายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์หลังปลูกไม่แตกต่างกัน โดยเฉลี่ยทุกกรรมวิธีจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกตามอายุหลังปลูก 93 95 และ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทุกกรรมวิธีมีจำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือนหลังงอกเฉลี่ย 4 หน่อ จำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน 5 ลำ และมีความสูงอ้อยที่อายุเก็บเกี่ยว 238 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกัน

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยวันที่ 8-9 ธันวาคม 2559 พบว่าในทุกกรรมวิธี อ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 มีจำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ ผลผลิต และความหวาน (CCS) ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่า กรรมวิธีการใส่ปุ๋ย 12-6-12 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 11.54 ตัน/ไร่ และมีความหวาน (CCS) 15.62 (ตารางที่ 3.6.10)

การแสดงอาการโรคใบขาว

สุ่มตัวอย่างอ้อยส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้า 1 เดือน ผลตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อย ส่วนใหญ่พบเชื้อในระดับสีส้ม (มีเชื้อระดับปานกลาง (1-100 copy/ul in 25 ng plant DNA)) ยกเว้น กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย 12-6-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ พบเชื้อในระดับสีเขียว (ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA)) และจากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังงอก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี

2) อ้อยตอ 1

การเจริญเติบโตของอ้อยตอ 1

จำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือน และจำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน ไม่แตกต่างกันคือ มีจำนวนหน่อต่อกอเฉลี่ย 11 หน่อ และจำนวนลำต่อกอ 7 หน่อ ตามลำดับ ส่วนความสูงที่อายุเก็บเกี่ยวพบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะมีความสูงมากสุด 260 เซนติเมตร และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่น

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอ 1

น้ำหนักต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ผลผลิต และความหวาน (CCS) ไม่แตกต่างกัน ด้านผลผลิตอ้อยมีแนวโน้มว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 11.06 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และ 18-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิต 10.98 10.73 9.82 และ 9.36 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.6.11)

การแสดงอาการโรคใบขาว

จากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยปลูก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี

3) อ้อยตอ 2

การเจริญเติบโตของอ้อยตอ 2

อ้อยตอ 2 ที่อายุ 4 เดือนหลังเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ และ 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะมีจำนวนหน่อต่อกอไม่แตกต่างกันคือ 12 และ 11 หน่อ ตามลำดับ แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และ 18-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ซึ่งมีจำนวนหน่อต่อกอ 10 9 และ 8 หน่อ ตามลำดับ และเมื่อมีอายุ 6 เดือน ในทุกกรรมวิธีไม่พบว่ามีจำนวนลำต่อกอที่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ และ 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยตอ 2 จะมีจำนวนลำต่อกอสูงสุดคือ 9 ลำ เช่นเดียวกับความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว ไม่พบความแตกต่างแต่มีแนวโน้มว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยตอ 2 จะมีความสูงมากสุดคือ 218 เซนติเมตร

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอ 2

เก็บเกี่ยวผลผลิตในวันที่ 24 ธันวาคม 2561 พบว่าอ้อยตอ 2 มีน้ำหนักต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ ผลผลิต และความหวาน (CCS) ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ จะมีจำนวนลำ และผลผลิตต่อไร่สูงสุด คือ 9,415 ลำ/ไร่ และ 9.13 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3.6.12)

การแสดงอาการโรคใบขาว

จากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยตอ 1 และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี

4) การนำเทคโนโลยีไปขยายผล

<u>แปลงขยายผลแปลงที่ 1</u> ฤดูปลูกปี 2562/63 ได้นำเอาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวปานกลางไปขยายผลลงสู่แปลงอ้อยของเกษตรกรที่มีปัญหาการระบาดของโรคใบขาวในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง โดยดำเนินการในแปลงปลูกอ้อยของนายปฏิภาณ วณิโชภาส บ้านเลขที่ 10 หมู่ 10 ตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พิกัดแปลง X 543982 Y 1515584 ที่มีผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกคือ ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.94 มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ 0.69 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ปานกลาง 20 มิลลิกรัม/

กรมวิชาการเกษตร

กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 184 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0.92 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3.6.13)

<u>อ้อยปลูก (แปลงขยายผลเทคโนโลยี)</u>

การเจริญเติบโตของอ้อย

ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 วันที่ 29 เมษายน 2562 แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร โดยใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กก./ไร่ อ้อยจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในช่วงอายุ 4 สัปดาห์หลังปลูก 81 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 31-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ร้อยละ 17.39 แต่ในช่วงอายุ 6 และ 12 สัปดาห์ จะใกล้เคียงกัน การใส่ปุ๋ย 18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ ไม่ทำให้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีจำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก แตกต่างจากการใส่ปุ๋ย 31-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ แต่จะมีจำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก 5 ลำ และความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว 236 เซนติเมตรหรือสูงกว่าวิธีเกษตรกรร้อยละ 25 และ 8.76 ตามลำดับ

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2563 การใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยจะมีน้ำหนักต่อลำ 1.37 กิโลกรัม และผลผลิต 10.84 ตัน/ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 31-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ซึ่งมีน้ำหนักต่อลำ 1.15 กิโลกรัม และผลผลิต 10.31 ตัน/ไร่ หรือร้อยละ 19.13 และ 5.14 ตามลำดับ ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ และความหวาน (CCS) การใส่ปุ๋ย 31-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ จะมีค่าสูงกว่าการใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ (ตารางที่ 3.6.14)

การแสดงอาการโรคใบขาว จากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังงอก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทั้งสองแปลง

<u>อ้อยตอ 1 (แปลงขยายผลเทคโนโลยี)</u>

การเจริญเติบโตของอ้อยตอ 1 อ้อยตอ 1 ที่อายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์หลังเก็บเกี่ยวอ้อยปลูก มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับจำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือน และความสูงก่อนเก็บเกี่ยว แต่การใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ จะมีจำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน 6 ลำ ต่ำกว่าการใส่ปุ๋ย 31-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ร้อยละ 16.67

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอ 1

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อวันที่ 13 มกราคม 2564 การใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ จะมีน้ำหนักต่อลำ 0.99 กิโลกรัม เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 2.88 เซนติเมตร จำนวนปล้องต่อลำ 23 ปล้อง และผลผลิต 8.81 ตัน/ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 31-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ร้อยละ 16.47 7.06 4.55 และ 14.71 ตามลำดับ แต่จะมีจำนวนลำต่อไร่ที่ต่ำกว่าวิธีเกษตรกร (ตารางที่ 3.6.15)

การแสดงอาการโรคใบขาว

จากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังงอก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทั้งสองแปลง

กรมวิชาการเกษตร

แปลงขยายผลแปลงที่ 2 ฤดูปลูกปี 2564/65 ได้นำเอาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวปานกลางไปขยายผลลงสู่แปลงอ้อยของเกษตรกรที่มีปัญหาการระบาดของโรคใบขาวในแปลงปลูกอ้อยของนายสายชน สาหร่าย บ้านเลขที่ 60 หมู่ 3 ตำบลหนองไผ่ อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี พิกัดแปลง X 0542625 Y 1523525 ที่มีผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกคือ ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.20 มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ 0.41 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำ 97 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 14 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 481 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 26 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3.6.16)

การเจริญเติบโตของอ้อย

ปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 วันที่ 16 เมษายน 2564 แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร โดยใส่ปุ๋ย 18-3-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในช่วงอายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์หลังปลูก 82 89 และ 94 เปอร์เซ็นต์ และการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 80 91 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ย 18-3-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ จะทำให้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีจำนวนหน่อต่อกอหลังปลูกที่อายุ 4 เดือน 7 หน่อ และมีจำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือน 7 ลำ ในขณะที่การใส่ปุ๋ย 22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) มีจำนวนหน่อต่อกอ 6 หน่อ และจำนวนลำต่อกอ 7 หน่อ ตามลำดับ

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2564 การใส่ปุ๋ย 18-3-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ อ้อยจะมีจำนวนลำต่อไร่ 11,302 ลำ/ไร่ และผลผลิต 15.02 ตัน/ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร) ซึ่งมีจำนวนลำต่อไร่ 10,286 ลำ และผลผลิต 13.31 ตัน/ไร่ หรือร้อยละ 9.88 และ 12.85 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.6.17)

การแสดงอาการโรคใบขาว

สุ่มตัวอย่างอ้อยส่งตรวจเชื้อโรคใบขาวก่อนและหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน จากผลตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อยพบว่า ก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้า 1 เดือน แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร และแปลงที่ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร พบเชื้อในระดับสีเหลือง (ปริมาณเชื้อ <10 copy/ul in 25 ng plant DNA) ให้เฝ้าระวัง ส่วนหลังการใส่ปุ๋ย 1 เดือน ในทั้งสองแปลงพบเชื้อในระดับสีเขียว (ปริมาณเชื้อ >0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถใช้ขยายพันธุ์ได้ในระดับแปลง และจากการตรวจนับจำนวนกออ้อยที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังงอก และก่อนเก็บเกี่ยว ไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวในทั้งสองแปลง

<u>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะจังหวัดกาญจนบุรี</u> :

1) แปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย

ดำเนินการในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยตำบลหนองตากยา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า อ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการนำผลการวิเคราะห์ดินมาจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว มีองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างกับวิธีเกษตรกร (18-18-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่) แต่มีแนวโน้มว่าการจัดการธาตุอาหารโดยใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 13.91 ตัน/ไร่ ในอ้อยตอ 1 การใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะมีความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว และจำนวนลำต่อไร่สูงสุด และแตกต่างทางสถิติกับวิธีเกษตรกร (18-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่) มีน้ำหนักลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง

กรมวิชาการเกษตร

ลำ จำนวนปล้องต่อลำ และความหวาน (CCS) ไม่แตกต่างกัน แต่การใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะให้ผลผลิตสูงสุด 11.19 ตัน/ไร่ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีเกษตรกร หรือสูงกว่าร้อยละ 39.70 ส่วนอ้อยตอ 2 ไม่พบความแตกต่าง และไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ ด้านการขยายผลเทคโนโลยีฯ ในฤดูปลูกปี 2562/63-2563/64 ขยายผลในพื้นที่เกษตรกรตำบลแก้มอ้น อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี พบว่า แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร (18-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่) อ้อยปลูกมีความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว น้ำหนักต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ และผลผลิต สูงกว่าวิธีเกษตรกร (24-1.3-1.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ร้อยละ 19.81 25.74 25.49 57.16 ซึ่งสอดคล้องกับในอ้อยตอ 1 คือแปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร (27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่) จะมีความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว น้ำหนักต่อลำ และผลผลิต สูงกว่าวิธีเกษตรกร ร้อยละ 14.81 64.62 และ 55.78 ตามลำดับ และในฤดูปลูกปี 2564/65 ขยายผลในพื้นที่เกษตรกรตำบลหนองไผ่ อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร (18-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัม/ไร่) อ้อยปลูกจะมีผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสูงกว่าวิธีเกษตรกร (22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่) และไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาว

2) แปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง

ดำเนินการในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยตำบลหนองตากยา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าอ้อยปลูกพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการนำผลการวิเคราะห์ดินมาจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว มีองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างกับวิธีเกษตรกร (18-18-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่) แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ย 12-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + $ZnSO_4$ 0.8 กิโลกรัม/ไร่ จะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 11.54 ตัน/ไร่ ส่วนอ้อยตอ 1 และตอ 2 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ และไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาวทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ ด้านการขยายผลเทคโนโลยีฯ ในฤดูปลูกปี 2562/63-2563/64 ขยายผลในพื้นที่เกษตรกรตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พบว่า แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร (18-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่) อ้อยปลูกจะมีความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว น้ำหนักต่อลำ และผลผลิต สูงกว่าวิธีเกษตรกร (31-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ร้อยละ 8.76 19.13 และ 5.14 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับอ้อยตอ 1 คือ แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร (27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่) จะมีน้ำหนักต่อลำ และผลผลิตต่อไร่สูงกว่าวิธีเกษตรกร (31-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่) และในฤดูปลูกปี 2564/65 ขยายผลในพื้นที่เกษตรกรตำบลหนองไผ่ อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า แปลงที่มีการจัดการธาตุอาหาร (18-3-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัม/ไร่) อ้อยปลูกจะมีจำนวนลำต่อไร่ และผลผลิตสูงกว่าวิธีเกษตรกร (22-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่) และไม่พบการแสดงอาการโรคใบขาว

ตารางที่ 3.6.1 ผลการวิเคราะห์ดินและการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2559/60

แปลงทดลอง จังหวัดกาญจนบุรี	pH	OM (%)	avail.P (mg/kg)	exch K (mg/kg)	exch Ca (mg/kg)	exch Mg (mg/kg)	avail.Zn mg/kg
แปลงที่ 1	5.2	0.52	9.5	48.7	346	33.6	2.79
แปลงที่ 2	8.1	1.28	8.9	51.6	5,243	72.9	0.88

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.6.2 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยปลูกในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2559/60

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	จำนวนลำ/กอ (ลำ)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
-18-18-18 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	280	4	2.90	22	9,660	13.43	12.37
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่	275	4	2.87	22	9,935	12.95	12.59
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่	274	4	2.96	22	3,562	12.71	12.27
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	287	4	2.85	22	9,268	12.63	11.87
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	285	4	2.84	22	9,124	13.91	12.67
เฉลี่ย	280	4	2.88	22	8,310	13.13	12.35
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8.4	12.7	2.9	6.9	10.5	13.9	5.3

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ns: not significant

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.6.3 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยตอ 1 ในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2560/61

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)

	(ซม.)			(ปล้อง)			
-18-4-4 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	203 b	1.01	2.75	25	8,397 b	8.01 b	16.27
-27-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่	236 a	1.05	2.80	26	9,156 ab	10.12 a	16.43
-27-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่	232 a	1.20	2.88	26	9,261 ab	10.05 a	15.86
-27-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	236 a	1.21	2.83	26	10,031 a	11.19 a	16.92
-27-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+ $ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	240 a	1.25	2.85	25	10,170 a	11.06 a	16.24
เฉลี่ย	229	1.15	2.82	25	9,403	10.09	16.34
F-test	**	ns	ns	ns	*	*	ns
CV (%)	5.59	13.01	4.65	6.98	6.66	11.27	4.59

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), *, ** : Significant at 5, 1% level of probability, ns: not significant

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.6.4 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยตอ 2 ในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2561/62

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
-18-4-4 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	135	1.91	2.86	14	6,830	3.94	11.72
-27-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่	144	1.79	2.72	13	8,950	5.39	11.56

-27-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่	153	1.62	2.91	15	9,652	6.03	12.31
-27-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	144	1.54	2.99	14	9,985	6.79	11.81
-27-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	149	1.58	2.91	15	8,274	5.30	12.01
เฉลี่ย	145	1.69	2.88	14	8,738	5.49	11.88
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	19.35	20.31	4.88	18.40	18.53	17.90	9.30

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ns: not significant

ตารางที่ 3.6.5 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2562/63

แปลงทดลอง จังหวัดกาญจนบุรี	**pH**	**OM (%)**	**avail.P (mg/kg)**	**exch K (mg/kg)**	**exch Ca (mg/kg)**	**exch Mg (mg/kg)**	**avail.Zn mg/kg**
แปลงที่ 1 ระบาดน้อย	5.4	0.56	3	9	46	9	0.13
แปลงที่ 2 ระบาดปานกลาง	6.94	0.69	20	4	184	20	0.92

ตารางที่ 3.6.6 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยปลูกในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดราชบุรี ปี 2562/63

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
ระบาดน้อย							
-24-1.3-1.3 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	207	1.01	2.63	24	6,258	6.35	18.76
-18-9-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+ โดโลไมท์ 50 กก./ไร่+ $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่	248	1.27	2.55	23	7,853	9.98	17.73
ระบาดปานกลาง							
-31-4-4 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	217	1.15	3.02	22	8,928	10.31	17.61
-18-6-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 30 กก./ไร่	236	1.37	2.90	20	7,913	10.84	16.36

ตารางที่ 3.6.7 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยตอ 1 ในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดราชบุรี ปี 2563/64

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
ระบาดน้อย							
-24-1.3-1.3 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	189	0.65	2.63	20	7,540	4.93	17.45
-27-9-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 50 กก./ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่	217	1.07	2.83	19	7,151	7.68	17.39
ระบาดปานกลาง							
-31-4-4 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	211	0.85	2.69	22	9,071	7.68	17.15
-27-6-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 30 กก./ไร่	210	0.99	2.88	23	8,826	8.81	17.28

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.6.8 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2564/65

แปลงทดลอง จังหวัดกาญจนบุรี	pH	OM (%)	avail.P (mg/kg)	exch K (mg/kg)	exch Ca (mg/kg)	exch Mg (mg/kg)	avail.Zn mg/kg
แปลงที่ 1 ระบาดน้อย	6.2	0.56	5	38		19	0
แปลงที่ 2 ระบาดปานกลาง	6.2	0.41	97	14		26	1

ตารางที่ 3.6.9 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยปลูกในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดราชบุรี ปี 2564/65

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
ระบาดน้อย							
-22-3-3 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	277	1.37	2.98	23	9,686	13.30	11.37
-18-9-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+ โดโลไมท์ 30 กก./ไร่+ $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่	286	1.58	3.01	23	9,922	15.67	11.81
ระบาดปานกลาง							
-22-3-3 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	210	1.29	2.98	22	10,286	13.31	13.19
-18-3-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 30 กก./ไร่	239	1.33	2.98	22	11,302	15.02	13.22

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.6.10 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยปลูกในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2559/60

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	จำนวนลำ/กอ (ลำ)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
-18-18-18 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	229	4	3.00	20	8,105	9.43	13.92
-12-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่	236	4	2.98	21	7,869	9.73	14.20
-12-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่	242	4	2.93	21	8,458	9.83	15.05
-12-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	252	4	2.86	21	7,961	11.54	15.62
-12-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	233	3	3.06	21	8,301	10.65	13.67
เฉลี่ย	238	4	2.97	21	8,139	10.24	14.49
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6.2	14.1	4.0	3.9	11.1	17.3	8.8

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ns: not significant

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.6.11 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยตอ 1 ในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2560/61

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
-18-4-4 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	232	1.11	2.67	25	8,356	9.36	16.12
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่	243	1.25	2.79	24	7,985	9.82	17.10
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่	237	1.17	2.85	26	8,719	10.98	16.19
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	260	1.28	2.91	27	9,015	11.06	16.41
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	238	1.29	2.87	26	9,163	10.73	16.50
เฉลี่ย	242	1.22	2.82	26	8,647	10.39	16.46
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.21	11.45	4.57	5.27	10.20	10.60	5.24

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ns: not significant

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.6.12 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยตอ 2 ในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2561/62

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บ	น้ำหนัก/ลำ	Ø ลำ	จำนวน	จำนวนลำ/ไร่	ผลผลิต	ซีซีเอส

	เกี่ยว (ซม.)	(กก.)	(ซม.)	ปล้อง/ลำ (ปล้อง)	(ลำ)	(ตัน/ไร่)	(%)
-18-4-4 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	212	1.13	3.04	18	7,030	6.28	11.10
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่	212	1.04	3.00	17	9,415	9.13	10.90
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่	201	1.07	2.99	17	8,022	7.56	10.79
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+$ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	208	1.07	3.01	17	9,193	8.66	10.08
-18-6-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+ $ZnSO_4$ 0.8 กก./ไร่	218	1.04	3.02	14	8,119	7.92	11.70
เฉลี่ย	210	1.07	3.01	16	8,356	7.91	10.91
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6.25	7.71	2.99	16.85	11.90	15.74	10.83

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ns: not significant

ตารางที่ 3.6.13 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดราชบุรี ปี 2562/63

แปลงทดลอง	pH	OM (%)	avail.P (mg/kg)	exch K (mg/kg)	exch Ca (mg/kg)	exch Mg (mg/kg)	avail.Zn mg/kg
แปลงที่ 1 ระบาดน้อย	5.4	0.56	3	9	46	9	0.13
แปลงที่ 2 ระบาดปานกลาง	6.94	0.69	20	4	184	20	0.92

ตารางที่ 3.6.14 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยปลูกในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดราชบุรี ปี 2562/63

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
ระบาดน้อย	207	1.01	2.63	24	6,258	6.35	18.76

กรมวิชาการเกษตร

-24-1.3-1.3 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)							
-18-9-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+ โดโลไมท์ 50 กก./ไร่+ $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่	248	1.27	2.55	23	7,853	9.98	17.73
ระบาดปานกลาง							
-31-4-4 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	217	1.15	3.02	22	8,928	10.31	17.61
-18-6-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 30 กก./ไร่	236	1.37	2.90	20	7,913	10.84	16.36

ตารางที่ 3.6.15 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยตอ 1 ในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2563/64

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
ระบาดน้อย							
-24-1.3-1.3 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	189	0.65	2.63	20	7,540	4.93	17.45
-27-9-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 50 กก./ไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่	217	1.07	2.83	19	7,151	7.68	17.39
ระบาดปานกลาง	211	0.85	2.69	22	9,071	7.68	17.15

กรมวิชาการเกษตร

-31-4-4 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)							
-27-6-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 30 กก./ไร่	210	0.99	2.88	23	8,826	8.81	17.28

ตารางที่ 3.6.16 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารในอ้อยปลูกเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2564/65

แปลงทดลอง จังหวัดกาญจนบุรี	pH	OM (%)	avail.P (mg/kg)	exch K (mg/kg)	exch Ca (mg/kg)	exch Mg (mg/kg)	avail.Zn mg/kg
แปลงที่ 1 ระบาดน้อย	6.2	0.56	5	38		19	0
แปลงที่ 2 ระบาดปานกลาง	6.2	0.41	97	14		26	1

ตารางที่ 3.6.17 ความสูง องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยปลูกในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2564/65

กรรมวิธี	ความสูงอายุเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนัก/ลำ (กก.)	Ø ลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ (ปล้อง)	จำนวนลำ/ไร่ (ลำ)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%)
<u>ระบาดน้อย</u>							
-22-3-3 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	277	1.37	2.98	23	9,686	13.30	11.37
-18-9-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+ โดโลไมท์ 30 กก./ไร่+ $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่	286	1.58	3.01	23	9,922	15.67	11.81
<u>ระบาดปานกลาง</u>							
-22-3-3 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (วิธีเกษตรกร)	210	1.29	2.98	22	10,286	13.31	13.19
-18-3-18 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+โดโลไมท์ 30 กก./ไร่	239	1.33	2.98	22	11,302	15.02	13.22

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

3.7 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสุพรรณบุรี

คณะผู้วิจัย วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ ดุจลดา พิมรัตน์ นฤพน รักขยัน
อิทธิพล คำปาน สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
สุมาลี โพธิ์ทอง ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
สุภานันทน์ จันทร์ประกอบ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ดารารัตน์ มณีจันทร์ สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ
ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2563

การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดสุพรรณบุรี ดำเนินการทดลองในไร่เกษตรกร อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 2 แปลงทดลอง เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยถึงปานกลาง แปลงที่ 1 นายฉัตรชัย อ่อนส้มกิจ ปลูกวันที่ 30 ตุลาคม 2558 และแปลงที่ 2 นายพิภพ ทองสุข วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำเทคโนโลยีการจัดการสมดุลธาตุอาหารมาใช้ลดความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อย วางแผนการทดลอง Randomize Complete Block Design ใช้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ทำการทดลอง 4 ซ้ำ มี 5 กรรมวิธีจัดการธาตุอาหาร ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่แบ่งใส่ 2 ครั้ง พร้อมปลูก และหลังงอก 1 เดือนครึ่งพร้อมปุ๋ยเกรด 21-0-0 อัตรา 50 กก./ไร่ 2) ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) ใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน และ 5) ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ปลูกวันที่ 1 พฤศจิกายน 2558 ก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ระดับความลึก 0-30 ซม. ส่งวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรวิเคราะห์ pH, OM, Avail. P, Exch. K, Ca, Mg, Zn และ Fe ไถเตรียมแปลง และปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยใช้พันธุ์จากแปลงที่ไม่พบโรคใบขาว ปลูกโดยการเปิดร่องวางลำคู่ ระยะระหว่างแถว 1.50 เมตร ขนาดแปลง 10.4x8 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นเกรด 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยให้ครบตามกรรมวิธีการจัดการธาตุอาหารจากผลวิเคราะห์ดินทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ กำจัดวัชพืช และพ่นสารเคมีคุมวัชพืชตามความจำเป็น บันทึกข้อมูลตามที่กำหนด เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 12 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตและบันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต ดูแลรักษาอ้อยตอ เพื่อศึกษาต่อในอ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ3 รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลอง

การจัดการธาตุอาหารอ้อย

ผลของค่าวิเคราะห์ดินจากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองในระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่า แปลงที่1 เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายมีค่าความเป็นกรด-ด่าง pH 7.1 ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.01 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 74.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 1,074.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 109.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็กที่เป็นประโยชน์ 14.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงที่ 2 เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง pH 6.7 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.97 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 60.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 1,290.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 92.0 มิลลิกรัม

ศรีวิชัยการเกษตร

ต่อกิโลกรัม เหล็กที่เป็นประโยชน์ 25.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ 0.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 3.7.1)

1. **ธาตุอาหารพืชในใบอ้อย**

ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบอ้อยอายุ 6 เดือน ภายหลังใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีทดลอง เปรียบเทียบกับระดับธาตุอาหารที่พอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย พบว่า แปลงที่ 1 อ้อยปลูก ปี 2559/60 พบว่า ทุกกรรมวิธีมี K 1.98-2.08% Ca 0.42-0.48% Mg 0.18% และFe 93-271 ppm.อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช ปริมาณ N 1.39-1.40% ต่ำกว่าระดับพอเพียง มี P 0.16-0.18 % และ Zn 16-20 ppm.โดยมีกรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน มี Zn ใกล้เคียงและอยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง 19 ppm. และ 20 ppm. ตามลำดับ อ้อยตอ1 ปี 2560/61 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุ P 0.23-0.24 % K 1.26-1.62 % Ca 0.28-0.34% Mg 0.14-0.16% และ Fe 97-118 ppm. อยู่ในระดับพอเพียง สำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย มีปริมาณ N 1.28-1.42 % และ มี Zn 14-20 ppm. กรรมวิธีที่ 4 และ 5 มี Zn ใกล้เคียงและอยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง 20 ppm. และ 19 ppm. ตามลำดับ อ้อยตอ2 ปี 2561/62 ทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุ P 0.16-0.19 % K 1.60-1.83% Ca 0.33-0.50 % Mg 0.18-0.25 % และ Fe 93-271ppm. อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช แต่มีปริมาณธาตุอาหาที่ต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช คือ มี N 1.93-1.01 % และ Zn 14-21 ppm. โดยมีกรรมวิธีที่ 4 และ 5 มีธาตุ Zn 20 ppm.และ21ppm. ตามลำดับ อยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง และอ้อยตอ3 ปี 2562/63 ทุกกรรมวิธีมี P 0.17-0.21% K 1.02-1.63% Ca 0.35-0.41% Mg 0.17-0.20 % และ Fe 54-73 ppm. อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช แต่มีธาตุอาหารที่ต่ำกว่าระดับพอเพียง คือ มี N 1.19-1.41% และ Zn 16-21 ppm. โดยกรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 5 มี Zn อยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง 21 ppm.และ 20 ppm. ตามลำดับ

แปลงที่ 2 ในอ้อยปลูก พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุ K 1.66-2.10 % Ca 0.44-0.45 % Mg 0.17-0.20 % และFe 97-387ppm.อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช แต่มีปริมาณ N 1.32-1.47 % P 1.5-1.6% และ Zn 12-20 ppm. ต่ำกว่าระดับพอเพียง มีเฉพาะกรรมวิธีที่ 5 ที่มี Zn 20 ppm. อยู่ในระดับพอเพียง อ้อยตอ 1 ปี 2560/61 ทุกกรรมวิธีธาตุอาหารในใบอ้อย มี P 0.21-0.23 % K 1.11-1.66 % Ca 0.28-0.33 % Mg 0.14-0.16% และ Fe 67-89 ppm. อยู่ในระดับพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย แต่มีปริมาณ N 1.22-1.33 % ต่ำกว่าระดับพอเพียง และ Zn 13-20 ppm. โดยมีกรรมวิธีที่ 4 และ 5 มี Zn ใกล้เคียงและอยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง มี Zn 20 ppm. และ 19 ppm. ตามลำดับ อ้อยตอ 2 ปี 2561/62 ทุกกรรมวิธีมี P 0.16-0.20% K 1.66-2.04% Ca 0.31-0.36% Mg 0.15-0.18% และ Fe 49-53 ppm. อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช มี N 1.93-1.01% ปริมาณต่ำกว่าระดับพอเพียงในใบพืช และมี Zn 14-21 ppm. โดยกรรมวิธีที่ 4 และ 5 มี Zn ใกล้เคียงและอยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง มี Zn 19 ppm. และ 20 ppm. ตามลำดับ อ้อยตอ3 ปี 2562/63 ทุกกรรมวิธีมี P 0.16-0.21% K 1.11-1.78% Ca 0.31-0.36% Mg 0.17-0.20% และ Fe 57-89ppm. อยู่ในระดับพอเพียงในใบพืช มี N 1.19-1.41% ต่ำกว่าระดับพอเพียง และ Zn 14-21 ppm. โดยมีกรรมวิธีที่ 4 และ 5 มี Zn อยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง มี Zn 20 ppm. และ 21 ppm. ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยหลังจากใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีแล้ว พบว่า ทั้งแปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 ทุกกรรมวิธีมีธาตุอาหาร K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย มี P ใกล้เคียงกับระดับพอเพียงในใบพืช แต่มีปริมาณ N ต่ำกว่าระดับพอเพียง และมี Zn ในกรรมวิธี

กรมวิชาการเกษตร

ที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K +Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน มี Zn อยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

แปลงที่ 1

อ้อยปลูก ปี 2559/60 พบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตมากที่สุด 18.8 ตัน/ไร่และผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 3.1 ตันซีซีเอส/ไร่ ใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg ตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิต18.6 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาล 2.9 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ ความสูง 190-235 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.6-2.8 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.0-7.3 ลำ/กอ มีจำนวนปล้อง 23-25 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.7.2)

อ้อยตอ 1 ปี 2560/61 พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร มีจำนวนลำ/ไร่มากที่สุด 11,991 ลำ/ไร่ ให้ผลผลิตมากที่สุด 15.5 ตัน/ไร่ และมีผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 2.4 ตันซีซีเอส/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 13.7 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาล 2.2 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ ความสูง 243-287 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.8-3.0 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.0-7.3 ลำ/กอ จำนวนปล้อง 24-26 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.7.2)

อ้อยตอ2 ปี2561/62 พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนลำ/ไร่มากที่สุด 7,950 ลำ/ไร่ ให้ผลผลิตมากที่สุด 14.2 ตัน/ไร่ และมีผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 2.0 ตันซีซีเอส/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 12.6 ตัน/ไร่ และให้ผลผลิตน้ำตาลเท่ากับกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน 2.0 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ ความสูง 212-233 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.8-2.9 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.0-7.3 ลำ/กอ จำนวนปล้อง 18-20 ปล้อง/ลำ

อ้อยตอ 3 ปี 2562/63 พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนลำ/ไร่ มากที่สุด 7,950 ลำ/ไร่ ให้ผลผลิตมากที่สุด 6.4 ตัน/ไร่ ใกล้เคียงกับ กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลผลิต 6.3 ตัน/ไร่ ผลผลิตน้ำตาลทั้ง 2 กรรมวิธีเท่ากันเท่ากับ 0.8 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ ความสูง 163-178 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.8-3.0 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.0-7.3ลำ/กอ จำนวนปล้อง 17-19 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.7.3)

ผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 อ้อยตอ3 ใกล้เคียงกัน ระหว่าง 11.0-12.8 ตัน/ไร่ โดยกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg ตามค่าวิเคราะห์ดินมีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 12.8 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 3.7.6)

แปลงที่ 2

อ้อยปลูก ปี 2559/60 พบว่า ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิต ค่าความหวาน CCS และผลผลิตน้ำตาล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ให้ผลผลิตสูงที่สุด 14.9 ตัน/ไร่ และมีค่าผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด คือ 2.42 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ ความสูง 229-239 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.6-2.9 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 5.2-6.9 ลำ/กอ จำนวนปล้อง 23-25 ปล้อง/ลำ และจำนวนลำ 7,728-9,962 ลำ/ไร่ (ตารางที่ 3.7.4)

ศรีราชาการเกษตร

อ้อยตอ1 ปี 2560/61 พบว่า ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิต ค่าความหวาน CCS และผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร มีจำนวนลำมากที่สุด 10,182 ลำ/ไร่ ให้ผลผลิตมากที่สุด 9.9 ตัน/ไร่ และมีผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด 1.63 ตันซีซีเอส/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 9.4 ตัน/ไร่ และมีผลผลิตน้ำตาล 1.51 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตใกล้เคียงกัน ได้แก่ ความสูง 198-225 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.8-2.9 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 6.0-6.9 ลำ/กอ จำนวนปล้อง 21 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.7.4)

อ้อยตอ2 ปี2561/62 พบว่า ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิต ค่าความหวาน CCS และผลผลิตน้ำตาลใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตมากที่สุด 10.6 ตัน/ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิต 10.1 ตัน/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีค่าผลผลิตน้ำตาลระหว่าง 1.12-1.31 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ได้แก่ ความสูง 186-199 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.7-2.8 เซนติเมตร จำนวน 5.8-6.5 ลำ/กอ และจำนวนปล้อง 17-18 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.7.5)

อ้อยตอ3 ปี 2562/63 พบว่า ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิต ค่าความหวาน CCS และผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนลำมากที่สุด คือ 8,450 ลำ/ไร่ ให้ผลผลิตมากที่สุด 6.8 ตัน/ไร่ ค่าผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 0.94 ตันซีซีเอส/ไร่ ทุกกรรมวิธีมีองค์ประกอบผลผลิตไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ ได้แก่ ความสูง 163 -170 เซนติเมตร ขนาดลำ 2.8-2.9 เซนติเมตร จำนวนลำ/กอ 5.4-6.8 ลำ และจำนวนปล้อง 19-22 ปล้อง/ลำ (ตารางที่ 3.7.5)

ผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ3 ใกล้เคียงกัน ระหว่าง 9.3-10.2 ตัน/ไร่ โดยกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดินมีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 10.2 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 3.7.6)

3. ข้อมูลการตรวจโรคใบขาวอ้อย

3.1 ผลการสำรวจโรคใบขาวในแปลงทดลองโดยดูจากอ้อยที่แสดงอาการเป็นโรคใบขาว

แปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 อ้อยปลูก อายุ 4 เดือน ไม่พบอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว พบกอที่แสดงอาการ ใบขาวอ้อยเมื่ออายุ 6 เดือน แปลงที่ 1 จำนวน 4.32-6.51 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 2 พบ 6.20-9.75 เปอร์เซ็นต์(ตารางที่ 3.7.6) หลังจากนั้นอ้อยเจริญเติบโตดี และอาการของโรคใบขาวหายไป ในอ้อยตอ 1 อ้อยตอ 2 และอ้อยตอ 3 ของทั้ง 2 แปลงทดลอง ไม่พบอ้อยที่แสดงอาการใบขาว (ตารางที่ 3.7.7)

3.2 ผลการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

แปลงที่ 1

อ้อยปลูกอายุ 6 เดือน ในแปลงก่อนใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีทดลอง พบทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์กอที่เป็น โรคใบขาวใกล้เคียงกันตั้งแต่ 4.32-6.51 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.7.7) และผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างใบอ้อยเพื่อหาปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อยในห้องปฏิบัติการ พบว่า ทุกกรรมวิธีก่อนใส่ปุ๋ยมีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม)(1-100 copy/ul in 25 ng plant DNA) ซึ่งบ่งชี้ว่าอาจจะเกิดโรคขาวได้ภายในอ้อยที่ปลูกและอ้อยตอต่อไปหากผ่านสภาวะเครียด และหลังใส่ปุ๋ยอ้อย 1 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1–4 มีเชื้อระดับปานกลาง (สีส้ม) และกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ และยังไม่เกิดอาการใบขาวแต่อาจพัฒนามีเชื้อมากขึ้นได้หากผ่านสภาวะเครียด หลังใส่ปุ๋ยในอ้อยตอ 1 พบว่า กรรมวิธีที่ 1-3 มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn

ศูนย์วิจัยการเกษตร

ตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีที่5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ(สีเขียว)

อ้อยตอ 2 ผลการตรวจเชื้อ พบว่า กรรมวิธีที่ 1-4 มีเชื้อในระดับต่ำ(สีเขียว) และกรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณเชื้อน้อยมาก(สีฟ้า) (0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ น่าจะยังไม่เกิดอาการใบขาว

อ้อยตอ 3 สำรวจ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่พบอ้อยแสดงอาการใบขาวในแปลงทดลอง ทั้งนี้ในอ้อยตอ 3 ไม่ได้ส่งตัวอย่างตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในห้องปฏิบัติการ

แปลงที่ 2

อ้อยปลูกอายุ 6 เดือน สำรวจในแปลง พบเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาวทุกกรรมวิธีใกล้เคียงกัน ตั้งแต่ 6.20-9.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.7.7) ผลการตรวจเชื้อจากห้องปฏิบัติการ พบว่าก่อนใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธี มีเชื้อระดับ ปานกลาง(สีส้ม) และหลังจากใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี ผลตรวจวิเคราะห์พบว่า กรรมวิธีที่ 1–4 มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) กรรมวิธีที่ 4 และ5 มีเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว)

อ้อยตอ 1 ผลการตรวจเชื้อ พบว่า กรรมวิธีที่ 1และ2 มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) และกรรมวิธีที่ 3-5 พบเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว)

อ้อยตอ 2 ผลการตรวจเชื้อ พบว่า กรรมวิธีที่ 1-3 มีเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) และกรรมวิธีที่ 4-5 ผลตรวจเป็นระดับสีฟ้า คือ มีเชื้อน้อยมาก (0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้ และจะยังไม่เกิดอาการใบขาว

อ้อยตอ 3 สำรวจทุกกรรมวิธีในแปลงทดลองไม่พบอ้อยแสดงอาการของโรคใบขาว ทั้งนี้ไม่ได้ส่งตัวอย่างตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในห้องปฏิบัติการ

<u>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะจังหวัดสุพรรณบุรี</u>

ธาตุอาหารในใบอ้อย

ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยหลังจากใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆแล้ว พบว่าแปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 ทุกกรรมวิธีมีธาตุอาหาร K Ca Mg Fe อยู่ในระดับพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย มี P ใกล้เคียงกับระดับพอเพียงในใบพืช แต่มีปริมาณ N ต่ำกว่าระดับพอเพียง และ มีปริมาณ Zn ในกรรมวิธีที่ 1- 3 ต่ำกว่าระดับพอเพียง ในกรรมวิธีที่ 4 และ 5 อยู่ในระดับธาตุอาหารที่พอเพียง

ผลผลิตอ้อยและองค์ประกอบผลผลิต

ผลผลิตเฉลี่ยอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 อ้อยตอ 2 และ อ้อยตอ 3 ของแปลงที่ 1 และ แปลงที่ 2 ทุกกรรมวิธี ใกล้เคียงกัน ระหว่าง 11.0-12.8 ตัน/ไร่ และ 9.3-10.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ แปลงที่ 1 กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 12.8 ตัน/ไร่ และแปลงที่ 2 กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ย N-P-K+ Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 10.2 ตัน/ไร่ และทุกกรรมวิธีของทั้ง 2 แปลง มีองค์ประกอบผลผลิตอ้อย ได้แก่

ข้อมูลการเกิดโรคใบขาวอ้อย

อ้อยปลูกอายุ 4 เดือน ไม่พบแสดงอาการโรคใบขาวในแปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 แต่พบเมื่ออายุ 6 เดือน แปลงที่ 1 จำนวน 4.32-6.51 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 2 พบ 6.20-9.75 เปอร์เซ็นต์ หลังจากอ้อยเจริญเติบโตดีอาการของโรคใบขาวหายไปในทุกกรรมวิธีของในอ้อยตอ 1 อ้อยตอ 2 และอ้อยตอ3 ของทั้ง 2 แปลง ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างพืชหาเชื้อไฟโตพลาสมาในห้องปฏิบัติการ พบว่า อ้อยปลูกก่อนใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี ทั้ง 2 แปลง มีปริมาณเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) และหลังจากใส่ปุ๋ย แปลงที่ 1 กรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณเชื้อลดลงเป็นระดับต่ำ(สีเขียว) อ้อยตอ 1 กรรมวิธีที่ 1-3 มีเชื้อ

ศรีบัวทารกษร

ระดับปานกลาง(สีส้ม) และกรรมวิธีที่ 4 และ 5 มีปริมาณเชื้อลดลงเป็นระดับต่ำ(สีเขียว) ใน และอ้อยตอ 2 กรรมวิธีที่ 1-4 มีเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) และกรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณเชื้อลดลงเป็นระดับน้อยมาก(สีฟ้า) แปลงที่ 2 อ้อยปลูก กรรมวิธีที่ 1-3 มีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) กรรมวิธีที่ 4 และ 5 พบเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) อ้อยตอ1 กรรมวิธีที่ 1และ 2 พบเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) กรรมวิธีที่ 3-5 พบเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) อ้อยตอ 2 กรรมวิธีที่ 1-3 พบเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) และในกรรมวิธีที่ 4 และ 5 พบเชื้อลดลงระดับน้อยมาก(สีฟ้า) ในอ้อยตอ 3 ทั้ง 2 แปลง สำรวจไม่พบอ้อยแสดงอาการโรคใบขาว ทั้งนี้ไม่ได้ส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์เชื้อทางห้องปฏิบัติการ

ดังนั้นการจัดการสมดุลธาตุอาหารอ้อยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรคใบขาวอ้อยได้ โดยมีผลเพิ่มความทนทานให้อ้อยมากขึ้น ทำให้ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง อ้อยจึงไม่มีอาการเป็นโรคใบขาว สอดคล้องกับผลการวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาโรคใบขาวอ้อย ปี 2549-2553 ของนฤทัยและคณะ, 2553 ซึ่งพบว่า การเพิ่มความทนทานให้อ้อยโดยการจัดการสมดุลของธาตุอาหารในดินปลูกอ้อยมีผลทำให้การโรคใบขาวอ้อยลดลง

ตารางที่ 3.7.1 ผลวิเคราะห์ดินในไร่เกษตรกร การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จ.สุพรรณบุรี

แปลงทดลอง จังหวัดสุพรรณบุรี	pH	OM (%)	avail.P (mg/kg)	exch K (mg/kg)	exch Ca (mg/kg)	exch Mg (mg/kg)	avail.Fe mg/kg	avail.Zn mg/kg
แปลงที่ 1	7.1	1.01	4	74	1,074	109	14.1	0.50
แปลงที่ 2	6.7	0.97	5	60	1,290	92	25.6	0.56

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.7.2 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ไร่เกษตรกร อ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 แปลงที่ 1 (นายฉัตรชัย อ่อนส้มกิจ)
***ตามค่าวิเคราะห์ดิน**

กรรมวิธี	อ้อยปลูก ปี 2559/60								อ้อยตอ1 ปี 2560/61							
	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	15.8b	15.2	2.4	9,275b	234a	2.8	6.0	24	15.5a	15.6	2.4	11,991a	264	2.8	6.3	25
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K*	15.3b	16.3	2.5	9,654ab	210ab	2.7	7.0	23	11.6c	15.4	1.8	8,983c	247	2.9	7.0	24
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg*	18.6a	15.4	2.9	10,471a	235a	2.8	7.0	24	12.1bc	15.1	1.8	9,433b	287	3.0	7.3	26
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn*	18.8a	16.6	3.1	9,503ab	232a	2.6	7.3	25	12.5bc	15.5	1.9	9.349b	268	2.9	7.0	25
5.ใส่ปุ๋ยN-P-K+Mg+Zn*	12.8c	16.4	2.1	8,603c	190b	2.7	6.3	23	13.7b	16.1	2.2	9,316b	243	2.8	6.0	24
CV (%)	12.4	6.8		14.2	8.2	5.6	6.4	6.8	19.1	10.1		20.7	5.2	3.9	8.1	6.6

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.7.3 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ไร่เกษตรกร อ้อยตอ2 และอ้อยตอ 3 แปลงที่ 1 (นายฉัตรชัย อ่อนส้มกิจ)
***ตามค่าวิเคราะห์ดิน**

กรรมวิธี	อ้อยตอ2 ปี 2561/62								อ้อยตอ3 ปี 2562/63							
	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	11.3b	13.2	1.5	10,250	212	2.9	6.0	19	5.8	11.2	0.7	6,783	167	2.9	6.3	18
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K*	12.0ab	14.7	1.8	11,050	214	2.9	7.0	19	4.9	11.8	0.6	6,850	172	2.8	6.6	17
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg*	14.2a	14.1	2.0	11,066	233	2.8	7.0	18	6.4	13.1	0.8	7,950	176	2.9	7.0	18
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn*	11.5b	14.1	1.6	9,850	220	2.9	7.3	20	6.3	12.1	0.8	7,550	178	3.0	7.3	19
5.ใส่ปุ๋ยN-P-K+Mg+Zn*	12.6ab	14.3	1.8	10,500	223	2.8	6.3	20	5.7	12.4	0.7	7,233	163	3.0	6.0	17
CV (%)	13.3	7.5		15.4	5.6	9.6	6.4	19.4	22.6	12.8	12.8	15.9	9.5	5.4	9.8	9.2

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25.5-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	1. ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25.5-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	2. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่	4. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่
5	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่	5. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.7.4 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ไร่เกษตรกร อ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 แปลงที่ 2 นายพิภพ ทองสุข

***ตามค่าวิเคราะห์ดิน**

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี	อ้อยปลูก ปี 2559/60								อ้อยตอ1 ปี 2560/61							
	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	14.9	15.2	2.26	9,962	229	2.7	6.4	23	9.9	16.3	1.61	10,182	204	2.9	6.0	21
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K*	14.1	15.0	2.12	8,850	236	2.7	6.4	24	8.3	14.9	1.23	8,666	198	2.8	6.4	21
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg*	12.9	15.2	1.96	7,728	239	2.6	5.2	25	8.9	14.9	1.33	8,991	198	2.9	6.8	21
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn*	13.7	15.6	2.13	7,775	234	2.9	6.0	24	8.4	15.8	1.33	8,633	199	2.8	6.4	21
5.ใส่ปุ๋ยN-P-K+Mg+Zn*	14.5	16.7	2.42	9,339	235	2.6	6.9	24	9.4	16.1	1.51	9,699	225	2.9	6.9	22
CV (%)	22.6	8.2		18.7	6.7	5.4	7.2	7.8	24.2	6.5		23.5	4.0	4.0	6.7	5.5

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25.5-15-15 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่	1. ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25.5-15-15 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่	2. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่	4. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่
5	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่	5. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม $N\text{-}K_2O\text{-}P_2O_5$ ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.7.5 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ไร่เกษตรกร อ้อยตอ2 และอ้อยตอ 3 แปลงที่ 2 นายพิภพ ทองสุข ตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรรมวิธี	อ้อยตอ3 ปี 2562/63

	อ้อยตอ2 ปี 2561/62															
	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง	ผลผลิต (กก./ไร่)	CCS	ผลผลิตน้ำตาล (ตันซีซีเอส/ไร่)	จำนวนลำ/ไร่	ความสูง (ซม.)	ขนาดลำ (ซม.)	จำนวนลำ/กอ	จำนวนปล้อง
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	8.7	13.4	1.12	9,366	197	2.8	6.0	17	5.5	11.7	0.65	7,066ab	166	2.8	5.6	19
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K*	9.1	13.5	1.22	9,183	191	2.7	6.1	17	5.8	13.3	0.77	7,116ab	168	2.9	6.3	21
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg*	8.8	12.8	1.12	9,516	186	2.7	5.8	17	4.4	12.6	0.56	6,116b	163	2.8	5.4	22
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K + Zn*	10.6	12.3	1.29	10,316	199	2.7	6.2	17	6.1	13.2	0.80	7,250ab	169	2.8	6.4	22
5.ใส่ปุ๋ยN-P-K+Mg+Zn*	10.1	13.0	1.31	9,800	192	2.8	6.5	18	6.8	13.9	0.94	8,450a	170	2.9	6.8	22
CV (%)	16.1	6.2		17.0	8.3	8.6	6.7	5.0	24.2	12.6		17.0	7.4	3.8	9.8	8.6

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25.5-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	1. ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25.5-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	2. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่	3. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
4	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่	4. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่
5	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่	5. ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.7.6 ผลผลิตเฉลี่ยอ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ3 แปลงที่ 1 และแปลงที่ งานทดลองศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาว จังหวัดสุพรรณบุรี

วิธีการ	ผลผลิตแปลงที่ 1(ตัน/ไร่)					ผลผลิตแปลงที่ 1(ตัน/ไร่)				
	อ้อยปลูก	ตอ1	ตอ2	ตอ3	เฉลี่ย	อ้อยปลูก	ตอ1	ตอ2	ตอ3	เฉลี่ย
1	15.8b	15.5a	11.3b	5.8	12.1	14.9	9.9	8.7	5.5	9.8
2	15.3b	11.6c	12.0ab	4.9	11.0	14.1	8.3	9.1	5.8	9.3
3	18.6a	2.1bc	14.2a	6.4	12.8	12.9	8.9	8.8	4.4	8.8
4	18.8a	2.5bc	11.5b	6.3	12.3	13.7	8.4	10.6	6.1	9.7
5	12.8c	13.7b	12.6ab	5.7	11.2	14.5	9.4	10.1	6.8	10.2
CV (%)	12.4	19.1	13.3	22.6		22.6	24.2	16.1	24.2	

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

หมายเหตุ

วิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
1	ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25.5-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	1.ใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 25.5-15-15 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
2	ใส่ปุ๋ย 12-9-12กก.N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่	2.ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
3	ใส่ปุ๋ย 12-9-12กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่	3.ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กก./ไร่
4	ใส่ปุ๋ย 12-9-12กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+$ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่	4.ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่
5	ใส่ปุ๋ย 12-9-12 กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+ $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่	5.ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กก. N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กก./ไร่+ $ZnSO_4$ 1.6 กก./ไร่

ตารางที่ 3.7.7 เปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 เดือน และ 6 เดือน อ้อยปลูก ปี 2559/60

***ตามค่าวิเคราะห์ดิน**

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว			
	แปลงที่ 1 นายฉัตรชัย อ่อนส้มกิจ		แปลงที่ 2 นายพิภพ ทองสุข	
	4 เดือน (%)	6 เดือน (%)	4 เดือน (%)	6 เดือน (%)
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	0	6.51	0	9.26
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K *	0	5.13	0	6.64
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg*	0	6.21	0	6.20
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn *	0	4.32	0	9.75
5.ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn *	0	5.30	0	6.66

ตารางที่ 3.7.8 เปอร์เซ็นต์กอเป็นโรคใบขาวในแปลงทดลอง อ้อยปลูก อ้อยตอ1 อ้อยตอ2 และอ้อยตอ 3 จากการสำรวจอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว ในแปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 6 เดือน และ 8 เดือน ไร่เกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี

***ตามค่าวิเคราะห์ดิน**

กรรมวิธี	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2

กรมวิชาการเกษตร

	อ้อยปลูก	อ้อยตอ1	อ้อยตอ 2	อ้อยตอ3	อ้อยปลูก	อ้อยตอ 1	อ้อยตอ 2	อ้อยตอ3
1.ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร	6.51	0	0	0	9.26	0	0	0
2.ใส่ปุ๋ย N-P-K*	5.13	0	0	0	6.64	0	0	0
3.ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg *	6.21	0	0	0	6.20	0	0	0
4.ใส่ปุ๋ย N-P-K+Zn*	4.32	0	0	0	9.75	0	0	0
5.ใส่ปุ๋ยN-P-K+Mg+Zn*	5.30	0	0	0	6.66	0	0	0

3.8 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดอุทัยธานี

คณะผู้วิจัย มนตรี ปานตู ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี
สุภานันทน์ จันทร์ประกอบ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2563

การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดอุทัยธานี ดำเนินการทดลองในไร่เกษตรกรจำนวน 2 แปลง แปลงที่ 1 ดำเนินการในพื้นที่ปลูกอ้อยหมู่ 9 ตำบลไผ่เขียว อำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี ปลูกอ้อยวันที่ 28 ธันวาคม 2558 แปลงที่ 2 ดำเนินการในพื้นที่ปลูกอ้อยหมู่ 20 ตำบลไผ่เขียว อำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี ปลูกอ้อยวันที่ 30 ธันวาคม 2558

คุณสมบัติดินในแปลงปลูกอ้อย

ผลการวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0 – 30 เซนติเมตร พบว่า ดินทั้ง 2 แปลง มี pH อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อย คือ 6.9 – 7.9 มีอินทรียวัตถุต่ำ 0.7 % ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 18 กิโลกรัม/ไร่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 14 – 17 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลาง ควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 6 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 15 – 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ ควรใส่ปุ๋ยโพแทช 18 กิโลกรัม/ไร่ แคลเซียมแมกนีเซียมสูงไม่ต้องใส่ และสังกะสี 0.25 – 0.28 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ ควรใส่ธาตุสังกะสี 1.6 กิโลกรัม/ไร่ (ตารางที่ 3.8.1)

อ้อยปลูก

เปอร์เซ็นต์ความงอกของอ้อยที่ อายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์ ของทั้ง 2 แปลง มีค่าเฉลี่ย 81 75 และ 95 % ตามลำดับ หลังสัปดาห์ที่ 6 พบว่าอ้อยมี เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ จึงได้ปลูกซ่อมด้วยต้นชำข้อ และได้วางระบบน้ำหยดในแปลงทดลองทั้ง 2 แปลง เพื่อให้อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ในฤดูแล้ง

การเจริญเติบโตจำนวนหน่อ/กอ ที่อายุ 4 เดือน หลังงอกของอ้อยแปลงที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 8.9 หน่อต่อกอ กรรมวิธีที่ 2 มีจำนวนหน่อต่อกอสูงที่สุด 9.8 หน่อต่อกอ สำหรับแปลงที่ 2 จำนวนหน่อ/กอ ที่อายุ 4 เดือน มีค่าเฉลี่ย 9.9 หน่อต่อกอ กรรมวิธีที่ 3 มีจำนวนหน่อต่อกอสูงที่สุด 11.0 หน่อต่อกอ จำนวนลำ/กอ ที่อายุ 6 เดือน หลังงอก แปลงที่ 1 มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ย 5.0 ลำต่อกอ กรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยสูง 5.3 ลำต่อกอเท่ากัน แปลงที่ 2 มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ย 5.1 ลำต่อกอ กรรมวิธีที่ 1 มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยสูงที่สุด 5.4 ลำต่อกอ

โรคใบขาว กอเป็นโรคใบขาวในแปลงทดลอง ที่อายุ 4 และ 8 เดือน หลังงอกทั้ง 2 แปลงทดลองในทุกกรรมวิธีอ้อยยังไม่แสดงอาการใบขาว ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้า แปลงที่ 1 พบเชื้อในระดับสีเขียว คือการตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ (0.5-1 copy/ul in

25 ng plant DNA ส่วนแปลงที่ 2 พบเชื้อในระดับสีเขียว 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 และ 5 กรรมวิธีที่เหลือพบเชื้อระดับสีส้ม สำหรับเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาวก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า ทุกกรรมวิธีทดลองอ้อยยังไม่แสดงอาการใบขาว

ผลผลิตอ้อยปลูก

แปลงที่ 1 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกเมื่อวันที่ 18 – 20 มกราคม 2560 แปลงที่ 2 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 9 – 11 มกราคม 2560 แปลงที่ 1 บ้านทุ่งมนผลผลิตอ้อยปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใส่ 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงสุด 14.42 ตันต่อไร่ และให้ค่าซี.ซี.เอส. สูงสุด 16.28 (ตารางที่ 3.8.2)

แปลงที่ 2 บ้านทุ่งพัฒนา ผลผลิตอ้อยปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับแปลงที่1 กรรมวิธีที่ให้ผลผลิตและให้ค่าซี.ซี.เอส. สูงสุด คือกรรมวิธีที่ 5 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยการใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูกและมีค่าซี.ซี.เอส. 17.23 ตันต่อไร่ และ 14.69 %ซี.ซี.เอส. ตามลำดับ (ตารางที่ 3.8.3)

อ้อยตอ1

การเจริญเติบโตของอ้อยตอ 1 แปลงที่ 1 จำนวนหน่อ/กอ ทุกกรรมวิธีทดลองอ้อยมีจำนวนหน่อ/กอ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนหน่อ/กออยู่ในช่วง 7.26 – 8.34 หน่อ/กอ แปลงที่ 2 มีจำนวนหน่อ/กอ 9.11 – 10.68 หน่อ/กอ สำหรับจำนวน ลำ/กอ ของอ้อยแปลง 1 กรรมวิธี N-P-K+Mg+Zn อ้อยมีจำนวนลำสูงสุด คือ 6.83 ลำ/กอ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี N-P-K+Mg ที่มีจำนวนลำ คือ 5.93 ลำ/กอ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ซึ่งอ้อยมีจำนวนลำอยู่ในช่วง 6.12 – 6.47 ลำ/กอ และพบว่าทุกกรรมวิธีอ้อยมีความสูงไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 158.9 – 175.9 เซนติเมตร แปลงที่ 2 ทุกกรรมวิธีอ้อยมีจำนวนลำ/กอ ไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 6.09 – 7.20 ลำ/กอ และมีค่าความสูงอยู่ในช่วง 144.9 – 177.3 ซม.

โรคใบขาว จากการตรวจนับกอเป็นโรคใบขาวที่อายุ 4 และ 8 เดือน ของทั้ง 2 แปลงทดลองทุกกรรมวิธีไม่พบอ้อยที่แสดงอาการเป็นโรคใบขาว ผลของธาตุอาหารต่อปริมาณเชื้อโรคใบขาวจากการตรวจวินิจฉัยโรคใบขาวอ้อย แปลง 1 ตรวจพบเชื้อที่ 210 bp มีปริมาณเชื้อ< 0.5, > 0.5 และ < 10 รหัสสีที่พบสีเขียว สีฟ้า และสีส้ม แปลง 2 ตรวจพบเชื้อที่ 210 bp มีปริมาณเชื้อ< 0.5 และ 1 รหัสสีที่พบสีเขียว สีฟ้า และสีส้ม

ผลผลิต และคุณภาพความหวานของอ้อย

แปลงที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 2.43 –2.71 เซนติเมตร จำนวนปล้อง/ลำ ทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 15.57 – 18.62 ปล้อง/ลำ สำหรับจำนวนลำ/ไร่ พบว่า อ้อยกรรมวิธี N-P-K+Mg+Zn มีค่า 11,766 ลำ/ไร่ สูงกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีเกษตรกร N-P-K และ N-P-K+Mg ซึ่งมีค่า 9,800, 9,683 และ 9,700 ลำ/ไร่ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี N-P-K+Zn ซึ่งมีจำนวนลำ 11,316 ลำ/ไร่ และผลผลิตอ้อยในทุกกรรมวิธีพบว่า มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 7.86 – 9.25 ตัน/ไร่ คุณภาพความหวานของอ้อย พบว่า ค่าซี.ซี.เอส. ทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 11.94– 13.06 (ตารางที่ 3.8.4)

แปลงที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ มีค่าอยู่ในช่วง 2.46 – 2.63 ซม. จำนวนปล้องมีค่าอยู่ในช่วง 14.87 – 17.25 ปล้อง/ลำ จำนวนลำ มีค่าอยู่ในช่วง 10,833 – 12,166 ลำ/ไร่ และมีค่าผลผลิต อยู่ในช่วง 9.35 – 11.02 ตัน/ไร่ สำหรับคุณภาพความหวานของอ้อย พบว่า ค่า ซี.ซี.เอส.

ของกรรมวิธี N-P-K+Mg+Zn มีค่าสูงสุด คือ 14.10ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกร N-P-K, และ N-P-K+Zn ซึ่งมีค่า 13.71, 13.16 และ 13.01 ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธี N-P-K+Mg ซึ่งมีค่า ซี.ซี.เอส.คือ 12.51 (ตารางที่ 3.8.5)

อ้อยตอ2

การเจริญเติบโตของอ้อยตอ 2 อ้อยแปลง 1 พบว่า การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของอ้อยกรรมวิธี N-P-K+Mg มีค่าความสูง 153.5 เซนติเมตร สูงน้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีเกษตรกร N-P-K และ N-P-K+Zn ซึ่งมีความสูงอยู่ในช่วง 180.6–185.0 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี N-P-K+Mg+Zn ซึ่งมีค่าความสูง คือ 170.8 เซนติเมตร สำหรับอ้อยแปลง 2 พบว่า อ้อยมีค่าความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้อง และจำนวนลำ ในแต่ละกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าความสูงอยู่ในช่วง 148.4-183.4 เซนติเมตร

โรคใบขาว แปลงที่ 1 ผลตรวจวินิจฉัยโรคใบขาวอ้อยด้วยเทคนิค Nested PCR พบว่า อ้อยทุกกรรมวิธีมีปริมาณเชื้อ copy/ul in 25 ng plant DNA มีค่า มากกว่า 0.5 แต่ไม่มากกว่า 3 มีรหัสสี คือ สีเขียว ซึ่งสามารถใช้ขยายพันธุ์ได้ระดับแปลง แปลงที่ 2 ผลตรวจวินิจฉัยโรคใบขาวอ้อยด้วยเทคนิค Nested PCR พบว่า อ้อยกรรมวิธี N-P-K มีปริมาณเชื้อcopy/ul in 25 ng plant DNA มีค่าน้อยกว่า 0.5 มีรหัสสี คือ สีฟ้า ซึ่งมีความปลอดภัยสามารถใช้ขยายพันธุ์ด้วยทิชชูได้สำหรับกรรมวิธีอื่น ๆ อ้อยปริมาณเชื้อcopy/ul in 25 ng plant DNA มีค่า มากกว่า 0.5 แต่ไม่มากกว่า 3 มีรหัสสี คือ สีเขียว ซึ่งสามารถใช้ขยายพันธุ์ได้ระดับแปลง

ปริมาณธาตุอาหารในใบ แปลง 1 อ้อยมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน อยู่ในช่วง 1.63–1.85 % ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.16-0.20 % โพแทสเซียมอยู่ในช่วง 1.09 – 1.47 %แคลเซียมอยู่ในช่วง 0.29-0.49 %แมกนีเซียมอยู่ในช่วง 0.10-0.13 %เหล็กมีค่าอยู่ในช่วง 81-109 ppm และสังกะสีมีค่าอยู่ในช่วง 15-19 ppm แปลง 2 อ้อยมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน อยู่ในช่วง 1.68–1.84 % ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.17-0.21 % โพแทสเซียมอยู่ในช่วง 1.15 – 1.39 %แคลเซียมอยู่ในช่วง 0.38-0.56 %แมกนีเซียมอยู่ในช่วง 0.09-0.12 %เหล็กมีค่าอยู่ในช่วง 69-98 ppm และสังกะสีมีค่าอยู่ในช่วง 15-18 ppm

ผลผลิต และคุณภาพความหวานของอ้อยตอ 2

แปลงที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้อง จำนวนลำ และผลผลิต ทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำอยู่ในช่วง 2.29-2.53 เซนติเมตร จำนวนปล้องอยู่ในช่วง 16.98-19.91 ปล้อง/ลำ จำนวนลำอยู่ในช่วง 9,920-10,400 ลำ/ไร่ และผลผลิตมีค่าอยู่ในช่วง 8.32 -9.97 ตัน/ไร่ สำหรับคุณภาพความหวานของอ้อย พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างทางสถิต โดยมีค่า ซี.ซี.เอส. อยู่ในช่วง 14.45-15.20 (ตารางที่ 3.8.6) แปลง 2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำอยู่ในช่วง 2.53-2.64 เซนติเมตร จำนวนปล้องมีค่าอยู่ในช่วง 17.13-18.24 ปล้อง/ลำ และจำนวนลำมีค่าอยู่ในช่วง 8,440-10,280 ลำ/ไร่ ผลผลิตอ้อยกรรมวิธีเกษตรกร มีค่า 7.56 ตัน/ไร่ น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธี N-P-K+Mg, N-P-K+Zn และ N-P-K+Mg+Zn ซึ่งมีค่าผลผลิตอยู่ในช่วง 10.01-10.94 ตัน/ไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี N-P-K ซึ่งมีค่าผลผลิต 9.60 ตัน/ไร่ สำหรับคุณภาพความหวานของอ้อย พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีค่า ซี.ซี.เอส. อยู่ในช่วง 13.69-14.61 (ตารางที่ 3.8.7)

ตารางที่ 3.8.1 สมบัติทางเคมีของดินในไร่เกษตรกรของการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดอุทัยธานี

กรมวิชาการเกษตร

สมบัติทางเคมีของดิน	วิธีการวิเคราะห์	แปลง 1	แปลง 2
pH	ดิน:น้ำ (1:1)	6.9	7.9
OM (%)	Walkley and Black	0.70	0.81
Avail.P (mg/kg)	Bray II	14	17
Exch.K (mg/kg)	1 N NH_4OAc	20	15
Exch.Ca (mg/kg)	1 N NH_4OAc	758	1773
Exch.Mg (mg/kg)	1 N NH_4OAc	35	40
Avail.Fe (mg/kg)	DTPA	42.11	23.98
Avail.Zn (mg/kg)	DTPA	0.25	0.28

ตารางที่ 3.8.2 ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพความหวานของอ้อยปลูก แปลงที่ 1 (บ้านทุ่งมน)

TRT	ความสูงต้น (ซ.ม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางลำ (ซ.ม.)	จำนวนปล้อง/ลำ	จำนวนลำ /ไร่	น้ำหนัก /10 ลำ (ก.ก.)	ผลผลิต/ไร่ (ตัน)	ซี.ซี.เอส.
T1	237.2 b	2.44	18.50 b	9,423	11.64 b	10.88	14.76 ab
T2	258.0 ab	2.61	21.27 a	10,096	14.69 ab	14.42	16.28 a
T3	236.3 b	2.41	18.61 b	8,740	13.36 ab	10.49	14.62 b
T4	289.2 a	2.69	21.21 a	9,904	16.76 a	13.89	15.73 ab
T5	248.2 b	2.56	19.96 ab	9,625	13.60 ab	13.37	15.72 ab
CV %	8.0	10.3	7.4	11.7	16.0	18.5	6.5

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

หมายเหตุ T1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร
T2 ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
T3 ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่
T4 ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่
T5 ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.8.3 ผลของการจัดการธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพความหวานของอ้อยปลูก แปลงที่ 2 (บ้านทุ่งพัฒนา)

TRT	ความสูงต้น (ซ.ม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางลำ (ซ.ม.)	จำนวนปล้อง/ลำ	จำนวนลำ /ไร่	น้ำหนัก /10 ลำ (ก.ก.)	ผลผลิต/ไร่ (ตัน)	ซี.ซี.เอส.
T1	253.6	2.64 b	21.30	11,188	12.87	14.30	13.91
T2	275.5	2.71 b	21.55	9,091	15.88	14.56	14.35
T3	274.6	2.96 a	21.22	10,246	16.33	16.99	14.36
T4	284.9	2.68 b	21.84	11,138	15.46	17.13	13.76
T5	275.5	2.68 b	21.71	10,969	15.94	17.23	14.69
CV %	8.0	4.4	8.9	21.0	15.1	24.3	7.9

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

หมายเหตุ T1 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

T2 ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่
T3 ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ - กิโลกรัมต่อไร่
T4 ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่
T5 ใส่ปุ๋ย 18-6-18 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ - กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4$ 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 3.8.4 ผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ1 แปลงที่ 1(บ้านทุ่งมน)

กรรมวิธี	ความสูงต้น(ซ.ม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ	จำนวนลำ/ไร่	ผลผลิต/ไร่(ตัน)	ซี.ซี.เอส.
เกษตรกร	175.9	2.43	17.42	9,800 b	8.65	12.11
N-P-K	159.7	2.47	15.90	9,683 b	7.86	12.05
N-P-K+Mg	158.9	2.57	15.57	9,700 b	8.40	12.41
N-P-K+Zn	173.1	2.71	17.22	11,316 a	9.25	11.94
N-P-K+Mg+Zn	158.9	2.51	18.62	11,766 a	8.75	13.06
CV %	10.9	8.6	13.5	8.4	17.7	10.7

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRTที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3.8.5 ผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ1 แปลงที่ 2(บ้านทุ่งพัฒนา)

กรรมวิธี	ความสูงต้น (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง/ลำ	จำนวนลำ/ไร่	ผลผลิต/ไร่(ตัน)	ซี.ซี.เอส.
เกษตรกร	144.9	2.46	15.47	12,000	9.35	13.71 ab
N-P-K	162.2	2.62	15.00	10,833	10.57	13.16 ab
N-P-K+Mg	162.4	2.49	14.87	10,966	10.29	12.51 b
N-P-K+Zn	170.5	2.53	16.70	12,166	11.02	13.01 ab
N-P-K+Mg+Zn	177.3	2.63	17.25	11,566	10.53	14.10 a
CV %	24.1	5.7	20.8	10.4	22.3	6.2

ค่าเฉลี่ยของตัวเลขทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3.8.6 ผลการจัดการธาตุอาหารต่อลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตอ้อยตอ 2 แปลง 1

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง (ปล้อง/ลำ)	จำนวนลำ (ลำ/ไร่)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซี.ซี.เอส.
เกษตรกร	182.6 a	2.29	18.68	9,920	8.32	15.20
N-P-K	185.0 a	2.53	19.91	10,080	9.60	14.55
N-P-K+Mg	153.5 b	2.44	16.98	10,320	9.17	14.82
N-P-K+Zn	180.6 a	2.51	18.58	10,400	9.97	14.49
N-P-K+Mg+Zn	170.8 ab	2.40	18.28	10,240	9.84	14.45
C.V. %	8.6	7.4	5.2	10.7	11.0	5.1

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.8.7 ผลการจัดการธาตุอาหารต่อลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตอ้อยตอ 2 แปลง 2

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวนปล้อง (ปล้อง/ลำ)	จำนวนลำ (ลำ/ไร่)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ซี.ซี.เอส.
เกษตรกร	148.4	2.56	17.13	8440	7.56 b	14.61
N-P-K	166.7	2.64	17.47	9300	9.11 ab	13.89
N-P-K+Mg	183.4	2.59	18.24	9600	10.03 a	14.48
N-P-K+Zn	164.7	2.53	17.59	10450	10.01 a	13.69
N-P-K+Mg+Zn	164.8	2.64	17.39	10280	10.94 a	14.10
C.V. %	15.3	5.1	7.1	13.4	14.5	6.2

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปัญหาอุปสรรค เนื่องจากสถานการณ์โควิด ไม่สามารถเดินทางไปดำเนินงานได้

3.9 ศึกษาการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดนครสวรรค์

คณะผู้วิจัย ธรรมรัตน์ ทองมี วารีย์ ทองมี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
สุมาลี โพธิ์ทอง ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
สุภานันทน์ จันทร์ประกอบ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2561

การจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวจังหวัดนครสวรรค์ ได้คัดเลือกแปลงทดลองที่เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยและปานกลางอย่างละ 1 แปลง รวม 2 แปลง แปลงที่ 1 ดำเนินการในไร่เกษตรกร อำเภอบรรพตพิสัย ปลูกอ้อยวันที่ 21 มกราคม 2559 แปลงที่ 2 ดำเนินการในไร่เกษตรกร อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปลูกอ้อยวันที่ 22 มกราคม 2559 เนื่องจากสภาพแปลงปลูกในช่วงแรกขาดน้ำจึงทำการให้น้ำจำนวน 2 ครั้ง เพื่อส่งเสริมการงอก

อ้อยปลูก

การเจริญเติบโตของอ้อยปลูก

เปอร์เซ็นต์ความงอกของอ้อยที่ อายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของอ้อยแปลงที่ 1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 68 81 และ 84 ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 70 81 และ 84 ตามลำดับ การเจริญเติบโตของอ้อยมีจำนวนหน่อ/กอ ที่อายุ 4 เดือน หลังงอกของอ้อยแปลงที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 7.7 หน่อต่อกอ กรรมวิธีที่ 3 มีจำนวนหน่อต่อกอสูงที่สุด 8.1 หน่อต่อกอ สำหรับแปลงที่ 2 จำนวนหน่อ/กอ ที่อายุ 4 เดือน มีค่าเฉลี่ย 8.5 หน่อต่อกอ กรรมวิธีที่ 1 และ 5 มีจำนวนหน่อต่อกอสูงที่สุด 8.8 หน่อต่อกอเท่ากัน และมีจำนวนลำ/กอ ที่อายุ 6 เดือน หลังงอก แปลงที่ 1 มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ย 6.5 ลำต่อกอ กรรมวิธีที่ 1 มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยสูงที่สุด 7.4 ลำต่อกอเท่ากัน แปลงที่ 2 มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ย 5.6 ลำต่อกอ กรรมวิธีที่ 5 มีจำนวนลำต่อกอเฉลี่ยสูงที่สุด 5.9 ลำต่อกอ

โรคใบขาว ผลการวิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้า 1 เดือน พบว่าแปลงที่ 1 อำเภอบรรพตพิสัย ทุกกรรมวิธีพบเชื้อไฟโตพลาสมาในระดับสีเขียว คือมีการตรวจ

พบเชื้อในระดับต่ำ (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) ส่วนแปลงที่ 2 อำเภอตากฟ้า กรรมวิธี 1 2 4 และ 5 พบเชื้อไฟโตพลาสมาในระดับสีเขียว คือมีการตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) ยกเว้นกรรมวิธีที่ 3 พบเชื้อไฟโตพลาสมาในระดับสีส้ม คือมีเชื้อระดับปานกลาง (1-100 copy/ul in 25 ng plant DNA)

ผลผลิตอ้อยปลูก

ผลการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยปลูกที่อายุ 12 เดือน แปลงที่ 1 อ.บรรพตพิสัย พบว่าความสูงของอ้อย ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนลำต่อไร่ ผลผลิต ซีซีเอส ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันและไม่พบเปอร์เซ็นต์โรคใบขาว (ตารางที่ 3.9.2) และแปลงที่ 2 อ.ตากฟ้าพบว่า ความสูง ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนลำต่อไร่ ไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี ส่วนผลผลิตพบว่ากรรมวิธีที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.39 ตันต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 2 มีค่า ซีซีเอส สูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.77 และไม่พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3.9.3)

ตารางที่ 3.9.1 คุณสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ของแปลงเกษตรกรอำเภอบรรพตพิสัย และอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

แปลงเกษตรกร	**พีเอช**	**การนำไฟฟ้า mS/cm**	**อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)**	**ฟอสฟอรัส (ppm)**	**โพแทสเซียม (ppm)**	**สังกะสี (mg/kg)**	**เหล็ก (mg/kg)**	**แมงกานิส (mg/kg)**	**ทองแดง (mg/kg)**
1. บรรพตพิสัย	8.1	0.03	1.96	59.00	46.90	0.442	19.54	9.00	0.179
2. ตากฟ้า	7.7	0.07	0.74	93.75	45.20	0.053	2.35	1.21	0.257

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.9.2 องค์ประกอบของผลผลิตอ้อยแปลงที่ 1 อ.บรรพตพิสัย เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)	ความยาวลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	จำนวนลำ/ไร่	ผลผลิต ตัน/ไร่	ซีซีเอส	เปอร์เซ็นต์โรคใบขาว
T1	290.50	253.15	27.54	8,883	15.26	17.78	0
T2	283.57	264.90	28.98	8,800	15.93	18.44	0
T3	279.63	251.00	26.97	9,816	18.15	18.39	0
T4	285.87	251.43	29.09	8,133	12.58	18.59	0
T5	287.88	255.83	28.68	8,483	14.21	17.47	0
เฉลี่ย	285.49	255.26	28.25	8,823	15.23	18.14	0

F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4.2	12.6	6.4	13.1	24	4.6	-

ตารางที่ 3.9.3 องค์ประกอบของผลผลิตอ้อยแปลงที่ 2 อ.ตากฟ้า เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)	ความยาวลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	จำนวนลำ/ไร่	ผลผลิตตัน/ไร่	ซีซีเอส	เปอร์เซ็นต์โรคใบขาว
T1	336.25	321.50	2.95	10,500	22.39a	15.92b	0
T2	336.50	311.00	3.15	9,616	20.57bc	16.77a	0
T3	336.25	317.25	2.99	10,483	22.01ab	16.60ab	0
T4	327.75	309.75	3.01	9,466	19.82c	16.59ab	0
T5	338.00	310.75	2.95	10,750	21.70ab	16.29ab	0
เฉลี่ย	335	314.00	3.01	10,163	21.30	16.45	0
F-test	ns	ns	ns	ns	*	**	ns
CV (%)	1.97	3.73	3.82	8.57	4.74	3.0	-

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. การลดความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการปลูกอ้อยในเขตดินทราย อาศัยน้ำฝน สามารถทำได้โดยการจัดการธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองให้เพียงพอกับความต้องการของอ้อย ได้แก่การใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน ฟอสเฟต โพแทส แมกนีเซียม และสังกะสี ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดจากแปลงพันธุ์ อ้อยจะแสดงอาการใบขาวน้อยที่สุด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 จังหวัดขอนแก่น พื้นที่การระบาดของโรคใบขาวน้อยแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพื้นที่การระบาดของโรคใบขาวปานกลางแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 30 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ โดยไม่พบโรคใบขาวในแปลงขยายผลเทคโนโลยีทั้งสองแปลง

1.2 จังหวัดกาฬสินธุ์ พื้นที่การระบาดของโรคใบขาวน้อยแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 65 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพื้นที่การระบาดของโรคใบขาวปานกลางแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 75 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ พบโรคใบขาวเฉลี่ยร้อยละ 0.25 ต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยวิธีเกษตรกรซึ่งพบโรคใบขาวเฉลี่ยร้อยละ 0.35

1.3 จังหวัดอุดรธานี พื้นที่การระบาดของโรคใบขาวน้อยแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพื้นที่การระบาดของโรคใบขาวปานกลางแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการใส่ปุ๋ย N-P-K + Mg+Zn ตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ผลการเกิดโรคใบขาว ปี 2559-2563 เฉลี่ยน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต

1.4 จังหวัดสกลนคร พื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 50 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลางแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบโรคใบขาวร้อยละ 0.41-0.53 ซึ่งน้อยกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ

2. การลดความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยภาคกลางและตะวันตกที่มีการปลูกอ้อยในเขตดินทราย อาศัยน้ำฝน ในแหล่งปลูกอ้อยจังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี สุพรรณบุรี อุทัยธานี และนครสวรรค์ สามารถทำได้โดยการจัดการธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองให้เพียงพอกับความต้องการของอ้อย ได้แก่การใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน ฟอสเฟต โพแทส แมกนีเซียม และสังกะสี ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดจากแปลงพันธุ์ อ้อยจะแสดงอาการใบขาวน้อยที่สุด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 จังหวัดราชบุรี แนะนำการจัดการสมดุลธาตุอาหารอ้อยที่สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรคใบขาวอ้อยได้ โดยการใส่ปุ๋ย 18-3-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย และแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง โดยไม่พบอ้อยแสดงอาการใบขาวในทุกกรรมวิธี ทั้งในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 อ้อยตอ 2 และอ้อยตอ 3 และมีปริมาณเชื้อลดลงจากมีเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) เป็นมีเชื้อระดับต่ำ(สีเขียว) และระดับน้อยมาก(สีฟ้า)

2.2 จังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากไม่พบการระบาดของโรคใบขาวทั้งในอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย จึงแนะนำการจัดการธาตุอาหารที่ทำให้อ้อยได้รับผลผลิตมากที่สุด คือการใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่ จะให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยสูงสุด 10.3 ตัน/ไร่ สูงกว่าวิธีใส่ปุ๋ยของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.3 ตัน/ไร่ เช่นเดียวกับพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง การใส่ปุ๋ย 18-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัม/ไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.8 ตัน/ไร่ สูงกว่าวิธีใส่ปุ๋ยเกษตรกร ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.3 ตัน/ไร่

2.3 จังหวัดสุพรรณบุรีพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 18-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ได้ผลผลิตเฉลี่ยอ้อยมากที่สุด 12.8 ตัน/ไร่ ในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง แนะนำให้ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-K_2O-P_2O_5 ต่อไร่+โดโลไมท์ 30 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตเฉลี่ยอ้อยมากที่สุด 10.2 ตัน/ไร่ สำหรับการเกิดโรคใบขาวอ้อย พบโรคใบขาวเมื่ออ้อยอายุ 6 เดือน แปลงที่ 1 จำนวน 4.32-6.51 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 2 พบ 6.20-9.75 เปอร์เซ็นต์หลังจากอ้อยเจริญเติบโตดีอาการของโรคใบขาวหายไปในทุกกรรมวิธีในอ้อยตอ 1 อ้อยตอ 2 และอ้อยตอ3 ของทั้ง 2 แปลง ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างพืชหาเชื้อไฟโตพลาสมาในห้องปฏิบัติการ พบว่า ทั้ง 2 แปลง การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณเชื้อลดลงจากมีปริมาณเชื้อระดับปานกลาง(สีส้ม) เป็นระดับต่ำ(สีเขียว) ในอ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 ส่วนในอ้อยตอ 3 มีปริมาณเชื้อลดลงเป็นระดับน้อยมาก(สีฟ้า) ส่วนในอ้อยตอ 3 ทั้ง 2 แปลง สำรวจไม่พบอ้อยแสดงอาการโรคใบขาว จึงสรุปได้ว่าการจัดการสมดุลธาตุอาหารอ้อยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถลดความรุนแรงของการเกิด

กรมวิชาการเกษตร

โรคใบขาวอ้อยได้ โดยมีผลเพิ่มความทนทานให้อ้อยมากขึ้น ทำให้ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง อ้อยจึงไม่แสดงอาการโรคใบขาว

2.4 จังหวัดอุทัยธานี พื้นที่ปลูกที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ได้ผลผลิตเฉลี่ยอ้อยปลูก อ้อยตอ 1 และอ้อยตอ 2 มากที่สุด 11.0 ตัน/ไร่ สำหรับพื้นที่ปลูกที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง แนะนำให้ใส่ปุ๋ย 27-6-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้ง 2 แปลง สำรวจไม่พบอ้อยแสดงอาการโรคใบขาว

2.5 จังหวัดนครสวรรค์ พื้นที่ปลูกที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย อ.บรรพตพิสัย พบว่าการใส่ปุ๋ย 12-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 18.15 ตัน/ไร่ ไม่พบโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี สำหรับพื้นที่ปลูกที่มีการระบาดของโรคใบขาวปานกลาง อ.ตากฟ้า พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยของเกษตรกรให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 22.39 ตันต่อไร่ ไม่พบโรคใบขาวในทุกกรรมวิธี

ข้อเสนอแนะ (เชิงการนำไปใช้ประโยชน์ บอกผลลัพธ์ (outcome) ที่มีผลกระทบในทางกว้างที่นำผลผลิตไปใช้ หรือนำไปวิจัยต่อ)

คำแนะนำการจัดการสมดุลธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ สำหรับนำไปขยายผลในพื้นที่ปลูกอ้อยซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยและโรงงานน้ำตาลเพื่อลดการระบาดและความรุนแรงของโรคใบขาว

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา กิระศักดิ์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ วีระพล พลรักดี นิลุบล ทวีกุล. 2554. การจัดการธาตุอาหารเพื่อฟื้นฟูอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและสภาพไร่. หน้า 182-186. *ใน : รายงานผลการวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น* ปี 2554. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ธงชัย ตั้งเปรมศรี ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วันทนา ตั้งเปรมศรี นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย เกษม ชูสอน. 2553. การจัดการสมดุลธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มความทนทานของอ้อยที่มีต่อโรคใบขาวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 302-304. *ใน รายงานผลงานวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น* ประจำปี 2553. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นฤทัย วรสถิตย์ วีระพล พลรักดี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล กาญจนา กิระศักดิ์ นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย ปรีชา กาเพ็ชร รังษี เจริญสถาพร อิสระ พุทธสิมมา สุนี ศรีสิงห์ สุพัตรา ดลโสภณ กนกพร เมาลานนท์ วิภาวรรณ กิตติวัชระเจริญ ณัฐกฤต พิทักษ์ อมรา ไตรศิริ สุพจน์ กิตติปัญญา และ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์. 2553. การวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาโรคใบขาวของอ้อย. หน้า 5051-5073. *ใน : ผลงานแผนงานฉบับสมบูรณ์ ปี 2549-2553*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ยุพา หาญบุญทรง วรรณภา ฤทธิสนธิ์ และ ชุตินันท์ ชูสาย. 2548. การตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อยในเพลี้ยจักจั่นและการถ่ายทอดโรคโดยเทคนิคทางชีวโมเลกุล. วารสารวิจัย มข. 10(1): 13-21.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์ รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558. วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบขาวของอ้อยด้วยเทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 69-89.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2544. เอกสารวิชาการ พันธุ์อ้อย การปลูกและดูแลรักษา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 29-30 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยแลน้ำตาลทราย. 2557. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2556/57. กลุ่มสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยแลน้ำตาลทราย สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยแลน้ำตาลทราย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยแลน้ำตาลทราย.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2564. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อย ปีการผลิต 2562/63. 78 หน้า.

สุนี ศรีสิงห์ 2552**.** การทดสอบฤดูปลูกเพื่อเหลือกเลี่ยงโรคใบขาวในเขตภาคตะวันตก. *ใน : รายงานความก้าวหน้าไตรมาส 3* วันที่ 30 กรกฎาคม 2552 ณ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. (สไลด์ Powerpoint)

Alloway, B.J. 2008. *Zinc in soil and crop nutrition*. IZA and IFA Brussels, Belgium and Pans, France. 135 pp.

Anderson, D.L. and Bowen J.E. 1990. *Sugarcane nutrition*. Potash and phosphate institute of Canada, Foundation for Agronomic Research Atlanta Georgia USA. 39 p.

Bassereau, D. 1988. Sugarcane. *In* Martin-Prevel, P.; Gagnard, J. and Gautier, P.(eds). Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical corops. 513-525. Lavoisier Publishing, New York.

Calcino, D.V. 1994. *Australian Sugarcane Nutrition Manual*. BSES/SRDC, Brisbane, Australia.

Chen, C.T. 1978. Vector pathogen relationships of sugarcane white leaf disease. *Taiwan Sugar J*. 25:50-54.

Evans, H. 1965. Tissue diagnostic analyses and their interpretation in sugarcane. Proc. Int. Soc. *Sugar Cane Technol*., 12, 156-180.

Schroeder, B.L.; Wood, R.A. and Meyer, J.H. 1992. Advances in leaf analysis techniques and interpretation in the South African sugar industry. Proc. Int. Soc. *Sugar Cane Technol.* 21, 123-135.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 4
การจัดการโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยการระบาดโรคใบขาวอ้อย
Sugar Cane White Leaf Disease Management in Risks Area

วันทนา เลิศศิริวรกุล ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศุภชัย อติชาติ
Wantana Lertsiriworakul , Suchirat Sakuanrungsirikul , Suppachai atichart
ศรีสุดา ทิพยรักษ์ เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ปรีชา กาเพ็ชร
Srisuda Tippayaruk, Netirat Chumsuwan , Precha Kaphet

คำสำคัญ (Keywords)

อ้อย, การจัดการโรค, โรคใบขาวอ้อย
Sugarcane, Disease Management , Sugarcane white leaf disease

บทคัดย่อ

การจัดทำแผนที่ความเสี่ยงการระบาดของโรคใบขาวอ้อยโดยใช้ข้อมูลชนิดของเนื้อดิน ความลึกของชั้นดินบน ความแน่นของดิน จากชุดดิน 294 ชุดดินนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการ ความรุนแรงใบขาวของอ้อย ร่วมกับปริมาณน้ำฝนแล้ววิเคราะห์ข้อมูลเป็นเชิงพื้นที่และเชิงเวลาพบว่าอาการใบขาวอ้อยมีความสัมพันธ์กับการเกิดในพื้นที่สำรวจเมื่อเทียบกับแผนที่ความเสี่ยงการเกิดอาการใบขาวในอ้อย จากการวิเคราะห์ความแม่นยำ พบว่าความถูกต้องแผนที่ความเสี่ยงระดับ ที่ 1 หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดใบขาวน้อยที่สุดหรือไม่เกิดใบขาว มีความแม่นยำ ถูกต้อง 60.98 % ชั้นความเสี่ยงในการเกิดใบขาวระดับที่ 3 มีความแม่นยำถูกต้อง 100% และระดับที่ 4 มีความแม่นยำถูกต้อง 50% ตามลำดับ ส่วนระดับที่ 2 และระดับที่ 5 คือเล็กน้อย และความเสี่ยงรุนแรง มีค่าเป็น 0 โดยมีระดับความแม่นยำถูกต้องรวมอยู่ที่ 59.57 % หากมีการใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมอื่นๆ มาร่วมวิเคราะห์ประกอบจะยิ่งเป็นแนวทางการจัดการอ้อยใบขาวได้ดียิ่งขึ้น ในพื้นที่ ๆมีความเสี่ยงการเกิดใบขาวหากเพิ่มการจัดการน้ำ การจัดการธาตุอาหาร หรืออาจเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นก็จะสามารถลดการระบาดของโรคใบขาวลงได้

เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว พบว่า การปลูกพืชหมุนเวียนตัดวงจรโรคใบขาว พืชที่มีคุณสมบัติในการใช้เป็นพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรโรคใบขาว ได้แก่ การปลูกอ้อยตามถั่วลิสง และ ถั่วมะแฮะ โดยพบโรคใบขาวเฉลี่ยร้อยละ 0.6 และ 1.28 ตามลำดับ โดยพืชหมุนเวียนดังกล่าวให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 12.8 และ 13.8 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยหากพบกอเป็นโรคใบขาวควรขุดกออ้อยใบขาวทิ้งออกจากแปลง จึงจะสามารถลดการเป็นโรคใบขาวและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยได้ การใช้พันธุ์สะอาดร่วมกับการจัดสมดุลธาตุอาหาร ในพื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดน้อย ควรปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยพบว่าในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นควรใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ควรใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ จึงจะเพียงพอสำหรับการลดความรุนแรงของโรคใบขาวได้ และพื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดมาก ควรปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

โดยพบว่า ทั้งในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นและจังหวัดกาฬสินธุ์ควรใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ จึงจะสามารถลดความรุนแรงของโรคใบขาวได้ สำหรับการจัดทำแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยโดยนำเทคโนโลยีการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาที่แม่นยำมาตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area พบว่าแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดที่ตรวจพบเชื้อระดับสีฟ้าในอ้อยปลูก เมื่อเป็นอ้อยตอ 1 ตรวจพบเชื้อในระดับสีเหลืองและสีส้มร้อยละ 92 การถ่ายทอดเชื้อไปยังแปลงอ้อยปลูกใหม่ โดยการใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดจากลำที่มีผลตรวจโรครหัสสีฟ้ามีระดับเชื้อน้อยมาก (0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) และรหัสสีเขียวที่ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) ซึ่งเป็นระดับที่สามารถนำไปทำพันธุ์ได้ เมื่อนำไปทำพันธุ์ปลูกให้ผลวิเคราะห์เชื้อในระดับปลอดภัยต่อการเกิดโรคใบขาวเป็นรหัสสีฟ้าและสีเขียวเฉลี่ยร้อยละ 37 ให้ผลวิเคราะห์เชื้อในระดับเฝ้าระวังไม่ให้เกิดสภาวะเครียดเป็นรหัสสีเหลือง (มีระดับเชื้อ1-10 copy/ul in 25 ng plant DNA) ร้อยละ 49 และให้ผลวิเคราะห์เชื้อในระดับไม่ปลอดภัยต่อการเกิดโรคใบขาวรหัสสีส้ม (มีระดับเชื้อ10-100 copy/ul in 25 ng plant DNA) ร้อยละ 14 ในส่วนของการขยายผลได้นำท่อนพันธุ์อ้อยตอ 1 ไปขยายผลการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการปลูกแบบวางลำในไร่เกษตรกร โดยให้เกษตรกรนำไปปลูกในพื้นที่อำเภอน้ำพองเพื่อใช้เป็นแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรหนองหารจาง ตำบลน้ำพอง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ได้ติดตามแปลงเกษตรกรยังไม่พบโรคใบขาว และเกษตรกรนำไปปลูกขยายในฤดูปลูกปี 2564 ไม่พบโรคใบขาว

Abstract

A sugarcane white leaf disease risk map was created by using soil data of 294 soil series and rainfall, then spatial and temporal analysis of data. The result has shown that the incidence of sugarcane white leaf disease was related to the sugarcane white leaf disease risk map. In the accuracy analysis, it was found that the lowest level 1 has 60.98 % accuracy risk, level 3 has 100 % accuracy risk, level 4 has 50 % accuracy risk, level 2 and 5 has 0 % accuracy with a total accuracy level of 59.57%

Technology to prevent white leaf disease in areas at risk of white leaf disease, it was found that using Peanut and pigeon pea suitable to rotate with sugarcane can cut the cycle of white leaf disease. The white leaf disease was found 0.6% and 1.28% respectively and it got the average yield of sugarcane at 12.8 and 13.8 tons per rai, respectively. The white leaf disease cane should be removed from the planting area. Fewer outbreaks area of sugarcane white leaf disease should be planted using clean seed cane and soil analysis fertilizer. It was found that in Khon Kaen province, N-P-K+Mg+Zn fertilization should be applied by applying Zinc sulfate at the rate of 3.8 kg per rai. In Kalasin province, N-P-K+Mg+Zn fertilizer should be applied by adding Zinc sulfate at the rate of 7.6 kg per rai. It will be enough to reduce the severity of white leaf disease. In severe sugarcane white leaf disease areas sugarcane should be planted using clean seed cane and apply soil analysis

fertilizer. Both in Khon Kaen and Kalasin provinces, N-P-K+Mg+Zn fertilizer should be applied by adding Zn in the form of Zinc sulfate at the rate of 7.6 kg/rai. The preparation of clean seed cane by using accurate phytoplasma analysis technology to screen for white leaf disease and planting with border area can reduce the infection of white leaf disease. The blue code of phytoplasma detection (0-0.5 copy of sugarcane white leaf phytoplasma per ul in 25 ng plant DNA) in plant cane was found in yellow code (1-10 copy of sugarcane white leaf phytoplasma per ul in 25 ng plant DNA) and orange code (10-100 copy of sugarcane white leaf phytoplasma per ul in 25 ng plant DNA) at 92%. In ratoon cane. The transmission of phytoplasma to new planting area by using seed cane from a blue and green code of phytoplasma detection, the level of phytoplasma detection were blue and green, on average 37% yellow 49% and orange 14 %. The technology expansion of clean seed cane production has been done in Amphur Nampong, Khonkaen province.

บทนำ

โรคใบขาวอ้อยเป็นโรคที่สำคัญมีผลกระทบต่อผลผลิตอ้อยของประเทศไทย มีสาเหตุจากเชื้อ Phytoplasma มีการแพร่ระบาดโดยเชื้อติดไปกับท่อนพันธุ์และมีเพลี้ยจักจั่นสีน้ำตาล *Matsumuratettix hiroglyphicus* และ *Yamatotettix flavovitatus* เป็นแมลงพาหะนำโรค (พรทิพย์, 2542) โรคใบขาวพบได้ในอ้อยทุกระยะการเจริญเติบโต โดยพบในอ้อยตอมากกว่าอ้อยปลูก อ้อยที่เป็นโรคอาจไม่ให้ผลผลิต หรือให้ผลผลิตได้บ้าง แต่ผลผลิตจะลดลงมากและไม่สามารถไว้ตอได้ ความรุนแรงของโรคจะทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงตั้งแต่ 6.1-74.4% (กนกพร และคณะ, 2552) ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น มีรายงานการระบาดรุนแรงและทำความเสียหายในพื้นที่ปลูกอ้อยหลายจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นับตั้งแต่ปี 2532 เป็นต้นมา และในปัจจุบันยังพบการระบาดของโรคใบขาวอย่างรุนแรงในหลายพื้นที่ กระจายอยู่ทั่วไปแหล่งปลูกในเขตดินทรายของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มูลค่าความเสียหายจากโรคใบขาวยังคงสูงขึ้นเรื่อย ๆ

การหลีกเลี่ยงการเกิดโรคใบขาวทำได้โดยการกำหนดช่วงปลูกอ้อยและเก็บเกี่ยวระหว่างเดือนมกราคม ถึงมีนาคม โดยสุนี และคณะ (2552) ทำการทดสอบการปลูกและตัดอ้อยเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดโรคในภาคตะวันตก พบว่าอ้อยที่ปลูกและตัดระหว่างเดือนมกราคม ถึงมีนาคม อ้อยจะแสดงอาการใบขาวน้อยที่สุดสามารถลดความเสียหายจากโรคใบขาวได้มากกว่า 50 % ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันทนีย์ และคณะ (2532) เนื่องจากอ้อยมีการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงที่มีแมลงพาหะน้อย

การป้องกันกำจัดโรคใบขาวจำเป็นต้องมีข้อมูลเชิงพื้นที่ที่แสดงถึงความเสี่ยงของการระบาดของโรคใบขาวในพื้นที่ปลูกอ้อยเพื่อใช้ในการวางแผนการควบคุม ป้องกันกำจัดโรคใบขาวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งในแต่ละเขตการระบาดต้องใช้วิธีการป้องกันกำจัดหลายวิธีควบคู่กันไป ในพื้นที่ ๆ มีการระบาดมากหรือเป็นเขตเสี่ยงมาก ควรมีการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรของโรคก่อน ไม่นำอ้อยจากแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวไปทำพันธุ์ ใช้พันธุ์สะอาด และการจัดการสมดุลธาตุอาหารให้เหมาะสม ในพื้นที่ ๆ มีการระบาดน้อยหรือเขตที่มีโรคน้อย จะใช้เป็นแหล่งของแปลงพันธุ์สะอาดในการปลูกเพื่อกระจายพันธุ์ การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเทคโนโลยีการ

ป้องกันกำจัดโรคใบขาวและจัดทำคำแนะนำการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัย สำหรับแนะนำเกษตรกรที่ประสบปัญหาการระบาดของโรคใบขาวต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

การจัดการโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยการระบาดโรคใบขาวอ้อย ดำเนินการในระหว่างปี 2559-2564 ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ 4.1 การจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวอ้อย และ 4.2 การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว มีวิธีการวิจัย ดังนี้

4.1 การจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวอ้อย

อุปกรณ์

1) เครื่องบันทึกพิกัดแปลง
2) ระบบคอมพิวเตอร์ 1 ชุด
3) แผนที่ชุดดินจากกรมพัฒนาที่ดิน
4) แผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีจากกรมอุตุนิยมวิทยา
5) ข้อมูลอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ
6) ข้อมูลดิน ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจ/สัมภาษณ์เทคโนโลยีการผลิตอ้อยของเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับต่างๆ ได้แก่ การใช้ที่ดิน การเตรียมดิน แหล่งพันธุ์อ้อย การใส่ปุ๋ย การดูแลรักษา ข้อมูลการเลือกใช้พันธุ์อ้อยของเกษตรกร การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช การควบคุมวัชพืช การเก็บเกี่ยวเก็บข้อมูลพิกัดแปลงเกษตรกร และ เก็บตัวอย่างอ้อยจากแปลงเกษตรกรส่งตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวอ้อย ได้แก่ชุดดิน ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ คุณสมบัติทางกายภาพดิน

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งเขตเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวอ้อย ได้แก่ การแบ่งชุดดิน จัดแบ่งภูมิอากาศ วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาว

ขั้นตอนที่ 4 จัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวอ้อยซึ่งจะแบ่งเขตความรุนแรงของพื้นที่การระบาดของอ้อยใบขาว ออกเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยโรคใบขาวมาก (Hot spot) เป็นเขตที่พบการระบาดของโรคใบขาวในพื้นที่ปลูกอ้อยบ่อย โดยพบโรคใบขาวทุกปี และพื้นที่เสี่ยงภัยโรคใบขาวน้อย เขตระบาดน้อย (Less spot) เป็นพื้นที่ที่พบโรคใบขาวน้อย ทำความเสียหายน้อย

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์ผลและสรุปผล

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ไร่เกษตรกรจังหวัดที่มีการปลูกอ้อย

4.2 การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว

อุปกรณ์

1) แผนที่เสี่ยงภัยการระบาดของโรคใบขาวอ้อย
2) ท่อนพันธุ์อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาระดับต่างๆ
3) ปุ๋ยเคมีเกรด 46-0-0 18-46-0 0-0-60 และ $ZnSO_4$
4) ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และกากตะกอนหม้อกรองอ้อย
5) ปูนขาว ยิบซั่ม โดโลไมท์
6) เมล็ดพันธุ์ถั่วมะแฮะ ปอเทือง และ ถั่วลิสง
7) สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช
8) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในท่อนพันธุ์อ้อย
9) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างอ้อย
10) วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับเก็บ และ บันทึกข้อมูล

วิธีการ

นำผลวิเคราะห์จากแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวอ้อย มาดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในสภาพไร่ในพื้นที่เสี่ยงภัยการระบาดของโรคใบขาว โดยแบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคใบขาวน้อยและพื้นที่เสี่ยงมาก ถ้าพื้นที่แปลงทดสอบอยู่ในเขตเสี่ยงมาก ทดสอบการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรของโรค จัดการธาตุอาหารพืชให้สมดุล การทำแปลงพันธุ์โดยใช้อ้อยสะอาดจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และป้องกันกำจัดแมลงพาหะ พื้นที่แปลงทดสอบอยู่ในเขตระบาดน้อยทดสอบการจัดการธาตุอาหารพืชให้สมดุล เพื่อจัดทำคำแนะนำการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวเฉพาะพื้นที่ ดำเนินการทดสอบในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ไร่เกษตรกร จังหวัดขอนแก่น และกาฬสินธุ์ พื้นที่ 16 ไร่

การขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวดำเนินการโดยใช้แนวทางการแก้ไขโรคใบขาวอ้อย ได้แก่ 1) การขจัดแหล่งเชื้อโรค โดยการตรวจแปลงขุดกอเป็นโรคทิ้ง 2) การลดการสะสมโรคและแมลงพาหะด้วยการปลูกพืชหมุนเวียน 3) การปรับปรุงบำรุงดินให้อุดมสมบูรณ์และให้น้ำอย่างเพียงพอ 4) การใช้ท่อนพันธุ์สะอาด การใช้ต้นอ้อยจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 5) การดูแลรักษาอ้อยให้สมบูรณ์แข็งแรง และ 6) ไม่นำท่อนพันธุ์จากกอที่มีอาการโรคใบขาวไปขยายพันธุ์ต่อ และจากผลงานวิจัยเรื่องการศึกษาวิธีการตรวจวินิจฉัยเชื้อไฟโตพลาสมาซึ่งมีความแม่นยำในระดับ 0.5 copy/ul ของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2558) ได้ออกแบบวิธีการรายงานผลการตรวจโรคโดยใช้รหัสสี โดยรหัสสีจะแสดงถึงปริมาณเชื้อ ระดับความปลอดภัยในการนำท่อนพันธุ์ไปใช้ขยายต่อ และโอกาสในการแสดงอาการใบขาว โดยใช้รหัสสีแทนปริมาณการตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับสีฟ้ามีปริมาณเชื้อน้อยมาก (0 - 0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้จะยังไม่เกิดอาการใบขาวในรุ่นต่อมา ระดับสีเขียวตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ (0.5 - 1 copy/ul in 25 ng plant DNA) สามารถนำไปขยายพันธุ์ต่อได้น่าจะยังไม่เกิดอาการใบขาวในรุ่นนี้และในรุ่นตอต่อมาแต่อาจพัฒนามีเชื้อมากขึ้นได้ หากผ่านสภาวะเครียด ระดับสีเหลืองมีปริมาณเชื้อน้อย (1-10 copy/ul in 25 ng plant DNA) ควรเฝ้าระวังอาจเกิดโรคใบขาวได้ ระดับสีส้มมีเชื้อระดับปานกลาง (10-100 copy/ul in 25 ng plant DNA) อาจเกิดใบขาวได้ภายในรุ่นนี้ และอาจเกิดใบขาวในอ้อยตอหากผ่านสภาวะเครียด และระดับสีแดงมีปริมาณเชื้อสูง (> 100 copy/ul in 25 ng plant DNA) ร่วมกับผลงานวิจัยเรื่อง Movement ability of vector insects of sugarcane white leaf disease ของ Kobori, Y. *et al*. (2015) ที่กล่าวว่า เพลี้ยจักจั่นอ้อย *Matsumuratettix hiroglyphicus* สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางเฉลี่ย 162 เมตรภายใน 20 วัน และ *Yamatotettix*

flavovittatus สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางเฉลี่ย 387 เมตรภายใน 20 วัน และผลงานวิจัยเรื่อง พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของเพลี้ยจักจั่นพาหะนำโรคใบขาวอ้อย ของ ยุพา และทนุธรรม (2559) พบว่า ตัวเต็มวัยของเพลี้ยจักจั่นปีกลายจุดสีน้ำตาล ชอบออกหากินในช่วงเวลากลางคืน และมีพฤติกรรมชอบเกาะและดูดกินบริเวณส่วนยอดของต้นอ้อยมากที่สุด ซึ่งขณะดูดกินแมลง มีการถ่ายทอดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย เข้าสู่บริเวณยอดนั้นด้วย นอกจากนี้ตัวอ่อนของเพลี้ยจักจั่นปีกลายจุดสีน้ำตาล มีพฤติกรรมชอบหลบซ่อนและชอบเกาะอยู่บนต้นอ้อย ตัวอ่อนสามารถเคลื่อนที่ได้เป็นระยะทางมากที่สุด 1.2-1.5 เมตร การนำมาใช้โดยการทำแปลงปลูกอ้อยให้มีระยะห่างที่เหมาะสมจากแปลงที่มีแมลงพาหะ อาจทำให้ลดการระบาดของโรคใบขาวอ้อยได้ จึงนำมาประยุกต์ใช้ในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาว โดยการการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area สำหรับการใส่ปุ๋ยของแปลงพันธุ์ใส่ตามผลวิเคราะห์ดิน โดยใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 5 กิโลกรัมต่อไร่+$ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4.1.1) วิธีการในช่วงใส่ปุ๋ยรองพื้นใส่ธาตุอาหารหลักอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ธาตุรองใส่ครั้งเดียวในช่วงรองพื้น ถ้าค่าวิเคราะห์ธาตุแคลเซียมไม่เหมาะสมใส่ยิปซั่มในช่วงใส่ปุ๋ยรองพื้น และธาตุอาหารหลักใส่อีกครั้งตอนใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 โดยใส่เมื่ออ้อยอายุ 5 เดือนให้ครบตามค่าวิเคราะห์ดิน และมีการให้น้ำเสริมในช่วงที่อ้อยขาดน้ำ

แบบและวิธีการทดลอง ทดสอบแปลงใหญ่ในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นและในไร่เกษตรกร

กรรมวิธี :

1. การทดสอบการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรของโรคในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวมาก มีกรรมวิธีทดสอบคือพืชปุ๋ยสด 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วพร้า ถั่วมะแฮะ และปอเทือง ตามด้วยการปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงพันธุ์สะอาด
2. การทดสอบการใช้พันธุ์สะอาดร่วมกับการจัดสมดุลธาตุอาหารในแปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย มีกรรมวิธีทดสอบคือการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยมีการจัดการสมดุลของธาตุ N P K Mg และ Zn
3. การขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาว โดยการการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area กรรมวิธีคือการใช้ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาระดับต่างๆ ตามวิธีการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาของ ศุจิรัตน์ (2558) ได้แก่
    1) ท่อนพันธุ์อ้อยที่ตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาน้อยมาก (รหัสสีฟ้า)
    2) ท่อนพันธุ์อ้อยที่ตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาต่ำ (รหัสสีเขียว)
    3) ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาปานกลาง (รหัสสีส้ม)
    4) ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาสูง (รหัสสีแดง)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ปีที่ 1 ดำเนินการผลิตอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพันธุ์ขอนแก่น 3 จำนวน 6,000 ต้น สำหรับใช้ปลูก และขยายพันธุ์อ้อยสะอาดไว้ใช้ใน ปีที่ 2-6 ดำเนินการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วมะแฮะ ปอเทือง และถั่วลิสง ชนิดพืชละ 2 ไร่ เพื่อนำไปใช้ทดสอบในปีที่ 3 และ ปีที่ 4

ปีที่ 2 พื้นที่ทดลองที่อยู่ในเขตเสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวมาก นำพืชหมุนเวียนไปปลูกเพื่อตัดวงจรของโรค ในช่วงฤดูฝนประมาณเดือนมิถุนายน 2560 เก็บตัวอย่างดินส่ง

วิเคราะห์เพื่อจัดการธาตุอาหารพืชให้สมดุล นำอ้อยจากแปลงพันธุ์สะอาดไปให้เกษตรกรปลูกในเดือนตุลาคม 2559 เพื่อขยายไว้ใช้ปลูกทดลองในเดือนตุลาคม 2560 สำหรับแปลงทดสอบที่อยู่ในเขตระบาดน้อยทำการทดสอบการจัดการธาตุอาหารพืชให้สมดุล นำอ้อยจากแปลงพันธุ์สะอาดไปปลูกทดสอบโดยไถเตรียมแปลงปลูกอ้อยประมาณเดือนตุลาคม 2559

ปีที่ 3

1) แปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวมาก ปลูกพืชปุ๋ยสด ไถกลบ และปลูกอ้อยตามเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2559 ได้ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ดูแลรักษา ในปีงบประมาณ 2561 จะดำเนินการเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกเดือนพฤศจิกายน 2560 โดยก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกทำการวัดความสูง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว เก็บเกี่ยวอ้อยที่อายุ 12 เดือน บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วัดค่าซีซีเอส ดูแลรักษาอ้อยตอ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินเดิมของอ้อยปลูก
2) แปลงที่มีการระบาดน้อย ทดสอบการจัดการธาตุอาหารพืชให้สมดุล เก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ก่อนการเตรียมดิน นำอ้อยจากแปลงพันธุ์สะอาดไปปลูกทดสอบโดยไถเตรียมแปลงปลูกอ้อยประมาณเดือนตุลาคม 2560 ปลูกอ้อยโดยเปิดร่องวางลำคู่ สับลำให้ขาดจากกัน 3-4 ท่อน โรยปุ๋ยรองพื้นอัตราครึ่งหนึ่งของผลวิเคราะห์ดิน กลบดิน พ่นสารเคมีคุมวัชพืช และกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 5 เดือน ในอัตราอีกครึ่งหนึ่งของผลวิเคราะห์ดิน เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 4 แถวยาว 6 เมตร 4 ซ้ำ ตัดลำต้นชิดดิน ลอกกาบ ตัดยอด บันทึกผลผลิต

ปีที่ 4

1) แปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวมาก เก็บเกี่ยวอ้อยตอ1 ที่ปลูกตามปุ๋ยพืชสดเดือนพฤศจิกายน 2561 โดยก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกทำการวัดความสูง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว เก็บเกี่ยวอ้อยที่อายุ 12 เดือน บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วัดค่าซีซีเอส ดูแลรักษาอ้อยตอ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินเดิมของอ้อยปลูก
2) แปลงที่มีการระบาดน้อย ทดสอบการจัดการธาตุอาหารพืชให้สมดุล ในปีงบประมาณ 2562 จะดำเนินการเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกประมาณเดือนตุลาคม 2561 โดยก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกทำการวัดความสูง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว เก็บเกี่ยวอ้อยที่อายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 4 แถวยาว 6 เมตร 4 ซ้ำ ผลิตบันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วัดค่าซีซีเอส ดูแลรักษาอ้อยตอ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินเดิมของอ้อยปลูก
3) การขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาว โดยการการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area นำอ้อยชำข้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไปปลูกแบบมี border area วิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อยชำข้อทุกต้น ผลการวิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมา หากเป็นรหัสสีแดง และสีส้ม ทำการขุดกอทิ้งออกจากแปลง ผลวิเคราะห์รหัสสีฟ้า แบ่งอ้อยเป็น 2 ส่วนๆที่ 1 นำไปปลูกขยายพันธุ์แบบวางลำ ส่วนที่ 2 นำลำไปชำข้อแล้วนำอ้อยชำข้อกลับเข้าสู่การปลูกแบบมี border area ใหม่ และผลวิเคราะห์

กรมอ้อยการเกษตร

รหัสสีเขียว แบ่งอ้อยเป็น 2 ส่วนๆที่ 1 นำไปปลูกขยายพันธุ์แบบวางลำ ส่วนที่ 2 นำลำไปชำข้อแล้วนำอ้อยชำข้อกลับเข้าการปลูกแบบมี border area ใหม่สำหรับการดูแลรักษาเพื่อป้องกันการกลับมาติดเชื้อใหม่ ได้แก่ การป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นในระยะต้นกล้าอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และในแปลงปลูกโดยใช้สารเคมีไทอะมีโทแซน การงดน้ำเป็นเวลา 1 เดือนหลังปลูกเพื่อให้ต้นที่ยังคงมีเชื้อโรคใบขาวแสดงอาการเพื่อกำจัดต้นใบขาวทิ้ง และการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

ปีที่ 5

1) แปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวมาก นำอ้อยสะอาดรหัสสีฟ้าจากแปลงผลิตและกระจายพันธุ์อ้อยสะอาด ไปปลูกเพื่อลดการระบาดของโรคใบขาว เตรียมดิน ปลูกอ้อยเดือนตุลาคม ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ดูแลรักษา บันทึกข้อมูลการเป็นโรคใบขาว
2) แปลงที่มีการระบาดน้อยทดสอบการจัดการธาตุอาหารพืชให้สมดุล ในปีงบประมาณ 2563จะดำเนินการเก็บเกี่ยวอ้อยตอ1 ประมาณเดือนตุลาคม 2562โดยก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกทำการวัดความสูง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว เก็บเกี่ยวอ้อยที่อายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 4 แถวยาว 6 เมตร 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วัดค่าซีซีเอส ดูแลรักษาอ้อยตอ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินเดิมของอ้อยปลูก
3) การขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว ในปีงบประมาณ 2563 ทดลองการนำลำอ้อยรหัสสีฟ้ากับสีเขียวกลับเข้าสู่การปลูกแบบมี border areaรอบ 2 เทียบกับการนำไปปลูกขยายพันธุ์แบบวางลำ ดูการเป็นโรคใบขาว และการกลับมาติดเชื้อใหม่

ปีที่ 6

1) แปลงที่มีการระบาดของโรคใบขาวมาก นำอ้อยสะอาดรหัสสีฟ้าจากแปลงผลิตและกระจายพันธุ์อ้อยสะอาด ไปปลูกเพื่อลดการระบาดของโรคใบขาว เตรียมดิน ปลูกอ้อยเดือนตุลาคม ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ดูแลรักษา บันทึกข้อมูลการเป็นโรคใบขาว
2) แปลงที่มีการระบาดน้อยทดสอบการจัดการธาตุอาหารพืชให้สมดุล ในปีงบประมาณ 2564 จะดำเนินการเก็บเกี่ยวอ้อยตอ2 ประมาณเดือนตุลาคม 2563 โดยก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกทำการวัดความสูง บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์กอที่เป็นโรคใบขาว เก็บเกี่ยวอ้อยที่อายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 4 แถวยาว 6 เมตร 4 ซ้ำ ผลิตบันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วัดค่าซีซีเอส ดูแลรักษาอ้อยตอ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ค่าวิเคราะห์ดินเดิมของอ้อยปลูก
3) การขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว ในปีงบประมาณ 2564 ดูการเป็นโรคใบขาว และการกลับมาติดเชื้อใหม่ ของแปลง border area รอบ 2

การบันทึกข้อมูล

1) คุณสมบัติทางกายภาพเคมีของดิน pH OM (%) Avail. P Exch. K Ca Mg Zn Fe
2) วันปลูกพืชปุ๋ยสด วันปลูกอ้อย และวันปฏิบัติการต่างๆ
3) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อย ที่อายุ 6 เดือน
4) เปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยปลูก ที่อายุ 4 6 และ 12 สัปดาห์หลังงอก

กรมวิชาการเกษตร

5) การเจริญเติบโตของพืชปุ๋ยสด
6) การเจริญเติบโตของอ้อย จำนวนหน่อต่อกอที่อายุ 4 เดือนหลังงอก จำนวนลำต่อกอที่อายุ 6 เดือนหลังงอก
7) จำนวนกอที่แสดงอาการใบขาวต่อไร่ ที่อายุ 4 8 เดือนหลังงอก และ ก่อนเก็บเกี่ยว แต่ละกรรมวิธีนับจำนวนกอที่เป็นโรคใบขาวทั้งหมดในพื้นที่ทดลอง
8) ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบอ้อยที่อายุ 6 เดือน
9) ความสูงอ้อยช่วงเก็บเกี่ยว
10) ผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว นับจำนวนกอเก็บเกี่ยว จำนวนลำเก็บเกี่ยว ชั่งน้ำหนักลำสุ่ม 10 ลำ วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางที่กลางลำ จำนวนปล้อง
11) ค่าความหวานเมื่อเก็บเกี่ยว สุ่มอ้อยซ้ำๆละ 6 ลำ วัดค่าบริกซ์โพล ไฟเบอร์ คำนวณค่า ซีซีเอส
12) ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยแปลงขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาว
13) บันทึกจำนวนต้นที่เป็นโรคใบขาวในแปลงขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวทุกกอ แล้วขุดทิ้ง

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา ตุลาคม 2558 –กันยายน 2564

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น และกาฬสินธุ์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวอ้อย

คณะผู้วิจัย ศุภชัย อติชาติ วันทนา เลิศศิริวรกุล ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
ปรีชา กาเพ็ชร ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2562

เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งเขตความเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวอ้อย

ผลการดำเนินงาน ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งเขตเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวอ้อย โดยนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของใบขาวอ้อยจากสมการแสดงความสัมพันธ์ความรุนแรงใบขาวของอ้อย ได้แก่ ชนิดของเนื้อดิน ความลึกของชั้นดินบน และ ความแน่นของดิน มาวิเคราะห์จัดแบ่งเป็นระดับคะแนน ได้ดังนี้ ชนิดของเนื้อดิน นำข้อมูลชุดดินมาวิเคราะห์ ชุดดินที่เป็นดินทรายให้คะแนนเท่ากับ 1 ชุดดินที่เป็นดินทรายร่วน ให้คะแนนเท่ากับ 2 ความลึกของชั้นดินบน ชั้นดินบนลึกน้อยกว่า 30 เซนติเมตร ให้คะแนน เท่ากับ 1 ชั้นดินบนลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร ให้คะแนน เท่ากับ 2 และความแน่นของดิน ใช้ค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตรจากผิวดิน โดยค่าความหนาแน่นของดิน น้อยกว่า 1.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ให้คะแนน เท่ากับ 1 และความหนาแน่นของดิน มากกว่า 1.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ให้คะแนน เท่ากับ 2 นำค่าคะแนนที่ได้ไปเชื่อมกับข้อมูลของชนิดของเนื้อดิน ความลึกของชั้นดินบน และ ความหนาแน่นรวมของดิน เพื่อสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัยดังกล่าว ข้อมูลจากชุดดิน 294 ชุดดิน แปลข้อมูลเข้าสู่สมการ ความรุนแรงใบขาวของอ้อย

(Y) = 78.7**+27.0(A) **-19.8(B)**-1.6(C) + 0.68(G)**

โดย A คือ จำนวนปีที่ไว้ตอ(อ้อยปลูกคะแนนเท่ากับ 1 อ้อยตอ 1 เท่ากับ 2 ตามลำดับ)
B คือ ชนิดของเนื้อดิน (ดินทรายคะแนน เท่ากับ 1 ดินทรายร่วน เท่ากับ 2 ตามลำดับ)
C คือ ความลึกของชั้นดินบน (Topsoil; เซนติเมตร)
G คือ ความแน่นของดิน (วัดด้วย Hardness tester; มิลลิเมตร)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ของดิน

การทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวอ้อย จะนำปัจจัยที่มีฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ชนิดของชั้นเนื้อดิน ความลึกของชั้นดินบน และ ความแน่นของดิน มาเคราะห์แบ่งเป็นระดับคะแนน ดังนี้

1) ชนิดของชั้นเนื้อดิน นำข้อมูลชุดดินมาวิเคราะห์ ชุดดินที่เป็นดินทรายให้คะแนน เท่ากับ 1 ชุดดินที่เป็นดินทรายร่วน ให้คะแนนเท่ากับ 2
2) ความลึกของชั้นดินบน ชั้นดินบนลึกน้อยกว่า 30 เซนติเมตร ให้คะแนน เท่ากับ 1 ชั้นดินบนลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร ให้คะแนน เท่ากับ 2
3) ความแน่นของดิน ใช้ค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร จากผิวดิน โดยค่าความหนาแน่นของดิน น้อยกว่า 1.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ให้คะแนน เท่ากับ 1 และความหนาแน่นของดิน มากกว่า 1.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ให้คะแนน เท่ากับ 2

เมื่อวิเคราะห์ค่าตามสมการดังกล่าวจึงได้ผลการคำนวณจากคุณสมบัติของชุดดินเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวอ้อย ผลการดำเนินงานแสดงในภาพที่ 4.1.1

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเชิงพื้นที่ของข้อมูลภูมิอากาศ

นำข้อมูลสถิติน้ำฝนมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนรายสัปดาห์ จากนั้นนำเข้าข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดทำการประมาณค่าความแปรปรวนเชิงพื้นที่ของข้อมูลชุด 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2544 ถึง 2548 นำมาเฉลี่ย เป็นข้อมูลรายวัน แล้ววิเคราะห์เป็นข้อมูลรายสัปดาห์เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดปี พ.ศ.2549 ถึง 2553 พบว่าความแปรปรวนเชิงพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนมีความแตกต่างกันในส่วนของช่วงระยะเวลา สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ศุภชัยและคณะ(2556) ว่าความแปรปรวนของภูมิอากาศจะมีการผันแปรในช่วงต้นฤดูฝน และช่วงปลายฤดู ทั้งปริมาณและจำนวนวันฝนตก เมื่อพิจารณาความแปรปรวนในรายสัปดาห์จะเห็นความแตกต่างเชิงพื้นที่ที่ได้ผลกระทบต่อความแปรปรวนนี้ในหลายพื้นที่ ตลอดช่วงการผลิตพืชผลทางการเกษตร ดังภาพที่ 4.1.2 และภาพที่ 4.1.3 การศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงและหาพื้นที่ความเสี่ยงจึงเน้นความเสี่ยงจากปริมาณน้ำฝนเป็นสำคัญเนื่องจากความแปรปรวนและผลต่อการผลิตพืชผลทางการเกษตรจะอาศัยน้ำฝนเป็นหลักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติน้ำฝนปี 2544-2548 รายสัปดาห์เมื่อน้ำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนต่อในรูปแบบความแปรปรวนรายเดือนและราย 3 เดือนพบว่าปริมาณฝนมีความแปรปรวนที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดโรคใบขาวในขนาดและพื้นที่กำจัด ซึ่งภาพที่ 4.1.4 แสดงให้เห็นความแปรปรวนรวมทั้ง 4 ไตรมาส โดยสามารถพบพื้นที่เสี่ยงในการเกิดโรคใบขาว ในจังหวัดกาฬสินธุ์ อำเภอสมเด็จ จังหวัดขอนแก่น อำเภอสีชมพู จังหวัดชัยภูมิ อำเภอภูเขียว จังหวัดเลย อำเภอด่านซ้าย จังหวัดสกลนคร อำเภอภูพาน จังหวัดนครพนม อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย อำเภอโพนพิสัย

จังหวัดหนองบัวลำภู อำเภอคูหาสวรรค์ จังหวัดอุดรธานีธานี อำเภอน้ำโสม อำเภอบ้านดุง และจังหวัดบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ

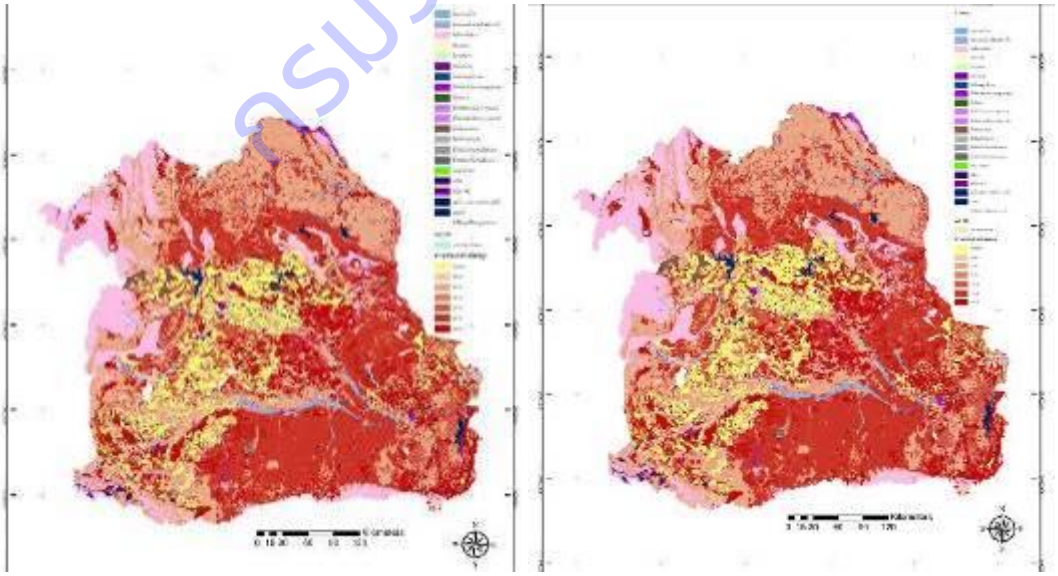
จากนั้นได้นำข้อมูลสถิติน้ำฝนปี 2549-2553 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทั้ง 4 ไตรมาส พบพื้นที่เสี่ยงดังนี้ จังหวัดกาฬสินธุ์ อำเภอสมเด็จ อำเภอนาคู อำเภอคำม่วง จังหวัดขอนแก่น อำเภอมัญจาคีรี อำเภอชนบท จังหวัดมุกดาหาร อำเภอดงหลวง จังหวัดสกลนคร อำเภอภูพาน จังหวัดนครพนม อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย อำเภอศรีเชียงใหม่ อำเภอสังคม จังหวัดอุดรธานี อำเภอเพ็ญ อำเภอบ้านดุง และจังหวัดบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ ดังภาพที่ 4.1.5 และเมื่อนำผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนมาวิเคราะห์ร่วมกับสมการเดิมจึงได้แผนที่ความเสี่ยงในการเกิดอาการโรคใบขาวในอ้อยปลูกและอ้อยตอดังภาพที่ 4.1.6

การตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่

ดำเนินการสำรวจภาคสนามในพื้นที่แปลงปลูกอ้อยของเกษตรกร 2 ช่วงเวลาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการจัดทำความเหมาะสมการเกิดอ้อยใบขาว จำนวนทั้งสิ้น 47 จุดพื้นที่ ดังตารางที่ 4.1.1

การวิเคราะห์ความถูกต้องแม่นยำของแผนที่

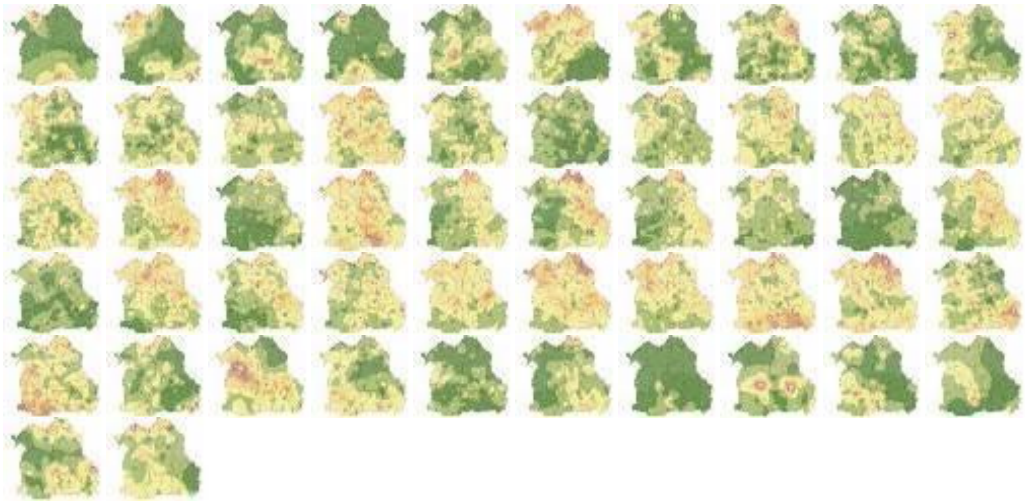
จากการวิเคราะห์ความแม่นยำในการนำแผนที่ไปใช้ประเมินความถูกต้องของความเสี่ยงในการเกิดโรคใบขาว พบว่าความถูกต้องในการแปลข้อมูลของระดับ ที่ 1 หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดใบขาวน้อยที่สุดหรือไม่เกิดใบขาว มีความแม่นยำ ถูกต้อง 60.98 % ชั้นความเสี่ยงในการเกิดใบขาวระดับที่ 3 มีความแม่นยำถูกต้องต้อง 100 % และระดับที่ 4 มีความแม่นยำถูกต้อง 50 % ตามลำดับ ส่วนระดับที่ 2 และระดับที่ 5 คือเล็กน้อย และความเสี่ยงรุนแรง มีค่าเป็น 0 โดยมีระดับความแม่นยำถูกต้องรวมอยู่ที่ 59.57 % สำหรับผลการวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องดังตารางที่ 4.1.2



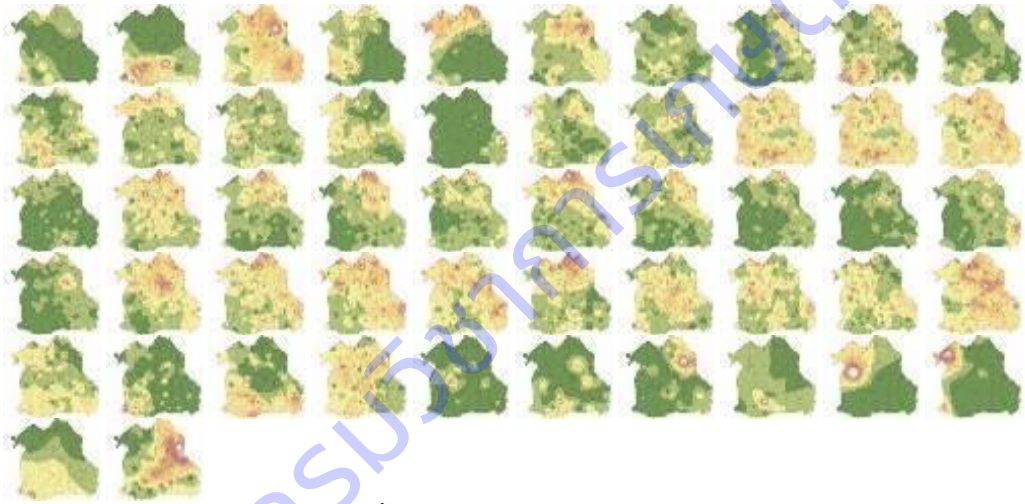
ก ข

ภาพที่ 4.1.1 แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากการระบาดของโรคใบขาวในอ้อยปลูก(ก) และอ้อยตอ(ข)

กรมวิชาการเกษตร

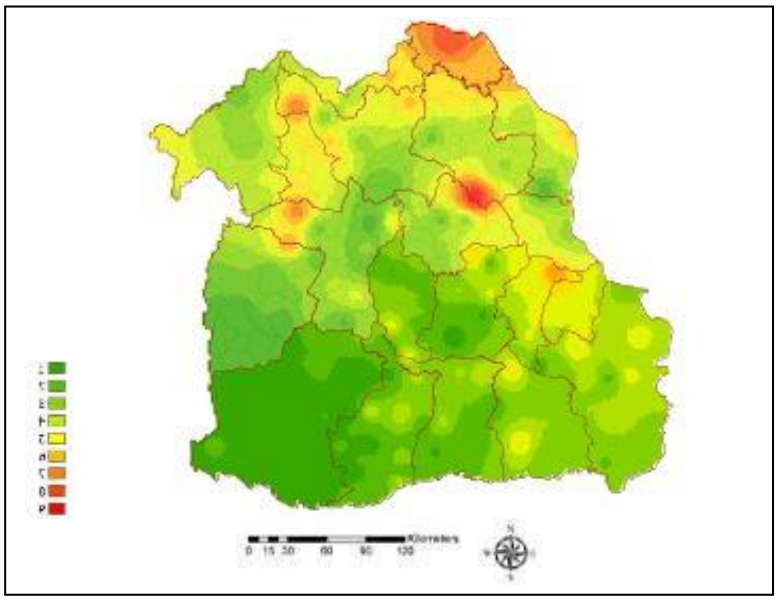


ภาพที่ 4.1.2 ความแปรปรวนเชิงพื้นที่รายสัปดาห์ที่ 1-52 ช่วงปี พ.ศ.2544-2548

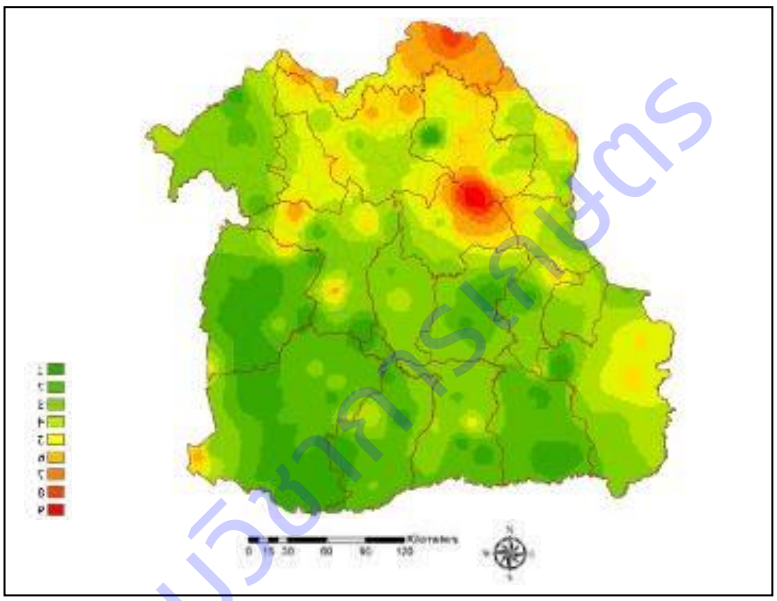


ภาพที่ 4.1.3 ความแปรปรวนเชิงพื้นที่รายสัปดาห์ที่1-52 ช่วงปี พ.ศ.2549-2553

กรมวิทยาศาสตร์

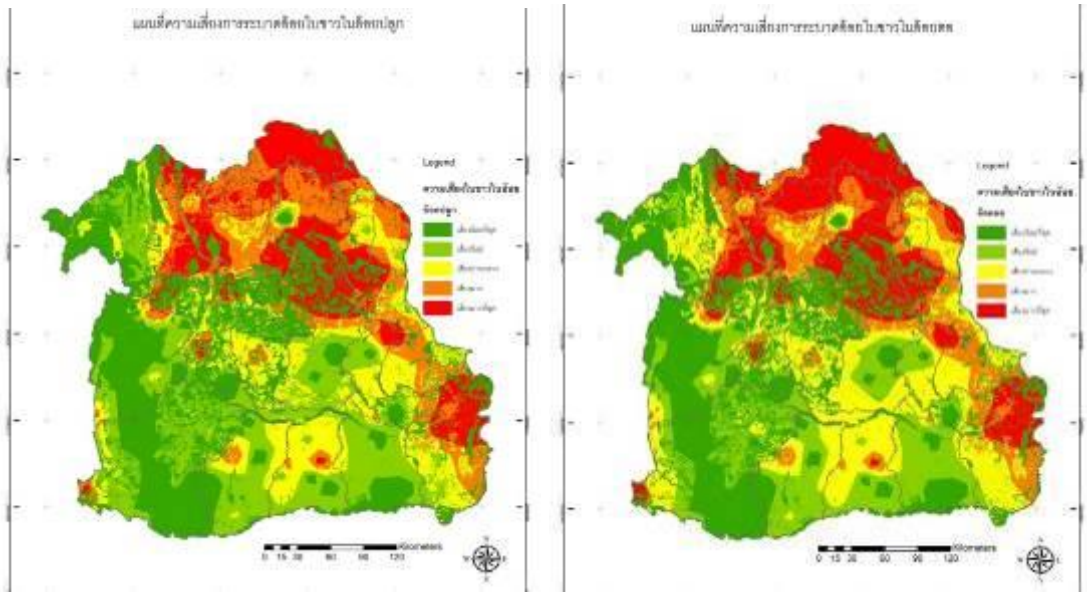


ภาพที่ 4.1.4 ความแปรปรวนเชิงพื้นที่ รวมทุกไตรมาส ข้อมูลช่วงปี พ.ศ.2544-2548



ภาพที่ 4.1.5 ความแปรปรวนเชิงพื้นที่ รวมทุกไตรมาส ข้อมูลช่วงปี พ.ศ.2549-2553

ภาควิชาการเกษตร



(ก) (ข)

ภาพที่ 4.1.6 แผนที่ความเสี่ยงในการเกิดใบขาวในอ้อยปลูก (ก) และอ้อยตอ (ข)

ตารางที่ 4.1.1 จุดเก็บตัวอย่างการเกิดใบขาว

Id	zone	x	y	swl
1	48q	0263917	1832685	1
2	48q	0263957	1834022	1
3	48q	0263987	1835446	1
4	48q	0264132	1836176	1
5	48q	0262087	1836442	1
6	48q	0261168	1837171	1
7	48q	0260887	1837502	1
8	48q	0260117	1836489	1
9	48q	0259564	1836858	1
10	48q	0257038	1836783	1
11	48q	0256191	1837694	1
12	48q	0253419	1840804	1
13	48q	0253090	1839295	1
14	48q	0253237	1838618	3
15	48q	0253237	1838517	4
16	48q	0253812	1836370	1
17	48q	0254631	1835478	5
18	48q	0286287	1848106	1
1	48q	0274837	1875575	1
2	48q	0277996	1877582	1
3	48q	0277556	1877951	1
4	48q	0296397	1876557	1
5	48q	0313762	1945227	1
6	48q	0315592	1962611	1
7	48q	0319351	1971404	1

กรมวิชาการเกษตร

8	48q	0316560	1974441	1
9	48q	0315122	1978328	1
10	48q	0315022	1978479	3
11	48q	0305997	1976886	1
12	48q	0305082	1975709	1
13	48q	0290224	1968307	1
14	48q	0288835	1967930	1
15	48q	0285805	1966028	1
16	48q	0280747	1962221	2
17	48q	0319351	1971404	1
18	48q	0285150	1948823	1
19	48q	0285385	1947434	1
20	48q	0290839	1944965	1
21	48q	0296185	1947971	1
22	48q	0288868	1937385	4
23	48q	0290894	1929985	1
24	48q	0299646	1914330	1
25	48q	0299652	1913583	1
26	48q	0298704	1911052	1
27	48q	0299999	1903609	1
28	48q	0304495	1903968	1
29	48q	0297784	1900501	1

ตารางที่ 4.1.2 ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องจากการสำรวจภาคสนาม

						Classification	Producer Accuracy
	1	2	3	4	5	overall	(Precision)
1	25	7	9	0	0	41	60.98%
2	0	0	1	0	0	1	0%
3	0	0	2	0	0	2	100%
4	0	0	1	1	0	2	50%
5	0	0	0	1	0	1	0%
Truth	25	7	13	2	0	47	
User Accuracy	100%	0	15.39%	50%	nodata		
(Recall) Overall accuracy (OA)	59.57%						
Kappa1:	0.221						

กรมวิชาการเกษตร

4.2 การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว

คณะผู้วิจัย วันทนา เลิศศิริวรกุล ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ศรีสุดา ทิพยรักษ์
เนติรัฐ ชุมสุวรรณ ศุภชัย อติชาติ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา 1 ตุลาคม 2558 – 31 ธันวาคม 2564

1. ผลการปลูกพืชหมุนเวียนตัดวงจรโรคใบขาว

แปลงที่มีโรคใบขาวระบาดมากได้ปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรของโรค ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วพร้า ถั่วมะแฮะ ปอเทือง แล้วไถกลบก่อนปลูกอ้อย โดยปลูกอ้อยตามพืชหมุนเวียน เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2559 ได้เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2561 ผลการปลูกพืชหมุนเวียนต่อผลผลิตอ้อยปลูกและการเป็นโรคใบขาวในอ้อยปลูกจากตารางที่ 4.2.1 พบว่าการปลูกอ้อยตามถั่วลิสงให้ผลผลิตอ้อยปลูกและผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 17.5 และ 2.3 ตันต่อไร่ ตามลำดับ เนื่องจากการปลูกอ้อยตามถั่วลิสงมีจำนวนลำเก็บเกี่ยวสูงที่สุด 10,256 ลำต่อไร่ แม้ว่าการปลูกอ้อยตามถั่วลิสงจะให้ผลผลิตสูงที่สุดแต่อ้อยก็เป็นโรคใบขาวมากที่สุดด้วยโดยพบโรคร้อยละ 1.19 ด้านความหวานสูงที่สุดเป็นการปลูกอ้อยตามถั่วพร้าให้ความหวาน 16.24 ซีซีเอส ถึงแม้ว่าจะให้ความหวานสูงแต่การปลูกอ้อยตามถั่วพร้ากลับให้ผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาลต่ำเพียง 11.8 และ 1.92 ตันต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับโรคใบขาวพบน้อยที่สุดในการปลูกอ้อยตามปอเทือง 0.55% ดังนั้นในอ้อยปลูกปอเทืองจึงเป็นพืชที่มีคุณสมบัติที่จะนำมาปลูกเพื่อตัดวงจรของโรคใบขาวได้ดีเนื่องจากพบโรคใบขาวน้อยกว่าพืชปุ๋ยสดชนิดอื่นๆ

ผลผลิตอ้อยตอ 1 ของการปลูกอ้อยตามด้วยถั่วมะแฮะให้ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 13.21 และ 1.65 ตันต่อไร่ ตามลำดับ เนื่องจากมีจำนวนลำเก็บเกี่ยวสูงที่สุด 9,118 ลำต่อไร่ สำหรับการเป็นโรคใบขาวเมื่อพบโรคใบขาวในอ้อยปลูกได้ทำการขุดกออ้อยทิ้งออกจากแปลง จึงไม่พบกอเป็นโรคใบขาวเพิ่มในอ้อยที่ปลูกตามถั่วลิสงในอ้อยตอ 1 แต่กลับพบโรคใบขาวเพิ่มขึ้นในอ้อยที่ปลูกตามปอเทืองร้อยละ 5.56 ทั้ง ๆ ที่ในอ้อยปลูกปอเทืองพบโรคใบขาวต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.2.2)

2. การใช้พันธุ์สะอาดร่วมกับการจัดสมดุลธาตุอาหาร (แปลงใหญ่)

การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในสภาพไร่ในพื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดน้อย และในพื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดมาก

พื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดน้อย ดำเนินการปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจำนวน 3 แปลง ได้แก่ แปลงที่ 1 ดำเนินการในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นพื้นที่ 2 ไร่ปลูกอ้อยวันที่ 2 พฤศจิกายน 2560 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่ 8 ธันวาคม 2561 และเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 วันที่ 18 ธันวาคม 2562 แปลงที่ 2 ปลูกทดสอบในไร่เกษตรกรอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ปลูกอ้อยวันที่ 16 พฤศจิกายน 2560 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่ 8 มกราคม 2562 เก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 วันที่ 15 มกราคม 2563 และแปลงที่ 3 ปลูกในไร่เกษตรกร อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ ปลูกอ้อยวันที่ 13 พฤศจิกายน 2560 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่ 11 ธันวาคม 2561 และเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 1 วันที่ 23 ธันวาคม 2562

ผลการทดสอบแปลงที่ 1 (ศวร.ขอนแก่น) พบว่าด้านผลผลิตอ้อยปลูกแปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 การใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนผลผลิตอ้อยในแปลงที่ 3 การใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดย Zn ทั้ง 2 อัตราให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน สำหรับในอ้อยตอประสบปัญหาภัยแล้งทำให้ผลผลิตลดต่ำลงมากโดยเฉพาะในแปลงที่ 2 ซึ่งทดลองในพื้นที่ปลูกอ้อยอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ส่วนการเป็นโรคใบขาวแปลงที่ 1 ไม่พบโรคใบขาวทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 แต่พบโรคในแปลงที่ 2 อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น และแปลงที่ 3 อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยพบโรคใบขาวในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 1 แปลงที่ 2 กรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่พบโรคใบขาวร้อยละ 0.63 มากกว่าการใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ที่พบใบขาวร้อยละ 0.36 แปลงที่ 3

พบโรคใบขาวในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ร้อยละ 0.61 มากกว่าการใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ที่พบใบขาวเพียงร้อยละ 0.09 ส่วนในอ้อยตอพบใบขาวเพียงวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ในแปลงที่ 3 โดยพบร้อยละ 0.06 เท่านั้น (ตารางที่ 4.2.3)

พื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดมาก ดำเนินการปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจำนวน 3 แปลง ได้แก่ แปลงที่ 1 ดำเนินการในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นพื้นที่ 2 ไร่ปลูกอ้อยวันที่ 7 พฤศจิกายน 2560 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่ 7 ธันวาคม 2561 แปลงที่ 2 ปลูกทดสอบในไร่เกษตรกรอำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น ปลูกอ้อยวันที่ 5 มกราคม 2561 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่ 30 มกราคม 2562 และแปลงที่ 3 ปลูกในไร่เกษตรกร อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ ปลูกอ้อยวันที่ 8 ตุลาคม 2561 เก็บเกี่ยวอ้อยปลูกวันที่ 14 ธันวาคม 2562 ทั้ง 3 แปลงไม่สามารถเก็บเกี่ยวอ้อยตอได้เนื่องจากประสบภาวะแล้งมีกอตายจำนวนมาก

ผลการทดสอบ พบว่าผลผลิตอ้อยปลูกทั้ง 3 แปลง กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีที่ 2 ที่ใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดย Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการเป็นโรคใบขาวแปลงที่ 1 ไม่พบโรคใบขาว แต่พบโรคในแปลงที่ 2 อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น และแปลงที่ 3 อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ แปลงที่ 2 อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น พบโรคใบขาวเฉพาะกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ร้อยละ 0.09 ส่วนการใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ไม่พบใบขาว และแปลงที่ 3 อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์พบโรคใบขาวในกรรมวิธีใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ร้อยละ 2.0 มากกว่าการใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ที่พบใบขาวเพียงร้อยละ 0.12 (ตารางที่ 4.2.4)

3. การขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาว โดยการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area

แผนการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area แสดงในภาพที่ 4.2.1 โดยการจัดทำแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดรอบที่ 1 ดำเนินการปลูกอ้อยชำข้อเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำนวน 351 ต้น เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2561 โดยใช้ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร ระยะหลุม 0.6 เมตร จำนวน 20 แถวๆ ยาว 12 เมตร ขนาดของพื้นที่ปลูกอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 360 ตารางเมตร ในส่วนของ border area ซึ่งเป็นพื้นที่รอบแปลงอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลูกอ้อยชำข้อจากอ้อยปกติใช้ระยะของ border area 15 เมตรในพื้นที่ 1,530 ตารางเมตร ปลูกเมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2561 เก็บตัวอย่างใบอ้อยทุกต้นส่งวิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมาวันที่ 15 สิงหาคม 2561 ได้รับผลวิเคราะห์วันที่ 19 ธันวาคม 2561 ผลวิเคราะห์แสดงในภาพที่ 4.2.2 ได้ทำการขุดกอที่มีผลวิเคราะห์เป็นรหัสสีส้ม จำนวน 1 กอ และกอเป็นโรคใบขาว จำนวน 1 กอ ทิ้งออกจากแปลง รวม 2 กอ

ผลการตรวจเชื้อโรคใบขาวในอ้อยปลูกแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area รอบที่ 1 พบเชื้อรหัสสีฟ้า จำนวน

184 กอคิดเป็นร้อยละ 52.6 สีเขียว 110 กอ 31.4 สีเหลือง 54 กอ 15.4 และสีส้ม 1 กอ 0.3 ดังภาพที่ 4.2.2

อ้อยตอ 1 ดูแลรักษาแปลง border area รอบที่ 1 โดยกำจัดวัชพืชใส่ปุ๋ยอ้อยตอ และเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมาเพื่อติดตามการติดเชื้อในอ้อยตอประมาณร้อยละ 10 ของจำนวนกอทั้งหมด จำนวน 35 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างจากอ้อยตอที่มีเชื้อตั้งต้นเป็นรหัสสีฟ้าจำนวน 25 ตัวอย่าง และจากอ้อยตอที่มีเชื้อตั้งต้นเป็นรหัสสีเขียวจำนวน 10 ตัวอย่างเพื่อติดตามการถ่ายทอดเชื้อในอ้อยตอจากกอตั้งต้นที่มีเชื้อน้อยมากและกอตั้งต้นที่มีการตรวจพบเชื้อในระดับต่ำเมื่ออ้อยดังกล่าวอยู่ในแปลงปลูกอ้อยเป็นเวลา 1 ปีจะมีปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นหรือไม่ ได้สำรวจกอเป็นโรคใบขาวในอ้อยตอ 1 ที่อายุ 4 เดือนพบกอเป็นโรคใบขาว จำนวน 2 กอ ได้ทำการขุดกอทิ้ง สำหรับผลการตรวจเชื้อโรคใบขาวในอ้อยตอ 1 แปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area รอบที่ 1 จากอ้อยปลูกกอตั้งต้นรหัสสีฟ้า 25 กอ ในอ้อยตอ 1 พบเชื้อรหัสสีฟ้า จำนวน 1 กอคิดเป็นร้อยละ 4 สีเขียว 1 กอ ร้อยละ 4 สีเหลือง 23 กอ ร้อยละ 92 สำหรับอ้อยปลูกกอตั้งต้นรหัสสีเขียว 10 กอ ในอ้อยตอ 1 พบเชื้อรหัสสีเขียว 1 กอ คิดเป็นร้อยละ 10 สีเหลือง 9 กอ คิดเป็นร้อยละ 90 ดังนั้นแม้ว่าในอ้อยปลูกจะมีปริมาณเชื้อระดับสีฟ้าซึ่งถือว่าเป็นแปลงอ้อยที่มีสุขภาพดี เมื่อเป็นอ้อยตอ 1 ก็สามารถตรวจพบเชื้อในระดับสีเหลืองและสีส้มได้มากถึงร้อยละ 92 ในส่วนของการขยายผลได้นำท่อนพันธุ์อ้อยตอ 1 ไปขยายผลการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการปลูกแบบวางลำในไร่เกษตรกร โดยให้เกษตรกรนำไปปลูกในพื้นที่อำเภอน้ำพอง เพื่อใช้เป็นแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรหนองหารจาง ตำบลน้ำพอง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น เมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2563 อ้อยงอกวันที่ 27 มีนาคม 2563 อ้อยปลูกของเกษตรกรมีความงอกดี มีการเจริญเติบโตดี ได้ติดตามแปลงเกษตรกรยังไม่พบโรคใบขาว ได้การติดตามแปลงที่เกษตรกรนำไปปลูกขยายในฤดูปลูกปี 2564 ยังไม่พบโรคใบขาว ผลการดำเนินงานได้แปลงพันธุ์อ้อยสะอาดสำหรับการทำเป็นแปลงพันธุ์หลัก และได้แนวทางการทำแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดมีคุณภาพดีเพื่อขยายพันธุ์ในไร่เกษตรกรต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.2.1 จำนวนลำเก็บเกี่ยว ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล ซีซีเอส และเปอร์เซ็นต์โรคใบขาวที่อายุ 8 เดือน ของอ้อยที่ปลูกตามพืชปุ๋ยสดในพื้นที่โรคใบขาวระบาดมาก

พืชปุ๋ยสด	# ลำเก็บเกี่ยว ต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	เปอร์เซ็นต์โรคใบขาวอายุ 8 เดือน
ถั่วลิสง	10,256	17.5	2.30	13.16	1.19
ถั่วพร้า	7,385	11.8	1.92	16.24	1.11
ถั่วมะแฮะ	8,923	14.3	2.19	15.25	1.04
ปอเทือง	8,821	14.5	2.15	14.80	0.55
เฉลี่ย	**8,846**	**14.5**	**2.14**	**14.86**	**0.97**

ตารางที่ 4.2.2 จำนวนลำเก็บเกี่ยว ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล ซีซีเอส และเปอร์เซ็นต์โรคใบขาวที่อายุ 8 เดือน ของอ้อยตอ 1 ที่ปลูกตามพืชปุ๋ยสดในพื้นที่โรคใบขาวระบาดมาก

พืชปุ๋ยสด	# ลำเก็บเกี่ยว ต่อไร่	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส	เปอร์เซ็นต์โรคใบขาวอายุ 8 เดือน
ถั่วลิสง	7,836	8.01	1.01	12.50	0
ถั่วพร้า	8,667	9.60	1.12	11.62	3.21
ถั่วมะแฮะ	9,118	13.21	1.65	12.52	1.51
ปอเทือง	8,297	11.53	1.45	12.60	5.56
เฉลี่ย	**8,479**	**10.59**	**1.31**	**12.31**	**2.57**

ตารางที่ 4.2.3 ผลผลิต และ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก และอ้อยตอ 1 ของการทดสอบเทคโนโลยีการใช้พันธุ์สะอาดร่วมกับการจัดสมดุลธาตุอาหาร ในพื้นที่ระบาดของโรคใบขาวน้อย

กรรมวิธี	ผลผลิตอ้อยปลูก (ตัน/ไร่)	ผลผลิตอ้อยตอ 1 (ตัน/ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	% ใบขาวอ้อยปลูก	% ใบขาวอ้อยตอ 1	% ใบขาวเฉลี่ย
แปลงที่ 1 (แปลงทดลองใน ศวร.ขอนแก่น)						
กรรมวิธี 1	12.3	5.4	8.9	0	0	0
กรรมวิธี 2	18.1	10.4	14.3	0	0	0
แปลงที่ 2 (อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น)						
กรรมวิธี 1	9.8	4.8	7.3	0.36	0	0.18
กรรมวิธี 2	10.1	5.1	7.6	0.63	0	0.32
แปลงที่ 3 (อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์)						
กรรมวิธี 1	15.4	8.1	11.7	0.61	0.06	0.34
กรรมวิธี 2	15.3	9.3	12.3	0.09	0	0.04

หมายเหตุ :

แปลงที่ 1 กรรมวิธี 1 ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 90 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธี 2 ใส่ปุ๋ย 27-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 90 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 2 กรรมวิธี 1 ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 55 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธี 2 ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 55 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 3 กรรมวิธี 1 ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 52 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธี 2 ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 52 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 4.2.4 ผลผลิต และ เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคใบขาวของอ้อยปลูก ของการทดสอบเทคโนโลยีการใช้พันธุ์สะอาดร่วมกับการจัดสมดุลธาตุอาหาร ในพื้นที่ระบาดของโรคใบขาวมาก

กรรมวิธี	ผลผลิตอ้อยปลูก (ตัน/ไร่)	% ใบขาวอ้อยปลูก
แปลงที่ 1 (แปลงทดลองใน ศวร.ขอนแก่น)		
กรรมวิธี 1	8.7	0.00
กรรมวิธี 2	8.5	0.00
แปลงที่ 2 (อ.เขาสวนกวาง จ.ขอนแก่น)		

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี 1	15.9	0.00
กรรมวิธี 2	15.1	0.09
แปลงที่ 3 (อ.หนองกุงศรี จ.กาฬสินธุ์)		
กรรมวิธี 1	15.5	2.00
กรรมวิธี 2	14.7	0.12

หมายเหตุ :

แปลงที่ 1 กรรมวิธี 1 ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 80 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธี 2 ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 80 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 2 กรรมวิธี 1 ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 52 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

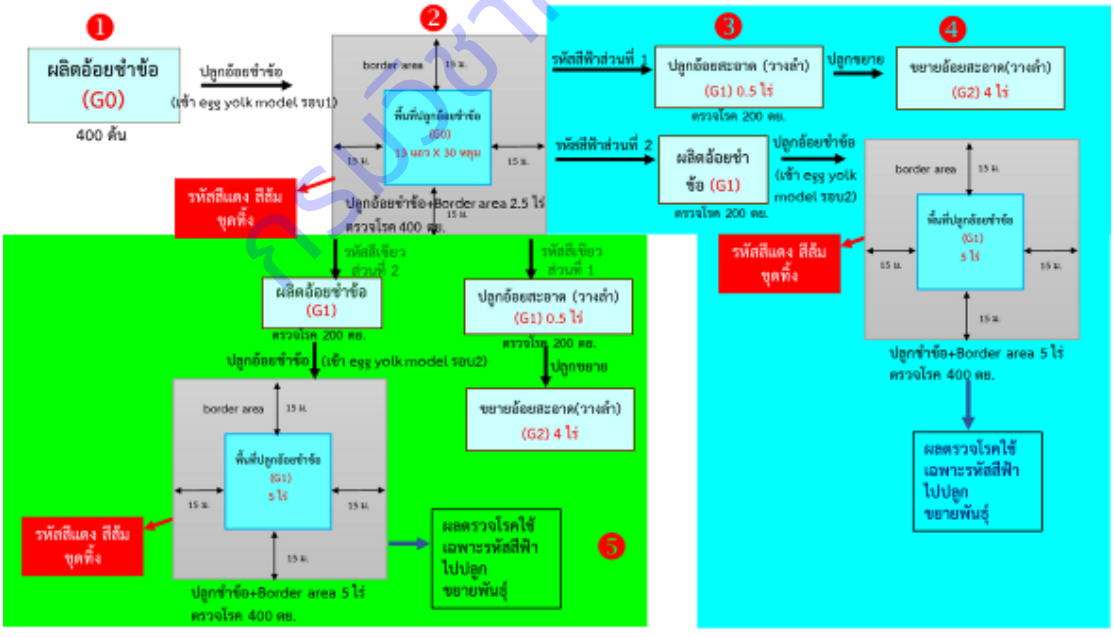
กรรมวิธี 2 ใส่ปุ๋ย 27-9-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 52 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงที่ 3 กรรมวิธี 1 ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 77 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 3.8 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธี 2 ใส่ปุ๋ย 27-6-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + โดโลไมท์ 77 กิโลกรัมต่อไร่ + $ZnSO_4.7H_2O$ 7.6 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 4.2.5 ผลวิเคราะห์ดินแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area รอบที่ 1 และรอบที่ 2 (ระดับความลึก 0-30 ซม.)

แปลงทดลอง	pH (1:1)	EC dS/m	% OM	P mg/kg	K ppm	Ca ppm	Mg ppm
รอบที่ 1	4.7	0.0225	0.43	65	135	152	25
รอบที่ 2 แปลง 1	4.6	0.0288	0.5	83	32	119	3
รอบที่ 2 แปลง 2	4.7	0.0189	0.5	51	33	99	3



ภาพที่ 4.2.1 การจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area

พื้นที่ปลูกอ้อยชำข้อจากอ้อยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

27	54	81	108	135	162	189	216	243	269	296	323	350
26	53	80	107	134	161	188	215	242	268	295	322	349
25	52	79	106	133	160	187	214	241	267	294	321	348
24	51	78	105	132	159	186	213	240	266	293	320	347
23	50	77	104	131	158	185	212	239	265	292	319	346
22	49	76	103	130	157	184	211	238	ใบขาว	291	318	345
21	48	75	102	129	156	183	210	237	264	290	317	344
20	47	74	101	128	155	182	209	236	263	289	316	343
19	46	73	100	127	154	181	208	235	262	288	315	* 342
18	45	72	99	126	153	180	207	234	261	287	314	341
17	44	71	98	125	152	179	206	233	260	286	313	340
16	43	70	97	124	151	178	205	232	259	285	312	339
15	42	69	96	123	150	177	204	231	258	284	311	338
14	41	68	95	122	149	176	203	230	257	283	310	337
13	40	67	94	121	148	175	202	229	256	282	309	336
12	39	66	93	120	147	174	201	228	255	281	308	335
11	38	65	92	119	146	173	200	227	254	280	307	334
10	37	64	91	118	145	172	199	226	253	279	306	333
9	36	63	90	117	144	171	198	225	252	278	305	332
8	35	62	89	116	143	170	197	224	251	277	304	331
7	34	61	88	115	142	169	196	223	250	276	303	330
6	33	60	87	114	141	168	195	222	249	275	302	329
5	32	59	86	113	140	167	194	221	248	274	301	* 328
4	31	58	85	112	139	166	193	220	247	273	300	327
3	30	57	84	111	138	165	192	219	246	272	299	326
2	29	56	83	110	137	164	191	218	245	271	298	325
1	28	55	82	109	136	163	190	217	244	270	297	324

หมายเหตุ : ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยจากการตรวจ

1 = มีเชื้อน้อยมาก (0 - 0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA)
2 = ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ (0.5 - 1 copy/ul in 25 ng plant DNA)
3 = มีเชื้อน้อย (1-10 copy/ul in 25 ng plant DNA)
4 = มีเชื้อระดับปานกลาง (10-100 copy/ul in 25 ng plant DNA)
5 = มีเชื้อสูง (> 100 copy/ul in 25 ng plant DNA)

ภาพที่ 4.2.2 ปริมาณเชื้อโรคใบขาวในอ้อยปลูกแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. การจัดทำแผนที่ความเสี่ยงการระบาดของโรคใบขาวอ้อยโดยใช้ข้อมูลชนิดของเนื้อดิน ความลึกของชั้นดินบน ความแน่นของดิน จากชุดดิน 294 ชุดดินนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการความรุนแรงใบขาวของอ้อย (Y) = 78.7**+27.0(A) **-19.8(B)**-1.6(C) + 0.68(G)** ร่วมกับปริมาณน้ำฝนแล้ววิเคราะห์ข้อมูลเป็นเชิงพื้นที่และเชิงเวลาพบว่าอาการใบขาวอ้อยมีความสัมพันธ์กับการเกิดในพื้นที่สำรวจเมื่อเทียบกับแผนที่ความเสี่ยงการเกิดอาการใบขาวในอ้อย จากการวิเคราะห์ความแม่นยำ พบว่าความถูกต้องแผนที่ความเสี่ยงระดับ ที่ 1 หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดใบขาวน้อยที่สุดหรือไม่เกิดใบขาว มีความแม่นยำ ถูกต้อง 60.98 % ชั้นความเสี่ยงในการเกิดใบขาวระดับที่ 3 มีความแม่นยำถูกต้องต้อง 100% และระดับที่ 4 มีความแม่นยำถูกต้อง 50% ตามลำดับ ส่วนระดับที่ 2 และระดับที่ 5 คือเล็กน้อย และความเสี่ยงรุนแรง มีค่าเป็น 0 โดยมีระดับความแม่นยำถูกต้องรวมอยู่ที่ 59.57 % หากมีการใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมอื่นๆ มาร่วมวิเคราะห์ประกอบจะยิ่งเป็นแนวทางการจัดการอ้อยใบขาวได้ดียิ่งขึ้น ในพื้นที่ ๆมีความเสี่ยงการเกิดใบขาวหากเพิ่มการจัดการน้ำ การจัดการธาตุอาหาร หรืออาจเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นก็จะสามารถลดการระบาดของโรคใบขาวลงได้

2. เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเป็นโรคใบขาว

2.1 การปลูกพืชหมุนเวียนตัดวงจรโรคใบขาว พืชที่มีคุณสมบัติในการใช้เป็นพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรโรคใบขาวเมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์โรคใบขาวและผลผลิตแล้วพบว่า การปลูกอ้อยตามถั่วลิสงพบโรคใบขาวเฉลี่ยต่ำที่สุดร้อยละ 0.6 โดยพบโรคใบขาวในอ้อยปลูกเฉลี่ยร้อยละ 1.19 และไม่พบโรคใบขาวในอ้อยตอ โดยให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอเฉลี่ย 17.5 และ 8.0 ตันต่อไร่ ตามลำดับ พืชที่มีคุณสมบัติในการใช้เป็นพืชหมุนเวียนเพื่อลดการระบาดของโรคใบขาวอีกชนิดหนึ่งคือถั่วมะแฮะ เนื่องจากพบโรคใบขาวในระดับต่ำเฉลี่ยร้อยละ 1.28 โดยพบโรคใบขาวในอ้อยปลูกและอ้อยตอร้อยละ 1.04 และ 1.51 ตามลำดับ และให้ผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอเฉลี่ย 14.3 และ 13.21 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 13.21 และ 1.65 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยหากพบกอเป็นโรคใบขาวควรขุดกออ้อยใบขาวทิ้งออกจากแปลง จึงจะสามารถลดการเป็นโรคใบขาวลงและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยได้

2.2 การใช้พันธุ์สะอาดร่วมกับการจัดสมดุลธาตุอาหาร ในพื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดน้อยควรปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยพบว่าในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นควรใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ควรใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ จึงจะเพียงพอสำหรับการลดความรุนแรงของโรคใบขาวได้ และพื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดมากควรปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยพบว่า ทั้งในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นและจังหวัดกาฬสินธุ์ควรใส่ปุ๋ย N-P-K+Mg+Zn โดยใส่ Zn ในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ จึงจะสามารถลดความรุนแรงของโรคใบขาวได้

2.3 การขยายผลเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาว ในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อยจากแผนที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคขาวสามารถคัดเลือกพื้นที่เพื่อนำไปจัดทำแปลงพันธุ์สะอาดโดยนำเทคโนโลยีการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาที่แม่นยำมาตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวและการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area พบว่า อ้อยที่นำมาปลูกเป็นแม่พันธุ์เป็นอ้อยสะอาดร้อยละ 84 เนื่องจากตรวจพบเชื้อรหัสสีฟ้า(มีระดับเชื้อ 0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA)ร้อยละ 52.6 และสีเขียว(มีระดับเชื้อ 0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA)ร้อยละ 31.4 ตามลำดับ และเป็นอ้อยที่ไม่ควรนำไปทำพันธุ์ร้อยละ 16 เนื่องจากตรวจพบเชื้อรหัสสีเหลือง(มีระดับเชื้อ1-10 copy/ul in 25 ng plant DNA)ร้อยละ 15.4 และสีส้ม(มีระดับเชื้อ 10-100 copy/ul in 25 ng plant DNA)ร้อยละ 0.3 ที่เหลือเป็นกออ้อยตาย ในอ้อยตอมีกอเป็นโรคใบขาว 2 กอคิดเป็นร้อยละ 0.85 เมื่อติดตามการถ่ายทอดเชื้อในอ้อยตอจากกอตั้งต้นที่มีเชื้อน้อยมากและกอตั้งต้นที่มีการตรวจพบเชื้อในระดับต่ำเมื่ออ้อยดังกล่าวอยู่ในแปลงปลูกอ้อยเป็นเวลา 1 ปี จากอ้อยปลูกกอตั้งต้นรหัสสีฟ้า ในอ้อยตอ 1 พบเชื้อรหัสสีฟ้าร้อยละ 4 สีเขียวร้อยละ 4 สีเหลืองร้อยละ 92 สำหรับอ้อยปลูกกอตั้งต้นรหัสสีเขียว ในอ้อยตอ 1 พบเชื้อรหัสสีเขียวร้อยละ 10 สีเหลืองร้อยละ 90 ดังนั้นแม้ว่าในอ้อยปลูกจะมีปริมาณเชื้อระดับสีฟ้าซึ่งถือว่าเป็นแปลงอ้อยที่มีสุขภาพดี เมื่อเป็นอ้อยตอ 1 ก็สามารถตรวจพบเชื้อในระดับสีเหลืองและสีส้มได้มากถึงร้อยละ 92 ขาว สำหรับการถ่ายทอดเชื้อไปยังแปลงอ้อยปลูกใหม่ โดยการใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดจากลำที่มีผลตรวจโรครหัสสีฟ้ามีระดับเชื้อน้อยมาก (0-0.5 copy/ul in 25 ng plant DNA) และรหัสสีเขียวที่ตรวจพบเชื้อในระดับต่ำ (0.5-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) ซึ่งเป็นระดับที่สามารถนำไปทำพันธุ์ได้ เมื่อนำไปทำพันธุ์ปลูกให้ผลวิเคราะห์เชื้อใน

ระดับปลอดภัยต่อการเกิดโรคใบขาวเป็นรหัสสีฟ้าและสีเขียวเฉลี่ยร้อยละ 37 ให้ผลวิเคราะห์เชื้อในระดับเฝ้าระวังไม่ให้เกิดสภาวะเครียดเป็นรหัสสีเหลือง(มีระดับเชื้อ 1-10 copy/ul in 25 ng plant DNA) ร้อยละ 49 และ ให้ผลวิเคราะห์เชื้อในระดับไม่ปลอดภัยต่อการเกิดโรคใบขาวรหัสสีส้ม(มีระดับเชื้อ 10-100 copy/ul in 25 ng plant DNA)ร้อยละ 14 ในส่วนของการขยายผลได้นำท่อนพันธุ์อ้อยตอ 1 ไปขยายผลการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการปลูกแบบวางลำในไร่เกษตรกร โดยให้เกษตรกรนำไปปลูกในพื้นที่อำเภอน้ำพองเพื่อใช้เป็นแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรหนองหารจาง ตำบลน้ำพอง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ได้ติดตามแปลงเกษตรกรยังไม่พบโรคใบขาว และเกษตรกรนำไปปลูกขยายในฤดูปลูกปี 2564 ไม่พบโรคใบขาว

ข้อเสนอแนะ (เชิงการนำไปใช้ประโยชน์ บอกผลลัพธ์ (outcome) ที่มีผลกระทบในทางกว้างที่นำผลผลิตไปใช้ หรือนำไปวิจัยต่อ)

1. สามารถนำไปประยุกต์ใช้วางแผนการเลือกพื้นที่ การจัดการพื้นที่ ตามระดับความรุนแรงของความเสี่ยงในการเกิดใบขาว ใช้เป็นข้อมูลประกอบการเลือกใช้ท่อนพันธุ์สะอาดและหลีกเลี่ยงท่อนพันธ์จากแหล่งที่เสี่ยงโรคใบขาว หากมีการใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมอื่นๆ มาร่วมวิเคราะห์ประกอบสามารถพัฒนาความแม่นยำของแผนที่ความเสี่ยงการเกิดใบขาวในอ้อยได้ดียิ่งขึ้น ในพื้นที่ ๆมีความเสี่ยงการเกิดใบขาวหากเพิ่มการจัดการน้ำ การจัดการธาตุอาหาร หรืออาจเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นก็จะสามารถลดการระบาดของโรคใบขาวลงได้

2. สามารถนำเทคโนโลยีไปปรับใช้ในแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดสำหรับการทำเป็นแปลงพันธุ์หลัก และได้แนวทางการทำแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดมีคุณภาพดีเพื่อขยายพันธุ์ในไร่เกษตรกรต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กนกพร เมาลานนท์ ณัฐกฤต พิทักษ์ วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ ดุจลดา พิมรัตน์ และ สุรีรัตน์ ทองคำ. 2552. ความสูญเสียของผลผลิตอ้อยเนื่องจากโรคใบขาวอ้อย. หน้า 52. *ใน :บทคัดย่อรายงานผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพืชและเทคโนโลยีการเกษตร การทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ* 2552. กรมวิชาการเกษตร.

พรทิพย์ วงศ์แก้ว. 2542. *การจัดการโรคใบขาวของอ้อย*. โครงการจัดการโรคใบขาวของอ้อย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการผลิตและการบริการ. ขอนแก่น พิมพ์พัฒนาจำกัด ขอนแก่น. 228 หน้า.

ยุพา หาญบุญทรง และ ทนุธรรม บุญฉิม. 2559. พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของเพลี้ยจักจั่นพาหะนำโรคใบขาวอ้อย. แก่นเกษตร 44 ฉบับพิเศษ 1 :2559 73-79.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย และ สุนี ศรีสิงห์. 2557.การศึกษาวิธีการตรวจวินิจฉัยเชื้อด้วย reverse transcriptase และการหาปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวในอ้อยด้วย real time PCR. ใน : รายงานไตรมาส 2 ประจำปี 2557. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558. วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบ

ขาวของอ้อยด้วยเทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 69-89.

ศุภชัย อติชาติ นฤทัย วรสถิตย์ รพีพร ศรีสถิต และ กุศล ถมมา . 2555. การศึกษาและวิเคราะห์ความเสี่ยงและหาพื้นที่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด กรมวิชาการเกษตร 2555:

ศุภชัย อติชาติ นฤทัย วรสถิตย์ รพีพร ศรีสถิต และ กุศล ถมมา . 2556. การศึกษาความแปรปรวนของช่วงฤดูฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 1 : (2556).. 346-351.

ศุภชัย อติชาติ .2558 การประเมินความเหมาะสมที่ดินและจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับยางพารา อ้อย และมันสำปะหลังพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน รายงานโครงการวิจัยสิ้นสุด กรมวิชาการเกษตร : 2558

Kobori, Y., S.Ando. M.M. Thein, Y.Hanboonsong. 2015. Movement ability of vector insects of sugarcane white leaf disease. In: Annual Report 2015 (Apr.2015-Mar.2016) Japan International Research Center for Agricultural Sciences. P.50-51.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 5
การกำจัดเชื้อสาเหตุโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อย

Elimination of white leaf disease causal agent in sugarcane tissue

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วีรกรณ์ แสงไสย์ อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์
Suchirat Sakuanrungsirikul, Werakorn saengsai, Amarawan Tippayawat,
วันทนา เลิศศิริวรกุล ปิยะรัตน์ จังพล ภาคภูมิ ถิ่นคำ
Wantana Lertsiriworakul, Piyarat Jungpol, Pakphum Thinkum
ชยันต์ ภักดีไทย รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์
Chayan Pakdeethai, Raweewan Chuekittisak

คำสำคัญ

อ้อย วิธีตรวจเชื้อ การขยายพันธุ์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ไฟโตพลาสมา เชื้อแบคทีเรีย การจำแนกเชื้อ HRM อาการเส้นกลางใบเหลือง ปริมาณเชื้อ การแยกขยาย โรคอ้อย โรคใบลวก โรคเหี่ยว โรคใบจุด โรคราสนิม การติดโรคซ้ำซ้อน SCWL, SCGS, SCGGS, M13-tagged two step PCR, IMP, tolerance threshold, การจัดระดับความรุนแรงของโรค, RT-PCR, nested-PCR, LAMP, การกำจัดเชื้อ การฉายรังสี รังสีแกมม่า สภาพแวดล้อม การชักนำอาการใบขาว การเปลี่ยนปลงทางชีวเคมี สภาวะเครียดออกซิเดชั่น การถ่ายเชื้อไฟโตพลาสมา, อ้อยตอ การเกิดอาการใบขาว ตู้ควบคุมการเจริญเติบโต

Key words

Sugarcane, disease detection method, propagation, tissue culture, phytoplasma, disease identification, HRM, yellow midrib syndrome, disease concentration, subculture, sugarcane disease, leaf scald, wilt, leaf spot, leaf rust, multiple infection, SCWL, SCGS, SCGGS, M13-tagged two step PCR, IMP, tolerance threshold, disease severity ranking, RT-PCR, nested-PCR, LAMP, disease elimination, radiation, gamma radiation, environment, disease symptom induction, biochemical change, oxidation stress, phytoplasma transfer, ratoon cane, white leaf expression, growth chamber.

สงวนลิขสิทธิ์

บทคัดย่อ

การแสดงอาการใบขาวในอ้อยพบว่าเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ความแข็งแรงของต้น และสภาพแวดล้อม จากการศึกษาผลของปริมาณเชื้อและสภาวะแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวระดับต่างๆ ในสภาพควบคุมด้วยการใช้ภาวะร้อนและแล้งในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ (33-39°C) ความชื้นสัมพัทธ์ (60%) ความเข้มแสง (20,000 LUX) และเวลาส่องสว่าง:มืด (14:10 ชม.) ไม่ให้น้ำระหว่างทดสอบเป็นเวลา 4 วัน แล้วทำการฟื้นต้น พบว่าปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาตั้งแต่ 100 copy/ul ในดีเอ็นเออ้อย 25 ng สามารถชักนำอาการใบขาวในอ้อยได้ ส่วนปริมาณเชื้อ 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng หรือน้อยกว่า ไม่แสดงอาการใบขาว ในกลุ่มต้นที่มีเชื้อน้อยกว่า 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng พบว่าหน่อใหม่ที่งอกมีสีเขียว ส่วนกลุ่มที่มีเชื้อระดับมากกว่า 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng จะให้หน่อเป็นต้นใบขาว อ้อยที่ติดเชื้อใบขาวระดับสูงพบว่ามีสภาวะเครียดออกซิเดชั่นสูง และความแตกต่างของชุดดินมีผลต่อสภาวะเครียดและปริมาณเชื้อใบขาวในอ้อย โดยพบว่ากลุ่มต้นที่ปลูกในหน้าดินจากชุดดินวาริน มีปริมาณเชื้อสูงกว่ากลุ่มต้นที่ปลูกในหน้าดินจากชุดดินกำแพงแสน การทดสอบในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีเชื้อใบขาวในระดับต่ำกว่า 0.5-10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng ในสภาพแวดล้อมต่างๆ 5 แหล่ง ได้แก่ ศวพ. บุรีรัมย์ แปลงเกษตรกรในอำเภอลำปลายมาศ ศวพ. สุรินทร์ ศวพ.โนนสูง และ ศวพ. ศรีษะเกษ ไม่พบอาการใบขาวในอ้อยปลูก ดังนั้นระดับปริมาณเชื้อที่ควรใช้ในการคัดกรองต้นแม่พันธุ์ควรอยู่ที่ระดับต่ำกว่า 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng สำหรับการขยายพันธุ์สะอาด รวมทั้งเป็นระดับที่ใช้ควบคุมการระบาดของโรคใบขาวได้

การศึกษาถึงการเพิ่มของปริมาณเชื้อใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อยทำการศึกษาใน 2 สภาวะ ได้แก่ (1) ในสภาพไร่ จากการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้อยที่ปลูกในแปลง ศวร.ขก. ที่ไม่ได้ใส่ปัจจัยอื่นนอกจากให้น้ำในช่วงหน้าแล้ง และอ้อยแสดงภาวะเครียดจากการขาดน้ำ พบว่าเชื้อใบขาวมีการเพิ่มปริมาณสูงขึ้นภายในต้นเมื่อเข้าสู่หน้าแล้งและเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่อเข้าสู่หน้าฝน โดยในช่วงเริ่มต้น (พ.ย. ถึง ธ.ค.) มีต้นที่มีเชื้อระดับปลอดภัย (สีฟ้าและสีเขียว) เป็นจำนวนร้อยละ 65 และ 72 ตามลำดับ และสีเหลืองร้อยละ 35 และ 28 ตามลำดับ ในช่วงฤดูร้อน (มี.ค.) มีปริมาณเชื้อระดับสีเหลืองเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 74 และเมื่อเข้าสู่หน้าฝนมีต้นที่มีต้นที่มีปริมาณเชื้อเข้าสู่ระดับสีส้มร้อยละ 16 ส่วนต้นที่มีเชื้อในระดับปลอดภัยลดลงเหลือเพียงร้อยละ 10แสดงให้เห็นว่าเชื้อใบขาวมีการเพิ่มปริมาณภายในต้นตามการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเมื่อนำต้นระดับปริมาณเชื้อสีส้มนี้ไปปลูกขยาย จะได้เป็นต้นใบขาว (2) ในสภาพการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ผลการตรวจปริมาณเชื้อใบขาวในต้นอ่อนอ้อยที่ขยายพันธุ์ในรุ่น 1 ถึง 7 พบว่าเชื้อไฟโตพลาสมามีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามจำนวนรุ่นที่ขยาย โดยพบว่าในรุ่นที่ 1-3 มีต้นที่มีเชื้ออยู่ในระดับรหัสสีเขียวร้อยละ 50-94 ส่วนในรุ่นการขยายที่ 4- 6 พบว่าเชื้อมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นภายในต้น โดยมีมีสัดส่วนของต้นที่มีปริมาณเชื้อในระดับสีเหลืองร้อยละ 60-94 จากการตรวจวิเคราะห์พบว่าเชื้อมีการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอภายในเนื้อเยื่อทำให้ประชากรต้นอ่อนที่ได้จากการขยายเพิ่มปริมาณจากต้นแม่ มีปริมาณเชื้อภายในประชากรแปรปรวนสูง ดังนั้นในการขยายพันธุ์อ้อยปลอดเชื้อด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำเป็นต้องมีการตรวจเชื้อเพื่อคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อสำหรับการขยายในรุ่นต่อมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรุ่นที่ 2 และไม่ควรขยายพันธุ์เกิน 3 -4 รุ่น ซึ่งพบว่าต้นที่ขยายในรุ่นที่ 5 มีลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ แคระแกร็น ไม่เหมาะสมต่อการนำไปปลูกขยาย

โรคใบขาวอ้อยนอกจากแสดงอาการใบขาวแล้ว ยังพบว่าอาการเส้นกลางใบเหลืองเป็นอาการหนึ่งของโรคใบขาว ซึ่งถูกเข้าใจว่าเป็นการขาดธาตุอาหารและนำต้นที่มีอาการเหล่านี้ไปขยายพันธุ์ ในสภาพปลูกที่ไม่เหมาะสม จะแสดงอาการใบขาวได้ ผลจากการศึกษาอุบัติการณ์การตรวจพบเชื้อโรคใบขาวอ้อยที่มีอาการร่วมกับเส้นกลางใบเหลือง จากการสำรวจในแหล่งปลูกอ้อย 7 จังหวัด ทั้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกของไทย สามารถสำรวจและรวบรวมตัวอย่างอ้อยที่มีอาการคล้ายโรคนี้ได้ทั้งสิ้น 240 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินจำนวนทั้ง 7 จังหวัด ผลการตรวจวิเคราะห์ดินจากแปลงที่สำรวจ พบว่า จังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี และนครสวรรค์ ระดับ pH ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สูงส่วนจังหวัดกาญจนบุรีมีปริมาณเหล็กที่ต่ำ ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยของแต่ละจังหวัดอยู่ที่ระดับปกติ การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาจากตัวอย่างใบด้วยเทคนิค Nested-PCR มีตัวอย่างที่ให้ผลบวก คิดเป็นร้อยละ 95 ซึ่งส่วนใหญ่มีการติดเชื้อไฟโตพลาสมาในปริมาณที่สูง ตั้งแต่ระดับสีแดง (>1,000 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) จนถึงระดับสีเหลือง ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ พบว่าทั้งหมดเป็นเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ Sugarcane green grassy shoot (SCGGS), Sugarcane grassy shoot (SCGS) และ Sugarcane white leaf (SCWL) ดังนั้นอาการเส้นกลางใบเหลืองนี้จึงเป็นอาการหนึ่งของโรคอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา ซึ่งไม่ควรนำไปขยายพันธุ์

การหาแนวทางกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในเนื้อเยื่ออ้อย ทำการศึกษาใน 2 แนวทาง ได้แก่ (1) การหาเชื้อปฏิปักษ์ต่อเชื้อใบขาว พบว่าเชื้อกลุ่ม Xanthomonas สาเหตุโรคใบลวก ทำให้มีต้นที่แสดงอาการใบขาวลดลง จากการปลูกเชื้อ Xanthomonas sp สาเหตุโรคใบลวก 5 ไอโซเลต ในต้นกล้าพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการติดโรคใบขาว พบว่า isolate B และ D มีแนวโน้มของเชื้อใบขาวลดลงหรือคงตัว ซึ่งอาจนำไปพัฒนาต่อเป็นสารกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในเนื้อเยื่อได้ แนวทางที่ (2) การฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลัน พบค่า LD_{50} ของระดับปริมาณรังสีในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ 47 Gy โดยระดับรังสีที่ 90 Gy ขึ้นไป ต้นตายทั้งหมด และที่ 30 Gy มีการเจริญเติบโตปกติ การทดสอบในอ้อยที่ติดโรคใบขาวพบว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ฉายรังสีมีการแสดงอาการใบขาวมากกว่ากลุ่มฉายรังสี (60.8% และ 14.3% ตามลำดับ) และที่ 5 เดือนหลังปลูกพบว่ากลุ่มควบคุมมีต้นที่มีเชื้อสูงและแสดงอาการใบขาวมากกว่าในกลุ่มฉายรังสี จากการศึกษาพบว่าระดับปริมาณเชื้อในเนื้อเยื่ออาจมีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้รังสี รังสีที่ระดับ 20-60 Gy อาจสามารถกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาที่มีปริมาณในระดับ 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng หรือน้อยกว่าได้ ในขณะที่เชื้อในระดับ 1-10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ฉายและไม่ฉายรังสี

วิธีการตรวจเชื้อใบขาวในปัจจุบันยังมีปัญหาความล่าช้า ความไว ความแม่นยำของวิธีการและราคาแพง ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการใหม่ 4 วิธีการ เป็นวิธีการในการตรวจโรคใบขาว 3 วิธีการ และวิธีการในการตรวจการติดเชื้อซ้ำซ้อนอีก 1 วิธีการ การพัฒนาเทคนิคใหม่ M13-tagged two-steps-PCR เพื่อทดแทนวิธี nested-PCR ที่ใช้เวลานานและราคาสูงในการตรวจโรคใบขาว พบว่าวิธีใหม่มีความไวสูงขึ้นกว่า PCR ทั่วไปแต่น้อยกว่าวิธี nested-PCR ใช้เวลาและค่าใช้จ่ายลดลงเท่าตัว การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่ในการตรวจยีน Immunodominant protein (IMP) สำหรับการตรวจระดับปริมาณเชื้อใบขาวด้วย qPCR เพื่อทดแทนเครื่องหมายโมเลกุลเดิมที่มีปัญหา พบว่ามีความจำเพาะต่อชนิดของเชื้อใบขาวสูง ทำให้ตรวจวัดปริมาณเชื้อด้วย qPCR ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น การพัฒนาเทคนิคตรวจโรคใบขาวที่ง่ายและรวดเร็ว ด้วยเทคนิค LAMP พบว่าเป็นเทคนิคที่มีความไวสูง ใช้เวลาในการตรวจเพียง 2 ชั่วโมง ประหยัด ใช้เครื่องมือจำนวนน้อย และง่ายต่อการปฏิบัติ

สามารถนำไปใช้ในการตรวจโรคใบขาวได้ในห้องปฏิบัติทั่วไป ในตัวอย่างอ้อยที่มีการติดเชื้อแบคทีเรียอื่นซ้ำซ้อนบางชนิดพบว่ารบกวนผลการตรวจหาเชื้อโรคใบขาว ทำให้แปลผลผิดหรือไม่สามารถอ่านผลได้ การตรวจแยกเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีดั้งเดิมใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 14 วัน การพัฒนาวิธีการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียแบบใหม่ด้วยเทคนิค High-Resolution Melting (HRM) พบว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสามารถตรวจจำแนกชนิดของเชื้อที่ซ้ำซ้อนอยู่กับโรคใบขาวได้อย่างรวดเร็วภายในเวลา 1 วัน ผลการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลจากยีน 16S-23S rDNA (p210/p1370) พบว่าสามารถตรวจเชื้อและจำแนกเชื้อจากตัวอย่างอ้อยได้อย่างน้อย 8 ชนิด สามารถตรวจวิเคราะห์ได้หลายตัวอย่างต่อครั้ง โดยมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียต่ำที่สุดที่สามารถตรวจสอบได้ คือ 0.1% ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลตัวอย่างอ้อยที่มีการติดเชื้อซ้ำซ้อนได้ง่ายและรวดเร็ว

ABSTRACT

In the plant tissues, white leaf symptom expression was found to be the association between pathogen doses, plant health and environment. Investigation on the impact of pathogen doses and growing environment to white leaf symptom expression conveyed in sugarcane var. KK3 harbored different white leaf phytoplasma concentration and growing in control environment chamber programmed at 33-39°C, 60% RH, 20,000 LUX, 14:10 hr light: dark, no watering, 2 and 4 days, followed by watering for recovery. The result showed that some samples in the plant group harboring phytoplasma concentration at 100 copies showed transient white leaf symptom, while those with phytoplasma concentration at 10 copy and less, did not show white symptom in the leaf. The new shoots emerged from plant samples harbored phytoplasma concentration at less than 1 copy revealed green while some of those with concentration higher than 1 copy produced shoots with white symptom. Sugarcane infected with high loading of phytoplasma showed oxidation stress. It was found that different soil series affecting stress condition and phytoplasma concentration in sugarcane. In the experiment of planting sugarcanes in the surface soil collected from two different soil series revealed that sugarcane planting in the Warin series harbored higher phytoplasma loads than those planting in Kamphaeng Saen series. No white leaf symptom observed in the sugarcane var KK3. harbored phytoplasma concentration at < 0.5-10 copy planted in 5 different planting areas located in Buri-rum research center, farmer's field at Lamplaimas, Surin research center, Nonsoong research center and Sri-saket research center. Hence, the phytoplasma concentration at less than 10 copies can be used as threshold accepted for field disease surveillance threshold, while at less than 1 copy should be used as screening threshold of healthy seed canes.

The investigation on the increase of phytoplasma concentration in plant tissues were conveyed in 2 different conditions, i.e. field and tissue culture. (1) The experiment in sugarcane population planted in field condition without soil supplement but irrigation during drought season, revealed severe drought stress. The

analysis of phytoplasma in leaves of those plants revealed that concentration increased during summer and proliferate higher during rainy season along with plant growth. The plant population harbored phytoplasma concentration in blue and green codes at the onset were at 65% and 72%, respectively in November to December, and yellow code at 35 % and 28 %, respectively. In summer (March) plants with yellow code were increased to 74%. During rainy season, 16% of the population was classified in orange code level while the green code population were at 10%. This result indicated that phytoplasma proliferate in the plant tissues as plant grows. Propagation of these infected plants harbored orange code level phytoplasma resulted plant with white leaf symptom. (2) The detection of phytoplasma in sugarcane propagated by tissue culture in 7 subcultures samples revealed phytoplasma proliferation along with the consecutive subculturing. Plant tissues derived from subculturing generation 1 to 3 harbored 50%-94% green code population, while subculturing generation 4 to 6 showed population harbored higher phytoplasma concentration with yellow code at 60% to 94%. It was found that phytoplasma distribute unevenly in the plant tissues thus resulted in plantlet population harbored different phytoplasma concentrations. Therefore, screening for phytoplasma free mother plantlet is essential, especially at the subculture generation 2. The subculturing should not more than 3 to 4 generations as further subculture to 5 generation resulted in weakening and stunting plantlets.

Yellow midrib syndrome was recognized as malnutrition in sugarcane. However, it was found that sugarcane with yellow midrib syndrome is mild symptom of sugarcane infected with phytoplasma. Planting of these plants in the unfavorable condition will result in plant with white leaf. 240 leaf samples including surrounding soils were collected in the surveying of sugarcane with yellow midrib syndrome in 7 provinces in the major sugarcane planting areas in the northeast, central and west. Soil analysis of the survey plots revealed that Kanchanaburi, Suphanburi and Nakhonsawan provinces showed high level of pH, P, K, while the soil from Kanchanaburi plot showed low Fe levels. Nutrient analysis of all sugarcane leaves in each province were at normal levels. 95% of the samples were positive for phytoplasma detected by nested-PCR, ranking in high phytoplasma concentration of over 1000 copies (red code) to low ranking at yellow code. Nucleotide analysis of all samples revealed 3 phytoplasmas i.e., sugarcane green grassy shoot (SCGGS), sugarcane grassy shoot (SCGS) และ sugarcane white leaf (SCWL). It is thus concluded that the yellow midrib syndrome in sugarcane is a mild symptom of phytoplasma infected diseases and not recommended for propagation

The study on disease elimination in plant tissues was conveyed in 2 approaches. (1) The surveyed for a potential bacterial antagonist to control

phytoplasma in plant tissues revealed that inoculation of *Xanthomonas albilicans*, the causative pathogen of sugarcane leaf scald isolate B and D (out of 5 isolates), resulted in reduction or stabilized the number of plants with white leaf symptom. This finding can lead to further development of antibiotic to suppress phytoplasma in plant tissue. (2) The study on acute gamma irradiation in sugarcane var KK3 bud setts revealed the LD_{50} 47 Gy. Irradiation at 90 Gy was the lethal dose while 30 Gy was not effective in KK3. In the control group, 60.8% of the population showed white leaf symptom while 14.3% were found in the irradiation group. More plants with white leaf emerged in the control group at 5 months after planting than in the irradiation groups. It was found that effectiveness of the irradiation affected by phytoplasma concentration in the plant tissues. Irradiation at 2 0 -6 0 Gy were effective for phytoplasma in the concentration of less than 1 copy while no different between plant harbored phytoplasma at 1-10 copies.

The phytoplasma detection techniques though highly sensitive but are still having underlining problem on the slowness, sensitivity, precision and cost. Four new detection techniques were developed in this project for precise white leaf disease detection and bacterial multiple infection in sugarcane. M1 3 -tagged two-steps-PCR was developed as a high sensitivity method. It was found that this method using shorter manipulation time and lower cost by half but not as highly sensitive as the nested-PCR. The new markers developed for the Immunodominant protein (IMP) was found more accurate quantification of phytoplasma in qPCR than the marker of 16rDNA based. LAMP detection techniques were developed as the fast, simple and low cost for white leaf disease detection. It was found that this technique was highly accurate and sensitive with manipulation time at less than 2 hours. This technique can be used in the common laboratory without requiring sophisticated molecular equipment sets. Detection of white leaf disease samples collected from field are often interfering with bacterial multiple infection that misleading the PCR detection result. In general, the isolation and identification of bacteria requires more than 14 days by conventional method. The new bacterial detection method by High-Resolution Melting (HRM) technique was developed that can be used to successfully identifying of bacterial multiple infection in 1 day. The molecular marker based on 16S-23S rDNA (p210/p1370) was able to identify at least 8 bacterial species in sugarcane with lowest concentration of 0.1%. This technique is proved to be used as fast, robust and sensitive technique for sugarcane with mixed bacterial infection.

บทนำ

เชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยอาศัยได้ในเซลล์ที่ระบบท่ออาหารพืชเท่านั้น ไม่สามารถอาศัยอยู่ภายนอกพืชได้ และไม่สามารถเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ได้ การกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาจากเนื้อเยื่ออ้อยพบว่ายังไม่มีวิธีที่มีประสิทธิภาพ การแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงพบว่าไม่สามารถกำจัดเชื้อนี้ได้ การใช้สารปฏิชีวนะหลายกลุ่มพบว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและไม่สามารถกำจัดเชื้อได้หมดสิ้น แต่สามารถลดเชื้อลงได้ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับการใช้สารในกลุ่ม Biocide (ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล, 2558ก)

การป้องกันโรคใบขาวโดยใช้พันธุ์อ้อยปลอดโรค โดยนิลุบล ทวีกุล และคณะ (2552) ได้ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาว ทั้งในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจนถึงแปลงผลิตท่อนพันธุ์ รวมถึงติดตามการปลอดโรคของอ้อยในสภาพแปลงปลูก ในเขตจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี นครสวรรค์ ระหว่างปี 2547-2552 พบว่าการผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาวควรมีแปลงแม่พันธุ์ที่ปลูกจากกล้าอ้อยปลอดโรคในโรงตาข่ายกันแมลง การแยกหน่อที่อายุ 60-85 วัน ช่วยขยายพันธุ์ได้เร็วขึ้นไม่ต่ำกว่า 10 เท่า การใช้พันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาว ร่วมกับการเฝ้าระวังกำจัดต้นที่ติดโรคใหม่ การปลูกพืชหมุนเวียนตัดวงจรโรคและการปรับปรุงบำรุงดินให้สมบูรณ์ เพื่อให้ต้นอ้อยแข็งแรง ทำให้ลดความรุนแรงของโรคใบขาวได้และการลดปริมาณเชื้อโรคใบขาวที่ติดมากับท่อนพันธุ์สามารถทำได้โดยการแช่ท่อนพันธุ์ในน้ำร้อน โดย รังษี และคณะ (2552) รายงานว่าการแช่ท่อนพันธุ์ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 52 องศา 2 ครั้ง สามารถกำจัดเชื้อที่ติดมากับท่อนพันธุ์ได้ดี ส่วนการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และเป็นที่ต้องการของเกษตรกร สำหรับการส่งเสริมการเจริญเติบโตของอ้อยมีรายงานเบื้องต้นว่า การใช้ธาตุอาหารรองบางชนิดสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยที่ติดเชื้อได้

ปัจจุบันแม้พบว่าการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเทคนิคหนึ่งในการสร้างต้นพันธุ์พืชที่ปลอดเชื้อด้วยการใช้ชิ้นส่วนที่ไม่มีเชื้อมาขยายเพิ่มปริมาณ แต่ในการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมักประสบปัญหาบางส่วนเกิดการติดโรคใบขาวแบบแฝงและแสดงอาการในโรงเรือนหรือในไร่ซึ่งอาจพบได้ในรุ่นอ้อยปลูกและส่วนใหญ่มักพบในรุ่นอ้อยตอ อาจพบเป็นบางต้นหรือพบแสดงอาการพร้อมกันทั้งแปลง แม้จะเป็นในส่วนเนื้อเยื่อที่มีการรายงานศึกษาแล้วว่าเป็นตำแหน่งที่ปลอดจากเชื้อชนิดนี้แล้ว และผ่านการสุ่มตรวจเพื่อคัดกรองโรคแล้วก็ตาม แต่ด้วยเหตุที่เชื้อไฟโตพลาสมามีการกระจายตัวอย่างไม่สม่ำเสมอภายในต้นอ้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่เชื้อมีปริมาณต่ำมาก ทำให้ความแม่นยำในการตรวจพบเชื้อต่ำไปด้วย จึงอาจมีตำแหน่งของชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่เล็ดลอดการตรวจและถูกนำไปขยายเพิ่มปริมาณในขบวนการแยกขยายต้น องค์ประกอบหลักในการเกิดเหตุการณ์นี้ประกอบไปด้วยวิธีการสุ่มตรวจชิ้นส่วนที่เป็นตัวแทนที่ดีของการนำไปเพิ่มขยายปริมาณต่อ และความไวของวิธีการที่ใช้ในการตรวจเชื้อ การตรวจคัดกรองเชื้อที่ครอบคลุมขบวนการเพิ่มขยายปริมาณ น่าจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดการแพร่ขยายของต้นที่ติดเชื้ออาการแฝงได้

การเกิดการติดเชื้อกลับขึ้นมาอีกในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการรายงานแล้วในหลายงานวิจัย การศึกษาทั้งหมดดำเนินการในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเซลล์สัตว์ (mammalian cell lines) (Robinson et al., 1956) ยังไม่มีการรายงานการศึกษาในเซลล์พืช พบว่า Mycoplasma เป็นแบคทีเรียหลักที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน และสร้างความเสียหายอย่างมากต่อการวิจัยด้านชีวเภสัชภัณฑ์ (Biopharmaceutical products) (Armstrong et al., 2010) โดยตรวจพบการติดเชื้อได้ตั้งแต่ 10 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในตัวอย่างเนื้อเยื่อที่ทำการขยาย (Olarerin-George and Hogenesch, 2015; Young et al., 2010) และได้มีการพัฒนาเทคนิคการตรวจคัดกรองที่มีความไวสูงแต่เป็นชนิดที่

ตรวจเชื้อได้กว้าง (universal) เพื่อให้ตรวจคัดกรองเชื้อได้หลายชนิดอย่างมีประสิทธิภาพ (Jean et al., 2017) จากรายงานของ (Wongkaew and Fletcher (2004) พบว่าเชื้อ sugarcane white leaf phytoplasma (SCWL) ยังสามารถตรวจพบได้ในเนื้อเยื่ออ้อยที่ได้จากการขยายพันธุ์อ้อยติดเชื้อ SCWL เป็นเวลานานถึง 6 ปี ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยตรวจด้วยเทคนิค PCR แสดงให้เห็นว่าเชื้อไฟโตพลาสมาสามารถอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่ออ้อยในสภาพการเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์

เชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยในประเทศไทยพบว่ามี 3 ชนิด คือ เชื้อโรคใบขาวอ้อย (sugarcane white leaf: SCWL) เชื้อโรคใบขาวร่วมกับอาการกอฝอย (sugarcane grassy shoot: SCGS) และ เชื้อโรคกอตะไคร้ (sugarcane green grassy shoot : SCGGS) โดยสองชนิดแรกทำให้อ้อยมีอาการใบขาวและมีการแตกกอฝอย ส่วนชนิดที่สามไม่มีอาการใบขาวแต่มีการแตกกอฝอยคล้ายกอตะไคร้ เชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาว (SCWL) และ เชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวร่วมกับอาการกอฝอย (SCGS) จัดอยู่ในกลุ่ม 16SRXI ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับโรคเหลืองเตี้ยข้าว (Rice yellow dwarf disease) เชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยทั้งสองชนิดนี้มีลำดับนิวคลิโอไทด์ของยีน 16S-23S rDNA ที่เหมือนกันค่อนข้างมาก (ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และคณะ, 2555, Sakuanrungsirikul et al., 2013) โดยอาการใบขาวจัดเป็นอาการหลักในการระบุการติดเชื้อนี้ ปัจจัยที่ทำให้อ้อยแสดงอาการใบขาว จากการศึกษาของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นพบว่า ประกอบด้วยปัจจัยหลัก คือ ปริมาณเชื้อโรคใบขาว ความสมบูรณ์ของต้นอ้อย และสภาพแวดล้อมในปีที่มีช่วงแล้งนานกว่าปกติ จะเกิดใบขาวมาก และกลุ่มดินทรายมักพบต้นที่มีอาการใบขาวได้มากกว่าในกลุ่มดินที่มีความอุดมสมบูรณ์แม้บางต้นจะมีปริมาณเชื้อสูงเช่นกันจากการศึกษาของ กอบเกียรติและคณะ (2553) ที่ดำเนินการที่แปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น โดยใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่ากลุ่มต้นอ้อยที่ไม่ให้น้ำแสดงอาการใบขาวมากกว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำ แม้ว่าในกลุ่มต้นที่ไม่มีอาการใบขาวจะมีปริมาณเชื้อสูงใกล้เคียงกับต้นที่แสดงอาการใบขาวก็ตามและจากการศึกษาเบื้องต้นของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2557ก) พบว่าต้นอ้อยที่แสดงอาการใบขาวมีค่าสารโพรลีนสูงมากกว่าต้นที่ไม่แสดงอาการ 2-3 เท่า แสดงให้เห็นว่าอ้อยใบขาวแสดงสภาวะขาดน้ำภายในเซลล์สอดคล้องกับรายงานของ กอบเกียรติและคณะ (2553) ซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำในใบอ้อยที่แสดงอาการขาวมีน้อยกว่าในใบที่ไม่มีอาการประมาณ 2 เท่าด้วยจากข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการใบขาวแม้จะมีปริมาณเชื้อสูงในระดับใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่าอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาวจะมีภาวะเครียดออกซิเดชั่น โดยตรวจพบกิจกรรมเอ็นไซม์ที่อยู่ในขบวนการออกซิเดชั่นสูงในต้นที่มีการติดเชื้อใบขาวในปริมาณสูง เมื่อเทียบกับต้นที่มีปริมาณเชื้อในระดับที่ต่ำ อีกทั้งยังว่าระดับปริมาณเชื้อใบขาวภายในต้นมีผลต่อการแสดงอาการใบขาว (ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล, 2561) ในสภาวะที่อ้อยมีการติดเชื้อใบขาวในปริมาณสูงเพียงพอที่จะแสดงอาการใบขาว และอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อย เช่นสภาพดินเหนียว ดินมีความชื้น มีความอุดมสมบูรณ์ พืชอาจยังไม่แสดงอาการใบขาว แต่หากอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อย เช่น สภาพดินทราย ขาดน้ำเป็นเวลานาน เมื่อถูกกระตุ้นด้วยสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่น เช่น ฝนตกหลังภาวะแล้งนาน เกิดน้ำท่วมขัง อ้อยจะแสดงอาการใบขาวได้ ดังนั้นสภาพแวดล้อมและปริมาณเชื้อภายในต้น จึงมีผลอย่างมากต่อการแสดงอาการใบขาวในอ้อย และด้วยเหตุนี้ อาการเส้นกลางใบเหลืองที่พบได้ในแหล่งปลูกภาคกลางภาคตะวันออก จึงอาจเป็นอาการหนึ่งของอาการใบขาว ที่ไม่แสดงอาการเด่นชัด แต่เมื่อนำไปปลูกในแหล่งที่สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะต่อการปลูกอ้อย อาจจะแสดงอาการใบขาวให้เห็นได้อย่างชัดเจน ในการสำรวจโรคที่มีอาการใบเหลืองของอ้อย Soufi et al. (2013) ได้ตรวจตัวอย่างใบอ้อยที่มีอาการ

เส้นกลางใบเหลืองในจังหวัดชลบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี และที่ตำบลท่าพระ จังหวัดขอนแก่น ด้วยวิธีพีซีอาร์โดยตรวจสอบยีนส่วน16S/23S rDNAและวิเคราะห์ลำดับเบส พบว่าตรวจพบเชื้อในใบขาวชนิด Sugarcane white leaf (SCWL) จัดอยู่ในกลุ่ม 16SRXI ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันกับโรคเหลืองเตี้ยข้าว (Rice yellow dwarf disease) อีกทั้งยังพบว่าอาการเส้นกลางใบเหลืองนี้ไม่ได้เกิดจากเชื้อ Westren-X disease phytoplasma ที่เป็นสาเหตุของโรคใบเหลืองในอ้อย

พืชแต่ละชนิดมีความอ่อนแอต่อปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาแตกต่างกัน ในพืชที่อ่อนแอปริมาณเชื้อน้อยอาจทำให้แสดงอาการได้อย่างรุนแรง มีรายงานการทดลองต่อกิ่งพันธุ์แอปเปิลที่อ่อนแอต่อเชื้อโตพลาสมาเข้ากับต้นตอพันธุ์ทนโรคพบว่าเชื้อไฟโตพลาสมาในกิ่งพันธุ์ที่อ่อนแอมีปริมาณลดลงหรือไม่เพิ่มปริมาณมากขึ้นจากเดิม และรายงานว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีส่วนช่วยในการลดความรุนแรงของเชื้อ(Musetti et al., 2005) Martini et al. (2011) รายงานการศึกษาปริมาณเชื้อไฟโพลาสมา Ca. P. prunorumใน Prunus speciesว่า เชื้อมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นในฤดูที่มีการเจริญเติบโตมาก (vegetative season) และการแสดงอาการของโรคขึ้นกับระดับปริมาณเชื้อด้วย Roggiaab et al. (2014) รายงานว่าต้นองุ่นที่มีความไวต่อการเกิดโรคต่างกันมีปริมาณเชื้อในต้นต่างกันด้วย โดยพบว่าพันธุ์ Barbera มักมีปริมาณเชื้อนี้สูงกว่าพันธุ์ Nebbiolo และการติดเชื้อ grapevine yellows phytoplasma, bois noir ซึ่งเป็นไฟโตพลาสมาใน subgroup 16SrXII-A ซ้ำซ้อนในต้นเดียวกัน ไม่มีผลต่อปริมาณเชื้อ FDP นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา Flavescencedoree phytoplasma (FDP) ในองุ่นเหล่านี้มีปริมาณสูงในช่วงฤดูร้อนและต่ำในช่วงฤดูใบไม้ผลิ และปริมาณเชื้อนี้มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของอาการที่แสดงออกในช่วงฤดูใบไม้ผลิ ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมามีผลทำให้พืชอ่อนแอ และแสดงอาการของโรค การศึกษาปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรค Japanese hydrangea phyllody (JHP) พบว่าดอกที่แสดงอาการกลีบดอกสีเขียว มีปริมาณเชื้อมากกว่ากลีบดอกสีเขียวน้ำเงิน (Marzachiet al., 2004; Kesumawati et al., 2006) การแพร่กระจายเชื้อไฟโตพลาสมาในพืชแต่ละเนื้อเยื่อมีปริมาณที่ไม่เท่ากัน โดยปกติพบใน Sink organ ปริมาณน้อย (รากและใบอ่อน) แต่จะพบเชื้อไฟโตพลาสมาปริมาณมากในส่วน Source organ (ใบที่กำลังขยาย) (Christensen et al., 2005) การเคลื่อนที่ของเชื้อภายในต้นพืชโดยอาศัยของเหลว (Sap) ของท่อลำเลียงอาหารตามทิศทางกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช การศึกษาการเคลื่อนที่ของเชื้อไฟโตพลาสมาโรค Aster yellows โดยการปลูกเชื้อ พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 ตรวจพบเชื้อเฉพาะด้านล่างของกิ่งหลังรอยต่อเชื่อมเท่านั้น ในระยะสัปดาห์ที่ 10 เชื้อปริมาณมากที่บริเวณยอดและกิ่งด้านข้างที่แตกใหม่ แต่มีปริมาณน้อยที่บริเวณราก และใบที่โคนต้น(Kuske and Kirkpatrick, 1992) การประเมินปริมาณเชื้อด้วยวิธี absolute quantification real-time PCR ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องใช้กราฟมาตรฐานมาเปรียบเทียบและคำนวณหาเชื้อ พบว่าสามารถประเมินเชื้อได้ต่ำสุดที่ 100 copies จากตัวอย่างใบที่ไม่แสดงอาการ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการประเมินปริมาณเชื้อ ศึกษาการแพร่กระจาย และการเคลื่อนที่ของเชื้อ

การติดเชื้อซ้ำซ้อนในพืชสามารถพบได้บ่อยครั้งในธรรมชาติ อาจจะเป็นการติดเชื้อชนิดเดียวกัน เช่น ไวรัสและไวรัส หรือ การติดเชื้อข้ามชนิด เช่น แบคทีเรียกับไวรัส ซึ่งแต่ละชนิดอาจจะมีปฏิกิริยาชนิดส่งเสริมกัน หรือต่อต้านกันได้ จากรายงานของ Shapiro et. al. (2013) พบว่ามะระป่า (Cucurbitapepo ssp. Texana) ที่ติดเชื้อไวรัส Zucchini yellow mosaicvirus (ZYMV) สามารถลดความรุนแรงและพัฒนาการในการแสดงอาการเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อ bacterial wilt (Erwiniatra cheiphila) ได้ โดยพบว่าต้นที่ติดเชื้อไวรัส ZYMV นั้น มีการสร้าง Salicylic acid (SA) ซึ่งเป็นไฟโต

ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นในการต่อต้านการติดเชื้อ ส่วนต้นที่ติดเชื้อแบคทีเรียโรคเหี่ยวไม่พบสารชนิดนี้ ซึ่งแสดงว่าแบคทีเรียกดการทำงานของพืชและยับยั้งการสร้างสารดังกล่าว Thongwai and Kunopakarn (2007) ได้รายงานถึงการจำแนกเชื้อที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวในปทุมมาที่เกิดจากเชื้อ Ralstonia solanacearum ซึ่งสามารถคัดเลือกได้ 5 ชนิด เป็นแบคทีเรียกลุ่ม bacillus และ enterobacteria โดยมีจุดประสงค์ในการนำเชื้อผสมเหล่านี้ไปใช้ในการควบคุมโรคเหี่ยวในปทุมมา

จากผลงานวิจัยก้าวหน้าในปี 2557 ของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาวพบว่าอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาว เกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่น พบกิจกรรมเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซม์ และปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในระดับที่สูงกว่าค่าปกติ พบปริมาณสาร Malondialdehyde ที่แสดงถึง lipid peroxidation สูงขึ้น รวมทั้งสารประกอบทุติยภูมิกลุ่ม phenolic ที่พืชสร้างขึ้นเมื่อถูกทำลายด้วยโรคและแมลงสูงขึ้นด้วย แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองของพืชต่อภาวะเครียดจากการติดเชื้อ จากผลการทดลองนี้ยังพบว่าระดับความรุนแรงของอาการมีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อ นอกจากนี้ยังพบในกรณีที่ต้นมีปริมาณเชื้อมาก แต่ยังไม่แสดงอาการ ในกลุ่มต้นเหล่านี้มักพบปฏิกิริยาออกซิเดชั่นสูง และพบความผิดปกติของปริมาณแป้งและน้ำตาล ในกลุ่มนี้หากถูกกระตุ้นด้วยภาวะแล้งแล้วให้น้ำ จะแสดงอาการใบขาวหลังจากนั้น การกระตุ้นกลุ่มต้นที่ไม่มีอาการและมีปริมาณเชื้อน้อยด้วยภาวะเครียดจากแล้งในตู้ควบคุมนาน 4 วัน และจากน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน 1 เดือน ไม่พบอาการใบขาวหลังจากที่อ้อยมีการฟื้นตัว แสดงให้เห็นว่าอ้อยที่มีเชื้อในปริมาณน้อย สามารถรักษาสมดุลและควบคุมการดำรงชีวิตได้ (ศุจิรัตน์ และคณะ 2557ก)

H2O2 ที่ถูกสร้างขึ้นจากขบวนการออกซิเดชั่นนี้เป็นที่ทราบแล้วว่าเป็นพิษต่อเซลล์สิ่งมีชีวิต และH2O2 นี้เองมีรายงานว่าเป็นสัญญาณส่งข้อมูลไปกระตุ้นการทำงานของขบวนการอื่นๆในพืช ในการป้องกันตัวเองอย่างเป็นระบบ (Petrov and Breusegem, 2012) จากรายงานพบว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีครึ่งชีวิตประมาณ 1 ms ซึ่งยาวนานกว่าอนุมูลอิสระ ROS ชนิดอื่นๆ รวมทั้งมีขนาดเล็ก สามารถผ่านผนังเซลล์ได้ ทำให้เคลื่อนที่ไปยังส่วนต่างๆได้ง่าย และไปกระตุ้นให้เกิดกระบวนการทางสรรีระวิทยาต่างๆ หลายชนิด อาทิ เช่น การสร้างความต้านทานต่อเชื้อ การเพิ่มความแข็งแรงให้กับผนังเซลล์ การสร้างไฟโตอะเลกซิน ซึ่งเป็นสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ และขบวนการตอบสนองอื่นๆ อีก (Bienert et al.,2006)

การกระตุ้นให้พืชเกิดปฏิกิริยาต่อต้านอนุมูลอิสระสามารถเกิดได้ทั้งจากสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic stress) เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง รังสี และจากสิ่งมีชีวิต (biotic stress) เช่น โรค แมลงต่างๆ บางชนิดต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งในการกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนอง แต่บางชนิดใช้เวลารวดเร็ว ตัวอย่างเช่น การฉายรังสี ซึ่งสามารถกำหนดปริมาณและระยะเวลาในการฉายรังสีได้ขึ้นกับจุดประสงค์ ทั้งนี้พบว่าการเพิ่มขนาดการฉายรังสีแกมม่า กระตุ้นให้เกิดอนุมูลอิสระมากขึ้นใน Arabidopsis และยังพบว่ายีน 33 ชนิดจาก 42 ชนิดที่มีการแสดงออกที่เปลี่ยนไป เป็นยีนที่สัมพันธ์กับปฏิกิริยากำจัดอนุมูลอิสระและการขบวนการส่งสัญญาณไปยังระบบอื่นให้มีการผลิตสารในการต่อต้านขึ้น (Kim et al., 2011) Moghaddamet al. (2011) รายงานว่า การฉายรังสีแกมม่าชนิดเฉียบพลันในปริมาณ 20 และ 30 Gy ทำให้ต้นใบบัวบก (Centellaasiatica) ผลิตสาร flavonoid ได้สูงกว่าต้นควบคุมมาก หลังจากการเพาะเลี้ยงต่อไปอีก 8 สัปดาห์

กรมวิชาการเกษตร

ในการตรวจคัดกรองเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย โดยทั่วไปนิยมใช้เทคนิค nested-PCR เนื่องจากสามารถตรวจเชื้อในปริมาณต่ำมากได้ โดยใช้ยีนเป้าหมาย 16S-23S rDNA และ secA (Cai, et al., 2008, Lee et al., 2012, Bertacciniet al.2014, Sakuanrungsirikul et al, 2013, 2015, Wongkaew, 1999, Hanboonsong et al, 2006,Hodgetts et al., 2008). การตรวจคัดกรองด้วยวิธีการนี้พบว่ามีความจำเพาะสูง สามารถตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาได้อย่างแม่นยำ แต่การใช้ความเข้มขององค์ประกอบปฏิกิริยาในการเพิ่มประสิทธิภาพของความแม่นยำมักพบว่าทำให้เกิดผลลบปลอม (False negative) ได้ง่าย (Lorence, 2012) นอกจากนี้ในการตรวจผลที่ใช้วิธี Agarose gel electrophoresis หากไม่คำนึงการปรับความเข้มแสงในการอ่านผล จะทำให้การแปลผลผิดพลาดได้ สาเหตุเกิดจากข้อจำกัดของวิธีการซึ่งต้องมีปริมาณดีเอ็นเอไม่ต่ำกว่า 20 นาโนกรัมจึงสามารถมองเห็นได้ด้วยวิธี Agarose gel Electrophoresis ดังนั้นในการแปลผลการตรวจคัดกรองโรคสิ่งสำคัญต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของวิธีการและความเข้มข้นของดีเอ็นเอต่ำสุดที่วิธีการนั้นๆ สามารถตรวจได้

วิธีการจำแนกและตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียและเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคพืชให้มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว แม่นยำ โดยเทคนิควิธีการที่มีประสิทธิภาพสามารถตรวจสอบเชื้อสาเหตุโรคพืชได้รวดเร็ว แม่นยำ เทคนิคที่ใช้ในการตรวจหาดีเอ็นเอของเชื้อ ได้แก่ เทคนิค PCR และ Real time PCR ร่วมกับการศึกษาทางได้ลักษณะสัณฐานและทางด้านชีวเคมีของเชื้อ เพื่อความถูกต้องและข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ ในการศึกษาของ พรนภา และคณะ 2555 ได้ตรวจและจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียAcidovorax avenae subsp. avenaeในข้าวโพด โดยวิธี Colony PCR ด้วยคู่ไพร์เมอร์ที่ออกแบบให้จำเพาะบริเวณ 16S-23S ITS ของเชื้อ A. avenae subsp. avenaeใช้คู่ไพร์เมอร์ AcAVF และ AAVR พบว่า ได้ขนาดชิ้นยีน 600 คู่เบส ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และคณะ(2555) ได้การพัฒนาวิธีตรวจโรคใบขาวของอ้อยวิธีใหม่ในตำแหน่ง secA gene ที่ไดชิ้นยีนขนาด 275 คู่เบสที่มีความจำเพาะเจาะจงกับเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวในออยโดยไมจับกับไฟโตพลาสมาในพืชอื่นหรือเชื้อจุลินทรียชนิดอื่น การวิเคราะหชิ้นยีนที่เพิ่มปริมาณไดดวยเทคนิค genotyping พบวาใหผลสอดคลองกัน และการตรวจขอมูลลำดับเบสของชิ้นดีเอ็นเอที่ไดเทียบกับลำดับเบสในฐานขอมูลสากลพบวาถูกตองธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ และศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล (2559) ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ HRM เพื่อแยกความแตกต่างของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคอ้อยพบว่า สามารถแยกเชื้อได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาว ใบขาวกอฝอย และกอตะไคร้ Choochai et al. (2013) ได้พัฒนาวิธีการตรวจสนิป rs5896 ของยีน prothrombin ด้วยวิธี PCR และ HRM โดยใช้ตัวอย่างประชากรจังหวัดขอนแก่นที่ทราบจีโนไทป์แล้วนำมาเพิ่มปริมาณด้วยวิธี PCR และวิเคราะห์ด้วยวิธี HRM ผลการทดลองสามารถแยกความแตกต่างระหว่างจีโนไทป์ต่างๆ ได้ สำหรับการตรวจสนิป rs5896 ของ prothrombin ซึ่งมีความเกี่ยวพันกับการเกิดนิ่วไตในคนไทยภาคอีสาน ปรางทิพย์ อุทัยวัตร (2558)ได้ตรวจจำแนกสายพันธุ์เชื้อ Human Papilloma virus ชนิดเสี่ยงสูงต่อ การเกิดมะเร็งปากมดลูกด้วยเทคนิค real-time PCR ร่วมกับHRM พบว่ามีความไวในการตรวจหาเชื้อ HPV ที่ 103 copies ใช้เวลาเพียง 90 นาที และไม่พบการ cross-reaction ระหว่างสายพันธุ์

ระเบียบวิธีการวิจัย

ประกอบด้วย 8 การทดลอง มีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 5.1 ผลของปริมาณเชื้อและสภาวะแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในอ้อยที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาว ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การตรวจหาระดับปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาที่ชักนำให้เกิดอาการใบขาวได้โดยทดสอบในตู้ควบคุมอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: ต้นอ้อยอายุประมาณ 2 เดือนที่เพาะจากลำอ้อยที่มีอาการใบขาวที่ยอดหรือหน่อไม่มีอาการใบขาวและจากลำที่มาจากกอที่ไม่มีอาการใบขาว จำนวนไม่ต่ำกว่า 2 พันธุ์

แบบและวิธีการทดลอง : -

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

ในแต่ละพันธุ์ นำอ้อยอาการระดับต่างๆ ชนิดละไม่ต่ำกว่า 10 ลำ นำมาตัดข้อ แช่ข้ออ้อยที่ได้ในน้ำร้อน 52 องศาเซลเซียส 30 นาที แล้วนำมาเพาะตัวอย่างที่คัดเลือกได้ในกระบะทราย ให้น้ำตามสภาพความชื้นของดิน เพาะในกระบะจนอายุ 2 เดือน บันทึกอาการต้นที่งอก คัดเลือกเฉพาะต้นที่ไม่มีอาการใบขาว จำนวนไม่ต่ำกว่า 50 ต้น ต่อ พันธุ์ ตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างด้วยเทคนิคพีซีอาร์ตามวิธีการของ Sakuanrungsirikul *et al.* (2013) และ realtime PCR ตามรายงานของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2557ข) ตรวจปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับสภาวะเครียดออกซิเดชั่นและการต่อต้านภาวะการติดเชื้อ ตามรายงานของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2557ก) นำตัวอย่างมาทดสอบสภาวะแล้งในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต โดยควบคุมอุณหภูมิ (39 °C) ความชื้นสัมพัทธ์ (60%) ความเข้มแสง (20,000 LUX) และเวลาส่องสว่าง:มืด (14:10 ชม.) ไม่ให้น้ำระหว่างทดสอบเป็นเวลา 4 วัน บันทึกอาการของต้น ทำการฟื้นต้นหลังการทดสอบในตู้เป็นเวลา 14 วัน ด้วยการให้น้ำ และบันทึกจำนวนต้นที่แสดงอาการใบขาว ตรวจปริมาณเชื้อด้วยเทคนิค PCR ในกลุ่มต้นที่แสดงอาการใบขาว และปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับสภาวะเครียดออกซิเดชั่นและการต่อต้านภาวะการติดเชื้อตามวิธีการในข้อ 2) และ 3)

ขั้นตอนที่ 2 : การสำรวจปริมาณเชื้อโรคใบขาวในต้นอ้อยในแปลงเกษตรกรสภาพดินต่างๆ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: ต้นอ้อยพันธุ์ต่างๆ ในแปลงเกษตรกร (เก็บตัวอย่างอ้อยและข้อมูลสภาพแวดล้อมจากชุดโครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหารและการใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่)

แบบและวิธีการทดลอง : -

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

สำรวจอ้อยตอในแหล่งปลูกที่มีการระบาดของโรคใบขาวอย่างรุนแรงในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และ ภาคเหนือตอนล่าง เก็บตัวอย่างลำและใบ ทั้งที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการ บันทึกข้อมูลสภาพดิน สภาพแวดล้อมอื่น เช่น ฝน / แล้ง น้ำในช่วงเวลาที่สำรวจตัวอย่างและบันทึกพิกัดแปลง ตรวจปริมาณเชื้อและการติดเชื้ออื่นด้วย PCR ในใบก่อนการเพาะและชนิดของเชื้อไฟโตพลาสมาตามวิธีการของ Sakuanrungsirikul *et al.* (2013) และ realtime PCR ตามรายงานของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2557ข) และตรวจชนิดของเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิเคราะห์ลำดับเบสเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลสากล นำลำที่สำรวจได้ มาเพาะข้อ (แยกลำ) และบันทึกจำนวนต้นที่แสดงอาการใบขาวในต้นที่งอกใหม่เพื่อยืนยันการติดเชื้อและปริมาณเชื้อใบขาว

ขั้นตอนที่ 3: เปรียบเทียบผลระหว่างการศึกษาปริมาณเชื้อในห้องปฏิบัติการและตัวอย่างจากแปลงเกษตรกร

ขั้นตอนที่ 4 : วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ศรีชาการเกษตร

การบันทึกข้อมูล :

1. จำนวนต้นที่แสดงอาการใบขาวหลังการทดสอบในตู้ควบคุม ระดับความรุนแรงของอาการใบขาว และปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาจากใบ

2. ข้อมูลผลการตรวจปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับสภาวะเครียดออกซิเดชั่นและการต่อต้านภาวะการติดเชื้อในต้นที่ทดสอบ

3. ข้อมูลสภาพแวดล้อมของตัวอย่างที่สำรวจได้ ประวัติการนำท่อนพันธุ์มาปลูก อาการต้นที่เพาะจากอ้อยที่ได้จากแหล่งปลูกต่างๆ และปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา

สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา ตุลาคม 2558 - กันยายน 2562

การทดลองที่ 5.2 ผลของการติดเชื้อโรคอื่นซ้ำซ้อนต่อเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวของอ้อยในสภาพไร่

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : สำรวจและแยกและเพาะเชื้อสาเหตุโรคอื่นในอ้อยสำหรับการทดสอบ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: ตัวอย่างอ้อยที่แสดงอาการโรคอื่น เช่น โรคใบลวก โรคเหี่ยว โรคใบจุด โรคราสนิมจากการสำรวจจากแปลงปลูกของเกษตรกรในแหล่งปลูกต่างๆ

แบบและวิธีการทดลอง: สำรวจและรวบรวมตัวอย่างอ้อยเป็นโรคจากไร่เกษตรกรและแปลงทดลอง

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

สำรวจและเก็บตัวอย่างอ้อยที่แสดงอาการโรคอื่น เช่น โรคใบลวก โรคเหี่ยว โรคใบจุด โรคราสนิม จากแปลงปลูกของเกษตรกรในแหล่งปลูกต่างๆ เพาะแยกเชื้อ และจำแนกชนิดของเชื้อในห้องปฏิบัติการตามวิธีการจำแนกเชื้อแต่ละชนิดและ เพาะเลี้ยงเชื้อเพื่อการศึกษาในขั้นต่อไป ตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวและการติดเชื้ออื่นด้วยเทคนิค Nested-PCR ตามวิธีการ Sakuanrungsirikul*et al.* (2013) และ realtime PCR ตามรายงานของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2557ข) ตรวจยืนยันการติดเชื้อโรคใบขาวและปริมาณเชื้อด้วย SecA gene ตามวิธีการ Sakuanrungsirikul *et al.* (2013) จำแนกชนิดของเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยการตรวจและวิเคราะห์ลำดับเบสเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลำดับเบสสากล บันทึกผลการตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาร่วมกับการพบเชื้ออื่นในตัวอย่างเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 2 : ศึกษาผลของการติดโรคอื่นต่อปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยการปลูกเชื้อในห้องปฏิบัติการ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: ต้นอ้อยอายุประมาณ 2 เดือน ที่ได้จากการเพาะอ้อยที่มีอาการยอดขาวหรือหน่อขาวและจากลำที่ไม่มีอาการใบขาว

แบบและวิธีการทดลอง : -

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

เตรียมตัวอย่างโดยนำอ้อยลำที่มีอาการยอดขาว หรือหน่อขาวและลำที่มาจากกอที่ไม่มีอาการใบขาว ตัดข้อ ระบุตำแหน่งข้อ ระบุพันธุ์ที่ใช้ แช่ข้อในน้ำร้อน 52 องศาเซลเซียส 30 นาที นำมาเพาะในกระถาง บันทึก ตำแหน่งข้อที่ปลูก ดูแล รักษา และเพาะเลี้ยงจนได้ต้นอายุประมาณ 2 เดือน บันทึกข้อมูลอาการใบขาว ตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วย nested-PCR, secAตามวิธีการ

ของ Sakuanrungsirikul*et al.* (2013) และ realtime PCR ตามรายงานของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2557ข) ในต้นที่คัดเลือกก่อนการปลูกเชื้อ นำไปปลูกเชื้อสาเหตุโรคอื่น เช่นโรคใบลวก โรคเหี่ยว โรคใบจุด โรคราสนิม (ที่สำรวจได้จากผลการทดลองในข้อ 1) ในห้องปฏิบัติการตามวิธีการมาตรฐาน (ดำเนินการที่ สถาบันวิจัยพืชไร่)จำนวน 50 ซ้ำ/เชื้อ 1 ชนิด บันทึกพัฒนาการของอาการของเชื้อชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนใบ ตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาตามวิธีในข้อ 3) เมื่อเริ่มตรวจพบการแสดงอาการจากการปลูกเชื้อต่างๆ และเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจเชื้อเพิ่มอีกทุก 14 วัน หลังการแสดงอาการ จนถึง 3 เดือนหลังการปลูกเชื้อ

บันทึก วิเคราะห์ และสรุปผล

การบันทึกข้อมูล:

1. ในตัวอย่างที่สำรวจจากแปลง: บันทึกลักษณะอาการโรคอื่นที่พบในต้นที่สำรวจได้และชนิดของเชื้อจากการตรวจด้วยการตรวจวิเคราะห์ลำดับเบสหรือจากการตรวจจำแนกชนิดของเชื้อในห้องปฏิบัติการตามวิธีการจำแนกเชื้อทางกายภาพและทางชีวเคมี

2. ในตัวอย่างที่ทดสอบการปลูกเชื้อ : บันทึกระยะเวลาที่พืชเริ่มแสดงอาการของโรคที่เกิดจากการปลูกเชื้อ และบันทึกปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวก่อนและหลังทดสอบปลูกเชื้อชนิดต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอาการระดับต่างๆ

สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา ตุลาคม 2558 - กันยายน 2563

การทดลองที่ 5.3 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการแสดงอาการใบขาวและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในอ้อยที่ติดเชื้อโรคใบขาว

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การทดสอบหาความไว (Survival rate) ต่อการฉายรังสี

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3อายุ 1 เดือนที่ไม่มีอาการใบขาว

แบบและวิธีการทดลอง: แบบ CRD จำนวน 50 ซ้ำจำนวน 6 กรรมวิธี คือ ระดับการฉายรังสีแกมม่าที่ 0, 30, 60, 90, 120 และ 150 เกรย์ (Gy)

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

นำอ้อยที่ไม่มีอาการใบขาว ตัดข้อ นำไปแช่น้ำร้อนที่ 52 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วนำมาเพาะในถุงใส่ทรายอบฆ่าเชื้อ ดูแลรักษาจนอายุได้ 1 เดือน นำตัวอย่างอ้อยที่ได้ไปฉายรังสีแบบเฉียบพลันที่ระดับ 0, 30, 60, 90, 120 และ 150 เกรย์ (Gy) ระดับละ 50 ตัวอย่าง นำตัวอย่างที่ได้มาเพาะเลี้ยงในวัสดุปลูกใหม่ แล้วดูแลรักษา ให้น้ำ บันทึกอัตราการรอดชีวิตหลังการเพาะเลี้ยงต่อ 15 วัน ในแต่ละระดับของการฉายรังสี วิเคราะห์ค่าความไวต่อการฉายรังสีด้วยการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของการฉายรังสีแต่ละระดับ และคำนวณหาค่า LD_{50} (50% lethality) ของตัวอย่าง บันทึกข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 : ทดสอบปฏิกิริยาตอบสนองต่อการฉายรังสีแกมม่าในระดับต่ำกว่า LD_{50}

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง : อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3อายุ 1 เดือนที่ไม่มีอาการใบขาว

แบบและวิธีการทดลอง : แบบ CRD จำนวน 50 ซ้ำ กรรมวิธี:มี 6 กรรมวิธี คือ ระดับการฉายรังสีแกมม่าที่ระดับ $LD_{0,}$, LD_{10} , LD_{20}, LD_{30} , LD_{40} , LD_{50}

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

นำอ้อยที่ไม่มีอาการใบขาว ตัดข้อ นำไปแช่น้ำร้อนที่ 52 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที พักไว้สำหรับนำไปทดสอบในขั้นต่อไป นำตัวอย่างอ้อยที่ได้ ไปฉายรังสีแบบเฉียบพลันในระดับที่ LD_0, , LD_{10} , LD_{20}, LD_{30} , LD_{40} , LD_{50} ตามผลการทดลองที่ได้จากขั้นตอนที่ 1ระดับละ 50 ตัวอย่าง เพาะเลี้ยงข้ออ้อยที่ผ่านการฉายรังสีแล้วในกระถาง แล้วดูแลรักษา ให้น้ำ บันทึกอัตราการรอดชีวิตหลังการเพาะเลี้ยงต่อ 15 วัน ตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างด้วยเทคนิคพีซีอาร์ตามวิธีการ Sakuanrungsirikul *et al.* (2013) และ realtime PCR ตามรายงานของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2557ข) หลังการฉายรังสีแต่ละระดับ ตรวจการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในปฏิกิริยาออกซิเดชั่นตามรายงานของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2557ก) หลังการฉายรังสีแต่ละระดับ บันทึกข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผล

การบันทึกข้อมูล :

1. ระดับรังสีที่ LD_{50} และจำนวนต้นที่รอดจากการฉายรังสีแต่ละระดับ
2. ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างหลังการฉายรังสี
3. ค่าของกิจกรรมเอ็นไซม์เอ็นไซม์ในกลุ่มปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในตัวอย่างหลังการฉายรังสี
4. อาการใบขาวในต้นที่ผ่านการฉายรังสี

สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และศูนย์ปฏิบัติการนิวเคลียร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลา ตุลาคม 2558 - กันยายน 2562

การทดลองที่ 5.4 การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่และวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวด้วยเทคนิค M13-tagged two steps- PCR ที่แม่นยำและมีความไวสูง

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: ต้นอ้อยที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการโรคใบขาว

แบบและวิธีการทดลอง : -

วิธีปฏิบัติการทดลอง : ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่ที่สามารถตรวจจับเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยได้

วิธีดำเนินการทดลอง :

สืบค้นข้อมูลลำดับเบสของยีน imp ของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยและพืชอื่น ที่มีรายงานในฐานข้อมูลสากล (NCBI) เปรียบเทียบข้อมูลลำดับเบส ออกแบบชุดไพร์เมอร์สำหรับการตรวจจับยีน imp สังเคราะห์ไพร์เมอร์ที่จำเพาะต่อการตรวจจับยีน imp เก็บตัวอย่างต้นอ้อยที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการโรคใบขาวที่มีสาเหตุจากเชื้อไฟโตพลาสมาสกัดดีเอ็นเอ เพื่อใช้ในการทดสอบไพร์เมอร์ ทดสอบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของยีน imp ด้วยชุดไพร์เมอร์ที่ออกแบบปรับเปลี่ยนองค์ประกอบในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ และโปรแกรมในการเพิ่มปริมารดีเอ็นเอ ตรวจผลการทดสอบด้วยเทคนิคอิเลคโตรโฟริซีส วิเคราะห์ลำดับเบสของชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากการใช้ไพร์เมอร์ที่ออกแบบ ด้วยเทคนิค Sanger sequencing โดยใช้เครื่องถอดรหัสพันธุกรรม (Sequencer) ตรวจเปรียบเทียบผลลำดับเบสกับฐานข้อมูล NCBI ตรวจยีน imp ตามวิธีที่พัฒนาขึ้น กับดีเอ็นเอของตัวอย่างใบอ้อยที่มีอาการ SCWL, SCGS และ SCGGS วิเคราะห์ลำดับเบสของยีน imp ที่ได้จากโรคอ้อยทั้ง 3 อาการ จัดเรียงลำดับนิวคลีโอไทด์ และวิเคราะห์หาตำแหน่งความแปรปรวนของ นิวคลีโอไทด์ของทั้ง 3 โรค ออกแบบไพรเมอร์ให้ครอบคลุมตำแหน่งที่นิวคลีโอไทด์เกิดความแปรปรวน ทดสอบ

กรมวิชาการเกษตร

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยไพรเมอร์จากข้อ 11)ด้วยเทคนิค conventional PCR ทดสอบความถูกต้อง แม่นยำ ของไพร์เมอร์ที่ได้ในตัวอย่างเพิ่ม ตรวจปริมาณยีนได้โดยการเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอของยีน imp ที่มีการตรวจวัดความเข้มข้นแล้ว วิเคราะห์และสรุปผลประสิทธิภาพของไพร์เมอร์ imp ในการแยกความแตกต่างของเชื้อทั้ง 3 ชนิด

ขั้นตอนที่ 2 : พัฒนาวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวด้วยเทคนิค M13-tagged two steps-PCR

วิธีการดำเนินการทดลอง :

สำรวจต้นอ้อยและเก็บตัวอย่างลำที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการใบขาวเก็บตัวอย่างใบสกัดดีเอ็นเอ ออกแบบไพรเมอร์ใหม่ โดยให้มีส่วนปลายของไพร์เมอร์ในการตรวจ M13 ติดอยู่กับปลาย 5’ ของไพร์เมอร์ imp ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1, ไพร์เมอร์ P1/P7, ไพร์เมอร์ secA ทดสอบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค two steps PCR ด้วยไพร์เมอร์ แต่ละชุด วิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ที่ได้ ทดสอบปริมาณความเข้มข้นของยีนที่ต่ำที่สุดที่สามารถตรวจได้ด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น ตรวจผลการทดสอบด้วยเทคนิคอิเลคโตรโฟริซีส วิเคราะห์และสรุปผลการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค two steps PCR ด้วยไพร์เมอร์ชุดใหม่ที่ได้

การบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่ที่สามารถตรวจจับเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยได้ บันทึก ลำดับนิวคลิโอไทด์ของยีน imp ที่ตรวจพบในเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคอ้อยในเชื้อ SCWL, SCGS และ SCGGS และตำแหน่งที่แสดงความแตกต่างของเชื้อทั้ง 3 ชนิด ขนาดความยาวของชิ้นดีเอเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพร์เมอร์ที่ออกแบบได้ ลำดับนิวคลิโอไทด์ของไพร์เมอร์ที่ใช้ในการตรวจยีน imp สภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณยีน imp ในตัวอย่างอ้อยที่เป็นโรค

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวด้วยเทคนิค M13-tagged two steps-PCR บันทึกสภาวะการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่สามารถตรวจยีน 3 ชนิดได้ ด้วย M13-tailed primer 5’ ขนาดความยาวของชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพร์เมอร์ที่ออกแบบได้ ประสิทธิภาพของไพร์เมอร์ในการแยกความแตกต่างระหว่างเชื้อไฟโตพลาสมาทั้ง 3 ชนิด ความเข้มข้นต่ำสุดของปริมาณดีเอ็นเอตั้งต้นที่สามารถตรวจพบได้ด้วยวิธีการที่พัฒนาขึ้น

สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา ตุลาคม 2561 - กันยายน 2564

การทดลองที่ 5.5 การถ่ายทอดปริมาณเชื้อโรคใบขาวในอ้อยสู่อ้อยตอและการแสดงอาการของโรคในสภาพไร่

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง : ต้นอ้อยที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการโรคใบขาว

แบบและวิธีการทดลอง : -

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ตรวจติดตามปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยในอ้อยรุ่นที่ 1 และในรุ่นอ้อยตอในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

วิธีดำเนินการทดลอง :

สำรวจและคัดเลือกต้นอ้อยในแปลงทดลองใน ศวร.ขก. (ในการทดลองการทดสอบการจัดการน้ำอย่างต่อเนื่องในอ้อย) รวมประมาณ 50-100 กอที่มีอาการและไม่มีอาการใบขาว นับจำนวนลำ/หน่อในกอ ติดเครื่องหมายทุกลำ บันทึกอาการสีใบ เก็บใบตำแหน่งที่ 3 จากยอด บันทึกอาการสีใบ ตรวจปริมาณเชื้อใบขาวด้วยเทคนิค PCR ทำการตรวจปริมาณเชื้อใบขาวทั้งสิ้น 3 อายุ : 3 เดือน,6 เดือน, 9 เดือน ในอ้อยรุ่นที่ 1 และรุ่นอ้อยตอจำนวน 2-3 รุ่น บันทึกอาการสีใบ วันที่เก็บตัวอย่าง สภาพอากาศ และการจัดการแปลงในช่วงที่เก็บตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจติดตามปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยในอ้อยที่ได้จากการชำข้อตาและปลูกในสภาพแปลง

วิธีดำเนินการทดลอง :

สำรวจและคัดเลือกลำอ้อยจากกอที่มีอาการใบขาว ตัดข้อตา และชำในถุงเพาะจำนวน 200 ข้อ ปลูกในแปลงทดลองในไร่เกษตรกร ระยะห่าง 1.5x1 เมตร ดูแลแปลงตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คัดเลือกกอจำนวน 50-100 กอที่มีอาการและไม่มีอาการใบขาว นับจำนวนลำ/หน่อในกอ ติดเครื่องหมายทุกลำ บันทึกอาการสีใบ เก็บใบตำแหน่งที่ 3 จากยอด บันทึกอาการสีใบ ตรวจปริมาณเชื้อใบขาวด้วยเทคนิค PCR) ทำการตรวจปริมาณเชื้อใบขาวทั้งสิ้น 3 อายุ : 3 เดือน,6 เดือน, 9 เดือน ในอ้อยรุ่นที่ 1 และรุ่นอ้อยตอจำนวน 2-3 รุ่น บันทึกอาการสีใบ วันที่เก็บตัวอย่าง สภาพอากาศ และการจัดการแปลงในช่วงที่เก็บตัวอย่าง

การบันทึกข้อมูล : จำนวนหน่อ/ ลำต่อกอ อาการสีใบ ปริมาณเชื้อใบขาวสภาพดิน สภาพภูมิอากาศ และการจัดการธาตุอาหารในแปลง

สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา ตุลาคม 2561 - กันยายน 2564

การทดลองที่ 5.6 การใช้เทคนิค HRM ในการตรวจชนิดเชื้อแบคทีเรียที่เกิดร่วมกับเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: ต้นอ้อยที่แสดงอาการโรคเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย และ/หรือเกิดร่วมกับโรคใบขาว

แบบและวิธีการทดลอง : -

วิธีปฏิบัติการทดลอง : แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การสำรวจ รวบรวม จำแนกอาการโรคใบขาวและโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย และการแยกเชื้อเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์

1. การสำรวจเก็บตัวอย่างอ้อยและแยกเชื้อแบคทีเรีย

สำรวจโรค เก็บตัวอย่างอาการโรคอ้อยจากแหล่งปลูกของเกษตรกร จังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา และกำแพงเพชร การแยกเชื้อแบคทีเรีย เลือกตัดชิ้นส่วนพืชที่แสดงอาการ โดยตัดบริเวณที่เป็นโรคและไม่เป็นโรค ขนาดชิ้นส่วนพืชประมาณ 0.5 x 0.5 มิลลิเมตร 1-2 ชิ้น จุ่มแช่ในน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ นาน 1-2 นาที ใช้ปากคีบฆ่าเชื้อหยิบชิ้นส่วนพืชดังกล่าว วางบนหยดน้ำ 10-20 ไมโครลิตร ตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ทิ้งไว้ 3-5 นาทีแล้วใช้ลูปที่ฆ่าเชื้อ จุ่มในหยดน้ำ นำมาลาก (streak) บน อาหารเลี้ยงเชื้อ วางจานเลี้ยงเชื้อใส่ในถุงพลาสติก คว่ำจานลง บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศา

เซลเซียส) 1-2 วัน จากนั้นเลือกโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่เจริญมีเลือกแตะโคโลนีเดี่ยวนำมาเลี้ยงบนอาหารจนได้เชื้อบริสุทธิ์ เก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์โดยเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24-48 ชั่วโมงเขี่ยเชื้อ 1 ลูปเต็มละลายในน้ำกรองนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เก็บที่อุณหภูมิห้อง เก็บเชื้อบนอาหารเอียงเททับด้วยพาราฟินเหลว ย้อมแกรมศึกษาแบคทีเรียย้อมสี สีจะติดตามผนังเซลล์ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างเซลล์แบคทีเรียชนิดต่างๆได้ โดยนำแบคทีเรียมาเกลี่ยบนแผ่นสไลด์ทิ้งไว้ให้แห้ง นำไปผ่านเปลวไฟ 2-3 ครั้ง เพื่อตรึงแบคทีเรียให้ติดกับแผ่นสไลด์ หยดสี Crystal violet ลงให้ท่วมทิ้งไว้ 30 วินาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่น หยดสารละลายไอโอดีน ทิ้งไว้ 30 วินาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่น ล้างสีออกด้วยแอลกอฮอล์ 95เปอร์เซนต์ประมาณ 20 วินาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่น ย้อมด้วยสี Safranin O ทิ้งไว้ 30 วินาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่น ซับสไลด์ให้แห้ง นำไปส่องดูแกรมแบคทีเรียภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แบคทีเรีย แกรมบวกจะย้อมติดสีน้ำเงินของ Crystal violet และแบคทีเรียแกรมลบจะย้อมติดสีแดง Safranin O

2. การสกัดดีเอ็นเอ

2.1 การสกัดดีเอ็นเอแบคทีเรีย : สกัดดีเอ็นเอจากโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่แยกจากตัวอย่างอ้อยด้วยชุดสกัดสำเร็จรูป NucleoSpin Tissue (MACHEREY-NAGEL, Germany) ตรวจพิสูจน์ชนิดของเชื้อในตัวอย่างแต่ละอาการด้วยการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์ตำแหน่ง 16S-23S rDNA

2.2 การสกัดดีเอ็นเอพืช : ตัวอย่างใบสดจากอ้อยที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการที่สำรวจได้จากแหล่งระบาดของโรคในจังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา และกำแพงเพชร สกัดดีเอ็นเอจากใบด้วยการประยุกต์ CTAB method ตามวิธีของ Li and Midmore (1999) ตรวจวัดปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอพืชด้วย Nano drop (Nano Drop Lite Spectrophotometer, Thermo Scientific, USA) ตรวจพิสูจน์ชนิดของเชื้อในตัวอย่างแต่ละอาการด้วยการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์ตำแหน่ง 16S-23S rDNA

3. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ และวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

ทำการเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR โดยแต่ละปฏิกิริยามีปริมาตรสุทธิ 15 µl มีความเข้มข้นสุดท้ายของส่วนผสมดังนี้ 1X PCR buffer, 1.5 mM $MgCl_2$, 0.2 mM dNTP, 0.1 U Taq polymerase, 0.34 µM Primer และ 25 ng/µl สารละลายดีเอ็นเอที่สกัดได้แล้วนำไปทำปฏิกิริยาในเครื่อง เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ (Veriti Thermal Cycler, USA) มีขั้นตอนดังนี้ Pre-denaturing 94 °C นาน 5 นาที, denaturing 94 °C นาน 1 นาที, annealing 50 °C นาน 1 นาที, extension 72 °C นาน 1 นาที (ทำซ้ำ denaturing, annealing และ extension จำนวน 35 รอบ) และ final extension 72 °C นาน 7 นาที นำผลผลิต PCR มาตรวจสอบด้วยวิธี agarose gel electrophoresis และนำมาทำให้ผลผลิต PCR บริสุทธิ์ด้วยชุดน้ำยาสำเร็จรูป GF-1 AmpbiClean Kit (Vivantis) ส่งผลผลิต PCR บริสุทธิ์ไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์โดย Solegent (Korea)

4. การโคลนยีน

เตรียมตัวอย่าง DNA ยีนเป้าหมายบริเวณ 16S-rDNA มาทำการสังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR โดยใช้ คู่ Primer p210 /p1370 และตรวจสอบผลผลิตที่ได้ โดยวิธี electrophoresis สกัดชิ้นดีเอ็นเอที่ได้ด้วย เทคนิค gel elution ด้วยชุดน้ำยาสำเร็จรูป (Promega, USA) นำชิ้นยีนที่ทำบริสุทธิ์มาเชื่อมกับ เวคเตอร์ pGEM-T และเคลื่อนย้ายพลาสมิดที่มียีน p210 /p1370 เข้าสู่ component cells เชื้อ *E.coli* สายพันธุ์ DH5α ด้วยวิธี Heat shock transformation ทำการ คัดเลือกเชื้อที่มียีนในอาหารแข็ง LB ที่มี X-gal และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมพิซิลลิน โดยวิธี spread plate เลี้ยงที่

อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง เขี่ยเชื้อที่มีโคโลนีสีขาวมา steak ในอาหาร แข็ง LB ที่มี 50 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมพิซิลลิน และ เขี่ยเชื้อส่วนที่เหลือมาทำปฏิกิริยา PCR เพื่อคัดเลือกเชื้อที่ ได้รับยีนเข้าไปตรวจสอบยีนโดยวิธี PCR ที่ใช้ คู่ primer p210 /p1370 แล้วนำผลผลิต PCR ตรวจสอบโดยวิธี electrophoresis นำเชื้อไปเลี้ยงเพิ่มจำนวน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ในกลีเซอรอล 50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับใช้เป็นตัวอย่าง ควบคุมต่อไป

5. การทดสอบหาปริมาณดีเอ็นที่น้อยที่สุดของยีน p210 /p1370 ที่สามารถตรวจพบได้อย่างน่าเชื้อถือ

เตรียมดีเอ็นเอ 16S-rDNA ยีน p210 /p1370 ทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ(deionized water) ในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ 10^1 - 10^{10} โดยใช้ความเข้มข้นดีเอ็นเอตัวอย่าง 20 นาโนกรัม/ไมโครลิตร ปริมาณ 3 ไมโครลิตร ทดสอบปฏิกิริยา real-time PCR จำนวน 3 ซ้ำ ตามกรรมวิธีการทดสอบ แล้วนำาไปเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอด้วยเทคนิค real-time PCR หาค่าระดับต่ำที่สุดของเชื้อแบคทีเรียที่สามารถตรวจพบสัญญาณฟลูออเรสเซนต์ได้ และนำเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนระดับต่ำที่สุดนั้นมาหา จำนวนสำเนาดีเอ็นเอที่น้อยที่สุดที่สามารถตรวจ พบได้ตามวิธีการของ Broeder et al. (2014)

6. การสร้าง Phylogenetic tree

ทำการจัดลำดับนิวคลีโอไทด์ให้ถูกต้องด้วยโปรแกรม BioEdit v 7.1 และ Clustal W จากนั้นทำการสร้าง phylogenetic tree ด้วยโปรแกรม MEGA ver. 5.05 ด้วยวิธี Neighbor-Joining โดยใช้โมเดล Kimura 2- parameter ด้วยการสุ่มข้อมูล (bootstrap) จำนวน 1,000 ครั้ง

7. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี Real-time PCR และการวิเคราะห์ HRM

นำสารละลายดีเอ็นเอ (25 ng/µl) ที่สกัดได้มาเป็นต้นแบบในการเพิ่มปริมาณชิ้นเอ็นเอ โดยใช้ไพรเมอร์ 16S-23S ทำปฏิกิริยาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอตามข้อ 2 จากนั้น นำผลผลิตที่ได้มาเจือจางอัตราส่วน 1:200 สำหรับเป็นดีเอ็นเอต้นแบบในทำ PCR ปริมาตรสุทธิ 15 µl ซึ่งมีส่วนผสมของปฏิกิริยาดังนี้ 1X PCR buffer, 2.0 mM $MgCl_2$, 0.2 mM dNTP, 0.1 U Taq polymerase 0.2 µM p210-R (5 'GAGGAAIGIGGAIGACGT3')/p1370 F(5 'AGICCCGIGAACGTATTCAC3') และ 3.34 µM Syto9 dye วิเคราะห์ค่าการคลายเกลียวของสายดีเอ็นเอ (melting temperature; Tm) ที่ติดตั้งอยู่ในเครื่องเพิ่ม ปริมาณสารพันธุกรรมในสภาพจริง (Light Cycler® 480 Real-time PCR, Roche, Germany) มีขั้นตอนดังนี้ initial-denaturing 94 °C นาน 5 นาที, denaturing 94 °C นาน 30 วินาที, annealing 50 °C นาน 30 วินาที, extension 72 °C นาน 40 วินาที (ทำซ้ำ denaturing, annealing และ extension จำนวน 40 รอบ) จากนั้นทำการ เพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่ 65 °C ถึง 95 °C โดยเพิ่ม 0.03 °C ต่อวินาที เมื่อสิ้นสุดให้ลดอุณหภูมิลงที่ 40° C นาน 30 วินาที วิเคราะห์ melting peak ด้วยโปรแกรม Tm calling และสร้าง Normalized melting curves โดยโปรแกรม Gene Scanning 1.5.0 (Roche Diagnostics, Germany)

การบันทึกข้อมูล :

ระบุชนิดของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุของโรคอ้อยร่วมกับเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาว

บันทึกข้อมูลการตรวจพบโรคและการระบาดของในแต่ละพื้นที่ที่สำรวจ ข้อมูลการจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียด้วยสัณฐานและการทดสอบทางชีวเคมี ลำดับเบสของยีนเป้าหมายที่ใช้ตรวจสอบและชนิดของเชื้อ ค่า Tm ของยีนเป้าหมายในแบคทีเรียที่ตรวจสอบ

สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา ตุลาคม 2562 - กันยายน 2564

การทดลองที่ 5.7 การศึกษาการเพิ่มปริมาณของเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากการขยายพันธุ์หลายรุ่นในอาหารสังเคราะห์

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

แบบและวิธีการทดลอง: -

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

แบ่งเป็น (1) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็น 2 วิธีการ จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น 5 กอต่อวิธีการ แยกขยายจำนวน 5-8 รุ่นๆ ละ 2 กอ (1 กอต่อขวด) (2) ตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา 2 วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออ้อยโดยการชักนำผ่านคัลลัส

เพาะตาอ้อยในกระบะทรายที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ เมื่ออ้อยงอกนำไปตรวจคัดกรองโรค ใช้ต้นที่ผ่านการตรวจโรคระดับสีฟ้า (มีเชื้อน้อยกว่า 5 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่ออ้อยอายุได้ประมาณ 1 เดือน ความสูงอ้อยประมาณ 20 ซม. นำต้นอ้อยมาล้างด้วยน้ำยาล้างจาน ก่อนนำไปฟอกฆ่าเชื้อด้วย Clorox (6% w/w) ความเข้มข้น 30% ที่เติม Tween20 ประมาณ 2-3 หยดเป็นเวลา 30 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 3-4 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที หลังจากนั้นลอกเปลือกหุ้มออกประมาณ 2-3 ชั้น และหั่นเป็นชิ้นเล็กก่อนนำไปเลี้ยงในอาหารสูตร Murashige and Skoog's (MSC) ที่เติมฮอร์โมนที่เติมฮอร์โมน 2,4-D ความเข้มข้น 1 mg/l และ casein ความเข้มข้น 300 mg/l เพื่อชักนำให้เจริญไปเป็นแคลลัส โดยเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อได้แคลลัสในปริมาณมากพอจึงย้ายลงอาหารสูตร MSS II ที่มีฮอร์โมน BA 1 mg/l และ NAA 0.25 mg/l เพื่อขยายแคลลัส นำแคลลัสที่ได้มาชักนำให้เป็นต้น ในอาหาร MSS I ที่เติมฮอร์โมนที่เติมฮอร์โมน NAA ความเข้มข้น 0.25 mg/l และ BA ความเข้มข้น 1 mg/l เมื่อแคลลัสเจริญเป็นต้นแล้วนำต้นมาเพิ่มจำนวนในอาหาร MSS II ที่เติมฮอร์โมนที่เติมฮอร์โมน 2,4-D ความเข้มข้น 0.5 mg/l และ kinetin ความเข้มข้น 2 mg/l เมื่อต้นอ้อยมีการเจริญแตกกอมากขึ้น ทำการแยกต้นออกมาเป็นต้นเดียว นำไปเลี้ยงในอาหารขวดใหม่ นับเป็นรุ่นที่ 1 และเมื่อรุ่นที่ 1 ขยายเพิ่มจำนวนอีก จะทำการแยกต้นออกมาเป็นต้นเดียว นำไปเลี้ยงในอาหารขวดใหม่ นับเป็นรุ่นที่ 2 แล้วทำการแยกขยายในรุ่นต่อไปอีกจนถึงรุ่นที่ 10 การแยกขยายดำเนินการโดยจาก 1 กอ นำมาแยกเป็น 2 กอ ในทุกรุ่น สุ่มเก็บตัวอย่างใบจากทุกขวดในแต่ละรุ่นที่ได้ นำไปตรวจปริมาณเชื้อเชื้อไฟโตพลาสมาโดยวิธี Nested PCR, secA PCR และ realtime PCR แยก 1 กอจาก 1 ขวด เป็น 1 ตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2 : เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออ้อยโดยการชักนำต้นจากยอดเจริญ

ใช้ตัวอย่างอ้อยจากขั้นตอนที่ 1 เพาะในอาหารชักนำต้น และทำการขยายเพิ่มปริมาณตามและสุ่มเก็บตัวอย่างตามขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 3 : การตรวจเชื้อโรคใบขาว

กรมวิชาการเกษตร

ด้วยวิธี PCR 3 วิธีการ ได้แก่ Nested-PCR ยีนเป้าหมาย 16S-23S rDNA, ยีน secA ด้วยวิธี PCR ตามวิธีของ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และคณะ (2558ข) และ LAMP ยีนเป้าหมาย 16S-23S rDNA ตามวิธีของ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และ วีรกรณ์ แสงไสย์ (2562)

การบันทึกข้อมูล:

บันทึกข้อมูลต้นเนื้อเยื่อประกอบด้วย รุ่นที่แยกขยาย และปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาตรวจด้วย PCR ทั้ง 2 วิธีการ

สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564

การทดลองที่ 5.8 การศึกษาอุบัติการณ์การตรวจพบเชื้อโรคใบขาวอ้อยที่มีอาการร่วมกับเส้นกลางใบเหลืองและการจำแนกชนิดของเชื้อด้วยการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง: ตัวอย่างอ้อยที่แสดงอาการโรคเส้นกลางใบเหลืองและใบขาว จากการสำรวจจากแปลงปลูกของเกษตรกรในแหล่งปลูกต่างๆ

แบบและวิธีการทดลอง:

สำรวจและรวบรวมตัวอย่างอ้อยเป็นโรคจากไร่เกษตรกรและแปลงทดลองที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองและ/หรือร่วมกับอาการใบขาว ตามพื้นที่ปลูกอ้อยใน จังหวัดนครสวรรค์ กำแพงเพชร กาญจนบุรี สระแก้ว อุดรธานี และขอนแก่น

วิธีปฏิบัติการทดลอง :

1. **การสำรวจเก็บตัวอย่างใบอ้อยและตัวอย่างดิน**

สำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างอ้อยในปี 2564 บริเวณจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี นครราชสีมา นครสวรรค์ สระแก้ว สุพรรณบุรี และกาญจนบุรี เก็บเฉพาะตัวอย่างที่แสดงอาการที่สงสัยว่าเป็นโรค โดยเดินสำรวจในแปลงหากอที่เป็นโรค โดยจำแนกตามลักษณะอาการ สังเกตลักษณะเส้นกลางมีลักษณะเหลืองแต่ใบมีสีเขียว โดยเก็บตัวอย่างใบอ้อยไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และสุ่มเก็บตัวอย่างดินสามจุดภายในแปลงอ้อย โดยขุดเจาะที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรพร้อมระบุพิกัด

2. **การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินและธาตุอาหารตัวอย่างใบอ้อย**

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างอ้อยและตัวอย่างดินจากแปลงอ้อยตามจังหวัดต่างๆ นำตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น เพื่อวิเคราะห์หาค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเหล็กในดิน ส่วนตัวอย่างใบอ้อยวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และเหล็ก โดยมุ่งวิเคราะห์สาเหตุที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดอาการเส้นกลางใบเหลืองในอ้อย

3. **ตัวอย่างพืชและการสกัดดีเอ็นเอ**

ตัวอย่างใบสดจากอ้อยที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการที่สำรวจได้จากแหล่งระบาดของโรค สกัดดีเอ็นเอจากใบด้วยการประยุกต์ CTAB method ตามวิธีของ Li and Midmore (1999) ตัดใบอ้อย ประมาณ 1 กรัม บดในโกร่งพร้อมกับไนโตรเจนเหลวจนละเอียดเป็นผงแป้ง นำใบพืชที่บดแล้วใส่หลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติม extraction buffer [(เตรียม 500 มิลลิลิตร : CTAB (hexadecyltrimetyl ammonium bromide) 10 กรัม, NaCl 40.9 กรัม, 0.5M EDTA (pH 8.0) 20 มิลลิลิตร, 2M Tris-HCl (pH 8.0) 25 มิลลิลิตร, PVP-40T 5 กรัม)] 700 ไมโครลิตร และเติม mercaptoethanol 2 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

เขย่าทุกๆ 10 นาที เติม chloroform : isoamyl alcohol (24 : 1) 700 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันโดยการกลับหลอดไปมาเบาๆ หรือใช้เครื่อง shaker เบาๆ นาน 10 นาที ปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ดูดน้ำใสส่วนบน 500 ไมโครลิตร ใส่หลอดใหม่ เติม isopropanol 300 ไมโครลิตร (0.6 เท่าของสารละลาย DNA) และ 3M sodium acetate 50 ไมโครลิตร (0.1 เท่าของสารละลาย DNA) กลับหลอดไปมาเบาๆ บ่มที่ –20 องศาเซลเซียส หรือแช่ในน้ำแข็ง 30 นาที ระยะนี้จะเห็นตะกอน DNA เป็นเส้นใยสีขาวใส ปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เพื่อตกตะกอน DNA เทน้ำใสทิ้ง ล้างตะกอน DNA ด้วย 70% ethanol 500 ไมโครลิตร (2 ครั้ง) โดยเขย่าเบาๆ 2 – 3 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทน้ำใสทิ้ง ปล่อยตะกอนให้แห้งที่อุณหภูมิห้องละลายตะกอนด้วย TE 100 ไมโครลิตร และเติม RNase A (10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) 2 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หรือ 37 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำดีเอ็นเอที่ไปวัดปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอด้วยเครื่อง spectrophotometer แล้วเก็บสารละลายดีเอ็นเอที่ -20 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไปตรวจวัดปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอพืชด้วย Nanodrop (NanoDrop Lite Spectrophotometer, Thermo Scientific, USA) ตรวจพิสูจน์ชนิดของเชื้อในตัวอย่างแต่ละอาการด้วยการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์ตำแหน่ง 16S-23S rDNA

4. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ และวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในพืชเป็นโรคด้วย Nested-PCR: นำดีเอ็นเอที่สกัดได้จากอ้อยและหญ้าเป็นโรคใบขาวมาใช้เป็นต้นแบบในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยเทคนิค PCR มี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกใช้ไพรเมอร์ที่ออกแบบมาจากบริเวณ 16S RNA ซึ่งเป็นบริเวณที่มีตำแหน่งอนุรักษ์ทางพันธุกรรมสูง (Deng and Hinki 1991; Schneider et al., 1995) ซึ่งในปริมาตร 15 ml ประกอบด้วย 1xbuffer, 1.5 mM Mg_2Cl, 0.2 mM dNTP, 0.5 mM Forward primer (MLO-X), 0.5 mM Reverse primer (MLO-Y), 0.1 U Taq polymerase (Fermentas, EU)และ DNA template 3 ml (100 ng) ขั้นตอนที่ 2 ใช้ไพรเมอร์ที่ออกแบบมาจากบริเวณ 16S-23S rRNA intergenic spacer region ซึ่งมีความจำเพาะเจาะจงสูงกับเชื้อไฟโตพลาสมาซึ่งเป็นสาเหตุของโรคใบขาวโดยมีปฏิกิริยาสุทธิ 15 ml ประกอบด้วย 1x buffer,1 mM Mg_2Cl, 0.2 mM dNTP, 0.5 mM Forward primer (P1), 0.5 mM Reverse primer (P2), 0.1 U Taq polymerase and DNA template (1st-PCR product) 3 ml โปรแกรมที่ใช้ปฏิกิริยา PCR ประกอบด้วย 95°C นาน 1 นาที, 55°C นาน 30 วินาที (ขั้นตอนที่ 2 ใช้ 60°C) และ 72°C นาน 1 นาที จำนวนรอบ 24 รอบ (ขั้นตอนที่ 2 ใช้จำนวนรอบ 25 รอบ) ตรวจผลโดยนำผลผลิตที่ได้จากทั้ง 2 ขั้นตอนมาผสมกับ loading dye ที่มี SYBER GREEN จำนวน 1.5 ml และแยกขนาดด้วยวิธีอิเลคโตรโฟริซิส บนอะการ์โรสเจลความเข้มข้น 1% ตรวจดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต Primer Sequence (5'->3') (Hanboonsong et al., 2005)

MLO-X: GTT-AGG-TTA-AGT-CCT-AAA-ACG-AGC;
MLO-Y: GTG-CCA-AGG-CAT-CCA-CTG-TAT-GCC
P1: GTC-GTA-ACA-AGG-TAT-CCC-TAC-CGG ;
P2: GGT-GGG-CCT-AAA-TGG-ACT-TGA-ACC

การหาลำดับนิวคลีโอไทด์: สกัดชิ้นดีเอ็นเอโดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป GF-1 AmpbiClean Kit (Vivantis, Malaysia) จากนั้นทำการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ แล้วเทียบผลกับฐานข้อมูลใน NCBI จัดเรียงและสร้าง phylogenetic tree ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Molecular Evolutionary Genetics Analysis; MEGA ver. 5.0 software ในรูปแบบ neighbor-joining method

5. การสร้าง Phylogenetic tree

ทำการจัดลำดับนิวคลีโอไทด์ให้ถูกต้องด้วยโปรแกรม BioEdit v 7.1 และ Clustal W จากนั้นทำการสร้าง phylogenetic tree ด้วยโปรแกรม MEGA ver. 5.05 ด้วยวิธี Neighbor-Joining โดยใช้โมเดล Kimura 2- parameter ด้วยการสุ่มข้อมูล (bootstrap) จำนวน 1,000 ครั้ง

การบันทึกข้อมูล :

ในตัวอย่างที่สำรวจจากแปลง: บันทึกลักษณะอาการโรคอื่นที่พบในต้นที่สำรวจได้และชนิดของเชื้อจากการตรวจด้วยการตรวจวิเคราะห์ลำดับเบสหรือจากการตรวจจำแนกชนิดของเชื้อในห้องปฏิบัติการ

สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

ระยะเวลา ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

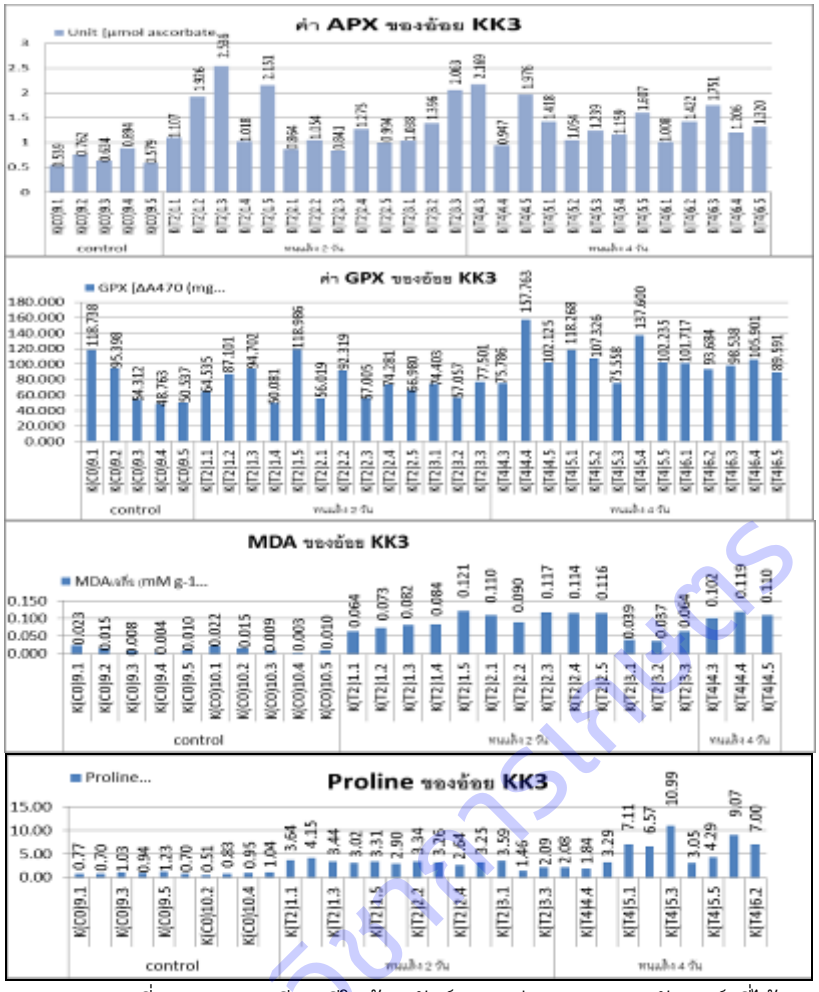
การทดลองที่ 5.1 ผลของปริมาณเชื้อและสภาวะแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในอ้อยที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาว

การทดสอบปริมาณเชื้อและการชักนำอาการใบขาวด้วยสภาวะแล้งในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต :

จากการเพาะกล้าอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ตรวจพบเชื้อไฟโตพลาสมาในปริมาณสูงระดับสีเหลือง (น้อยกว่า 10 เซลล์ ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) ในกระบะทราย อายุประมาณ 4 สัปดาห์ ทำการทดสอบในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต ที่ควบคุมสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 33°C ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 55% RH ความเข้มแสง 20,000 LUX และการส่องสว่าง 14/10 ชั่วโมง (สว่าง/มืด) ทำการทดสอบชุดละ 10 ต้น เป็นเวลานาน 2 วัน และ 4 วัน จากนั้นทำการตรวจการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ผลการตรวจการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีจำนวน 9 ชนิด พบว่า กิจกรรมเอ็นไซม์ในกลุ่ม oxidative stress ได้แก่ Ascorbate peroxidase (APX) และ Guaicol peroxidase (GPX) มีปริมาณสูงขึ้น1-2 เท่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ทดสอบ เช่นเดียวกับสารในกลุ่มที่แสดงถึงการทำลายของเซลล์ ได้แก่ Malondialdehyde (MDA) และกลุ่มที่แสดงถึงภาวะปัญหาความเต่งของเซลล์ (osmotic stress) ได้แก่ Proline ในกลุ่มการสังเคราะห์แสง พบว่า คลอโรฟิลล์มีปริมาณต่ำลง 1-2 เท่าและน้ำตาลรวมมีปริมาณสูงขึ้น 2-4 เท่า ในขณะที่แป้งและสารประกอบฟีนอลิกส์ไม่แตกต่างกันเด่นชัด ส่วนปริมาณโปรตีนรวมสูงขึ้นในวันที่ 2 และลดลงในวันที่ 4 ที่ทดสอบ (ภาพที่.5.1.1) แสดงถึงภาวะที่ระบบการทำงานของเซลล์ถูกทำลาย การทดลองฟื้นต้นหลังจากทดสอบในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตพบว่าไม่ประสบความสำเร็จ อาจเนื่องมาจากความแข็งแรงของต้นก่อนทดสอบ รวมทั้งไม่พบการแสดงอาการใบขาว แสดงให้เห็นว่าปริมาณเชื้อในต้นในระดับนี้ไม่สามารถทำให้ต้นแสดงอาการใบขาวได้ รวมทั้งพบว่าปริมาณน้ำตาลที่มีค่าสูงขึ้นกว่าต้นควบคุม ซึ่งเป็นอาการปกติของอ้อยที่ถูกทดสอบในภาวะร้อนและขาดน้ำ โดยพบว่าในกรณีของต้นที่ติดเชื้อใบขาวในปริมาณสูงและมีการแสดงอาการใบขาวแล้ว จะมีการสะสมแป้งในใบและมีปริมาณ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

น้ำตาลที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากมีการสังเคราะห์แสงที่น้อยลง จากคลอโรฟิลล์ที่ถูกทำลาย (ศุจิรัตน์ และคณะ, 2558ข)



ภาพที่ 5.1.1 ผลการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อายุ 4 สัปดาห์ ที่ได้จากต้นแม่ที่ติดเชื้อโรคใบขาว หลังการทดสอบที่ 2 และ 4 วัน ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมที่ 33 °C, 55% RH, 20,000 LUX, 14/10 hrs ส่องสว่าง/มืด, ไม่ให้น้ำ. APX : ascorbate peroxidase, GPX: guaicol peroxidase, MDA : malondialdehyde. Control : non-treatment ให้น้ำ.

การทดสอบชักนำอาการใบขาวซ้ำ ดำเนินการในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จากแปลงเกษตรกรที่ปลูกจากอ้อยชำข้อรุ่นที่ 3 ที่เริ่มจากใช้อ้อยจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คัดเลือกลำจากกอที่มีอาการใบขาว นำมาเพาะในกระบะทราย ให้น้ำ ตามความชื้นดิน และสารอาหาร (Hoagland solution) ตามน้ำหนักกระถาง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ดำเนินการทดสอบเมื่อต้นอายุได้ประมาณ 2 เดือนนับจากวันเพาะก่อนทดสอบในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต ทำการตรวจปริมาณแป้ง น้ำตาล และคลอโรฟิลล์ ในใบ ทั้งนี้ไม่สามารถตรวจปฏิกิริยาชีวเคมีอื่นได้เนื่องจากใบมีจำนวนน้อย ตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาและบันทึกอาการใบขาวก่อนทดสอบ ทำการทดสอบสภาวะแล้งในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตเป็นเวลา 4 วัน ตามสภาวะดังกล่าวข้างต้น จากนั้นนำต้นที่ทดสอบทำการฟื้นสภาพด้วยการให้น้ำ และบันทึกอาการใบขาวหลังจากใบคลี่แล้วจากการให้น้ำตัวอย่างชุดควบคุมดำเนินการเช่นเดียวกัน แต่ไม่ได้นำเข้าทดสอบในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต

ตารางที่ 5.1.1. ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาวิเคราะห์ด้วย 16S-23S rDNA nested-PCR และ secA gene ในอ้อยพันุ์ขอนแก่น 3 ที่ได้จากลำที่ติดเชื้อใบขาว ก่อนการทดสอบ และสีของใบในวันที่ 5 และ90 วันหลังทดสอบใน

สภาพแวดล้อมที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 33 °C ความชื้น 55% RH ความเข้มแสง 20,000 LUX ระยะเวลาส่องสว่าง/มืด 14/10 ชม. ไม่ให้น้ำ G : green, WG : white and green, W : white

		Phytoplasma concentration cells/ul in 25 ng plant DNA			Leaf no. / symptom 5 days post treatment					90 days post treatment
No.	concentration	700 bp	210 bp	SecA	1	2	3	4	5	
1inT1	100,000	4+	4+	4+	WG/D	WG/D	WG/WG	W/W	W/W	dry
1inT2	10,000	4+	4+	3+	WG/D	WG/D	WG/W	WG/W	W/W	dry
1inT3	100,000	4+	4+	4+	WG/D	WG/D	WG/WG	WG/W	W/W	dry
1inT4	100,000	4+	4+	4+	WG/D	WG/D	WG/W	W/W	-	dry
2inT1	10	1+	4+	3+	G/D	G/G	G/D	G/D	G/WG	dry
2inT2	10	0.5+	4+	1+	G/D	G/D	G/D	G/G	G/WG	dry
2inT3	<10	-	4+	+/-	D/D	G/D	G/G	G/G	-	dry
2inT4	<10	1+??	4+	2+	G/D	G/G	G/G	G/G	G/G	dry
3inT1	1000	3+	4+	3+	D/D	G/D	G/D	G/WG	G/WG	dry
3inT2	10	1+	4+	<0.5+	G/D	G/D	G/D	G/WG	G/WG	dry
3inT3	<10	-	4+	+/-	G/D	G/WG	G/WG	G/WG	-	dry
3inT4	100	2+	4+	3+	G/D	G/WG	G/-	-	-	dry
3inT5	1000	4+	4+	2+	G/G	G/WG	WG/W	WG/W	-/W	dry
4inT1	100,000	4+	4+	4+	G/D	G/WG	G/WG	G/WG	G/WG	dry
4inT2	10	0.5+	4+	1+	G/D	G/D	G/D	G/D	-	shoot GW
4inT3	1000	3+	4+	3+	G/WG	G/WG	G/WG	G/WG	G/WG	dry ตาย
4inT4	<10	-	4+	+/-	G/G	G/D	G/-	-	-	shoot G

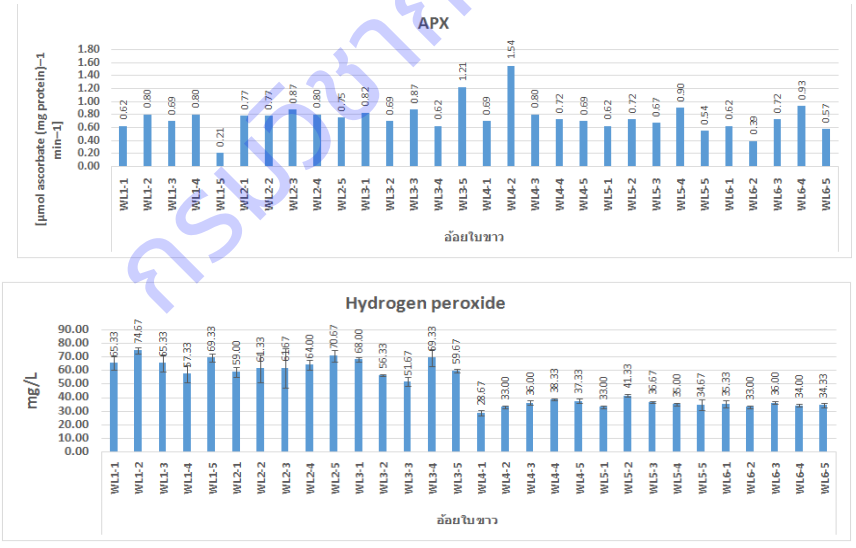
ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อในจำนวน 18 ต้น ที่ได้จาก 4 ลำ พบว่าตัวอย่างเกือบทั้งหมดมีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในปริมาณสูงระดับสีส้มถึงสีแดง ตั้งแต่ 10-1000 เซลล์ ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัมเกือบทั้งสิ้น (ตารางที่ 5.1.1) ซึ่งเป็นระดับที่สามารถชักนำอาการใบขาวได้ด้วยภาวะเครียด ก่อนทดสอบมีต้นที่แสดงอาการใบขาวแล้ว 5 ต้น และต้นที่ไม่มีอาการใบขาว 13 ต้น หลังการทดสอบด้วยสภาวะแล้ง และฟื้นสภาพต้นด้วยการให้น้ำ เป็นเวลา 3 วัน พบว่าในจำนวนที่ไม่มีอาการใบขาวเริ่มต้น มี 8 ต้น ที่มีใบแสดงอาการใบขาว (ตารางที่ 5.1.1) แสดงให้เห็นถึงระดับปริมาณเชื้อดังกล่าวนี้สามารถชักนำอาการใบขาวด้วยสภาวะแล้งได้ การบันทึกอาการเมื่อต้นมีอายุได้ 90 วัน หลังการฟื้นต้น พบว่าต้นที่มีอาการใบขาวก่อนและหลังทดสอบแห้งตายทั้งหมด แต่มี 1 ต้นที่ไม่มีอาการใบขาวทั้งก่อนและหลังทดสอบมีการงอกหน่อใหม่ 2 หน่อ และแสดงอาการใบขาว โดยต้นนี้มีเชื้อในระดับสีเหลือง หรือน้อยกว่า 10 เซลล์ ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ส่วนอีก 1 ต้นมีการแตกหน่อใหม่เช่นกัน แต่ไม่มีอาการใบขาว พบว่ามีเชื้อในระดับสีเหลืองหรือเขียว หรือประมาณ 1 ถึง <10 เซลล์ ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม (ตารางที่ 5.1.1)

ตารางที่ 5.1.2 . ปริมาณคลอโรฟิลล์ แป้ง และน้ำตาลในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ได้จากลำที่ติดเชื้อใบขาว Test : ทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 33 °C ความชื้น 55% RH ความเข้มแสง 20,000 LUX ระยะเวลาส่องสว่าง/มืด 14/10 ชม. ไม่ให้น้ำ control : ไม่ได้ทดสอบ และให้น้ำ

Biochemical substances	Sample set	average (mg/g FW)	
		Test	Control
Chlorophyll	1	0.30	0.29

	2	0.54	0.41
	3	0.66	0.39
	4	0.61	0.69
Total sugar	1	1.20	1.32
	2	1.65	1.45
	3	0.69	0.90
	4	0.94	1.31
Total starch	1	3.30	3.21
	2	3.51	4.31
	3	3.81	4.66
	4	4.68	4.12

การทดสอบชักนำอาการใบขาวซ้ำ ในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จากแปลงเกษตรกรที่ปลูกจากอ้อยชำข้อรุ่นที่ 3 ที่เริ่มจากใช้อ้อยจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คัดเลือกลำจากกอที่มีอาการใบขาว นำมาเพาะในกระบะทราย จำนวน 30 ต้น ทำการตรวจกิจกรรมเอ็นไซม์ APX ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และปริมาณเชื้อใบขาว ก่อนการทดสอบชักนำสภาวะเครียด ผลการตรวจค่า APX พบว่าไม่แตกต่างกันมากในจำนวนต้นที่ตรวจสอบ โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 0.75 ± 0.23 unit (μmol ascorbate /mg protein/ min) แต่พบว่ามีค่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แตกต่างกันแบ่งเป็น 2 กลุ่มค่อนข้างชัดเจน โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ตัวอย่างที่ 1-1 ถึง 3-5 มีค่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูง มีค่าเฉลี่ย 63.58 ± 6.23 mg/L ส่วนตัวอย่างที่ 4-1 ถึง 6-5 มีค่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่า มีค่าเฉลี่ย 35.11 ± 2.87 mg/L (ภาพที่ 5.1.1)



ภาพที่ 5.1. กิจกรรมเอนไซม์ APX และปริมาณสาร hydrogen peroxide ในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่อายุ 4 สัปดาห์ ที่ได้จากต้นที่ติดเชื้อใบขาว set 1-6 : ก่อนทดสอบในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม

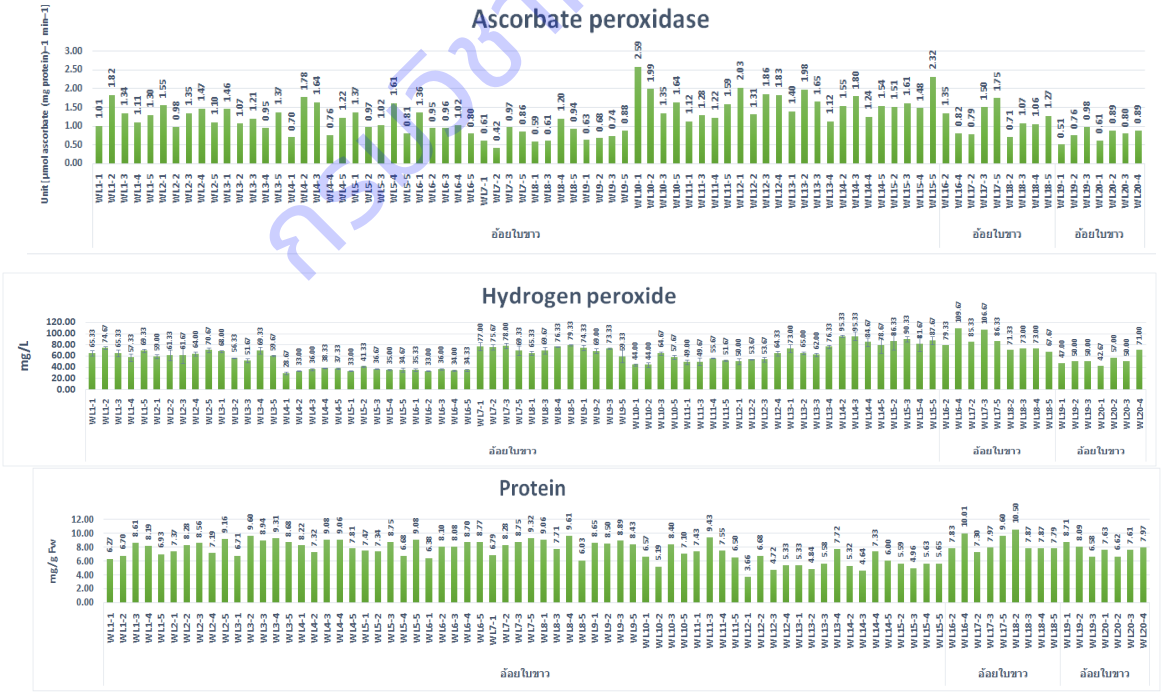
เมื่อทดสอบในกลุ่มตัวอย่างเพิ่ม ตัวอย่างที่ 7-20 (WL7-1 ถึง WL20-4) พบค่า APX สูงขึ้นในกลุ่มตัวอย่าง 10-16 (WL10-1 ถึง WL16-4) (ภาพที่ 5.1.2) มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด ตั้งแต่ตัวอย่างที่ 1-

กรมวิชาการเกษตร

20 (WL1-1 ถึง WL20-4) เป็น 1.22 ± 0.44 unit (μmol ascorbate /mg protein/ min) ซึ่งเป็นค่าที่สูงขึ้น

ในส่วนค่าสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กลุ่มตัวอย่างที่ 4-6 (WL4-1 ถึง WL6-5) พบว่ามีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น โดยทั้งหมด 20 กลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 82 ต้น มีค่าสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เฉลี่ยที่ 61.97± 18.46 mg/L ส่วนโปรตีนรวม พบว่ากลุ่มตัวอย่าง 10-15 (WL10-1 ถึง WL15-5) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น โดยทั้งหมด 20 กลุ่มตัวอย่าง มีค่าโปรตีนรวมเฉลี่ยที่ 7.54± 1.44 mg/g FW (Fig.2)

การตรวจปริมาณเชื้อใบขาวก่อนทดสอบในตู้ควบคุมนั้น พบว่าตัวอย่างทั้งหมด 78 ตัวอย่างที่ทดสอบ ซึ่งเป็นพันธุ์ขอนแก่น 3 นั้น พบว่ามีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในระดับไม่เกิน 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม โดยมีจำนวน 5 ตัวอย่าง มีปริมาณเชื้อในระดับ 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ซึ่งเป็นระดับที่สามารถชักนำอาการใบขาวได้ แต่ผลการฟื้นต้นหลังเพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสีใบหลังการชักนำอาการใบขาวด้วยสภาวะเครียดในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต พบว่ากลุ่มตัวอย่าง 10-15 แห้งตาย ส่วนกลุ่มตัวอย่าง 1-9 และ16-18 สามารถฟื้นได้ แต่ไม่แสดงอาการใบขาว แสดงให้เห็นว่าปริมาณเชื้อในระดับ 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ยังไม่สามารถชักนำอาการใบขาวได้ ตัวอย่าง 19-20 เป็นการทดลองเพิ่มในพันธุ์ LK92-11 จำนวน 8 ต้น ในต้นที่อายุประมาณ 5-7 เดือน พบว่ามีเชื้อในระดับ 10-100,000 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม มีต้นที่มีปริมาณเชื้อสูงจำนวน 4 ต้น (ตาราง 5.1.2) การบันทึกอาการต้นที่ทดสอบด้วยสภาวะแล้งในตู้ควบคุม พบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่มีเชื้อในระดับ 10 copy/ul in 25 ng plant DNA หรือน้อยกว่า ส่วนตัวอย่างที่ 16-1 ถึง 20-4 ต้นตายก่อนทดสอบ พบว่าระดับปริมาณเชื้อที่ 10 copy/ul in 25 ng plant DNA หรือน้อยกว่า (รหัสสีส้มระดับ 1) พบว่ายังไม่สามารถชักนำอาการใบขาวได้



ภาพที่ 5.1.2 กิจกรรมเอนไซม์ APX และปริมาณสาร hydrogen peroxide ในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่อายุ 4 สัปดาห์ ที่ได้จากต้นที่ติดเชื้อใบขาว set 1-6 : ก่อนทดสอบในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม

. WL1-1 ถึง WL18-5 : KK3; WL19-1 ถึง WL20-4 : LK92-11

การตรวจปริมาณเชื้อในต้นที่ทดสอบชุดใหม่ ทำการตรวจปริมาณเชื้อก่อนการเข้าตู้ทดสอบและตรวจสีใบหลังฟื้นต้น และปริมาณเชื้อในหน่อ พบว่าตัวอย่างที่นำมาทดสอบทั้งสิ้น 68 ต้น ก่อนเข้าตู้ทดสอบมีสีใบสีเขียว หลังการทดสอบมีความชื้นลดลงจากเริ่มต้นประมาณ 14-18 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อใบขาวในระดับสีฟ้า (<0.5 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) ถึงสีเหลืองระดับ2 (<10 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) หลังฟื้นต้น มีจำนวน 5 ต้นที่งอกหน่อใหม่ โดยทั้งหมดมาจากต้นที่มีเชื้อในระดับสีฟ้า (<0.5 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) ถึงสีเขียวระดับ 3 (>0.5-<1 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) ผลการตรวจปริมาณเชื้อในหน่อใหม่พบว่ากลุ่มที่มีสีฟ้าและสีเขียวในระดับ 1-2 จะมีปริมาณเชื้อในหน่อใหม่ในระดับสีฟ้า ส่วนในต้นที่มีเชื้อในระดับสีเขียวระดับ 3 หน่อใหม่ที่ได้จะมีในระดับสีฟ้าและสีเหลืองระดับ 1 (1 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) แสดงให้เห็นว่าหน่อใหม่ของกลุ่มที่มีเชื้อสีเขียวระดับ 3 อาจมีการเพิ่มปริมาณเชื้อในรุ่นหน่อ ซึ่งจากการทดลองเพิ่มพบว่าในสีเหลืองระดับ 1 นี้ จะให้หน่อเป็นต้นใบขาว

การทดสอบการชักนำอาการใบขาวด้วยความแตกต่างของดิน :

การทดสอบการชักนำอาการใบขาวด้วยความแตกต่างของดิน มีการดำเนินการแล้ว 3 ครั้ง โดยเริ่มปลูกในช่วง ก.พ 2558 ใช้ลำพันธุ์ LK 92-11 ที่มีอาการใบขาวที่ยอด นำมาเพาะข้อตา และทดสอบในหน้าดินจากชุดดินวาริน ที่เก็บจากแปลงใน ศวร. ขก. และหน้าดินจากชุดดินกำแพงแสน ที่เก็บจากบ้านรางโพธิ์ อ. อู่ทอง จ. สุพรรณบุรี ครั้งที่ 2 ใช้อ้อยจากเขาสวนกวางที่มีอาการใบขาวเขียว

การทดลองครั้งที่ 1 อ้อยพันธุ์ LK92-11 มีอาการใบขาว ทำการเพาะข้อ แยกลำ ปลูกทดสอบในหน้าดิน จากชุดดินวาริน และดินผสมสำเร็จ (ดินผสมใบก้ามปู) พบว่าต้นที่เพาะได้ส่วนใหญ่มีอาการใบขาวแล้ว จึงไม่มีการทดสอบต่อ

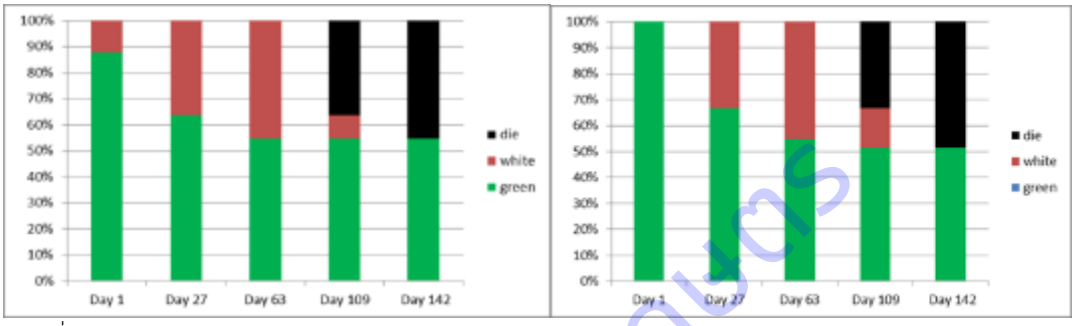
การทดลองครั้งที่ 2 เพาะข้ออ้อยที่ได้จากลำมีอาการยอดขาวและไม่มีอาการจำนวน 9 ลำ แบ่งทดสอบพัฒนาการของอาการใบขาวในดินที่ได้จากหน้าดินจาก 2 แหล่ง ได้แก่ ชุดดินวาริน จากศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และหน้าดินจากชุดดินกำแพงแสน จากแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี โดยแบ่งข้อเลขคี่จากโคนของทุกลำปลูกในดิน ศวร.ขก. และข้อเลขคู่ปลูกในดิน ศวร. สุพรรณบุรี และให้น้ำ พบว่าข้อจากลำที่มีอาการยอดขาวแม้งอกเป็นใบเขียวในระยะแรก แต่จะพัฒนาต่อเป็นใบขาวในที่สุด และมักพบว่าข้อที่อยู่ตอนโคนแสดงอาการใบขาวเร็วกว่าส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไป และพบว่าอาการใบขาวที่ปลูกในดินจาก ศวร. สุพรรณบุรี มีระยะเวลาการคงตัวนานกว่าใบขาวที่อยู่ในดินจาก ศวร. ขก. (ภาพที่5.1.3) แต่ที่ระยะเวลา 142 วันนับจากวันปลูก ต้นที่มีอาการใบขาวตายหมดทุกต้น โดยระยะเวลาที่ 109 วัน ต้นใบขาวที่ปลูกในดิน ศวร.ขก. มีจำนวนต้นตายมากกว่าที่ปลูกในดิน ศวร. สุพรรณบุรี (ภาพที่ 5.1.4) สาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากคุณลักษณะของดิน ที่ต้องทำการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

	หมายเลขลำ								
ข้อที่	2	9	14	15	11	3	5	13	16
1	G/W/W/-	GW/W/W/-	G				G	G/GW/GW/-	
2	G/G/GW/GW/-		G		G	G/GW/GW/GW/-	G	G/GW/GW/-	G
3	G/GW/GW/-		G	G	G	G/GW/GW/-	G	G/GW/GW/-	G
4	G/G/GW/GW/-	G/W/W/-	G		G	G/GW/GW/-	G	G/-	G
5	G/GW/-	GW/W/W/-	G		G				G
6	G/GW/GW/GW/-	G/W/W/-	G	G	G	G/GW/-	G	G/GW/GW/-	G
7	GW/GW/W/-	GW/W/W/-	G		G	G/G/G/-	G	G/W/W/-	G
8	G/GW/GW/GW/-	G/W/W/-	G		G	G/G/GW/GW/-		G/GW/GW/-	G
9	G/G/GW/W/-	GW/GW/GW/-	G	G		G/GW/-	G	G/W/W/-	G
10	G/GW/GW/-	G/G/GW/-	G	G	G	G/G/GW/GW/-	G	G/GW/GW/-	

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 5.1.3 การแสดงอาการใบขาวในต้นอ่อนอ้อยจากใบยอดที่ 1, 27, 63, 109 และ 142 วันหลังปลูกg. G: green, GW: green/white; W: white. - : died. คอลัมน์เลขคี่ ปลูกในหน้าดินจากชุดดินวาริน; คอลัมน์เลขคู่ หน้าดินจากชุดดินกำแพงแสน.

ผลการตรวจปริมาณเชื้อช่วงวันที่ 67 หลังการย้ายปลูกพบว่ากลุ่มต้นที่แสดงอาการใบขาวมีเชื้อไฟโตพลาสมาในปริมาณสูง สามารถตรวจพบเชื้อได้ทั้งในตำแหน่ง 700 bp, 210 bpและ secA ในระดับตั้งแต่ 1+ ถึง 4+ ส่วนกลุ่มที่ไม่มีอาการใบขาว ตรวจพบได้ทั้ง 210 bpในระดับ 4+ และ secA ในระดับตั้งแต่ 1+ ถึง 4+ ผลการตรวจปริมาณเชื้อในแต่ละต้น พบว่าต้นที่ปลูกในดิน ศวร.ขก. มีปริมาณเชื้อสูงกว่ากลุ่มต้นที่ปลูกในดินลานโพธิ์ แสดงให้เห็นว่าสภาวะเครียดอาจมีผลต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในต้นได้



ภาพที่ 5.1.4 การแสดงอาการโรคใบขาวในต้นอ่อนอ้อยปลูกในหน้าดินจากชุดดินวาริน (ซ้าย) และจากชุดดินกำแพงแสน (ขวา) ที่ 1-142 วันหลังปลูก.

การตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างอ้อยที่ปลูกในหน้าดินจากทั้งสองแหล่ง พบว่าตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณในระดับต่ำ คือ <0.5 – 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัมซึ่งไม่แสดงอาการใบขาว แต่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ปลูกอยู่ในชุดดินวารินจะมีปริมาณเชื้อสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน เช่นเดียวกับผลการทดลองข้างต้น

ความแตกต่างของปริมาณเชื้อโรคใบขาวในแหล่งปลูกที่แตกต่างกัน

การเพาะอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ปลูกในแหล่งดินชนิดอื่น เพื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ โดยการปลูกเปรียบเทียบในชุดดินเดิมและชุดดินวาริน แหล่งปลูกที่นำต้นกล้ามาปลูกเปรียบเทียบ ได้แก่ อ. โนนสูง จ. นครราชสีมา และ จ. บุรีรัมย์ ที่มีเชื้ออยู่ระดับสีฟ้า-เขียว-เหลือง เก็บตัวอย่างอ้อยจากแหล่งปลูกต่างๆ 6 แหล่งๆ ละ 20 ลำ ได้แก่ ลำปลายมาศ โนนสูง บุรีรัมย์ ศรีษะเกษ สุรินทร์ และสุพรรณบุรีทำการเพาะกล้าในถุง และรอการเจริญเติบโต เพื่อแบ่งนำกลับปลูกแหล่งเดิม และท่าพระ เพื่อตรวจการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ ผลการตรวจเชื้อใบขาวในตัวอย่างใบที่เก็บจาก ศวพ. ต่างๆ 5 แหล่ง ได้แก่ ศรีษะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ (ลำปลายมาศ) นครราชสีมา (โนนสูง) และบุรีรัมย์ พบว่า อ้อยจาก ศวพ.สุรินทร์มีปัญหา อ่อนแอ และไม่งอก ส่วนที่เหลือทั้งหมดมีเชื้อใบขาวอยู่ในระดับ 0.5-10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ซึ่งพบว่าไม่แสดงอาการใบขาว เนื่องจากปริมาณเชื้อระดับนี้พบว่าไม่สามารถกระตุ้นให้แสดงอาการใบขาวได้จากสภาพแวดล้อม แต่อาจจะแสดงอาการได้ในระดับอ้อยตอ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณเชื้อและสภาวะแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในอ้อยที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวทำการศึกษาใน 2 วิธีการ คือ (1) การชักนำอาการใบขาวด้วยภาวะร้อนและแล้ง

เพื่อศึกษาระดับปริมาณเชื้อที่สามารถชักนำอาการใบขาวได้ และ (2) การชักนำอาการใบขาวด้วยความแตกต่างของหน้าดิน

การทดสอบในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในปริมาณสูง ตั้งแต่ 100 copy/ul ในดีเอ็นเออ้อย 25 ng หลังการทดสอบด้วยสภาวะแล้ง และฟื้นสภาพต้นด้วยการให้น้ำ เป็นเวลา 3 วัน สามารถตรวจพบการเปลี่ยนสีของใบจากเขียวเป็นขาว แสดงให้เห็นว่าสภาวะแล้งสามารถชักนำอาการใบขาวในอ้อยที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาระดับนี้ได้ การทดสอบในต้นที่มีเชื้ออยู่ในน้อยกว่า 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม และระดับปริมาณเชื้อที่ 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัมหรือน้อยกว่า (รหัสสีส้มระดับ 1) พบว่าไม่สามารถชักนำอาการใบขาว พบว่าไม่แสดงอาการใบขาวหลังต้นฟื้น การทดสอบในต้นที่มีเชื้อ <0.5 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) ถึง <10 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng พบว่าหน่อใหม่ที่งอกมีสีเขียวและมีเชื้อในระดับสีฟ้า (<0.5 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) ถึงสีเขียวระดับ 3 (<1 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) ผลการตรวจปริมาณเชื้อในหน่อใหม่พบว่ากลุ่มที่มีสีฟ้าและสีเขียวในระดับ 1-2 จะมีปริมาณเชื้อในหน่อใหม่ในระดับสีฟ้า ส่วนในต้นที่มีเชื้อในระดับสีเขียวระดับ 3 หน่อใหม่ที่ได้จะมีในระดับสีฟ้าและสีเหลืองระดับ 1 (1 copy/ul ใน DNA พืช 25 ng) แสดงให้เห็นว่าหน่อใหม่ของกลุ่มที่มีเชื้อสีเขียวระดับ 3 อาจมีการเพิ่มปริมาณเชื้อในรุ่นหน่อ ซึ่งจากการทดลองเพิ่มพบว่าในสีเหลืองระดับ 1 นี้ จะให้หน่อเป็นต้นใบขาว

การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีในกลุ่มที่ติดเชื้อใบขาวระดับสูง พบว่า กิจกรรมเอ็นไซม์ APX, ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และโปรตีนรวม พบว่ามีค่าแตกต่างกันขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างและช่วงอายุ แต่ยังขาดข้อมูลแป้งและน้ำตาลรวม ซึ่งต้องใช้ประกอบการวิเคราะห์ และต้องทำการตรวจเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่มีอาการใบขาว

การทดสอบการชักนำอาการใบขาวด้วยความแตกต่างของหน้าดินที่ได้จากชุดดินวารินและกำแพงแสนโดยใช้ต้นที่มีปริมาณใบขาวสูง พบว่าต้นที่มาจากลำใบขาวพัฒนาเป็นใบขาวได้ แต่ต้นใบขาวที่ปลูกในหน้าดินจากชุดดินกำแพงแสน มีการตายช้ากว่า ผลการตรวจปริมาณเชื้อช่วงวันที่ 67 หลังการย้ายปลูกพบว่าต้นที่ปลูกในหน้าดินจากชุดดินวาริน. มีปริมาณเชื้อสูงกว่ากลุ่มต้นที่ปลูกในหน้าดินจากชุดดินกำแพงแสน แสดงให้เห็นว่าสภาวะเครียดอาจมีผลต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในต้นได้

ในการทดสอบการชักนำอาการใบขาวด้วยความแตกต่างของดิน ได้ทำการเพาะอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ปลูกในแหล่งดินชนิดอื่น เพื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ โดยการปลูกเปรียบเทียบในชุดดินเดิมและชุดดินวาริน ทำการปลูก 5 แหล่ง ได้แก่ ศวพ. บุรีรัมย์ แปลงเกษตรกรที่ลำปลายมาศ ศวพ.สุรินทร์ ศวพ.โนนสูง และ ศวพ. ศรีษะเกษ ผลการตรวจปริมาณเชื้อใบขาวจากใบของลำที่นำมาจากแหล่งต่างๆ นั้นพบว่ามีเชื้อใบขาวตั้งแต่ 0.5-10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม พบว่าไม่แสดงอาการใบขาวในอ้อยปลูก

การทดลองที่ 5.2 การศึกษาผลของการติดเชื้อโรคอื่นซ้ำซ้อนต่อเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวของอ้อยในสภาพไร่

การสำรวจเชื้อสาเหตุโรคอื่นในอ้อย

ทำการสำรวจโรคอ้อยครั้งที่ 1 ระหว่างเดือนธันวาคม 2558 ถึงมกราคม 2559 ในแปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นและเพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)

และตรวจเชื้อด้วยกล้องจุลทรรศน์ได้ตัวอย่างใบอ้อยที่มีลักษณะอาการโรค 4 ชนิด ได้แก่โรคใบจุดวง แหวนโรคลำต้นเน่าแดงและใบขีดแดง โรคใบขีดสีน้ำตาล และโรคใบจุดแผลใหญ่ ผลการเพาะเชื้อพบว่าเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อราบนใบทั้งสิ้น ไม่พบตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียในลำอ้อย เนื่องจากเป็นช่วงแล้ง และอากาศร้อน แห้ง การสำรวจโรคครั้งที่ 2 ดำเนินการในช่วงเดือน มีนาคม 2559 ที่อำเภอกุมภวาปี และบริเวณใกล้เคียง ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ เนื่องจากไม่มีต้น และเป็นช่วงอากาศแห้ง การสำรวจโรคครั้งที่ 3 ดำเนินการในช่วงเดือน มิถุนายน 2559 บริเวณ จ.อุตรดิตถ์ ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ เนื่องจากต้นอ้อยยังมีขนาดเล็ก การทดลองเพาะเชื้อเส้นกลางใบแดงบนใบอ้อยที่ของต้นอ้อยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และตรวจพบว่ามีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาระดับสูง เริ่มแสดงอาการส้นกลางใบแดงหลังการปลูกเชื้อประมาณ 2 สัปดาห์ แต่อาการของโรคไม่มีการขยายขนาด ต้นอ้อยที่ทดสอบเกิดอาการใบแห้งเนื่องจากอากาศร้อนและแล้ง แม้จะทำการฉีดพ่นน้ำให้ใบอย่างสม่ำเสมอทำให้การทดสอบไม่ประสบผลสำเร็จ การสำรวจครั้งที่ 4 ดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม 2559 (ช่วงฝน) สุ่มเก็บตัวอย่างที่มีอาการผิดปกติของใบอ้อยที่เกิดจากโรคพืช จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นมีการเก็บตัวอย่าง ได้ทั้งหมด 20 ตัวอย่าง โดยลักษณะอาการเด่น คือ ก้านใบแดง และ ใบขีดแดง การสำรวจครั้งที่ 5 ดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม 2559 (ช่วงฝน) สุ่มเก็บตัวอย่างที่มีอาการผิดปกติของใบอ้อยที่เกิดจากโรคพืช จากแปลงเกษตรกรในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดหนองคาย อุดรธานี และ ชัยภูมิ ได้ทั้งหมด 35 ตัวอย่าง โดยพื้นที่จังหวัดหนองคายที่มีการปลูกได้แก่ อ.ท่าบ่อ อ.เมือง และ อ.โพนพิสัย พบอาการก้านใบแดง, ใบขีดแดง และราสนิมพื้นที่จังหวัดอุดรธานี อ.บ้านดุง อ.หนองหาน และ อ.ภุมภวาปี พบอาการ ใบขีดแดง แถบใบเหลือง และใบด่างเหลือง และพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ อ.บ้านแท่นและ อ.ภูเขียว พบอาการใบขีดแดง การสำรวจครั้งที่ 6 ดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม 2559 (ช่วงฝน) ดำเนินการสำรวจตัวอย่างในพื้นที่ปลูกจังหวัดมหาสารคาม, ร้อยเอ็ด และ กาฬสินธุ์ ได้ทั้งหมด 25 ตัวอย่าง โดยพื้นที่จังหวัดมหาสารคามที่มีการปลูกได้แก่ อ.เมือง อ.เชียงยืน พบอาการแถบใบเหลืองพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ดได้ไปสุ่มเก็บตัวอย่างที่ อ.เมือง และ อ.จังหาร พบว่าไม่มีการปลูกอ้อย พื้นที่ส่วนมากปลูกข้าวเพราะเป็นที่ลุ่ม ในส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์สุ่มเก็บที่ อ.เมือง, อ.กมลาไสย และ อ.โพนทอง พบว่าไม่มีการปลูกอ้อยเช่นกัน พื้นที่ส่วนมากปลูกข้าว และปลูกมันสำปะหลัง การสำรวจครั้งที่ 7 ดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม 2559เก็บตัวอย่างจากแปลงเกษตร อ.เขาสวนกวาง จ. ขอนแก่นได้จำนวน 40 ตัวอย่าง โดยลักษณะอาการเด่นๆ พบอาการก้านใบแดง, ใบขีดแดง, และกลางใบเหลือง

จากการทดสอบกับแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างทั้งหมด 120 ตัวอย่าง สามารถแยกและเพาะเลี้ยงแบคทีเรียได้ เมื่อนำแบคทีเรียมาทดสอบจำนวน 20 ไอโซเลต โดยการย้อมสีแกรมและ KOH test พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมลบ จำนวน 18 ไอโซเลต และแบคทีเรียแกรมบวก 2 ไอโซเลต ซึ่งแบคทีเรียทุกไอโซเลตจะนำไปทดสอบปลูกเชื้อกับกล้าอ้อย ผลการทดลองปลูกเชื้อที่สำรวจได้จำนวน 20 ชนิดในต้นอ้อยที่มีเชื้อใบขาวในช่วงระหว่างเดือน ม.ค. 2560 พบว่าต้นอ้อยยังไม่แสดงอาการของโรคที่เด่นชัดรุนแรง ผลการปลูกเชื้อซ้ำ ไม่ประสบความสำเร็จ พบว่าต้นแห้งตายทั้งหมด

การสำรวจครั้งที่ 8 ดำเนินการในช่วง 3-5 พ.ค. 2560เก็บตัวอย่างจากแปลงเกษตรในเขตจังหวัดอุทัยธานี สามารถเก็บตัวอย่างได้จำนวน ได้จำนวน 20ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 9 ทำการเพาะแยกเชื้อจากการสำรวจครั้งนี้และทดสอบปลูกเชื้อในต้นใบขาวในระหว่างเดือนกันยายน 2560 วิเคราะห์ผลปริมาณเชื้อ เริ่มต้นและอาการและตรวจปริมาณเชื้อใบขาวการสำรวจครั้งที่ 9 ดำเนินการ

ในช่วงกันยายน 2560 เก็บตัวอย่างจากแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สามารถเก็บตัวอย่างได้จำนวน 12ตัวอย่าง เพื่อการแยกเชื้อสำหรับเพื่อทดสอบเพิ่ม

สรุปผลการสำรวจเชื้อสาเหตุโรคในอ้อยในสภาพไร่เพื่อการทดสอบผลของการติดเชื้อโรคอื่นซ้ำซ้อนต่อเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวของอ้อยมีการทำการสำรวจทั้งสิ้นจำนวน 9 ครั้ง ในระยะแรก จำนวน 3 ครั้ง ยังไม่ประสบผลสำเร็จ โดยเชื้อที่สำรวจได้ทั้งหมด 4 ชนิด เป็นเชื้อราบนใบซึ่งอาจไม่มีผลต่อเชื้อไฟโตพลาสมาซึ่งอยู่ในท่ออาหารของพืช เนื่องจากช่วงที่สำรวจเป็นช่วงหน้าแล้งซึ่งไม่มีอ้อย และใบแห้งทำให้สำรวจเชื้อได้ยาก การทดลองปลูกเชื้อราสาเหตุโรคเส้นกลางใบแดงบนใบของต้นอ้อยที่มีเชื้อไฟโตพลาสมา ยังไม่ประสบความสำเร็จ แม้เชื้อสามารถเข้าทำลายเนื้อเยื่อได้ แต่ไม่มีการขยายขนาด รวมทั้งใบแห้งเนื่องจากช่วงที่ทดสอบเป็นช่วงหน้าแล้งและอากาศร้อนการสำรวจเชื้อเพิ่มอีก 3 ครั้งในช่วงหลังฤดูฝน เก็บตัวอย่างใบอ้อยที่สงสัยอาการของโรคพืช จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น, พื้นที่ปลูกอ้อยในจังหวัดหนองคาย, อุดรธานี, ชัยภูมิ, มหาสารคาม,ร้อยเอ็ด, กาฬสินธุ์ และขอนแก่นได้ทั้งหมด 120 ตัวอย่าง โดยลักษณะอาการที่พบได้แก่ ก้านใบแดง,ใบขีดแดง ,ใบแถบเหลืองและกลางใบเหลือง จากการนำแบคทีเรียที่เพาะแยกเชื้อได้ มาทดสอบจำนวน 20 ไอโซเลต พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมลบ จำนวน 18 ไอโซเลต และแบคทีเรียแกรมบวก 2 ไอโซเลต ผลการทดลองปลูกเชื้อที่สำรวจได้จำนวน 20 ชนิดในต้นอ้อยที่มีเชื้อใบขาวซ้ำ 2 ครั้ง พบว่าต้นอ้อยยังไม่แสดงอาการของโรคที่เด่นชัดรุนแรง แต่หลังจากนั้นต้นอ้อยแห้งตายทั้งหมด จากสภาพอากาศร้อนและแล้ง นอกจากนี้เชื้อที่สำรวจและแยกไว้ตายทั้งหมด การสำรวจครั้งที่ 8 ดำเนินการในแปลงเกษตรกรเขตจังหวัดอุทัยธานี สามารถรวบรวมอ้อยที่มีอาการติดโรคอื่นได้ 20 ตัวอย่าง ได้ทำการเพาะแยกเชื้อแล้ว และขณะนี้ได้ทดสอบปลูกเชื้อในต้นอ่อนอ้อยที่ได้จากลำที่มีอาการที่มีอาการใบขาวและอยู่ระหว่างการบันทึกผลและวิเคราะห์ปริมาณเชื้อก่อนการปลูกเชื้อ มีการสำรวจเชื้อสาเหตุโรคอื่นอีกครั้งที่ 9 ภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นในช่วงกันยายน 2560 สามารถรวบรวมได้ 12 ตัวอย่าง

การทดสอบการปลูกเชื้อ

การทดสอบการปลูกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคอ้อย 5 ไอโซเลตโดยใช้ต้นอ้อยจำนวน 72 ต้น (ใช้ดินผสม) พันธุ์ : TPJO4-768 ทำการเตรียมเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 isolates โดยแยกเชื้อสาเหตุโรคพืชจากการนำตัวอย่างใบอ้อยที่มีอาการเป็นโรค มาบดละเอียดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นใช้ลูปเตะน้ำคั้นมาแยกบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) บ่มนาน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียลจากนั้นนำเซลล์แบคทีเรียมาเตรียมสารแขวนลอยในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ ที่ค่า Optical density เท่ากับ 0.1 วัดที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร (OD_{590}) มีเชื้อเท่ากับ 10^8 CFU/ml นำต้นอ้อยที่ทำการปลูกมาแล้ว 2 เดือน ทำการปลูกเชื้อโดยการฉีดใส่ลำต้นอ้อยปริมาณต้นละ 2 ml บันทึกผลทุก 1 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อเป็นระยะเวลา 1 เดือนจากนั้นนำการปลูกเชื้อซ้ำอีกสองรอบ และตรวจเชื้อหลังจากปลูกเชื้อ 1 เดือน นับจำนวนต้นที่เป็นโรค และวัดอัตราการเกิดโรคบนใบอ้อย ตามวิธี Mcmaugh (2008) การประเมินระดับความรุนแรงของโรค

ระดับ 0 ไม่ปรากฏอาการของโรค

ระดับ 1 ปรากฏอาหารของโรค จำนวน 1-25 % ของพื้นที่ใบพืช

ระดับ 2 ปรากฏอาหารของโรค จำนวน 26-50 % ของพื้นที่ใบพืช

ระดับ 3 ปรากฏอาหารของโรค จำนวน มากกว่า 50% ของพื้นที่ใบพืช

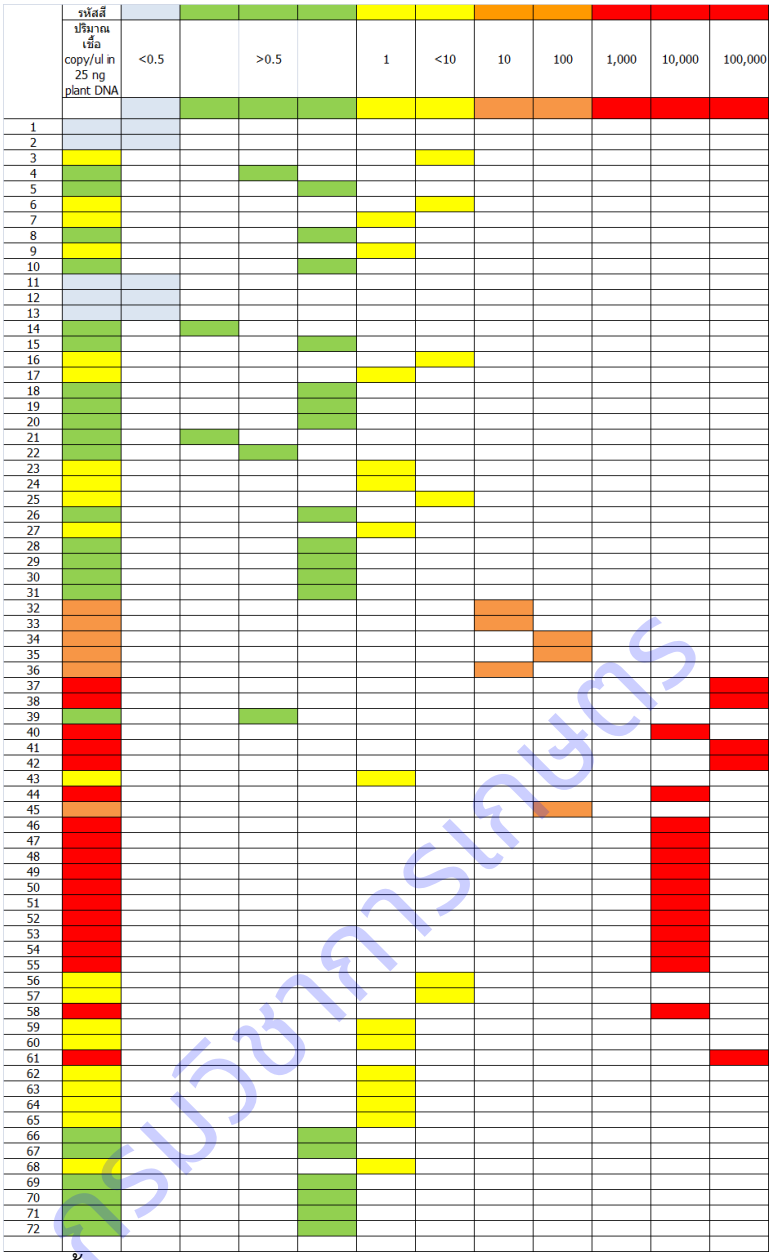
กรมวิชาการเกษตร

เก็บตัวอย่างพืชก่อนการปลูกเชื้อ และเก็บตัวอย่างพืชหลังการปลูกเชื้อเสร็จ จากนั้นนำไปสกัด DNA เพื่อตรวจสอบริมาณเชื้อใบขาวด้วยเทคนิค PCR มีผลการประเมินระดับความรุนแรงของโรคดังแสดงในตารางที่ 5.2.1 ผลการปลูกเชื้อพบว่าเชื้อทั้ง 5 isolates สามารถเพิ่มระดับความรุนแรงได้ถึงระดับ 2 และเริ่มแสดงอาการตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 หลังการปลูกเชื้อ การปลูกเชื้อในกลุ่มต้นที่มีอาการใบขาว พบว่า isolate 4และ 5 ซึ่งเป็นแบคทีเรียในกลุ่ม *Xanthomonas sp*. มีต้นที่แสดงอาการใบขาวลดลง ส่วนการทดลองในกลุ่มที่ไม่แสดงอาการใบขาว หลังการปลูกเชื้อสัปดาห์ที่ 7 ไม่มีต้นแสดงอาการใบขาว การตรวจปริมาณเชื้อโรคใบขาวก่อนการปลูกเชื้อ และในสัปดาห์ที่ 7 หลังการปลูกเชื้อ ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อใบขาวในตัวอย่างอ้อยก่อนการปลูกเชื้อตามตารางที่ 5.2.1 พบว่ามีเชื้อใบขาวเริ่มต้นระหว่าง 0.5 – 100.000 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม (ภาพที่ 5.2.1)

ตารางที่ 5.2.1 ผลการประเมินความรุนแรงของเชื้อในต้นกล้าอ้อยมีอาการใบขาว (white leaf) และต้นที่ไม่มีอาการใบขาว (Green leaf) จำนวน 6 ซ้ำ ดำเนินการปลูกเชื้อครั้งที่ 1 เมื่อ 3 ต.ค. 2560 ตรวจติดตามการแสดงอาการของต้นในสัปดาห์ที่ 1 (10 ต.ค. 2560), 2 (17 ต.ค. 2560) , 3 และ 4 (24 ต.ค. 2560) ปลูกเชื้อครั้งที่ 2 (27 พ.ย. 2560) โดยใช้เชื้อ 5 isolates คือ A, B, C, D และ E control คือ ไม่ปลูกเชื้อ * แสดงอาการโรคอื่นร่วมด้วย

isolate	1Wk1	1Wk2	1Wk3	1Wk4	2wk4	2wk5	2wk6	2wk7	Plant symptom
White leaf									At 1wk1 / 2wk7
control	0	0	0	0	0	0	0	0	6White* / 6 white
1	0	0	0	0-2	0-2	0-2	0-2	0	5 white* /6 white
2	0	1	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	0 white* /3 white
3	0	0	0	0-2	0-2	0-2	0-2	0	0 white*/4 white
4	0-1	0-1	0-1	0-2	0-2	0-2	0-2	0-1	4 white* /2 white
5	0	0	0	0	0	0	0	1	1 white* /0 white
Green leaf									
control	0	0	0	0	0	0	0	0	0 white /0 white
1	0	0	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	0 white /0 white
2	0	0	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0	1 white*/0 white
3	0	0	0	0	0	0	0	0-2	0 white*/0 white
4	0	0	0	0	0	0	0	2	0 white*/0 white
5	0-1	0-1	0-1	0-2	0-2	0-2	0-2	0-1	0 white /0 white

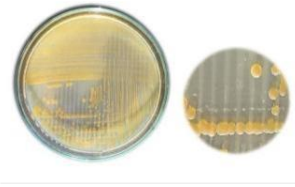
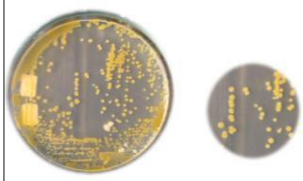
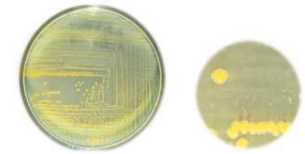
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5.2.1 ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยตรวจด้วย 16S-23S ITS และ secA gene ในใบของอ้อยก่อนทดสอบการปลูกเชื้อแบทีเรียสาเหตุโรคอื่นในอ้อย

การสำรวจเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคอื่นในอ้อยครั้งที่ 10 ดำเนินการในระหว่าง ไตรมาส 2-2651 และทำการแยกเชื้อในไตรมาส 3 โดยเก็บตัวอย่างเชื้อจากเนื้อเยื่ออ้อยที่เพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อ สามารถเพาะแยกเชื้อได้ 4 isolates ทำการเพาะขยายเชื้อในอาหาร และจำแนกเชื้อเบื้องต้นตามลักษณะของโคโลนี และทำการตรวจจำแนกเชื้อเบื้องต้นด้วยวิธีทางชีวเคมี เพาะแยกได้ 5 isolates (ภาพที่ 5.2.2)

กรมวิชาการเกษตร

isolate	Colony form	isolate	Colony form
A		B	
C		D	
E			

ภาพที่ 5.2.2 Xanthomonas isolates ที่ใช้ในการปลูกเชื้อในตัวอย่างอ้อยชุดที่ 2-2561 ที่อายุ 2 เดือน

ใช้ต้นอายุ 2 เดือน จำนวน 30 ต้น ให้รหัส W1-W5 ,A1-A5,B1-B5,C1-C5,D1-D5 และ E1-E5 เก็บตัวอย่างใบทุกต้น เพื่อนำไปตรวจโรคใบขาว โดยวิธี PCR ทำการปลูกเชื้อโดยการตัดใบอ้อยทั้งหมด 30 ต้น การตรวจโรคแยกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค นำตัวอย่างใบอ้อยที่มีอาการโรคมาบดละเอียดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นใช้ลูปเตะน้ำคั้นมาแยกบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) บ่มนาน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสมีการบันทึกผลทุก 1 สัปดาห์ นาน 3 สัปดาห์ มีการประเมินโรค 5 ระดับ ตามวิธีของ Andres Felipe Gutierrez Viveros

1 = ไม่ปรากฏอาการ
3 = ปรากฏอาการ 1-2 ขีดเหลือง
5 = ปรากฏอาการ 2 ขีดเหลือง
7 = ปรากฏอาการเนื้อเยื่อตาย
9 = ต้นตาย

ทำการบันทึกผลเมื่อ 27 สค 2561, 3 กันยายน 2561, 10 กันยายน 2561 พบว่าหลังการปลูกเชื้อทุกต้นแสดงอาการของโรค และพบว่า isolate B และ C ให้ค่อนข้างผลรุนแรงกว่าอีก 3 isolates ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5.2.2 จากการทดลองนี้ พบว่าต้นตายอย่างรวดเร็ว สาเหตุอาจเกิดจากต้นอ่อนเกินไป การเพาะขยายต้นเพื่อทดสอบต้นที่อายุ 4 เดือน ไม่สามารถนำมาใช้การได้ เนื่องจากต้นไม่พอ

ตารางที่ 5.2.2 ผลการปลูกเชื้อ Xanthomonas spp. 5 isolates (A, B, C, D, E) ในอ้อยอายุ 2 เดือน ทดสอบ isolate ละ 5 ต้น บันทึกอาการทุก 1 สัปดาห์ นาน 3 สัปดาห์ W เป็นการทดสอบด้วยน้ำ

No.	week 1					week 2					week3					
	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9	หมายเหตุ

A1	✓					✓					✓					พบรา
A2			✓							✓					✓	พบเพลี้ยราสีดำต้นตาย
A3	✓					✓					✓					พบรา
A4	✓					✓					✓					พบรา
A5	✓					✓					✓					พบรา
B1	✓								✓					✓		
B2					✓					✓					✓	ต้นตาย
B3	✓					✓					✓					พบรา
B4	✓					✓					✓					พบรา
B5	✓							✓							✓	พบราต้นตาย
C1				✓					✓						✓	ต้นตาย
C2		✓					✓								✓	ต้นตาย
C3		✓					✓							✓		
C4	✓					✓					✓					
C5	✓					✓					✓					
D1	✓						✓					✓				
D2				✓					✓					✓		ต้นตาย
D3			✓					✓					✓			ยอดตายต้นตาย
D4	✓					✓					✓					พบรา
D5	✓					✓					✓					พบรา
E1			✓					✓							✓	ต้นตาย
E2	✓						✓					✓				
E3	✓					✓					✓					
E4	✓					✓					✓					
E5	✓								✓					✓		
W1	✓					✓					✓					Control น้ำ
W2	✓					✓					✓					Control น้ำ
W3	✓					✓					✓					Control น้ำ
W4	✓					✓					✓					Control น้ำ
W5	✓					✓					✓					Control น้ำ

สรุปผลการทดสอบการปลูกเชื้อ ทดสอบการปลูกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคอ้อย 5 ไอโซเลต โดยใช้ต้นอ้อยจำนวน 72 ต้น (ใช้ดินผสม) พันธุ์ : TPJO4-768 อายุ 2 เดือน ทำการปลูกเชื้อโดยการฉีดใส่ลำต้นอ้อยบันทึกผลทุก 1 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อเป็นระยะเวลา 1 เดือนจากนั้นนำการปลูกเชื้อซ้ำอีกสองรอบ ประเมินระดับความรุนแรงของโรคเป็น 0 คือไม่ปรากฏอาการของโรค ถึง 3 คือ ปรากฏอาหารของโรค จำนวนมากกว่า 50% ของพื้นที่ใบพืช พบว่าเชื้อทั้ง 5 isolates สามารถเพิ่มระดับความรุนแรงได้ถึงระดับ 2 และเริ่มแสดงอาการตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 หลังการปลูกเชื้อ การปลูกเชื้อในกลุ่มต้นที่มีอาการใบขาว พบว่า isolate 4 และ 5 ซึ่งเป็นกลุ่ม Xanthomonas มีต้นที่แสดงอาการใบขาวลดลง ส่วนการทดลองในกลุ่มที่ไม่แสดงอาการใบขาว หลังการปลูกเชื้อสัปดาห์ที่ 7 ไม่มีต้นแสดงอาการใบขาว การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อโรคใบขาวก่อนการปลูกเชื้อพบเชื้อใบขาวตั้งแต่ 0.5 ถึง 100,000 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม การ สำรวจตัวอย่างเชื้อใบลวกจากอ้อยที่ติดเชื้อในเขตจังหวัดนครสวรรค์ สามารถเพาะแยกเชื้อ Xanthomonas ได้ 5 isolates ทดสอบในต้นอายุ 2 เดือน จำนวน 30 ต้น ผลการปลูกเชื้อพบว่าทุกต้นแสดงอาการของโรค และพบว่า isolate B และ C ให้ค่อนข้างผลรุนแรงกว่าอีก 3 isolates

การปลูกเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas sp. สาเหตุโรคใบลวก 5 ไอโซเลต บนต้นอ้อยที่มีเชื้อโรคใบขาว

ศูนย์วิทยทรัพยากร

1.1.การปลูกเชื้อ(Inoculation of bacteria)ใช้ต้นอ้อยพันธุ์ KK3 อายุ 2 เดือน จำนวน60 ต้นปลูกในดินผสม

1.2. การเตรียมเซลล์แขวนลอยเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 isolate : แยกเชื้อสาเหตุโรคพืชจากการนำตัวอย่างใบอ้อยที่มีอาการเป็นโรคมาบดละเอียดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นใช้ลูปเตะน้ำคั้นมาแยกบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (na) บ่มนาน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสนำไปเลี้ยงในอาหาร XAS จนได้ single colony (ภาพที่ 5.2.10) จากนั้นนำเซลล์แบคทีเรียมาเตรียมสารแขวนลอยในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อมาวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ให้ได้ค่า Optical density (od) เท่ากับ 0.1 วัดที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร คัดเลือกต้นอ้อยที่ปลูกแล้วเวลา 2 เดือน จำนวน 60 ต้น เก็บตัวอย่างใบทุกต้น จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์โรคใบขาวก่อนการเพาะเชื้อ โดยวิธี PCR และปลูกเชื้อด้วยวิธีการตัดใบมีผลการตรวจปริมาณเชื้อดังแสดงในตารางที่ 5.2.15พบปริมาณเชื้อตั้งแต่ <0.5- 10 copy/ul in 25 ng plant DNAและตรวจพบการปนเปื้อนเชื้ออื่นในหลายตัวอย่างที่ตรวจ โดยทำการปลูกเชื้อ (inoculation) ดังนี้

ทำการปลูกเชื้อโดยการตัดใบอ้อยทั้งหมด 60 ต้น โดยให้รหัส

W1 – W10 : CONTROL
A1 – A10 : ปลูกเชื้อ ISOLATE A
B1 – B10 : ปลูกเชื้อ ISOLATE B
A1 – A10 : ปลูกเชื้อ ISOLATE C
A1 – A10 : ปลูกเชื้อ ISOLATE D
A1 – A10 : ปลูกเชื้อ ISOLATE E

การบันทึกผลการทดสอบทุก 1 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อ เป็นเวลา 2 เดือน

โดยการประเมินโรค 5 ระดับ ตามวิธีของ Andres Felipe Gutierrez Viveros

1 = ไม่ปรากฏอาการ
3 = ปรากฏอาการ 1-2 ขีดเหลือง
5 = ปรากฏอาการ 2 ขีดเหลือง
7 = ปรากฏอาการเนื้อเยื่อตาย
9 = ต้นตาย

เก็บตัวอย่างใบทุกต้น เพื่อนำไปตรวจโรคใบขาว โดยวิธี PCR รอบหลังปลูกเชื้อ แยกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรค นำตัวอย่างใบอ้อยที่มีอาการโรคมาบดละเอียดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นใช้ลูปเตะน้ำคั้นมาแยกบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) บ่มนาน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ตรวจปริมาณเชื้อโรคใบขาวในต้นที่ทดสอบหลังการปลูกเชื้อ มีผลการตรวจปริมาณเชื้อ ดังแสดงในตาราง 5.2.3

ตารางที่ 5.2.3 ปริมาณเชื้อโรคใบขาวในใบอ้อยหลังการปลูกเชื้อโรคใบลวก ตรวจด้วย nested-PCR และ secA

isolate	Isolate /ต้นที่	PCR Product			ปริมาณเชื้อ copy/ul in 25 ng plant DNA		ระดับความรุนแรงของโรคที่สัปดาห์ที่ 4**				
		Nested-PCR		SecA	ก่อนการปลูกเชื้อ*	หลังการปลูกเชื้อ 4 สัปดาห์	1	3	5	7	9
		700 bp	210 bp	275 bp							
A	A1		+/-	+/-	<10	<0.5					
	A2	-	+/-	+/-	10	<0.5					
	A3	-	+/-	+/-	>0.5	<0.5					
	A4	-	1+	+/-	>0.5	>0.5					
	A5	1+	4+	3+	<10	10					

กรมวิชาการเกษตร

	A6	-	4+	+/-	>0.5	<10					
	A7	-	4+	+/-	>0.5	<10					
	A8	-	2+	+/-	<10	>0.5					
	A9	0.5+	4+	1+	>0.5	10					
	A10	-	+/-	+/-	>0.5	<0.5					
B	B1	-	+/-	+/-	<10	<0.5					
	B2	-	+/-	2+	>0.5	>0.5					
	B3	-	2+	4+	<10	<10					
	B4	-	4+	4+	10	<10					
	B5	-	4+	<0.5+	>0.5	<10					
	B6	-	4+	<0.5+	>0.5	<10					
	B7	-	4+	+/-	>0.5	<10					
	B8	-	4+	+/-	>0.5	<10					
	B9	-	0.5+	+/-	>0.5	>0.5					
	B10	-	+/-	+/-	>0.5	<0.5					
C	C1	-	+/-	+/-	>0.5	<0.5					
	C2	-	2+	4+	10	>0.5					
	C3	-	+/-	2+	<10	>0.5					
	C4	-	+/-	1+	>0.5	>0.5					
	C5	0.5+	4+	4+	>0.5	10					
	C6	2+	4+	4+	<10	100					
	C7	-	4+	+/-	>0.5	<10					
	C8	-	+/-	+/-	10	<0.5					
	C9	2+	3+	2+	10	100					
	C10	2+	3+	2+	<10	100					
D	D1	-	+/-	0.5+	>0.5	<0.5					
	D2	-	+/-	1+	>0.5	<0.5					
	D3	-	+/-	1+	<0.5	<0.5					
	D4	-	4+	4+	>0.5	<10					
	D5	-	+/-	?	>0.5	<0.5					
	D6	-	4+	<0.5+	>0.5	<10					
	D7	-	4+	<0.5+	>0.5	<10					
	D8	-	1+	<0.5+	10	>0.5					
	D9	-	4+	<0.5+	>0.5	<10					
	D10	-	4+	+/-	>0.5	<10					
E	E1	-	2+	1+?	10	>0.5					
	E2	-	+/-	0.5+	>0.5	>0.5					
	E3	-	2+	4+	>0.5	>0.5					
	E4	-	4+	2+	100	<10					
	E5	2+	4+	4+	<10	100					
	E6	-	1+?	?	<10	>0.5					
	E7	1+	4+	4+	<10	10					
	E8	-	+/-	+/-	>0.5	<0.5					
	E9	-	4+	+/-	>0.5	<10					
	E10	2+	2+	2+	>0.5	100					
control	W1	?	2+	4+	10	100?					
	W2	-	+/-	+/-	>0.5	<0.5					
	W3	-	+/-	+/-	>0.5	<0.5					
	W4	-	4+	1+	>0.5	<10					
	W5	-	4+	2+	>0.5	<10					
	W6	-	3+	+/-	>0.5	1					
	W7	-	4+	+/-	>0.5	<10					
	W8	-	4+	+/-	>0.5	<10					
	W9	-	4+	0.5+	>0.5	<10					
	W10	-	<0.5+	+/-	>0.5	<0.5					
positive	ใบขาว	++++	+	+							

กรมวิชาการเกษตร

*** ข้อมูลจาก**ตารางที่ 5.2.15 ****ข้อมูลจากตารางที่ 5.2.16**

ผลการทดลองพบว่า isolate A และ B มีความรุนแรงกว่าอีก 3 isolates โดยพบว่าสามารถทำลายเนื้อเยื่อใบอ้อยได้ถึงระดับที่ 7 ส่วน isolate C, D และ E ทำลายได้ถึงระดับ 5 เท่านั้นเมื่อทำการตรวจสอบหลังการปลูกเชื้อ 4 สัปดาห์ ผลการตรวจเชื้อโรคใบขาวในต้นที่ทดสอบพบว่าในกลุ่มควบคุม ไม่มีการปลูกเชื้อ มีเชื้ออยู่ในระดับน้อยกว่า 10 copies/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ที่ 4 สัปดาห์หลังการปลูก ส่วนในกลุ่มที่ทดสอบพบว่ามีปริมาณเชื้อใบขาวเพิ่มขึ้น ได้แก่ กลุ่ม A, C และ E แต่พบว่ากลุ่มที่ทดสอบกับ isolate B และ D มีแนวโน้มของเชื้อลดลงหรือคงตัว ซึ่งอาจเกิดจากผลของเชื้อใบลวกที่มีต่อการเพิ่มปริมาณของเชื้อใบขาว หรือการเกิดเชื้อซ้ำซ้อนของทั้งสองเชื้อทำให้พืชแสดงอาการใบขาวได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มควบคุมที่ใช้เกือบทุกต้นมีปริมาณเชื้อใบขาวต่ำจึงทำให้ยังไม่มีการเพิ่มปริมาณเชื้อที่ชัดเจนในระยะเวลา 4 สัปดาห์ อีกทั้งจำนวนต้นที่ทดสอบน้อย ดังนั้นต้องทำการทดสอบซ้ำ โดยให้มีจำนวนต้นที่มากขึ้น ทำการปลูกเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas sp. สาเหตุโรคใบลวก 6 ไอโซเลต แต่เป็น isolate ใหม่ บนต้นอ้อยที่มีเชื้อโรคใบขาวซ้ำ โดยคัดเลือกต้นอ้อยที่ปลูกแล้วเวลา 2 เดือน จำนวน 70 ต้น เก็บตัวอย่างใบทุกต้นเพื่อวิเคราะห์โรคใบขาว โดยวิธี PCR และปลูกเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการตัดใบ บันทึกผลทุก 1 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อ เป็นเวลา 2 เดือน ประเมินโรค พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 isolate B, C, และ F บางต้นแสดงความรุนแรงของเชื้ออยู่ในระดับ 5

สรุปผลการปลุกเชื้อจากการทดสอบซ้ำ โดยเพาะต้นกล้าพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการติดโรคใบขาวจำนวน 60 ต้น เก็บใบตรวจปริมาณเชื้อใบขาวก่อนปลูกเชื้อพบปริมาณเชื้อตั้งแต่ <0.5- 10 copy/ul in 25 ng plant DNA และตรวจพบการปนเปื้อนเชื้ออื่นในหลายตัวอย่างที่ตรวจ เพาะเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas sp. สาเหตุโรคใบลวก 5 ไอโซเลต และปลูกเชื้อบนต้นอ้อยที่มีเชื้อโรคใบขาวด้วยวิธีตัดใบ บันทึกผลทุก 1 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อ เป็นเวลา 2 เดือน โดยการประเมินโรค 5 ระดับ ตั้งแต่ไม่ปรากฏอาการ – ต้นตาย (1-3-5-7-9) ตามวิธีของ Andres Felipe Gutierrez Viveros พบว่าเชื้อมีการเข้าทำลายมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 อยู่ระหว่างการตรวจการเข้าทำลายในเดือนที่ 2 และเก็บใบเพื่อตรวจปริมาณเชื้อโรคใบขาวทำการตรวจปริมาณเชื้อในต้นที่ทดสอบการปลูกเชื้อโรคใบลวกที่อายุ 4 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อพบว่า isolate A และ B มีความรุนแรงกว่าอีก 3 isolates โดยสามารถทำลายเนื้อเยื่อใบอ้อยได้ถึงระดับที่ 7 ส่วน isolate C, D และ E ทำลายได้ถึงระดับ 5 ผลการตรวจเชื้อโรคใบขาวในต้นที่ทดสอบพบว่าในกลุ่มควบคุม มีเชื้ออยู่ในระดับน้อยกว่า 10 copies/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ที่ 4 สัปดาห์หลังการปลูก ส่วนกลุ่มทดสอบที่พบว่ามีปริมาณเชื้อใบขาวเพิ่มขึ้น ได้แก่ กลุ่ม A, C และ E แต่กลุ่มที่ทดสอบกับ isolate B และ D มีแนวโน้มของเชื้อลดลงหรือคงตัว ทั้งนี้อาจเกิดจากผลของเชื้อใบลวกที่มีต่อการเพิ่มปริมาณของเชื้อใบขาว หรือการเกิดเชื้อซ้ำซ้อนของทั้งสองเชื้อทำให้พืชแสดงอาการใบขาวได้มากขึ้น แต่เนื่องจากเป็นการตรวจเชื้อที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ต้องรอตรวจผลที่ 8 สัปดาห์ และจำนวนต้นที่ทดสอบน้อย

การทดลองปลูกเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas sp. สาเหตุโรคใบลวก 6 ไอโซเลต บนต้นอ้อยที่มีเชื้อโรคใบขาวซ้ำ โดยคัดเลือกต้นอ้อยที่ปลูกแล้วเวลา 2 เดือน จำนวน 70 ต้น เก็บตัวอย่างใบทุกต้นเพื่อวิเคราะห์โรคใบขาว โดยวิธี PCR และปลูกเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการตัดใบ บันทึกผลทุก 1 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อ เป็นเวลา 2 เดือน ประเมินโรคเช่นเดียวกันกับวิธีการในไตรมาส 2-3 พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 isolate B, C, และ F บางต้นแสดงความรุนแรงของเชื้ออยู่ในระดับ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

การสำรวจเชื้อสาเหตุโรคในอ้อยในสภาพไร่เพื่อการทดสอบผลของการติดเชื้อโรคอื่นซ้ำซ้อนต่อเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวของอ้อยมีการทำการสำรวจทั้งสิ้นจำนวน 9 ครั้ง โดยเชื้อที่สำรวจได้ทั้งหมด 4 ชนิด เป็นเชื้อราบนใบ ซึ่งอาจไม่มีผลต่อเชื้อไฟโตพลาสมาซึ่งอยู่ในท่ออาหารของพืช การทดลองปลูกเชื้อราสาเหตุโรคเส้นกลางใบแดงบนใบของต้นอ้อยที่มีเชื้อไฟโตพลาสมา แม้เชื้อสามารถเข้าทำลายเนื้อเยื่อได้ แต่ไม่มีการขยายขนาด การเก็บตัวอย่างอ้อยที่มีลักษณะอาการที่พบได้แก่ ก้านใบแดง,ใบขีดแดง,ใบแถบเหลืองและกลางใบเหลือง จากการนำแบคทีเรียที่เพาะแยกเชื้อได้ มาทดสอบจำนวน 20 ไอโซเลต พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมลบ จำนวน 18 ไอโซเลต และแบคทีเรียแกรมบวก 2 ไอโซเลต ผลการทดลองปลูกเชื้อที่สำรวจได้จำนวน 20 ชนิดในต้นอ้อยที่มีเชื้อใบขาวซ้ำ 2 ครั้ง พบว่าต้นอ้อยยังไม่แสดงอาการของโรคที่เด่นชัดรุนแรง ทดสอบการปลูกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคอ้อย 5 ไอโซเลตโดยใช้ต้นอ้อยจำนวน 72 ต้น พันธุ์ : TPJO4-768 อายุ 2 เดือน ทำการปลูกเชื้อโดยการฉีดใส่ลำต้นอ้อยบันทึกผลทุก 1 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อเป็นระยะเวลา 1 เดือนจากนั้นนำการปลูกเชื้อซ้ำอีกสองรอบ พบว่าเชื้อทั้ง 5 isolates สามารถเพิ่มระดับความรุนแรงได้ถึงระดับ 2 และเริ่มแสดงอาการตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 หลังการปลูกเชื้อ การปลูกเชื้อในกลุ่มต้นที่มีอาการใบขาว พบว่า isolate 4 และ 5 ซึ่งเป็นกลุ่ม Xanthomonas มีต้นที่แสดงอาการใบขาวลดลง ส่วนการทดลองในกลุ่มที่ไม่แสดงอาการใบขาว หลังการปลูกเชื้อสัปดาห์ที่ 7 ไม่มีต้นแสดงอาการใบขาว การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อโรคใบขาวก่อนการปลูกเชื้อพบเชื้อใบขาวตั้งแต่ 0.5 ถึง 100,000 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม สำรวจตัวอย่างเชื้อใบลวกจากอ้อยที่ติดเชื้อในเขตจังหวัดนครสวรรค์เพาะแยกเชื้อแบคทีเรียจากเนื้อเยื่ออ้อยได้จำนวน 4 isolates การวิเคราะห์การติดเชื้อซ้ำซ้อนกับโรคใบขาว การสำรวจอ้อย 20 ตัวอย่างในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตรวจเป็นโรคแส้ดำ ผลการตรวจวิเคราะห์พบติดเชื้อโรคใบขาวในระดับสีเหลือง (10 เซลล์/ ไมโครลิตร) จำนวน 15 ตัวอย่าง แสดงว่าเชื้อนี้ไม่มีผลต่อการติดโรคใบขาว การปลูกเชื้อ Xanthomonas sp สาเหตุโรคใบลวก 5 ไอโซเลต ในต้นกล้าพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการติดโรคใบขาวจำนวน 60 ต้น มีปริมาณเชื้อใบขาวก่อนปลูกเชื้อพบปริมาณเชื้อตั้งแต่ <0.5- 10 copy/ul in 25 ng plant DNA ด้วยวิธีตัดใบ พบว่าเชื้อ Xanthomonas มีการเข้าทำลายมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 พบว่า isolate A และ B มีความรุนแรงกว่าอีก 3 isolates โดยสามารถทำลายเนื้อเยื่อใบอ้อยได้ถึงระดับที่ 7 ส่วน isolate C, D และ E ทำลายได้ถึงระดับ 5 ผลการตรวจเชื้อโรคใบขาวในต้นที่ทดสอบพบว่าในกลุ่มควบคุม มีเชื้ออยู่ในระดับน้อยกว่า 10 copies/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ที่ 4 สัปดาห์หลังการปลูก ส่วนกลุ่มทดสอบที่พบว่ามีปริมาณเชื้อใบขาวเพิ่มขึ้นได้แก่ กลุ่ม A, C และ E แต่กลุ่มที่ทดสอบกับ isolate B และ D มีแนวโน้มของเชื้อลดลงหรือคงตัว ทั้งนี้อาจเกิดจากผลของเชื้อใบลวกที่มีต่อการเพิ่มปริมาณของเชื้อใบขาว หรือการเกิดเชื้อซ้ำซ้อนของทั้งสองเชื้อทำให้พืชแสดงอาการใบขาวได้มากขึ้น การปลูกเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas sp. สาเหตุโรคใบลวก 6 ไอโซเลต บนต้นอ้อยที่มีเชื้อโรคใบขาวซ้ำ โดยคัดเลือกต้นอ้อยที่ปลูกแล้วเวลา 2 เดือน จำนวน 70 ต้น พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 isolate B, C, และ F บางต้นแสดงความรุนแรงของเชื้ออยู่ใน

ระดับ 5 จากผลการทดลองนี้พบว่าเชื้อกลุ่ม Xanthomonas sp. Vk0มีผลต่อการลดลงของเชื้อโรคใบขาวอ้อย

อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่ใช้ในการปลูกเชื้อมีจำนวนจำกัดเนื่องจากต้องใช้ท่อนพันธุ์ที่มีโรคใบขาว นอกจากนี้ในการเก็บรักษาเชื้อในกลุ่ม Xanthomonas มักพบว่าเพาะแยกได้ยาก การเพาะด้วยอาหาร PDA ทำให้เชื้อไม่เติบโต แต่มีเชื้อในกลุ่ม *Panthoea* spp. เกิดขึ้นแทนที่ ทำให้การทดลองมีความผิดพลาด การทดสอบโดยการใช้การปลูกเชื้อในห้องปฏิบัติการ การใช้เทคนิค detach leaf, leaf disc รวมถึงการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะทำให้ได้ผลที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น

การทดลองที่ 5.3 การศึกษาผลของการฉายรังสีแกมม่าต่อการตอบสนองและการแสดงอาการโรคใบขาวในอ้อย

ความไว (Survival rate) ของอ้อยพันธุ์ KK3 ต่อการฉายรังสี :

การทดสอบโดยการคัดเลือกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีลำสมบูรณ์ ไม่มีอาการใบขาว ตัดข้อนำไปแช่น้ำร้อนที่ 52 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสี จากนั้นนำข้อที่ได้ ไปฉายแกมม่าแบบเฉียบพลัน ใช้รังสีขนาด 0, 30, 60, 90, 120 และ 150 เกรย์ (Gy) ทำการฉายรังสีชุดละ 70 ข้อ บันทึกอัตราการรอดชีวิตหลังการเพาะเลี้ยงทำการฉายรังสีที่ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลการฉายรังสีพบว่าระดับรังสีที่ 90 Gyขึ้นไป ไม่มีต้นอ้อยงอกได้ ส่วนในระดับ 60 Gyมีอ้อยงอกได้ 30% แต่มีการเติบโตที่ช้า และต้นเล็กกว่ากลุ่ม control ในขณะที่กลุ่มรังสีที่ 30 Gyมีการเจริญเติบโตปกติ (Table 1) แสดงให้เห็นว่าอัตราการรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลันระดับ 60 Gyขึ้นไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยพันธุ์ KK3 จากการสังเกตุอาการใบขาวพบว่าเริ่มแสดงออกหลังการฉายรังสีได้ประมาณ 2 เดือน หลังต้นเริ่มเจริญเติบโต และมีอัตราการเกิดเพิ่มมากขึ้นในกลุ่ม control ที่ไม่ได้มีการฉายรังสี โดยพบในปริมาณ 60.8% จากจำนวนต้นที่งอก เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ผ่านการฉายรังสี (ตารางที่ 5.3.1)

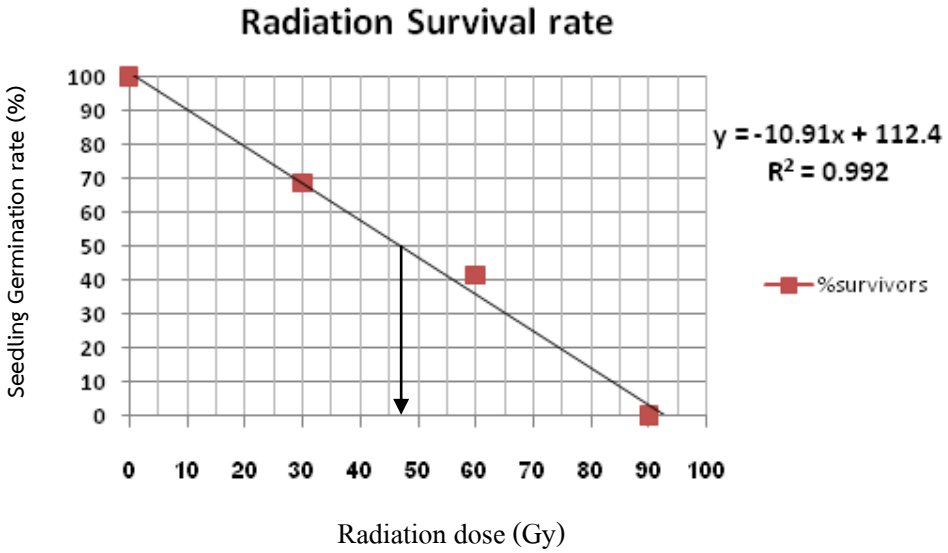
ตารางที่ 5.3.1 อัตราการงอกและการเกิดอาการใบขาวในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลันที่ระดับ 0-150 Gy ที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก

Radiation dose (Gy)	No. of plant	Germinated seedlings (%)*	Asymptomatic plants (%)**	White leaf plants (%)**	N.B. Plant appearance
0	70	51 (72.8%)	21 (41.2%)	30 (60.8%)	
30	70	35 (50.0%)	30 (85.7%)	5 (14.3%)	normal growth
60	70	21 (30.0%)	21 (100%)	0 (0%)	Short and small
90	70	0	0	0	
120	70	0	0	0	
150	70	0	0	0	

* calculated from total plants tested ** calculated from germinated seedlings

จากการตรวจความงอกของต้นอ่อนที่เพาะได้หลังจากการฉายรังสี พบค่า LD_{50}ของระดับปริมาณรังสีที่ทำให้อ้อยพันธุ์ KK3 งอกได้ 50% ของจำนวนต้นทั้งหมดได้คือที่ 47 Gy (ภาพที่ 5.3.1)

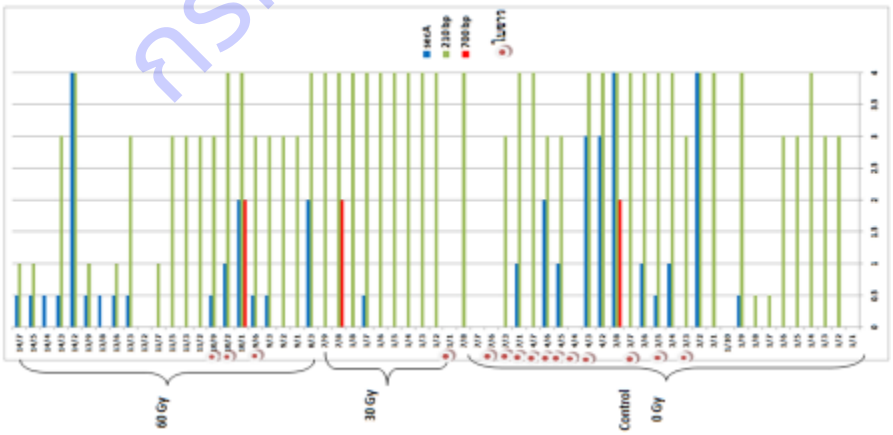
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5.3.1 อัตราความมีชีวิตของต้นอ่อนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลัน

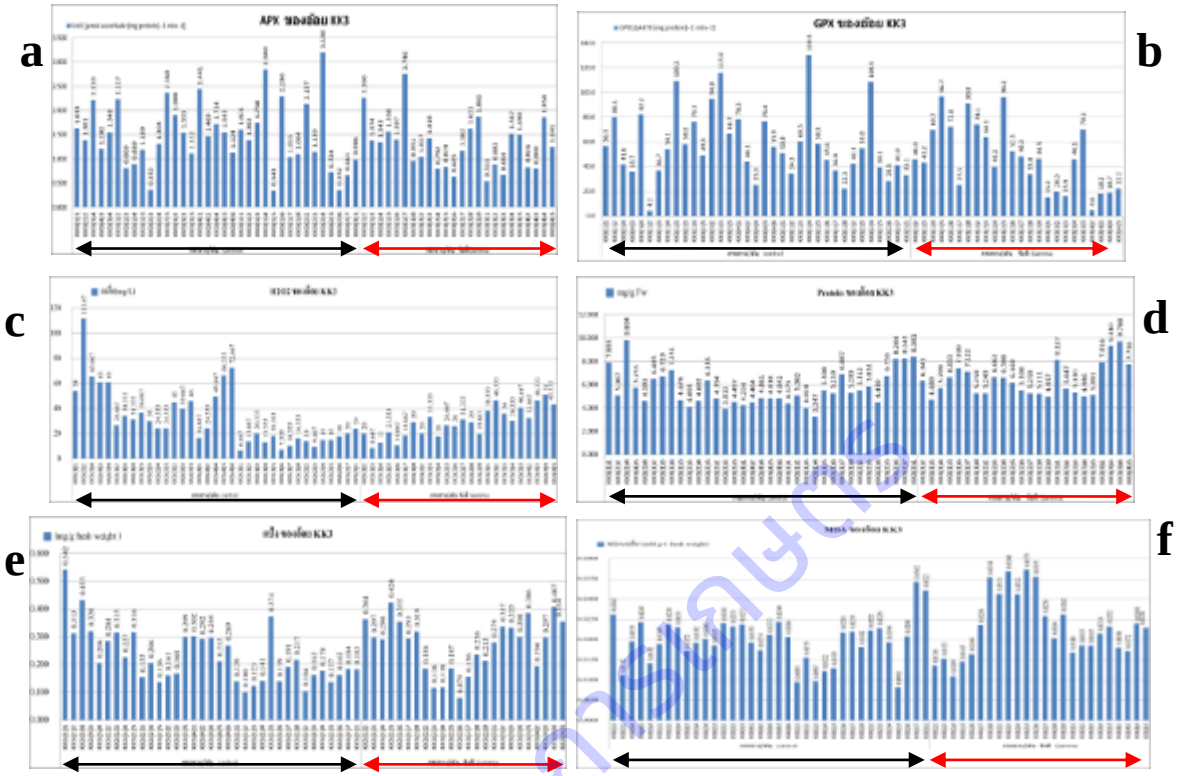
ผลการตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิธี PCR เมื่อต้นอายุประมาณ 5 เดือนหลังปลูก ในกลุ่ม control สามารถตรวจพบเชื้อได้ในระดับสูงหรือมีเชื้อในระดับ 1000-10,000 เซลล์ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม (ตำแหน่ง 700 bp 2+, ตำแหน่ง 210 bp 4+, secA 3+) ได้ในหลายตัวอย่าง ซึ่งหมายถึงสามารถแสดงอาการใบขาวได้ในเวลาต่อมาหรือมีอาการใบขาวแล้วสามารถตรวจพบต้นที่มีอาการใบขาวจำนวนมากกว่ากลุ่มที่ฉายรังสี ส่วนในตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสี สามารถตรวจพบเชื้อได้เช่นกันในการตรวจที่ตำแหน่ง 700 bp 2+, ตำแหน่ง 210 bp 4+ แต่ปริมาณเชื้อตรวจด้วย secA พบว่ามีระดับที่น้อยกว่า แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณในระดับ น้อยกว่า 10 -100 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม และมีจำนวนต้นที่มีอาการใบขาวน้อยกว่า (ภาพที่ 5.3.2)

ภาพที่ 5.3.2 ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบของต้นอ่อนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลัน ที่อายุ 5 เดือนหลังปลูก ตรวจวัดด้วย 16S-23S rDNA nested PCR ที่แสดงผลเป็น 700 bp และ 210 bp และ secA gene



ผลการตรวจการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เมื่อต้นอายุได้ประมาณ 3 เดือนหลังงอก พบว่าสารในกลุ่มความเครียดออกซิเดชั่นได้แก่ กิจกรรมเอ็นไซม์ ascorbate peroxidase (APX), guaicol

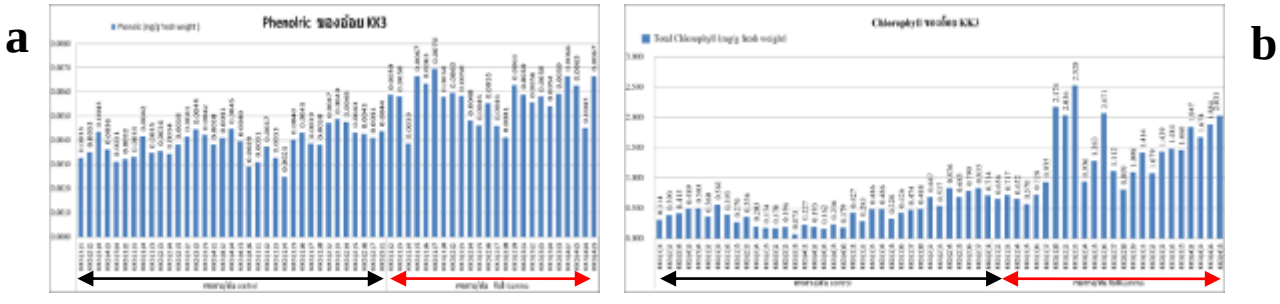
peroxidase (GPX), hydrogen peroxide (H_2O_2) ปริมาณโปรตีนรวม ปริมาณสาร malondialdehyde (MDA) และปริมาณแป้ง โดยรวมแล้วมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม control และกลุ่มที่ผ่านการฉายรังสี (ภาพที่ 5.3.3)

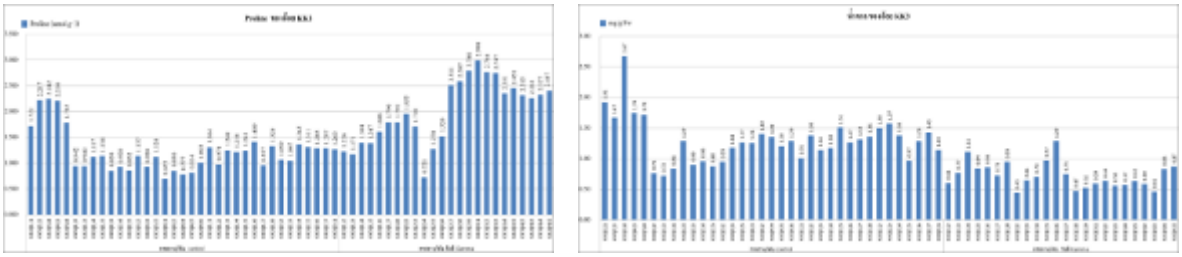


ภาพที่ 5.3.3 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในตัวอย่างต้นอ่อนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลัน ที่ระดับ 0 และ 30 Gy ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก (a) APX: ascorbate peroxidase (b) GPX : guaicol peroxidase (c) H_2O_2: hydrogen peroxide (d) total protein (e) total starch (f) MDA :malondialdehyde
(0 Gy : ↔, 30 Gy : ↔)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

แต่พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกส์ คลอโรฟิลล์ โพรลีน โดยรวมแล้วมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่ม control ส่วนน้ำตาลรวมพบว่ามีค่าต่ำกว่า (ภาพที่ 5.3.4) การพบว่าสารประกอบฟีนอลิกส์มีปริมาณสูงขึ้นประมาณ 0.5 เท่า ในกลุ่มที่ผ่านการฉายรังสี อาจเกิดจากความเครียดจากรังสี รวมทั้งโพรลีนที่แสดงถึงปัญหาภาวะ osmotic ของเซลล์





ภาพที่ 5.3.4 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในตัวอย่างต้นอ่อนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลัน ที่ระดับ 0 และ 30 Gy ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก (a) Phenolics: phenolic compounds (b)chlorophyll (c) proline (d) total protein (e) total sugar (0 Gy: ↔ ; 30 Gy : ↔)

ผลของการฉายรังสีต่อการเกิดอาการใบขาวในอ้อยที่ได้จากการลำและกอที่แสดงอาการใบขาว

การทดสอบปริมาณการฉายรังสีที่ต่ำกว่าและสูงกว่าค่า LD_{50} ต่อการติดเชื้อโรคใบขาวในอ้อย ดำเนินการโดยใช้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อายุประมาณ 8 เดือน ที่มีอาการใบขาวที่ยอด และจากกอที่มีอาการใบขาว จำนวน 52 ลำ และจากกอที่ไม่มีอาการใบขาว จำนวน 30 ลำ แบ่งตัวอย่างจากทั้งสองกลุ่มเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนอ้อยข้อเลขคู่ และส่วนข้อเลขคี่ นับจากโคนต้นเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีกระจายตัวของปริมาณเชื้อภายในลำที่ถูกต้องที่สุดในการเปรียบเทียบผล บันทึกตำแหน่งข้อและลำโดยใช้การเทียบผลจากการทดสอบในแต่ละลำเพื่อลดความผิดพลาดของระดับปริมาณเชื้อนำกลุ่มข้อที่ได้แต่ละชุด แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม อีกชุดหนึ่งเป็นกลุ่มทดสอบ นำกลุ่มทดสอบไปฉายรังสีแกมม่าชนิดเฉียบพลัน ในระดับ 20, 40, 60 และ 80 เกรย์ ส่วนกลุ่มชุดควบคุมไม่มีการฉายรังสี ในการฉายรังสีกลุ่มอ้อยที่มาจากลำที่มีใบขาว สามารถแบ่งตัวอย่างเพื่อฉายรังสีที่ระดับ 20, 40, 60 และ 80 เกรย์ ได้จำนวน 72, 66, 72 และ 67 ข้อ ตามลำดับ ส่วนกลุ่มอ้อยที่มาจากลำที่ไม่มีอาการใบขาว สามารถแบ่งตัวอย่างเพื่อฉายรังสีที่ระดับดังกล่าวได้จำนวน 39, 41, 44 และ 35 ข้อ ตามลำดับ

การตรวจอาการใบขาวในต้นที่ทดสอบเมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่ากลุ่มที่นำไปฉายรังสีมีเปอร์เซ็นต์ต้นเขียวมากกว่ากลุ่มควบคุม จากผลการทดลองนี้ยังคงแสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีในระดับต่ำ อาจช่วยลดต้นที่แสดงอาการใบขาวได้ แต่รังสีในระดับ 80 Gy พบว่าต้นตายทั้งหมด (ตารางที่ 5.3.2)

ตารางที่ 5.3.2 อัตราการงอกและการเกิดอาการใบขาวในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลันที่ระดับ 20, 40, 60 และ 80 Gy ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก

Radiation dose (Gy)	total plants	Control group			Irradiation group		
		Germinated seedlings (%)*	Asymptomatic plant (%)**	White leaf plant (%)**	Germinated seedlings (%)*	Asymptomatic plant (%)**	White leaf plant (%)**
20	111	51.4	75.7	**24.3**	37.5	81.5	**18.5**
40	107	22.7	20.0	**80.0**	25.8	35.3	**64.7**
60	116	51.4	37.8	**62.2**	29.4	52.4	**47.6**
80	102	50.7	52.9	**47.1**	1.5	100.0	**0.0**

* calculated from total plants tested ** calculated from germinated seedlings

ผลของการฉายรังสีต่อการเกิดอาการใบขาวในอ้อยที่ได้จากลำที่มีเชื้อใบขาวสูงแต่ไม่แสดงอาการ

การศึกษาในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยใช้ลำอายุประมาณ 12 เดือน ที่มีไม่มีอาการใบขาว แต่มีเชื้อใบขาวสูงโดยตอแสดงอาการใบขาว นำตัวอย่างดังกล่าวมาแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนอ้อยข้อเลขคู่ และส่วนข้อเลขคี่ จากโคนต้น นำส่วนหนึ่งไปฉายรังสีแกมม่าชนิดเฉียบพลัน ในระดับ 20, 40, 60 และ 80 เกรย์ อีกส่วนหนึ่งเป็นชุดควบคุม ไม่ฉายรังสี พบว่ามีความงอกดี และกลุ่มฉายรังสีมีเปอร์เซ็นต์ต้นที่มีอาการใบขาวน้อยกว่ากลุ่ม control ที่ไม่ได้ฉายรังสี (ตารางที่ 5.3.3) ที่ระดับรังสี 20-40 Gyมีต้นตายน้อยกว่าระดับรังสี 60-80 Gyจากการวิเคราะห์ตัวอย่างระดับลำที่ทดสอบ ที่ระดับรังสี 20 Gyพบว่าในบางลำส่วนที่นำไปฉายรังสีไม่มีอาการใบขาว แต่ส่วนที่ไม่ได้ฉายรังสีพบว่ามีอาการใบขาวทั้งหมด (ลำที่ 20Gy-8 และ 13) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงระดับปริมาณเชื้อที่อาจถูกกำจัดได้ด้วยการฉายรังสี ในขณะที่บางลำพบว่ามีการแสดงอาการใบขาวทั้งสองส่วน (ลำที่ 20Gy-11 และ 12) แสดงถึงระดับปริมาณเชื้อที่อาจไม่สามารถถูกกำจัดได้ด้วยการฉายรังสี เช่นเดียวกับระดับ 40 Gy (ลำที่ 40Gy-30, 37, 38 และ 39) ในขณะที่ระดับรังสีตั้งแต่ 60 ขึ้นไป พบว่าต้นที่มีอาการใบขาวตายทั้งหมด ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีในระดับต่ำที่ 20-40 Gy อาจสามารถกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาที่มีปริมาณระดับไม่สูงมากได้ ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์ระดับปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างที่กล่าวไว้ข้างต้น

ในการวิเคราะห์ในรายละเอียดเฉพาะลำที่ทดสอบ จากการเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่ฉายรังสี ในลำที่มีอาการใบขาว เมื่อฉายรังสีแล้วพบว่าส่วนใหญ่ตาย แต่ในระดับ 20 Gy ลำที่ 8, 13 พบว่ากลุ่มควบคุมมีอาการใบขาวและตายส่วนใหญ่ แต่กลุ่มฉายรังสีไม่แสดงอาการใบขาว แต่ในลำที่ 12 พบว่ามีการแสดงอาการใบขาวทั้งสองกลุ่ม ในระดับ 40 Gy ลำที่มีอาการใบขาวตายทั้งหมดในทั้งสองกลุ่ม ซึ่งอาจไม่ได้เกิดจากความแรงของรังสี ส่วนในระดับ 60 Gy พบว่าต้นใบขาวกลุ่มไม่ฉายรังสี มีต้นที่ยังคงเติบโตได้ ส่วนต้นที่ฉายรังสีตายทั้งหมด เช่นเดียวกับระดับ 80 Gy แสดงให้เห็นว่าระดับ 60 Gy เป็นระดับที่อ้อยที่ไม่มีอาการใบขาวยังคงรอดได้

จากผลการทดลองดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีในระดับ 20 Gy อาจสามารถควบคุมหรือลดปริมาณเชื้อใบขาวลงได้ แต่ทั้งนี้อาจขึ้นกับปริมาณเชื้อตั้งต้น หากมีเชื้อตั้งต้นในปริมาณที่สูงมาก เมื่อทำการฉายรังสี อาจไม่สามารถลดปริมาณลงได้ ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาระดับปริมาณเชื้อที่สามารถควบคุมได้ด้วยการฉายรังสี

ตารางที่ 5.3.3 เปอร์เซ็นต์ต้นอ่อนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีอาการใบขาวหลังผ่านการฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลันที่ระดับ 20-80 Gy

Radiation	control			Irradiation		
dose	Total plant	symptomatic	%	Total plant	symptomatic	%
20 Gy	95	14	14.7	98	9	9.2
40 Gy	84	18	21.4	90	14	15.6
60 Gy	86	16	18.6	77	8	10.4
80 Gy	85	5	5.9	22	1	4.5

ผลการบันทึกการเจริญเติบโตและอาการใบขาวต่อเนื่องในต้นอ้อยเมื่ออายุได้ 7 เดือนหลังปลูก พบว่ามีต้นตายมากขึ้น สาเหตุเนื่องจากเป็นการปลูกในกระถาง พบว่าที่ระดับรังสี 60 Gy มีต้นที่

แสดงอาการใบขาวมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีน่าจะสามารถลดปริมาณเชื้อใบขาวได้ และเชื้ออาจมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นในเวลาต่อมา จนถึงปริมาณที่ทำให้อ้อยแสดงอาการใบขาวได้ในเวลาต่อมา (ตารางที่ 5.3.4)

ตารางที่ 5.3.4 จำนวนต้นอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ผ่านการฉายรังสี ที่คงเหลือรอดที่อายุ 3 และ 7 เดือนหลังปลูก

Radiation dose	Control				Irradiation			
	Total plant	Surviving plant at 7 months	Symptomatic plant at 3 months	Symptomatic plant at 7 months	Total plant	Surviving plant at 7 months	Symptomatic plant at 3 months	Symptomatic plant at 7 months
20 Gy	95	50	14	5	98	58	9	2
40 Gy	84	46	18	0	90	43	14	0
60 Gy	86	63	16	2	77	19	**8**	**13**
80 Gy	85	70	5	5	22	8	1	0

การทดลองในตัวอย่างอ้อยพันธุ์ KKขอนแก่น 3 จากบ้านหินลาด อ.เมือง จ.ขอนแก่น โดยเก็บลำจากกอใบขาวที่ไม่แสดงอาการโรค นำไปฉายรังสีระดับ 20, 40 และ 60 Gy โดยให้ข้อคู่เป็นกลุ่มควบคุม ไม่ฉายรังสี และข้อคี่นำไปฉายรังสี ดำเนินการกลุ่มละ 100 ข้อ พบว่าบางต้นเริ่มแสดงอาการใบขาวหลังการปลูกได้ประมาณ 45 วัน แต่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมดที่ทดสอบ พบใบขาวในกลุ่มฉายรังสีที่ระดับ 20 Gy ในระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ ทั้งกลุ่มที่ไม่ฉายรังสีและฉายรังสี ส่วนกลุ่มที่ฉายรังสีสูงขึ้นไม่พบใบขาวทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มฉายรังสี (ตารางที่ 5.3.5) ดังนั้นการไม่แสดงอาการใบขาวในกลุ่มรังสีที่ 40 และ 60 Gy อาจไม่ใช่ผลจากการฉายรังสี

ตารางที่ 5.3.5 อัตราการงอกและการเกิดอาการใบขาวในต้นอ่อนอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ผ่านการฉายรังสีที่ 20, 40 และ 60 Gy ที่อายุ 1.5 เดือนหลังปลูก

Radiation dose (Gy)	total plants	Control group			Irradiation group		
		Germinated seedlings (%)*	Asymptomatic plant (%)**	White leaf plant (%)**	Germinated seedlings (%)*	Asymptomatic plant (%)**	White leaf plant (%)**
20	100	49	96	4	41	95	5
40	100	46	100	0	42	100	0
60	100	52	100	0	41	100	0

* calculated from total plants tested * * calculated from germinated seedlings

ผลการตรวจปริมาณเชื้อใบขาวในตัวอย่างชุดบ้านหินลาด ในกลุ่มต้นที่งอกซึ่งมี พบเชื้อใบขาวมีปริมาณตั้งแต่ น้อยกว่า 0.5 ถึง 100,000 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ส่วนใหญ่มีเชื้อในระดับน้อยกว่า 10 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ในกลุ่มที่มีเชื้อในระดับสีส้ม (10-100 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) และสีเหลืองน้อยกว่า 10 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม สามารถแสดงอาการใบขาวได้ใน 4 -10 เดือนต่อมา ซึ่งพบได้ทั้งในกลุ่มฉายรังสีในระดับ 20-60 Gy และกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉายรังสี แสดงให้เห็นว่าระดับรังสีดังกล่าว ไม่สามารถกำจัดเชื้อในระดับสีเหลืองขึ้นไปได้ หรือ มีเชื้อน้อยกว่า 10 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม (ภาคผนวก Table

1) ดังนั้นในกรณีที่พืชยังแข็งแรง ไม่แสดงอาการใบขาวในระยะเริ่มต้น อาจต้องใช้รังสีที่สูงขึ้นกว่า 60 Gy ในการทดสอบ หรือต้องใช้ตัวอย่างที่มีเชื้อในระดับสีเขียว (1 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) หรือสีฟ้าที่ต่ำกว่า 1 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม หรือระดับที่น้อยกว่า

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบความไว (Survival rate) ของอ้อยพันธุ์ KK3 ที่ต่อการฉายแกมม่าแบบเฉียบพลัน โดยใช้รังสีขนาด 0, 30, 60, 90, 120 และ 150 Gy ในตัวอย่างอ้อยที่ได้จากกอที่ไม่แสดงอาการใบขาว พบค่า LD_{50}ของระดับปริมาณรังสีที่ทำให้อ้อยพันธุ์ KK3 งอกได้ 50% ของจำนวนต้นทั้งหมดได้คือที่ 47 Gy โดยระดับรังสีที่ 90 Gy ขึ้นไป ไม่มีต้นอ้อยงอกได้ ในระดับ 60 Gy มีอ้อยงอกได้ 30% แต่มีการเติบโตที่ช้าในระยะแรก และที่ 30 Gy มีการเจริญเติบโตปกติ การแสดงอาการใบขาวพบว่าเริ่มแสดงออกหลังการฉายรังสีได้ประมาณ 2 เดือน ในกลุ่ม control พบในปริมาณ 60.8% จากจำนวนต้นที่งอก กลุ่มที่ผ่านการฉายรังสีพบในปริมาณ 14.3% ผลการตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิธี PCR เมื่อต้นอายุประมาณ 5 เดือนหลังปลูก ในกลุ่ม control ตรวจพบเชื้อได้ในระดับสูงในระดับ 1000-10,000 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ในหลายตัวอย่างและมีต้นแสดงอาการใบขาวมากกว่า ในกลุ่มฉายรังสีส่วนใหญ่ตรวจพบเชื้อในระดับน้อยกว่า 10 -100 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม และมีจำนวนต้นที่มีอาการใบขาวน้อยกว่า ผลการตรวจการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เมื่อต้นอายุได้ประมาณ 3 เดือนหลังงอก พบว่าสารในกลุ่มความเครียดออกซิเดชั่น ได้แก่ กิจกรรมเอ็นไซม์ ascorbate peroxidase (APX), guaicol peroxidase (GPX), hydrogen peroxide (H_2O_2) ปริมาณโปรตีนรวม ปริมาณสาร malondialdehyde (MDA) โดยรวมแล้วมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม control และกลุ่มที่ผ่านการฉายรังสี แต่พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกส์ คลอโรฟิลล์ โพรลีน โดยรวมแล้วมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่ม control

ผลของการฉายรังสีต่อการเกิดอาการใบขาวในอ้อยที่ได้จากการลำและกอที่แสดงอาการใบขาว ในระดับ 20, 40, 60 และ 80 เกรย์ เมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่ากลุ่มที่ฉายรังสีมีต้นที่มีอาการใบขาว 18.5-64.7% ส่วนกลุ่มควบคุมมีจำนวน 24.3-80.0% และพบว่ารังสีในระดับ 80 Gy ทำให้ต้นตายทั้งหมด ผลของการฉายรังสีต่อการเกิดอาการใบขาวในอ้อยที่ได้จากลำที่มีเชื้อใบขาวสูงแต่ไม่แสดงอาการ พบว่ากลุ่มที่ฉายรังสีมีต้นที่มีอาการใบขาว 4.5-15.6% ส่วนกลุ่มควบคุมมีจำนวน 5.9-21.4% และพบว่ารังสีในระดับ 80 Gy ยังมีต้นที่สามารถงอกได้ ที่ระดับรังสี 20-40 Gy มีต้นตายน้อยกว่าระดับรังสี 60-80 Gy แสดงให้เห็นว่าอ้อยที่ติดเชื้อใบขาวในระดับสูงมีความอ่อนแอต่อการฉายรังสีมากกว่าต้นที่ติดเชื้อในระดับต่ำกว่า

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบในอ้อยที่ได้จากลำที่มีเชื้อใบขาวสูงแต่ไม่แสดงอาการ พบว่าระดับปริมาณเชื้อในเนื้อเยื่ออาจมีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้รังสีระดับ 20-60 Gy ในการกำจัด อาจสามารถกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาที่มีปริมาณระดับไม่สูงมากได้ ระดับรังสีตั้งแต่ 60 ขึ้นไปพบว่าต้นที่มีอาการใบขาวตายทั้งหมด แต่อ้อยที่ไม่มีอาการใบขาวยังเจริญเติบโตได้ และมีจำนวนต้นที่แสดงอาการใบขาวมากขึ้นเมื่ออายุได้ 7 เดือนหลังปลูก แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีน่าจะสามารถลดปริมาณเชื้อใบขาวได้ในระยะเริ่มต้นได้

การทดลองฉายรังสีระดับ 20-60 Gy ในตัวอย่างที่ได้จากลำจากกอใบขาวที่ไม่แสดงอาการโรค พบความงอกเพียง 50% ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดสอบ เกิดจากท่อนพันธุ์อ่อนแอจากโรคใบขาว ผลการตรวจปริมาณเชื้อใบขาวในตัวอย่างทั้งหมดพบเชื้อในระดับ น้อยกว่า 0.5 ถึง 100,000

เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ส่วนใหญ่มีเชื้อในระดับน้อยกว่า 10 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ในกลุ่มที่มีเชื้อในระดับสีส้ม (10-100 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) และสีเหลืองน้อยกว่า 10 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม สามารถแสดงอาการใบขาวได้ใน 4 -10 เดือนต่อมา ซึ่งพบได้ทั้งในกลุ่มฉายรังสีในระดับ 20-60 Gy และกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการฉายรังสี แสดงให้เห็นว่าระดับรังสีดังกล่าว ไม่สามารถกำจัดเชื้อในระดับสีเหลืองขึ้นไปได้ หรือ มีเชื้อน้อยกว่า 10 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ดังนั้นในกรณีที่พืชยังแข็งแรง ไม่แสดงอาการใบขาวในระยะเริ่มต้น อาจต้องใช้รังสีที่สูงขึ้นกว่า 60 Gy ในการทดสอบ หรือต้องใช้ตัวอย่างที่มีเชื้อในระดับสีเขียว (1 เซลล์ต่อดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) หรือสีฟ้าที่ต่ำกว่า 1 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม หรือระดับที่น้อยกว่า

การทดลองที่ 5.4 การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่และวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวด้วยเทคนิค M13-tagged two steps- PCR ที่แม่นยำและมีความไวสูง

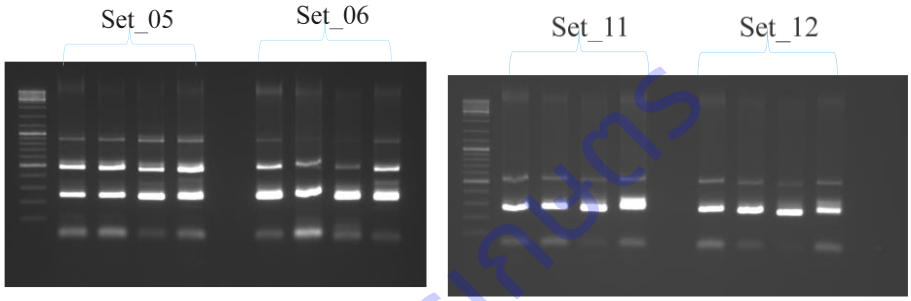
การพัฒนาวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวด้วยเทคนิค M13-tagged two steps- PCR : จุดเด่นของเทคนิค nested PCR ที่ต่างจาก PCR ทั่วไป คือเป็นการเพิ่มความไว (sensitivity) และความจำเพาะ (specificity) ในการเพิ่มจำนวนและการตรวจสอบดีเอ็นเอบริเวณที่ต้องการศึกษา แต่มีปัญหาของระยะเวลา และการปนเปื้อนแบบ carried over สูงมาก ในกรณีที่ผู้ดำเนินการไม่มีประสบการณ์ เนื่องจากใช้ผลผลิต PCR ที่ได้จากขั้นที่ 1 มาเพิ่มปริมาณต่ออีกในขั้นที่ 2 ดังนั้นการลดขั้นตอน PCR ลงให้เหลือขั้นเดียวจึงเป็นแนวทางในการแก้ปัญหานี้ การออกแบบไพร์เมอร์ชนิดใหม่ได้นำส่วนของ M13 มาใช้เชื่อมติดกับไพร์เมอร์เดิม (MLO-X, MLO-Y และ P1,P2) ทำการออกแบบไพรเมอร์สำหรับ M13 ด้วยโปรแกรม Clustalx2 หลังจากนั้นทำการทดสอบปฏิกิริยาในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายเบื้องต้น โดยส่วนประกอบในปฏิกิริยาพีซีอาร์ 15 ไมโครลิตรต่อหนึ่งหน่วยตัวอย่าง มีดังนี้ 1X PCR buffer A (500mM KCl, 100mM Tris-HCl, 0.1% Triton™ X-100; Vivantis), 0.2 µM dNTP 1.5 U Taq DNA polymerase (Vivantis) ไพรเมอร์ความเข้มข้น 0.5 µM สังเคราะห์ดีเอ็นเอในเครื่องพีซีอาร์ กำหนดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาดังต่อไปนี้ **ขั้นที่ 1** ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที **ขั้นที่ 2** ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที ที่อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วินาที และ ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที 30 วินาที โดยทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 จำนวน 20 รอบ **ขั้นที่ 3** ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วินาที และ ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที 30 วินาที โดยทำซ้ำขั้นตอนที่ 3 จำนวน 20 รอบ **ขั้นที่ 4** ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำการปรับเปลี่ยนสภาวะเพื่อให้ได้ผลผลิตพีซีอาร์ที่ชัดเจน

ผลการทดลองปรับเปลี่ยนสภาวะในการทำปฏิกิริยาโดยปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของไพร์เมอร์ จำนวนรอบในการเพิ่มปริมาณและอุณหภูมิในการเกาะติดไพร์เมอร์ ดำเนินการจำนวน 10 แบบ พบว่าแบบที่ทำให้ได้ดีเอ็นเอเป้าหมายที่ชัดเจน 2 ตำแหน่ง ที่ประมาณ 200 และ 500 คู่เบส และมีปฏิกิริยาและสภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ คือแบบที่ 6 (ตารางที่ 1และ ภาพที่ 1)

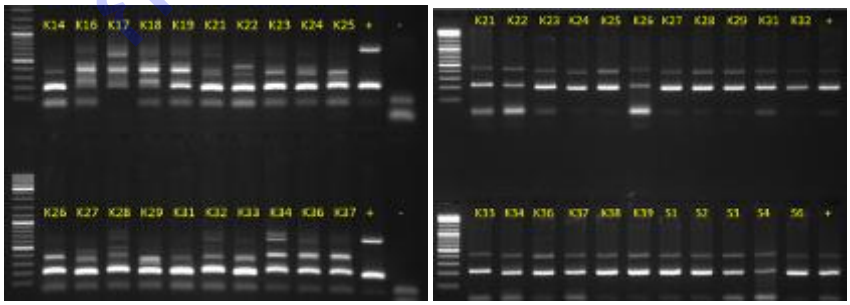
ตารางที่ 5.4.1 ส่วนประกอบและสภาวะในการทำปฏิกิริยา M13-tagged two steps- PCR

สารเคมี	ปริมาตร (µL)	ความเข้มข้นสุดท้าย	PCR conditions	
Nuclease-free water	6.6	-		
10X *Taq* buffer	1.5	1X	94°C	3 min
25 mM $MgCl_2$	0.9	2 mM	94 °C	30 s
2.5 mMdNTP	1.2	0.2 mM	65 °C	30 s
10 µM PrimerF	0.15	0.1 µM	72 °C	40 s
10 µM PrimerR	0.15	0.1 µM	× 20 cycles	
Taq DNA polymerase	0.3	1 U	94 °C	30 s
DNA template	3	75 ng	62 °C	30 s
Total	15	-	72 °C	40 s
			× 15 cycles	

ภาพที่ 5.4.1 ตัวอย่างผลการสังเคราะห์ดีเอ็นเอที่ได้จากการทำปฏิกิริยา M13-tagged two steps- PCR แบบที่ 5, 6, 11 และ 12



ความจำเพาะของวิธีการเทียบกับ nested-PCR : การทดสอบโดยใช้ตัวอย่างอ้อยจากแปลงที่ตรวจพบการติดเชื้ออื่นเมื่อตรวจโดยวิธี nested-PCR ที่แสดงในลักษณะของแถบดีเอ็นเอมากกว่าตำแหน่งดีเอ็นเอเป้าหมาย ตำแหน่ง คือ 700 และ 210 คู่เบสที่รบกวนการแปลผล แต่เมื่อตรวจด้วยวิธี M13-tagged two steps- PCR พบดีเอ็นเอเป้าหมายที่ประมาณ 200 และ 500 คู่เบส ไม่พบดีเอ็นเอรบกวนจากตำแหน่งอื่น ทำให้การอ่านผลทำได้ง่ายกว่า (ภาพที่ 5.4.2)

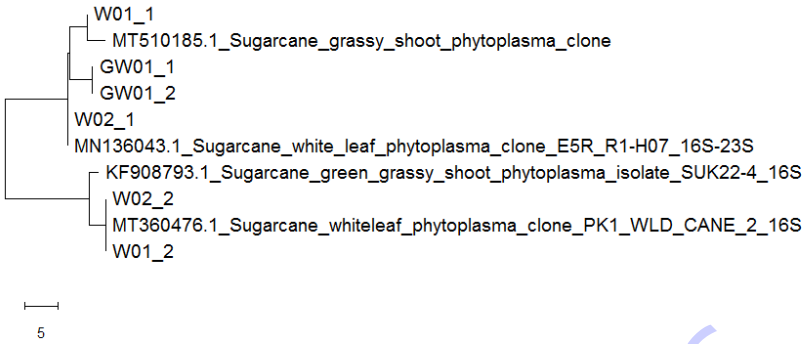


ภาพที่ 5.4.2 เปรียบเทียบความจำเพาะของวิธีการตรวจโรคใบขาวด้วย nested-PCR (ซ้าย) และ M13-tagged two steps- PCR (ขวา) ในตัวอย่างใบอ้อยที่เก็บจากแปลงทดลอง

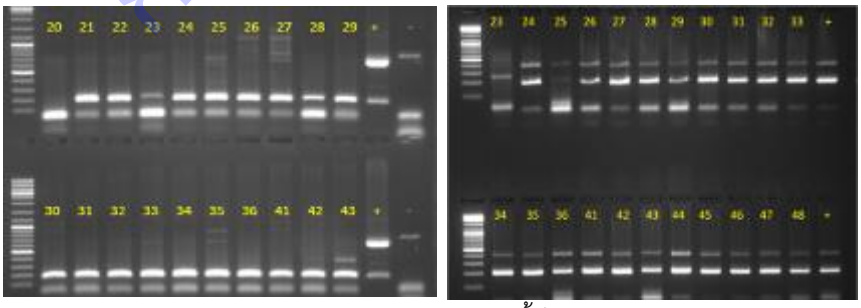
ความถูกต้อง (accuracy) และความครอบคลุม (broad spectrum) ในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา : เมื่อนำชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จากตัวอย่างที่เป็น SCWL และ SCGS ไปเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์แบบ multiple sequence alignment ด้วยโปรแกรม ClustalW พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนของยีน 16s-23s rDNA (N_1) จำนวน 480 เบส (base) และ 16s-23s rDNA (N_2)

จำนวน 262 เบส (base) มีความเหมือนในฐานข้อมูล NICB ถึง 97 % และนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่วิเคราะห์ได้ไปสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยโปรแกรม MEGA รุ่น 7.0 จากนั้นสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 4 วิธี โดยทดสอบวิธีการจัดกลุ่มทุกวิธี คือ maximum likelihood, maximum parsimony, neighbor joining และ UPGMA แล้วเลือกวิธีการจัดกลุ่มที่ให้ผลการจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ (ภาพที่ 5.4.3)

ภาพที่ 5.4.3 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอที่ได้จากวิธี M13-tagged two steps- PCR เปรียบเทียบกับข้อมูลสากลของ SCWL และ SCGS



การทดสอบความสามารถในการตรวจจับระดับปริมาณเชื้อของวิธีการเทียบกับ nested-PCR: การทดสอบโดยใช้ตัวอย่างอ้อยจากแปลงที่ตรวจพบการติดเชื้ออื่นเมื่อตรวจโดยวิธี nested-PCR ที่แสดงในลักษณะของแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง 210 คู่เบส ในระดับ 4+ ซึ่งแสดงถึงปริมาณเชื้อระดับสีเหลือง (น้อยกว่า 10 copy/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ; ศุจิรัตน์และคณะ, 2558) และเป็นระดับปริมาณเชื้อที่ไม่ปรากฏตำแหน่ง 700 คู่เบส ทุกตัวอย่างที่ทดสอบ และเป็นระดับที่ใช้ในการประเมินปริมาณเชื้อก่อนระดับวิกฤตที่สามารถเกิดโรคใบขาว ส่วนการทดสอบด้วย M13-tagged two steps- PCR พบดีเอ็นเอเป้าหมายทั้งสองตำแหน่งที่ประมาณ 200 และ 500 คู่เบส ทำให้แยกปริมาณเชื้อก่อนระดับวิกฤตด้วยการวิเคราะห์ด้วยแถบดีเอ็นเอไม่ได้ ดังนั้นต้องทำการตรวจสอบปริมาณเชื้อและการแสดงแถบดีเอ็นเอของวิธีการนี้ ด้วยการใช้พลาสมิดดีเอ็นเอมาตรฐานในการวิเคราะห์ เพื่อให้สามารถประเมินระดับปริมาณเชื้อได้จากการตรวจด้วยแถบดีเอ็นเอ (ภาพที่ 5.4.4)

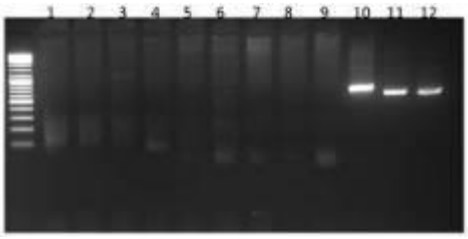


ภาพที่ 5.4.4 เปรียบเทียบความสามารถในการแสดงระดับปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิธี nested-PCR (ซ้าย) และวิธี M13-tagged two steps- PCR (ขวา) ในตัวอย่างใบอ้อยที่เก็บจากแปลงทดลอง

การทดสอบความไว (sensitivity) ของวิธีการ : อยู่ระหว่างการดำเนินการตรวจด้วยการเจือจางดีเอ็นเอพืช และการตรวจปริมาณเชื้อด้วยพลาสมิดลูกผสมที่มีชิ้นยีนเป้าหมาย

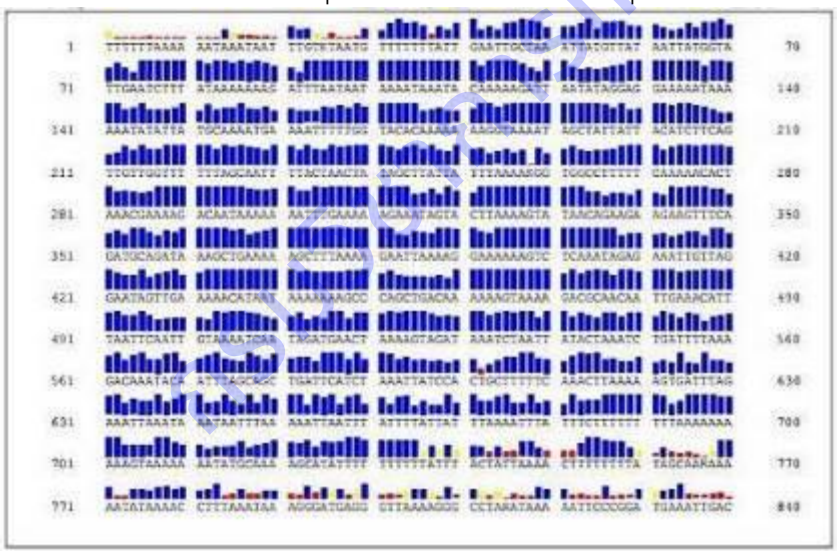
การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่ด้วยยีน Imp และความจำเพาะต่อดีเอ็นเอดป้าหมาย : ทำการออกแบบไพร์เมอร์จำนวน 3 คู่ไพร์เมอร์ และคัดเลือกได้ 1 คู่ (Imp2) ที่ได้จากการออกแบบ

ไพร์เมอร์ชุดใหม่จากลำดับเบสที่ได้จากชุด 1250 คู่เบส ได้เป็นชิ้นดีเอ็นเอที่มีขนาด 800 คู่เบส (Imp2) นำมาตรวจในอ้อยที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาทั้ง 3 ชนิด พบว่าสามารถตรวจพบดีเอ็นเอชัดเจน จากนั้นนำมาทดสอบความจำเพาะกับชนิดของเชื้อโดยทดสอบในมันสำปะหลังที่แสดงอาการพุ่มแจ้ พบว่าไม่เกิดแถบดีเอ็นอ และการทดสอบตรวจเชื้อในตัวอย่างอ้อยปลอดโรคให้ผลเช่นเดียวกัน ในขณะที่การตรวจในอ้อยที่มีอาการใบขาว ใบเขียว และใบเขียวปนขาว สามารถตรวจพบแถบดีเอ็น ขนาดประมาณ 800 bp ได้ (ภาพที่ 5.4.5)



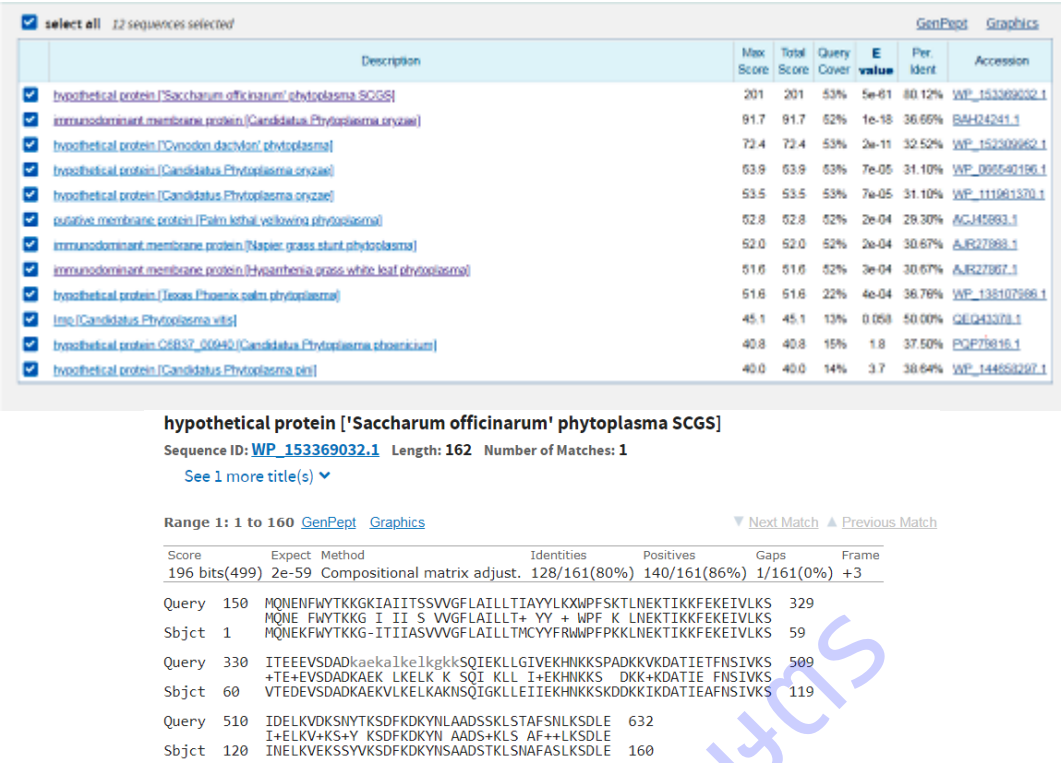
ภาพที่ 5.4.5 ผลจากการสังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วย Primer Imp2 หมายเลข (1-5) ใบอ้อยจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (6-9) ใบมันสำปะหลังที่มีอาการโรคพุ่มแจ้ (10-12) อ้อยใบขาว ใบเขียว และใบเขียวปนขาว

การทดสอบตรวจลำดับเบสของชิ้นยีน Imp ที่ได้พบว่ามีความใกล้เคียงกับเชื้อไฟโตพลาสมาที่ใกล้เคียงกัน นำดีเอ็นเอที่มี 3 เชื้อ ได้แก่ *SCWL,SCGS,SCGGS* ที่ตรวจพิสูจน์แล้ว มาตรวจวิเคราะห์ลำดับเบสด้วยไพร์เมอร์ Imp 2 ได้ผลลำดับเบสของ Imp ดังนี้



ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน IMP ขนาด 800 bp ในอ้อย

นำผลวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของแถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 800 เบสที่ได้มาแปลผลเป็นสายกรดอะมิโนและเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของ GenBank (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez) ด้วยโปรแกรม Blastn (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ BLAST) พบว่า มีส่วนที่เหมือนกับ hypothetical protein ใน Saccharum 80 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 5.4.6)



select all 12 sequences selected — GenPept Graphics

Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
hypothetical protein ['Saccharum officinarum' phytoplasma SCGS]	201	201	53%	5e-61	80.12%	WP_153369032.1
immunodominant membrane protein [Candidatus Phytoplasma oryzae]	91.7	91.7	62%	1e-18	36.66%	BAH24241.1
hypothetical protein ['Cynodon dactylon' phytoplasma]	72.4	72.4	53%	2e-11	32.52%	WP_152309982.1
hypothetical protein [Candidatus Phytoplasma oryzae]	63.9	63.9	53%	7e-05	31.10%	WP_095540196.1
hypothetical protein [Candidatus Phytoplasma oryzae]	63.5	63.5	53%	7e-05	31.10%	WP_111961370.1
putative membrane protein [Palm lethal yellowing phytoplasma]	62.8	62.8	52%	2e-04	28.30%	ACJ45883.1
immunodominant membrane protein [Napier grass stunt phytoplasma]	62.0	62.0	52%	2e-04	30.67%	AJR27888.1
immunodominant membrane protein [Hyparrhenia grass white leaf phytoplasma]	61.6	61.6	52%	3e-04	30.67%	AJR27867.1
hypothetical protein [Texas Phoenix palm phytoplasma]	61.6	61.6	22%	4e-04	36.76%	WP_138107986.1
Imp [Candidatus Phytoplasma vitis]	45.1	45.1	13%	0.058	50.00%	QEQ43378.1
hypothetical protein C6B37_00940 [Candidatus Phytoplasma phoenicium]	40.8	40.8	15%	1.8	37.50%	PQP76816.1
hypothetical protein [Candidatus Phytoplasma pini]	40.0	40.0	14%	3.7	38.64%	WP_144658297.1

hypothetical protein ['Saccharum officinarum' phytoplasma SCGS]

Sequence ID: WP_153369032.1 Length: 162 Number of Matches: 1

See 1 more title(s)

Range 1: 1 to 160 GenPept Graphics ▼ Next Match ▲ Previous Match

Score	Expect	Method	Identities	Positives	Gaps	Frame
196 bits(499)	2e-59	Compositional matrix adjust.	128/161(80%)	140/161(86%)	1/161(0%)	+3

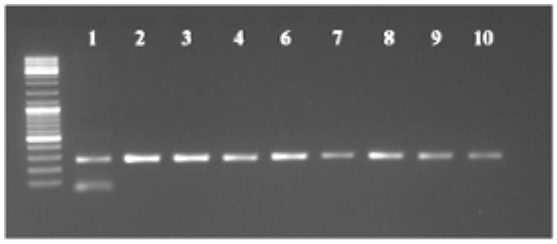
```
Query  150  MQNENFWYTKKGKIAIITSSVVGFLAILLTIAYYLKXWPFSKTLNEKTIKKFEKEIVLKS  329
            MQNE FWYTKKG I II S VVGFLAILLT+ YY + WPF K LNEKTIKKFEKEIVLKS
Sbjct  1    MQNEKFWYTKKG-ITIIASVVVGFLAILLTMCYYFRWWPFPKKLNEKTIKKFEKEIVLKS  59

Query  330  ITEEEVSDADkaekalkelkgkkSQIEKLLGIVEKHNKKSPADKKVKDATIETFNSIVKS  509
            +TE+EVSDADKAEK LKELK K SQI KLL I+EKHNKKS  DKK+KDATIE FNSIVKS
Sbjct  60   VTEDEVSDADKAEKVLKELKAKNSQIGKLLEIIEKHNKKSKDDKKIKDATIEAFNSIVKS  119

Query  510  IDELKVDKSNYTKSDFKDKYNLAADSSKLSTAFSNLKSDLE  632
            I+ELKV+KS+Y KSDFKDKYN AADS+KLS AF++LKSDLE
Sbjct  120  INELKVEKSSYVKSDFKDKYNSAADSTKLSNAFASLKSDLE  160
```

ภาพที่ 5.4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบลำดับโปรตีนของยีน IMP พบว่า มีส่วนที่เหมือนกับ hypothetical protein ใน *Saccharum* 80 เปอร์เซ็นต์

ทำการออกแบบไพรเมอร์ (Imp 3) ใหม่ที่มีความจำเพาะเพื่อใช้ในการตรวจหาเชื้อไฟโตพลาสมาทั้ง 3 ชนิด ด้วยโปรแกรม Clustalx2 MEGA-X, Tm calculator ซึ่งมีขนาด 310 คู่เบส นำไปทำการทดสอบตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาทั้ง 3 ชนิด โดยมีส่วนผสมในการทำปฏิกิริยาและขั้นตอนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอส่วนประกอบในปฏิกิริยาพีซีอาร์ 15 ไมโครลิตรต่อหนึ่งหน่วยตัวอย่าง โดยใช้ไพรเมอร์ IMP มีดังนี้ 1x PCR buffer A (500mM KCl, 100mM Tris-HCl (pH 9.1 at 20°C) and 0.1% Triton™ X-100; Vivantis), 0.2 ไมโครโมลาร์ dNTP Taq DNA polymerase (Vivantis) ความเข้มข้น 0.1 หน่วยต่อหนึ่งหน่วยปฏิกิริยา ไพรเมอร์ ความเข้มข้น 0.5 ไมโครโมลาร์ สังเคราะห์ดีเอ็นเอในเครื่องพีซีอาร์ กำหนดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาดังต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ขั้นที่ 2 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วินาที และ ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1นาที 30 วินาที โดยทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 จำนวน 35 รอบ ขั้นที่ 3 ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอขนาด 310 คู่เบสได้ (ภาพที่ 5.4.7)

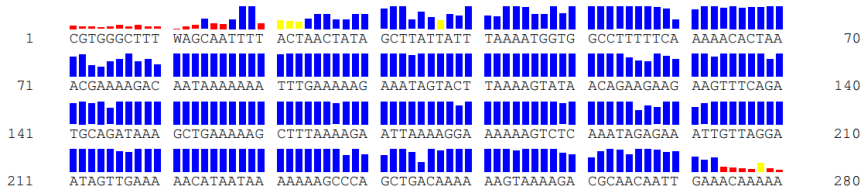


ภาพที่ 5.4.7 ผลจากการสังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วย Primer IMP หมายเลข (1-10) ตัวอย่างจากอ้อยที่เป็นเชื้อไฟโต

พลาสมา

การตรวจเช็คลำดับนิวคลิโอไทด์ของยีน Imp ขนาด 300 bp ได้ผลดังนี้

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน IMP ในอ้อย ขนาด 310 bp



การตรวจวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์ 300 bp นี้เทียบกับข้อมูลสากล พบว่าเป็น โปรตีนของไฟโตพลาสมาในอ้อย ที่ความเหมือนระดับ 80 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกัน มีรายละเอียด ดังนี้

hypothetical protein ['Saccharum officinarum' phytoplasma SCGS]

Sequence ID: WP_153369032.1 **Length:** 162 **Number of Matches:** 1

See 1 more title(s)

Range 1: 1 to 160 GenPept Graphics Next Match Previous Match

Score	Expect	Method	Identities	Positives	Gaps	Frame
196 bits(499)	2e-59	Compositional matrix adjust.	128/161(80%)	140/161(86%)	1/161(0%)	+3

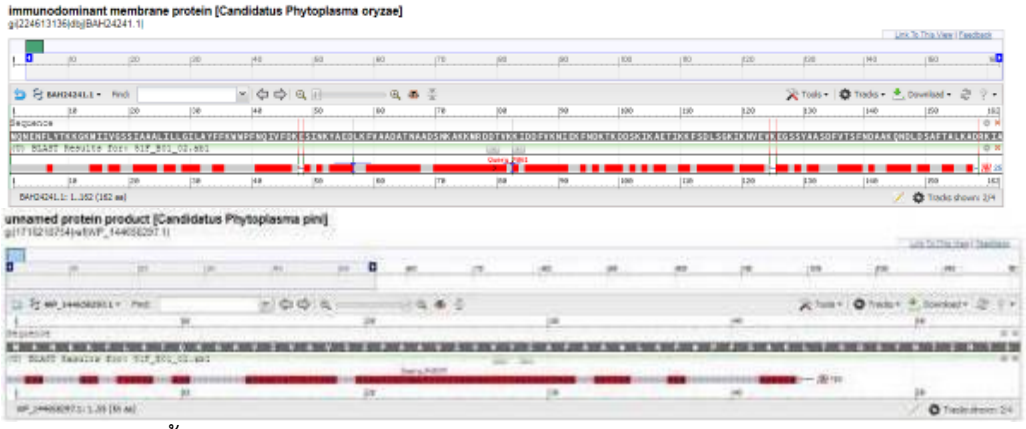
```
Query  150  MQNENFWYTKKGKIAIITSSVVGFLAILLTIAYYLKXWPFSKTLNEKTIKKFFKEIVLKS  329
            MQNE FWYTKKG I II S VVGFLAILLT+ YY + WPF K LNEKTIKKFFKEIVLKS
Sbjct  1    MQNEKFWYTKKG-ITIIASVVVGFLAILLTMCYYFRWWPFPKKLNEKTIKKFFKEIVLKS  59

Query  330  ITEEEVSDADkaekalkelkgkkSQIEKLLGIVEKHNKKSPADKKVKDATIETFNSIVKS  509
            +TE+EVSDADKAEK LKELK K SQI KLL I+EKHNKKS  DKK+KDATIE FNSIVKS
Sbjct  60   VTEDEVSDADKAEKVLKELKAKNSQIGKLLEIIEKHNKKSKDDKKIKDATIEAFNSIVKS  119

Query  510  IDELKVDKSNYTKSDFKDKYNLAADSSKLSTAFSNLKSDLE  632
            I+ELKV+KS+Y KSDFKDKYN AADS+KLS AF++LKSDLE
Sbjct  120  INELKVEKSSYVKSDFKDKYNSAADSTKLSNAFASLKSDLE  160
```

FNKIICMFFYIAKLCYNYGIESLKKINKYKKINIGGKIKNILCKMKIFGTQKKVKLLLHLQLLVFQFYLLIINGGLFQKHTKRQKNLKKKYLKVQ
KKKFQMQIKLKKLKNKEKSLKRNCELKNIIKKAQLTKKKTQQLKHLIQLNQMNKINLIILNLILKTNTIQLIHLNYPLLFQTKVIKLNKFKNFI
LLFKIYFFFFKKKVKKICKSIFFFLTIKTFFLKKNLKCKGLNSGKLQHNPTIVFTSISQN

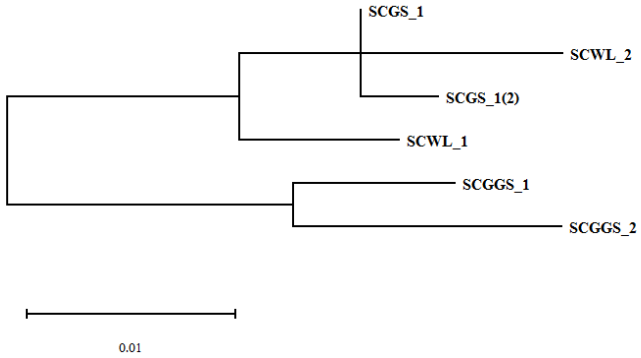
การเปรียบเทียบลำดับโปรตีนของยีน IMP พบว่า มีส่วนที่เหมือนกับ hypothetical protein ใน Saccharum สามารถแปลเป็นลำดับอะมิโนเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุใบขาวอ้อย จำนวน 249 อะมิโน ดังนี้



ลำดับอะมิโนเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุใบขาวอ้อย จำนวน 249 อะมิโน

กรมวิชาการเกษตร

โดยพบว่า สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอได้ตามที่ขนาดออกแบบ และหลังจากนั้นได้ตรวจสอบด้วยการวิเคราะห์ลำดับเบสในอ้อยที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาทั้ง 3 ชนิดได้แก่ Sugarcane white leaf, sugarcane grassy shoot และ sugarcane green grassy shoot ได้ผลดังภาพที่ 5.4.8



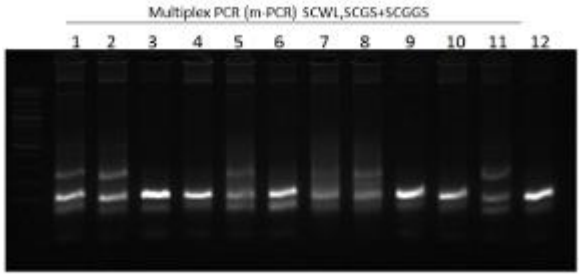
ภาพที 5.4.8 Phylogeny และ ค่า Diversity ของเชื้อไฟโตพลาสมาทั้ง 3 ชนิดได้แก่ Sugarcane white leaf, sugarcane grassy shoot และ sugarcane green grassy shoot วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MEGA X

ผลที่ได้พบว่า Sugarcane white leaf และ sugarcane grassy shoot มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมากที่สุด มีค่าความต่างกันที่ 1.64 และตัวอย่างจาก sugarcane green grassy shoot และ Sugarcane white leaf มีความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าความต่างกันที่ 4.82

การดำเนินการต่อในการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุล Imp ได้แก่ การทดสอบความไวความจำเพาะ และ การทำ multiplex PCR ร่วมกับยีนชนิดอื่น

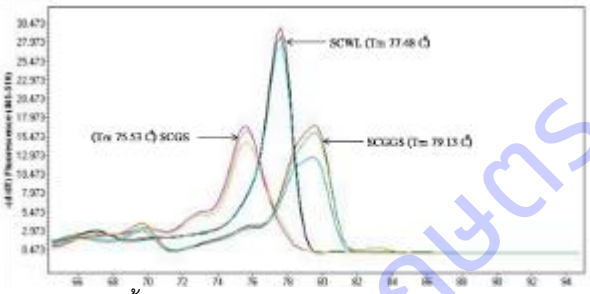
การพัฒนาเทคนิค multiplex – PCR จากยีน 16S rDNA เพื่อการตรวจจับชนิดของ phytoplasma genes ในใบขาวของอ้อย : สำหรับ m-PCR เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค PCR ซึ่งทำการเพิ่มขยายดีเอ็นเอเป้าหมายโดยใช้ primer หลายคู่พร้อมกันในปฏิกิริยาเดียวกัน โดย primer แต่ละคู่ที่นำมาต้องออกแบบให้ดี ไม่มี complementary กัน และเมื่อนำไปทำ PCR จะให้ผลผลิตที่มีขนาดความยาวที่แตกต่างกัน การทำ m-PCR ต้องปรับสภาวะพอเหมาะของปฏิกิริยา เพื่อให้สามารถเพิ่มขยายจำนวนดีเอ็นเอจากทุก primer ที่ใส่ลงไปได้เท่ากันและเนื่องจากในปฏิกิริยานี้จะมี primer หลายคู่และเมื่อใช้ primer เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการรบกวนในปฏิกิริยามากขึ้นจึงทำให้การปรับสภาวะเพื่อให้เหมาะสมที่สุดยิ่งยากไปด้วย (Forbes et al., 2002)

การออกแบบ primer ใหม่ : ทำการออกแบบไพรเมอร์ด้วยโปรแกรม ClustalX (version 2.0) Multiplex ประกอบด้วย 3 คู่ไพรเมอร์ มีขนาดอยู่ที่ 322, 262 และ 136 bp ตามลำดับการทดสอบเครื่องหมายโมเลกุลชนิด mPCR พบว่าสามารถแยกชนิดของเชื้อได้

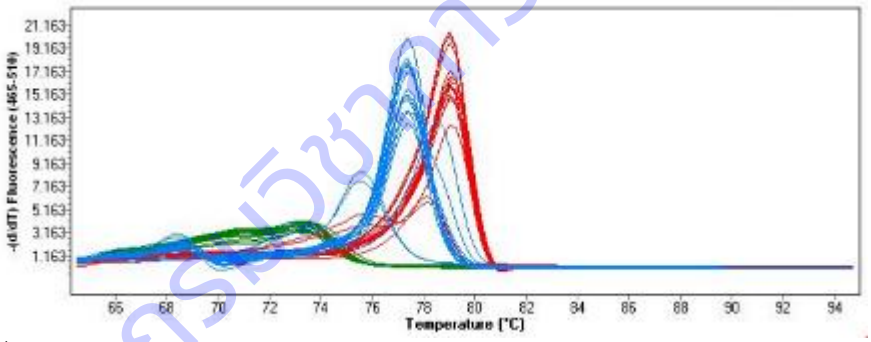


ภาพที่ 5.4.9 ผลจากการสังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วย Multiplex PCR (m-PCR) *SCWL,SCGS,SCGGS* ในตัวอย่างอ้อย (1-2): ขาว (3-4) : ใบเขียว (5-6) : ใบขาวปนเขียว (7-8) : ขาว (9-10) :ใบเขียว (11-12): ใบขาวปนเขียว

การพัฒนาวิธีตรวจหาเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยด้วยไพรเมอร์ Multiplex โดยใช้ real-time PCR : ใช้ primer ชุด Multiplex ที่ประกอบด้วย (*SCWL, SCGS, SCGS*) โดยเพิ่มปริมาณเป็นจำนวน 45 รอบ แต่ละรอบประกอบด้วยช่วง pre-incubation ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที 1 รอบ, ตามด้วย 40 รอบ ของช่วง amplification ที่อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส, ช่วง melting curve ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที1 รอบและช่วง cooling ที่อุณหภูมิ 40องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาทีได้ผลดังภาพที่ 5.4.10 และ 5.4.11สามารถแยกเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยชุดไพรเมอร์ Multiplex ที่ประกอบด้วย (*SCWL, SCGS, SCGS*) ได้ด้วย Tm ต่างกัน เชื้อใบขาว *SCWL* Tm 77.48 C เชื้อใบขาวปนเขียว *SCGS* Tm 75.53 C และเชื้อใบเขียว *SCGS*Tm 79.13 C



ภาพที่ 5.4.10 กราฟแสดงค่า Tm ของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อย 3 ชนิด วิเคราะห์ด้วยชุดไพรเมอร์



Multiplex ที่ประกอบด้วย *SCWL, SCGS*และ *SCGS* ด้วยเทคนิค real-time PCR

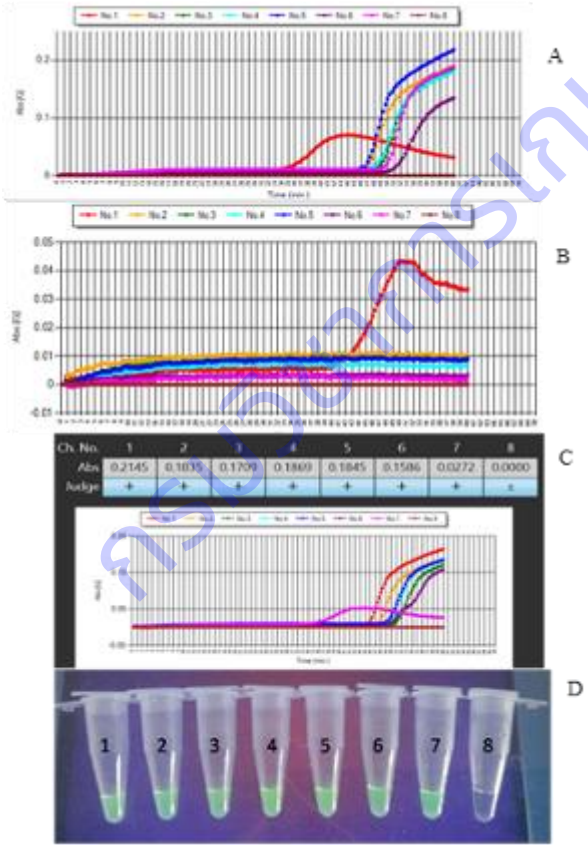
ภาพที่ 5.4.11 กราฟแสดงค่า Tm ของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อย 3 ชนิด วิเคราะห์ด้วยชุดไพรเมอร์ Multiplex ที่ประกอบด้วย *SCWL, SCGS* และ *SCGS*ที่ ตรวจจากพลาสมิดดีเอ็นเอที่มีชิ้นยีน 16S rDNA ความเข้มข้นต่างกันด้วยเทคนิค real-time PCR

สรุปผลการทดลอง: ได้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด multiplex PCR จากยีน 16S rDNA ที่สามารถแยกความแตกต่างของชนิดของเชื้อโรคใบขาวได้ การทดสอบด้วย Realtime PCR พบค่า Tm ของเชื้อใบขาว *SCWL* Tm 77.48 C เชื้อใบขาวร่วมกับอาการกอฝอย *SCGS* Tm 75.53 C และเชื้อกอตะไคร้ *SCGS*Tm 79.13 C

การพัฒนาเทคนิค Loop-Mediated isothermal amplification (LAMP) : ออกแบบไพร์เมอร์ : ทำการออกแบบไพรเมอร์ (Primer) สำหรับวิธี LAMP ออกแบบไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อเชื้อจากส่วนของยีน16S-23S rDNA ของ phytoplasma จำนวน 3 คู่ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของปฏิกิริยา LAMP โดยทดสอบในอ้อยใบขาวจำนวน 7 ตัวอย่าง นำไปเพิ่มจำนวนในสภาวะที่เหมาะสม (optimal condition) ใน PCR tube โดยมีส่วนประกอบของสารที่เป็น final

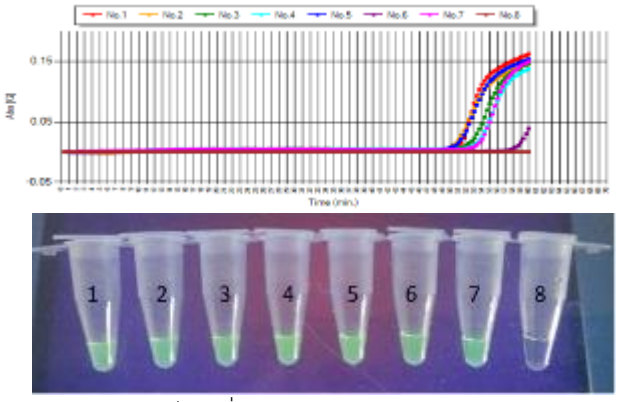
concentration คือ 0.2 µM Outer primer (F3, B3), 1.6 µM Inner primer (FIP, BIP), 0.4 µM loop primer (Loop F and R) บ่ม 65 องศา นาน 60 นาทีโดยใช้เครื่อง Thermostatic Color Sensor (KANEKA, Japan) พบว่าสามารถตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างได้ มีผลการทดสอบดังแสดงในภาพ 5.4.12

การพัฒนาเทคนิค LAMP ด้วยไพร์เมอร์ *gro*EL : ทำการออกแบบไพร์เมอร์สำหรับ LAMP ในการตรวจจับยีน *groEL* จากเชื้อ Sugarcane white leaf phytoplasma molecular chaperonin GroEL gene, ศึกษาปฏิกิริยา LAMP โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป LavaLamp DNA Master Mix (Lucigen) ในตัวอย่างอ้อยใบขาวที่มีความเข้มข้น (15ng) โดยมีส่วนประกอบดังนี้ LavaLamp DNA Master Mix (1x) Green Fluoresent Dye (0.1X) ไพรเมอร์ประกอบด้วย final concentration คือ 0.2 µM Outer primer (F3, B3), 1.6 µM Inner primer (FIP, BIP), 0.4 µM loop primer (Loop F and R) บ่ม 65 องศา นาน 60 นาทีโดยใช้เครื่อง KANEKA พบว่าสามารถเกิดปฏิกิริยาได้และสามารถตรวจดีเอ็นเอได้ในระดับการเจือจางถึง 10^{-11}จากดีเอ็นเอตั้งต้น (ภาพที่ 5.4.13)



ภาพที่ 5.4.12 ผลการทดสอบความจำเพาะของเทคนิค LAMP ต่อเชื้อphytoplasma genesด้วยเทคนิค LAMP (A) ดีเอ็นเอที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย (B) ดีเอ็นเอที่ไม่มีเชื้อไฟโตพลาสมา (No. 1 Positive Control มาจากชุด kit, 2-7 ดีเอ็นเอพืช No. 8 No Target control) (C) ตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา ทั้ง 3 SCGGS, SCWL, SCGS (No. 1 Positive Control No.2-3 SCGGS, No.4-5 SCWL, No.6-7 SCGS, No. 8 No Target control)(C) ผลจากสัญญาณสาร Fluorescent (D) ผลจากการดูสี Fluorescent ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา 1-7 ตัวอย่างอ้อยใบขาว 8 negative control

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5.4.13 ระดับความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่สามารถตรวจด้วยเทคนิค LAMP No.1-7 ($1,10^{-2},10^{-4},10^{-6}, 10^{-8}, 10^{-10},10^{-11}$) ตามลำดับ ใช้ตัวอย่างอ้อยใบขาว No.8 เป็น negative control โดยใช้น้ำ

ผลการตรวจความไวของปฏิกิริยา LAMP เทียบกับ nested-PCR : พบว่าระดับความเข้มข้นของปริมาณดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาที่สามารถตรวจด้วยเทคนิค LAMP ที่ใช้ *groEL*เป็นไพร์เมอร์ สามารถตรวจจับดีเอ็นเอได้ต่ำสุด 1.89 $x10^{4}$ เซลล์ต่อไมโครลิตร แต่พบว่าความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่วัดได้ไม่สอดคล้องกับระดับการเจือจาง ทำให้ต้องทดสอบเพิ่มเพื่อหาปริมาณดีเอ็นเอที่ต่ำที่สุด (ตารางที่ 5.4.2)

ตารางที่ 5.4.2 ระดับความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่สามารถตรวจด้วยเทคนิค LAMP และ Nested PCR

ระดับความเจือจาง	ระดับความเข้มข้น (copy)	LAMP	Nested PCR	
			700 bp	210 bp
10^{0}	$4.78x10^{9}$	+	+	+
10^{-2}	$6.52 x10^{8}$	+	+	+
10^{-4}	$2.17 x10^{7}$	+	+	+
10^{-6}	$4.15 x10^{5}$	+	+	+
10^{-8}	$1.89 x10^{4}$	+	+	+
10^{-10}	0.00	-	-	+

ความไว (sensitivity) ของวิธีการ LAMP และ Nested-PCR : การทดสอบซ้ำโดยใช้ดีเอ็นเออ้อยที่ติดเชื้อ SCWL เจือจาง 10 เท่า จำนวน 10 ระดับ จากเริ่มต้นที่ 10^{0} ถึง 10^{-10} พบว่า LAMP สามารถตรวจจับดีเอ็นเอเป้าหมายได้ที่ระดับความเจือจางที่ 10^{-10} เช่นเดียวกับเทคนิค Nested PCR ในระดับพีซีอาร์ชุดที่สอง ผลผลิตขนาด 210 bp ส่วน Nested-PCR ชุดที่หนึ่ง ผลผลิตขนาด 700 bp ตรวจจับระดับความเจือจางได้ต่ำสุดที่ 10^{-7} (ตารางที่ 5.4.3, ภาพที่ 5.4.14)

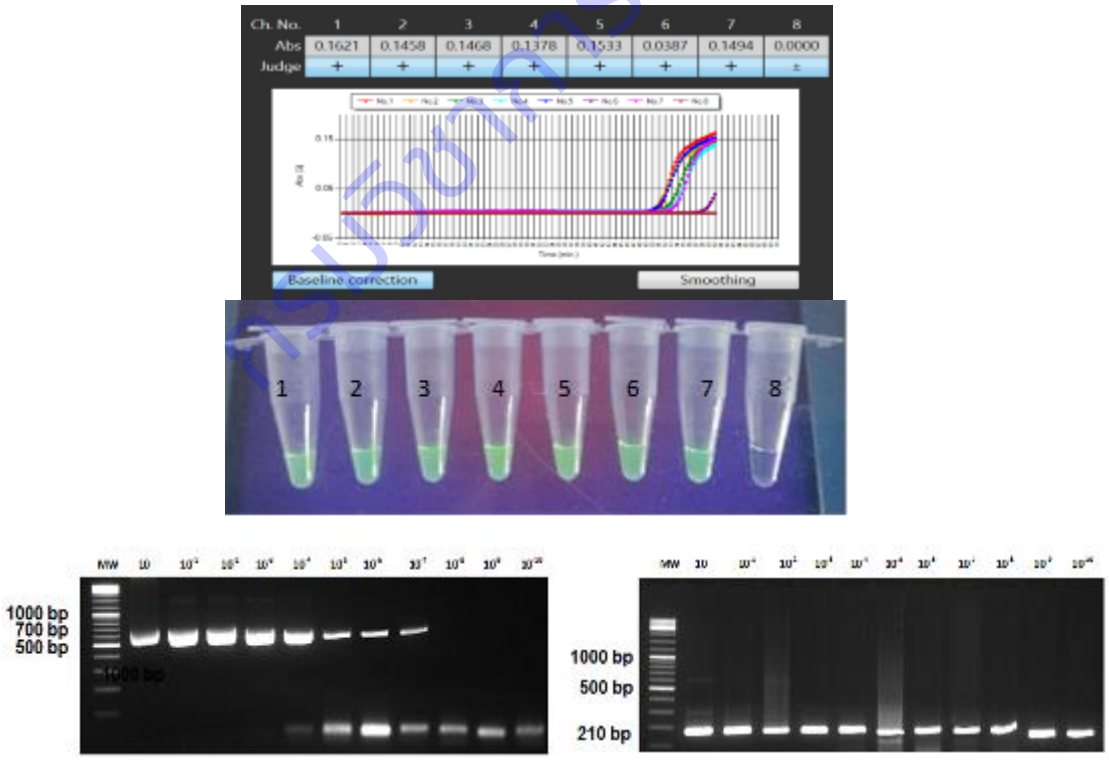
การวิเคราะห์จำนวน copy number ต่ำสุดของเชื้อไฟโตพลาสมาที่สามารถตรวจจับได้ทดสอบโดยใช้พลาสมิดลูกผสม pUC1318 ที่มีชิ้นยีนขนาด 700 bp นำมาเจือจาง ตรวจวัดความเข้มข้นของพลาสมิดที่ได้ และคำนวณจำนวน copy number ตั้งต้นก่อนทำการตรวจด้วยวิธี Nested-PCR ผลการทดลองพบว่า วิธี LAMP และ nested-PCR ที่ผลผลิตขนาด 210 bp สามารถตรวจได้ระดับต่ำถึง $1.27X10^{-1}$ copy/µl ส่วน nested-PCR ที่ผลผลิตขนาด 700 bp ตรวจได้ที่ $2.66X10^{2}$ copies/µl (ตารางที่5.4. 3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5.4.3 ระดับความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่สามารถตรวจด้วยเทคนิค LAMP และ Nested PCR ใช้พลาสมิด pUC1318 ที่มีชิ้นยีนขนาด 700 คู่เบสของ 16S-23S rDNA ในการทดสอบ copy number

DNA serial dilution	LAMP (DNA)	Nested PCR (DNA)		Nested PCR pUC1318		pUC1318 (copy/µl)
		700 bp	210 bp	700 bp	210 bp	
10^{0}	+	+	+	+	+	$4.09x10^{9}$
10^{-1}	NT	+	+	+	+	$9.75X10^{8}$
10^{-2}	+	+	+	+	+	$9.75X10^{7}$
10^{-3}	NT	+	+	+	+	$8.90X10^{6}$
10^{-4}	+	+	+	+	+	$7.46X10^{5}$
10^{-5}	NT	+	+	+	+	$6.22X10^{4}$
10^{-6}	+	+	+	+	+	$1.68X10^{3}$
10^{-7}	+	+	+	+	+	$2.66X10^{2}$
10^{-8}	+	-	+	-	+	$4.11X10^{1}$
10^{-9}	NT	-	+	-	+	$9.55X10^{0}$
10^{-10}	+	-	+	-	+	$1.27X10^{-1}$

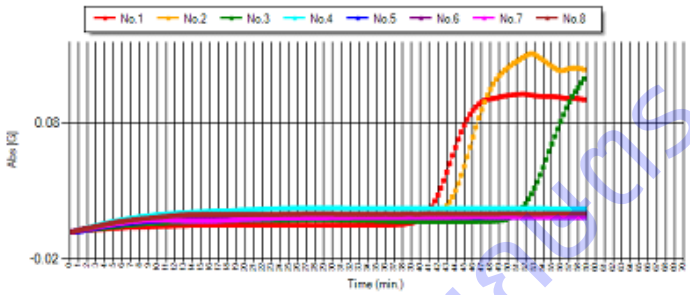
NT: not tested + : positive - : negative



ภาพที่ 5.4.14 ระดับความเข้มข้นของดีเอ็นเอจากตัวอย่างอ้อยใบขาวที่เจือจาง No.1-7 ($1,10^{-2},10^{-4},10^{-6}, 10^{-8}, 10^{-10}$) ตามลำดับ No.8 เป็น negative control โดยใช้น้ำ ภาพบน : การตรวจด้วยเทคนิค *gro*EL- LAMP ภาพล่าง : การตรวจด้วยวิธี nested-PCR

ความถูกต้อง (accuracy) และความครอบคลุม (broad spectrum) ในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยของชุดไพร์เมอร์ *GroEL* gene : ในการตรวจความจำเพาะต่อเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยทดสอบโดยใช้ดีเอ็นเอจากพืชอื่นที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาชนิดอื่น ได้แก่ มันสำปะหลังติดเชื้อโรคพุ่มแจ้ และหญ้าที่แสดงอาการใบขาว ผลการทดสอบพบว่าไม่สามารถตรวจเชื้อดังกล่าวได้ ในการตรวจความครอบคลุมในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาของอ้อย ทดสอบโดยใช้ดีเอ็นเอที่ได้จากอ้อยที่ติดเชื้อ SCWL, SCGS และ SCGGS ที่ทำการตรวจพิสูจน์ชนิดของเชื้อแล้วด้วยการตรวจลำดับนิวคลิโอไทด์ พบว่าชุดไพร์เมอร์นี้สามารถตรวจจับเชื้อทั้งสามชนิดนี้ได้ (ภาพที่ 5.4.15)

Ch.No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Abs	0.1272	0.1195	0.1127	0.0171	0.0110	0.0121	0.0109	0.0000
Judge	+	+	+	+	+	+	+	±



ภาพที่ 5.4.15 การตรวจดีเอ็นเออ้อยที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาชนิดต่างๆ ด้วยวิธี *gro*EL-LAMP No 1-3 : SCWL, SCGS, SCGGS. No 4-6 : ดีเอ็นเอจากหญ้าที่เป็นโรคใบขาว และ มันสำปะหลังที่เป็นโรคพุ่มแจ้ No.8: negative control (น้ำ).

สบว.ชาการเกษตร

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวแบบใหม่ด้วยเทคนิค M13-tagged two-steps-PCR ได้ทำการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลแบบใหม่โดยการประยุกต์เทคนิคการตรวจลำดับเบสและการใช้ Tag เป็น M13 ซึ่งทำให้ได้วิธีการใหม่ที่สามารถทดแทนวิธี nested-PCR และแก้ปัญหาของวิธีการนี้ได้ แต่เนื่องจาก M13 เป็นส่วนหนึ่งของ phage DNA จึงทำให้ได้ตำแหน่งดีเอ็นเอส่วนที่ไม่ใช่เป้าหมายติดมาด้วย และในการทดสอบในตัวอย่างที่มีการติดเชื้อหลายชนิด จะตรวจพบดีเอ็นเอมากกว่า 2 ตำแหน่ง ซึ่งต้องทำการแก้ปัญหานี้ ในส่วนของการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลด้วยการใช้ยีน Imp พบว่าเป็นตำแหน่งยีนที่ยังไม่มีการรายงานมาก่อนในอ้อย ดังนั้นจึงทำให้การออกแบบไพร์เมอร์ทำได้ค่อนข้างยาก แต่ในการทดลองนี้สามารถพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับการตรวจยีนนี้ในอ้อยได้สำเร็จ แต่พบปัญหาความจำเพาะของเครื่องหมายโมเลกุลที่ได้ เนื่องจากตรวจพบตำแหน่งที่ไม่ใช่ดีเอ็นเอเป้าหมายเช่นกัน ซึ่งต้องพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลตำแหน่งใหม่ หรือพัฒนาสภาวะในการตรวจให้มีความเข้มสูงขึ้น เพื่อให้มีความจำเพาะมากขึ้น ในการวิจัยเบื้องต้นของการพัฒนาเทคนิค LAMP พบว่ามีศักยภาพสูงในการนำไปใช้งาน ส่วน multiplex PCR นั้น ต้องทำการตรวจความไวของวิธีการในการตรวจชนิดของเชื้อ

การทดลองที่ 5.5 การถ่ายทอดปริมาณเชื้อโรคใบขาวในอ้อยสู่อ้อยตอและการแสดงอาการของโรคในสภาพไร่

จากการสำรวจแปลงใน ศวร.ขก. และติดเครื่องหมายกอที่ต้องการทดสอบที่มีอาการใบขาว จำนวน 20 กอ เก็บตัวอย่างใบนำไปสกัด DNA ตรวจ PCR ต้นพ่อแม่ 20 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณเชื้อในใบระดับตั้งแต่สีฟ้าถึงสีเหลือง (<0.5-10copies/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) (ตารางที่ 5.5.1) และเมื่อนำลำที่ได้ไปเพาะข้อตา เมื่อต้นอ้อยอายุได้ 2 เดือน เก็บตัวอย่างใบที่ได้จากแต่ละลำไปตรวจปริมาณเชื้อด้วยเทคนิค PCR พบว่ามีการกระจายของเชื้อและปริมาณในระดับที่สอดคล้องกันกับการตรวจที่ใบของแต่ละลำ ยกเว้นลำที่ 16 เนื่องจากตัวอย่างที่ได้มีปริมาณเชื้ออยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้ไม่เห็นการสะสมของเชื้อที่ชัดเจนในลำ

สภาพแปลงอ้อยภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นที่ใช้ในการศึกษาและการระบุลำและข้อในการศึกษาการกระจายของเชื้อในลำโดยตรวจจากต้นที่เพาะได้จากข้อตา

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5.5.1 ปริมาณเชื้อโรคใบขาวในอ้อยต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะข้อตาจากอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ได้จากแปลงอ้อยภายใน ศวร.ขก. จำนวน 20 ลำ

ตัวอย่างที่	PCR Product			รหัสสีและปริมาณเชื้อในใบจากลำหลัก copy/ul in 25 ng plant DNA	ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในต้นที่เพาะจากข้อเรียงลำดับจากยอด (1) ไปโคน (10)									
	700 bp	210 bp	SecA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	3+	+/-	1	>0.5-3/3		>0.5-2/3		>0.5-1/3	>0.5-1/3	>0.5-3/3	>0.5-3/3	>0.5-2/3	>0.5-1/3
2	-	2+	+/-	>0.5-3/3	>0.5-2/3			>0.5-1/3	>0.5-1/3	>0.5-1/3	>0.5-3/3			
3	-	2+	+/-	>0.5-3/3		>0.5-3/3	>0.5-2/3	>0.5-2/3	1	>0.5-2/3	>0.5-2/3	<0.5	>0.5-1/3	>0.5-3/3
4	-	2+	+/-	>0.5-3/3	<0.5	>0.5-2/3	>0.5-3/3	>0.5-1/3	>0.5-1/3	>0.5-2/3		>0.5-1/3	>0.5-1/3	>0.5-1/3
5	-	+/-	+/-	<0.5					>0.5-3/3	>0.5-3/3		>0.5-2/3		
6	-	4+	1+	<10		<0.5	1	<0.5	<10	>0.5-2/3		>0.5-3/3		
7	-	0.5+	1+	0.5-1/3	>0.5-2/3	>0.5-2/3	>0.5-1/3	<0.5	<0.5	1	>0.5-3/3	>0.5-3/3		
8	-	1+	1+	>0.5-2/3			1	<0.5	>0.5-1/3	<0.5		>0.5-3/3	>0.5-3/3	
9	-	2+	0.5+	>0.5-3/3			1			<0.5	<0.5			>0.5-3/3
10	-	+/-	+/-	<0.5			>0.5-2/3	>0.5-3/3			<0.5			
11	-	2+	+/-	>0.5-3/3	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5		>0.5-2/3	>0.5-2/3	<0.5	
12	-	3+	+/-	1		>0.5-1/3	>0.5-1/3	>0.5-2/3		>0.5-2/3				>0.5-2/3
13	-	+/-	+/-	<0.5			>0.5-1/3		<0.5	>0.5-1/3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
14	-	1+	0.5+	>0.5-2/3	<0.5	>0.5-1/3	<0.5	<0.5	<0.5	>0.5-3/3	>0.5-1/3	>0.5-1/3		
15	-	1+	1+	>0.5-2/3										<0.5
16	-	4+	2+	<10	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	>0.5-3/3	<0.5	<0.5
17	-	2+	+/-	>0.5-3/3		<0.5	<0.5							<0.5
18	-	3+	1+	1	<0.5	>0.5-1/3			>0.5-3/3	<0.5		<0.5	>0.5-1/3	
19	-	1+	0.5+	>0.5-2/3	<0.5					<0.5		<0.5		
20	-	3+	0.5+	1	<0.5		<0.5	>0.5-1/3		1	>0.5-2/3	>0.5-2/3	>0.5-1/3	<0.5

กรมวิชาการเกษตร

จากการคัดเลือกกอในแปลง ทำการคัดได้ 40 กอ เพื่อศึกษาการถ่ายทอดปริมาณเชื้อ โดยทำการตัดต้นที่อยู่ในแปลงที่คัดเลือกไว้เพื่อติดตามการงอกของหน่อ แต่พบว่าหลายกอถูกทำลายจากปลวก และสภาพแล้ง ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ ทำการปลูกซ่อมโดยใช้ต้นที่ได้จากลำของแปลงนี้ พบว่าเหลือตัวอย่างที่สามารถนำมาศึกษาต่อได้จำนวน 25 กอ โดยติดเครื่องหมายลำหลัก เนื่องจากต้นเล็กและพบว่าทั้งหมดมีการเจริญเติบโตที่ช้านื่องจากความไม่สมบูรณ์ของต้น ทำเก็บตัวอย่างใบจากลำที่ติดเครื่องหมาย จำนวน 5 ครั้ง ได้แก่ พ.ย.2562, ธ.ค. 2562, มีนาคม 2563, มิถุนายน 2563, สิงหาคม 2563 ครั้งที่ 1-4 เก็บตัวอย่างใบจากลำหลัก ครั้งที่ 5 ในเดือนสิงหาคม เก็บตัวอย่างใบจากลำหลักและลำใหม่ที่เกิดจากหน่อ จำนวนตั้งแต่ 1 ลำ ถึง 9 ลำ ขึ้นกับความสมบูรณ์ของต้น นำมาตรวจปริมาณเชื้อโรคใบขาว การสำรวจในครั้งที่ 3 พบต้นตายจำนวน 2 กอ เนื่องจากเป็นช่วงแล้ง เดือนมีนาคม และ ครั้งที่ 4 ในเดือนมิถุนายน มีต้นตายจำนวนมากขึ้น รวมเป็น 5 กอ และมีการปลูกซ่อมโดยใช้ข้อตาจากลำที่ได้จากกอเดิมมาปลูก ในระหว่างการติดตามการเพิ่มปริมาณเชื้อในสภาพไร่ (ตารางที่ 5.5.2)

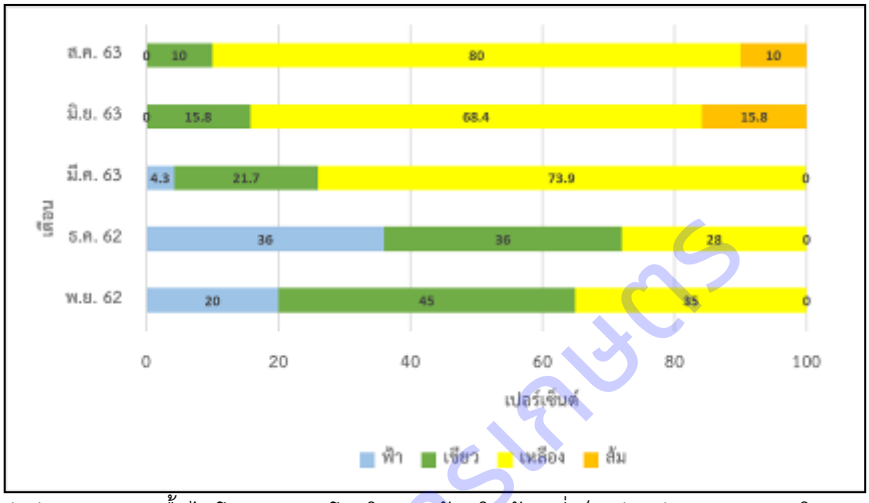
ตารางที่ 5.5.2 ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในใบจากอ้อย 25 กอ ที่ปลูกในสภาพไร่ ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง สิงหาคม 2563 ตรวจด้วยวิธี nested-PCR

ปริมาณเชื้อcopy/ul in 25 ng plant DNA
*ปลูกซ่อม ใช้ท่อนจากต้นเดิม

ต้นที่	ครั้งที่ 1 พย 62	ครั้งที่ 2 ธค 62	ครั้งที่ 3 มีค 63	ครั้งที่ 4 มิย 63	ครั้งที่ 5 สค 63	หมายเหตุ จำนวนลำที่ตรวจในครั้งที่ 5
A1	>0.5	>0.5	<0.5	ต้นตาย	ต้นตาย	-
A2	>0.5	<0.5	<10	<10	<10	3
A3	>0.5	>0.5	<10	10	<10	6
A4	>0.5	<0.5	<10	<10	<10	7
A5	1	<10	>0.5	ต้นตาย	ต้นตาย	-
A6	<0.5	>0.5	<10	<10	<10	1
A7	<0.5	<10	<10	<10*	<10	1
A8	>0.5	>0.5	<10	>0.5	<10	5
A9	<0.5	<0.5	<10	10	10	9
A10	>0.5	<0.5	<10	<10	1	3
A11	<10	<0.5	<10	<10	<10	6
A12	>0.5	>0.5	ต้นตาย	10*	<10*	1
A13	<10	>0.5	<10	1	>0.5	1
A14	<10	<10	<10	<10*	<10*	5
A15	<0.5	>0.5	<10	ต้นตาย	ต้นตาย	-
A16	<10	<0.5	ต้นตาย	>0.5*	<10	4
A17	<10	<0.5	<10	<10	<10	1
A18	>0.5	<10	<10	>0.5	10	1
A19	<10	>0.5	<10	<10	<10*	4
A20	>0.5	<0.5	<10	<10	>0.5	1
A21	N	1	>0.5	ต้นตาย	ต้นตาย	-
A22	N	>0.5	>0.5	ต้นตาย	<10	6
A23	N	<10	>0.5	ต้นตาย	ต้นตาย	-
A24	N	<10	>0.5	<10	<10	4
A25	N	<0.5	<10	<10	<10	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ผลการตรวจปริมาณเชื้อโรคใบขาวพบว่าตัวอย่างจากทั้ง 25 กอ เริ่มต้นมีเชื้อใบขาวอยู่ในระดับสีฟ้าถึงสีเหลือง (<0.5- 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) จัดเป็นปริมาณเชื้อที่ต่ำ ยังไม่มีการแสดงอาการใบขาว โดยมีเชื้อในระดับสีฟ้า 20% ระดับสีเขียว 45% ระดับสีเหลือง 35% แสดงให้เห็นว่า 65% ของตัวอย่างมีปริมาณเชื้อในระดับที่ปลอดภัย (ภาพที่ 5.5.1)



ภาพที่ 5.5.1 สัดส่วนปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยในอ้อยที่เก็บตัวอย่างจากลำเดิมในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2562 ถึง สิงหาคม 2563 จากอ้อย 25 กอตรวจด้วยวิธี nested-PCR รหัสสีระบุถึงระดับปริมาณเชื้อ สีฟ้า : <0.5 ; สีเขียว: >0.5 ; สีเหลือง : 1-10 ; สีส้ม: 10-100 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม

แต่พบการเริ่มมีปริมาณเชื้อระดับสีเหลืองเพิ่มขึ้นในช่วงหน้าแล้งระหว่างเดือนมีนาคมที่ทำการเก็บตัวอย่าง ในจำนวนนี้มีตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเชื้อระดับสีส้ม (10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) จำนวน 3 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นระดับที่สามารถแสดงอาการใบขาวได้ชั่วคราวหากมีสภาวะเครียด ผลการตรวจเชื้อในต้นที่สามารถเจริญเติบโตได้ แสดงให้เห็นว่าหลังจาก 4 เดือนแรก ในระยะ 7 เดือน 15.8% ของกลุ่มตัวอย่างมีการเพิ่มปริมาณเชื้อเข้าสู่ระดับสีส้ม (10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) ในขณะที่ 68.4% มีเชื้อในระดับสีเหลือง (1-10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) และ 15.8% มีเชื้อในระดับสีเขียว (>0.5 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) และไม่มีระดับสีฟ้า แสดงให้เห็นว่าเชื้อใบขาวมีการเพิ่มปริมาณภายในต้นตามการเจริญเติบโตของพืช (ภาพที่ 5.5.1)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การตรวจการประจายปริมาณเชื้อภายในลำอ้อยโดยการตรวจใบจากลำแม่ ก่อนนำมาข้อมาเพาะขยาย พบว่าระดับของเชื้อในข้อต่างๆ มีการกระจายที่สอดคล้องกับระดับปริมาณเชื้อจากลำแม่ ในกรณีที่เชื้อมีปริมาณที่ต่ำ การตรวจหาตำแหน่งสะสมของเชื้อทำได้ไม่ชัดเจน ต้องใช้ตัวอย่างที่มีปริมาณเชื้อในลำมาก จะทำให้เห็นการสะสมของเชื้อชัดเจนยิ่งขึ้น การตรวจพัฒนาการของการเพิ่มปิมาณเชื้อภายในลำอ้อยที่ปลูกในสภาพไร่ พบว่ามีการเพิ่มปริมาณขึ้นสูงขึ้นอีก 1 ระดับ โดยพบ

การเพิ่มปริมาณในช่วงที่มีภาวะแล้ง จากนั้นเชื้อจะมีการสะสมมากขึ้นเมื่อเข้าสู่หน้าฝน ทั้งนี้การดำเนินงานไม่สามารถติดตามต่อได้เนื่องจากแปลงทดลองที่ใช้ประสบปัญหาแล้งจัดและปลวก ทำให้ต้นอ้อยตาย จึงทำให้ไม่สามารถติดตามการเพิ่มปริมาณเชื้อในอ้อยตอรุ่นต่อไปได้

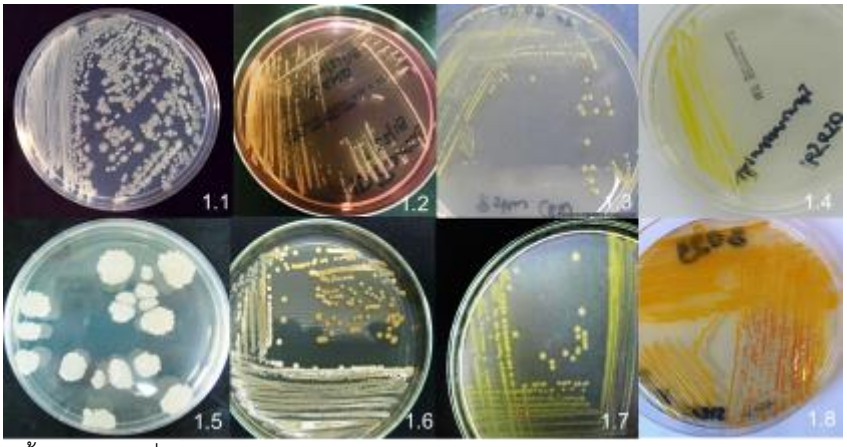
การทดลองที่ 5.6 การใช้เทคนิค HRM ในการตรวจชนิดเชื้อแบคทีเรียที่เกิดร่วมกับเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย

การสำรวจเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคอ้อย

จากการสำรวจโรคอ้อยในแปลงของเกษตรกรในอำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา แปลงอ้อยศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ท่าพระ จังหวัดขอนแก่น แปลงเกษตรกรในจังหวัดกำแพงเพชร และแปลงอ้อย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น นำตัวอย่างอ้อยที่มีอาการสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย เช่น อาการเน่าบริเวณยอดและมีอาการเหี่ยวตายทั้งต้น อาการใบลวก อาการใบไหม้ อาการใบจุด อาการเส้นกลางใบเหลือง และอาการใบเหลือง นำมาแยกเชื้อเพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อ NA (Nutrient Agar) และอาหาร PDA (Potato Dextrose Agar) สามารถแยกเชื้อแบคทีเรียได้จำนวน 144 ไอโซเลต (ภาพที่ 1) แบ่งออกตามกลุ่มของลักษณะโคโลนีตามขนาดและสีของโคโลนี พบว่า แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ โคโลนีเล็กมีสีเหลือง โคโลนีใหญ่มีสีเหลือง โคโลนีเล็กมีสีครีม โคโลนีเล็กมีสีครีมเหลือง และครีม โคโลนีเล็กมีสีขาว การทดสอบคุณสมบัติการติดสีแกรมนำเชื้อแต่ละไอโซเลตมาเกลี่ยเปนผิวบาง (smear) บนแผนสไลดที่สะอาดปลอยใหแหง จากนั้นตรึงดวยความรอนโดยผานเปลวไฟ 2-3 ครั้ง ย้อมด้วยสารละลาย crytal violet ทิ้งไว้ 1 นาที ล้างสีออกเบาๆ ด้วยน้ำไหล หยดสารละลายไอโอดีนให้ท่วมและทิ้งไว้ 1 นาที ล้างด้วยน้ำ ซับให้แห้ง ล้างสีด้วยแอลกอฮอล์ จนเหลือสีจางๆ ล้างด้วยน้ำสะอาด ซับให้แห้ง ย้อมทับด้วย safranin O เป็นเวลา 30 วินาที ล้างด้วยน้ำสะอาด ซับให้แห้งและปล่อยให้แห้งสนิทในอากาศ นำไปตรวจดูใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายของ เลนสวัตถุ 100 เทา เชื้อแบคทีเรียชนิดกรมบวกจะติดสีมวงของ crystal violet และแบคทีเรียชนิดแกรมลบจะ ติดสีแดงของ safranin

การจัดกลุ่มเชื้อแบคทีเรียในอ้อย

การย้อมแกรมแบคทีเรียสามารถแบ่งกลุ่มแบคทีเรีย เป็น 2 กลุ่ม จากลักษณะการติดสีแกรมแบคทีเรีย กลุ่มที่ 1 คือ แบคทีเรียแกรมลบ *Sphinggomonas paucimobilis, Pseudomonas oryzihabitans, Pantoea stewartii*, *Curtobacterium sp., Acinetobacter radioresistens, Entrobacter sp.* และ *Acinetobacter radioresistens* กลุ่มที่ 2 คือ แบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *Bacillus pumilus,* และ *Streptomyces* spp. (ภาพที่ 5.6.1)

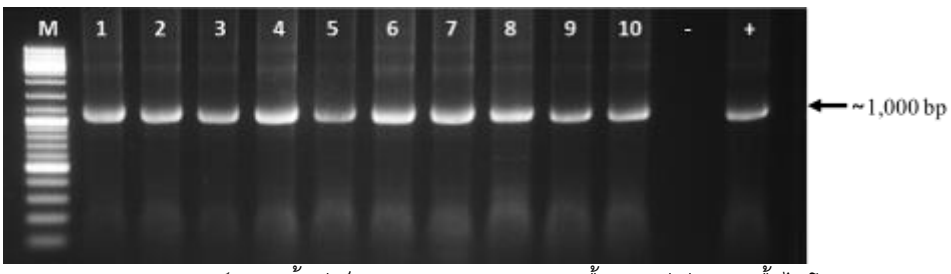


ภาพที่ 5.6.1 เชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างอ้อย ได้แก่

1.1 *Enterobacter cloacae* 1.2 *Acinetobacter Radioresistens*
1.3 *Pantoea stewartii* 1.4 *Sphingomonas paucimobilis*
1.5 *Bacillus subtilis* 1.6 *Streptomyces spp.*
1.7 *Pseudomonas oryzihabitans* 1.8 *Curtobacterium* sp.

ปฏิกิริยา PCR และการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์

การทำปฏิกิริยา PCR และการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ พบว่า มีขนาดความยาวของชิ้นยีน 1,000 bp (ภาพที่ 5.6.2) เมื่อนำมาสร้าง Phylogenetic tree (ภาพที่ 3) พบว่าสามารถจัดกลุ่มตัวอย่าง ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Sphinggomonas paucimobilis, Pseudomonas oryzihabitans, Pantoea stewartii*, *Curtobacterium sp., Acinetobacter radioresistens, Entrobacter sp.* และ *Acinetobacter radioresistens* กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและไฟโตพลาสมา ได้แก่ *Bacillus pumilus, Streptomyces* spp. และ *Sugarcane white leaf* เมื่อพิจารณาค่าความเหมือน (% similarity) พบว่า เชื้อแบคทีเรียและเชื้อไฟโตพลาสมา มีระดับความคล้ายคลึง 95-99% ตามลำดับ พบว่าเชื้อไฟโตพลาสมามีวิวัฒนาการมาจากแบคทีเรีย บรรพบุรุษเป็นแบคทีเรียแกรมบวกอยู่ใน คลาสเดียวกับเชื้อ *Bacillus* sp. ทำให้เชื้อทั้งสองมีความคล้ายคลึงกัน (Chen et al., 2012) (ภาพที่ 5.6.10)



ภาพที่ 5.6.2 ผลการวิเคราะห์ขนาดชิ้นดีเอ็นเอบริเวณ 16s rDNA เชื้อแบคทีเรียและเชื้อไฟโตพลาสมา

การโคลนยีน

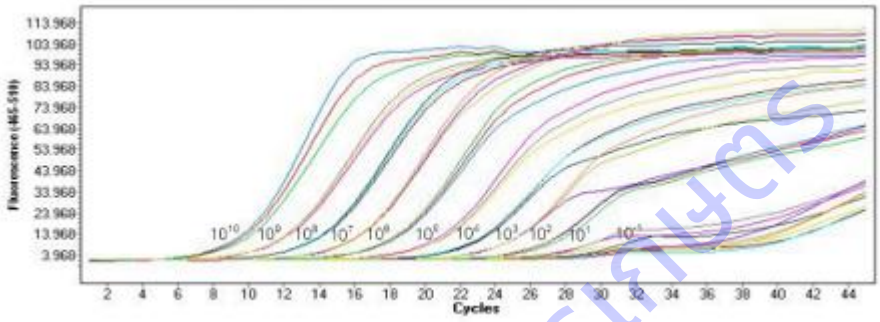
ทดสอบวิธีการตรวจเชื้อแบคทีเรียด้วยเทคนิค PCR ใช้ไพร์เมอร์ p210 /p1370 โดยใช้ตัวอย่าง ควบคุมเป็นดีเอ็นเอของเชื้อแบคทีเรียที่ทำการโคลนชิ้นส่วนยีนไว้ในพลาสมิด นำมาใช้ในการตรวจความถูกต้องของวิธีการ พบว่าสามารถตรวจชิ้น ยีนได้ทั้งสองวิธีการ โดยผลของวิธี PCR ได้ชิ้นดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร

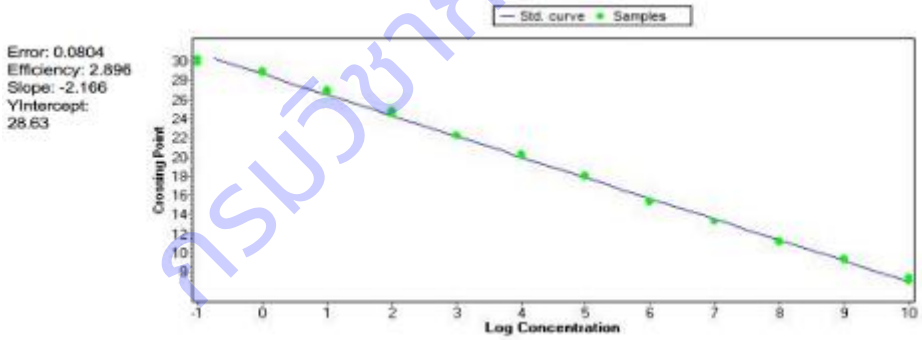
เอ็นเอ ขนาด 1,000 ตามที่ได้มีการรายงานไว้แล้ว จากการตรวจวิเคราะห์ลำดับเบสของชิ้นดีเอ็นเอในตัวอย่างควบคุม โดยการโคลนชิ้นดีเอ็นเอ ที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพร์เมอร์ชุด p210 /p1370 เทียบกับข้อมูลของ EU723209 ในฐานข้อมูล NCBI พบว่า มีความเหมือน 99 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียและจำนวนสำเนา (copy number) ดีเอ็นเอที่น้อย ที่สุดของยีน เป้าหมายที่สามารถตรวจ พบได้อย่างน่าเชื่อถือ (limit of detection: LOD)

การทดสอบหาปริมาณเชื้อที่น้อยที่สุดที่สามารถตรวจวัดได้อย่างน่าเชื่อถือ (LOD) ของวิธีการตรวจสอบยีน p210 /p1370 ด้วยเทคนิค real-time PCR พบว่า สามารถตรวจจับสัญญาณ ตัวอย่างดีเอ็นเอตั้งแต่ 2.881 – 201,700 copies ได้ครบทุกซ้ำ สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในตัวอย่างอ้อยที่ระดับต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้อย่างน่าเชื่อถือ คือ 0.1 % (ภาพที่ 5.6.3 และ 5.6.4)



ภาพที่ 5.6.3 ผลการทดสอบหาปริมาณดีเอ็นที่น้อยที่สุดของยีน p210 /p1370 ที่สามารถตรวจพบได้



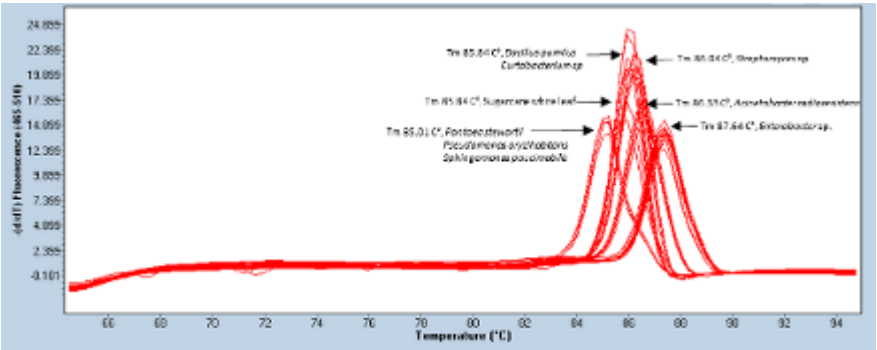
ภาพที่ 5.6.4 ผลการวิเคราะห์กราฟมาตรฐานหาปริมาณดีเอ็นเชื้อแบคทีเรียที่น้อยที่สุดของยีน p210 /p1370 ที่สามารถตรวจพบได้

การจำแนกเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิธี HRM

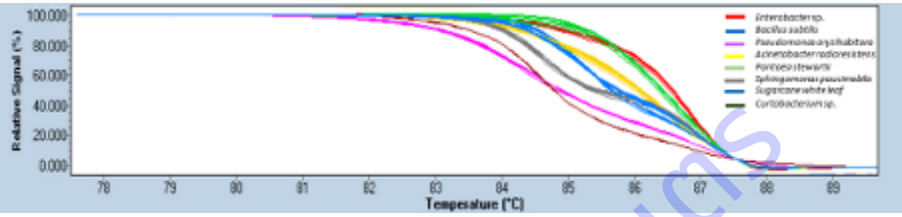
ผลการทำปฏิกิริยา PCR ด้วยไพรเมอร์ p210-R / p1370-F จากตัวอย่างจำนวน 96 ตัวอย่าง มีทั้งแสดงและไม่แสดงอาการจากการติดเชื้อ มาวิเคราะห์ค่าการคลายเกลียวของสายดีเอ็นเอ (melting temperature; Tm) ด้วยโปรแกรม Tm calling ได้ค่าเฉลี่ย Tm (ภาพที่ 5) แบ่งเป็น 6 กลุ่มเชื้อ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ค่า คือ เชื้อ *Pantoea stewatii, Sphinggomonas paucimobilis* และ *Pseudomonas oryzihabitans* มีค่า Tm 85.01 °C จำนวน 5 ตัวอย่าง *Bacillus mycoides* มีค่า Tm 85.01 °C จำนวน 3 ตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 คือ Sugarcane white leaf มีค่า Tm 85.84 °C จำนวน 13 ตัวอย่าง กลุ่มที่ 3 คือ *Bacillus pumilus* มีค่า Tm 85.84 °C จำนวน 8 ตัวอย่าง กับ *Curtobacterium* sp. มีค่า Tm 85.84 °C จำนวน 6 ตัวอย่าง กลุ่มที่ 4 คือ เชื้อ *Streptomyces*

sp. มีค่า Tm 86.04 °C จำนวน 14 ตัวอย่าง กลุ่มที่ 5 คือ เชื้อ *Acinetobacter radioresistens* มีค่า Tm 86.33 °C จำนวน 16 ตัวอย่าง และ กลุ่มที่ 6 คือ เชื้อ *Enterobacter* sp. มีค่า Tm 87.64 จำนวน 31 ตัวอย่าง พบว่าภายในกลุ่มที่ 1 และ 3 มีค่า Tm ใกล้เคียงกันมากไม่สามารถแยกออก (ภาพที่ 6) การจำแนกความแตกต่างของจีโนไทป์ จากการสร้างกราฟ Normalized melting curve ด้วยโปรแกรม Gene Scanning พบว่าสามารถแยกเชื้อแบคทีเรียจากเชื้อบริสุทธิ์ ออกเป็น 8 กลุ่ม อย่างชัดเจนดังนี้ 1) *Enterobacter sp.* 2) *Bacillus subtilis* 3) *Pseudomonas oryzihabitans* 4) *Acinetobacter radioresistens* 5) *Pantoea stewartii* 6) *Sphinggomonas paucimobilis* 7) *Sugarcane white leaf* และ 8) *Curtobacterium sp.* (ภาพที่ 6 และ 7) ส่วนตัวอย่างอ้อย สามารถแยกเชื้อแบคทีเรีย ออกเป็น 8 กลุ่ม อย่างชัดเจนดังนี้ 1) *Streptomyces* spp. 2) *Bacillus pumilus* 3) *Entrobacter sp.* 4) *Acinetobacter radioresistens* 5) *Pantoea stewartii,* 6) *Bacillus mycoides* 7) *Curtobacterium* sp., และ8) Sugarcane white leaf (ภาพที่ 8 และ9) ดังนั้นการใช้วิธี HRM สามารถตรวจและจำแนกเชื้อแบคทีเรียที่มีอาการและไม่แสดงอาการได้ โดยไม่ต้องวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์เพื่อพิสูจน์ชนิดของเชื้อ ทำให้แก้ปัญหาเรื่องการจำแนกอาการโรคอ้อย โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียและไฟโตพลาสมา ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกันออกจากกันได้ มีรายงานการวิจัยใช้ เทคนิค PCR และวิเคราะห์ผลผลิตด้วย HRM ทำให้สามารถแยกจีโนไทป์ของเชื้อ *Mycoplasma gallisepticum* 30 ไอโซเลท ได้อย่างรวดเร็ว (Seyed et al., 2010) ธีรวุฒิ และคณะ (2559) ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ HRM เพื่อแยกความแตกต่างของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคอ้อย พบว่า สามารถแยกเชื้อได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาว ใบขาวกอฝอย และกอตะไคร้ Choochai et al. (2013) ได้พัฒนาวิธีการตรวจสนิป rs5896 ของยีน prothrombin ด้วยวิธี PCR และ HRM โดยใช้ตัวอย่างประชากรจังหวัดขอนแก่นที่ทราบจีโนไทป์แล้วนำมาเพิ่มปริมาณด้วยวิธี PCR และวิเคราะห์ด้วยวิธี HRM ผลการทดลองสามารถแยกความแตกต่างระหว่างจีโนไทป์ต่างๆ ได้ สำหรับการตรวจสนิป rs5896 ของ prothrombin ซึ่งมีความเกี่ยวพันกับการเกิดนิ่วไตในคนไทยภาคอีสาน ปรางทิพย์ อุทัยวัตร (2558) ได้ตรวจจำแนกสายพันธุ์เชื้อ Human Papillomavirus ชนิดเสี่ยงสูงต่อ การเกิดมะเร็งปากมดลูกด้วยเทคนิค real-time PCR ร่วมกับ HRM พบว่ามีความไวในการตรวจหาเชื้อ HPV ที่ 103 copies ใช้เวลาเพียง 90 นาที และไม่พบการ cross-reaction ระหว่างสายพันธุ์ การวิเคราะห์ผลผลิตจาก PCR ด้วยวิธี HRM ไม่จำเป็นรู้ลำดับนิวคลีโอไทด์ และเป็นวิธีที่ให้ผลการทดลองเร็ว สามารถทำได้ง่าย มีความไวของปฏิกิริยาสูง เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนมากในแต่ละครั้ง (Chia-Cheng et al., 2011) มีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดกว่าการจำแนกเชื้อไฟโพลาสมาด้วยหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของแต่ละตัวอย่าง และนำมาสร้าง phylogenetic tree การใช้วิธี HRM มีประโยชน์ในการตรวจสอบและจำแนกเชื้อในตัวอย่างที่ไม่แสดงอาการของโรคอ้อย และงานวิจัยด้านการติดเชื้อข้ามชนิดในอ้อย

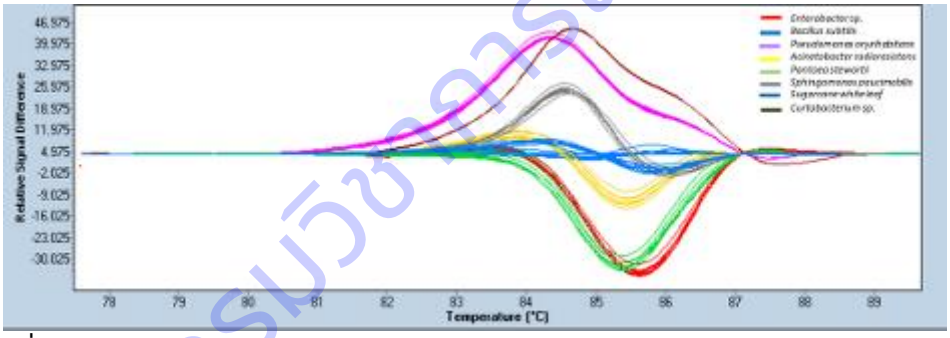
กรมวิทยาศาสตร์



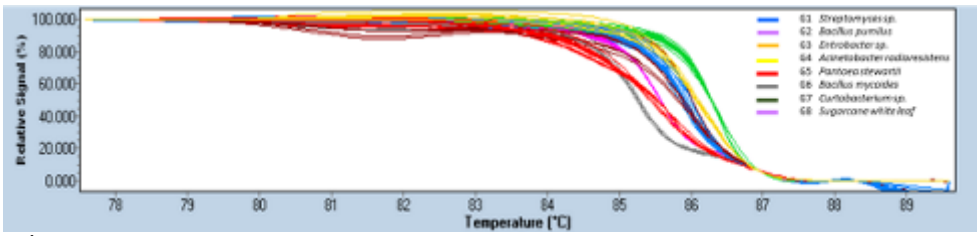
ภาพที่ 5.6.5 การวิเคราะห์ Melting curve ด้วยวิธี real-time PCR บริเวณยีน 16S-23S rRNA เชื้อแบคทีเรียและเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย



ภาพที่ 5.6.6 การวิเคราะห์ Normalized ด้วยวิธี real-time PCR บริเวณยีน 16S-23S rRNA ตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียที่แยกจากตัวอย่างอ้อย

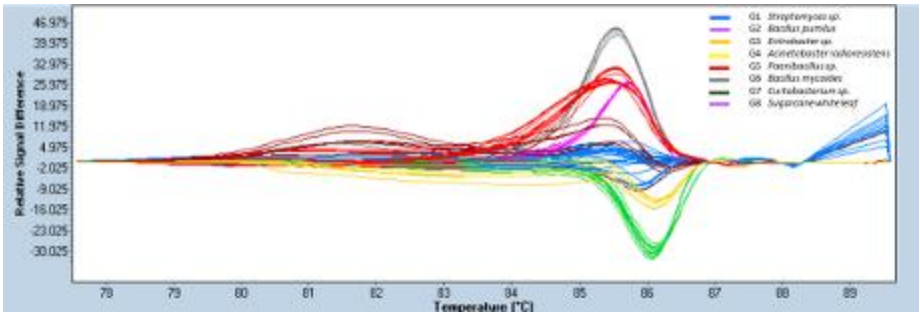


ภาพที่ 5.6.7 การวิเคราะห์ความแตกต่าง **High-resolution difference plots** ด้วยวิธี real-time PCR บริเวณยีน 16S-23S rRNA ตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียที่แยกจากตัวอย่างอ้อย

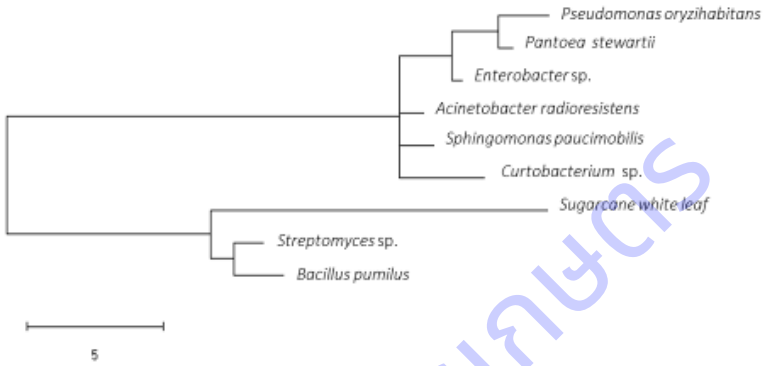


ภาพที่ 5.6.8 การวิเคราะห์ Normalized ด้วยวิธี real-time PCR บริเวณยีน 16S-23S rRNA ตัวอย่างจากตัวอย่างอ้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร



ภาพที่ 5.6.9 การวิเคราะห์ความแตกต่าง **High-resolution difference plots** ด้วยวิธี real-time PCR บริเวณยีน 16S-23S rRNA ตัวอย่างจากตัวอย่างอ้อย



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เชื้อแบคทีเรียและเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อย จากการสร้างกราฟ Phylogenetic tree ด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S-23S rDNA พบว่าสามารถจัดกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) เชื้อแบคทีเรียแกรมลบ ซึ่งระดับความเหมือนกันที่ 95-99% 2) เชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาว มีระดับระดับความเหมือนกันที่ 98-99% ซึ่งเชื้อไฟโตพลาสมามีวิวัฒนาการมาจากแบคทีเรีย บรรพบุรุษเป็นแบคทีเรียแกรมบวกอยู่ใน คลาสเดียวกับเชื้อ *Bacillus* sp. ทำให้เชื้อทั้งสองมีความคล้ายคลึงกัน ผลการจำแนกความแตกต่างของจีโนไทป์ ของเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี HRM ทำให้สามารถแยกเชื้อสาเหตุโรคและเชื้ออื่นๆที่อยู่ในตัวอย่างอ้อยที่มีอาการและยังระบุชนิดของเชื้อในตัวอย่างที่ยังไม่แสดงอาการได้อีกด้วย วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ง่าย รวดเร็ว แม่นยำ ทำได้ครั้งละจำนวนมาก

การทดลองที่ 5.7 การศึกษาการเพิ่มปริมาณของเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากการขยายพันธุ์หลายรุ่นในอาหารสังเคราะห์

ใช้อ้อยที่ได้จากการเพาะขยายด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากศูนย์ขยายพันธุ์พืชอุดรธานี พันธุ์ขอนแก่น 3 (KK3) ที่ขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อโดย ใช้อาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลวสูตร MS (ที่เติม BA 2 mg/L, Citric 170 mg/L) นำต้นที่ได้จากการเลี้ยงในถุงเปลี่ยนลงเลี้ยงในขวด ทำการขยายดังนี้

- ขยายเพิ่มปริมาณครั้งที่ 1 จำนวน 10 ตัวอย่าง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ แล้วแบ่งออกตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา จำนวน 10 ตัวอย่าง และขยายต่อเพื่อตรวจเชื้อในครั้งที่ 2

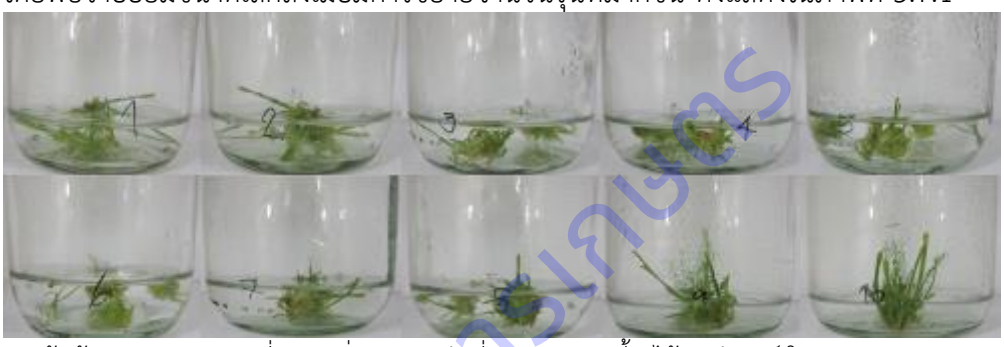
- ขยายเพิ่มปริมาณครั้งที่ 2 จำนวน 10 ตัวอย่างๆ ละ 5 ซ้ำ เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แล้วแบ่งออกตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาเป็นจำนวน 50 ตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่าง UT1 ขยาย 5 ซ้ำ ได้ UT1.1-UT1.5 และ UT2 จะได้ UT2.1-UT2.5 ไปเรื่อย จนถึง UT10 ขยาย 5 ซ้ำ ได้เป็น UT10.1-UT10.5 และขยายต่อเพื่อตรวจเชื้อในครั้งที่ 3

- ขยายเพิ่มปริมาณครั้งที่ 3 จำนวน 10 ตัวอย่างๆละ 5 ซ้ำ เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อดูปริมาณเชื้อในรอบที่ 3 แบ่งออกตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาเป็นจำนวน 50 ตัวอย่าง

- ขยายเพิ่มปริมาณครั้งที่ 4 นำต้นที่ได้จากการขยายปริมาณในครั้งที่ 3 จำนวน 10 ตัวอย่าง ขยายเพิ่มตัวอย่างละ 10 ซ้ำ เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร ¼ MS ที่ไม่เติมฮอร์โมนเร่ง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ แล้วแบ่งออกตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา จำนวน 10x10 รวมเป็น 100 ตัวอย่าง และขยายต่อเพื่อตรวจเชื้อในครั้งที่ 5

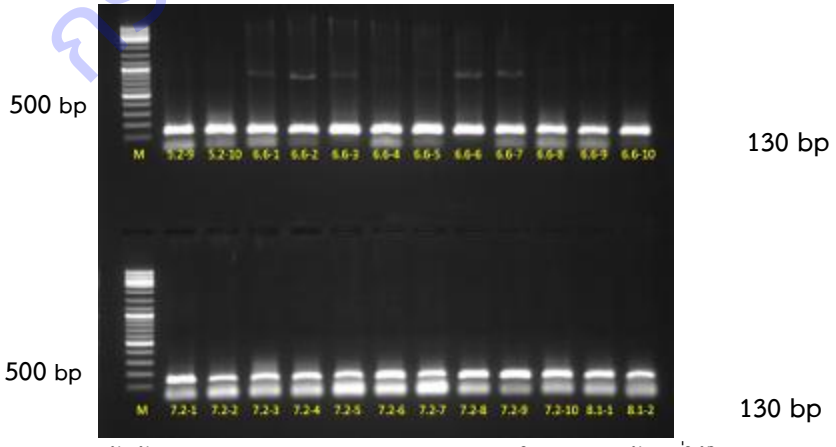
- ขยายเพิ่มปริมาเครั้งที่ 5-7 ดำเนินการเช่นเดียวกันกับครั้งที่ 4

โดยพบว่าอ้อยมีขนาดเล็กลงเมื่อมีการขยายจำนวนรุ่นที่มากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5.7.1



ภาพที่ 5.7.1 ต้นอ้อยหมายเลข 1.2 ที่ขยายเพิ่มปริมาณรุ่นที่ 4 และเพาะเลี้ยงได้ 1 สัปดาห์ ในอาหารเหลว ¼ MS

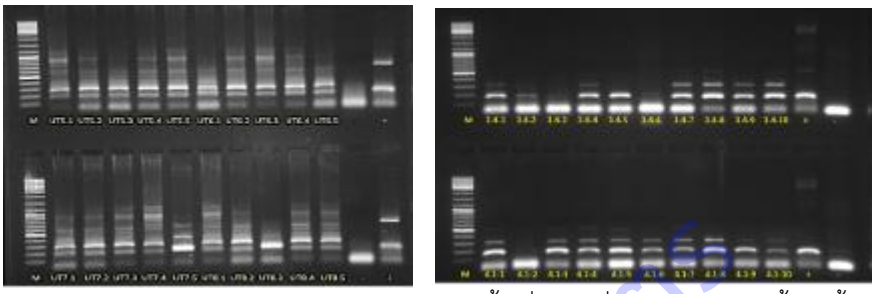
ผลการทดลองการตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วย Conventional PCR โดยการตรวจยีนเจ้าบ้าน (Actin) พบว่าสามารถตรวจพบได้อย่างชัดเจนทุกตัวอย่างที่ตำแหน่ง 130 คู่เบส แสดงให้เห็นว่าสามารถสกัดดีเอ็นเอตัวอย่างพืชได้อย่างสมบูรณ์ในทุกรอบการสกัด (ภาพที่ 5.7.2)



ภาพที่ 5.7.2 ผลการตรวจยีนเจ้าบ้าน (Actin) ขนาดประมาณ 130 คู่เบสในตัวอย่างอ้อยที่ใช้ในการตรวจหาเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อย M : ดีเอ็นเอมาตรฐาน

ในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาด้วย Conventional PCR โดยการตรวจยีน 16S-23S rDNA ด้วยวิธี nested-PCR พบว่าตัวอย่างในการขยายทุกรุ่นมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียชนิดอื่น โดยสามารถตรวจพบได้ในลักษณะของการเกิดแถบหลายแถบในตำแหน่งอื่นนอกเหนือจากตำแหน่งที่

700 และ 210 คู่เบส ลักษณะการปนเปื้อนเชื้ออื่นพบได้ 2 ลักษณะซึ่งมักพบได้บ่อยครั้งในการขยายพันธุ์อ้อยด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ศุจิรัตน์ สงวนรังศริกุล และคณะ, 2556) ดังแสดงในภาพที่ 3 เป็นสาเหตุให้การประเมินปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิธี Conventional PCR มีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์ลักษณะของตำแหน่งดีเอ็นเอเป้าหมายคือ 700 และ 210 คู่เบส ได้ชัดเจน โดยตรวจพบการปนเปื้อนเชื้ออื่นในการขยายตั้งแต่รุ่น 1 ถึง 7 (ตารางที่ 5.7.1)



ภาพที่ 5.7.3 ลักษณะตัวอย่างการเกิดแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างเนื้อเยื่ออ้อยที่แสดงถึงการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด จากการตรวจยีน 16S-23S rDNA ด้วยวิธี nested-PCR

การประเมินปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในรุ่นที่ 1 จำนวน 10 หมายเลข (UT1-10) ด้วย Conventional PCR พบว่ามีระดับปริมาณเชื้อสีเขียวและเหลืองซึ่แสดงถึงมีปริมาณเชื้อน้อยกว่า 10 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม แต่ในการตรวจด้วย qPCR โดยวิเคราะห์ที่ค่า Tm จำเพาะของเชื้อไฟโตพลาสมาที่ 82-83°C พบว่ามีปริมาณเชื้อเฉลี่ยในระดับตั้งแต่ 0.0 ถึง 1194 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม โดยตัวอย่างที่ ไม่สามารถตรวจพบเชื้อได้ (0.00) แสดงว่ามีเชื้อในระดับที่ต่ำกว่า 2.83 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม (ตารางที่ 1, ภาคผนวก: ตารางที่ 1, 2 และภาพที่ 1)

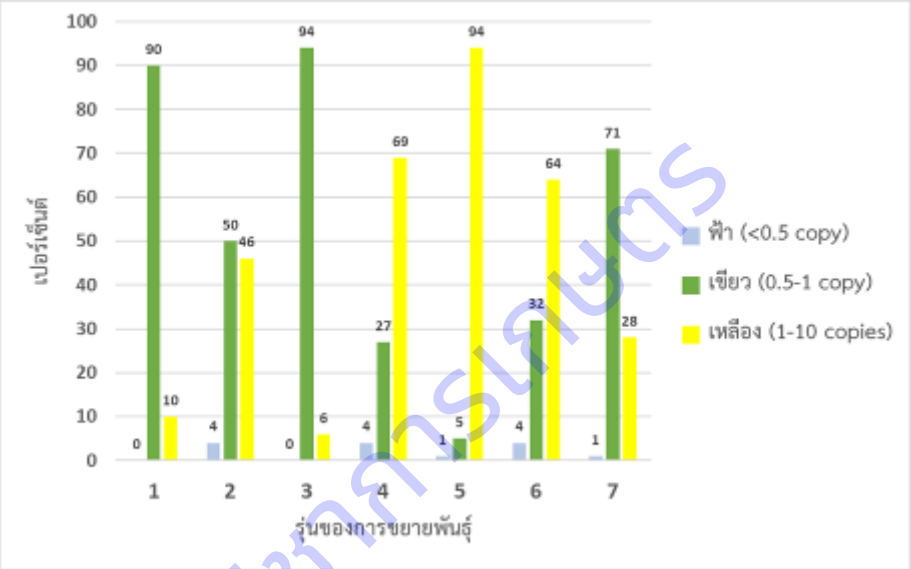
ตารางที่ 5.7.1 ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Conventional PCR และ Real-time PCR ในอ้อยรุ่นที่ 1

ตัวอย่าง	ชื่อ	Conventional PCR product					Real-time PCR
		Actin	*IMP*	*210* bp	*700* bp	รหัสสี*	*16S-23S rDNA* *700 bp* copy number**
1	UT1	+	-	1+	???		0.00
2	UT2	+	-	1+	???		0.00
3	UT3	+	-	1+	???		0.00
4	UT4	+	1+	2+	???		0.00
5	UT5	+	-	2+	???		0.00
6	UT6	+	-	4+	???		0.00
7	UT7	+	0.5+	1+	???		0.00
8	UT8	+	0.5+	2+	???		1194
9	UT9	+	-	2+	???		0.00
10	UT10	+	-	2+	???		0.00

* การประเมินรหัสสีมีความคลาดเคลื่อนจากการปนเปื้อนเชื้ออื่น **copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม

(+) และ (-) : มี และ ไม่มี ดีเอ็นเอเป้าหมาย (???) : มีการปนเปื้อนเชื้ออื่นในตัวอย่าง สีเขียว/เหลือง : ระดับปริมาณเชื้อน้อยกว่า 1 และ 10 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม

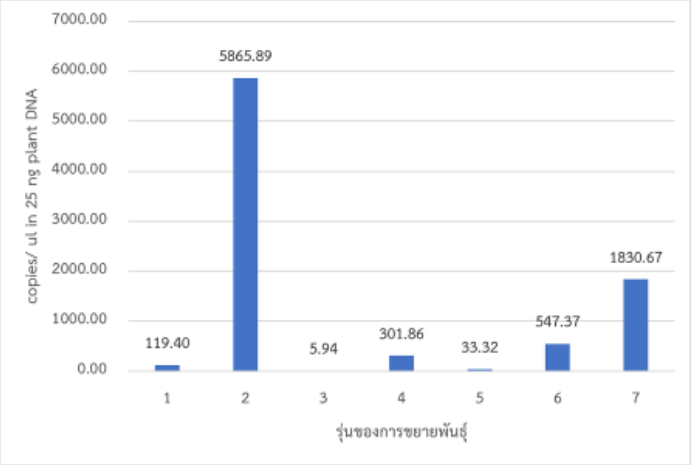
ผลการตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในต้นอ่อนอ้อยที่ขยายพันธุ์ในรุ่น 1 ถึง 7 พบว่าเชื้อไฟโตพลาสมามีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามจำนวนรุ่นที่ขยาย โดยการตรวจด้วยวิธี Conventional PCR พบว่าในรุ่นที่ 1-3 มีต้นที่มีเชื้ออยู่ในระดับรหัสสีเขียวเป็นส่วนใหญ่ แสดงถึงปริมาณเชื้อเฉลี่ยในระดับ 0.5 ถึง 1 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ส่วนในรุ่นการขยายที่ 4- 6 มีสัดส่วนของต้นที่มีปริมาณเชื้อในระดับสีเหลืองจำนวนมากขึ้น ซึ่งแสดงถึงปริมาณเชื้อในระดับ 1 ถึง 10 copies/ µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม (ภาพที่ 5.7.4) แสดงให้เห็นว่าเชื้อไฟโตพลาสมามีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นในเนื้อเยื่ออ้อยเป็น 10 เท่า



ภาพที่ 5.7.4 สัดส่วนของต้นอ่อนอ้อยที่ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในแต่ละรุ่นของการขยายเพิ่มจำนวนและระดับปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาภายในต้น ตรวจวิเคราะห์ยีนเป้าหมาย 16S-23S rDNA ด้วยวิธี nested-PCR

เนื่องจากการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาด้วย Conventional PCR นี้ พบปัญหาการปนเปื้อนเชื้ออื่นในตัวอย่างที่ใช้ ที่ทำให้การอ่านผลด้วยวิธีนี้มีความคลาดเคลื่อน ส่วนใหญ่ทำให้อ่านค่าได้น้อยกว่าค่าจริง เนื่องจากเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้อยู่ในตำแหน่งอนุรักษ์ในกลุ่มแบคทีเรียหลายชนิด ทำให้วิธีนี้สามารถตรวจจับเชื้อแบคทีเรียอื่นได้ด้วย โดยเฉพาะในรุ่นที่ 7 พบว่ามีปัญหาการปนเปื้อนเชื้ออื่นสูง (ภาพที่ 5.7.3) การตรวจที่แม่นยำขึ้นใช้วิธี qPCR ที่สามารถตรวจตำแหน่งที่มีความจำเพาะต่อเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยได้ โดยใช้ค่า Melting temperature (Tm) ที่ 82-83°C ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างที่ขยายพันธุ์ในรุ่นที่ 1 ถึง 7 ด้วย qPCR พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อในภาพรวมสูงขึ้นเมื่อมีการขยายในรุ่นที่มากขึ้น (ภาพที่ 5.7.5)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5.7.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาในต้นอ่อนอ้อยที่ขยายเพิ่มปริมาณด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในแต่ละรุ่นของการขยายเพิ่มปริมาณ วิเคราะห์ด้วย qPCR ใช้ยีนเป้าหมาย 16S rDNA

เนื้อเยื่ออ้อยในรุ่นที่ 1 ได้จากการนำยอดอ่อน (apical meristem) จากต้นอ่อนอ้อยที่ตรวจไม่พบเชื้อไฟโตพลาสมาในใบไปเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ จากการตรวจด้วย qPCR พบว่าตัวอย่าง UT8 มีค่าเฉลี่ยเชื้อไฟโตพลาสมาในปริมาณ 1194 copies/ µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ในขณะที่ตัวอย่างอื่นตรวจไม่พบเชื้อ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อในรุ่นที่ 1 มีค่าที่สูงขึ้น (ตารางที่ 1, ภาพที่ 5) การขยายพันธุ์ในรุ่นที่ 2 ได้จากการตัวอย่างในรุ่นที่ 1 มาแบ่งขยายเป็น 5 ชุด (ขวด) ต่อตัวอย่าง ทำการเพาะเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์ จะพบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อสูงขึ้นมากจากรุ่นที่ 1 โดยมีเชื้อตั้งแต่ 0 - 27365.7 copies/ µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม (ตารางที่ 5.7.2) สาเหตุเกิดจากเชื้อมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นจากระยะเวลาการเพาะเลี้ยงที่นานถึง 8 สัปดาห์ ส่วนในรุ่นต่อมาโดยทั่วไปใช้ระยะเวลาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มขยายปริมาณประมาณ 4-5 สัปดาห์ต่อรุ่น ดังนั้นหากไม่มีการตรวจคัดกรองต้นปลอดเชื้อตั้งแต่ในรุ่นที่ 2 และนำต้นแม่พันธุ์ในรุ่นนี้ไปขยายเพิ่มปริมาณต่อไปเรื่อยๆ จะทำให้ได้ต้นเนื้อเยื่อที่มีเชื้อไฟโตพลาสมาในปริมาณที่สูงมากเกือบทุกต้น และเมื่อนำลงปลูกจะพบต้นใบขาวได้ทั้งในระดับโรงเรือนอนุบาล และในแปลงปลูก โดยการเกิดใบขาวจากต้นที่มาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้น จะแสดงอาการใบขาวระดับเดียวกันในระยะเวลาไล่เลี่ยกันไปทั้งแปลง ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่พบได้บ่อยครั้งในการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ขาดการคัดกรองโรคอย่างละเอียด ทั้งนี้มีรายงานว่าต้นอ้อยจะแสดงอาการใบขาวก็ต่อเมื่อเชื้อภายในต้นถึงระดับที่จะทำให้เกิดอาการใบขาวได้ (ศุจิรัตน์ สงวนรังศริกุล และคณะ, 2557) ดังนั้นการตรวจวัดปริมาณเชื้อจึงเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินและพยากรณ์ระดับความรุนแรงของโรคภายในต้นหรือกลุ่มประชากรในแปลงแม่พันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจการจัดการและดำเนินการขั้นต่อไป

การขยายเพิ่มปริมาณในรุ่นที่ 3 ในการทดลองนี้ได้จากการเลือกตัวอย่างที่สมบูรณ์ในรุ่นที่ 2 มาขยายต่อ เช่นเดียวกันกับการขยายเพิ่มปริมาณในรุ่นถัดมา ดังนั้นจึงพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อในรุ่นที่ 3 มีค่าต่ำกว่ารุ่นที่ 2 และเริ่มมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อสูงขึ้นตั้งแต่รุ่นที่ 6 ไปถึงรุ่นที่ 7 จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อในแต่ละตัวอย่างจะพบว่ามีความแปรปรวนสูงมาก จากปริมาณในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมาก (ตารางที่ 2) สาเหตุเกิดจากการกระจายตัวของเชื้อไฟโตพลาสมาภายในต้นอ้อยนั้นมีความไม่สม่ำเสมอ (Christensen et al, 2004) ในกลุ่มต้นมี่มีอาการแฝงโดยเฉพาะกลุ่มที่มีปริมาณเชื้อแฝงในระดับต่ำ มักจะทำให้เกิดผลลบปลอมจากการตรวจเชื้อได้ง่าย จะ

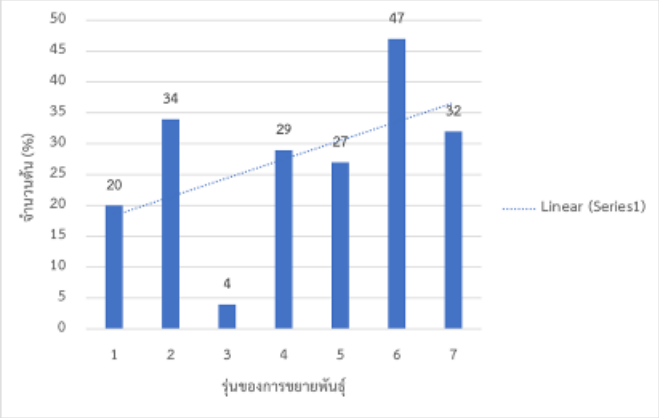
ทำให้เกิดอาการใบขาวได้ในเวลาต่อมาเมื่อเชื้อเพิ่มปริมารและกระจายตัวมากขึ้น ดังนั้นในการพันธุ์อ้อยปลอดเชื้อด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำเป็นต้องคัดกรองต้นแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อเพื่อการขยายรุ่นต่อไป

ตารางที่ 5.7.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในอ้อยขยายพันธุ์รุ่นที่ 1-7 ที่ขยายเพิ่มปริมาณด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ตรวจวิเคราะห์ยีนเป้าหมาย 16S-23S rDNA ด้วยวิธี qPCR

รุ่นที่	1	2	3	4	5	6	7
UT1	0.0	0.3	0.3	0.0	139.8	507.0	1.0
UT2	0.0	540.0	0.0	0.0	1.3	415.7	26.4
UT3	0.0	0.0	0.2	0.0	5.1	828.2	3281.0
UT4	0.0	249.2	0.2	47.0	0.0	0.0	11237.5
UT5	0.0	310.0	0.0	30.2	20.8	514.9	367.0
UT6	0.0	9652.1	0.0	142.6	59.1	279.0	72.9
UT7	0.0	1378.3	22.1	627.8	95.1	2004.5	5.4
UT8	1194.0	12123.3	0.3	248.1	3.3	457.5	1044.4
UT9	0.0	7040.0	0.0	545.4	7.7	183.3	2259.4
UT10	0.0	27365.7	36.4	1377.7	1.1	283.5	11.7
ค่าเฉลี่ย	119.4	5865.9	5.9	301.9	33.3	547.4	1830.7
SD	358.2	8347.7	12.1	419.9	46.4	529.5	3314.6
cv	300	142	203	139	139	97	181

*ปริมาณเชื้อ (copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม)

จากการวิเคราะห์ประชากรต้นอ้อยที่ขยายเพิ่มปริมาณในแต่ละรุ่น ที่มีปริมาณเชื้อสูงกว่า 10 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ตรวจด้วย qPCR นั้น พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ต้นที่มีเชื้อสูงกว่าปริมาณนี้มากขึ้นในแต่ละรุ่น แสดงให้ถึงโอกาสที่จะได้ประชากรที่มีเชื้อมากขึ้นเมื่อมีการขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นหลายรุ่น โดยรุ่นที่ 4-5 พบว่ามีความสม่ำเสมอ แต่ในรุ่นที่ 6 ขึ้น พบต้นที่มีเชื้อสูงกว่าปริมาณดังกล่าวมากขึ้น (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์ประชากรต้นอ่อนอ้อยจากการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาสูงกว่า 10 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม จากการตรวจวิเคราะห์ยีนเป้าหมาย 16S-23S rDNA ด้วยวิธี qPCR

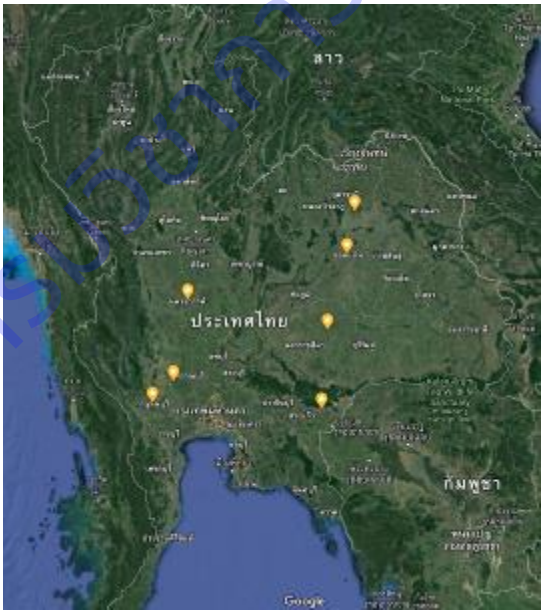
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองการตรวจวิเคราะห์เชื้อไฟโตพลาสมาในต้นอ่อนอ้อยที่เพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ในรุ่นที่ 1-7 พบว่าเชื้อมีการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอภายในเนื้อเยื่อทำให้ประชากรที่ได้รับการเพาะขยายปริมาณ มีความแปรปรวนปริมาณเชื้อในกลุ่มประชากรสูง ดังนั้นจำเป็นต้องมีการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์สำหรับการขยายในรุ่นต่อมาเพื่อหลีกเลี่ยงการนำต้นที่มีปริมาณเชื้อสูงมาเพิ่มขยาย นอกจากนี้พบว่าเชื้อมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นในการขยายพันธุ์ในรุ่นที่มากขึ้น ดังนั้นการจำกัดจำนวนรุ่นในการขยายจึงเป็นข้อควรระวังเนื่องจากโอกาสที่จะได้ต้นปลอดเชื้อน้อยลง นอกจากนี้ในการขยายที่จำนวนรุ่นมากขึ้นพบว่าต้นที่ได้มีลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ แคระแกร็น ทั้งนี้ในการทดลองนี้ไม่ได้ทำการการปรับเปลี่ยนสูตรอาหารเพื่อเสริมความสมบูรณ์ของต้น ดังนั้นการขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณจึงไม่ควรเกินรุ่นที่ 5 เพื่อลดการเกิดความแปรปรวนของต้นรวมทั้งปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาที่เพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 5.8 การศึกษาอุบัติการณ์การตรวจพบเชื้อโรคใบขาวอ้อยที่มีอาการร่วมกับเส้นกลางใบเหลืองและการจำแนกชนิดของเชื้อด้วยการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์

การสำรวจและรวบเก็บตัวอย่าง

การสำรวจในปี 2564 ได้สำรวจแปลงอ้อยจากแหล่งปลูกอ้อยในเขตจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี นครราชสีมา นครสวรรค์ สุพรรณบุรี และกาญจนบุรี (ภาพที่ 5.8.1) ที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองเนื้อมีสีเขียว (ภาพที่ 5.8.2 และ 5.8.3) สามารถรวบรวมตัวอย่างได้ทั้งสิ้น 240 ตัวอย่าง มีพันธุ์อ้อย KK3 และ LK92-11 จำนวนพื้นที่ละ 40 ตัวอย่าง (ตารางที่ 5.8.1)



ภาพที่ 5.8.1 พื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่างอ้อยที่มีอาการเส้นกลางใบเหลือง

ภาพที่ 5.8.2 อาการเส้นกลางใบเหลืองในอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา

ภาพที่ 5.8.3 ระดับอาการเส้นกลางใบเหลืองในอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา
ที่มา : (https://www.researchgate.net/publication/298210032)

ตารางที่ 5.8.1 ผลสำรวจและการตรวจอาการเส้นกลางใบเหลืองจากพื้นที่ต่างๆ ด้วยวิธี Nested-PCR

สถานที่	พิกัด		พันธ์อ้อย	การตรวจวิธี	ปริมาณเชื้อ	สีใบอ้อย
	Lat. (N)	Lon. (E)		Nested-PCR	copy/ul in 25 ng plant DNA	
เมือง, ขอนแก่น	16.482900	102.824014	KK3	40/40	1000	เขียว
กุมภวาปี, อุดรธานี	17.124495	103.032852	KK3	40/37	1000	เขียว
พิมาย, นครราชสีมา	15.136607	102.384103	KK3	40/38	100	เขียว
ตากฟ้า, นครสวรรค์	15.784692	100.088158	LK92-11	40/35	<10	เขียว
อู่ทอง, สุพรรณบุรี	14.269504	99.838295	LK92-11	40/40	1000	เขียว
เมือง, กาญจนบุรี	14.089780	99.314538	LK92-11	40/40	100	เขียว
วัฒนานคร, สระแก้ว	13.832344	102.180683	KK3	40/40	1000	เขียว

การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินและธาตุอาหารตัวอย่างใบอ้อย

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินและธาตุอาหารในดินและตัวอย่างใบจากจากแปลงอ้อยในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น อุดรธานี นครราชสีมา นครสวรรค์ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี และสระแก้ว ผลการ

วิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินจากจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี มีค่า pH ที่สูง คือ 8.7 และ 8.3 ตามลำดับ และจังหวัดอื่นๆ มีค่า pH ระหว่าง 6.3-6.8 สอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้า (EC) อยู่ระดับ 0.0719 และ 0.0623 ตามลำดับ และจังหวัดอื่นๆ อยู่ที่ ระดับ 0.0172-0.0534 ปริมาณค่าอินทรียวัตถุ พบว่า ตัวอย่างดินจากจังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี และนครสวรรค์ มีค่าอินทรียวัตถุสูงถึงค่าปกติ คือ 2.85 1.08 และ 1.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจังหวัดอื่นๆ มีค่าอินทรีย์วัตถุที่ 0.08-0.32 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าอยู่ในระดับต่ำ โดยค่าอินทรียวัตถุระดับปกติในแปลงปลูกอ้อยมีค่า มากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ถ้าต่ำกว่า 0.5 ถือว่ามีปริมาณต่ำ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดิน พบว่า ตัวอย่างดินจากจังหวัดนครสวรรค์มีค่าฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนจังหวัดจังหวัดอื่นอยู่ที่ระดับ 2-46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในดิน พบว่า ตัวอย่างดินจากจังหวัดสุพรรณบุรี มีปริมาณธาตุสูงสุด คือ 172 ppm ส่วนจังหวัดอื่นๆ อยู่ที่ระดับ 12-72 ppm และปริมาณธาตุเหล็กในดิน พบว่า ตัวอย่างดินจากจังหวัดนครสวรรค์ สุพรรณบุรี มีปริมาณธาตุสูงสุด คือ 56 และ 48 ppm ตามลำดับ ส่วนจังหวัดอื่นๆ อยู่ที่ระดับ 0-15 ppm โดยจังหวัดกาญจนบุรีมีธาตุเหล็กต่ำสุด การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างใบอ้อย พบว่า ทั้ง 7 จังหวัด มีปริมาณธาตุอาหารในใบที่ระดับปกติ ได้แก่ ไนโตรเจน ที่ระดับ 1.03-1.73 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม ที่ระดับ 1.00-1-89 เปอร์เซ็นต์ และเหล็ก ที่ระดับ 0.01-0.04 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5.8.2)

กรมวิชาการเกษตร

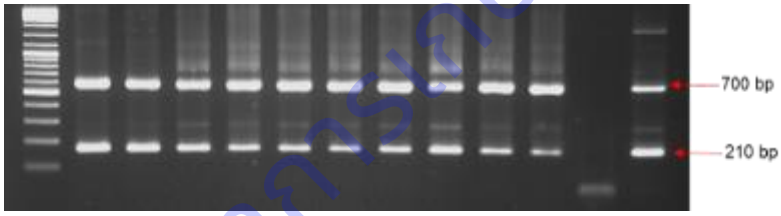
ตารางที่ 5.8.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในแปลงปลูกอ้อยและตัวอย่างใบอ้อยที่มีอาการเส้นกลางใบเหลือง

Locations	Soil analysis							Leaf analysis		
	Dept. (cm.)	pH (1:1)	EC dS/m	% OM	P mg/kg	K ppm	Fe ppm	%N	% K	% Fe
ขอนแก่น	30	6.8	0.0172	0.10	5	23	13	1.26	1.54	0.01
อุดรธานี	30	6.5	0.0198	0.19	7	26	15	**1.73**	**1.89**	0.02
นครราชสีมา	30	6.3	0.0277	0.32	11	34	13	1.09	1.61	0.01
นครสวรรค์	30	6.6	0.0260	**1.01**	**120**	**72**	**56**	1.08	1.00	**0.04**
สุพรรณบุรี	30	**8.7**	**0.0719**	**1.08**	24	**172**	**48**	**1.53**	**1.87**	**0.03**
กาญจนบุรี	30	8.3	0.0623	**2.85**	46	78	**0**	1.07	1.18	0.02
สระแก้ว	30	6.8	0.0534	0.08	2	12	4	1.03	1.28	0.01

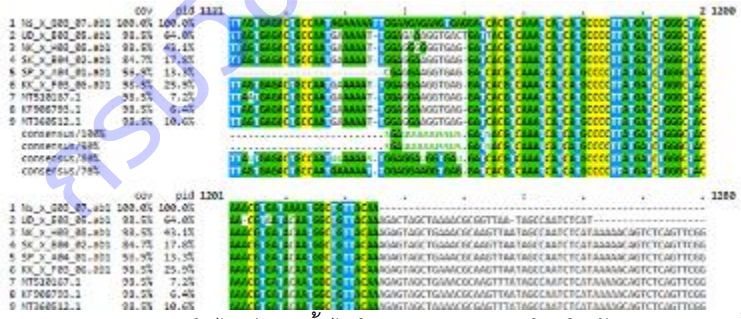
การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา

ตรวจหาเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิธี Nested-PCR ในตัวอย่างใบอ้อยทั้งหมด พบตัวอย่างที่ให้ผลบวก จำนวน 230 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 240 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) จากการตรวจวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ ของชิ้นดีเอ็นเอ จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยชุดไพร์เมอร์ MLO-X, MLO-Y และ P1, P2 ได้ขนาดชิ้นดีเอ็นเอเป้าหมาย 700 bp และ 210 (ภาพที่ 5.8.4) ในการประเมินระดับสีของปริมาณเชื้อแต่ละพื้นที่ พบว่า ตัวอย่างอ้อยจากพื้นที่จังหวัดขอนแก่น อุดรธานี สุพรรณบุรี และสระแก้ว ระดับสีแดง มีเชื้อระดับ 1,000 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ตัวอย่างอ้อยจากพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา และกาญจนบุรี ระดับสีส้ม มีเชื้อระดับ 100 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ส่วนตัวอย่างอ้อยจากจังหวัดนครสวรรค์ ระดับสีเหลือง เชื้อระดับน้อยกว่า

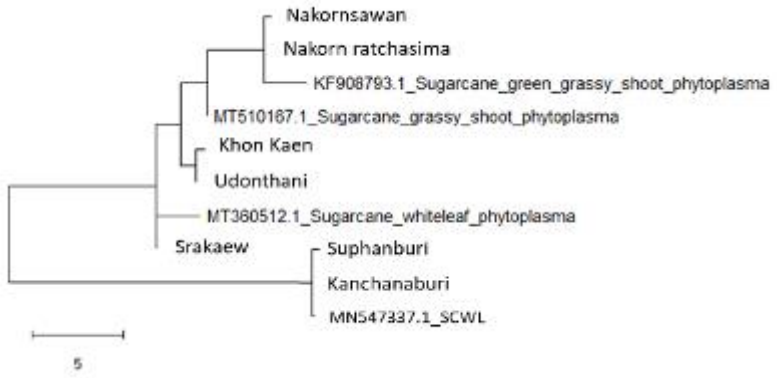
10 เซลล์ต่อไมโครลิตรในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์จากดีเอ็นเอตัวอย่างอ้อยของแต่ละจังหวัด พบว่า สามารถจัดกลุ่มเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคอ้อย ได้ถึง 3 กลุ่ม ได้แก่ เชื้อ Sugarcane green grassy shoot มีความคล้ายคลึง เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ พบในตัวอย่างจากจังหวัดนครสวรรค์ และนครราชสีมา เชื้อ Sugarcane grassy shoot มีความคล้ายคลึง เท่ากับ 98 เปอร์เซ็นต์ พบในตัวอย่างจากจังหวัดขอนแก่น และอุดรธานี ส่วนเชื้อ Sugarcane white leaf มีความคล้ายคลึง เท่ากับ 98 เปอร์เซ็นต์ พบในตัวอย่างจากจังหวัดสระแก้ว สุพรรณบุรี และกาญจนบุรี (ภาพที่ 5.8.5 และ 5.8.6) ปัจจุบันพบอาการเส้นกลางใบเหลืองค่อนข้างมากในแปลงปลูกอ้อยที่มีการใช้ท่อนพันธุ์อ้อยที่มีการติดเชื้อและพบในระยะอ้อยตอเป็นส่วนใหญ่ ทำให้เกิดการละเลยยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับอาการดังกล่าว เพราะยังคงเข้าใจเป็นอาการขาดธาตุอาหาร จึงทำให้ขาดความตระหนักและขาดความระมัดระวัง ยังคงมีการขยายพันธุ์อ้อยที่มีอาการดังกล่าวไปปลูกในฤดูกาลถัดไปอีก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้โรคใบขาวยังคงระบาดอย่างแพร่หลายในประเทศไทยจนถึงปัจจุบัน โดยที่ความรุนแรงของโรคนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยจากสภาพแวดล้อม การศึกษาถึงชนิดของเชื้อที่พบได้ในอ้อยที่มีอาการใบขีดด่างในแหล่งปลูกสำคัญของไทย การตรวจพบเชื้อดังกล่าวในอ้อยจะทำให้ควบคุมและลดพื้นที่การระบาดของโรคได้มากขึ้นสำหรับการจัดการโรคที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5.8.4 ผลการวิเคราะห์ขนาดดีเอ็นเอของเชื้อไฟโตพลาสมาด้วย 1.5 % gel electrophoresis



ภาพที่ 5.8.5 เปรียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยของแต่ละพื้นที่



ภาพที่ 5.8.6 ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยของแต่ละพื้นที่

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในปี 2564 สำรวจและตรวจชนิดเชื้อสาเหตุโรคใบขีดด่างในอ้อย ดำเนินการสำรวจในแหล่งปลูกอ้อย 7 จังหวัด ทั้งใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกของไทย สามารถสำรวจและรวบรวมตัวอย่างอ้อยที่มีอาการคล้ายโรคนี้ได้ทั้งสิ้น 240 ตัวอย่าง ผลการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาจากตัวอย่างใบด้วยเทคนิค Nested-PCR มีตัวอย่างที่ให้ผลบวก คิดเป็นร้อยละ 95 ซึ่งส่วนใหญ่มีการติดเชื้อไฟโตพลาสมาในอัตราที่สูงที่อยู่ในระยะแฝงและการแสดงอาการเส้นกลางใบเหลือง แต่ไม่แตกกอขาว ในการแสดงออกของอาการใบขาวหรือเส้นกลางใบเหลืองขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ปริมาณเชื้อ ความชื้น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความแข็งแรงของต้นอ้อยที่จะกระตุ้นให้อ้อยแสดงอาการของโรคออกมา ผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติดินปริมาณธาตุอาหารในดินและตัวอย่างใบอ้อย พบว่าระดับ pH P K ที่สูงและบางแปลงมีระดับธาตุ Fe ที่ต่ำ อาจมีส่งผลให้พืชเจริญผิดปกติ ผลทำให้เกิดอาการใบเหลือง ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยอยู่ที่ระดับปกติ แต่พบว่าผลตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อนั้นชี้ให้เห็นว่าตัวอย่างที่มีอาการเส้นกลางใบเหลืองยังคงมีปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวที่สูง ด้วยเหตุนี้อาการเส้นกลางใบเหลืองที่พบได้ในแหล่งปลูกภาคกลางภาคตะวันออก จึงอาจเป็นอาการหนึ่งของอาการใบขาว ที่ไม่แสดงอาการเด่นชัด แต่เมื่อนำไปปลูกในแหล่งที่สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะต่อการปลูกอ้อย อาจจะแสดงอาการใบขาวให้เห็นได้อย่างชัดเจน การจำแนกชนิดของเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการลดพื้นที่การระบาด ในการปลูกและขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตจึงควรเพิ่มการคัดเลือกและจัดการท่อนพันธุ์ที่สะอาด เพื่อลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายโรคที่จะทำให้เกิดความเสียหายมากขึ้น โดยเฉพาะแหล่งที่มีความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคที่สำคัญของอ้อยในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

กนกพร เมาลานนท์ ณัฐกฤต พิทักษ์ วิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ ดุจลดา พิมรัตน์ และ สุรีรัตน์ ทองคำ. 2552. ความสูญเสียของผลผลิตอ้อยเนื่องจากโรคใบขาวอ้อย. หน้า 52. *ใน* : *บทคัดย่อรายงานผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพืชและเทคโนโลยีการเกษตร การทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ* 2552. กรมวิชาการเกษตร.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ธงชัย ตั้งเปรมศรี ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วันทนา ตั้งเปรมศรี นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย และ เกษม ชูสอน. 2553. การจัดการสมดุลธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มความทนทานของอ้อยที่มีต่อโรคใบขาวในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 302-304. *ใน รายงานผลงานวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น* ประจำปี 2553. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กาญจนา กิระศักดิ์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ วีระพล พลรักดี และ นิลุบล ทวีกุล. 2554. การจัดการธาตุอาหารเพื่อฟื้นฟูอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและสภาพไร่. หน้า 182-186. *ใน : รายงานผลการวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น* ปี 2554. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

ชมรมสถาบันชาวไร่อ้อยภาคอีสาน . 2556. พื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวอ้อย ปี 2554. ติดต่อส่วนตัว.

กรมวิชาการเกษตร

ทักษิณา ศันสยะวิชัย. 2549. รายงานการระบาดโรคใบขาว.*ใน* : *การประชุมเครือข่ายป้องกันกำจัดโรคใบขาว* วันที่ 18 กันยายน 2549 ณ ห้องประชุมศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น.

ทักษิณา ศันสยะวิชัย. 2556. การจัดการไร่อ้อย. เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมหลักสูตรการปลูกอ้อยและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในพื้นที่ปลูกใหม่. วันที่ 16 สิงหาคม 2556 ณ ห้องประชุม ที่ว่าการอำเภอภูสิงห์ จังหวัดศรีสะเกษ.

ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์และศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล. 2558. การประเมินปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวอ้อยด้วยวิธี Absolute และ Relative quantification real-time PCR. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ และ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล. 2560. การแยกความแตกต่างของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคอ้อยด้วยวิธี High-Resolution Melting. แหล่งที่มา: https://www.lib.ku.ac.th/kuconf/2560/KC5401020. pdf, 31 มีนาคม 2564.

นฤทัย วรสถิตย์ วีระพล พลรักดี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล กาญจนา กิระศักดิ์ นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย ปรีชา กาเพ็ชร รังษี เจริญสถาพร อิสระ พุทธสิมมา สุนี ศรีสิงห์ สุพัตรา ดลโสภณ กนกพร เมาลานนท์ วิภาวรรณ กิตติวัชระเจริญ ณัฐกฤต พิทักษ์ อมรา ไตรศิริ สุพจน์ กิตติปัญญา และ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์. 2553. การวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาโรคใบขาวของอ้อย. หน้า 5051-5073. *ใน :ผลงานแผนงานฉบับสมบูรณ์ ปี 2549-2553*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิลุบล ทวีกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุพัตรา ดลโสภณ นฤทัย วรสถิตย์ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และเทวา เมาลานนท์. 2552. หยุดโรคใบขาวด้วยเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรค. *ใน :36 ปี ผลงานวิจัยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3* . เอกสารประกอบการสัมมนาร่วมสำนักวิจัยและพัฒนาเขต 3-5 วันที่ 10-12 มีนาคม 2552 ณ โรงแรมขอนแก่นโฮเต็ล อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น.

นิลุบล ทวีกุล กาญจนา กิระศักดิ์ สุพัตรา ดลโสภณ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย นฤทัย วรสถิตย์ และ เพียงเพ็ญ ศรวัต. 2554. การวิจัยและพัฒนาการผลิตท่อนพันธุ์สะอาดจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อลดโรคใบขาว. *ใน* : เอกสารประกอบการประชุมเสวนาวิชาการอ้อย วิกฤติและโอกาสอ้อยไทยในเวทีโลก. วันที่ 30-31 สิงหาคม 2554 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร.

ปรางทิพย์ อุทัยวตัร, อาภาพรรณ ภูมิกอง, สุขุมาลย สวางวารี, เยาวลักษณ์ ธีระเจตกูล, ดวงฤดี จังตระกูล และ จุรีรัตน ดาดวง. 2558. การตรวจจำแนกสายพันธุเชื้อ Human Papillomavirus ชนิดเสี่ยงสูงตอการเกิดมะเร็งปากมดลูกดวยเทคนิค High Resolution Melting Analysis. วารสารวิทยาศาสตร มข. ปที่ 42 ฉบับ ที่ 1. หน้าที่ 60-68.

ปรีชา พราหมณีย์ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒนไชย ทักษิณา ศันสยะวิชัย อรรถชัย จินตเวช และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2543. *คู่มือวินิจฉัยการขาดธาตุอาหารของอ้อย*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัดกรุงเทพฯ . 42 หน้า.

พรทิพย์ วงศ์แก้ว. 2542. *การจัดการโรคใบขาวของอ้อย*. โครงการจัดการโรคใบขาวของอ้อย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการผลิตและการบริการ. ขอนแก่นพิมพ์พัฒนาจำกัด ขอนแก่น. 228 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

พรนภา คำกองแก้ว, วิทยา เจียมวุฒิศักดิ์, สุพจน์ กาเซ็ม และสุดฤดี ประเทืองวงศ์. 2555.การตรวจและจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชที่ปนเปื้อนจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. หน้า 621-630. ในเรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 50, 30 มกราคม-2กุมภาพันธ์ 2555,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุพา หาญบุญทรง วรรณภา ฤทธิสนธิ์ และ ชุตินันท์ ชูสาย. 2548. การตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อยในเพลี้ยจักจั่นและการถ่ายทอดโรคโดยเทคนิคทางชีวโมเลกุล. วารสารวิจัย มข. 10(1): 13-21.

รังษี เจริญสถาพร อมรรัชฎ์ คิดใจเดียว ดารารัตน์ มณีจันทร์ และ ธรรมรัตน์ ทองมี . 2552. การกำจัดโรคใบขาวในท่อนพันธุ์อ้อย โดยใช้ความร้อน ความเย็นและสารไคโตซาน. หน้า 10. *ใน : รายงานฉบับเต็มผลการทดลองสิ้นสุดปี 2552*.

วัฒนะ วัฒนานนท์ เสาวรี ตังสกุล เมธี คำหุ่ง จำลอง กกรัมย์ สมพงษ์ ชมพูนุกูลรัตน์ สุกิจ รัตนศรีวงษ์ สุวพันธ์ รัตนะรัต และ ปรีชา เพชรประไพ. 2547. การตอบสนองต่อปุ๋ย ธาตุอาหารเสริมที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50. *วารสารวิชาการเกษตร* ปีที่ 22 ฉบับที่ 1.

วันทนีย์ อู่วาณิชย์ อนุสรณ์ กุศลวงศ์ วารี หงษ์พฤกษ์ สุรศักดิ์ เสระพันธ์ และสมเกียรติ ฐิตะฐาน. 2532. ความสัมพันธ์ของเดือนปลูก ประชากรเพลี้ยจักจั่น *Matsumaratettix hiroglyphicus* (Mat.) และการเกิดโรคใบขาวในไร่อ้อยเขต จ.ชลบุรี และ จ.ระยอง. *ใน : รายงานประจำปี 2532. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา* กรมวิชาการเกษตร.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558. วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบขาวของอ้อยด้วยเทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 69-89.

2556. SecA เครื่องหมายโมเลกุลใหม่ในการตรวจโรคใบขาวของอ้อยที่แม่นยำสูง. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2555. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1-15.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ สุรศักดิ์ แสนโคตร ทักษิณา ศันสยะวิชัย และ สุนี ศรีสิงห์. 2556. SecA เครื่องหมายโมเลกุลใหม่ในการตรวจโรคใบขาวของอ้อยที่แม่นยำสูง. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2555. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1-15.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์ รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558ข. วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบขาวของอ้อยด้วยเทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 69-89.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ สุนี ศรีสิงห์ ปิยะดา ธีรกะกุลพิสุทธิ์. 2555. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อไฟโตพลาสมาที่ก่อโรคในอ้อยและหญ้าบางชนิดของประเทศไทย จากลำดับนิวคลิโอไทด์บริเวณ 16S-23S rRNA intergenic spacer region. ว. แก่นเกษตร ปีที่ 40 ฉบับพิเศษ 3 หน้า 231-240.

กรมวิชาการเกษตร

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล **ทักษิณา ศันสยะวิชัย** และ **สุนี ศรีสิงห์. 2557ก.** การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีบางชนิดในอ้อยที่เป็นโรคใบขาว. *ใน :รายงานไตรมาส 2 ประจำปี 2557. สถาบันวิจัยพืชไร่* กรมวิชาการเกษตร

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล **ทักษิณา ศันสยะวิชัย** และ **สุนี ศรีสิงห์. 2558ก.** การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในเนื้อเยื่ออ้อยด้วย Cryotherapy และสารต้านจุลินทรีย์บางชนิด *ใน :รายงานเรื่องเต็ม ประจำปี 2558 สถาบันวิจัยพืชไร่* กรมวิชาการเกษตร

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล **ทักษิณา ศันสยะวิชัย** และ **สุนี ศรีสิงห์. 2557ข.**การศึกษาวิธีการตรวจวินิจฉัยเชื้อด้วย reverse transcriptase และการหาปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวในอ้อยด้วย real time PCR. ใน : รายงานไตรมาส 2 ประจำปี 2557. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ทักษิณา ศันสยะวิชัย และ สุนี ศรีสิงห์. 2558ก. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีบางชนิดในอ้อยที่เป็นโรคใบขาว. ใน : รายงานเรื่องเต็มประจำปี 2558. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล **และ วีรกรณ์ แสงไสย์. 2562. การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่และวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวด้วยเทคนิค M13-tagged two steps- PCR ที่แม่นยำและมีความไวสูง** *ในรายงานความก้าวหน้าไตรมาส 2- 2562 สถาบันวิจัยพืชไร่* กรมวิชาการเกษตร

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และ วีรกรณ์ แสงไสย์. 2562. การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่และวิธีการตรวจเชื้อโรคใบขาวด้วยเทคนิค M13-tagged two steps- PCR ที่แม่นยำและมีความไวสูง ในรายงานความก้าวหน้าไตรมาส 2- 2562 สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล. 2561. องค์ความรู้ในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อย. เอกสารประกอบการประชุมหลักสูตร “การสร้างอัจฉริยะภาพของนักวิจัยด้านอ้อย” ของสำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย จัดโดยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ ๒๔ ก.พ. ๒๕๖๑ ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2544. เอกสารวิชาการ พันธุ์ การปลูกดูแลรักษาอ้อย. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยแลน้ำตาลทราย. 2556. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2555/56. กลุ่มสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยแลน้ำตาลทราย สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยแลน้ำตาลทราย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยแลน้ำตาลทราย.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2563. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 25562/63. แหล่งที่มา: http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-9193.pdf, 31 มีนาคม 2564.

สุนี ศรีสิงห์ 2552. การทดสอบฤดูปลูกเพื่อเหลือกเลี่ยงโรคใบขาวในเขตภาคตะวันตก. ใน : รายงานความก้าวหน้าไตรมาส 3 วันที่ 30 กรกฎาคม 2552 ณ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. (สไลด์ Powerpoint)

สุภาพร คงกลิ่น. 2552. ไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ศูนย์การพิมพ์เพชรรุ่ง จำกัด. นนทบุรี. 115 น.

อนุสรณ์ กุศลวงศ์. 2534. โครงการป้องกันกำจัดโรคใบขาวของอ้อย จ.อุดรธานี เอกสารรายงานผลงาน โครงการวิจัยเพื่อป้องกันกำจัดโรคใบขาวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 34 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

อนุสรณ์ กุศลวงศ์. 2536. แนวทางการควบคุมโรคใบขาวในอ้อย หน้า 144 - 158.ใน : เอกสารเผยแพร่วิชาการ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

Alloway, B.J. 2008. *Zinc in soil and crop nutrition*. IZA and IFA Brussels, Belgium and Pans, France.135 pp.

Anderson, D.L. and J.E. Bowen. 1990.*Sugarcane nutrition*. Potash and phosphate institute of Canada, Foundation for Agronomic Research Atlanta Georgia USA.39 p.

Armstrong, S.E., J.A. Mariano, and D.J. Lundin. 2010. The scope of mycoplasma contamination within the biopharmaceutical industry. Biologicals. 38(2):211-3

Bai, X., Zhang, J., Ewing, A., Miller, S.A., Radek, S.A.J., Shevchenko, D.V., Tsukerman, K., Walunas, T., Lapipus, A., Campbell, J.W. and Hogenhout, S.A. 2006. Living with genome instability: adaption of phytoplasma to diverse environment of their insect and plant hosts. **Journal Bacteriology** 188: 3682-3696.

Bassereau, D. 1988. Sugarcane. *In* Martin-Prevel, P.; Gagnard, J. and Gautier, P.(eds). Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical corops. 513-525. Lavoisier Publishing, New York.

Bertaccini A, B. Duduk, S. Paltrinieri, and N. Contaldo. 2014. Phytoplasmas and phytoplasma diseases: a severe threat to agriculture. Am J Plant Sci. 5:1763–1788.

Bienert G.P, J.K. Schjoerring, and T.P. Jahn. 2006. Membrane transport of hydrogen peroxide. *Biochimica et BiophysicaActa* 1758:994–1003

Cai, H, W. Wei, R.E. Davies, H. Chen, and Y. Zhao. 2008. Genetic diversity among phytoplasmas infecting Opuntia species: virtual RFLP analysis identifies new subgroups in the peanut witches, broom phytoplasma group. Int J Syst Evol Microbiol. 58:1448–1457.

Calcino, D.V. 1994. *Australian Sugarcane Nutrition Manual*. BSES/SRDC, Brisbane, Australia.

Chatenet, M., C. Mazarin, J. C. Girard, E. Fermandez, D. Gargani, G. P. Rao, M. Royer, B. Lockhart, and P. Rott. 2005. Detection of Sugarcane streak mosaic virus in sugarcane from several Asian countries. Sugarcane Intl. 23: 12-15.

Chen, C.T. 1973. Insect transmission sugarcane white leaf disease by single leafhopper *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura). Rep. *Taiwan Sugar Rec. Inst*. 60:25-33.

Chen, C.T. 1978. Vector pathogen relationships of sugarcane white leaf disease. *Taiwan Sugar J*. 25:50-54.

Chen, L.L., Chung, W.C., Linn, C.P. and Kuo, C.H. 2012. Comparative Analysis of Gene Content Evolution in Phytoplasma and Mycoplasmas. PLoS ONE 7: e34407.

Chia-Cheng, H., Shin-Yu, L., Shuan-Pei, L., Chin-Ping, C., Lang-Yao, C., Chien-Nan, L. and Yi-Ning, S. 2011. Quantitative and Quanlitative analysis of the SNRPN gene using real-time PCR with melting curve analysis. The journal of molecular diagnostics. 13(6): 609-613.

Choochai N. , N. Rungroj , N.Sawasdee, N. Sudtachat and P. Yenchitsomanus. 2013. Detection of SNP rs5896 in rothrombin gene by polymerase chain reaction and high-resolution meltinganalysis. Thai J. Genet. 6(1): 54-59.

Christensen NM, Nicolaisen M, Hansen M, Schulz A (2004). "Distribution of phytoplasmas in infected plants as revealed by real time PCR and bioimaging". Molecular Plant-Microbe Interactions. 17 (11): 1175–1184. doi:10.1094/MPMI.2004.17.11.1175. PMID 15553243

Christensen, N.M., Axelsen, K.B. Nicolaisen, M. and Schulz, A. 2005. Phytoplasma and their interactions with hosts. Trends in Plant Science 10: 526-535.

Delic, D. 2012. Polymerase Chain Reaction for Phytoplasmas Detection, Polymerase Chain Reaction, Dr Patricia Hernandez-Rodriguez (Ed.), ISBN: 978-953-51-0612-8, InTech, Available from: http://www.intechopen.com/books/polymerase-chain-reaction/polymerase-chain- reaction-for-phytoplasmas detection (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2560)

Doi, Y.M., K.Teranaka, K.Yora and H. Asuyama. 1967. Mycoplasma or PTL-group-like microorganism found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellow or paulownia witches' broom. Annual of the Phytopathological Society of Japan 33: 439-449. doi:10.1371/journal.pone.0034407.

Evans, H. 1965. Tissue diagnostic analyses and their interpretation in sugarcane. Proc. Int. Soc. *Sugar Cane Technol*., 12, 156-180.

Hanboonsong, Y., W. Ritthison, C. Choosai, , P. Sirithorn, 2006. Transmission of Sugarcane White Leaf Phytoplasma by Yamatotettix flavovittatus, a New Leafhopper Vector. Journal of Economic Entomology 99 (https://doi.org/10.1603/0022-0493-99.5.1531 . Submission: Received: 3 October 2005; Accepted: 1 May 2006

Hodgetts, J., N. Boonham, R. Mumford, N. Harrison and M. Dickson. 2008. Phytoplasma phylogenetics based on analysis of secA and 23S rRNA gene sequences for improved resolution of candidate species of ‘Candidatus

Phytoplasma'. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 58: 1826-1837

Howeler, R.H., O.O.Edwards and C.J. Asher. 1982. Micro- nutrient deficiencies and toxicities of cassava plants grown in nutrient solutions. 1. Critical tissue concen- trations. *Journal of Plant Nutrition* 5.1059-1076.

Ikten C, Ustun R, Catal M, Yol E, Uzun B. 2016. Multiplex Real-Time qPCR Assay for Simultaneous and Sensitive Detection of Phytoplasmas in Sesame Plants and Insect Vectors. PLoS ONE 11(5): e0155891. doi:10.1371/journal. pone.0155891 (สืบค้นเมื่อ 18 มิ.ย. 2560)

Jean, A, F. Tardy, O. Allatif, I. Grosjean, B. Blanquier, and D. Gerlier. 2017. Assessing mycoplasma contamination of cell cultures by qPCR using a set of universal primer pairs targeting a 1.5 kb fragment of 16S rRNA genes.PLoS ONE 12(2): e0172358. doi:10.1371/journal.pone.0172358

Kakizawa, S., Oshima, K., Ishii, Y., Hoshi, A., Maejima, K., Jung, H.Y., Yamaji, Y., Namba, S. 2009. Cloning of immunodominant membrane protein genes of phytoplasmas and their *in planta* expression. *FEMS Microbiol Lett*; 293 (1): 92-101. doi: 10.1111/j.1574-6968.2009.01509.x (สืบค้นเมื่อ 20 มิ.ย. 2560)

Kesumawati, E., Kimata, T., Uemachi, T., Hosokawa, M. and Yazawa, S. 2006. Correlation of phytoplasma concentration in Hydrangea macrophylla with green-flowering stability. **Scientia Horticultural** 108: 74-78.

Kim, D.S, J.B. Kim, E.J. Goh, W.J. Kim, S.H. Kim, Y.W. Seo, C.S. Jang, and S.Y. Kang. 2011. Antioxidant response of Arabidopsis plants to gamma irradiation: Genome-wide expression profiling of the ROS scavenging and signal transduction pathways. J Plant Physiol. 1;168(16):1960-71.

Kuske, C.R. and B.C. Kirkpatrick. 1992. Phylogenetic relationships between the western aster yellows mycoplasma like organism and other prokaryotes established by 16S rRNA gene sequence. Int. J. Syst. Bacteriol 42: 226-233.

Lebsky, V., A. Poghosyan, and L. Silva-Rosales. 2010. Application of scanning electron microscopy for diagnosing phytoplasmas in single and mixed (virus-phytoplasma) infection in Papaya. 21st International Conference on Virus and other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops.

Lee I-M, K.D. Bottner-Parker, Y. Zhao, A. Bertaccini, and R.E. Davis. 2012. Differentiation and classification of phytoplasmas in the pigeon pea witches' broom group

(16SrIX): an update based on multiple gene sequence analysis. Int J Syst Evol Microbiol. 62:2279–2285.

Li, M. and Midmore, D.J. 1999. Estimating the genetic relationships of chinese water chestnut (E. dulcis (Burm.f.) Hensch) cultivated in Australia, using RAPD. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 74(2):224-231.

Lin, S.C. and C.S. Lee. 1968. Studies on sugarcane white leaf disease .I .Causal organism. Rep. *Taiwan sugar Exp. Stn*., 47: 129-138.

Magarey, R.C. 2020. Sugarcane - an old plantation crop that offers new environmentally friendly possibilities. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 418 (2020) 012004. doi:10.1088/1755-1315/418/1/012004.

Marcu, D., V. Cristea and L. Daraban. 2013. Dose-dependent effects of gamma radiation on lettuce (Lactuca sativa var. capitata) seedlings. Int J Radiat Biol 89 : 219-223.

Martini, M., P. Ermacora, G.Magris, F.Ferrini, andN.Loi. 2011. Symptom expression and 'Candidatus Phytoplasmaprunorum' concentration in different Prunus species. *Bulletin of Insectology*64 (Supplement): S171-S172.

Marzachì, C., R.G. Milne and D. Bosca. 2004. Phytoplasma-plant-vector relationships. In: Research signpost recent research development in plant pathology p. 3-31.

Mehdy M.C. 1994. Active Oxygen Species in Plant Defense against Pathogens. Plant Physiol. 105(2) : 467–472.

Moghaddam, S. S., J. Hawa, I. Rusli, R. Asmah, A. A. Maheran and P. Elizabeth. 2011. Effects of acute gamma irradiation on physiological traits and flavonoid accumulation of Centella asiatica. Molecules 2011, 16, 4994-5007.

Musetti R., L. Sanità Di Toppi, M. Martini, F. Ferrini, A. Loschi, M.A. Favali and R. Osler, 2005. Hydrogen peroxide localization and anti- oxidant status in the recovery of apricot plants from European Stone Fruit Yellows. European *Journal of Plant Pathology*112, 53–61.

Olarerin-George, A.O, and J.B. Hogenesch. 2015. Assessing the prevalence of mycoplasma contamination in cell culture via a survey of NCBI's RNA-seq archive. Nucleic Acids Res. ; 43(5):2535–42. Epub 2015/02/26. doi: 10.1093/nar/gkv136 PMID: 25712092 *Pathology* 42,723-729.

Petrov, V. D. and F. V. Breusegem. 2012. Hydrogen peroxide a central hub for information flow in plant cells. AoB PLANTS 2012: pls014; doi:10.1093/aobpla/pls014, available online at

www.aobplants.oxfordjournals.org. phytoplasma, not by leaf yellows phytoplasma. In: *Journal of Australasian Plant*

Robinson,. L.B., and R.H. Wichelhausen. 1956. Contamination of human cell cultures by pleuropneumonia like organisms. Science. 124(3232):1147-8.

Roggiaab, C., P. Caciaglia, L. Galettoa, D. Pacificoa, F. Verattia, D. Boscoband, and C. Marzach. 2014. Flavescencedoree phytoplasma titre in field-infected Barbera and Nebbiolo grapevines. *Plant Pathology*.63, 31–41.

Sakuanrungsirikul, S., T. Wongwarat, S. Sankot, K. Kawabe, Y. Kobori and S. Ando. 2013. Sugarcane white leaf and sugarcane grassy shoot diseases in Thailand and their detection methods. Proc. Int. Soc. Sugar cane technol., Vol 28, 2013.

Sakuanrungsirikul, S., Wongwarat, T., Sansayavichai, T., Srisink, S., Taweekul, N., Warasatit, N. and Chroenstaporn. 2012. Estimation of Sugarcane White Leaf Disease Phytoplasma Concentration Using Conventional PCR Technique. The International Conference on Tropical and Sub-tropical Plant Diseases 2012, February 7-10, 2012, The Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand.

Sakunrungsirikul, S.*, Wongwarat, T., Sankot, S., Kawabe, K., Kobori, Y. and Ando, S. 2013. Sugarcane white leaf and sugarcane grassy shoot diseases in Thailand and their detection methods. *Proceedings* of *International Society Sugar Cane Technology*. 28: 1-11.

Sanabria, N.M., J.C. Huang and I. A. Dubery. 2010. Self/nonself perception in plants in innate immunity and defense. Self /Nonself. 1(1): 40–54.

Schroeder, B.L.;R.A. Wood and J.H. Meyer. 1992. Advances in leaf analysis techniques and interpretation in the South African sugar industry. Proc. Int. Soc. *Sugar Cane Technol.* 21, 123-135.

Seyed, A.G., Amir, H.N., and Phiip, F.M. 2010. Differentiation of Micoplasma gallisepticum strains using PCR and high-resolution melting curve analysis. Microbiology. 156: 1019-1029.

Shapiro, L.R., L. Salvaudon, K. E. Mauck, H. Pulido, C.M. De Moraes, A. G. Stephenson, M. C. Mescher. 2013. Disease interactions in a shared host plant: effects of pre-existing viral infection on cucurbit plant defense responses and resistance to bacterial wilt disease. PLoS ONE 8(10): e77393. doi:10.1371/journal.pone. 0077393

Siddique, A.B.M., Guthrie, J.N. Walsh, K.B., White, D.T. and Scott, P.T. 1998. Hystopathology and within-plant distribution of the phytoplasma associated with Australian papaya dieback. Plant Dis. 82: 112-120.

Smirnoff, N. and D. Arnaud. 2019. Tansley review : Hydrogen peroxide metabolism and functionsin plants New Phytologist. 221: 1197–1214

Thongwai N. and J. Kunopakarn. 2007. Growth inhibition of Ralstonia solanacearum PT1J by antagonistic bacteria isolated from soils in the northern part of Thailand. Chiang Mai J. Sci. 2007; 34(3) : 345-354

Wei, W., Kakisawa, S., Suzuki, S., Jung, H.-Y., Nishigawa, H., Miyata, S.-I, Oshima, K., Ugaki, M., Hibi, T. Namba, S. 2004. In planta dynamic analysis of onion yellows phytoplasma using localized inoculation by insect transmission. Phytopathology 94: 244-250.

Wittwer, C.T., Reed G.H., Gundry, C.N., Vandersteen, J.G. and Pryor, R.J. 2003. High resolution genotyping by amplicon melting analysis using LC Green. Clin Chem 49:853–860.

Wongkaew P. 1999. Sugarcane white leaf disease management, Thailand Research Fund, Pimpatana Press, KhonKaen, Thailand. 228 pp.

Wongkaew, P., and J. Fletcher. 2004. Sugarcane white leaf phytoplasma in tissue culture: long-term maintenance, transmission, and oxytetracycline remission. Plant Cell Rep. 23(6):426-34.

Wongkaew, P., Y. Hanboonsong, P. Sirithon, C. Choosai, S. Boonkrong, T. Tinnangwattana, R. Kitchareonpanya and S.Damak. 1997. Differentiation of phytoplasma associated with sugarcane and gramineous weed white leaf disease and sugarcane grassy shoot disease by RFLP and sequencing. *Theo rAppl Genet*. 95:660-663.

Young, L, J. Sung, G. Stacey, and J.R. Masters. 2010. Detection ofMycoplasma in cell cultures. Nat Protoc.; 5 (5):929–34. Epub 2010/05/01. doi: 10.1038/nprot.2010.43 PMID: 20431538

Ziad. Soufi , S. Sakuanrungsirikul , T. Wongwarat ,T. Hamarn , S. Srisink , E. Komor . (2013) : Sugarcane yellow leaf symptomatic plants in Thailand are infected by white leaf phytoplasma, not by leaf yellows phytoplasma. In: *Journal of Australasian Plant Pathology* 42,723-729.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โรคใบขาว (sugarcane white leaf : SCWL) และ โรคใบขาวและกอฝอย (sugarcane grassy shoot : SCGS) มักถูกเรียกรวมกันว่า โรคใบขาว และโรคกอตะไคร้ (sugarcane green grassy shoot : SCGGS) จัดเป็นโรคติดต่อร้ายแรงในอ้อย เป็นปัญหาสำคัญต่อการผลิตอ้อยของไทยที่เกิดขึ้นมาอย่างเรื้อรังยาวนาน การแก้ปัญหาเดิมใช้วิธีขุดทำลายต้นที่เป็นโรคทิ้ง และปลูกทดแทนด้วยอ้อยสะอาด แต่พบการแพร่ระบาดเป็นระยะๆ การจัดการแปลงที่ลดผลกระทบจากสภาวะแวดล้อม และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ร่วมกับการใช้ท่อนพันธุ์สะอาดปลอดโรค เป็นแนวทางใหม่ที่ลดความรุนแรงของโรคอย่างได้ผล แต่สามารถจัดการเพียงบางส่วนเท่านั้น การควบคุมระดับปริมาณเชื้อสาเหตุโรคในแปลงทั้งระบบให้อยู่ในระดับที่ไม่สร้างความเสียหายต่อผลผลิต จะสร้างความยั่งยืนในการควบคุมโรคได้อย่างแท้จริง ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีในการจัดการและควบคุมโรคนี้ทั้งระบบ ตั้งแต่ต้นทางการผลิตอ้อยปลอดเชื้อในห้องปฏิบัติการ ไปจนถึงปลายทางการควบคุมระดับเชื้อในแปลง อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ

ผลจากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารรองในอ้อยที่เป็นโรคใบขาวในระดับต่างๆ ร่วมกับการตรวจปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยเทคนิค PCR พบว่าท่อนพันธุ์อ้อยที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 0.83, 0.45, 1.136, 0.094, 0.093, 0.0077 และ 0.0009 ตามลำดับ เป็นปริมาณธาตุที่เหมาะสมทำให้อ้อยไม่เป็นโรคใบขาว หากมีธาตุดังกล่าวในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 0.39, 0.13, 0.097, 0.029, 0.034, 0.0038 และ 0.0006 ตามลำดับ จะส่งเสริมให้มีปริมาณเชื้อในท่อนพันธุ์อ้อยมากขึ้นจนถึงระดับที่อ้อยสามารถแสดงอาการใบขาวได้ทุกเวลาและไม่เหมาะสมที่จะนำไปทำพันธุ์โดยมีผลตรวจโรคใบขาวเป็นรหัสสีแดง (มากกว่า 1000 copy/ul in 25 ng plant DNA) ในท่อนพันธุ์อ้อยควรมีสมดุลของธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมระหว่าง 8.81-8.96 และมีสมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสระหว่าง 2.50-2.79 จึงจะทำให้ท่อนพันธุ์นั้นสามารถนำไปทำพันธุ์ได้ สำหรับอ้อยตอมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีร้อยละ 1.42 0.48 1.73 0.19 0.09 0.011 และ 0.00096 จึงจะทำให้อ้อยตอไม่เป็นโรคใบขาว โดยมีสมดุลของไนโตรเจนและแมกนีเซียมในอ้อยตอควรอยู่ในช่วง 15-25 สมดุลของธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสควรอยู่ในช่วง 2.36-3.61 และสมดุลของธาตุเหล็กและสังกะสีควรอยู่ในช่วง 11-25 จากการศึกษาการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีเพื่อลดการแสดงอาการโรคใบขาวของท่อนพันธุ์ พบว่าความเข้มข้นของสารละลายเกลือสังกะสีที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อย ที่ทำให้เชื้อไฟโตพลาสมาลดลง คือ การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ ที่เข้มข้น 1% การใช้ความเข้มข้นที่มากกว่านี้มีผลให้อ้อยไม่งอกเนื่องจาก $ZnSO_4$ ไปทำลายตาอ้อยทำให้ตาอ้อยตาย ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสี คือการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที ตามลำดับ โดยให้คุณภาพท่อนพันธุ์ดีที่สุดเนื่องจากเมื่ออ้อยอายุ 11 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อภายในต้นอ้อยยังอยู่ในระดับต่ำถึงระดับน้อยมาก คือตรวจพบเชื้อที่ระดับ 0-0.5, 0.5-1.0 และ 1-10 copy/µl in 25 ng plant DNA และปริมาณธาตุสังกะสีจะมากที่สุดหลังการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ และจะลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่ออ้อยอายุมากขึ้น สำหรับการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยด้วยสารละลายเกลือสังกะสีโดยใช้ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เหมาะสม พบว่าท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดมีสมดุลของธาตุไนโตรเจนกับแมกนีเซียม โพแทสเซียมกับฟอสฟอรัส เหล็กกับสังกะสี 10.0 3.71 4.83 ตามลำดับ ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวมีสมดุลของธาตุอาหารต่ำกว่า

กรมวิชาการเกษตร

ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดโดยมีสมดุลของธาตุอาหาร 9.1 2.3 และ 3.0 ตามลำดับ ถ้าใช้ท่อนพันธุ์สะอาดไม่จำเป็นต้องแช่สารละลาย $ZnSO_4$ เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตอ้อยปลูกและให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 19.1 และ 2.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ตามลำดับ แต่การแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5 % กลับมีผลต่อความหวานของอ้อย โดยให้ค่าความหวานสูงที่สุด 16.0 ซีซีเอส ในทำนองเดียวกับการใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยเป็นโรคใบขาว วิธีการที่ไม่แช่ท่อนพันธุ์ให้ผลผลิตอ้อยปลูกสูงที่สุด 16.4 ตันต่อไร่ แต่การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารละลาย $ZnSO_4$ ความเข้มข้น 0.5 % เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 2.18 ตันซีซีเอสต่อไร่ สำหรับการเป็นโรคใบขาวแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดไม่พบกอเป็นโรคใบขาว แต่พบกอเป็นโรคใบขาวจากแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาว ในวิธีการที่ไม่แช่ท่อนพันธุ์ แช่น้ำสะอาด และ แช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.5% โดยพบโรคใบขาวร้อยละ 0.78 0.49 และ 3.12 ตามลำดับ และไม่พบกอเป็นโรคใบขาวในแปลงที่ใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงเป็นโรคใบขาวที่มีการแช่สารละลาย $ZnSO_4$ 0.75% และ 1.0%

การจัดการสมดุลธาตุอาหารอ้อยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรคใบขาวอ้อยได้ โดยมีผลทำให้อ้อยมีความแข็งแรงมากขึ้น ทำให้ปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาลดลง อ้อยจึงไม่แสดงอาการโรคใบขาว การศึกษาด้านการจัดการธาตุอาหารเพื่อลดความรุนแรงของโรคใบขาวในสภาพไร่ดำเนินการใน ในพื้นที่ปลูกอ้อย ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันตก รวม 9 จังหวัด ผลการทดลองพบว่า การลดความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีการระบาดของโรครุนแรง เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม แนะนำให้ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใส่ไนโตรเจนอัตรา 27 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ฟอสเฟตอัตราปานกลางถึงสูงระหว่าง 6-9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ใส่โพแทส อัตราปานกลางถึงสูงระหว่าง 12-18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ควรเพิ่มธาตุแมกนีเซียมในรูปโดโลไมท์ อัตราระหว่าง 25-75 กิโลกรัมต่อไร่ และเพิ่มธาตุสังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 - 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และอุดรธานี ส่วนจังหวัดสกลนครไม่จำเป็นต้องใส่ธาตุสังกะสี สำหรับพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตกซึ่งมีการระบาดของโรคใบขาวต่ำกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แนะนำให้ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใส่ไนโตรเจนอัตรา 18-27 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ฟอสเฟตอัตราต่ำถึงปานกลางระหว่าง 3-6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี และนครสวรรค์ ยกเว้นจังหวัดสุพรรณบุรีใส่ฟอสเฟตอัตราสูง 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ใส่โพแทส อัตราปานกลางถึงสูงระหว่าง 12-18 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ควรเพิ่มธาตุแมกนีเซียมในรูปโดโลไมท์ อัตราระหว่าง 25-30 กิโลกรัมต่อไร่ และเพิ่มธาตุสังกะสี ในพื้นที่จังหวัดราชบุรีและกาญจนบุรี ใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี และอุทัยธานีใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 7.6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนจังหวัดนครสวรรค์ไม่จำเป็นต้องใส่ธาตุสังกะสี

การป้องกันกำจัดโรคใบขาวจำเป็นต้องมีข้อมูลเชิงพื้นที่ที่แสดงถึงความเสี่ยงของการระบาดของโรคใบขาวในพื้นที่ปลูกอ้อยเพื่อใช้ในการวางแผนการควบคุม ป้องกันกำจัดโรคใบขาวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ผลจากการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงการระบาดของโรคใบขาวอ้อยโดยใช้ข้อมูลชนิดของเนื้อดิน ความลึกของชั้นดินบน ความแน่นของดิน จากชุดดิน 294 ชุดดินนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการ ความรุนแรงใบขาวของอ้อย ร่วมกับปริมาณน้ำฝน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลเป็นเชิงพื้นที่และเชิงเวลา พบว่าอาการใบขาวอ้อยมีความสัมพันธ์กับการเกิดในพื้นที่สำรวจเมื่อเทียบกับแผนที่ความเสี่ยงการเกิดอาการใบขาวในอ้อย จากการวิเคราะห์ความแม่นยำ พบว่าความถูกต้องแผนที่ความเสี่ยงระดับ ที่ 1 หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดใบขาวน้อยที่สุดหรือไม่เกิดใบขาว มีความแม่นยำ ถูกต้อง

60.98 % ชั้นความเสี่ยงในการเกิดใบขาวระดับที่ 3 มีความแม่นยำถูกต้อง 100% และระดับที่ 4 มีความแม่นยำถูกต้อง 50% ตามลำดับ ส่วนระดับที่ 2 และระดับที่ 5 คือเล็กน้อย และความเสี่ยงรุนแรง มีค่าเป็น 0 โดยมีระดับความแม่นยำถูกต้องรวมอยู่ที่ 59.57 % หากมีการใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมอื่นๆ มาร่วมวิเคราะห์ประกอบจะยิ่งเป็นแนวทางการจัดการอ้อยใบขาวได้ดียิ่งขึ้น ในพื้นที่ ๆ มีความเสี่ยงการเกิดใบขาวหากเพิ่มการจัดการน้ำ การจัดการธาตุอาหาร หรืออาจเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นก็จะสามารถลดการระบาดของโรคใบขาวลงได้ จากการศึกษาพบว่า ระบบปลูกพืชหมุนเวียนที่เหมาะสม ได้แก่ การปลูกอ้อยตามถั่วลิสง และ ถั่วมะแฮะ โดยพบโรคใบขาวเฉลี่ยร้อยละ 0.6 และ 1.28 ตามลำดับ พืชหมุนเวียนดังกล่าวให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 12.8 และ 13.8 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดยหากพบกอเป็นโรคใบขาวควรขุดกออ้อยใบขาวทิ้งออกจากแปลง จึงจะสามารถลดการเป็นโรคใบขาวและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยได้ การใช้พันธุ์สะอาดร่วมกับการจัดสมดุลธาตุอาหารในพื้นที่ที่มีโรคใบขาวระบาดน้อย ควรปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์จากแปลงอ้อยสะอาดและใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับการจัดทำแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวน้อย ดำเนินการโดยจัดทำแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดโดยใช้อ้อยที่ผ่านการตรวจคัดกรองเชื้อสาเหตุโรคใบขาวร่วมกับการจัดการแปลงพันธุ์แบบมี border area ผลการดำเนินงานพบว่าแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดที่มีต้นที่มีเชื้อในระดับสีฟ้าและสีเขียว (0-1 copy/ul in 25 ng plant DNA) รวมร้อยละ 84 นั้นเมื่อเป็นอ้อยตอ 1 พบว่ามีเชื้อมีการเพิ่มขึ้นอีก 1 ระดับ โดยตรวจพบต้นที่มีเชื้อในระดับสีเหลืองและสีส้มร้อยละ 92 จากการทดลองใช้ท่อนพันธุ์อ้อยสะอาดเฉพาะจากลำที่มีผลตรวจโรครหัสสีฟ้าและสีเขียว ซึ่งเป็นระดับที่สามารถนำไปทำพันธุ์ได้ ผลการตรวจเชื้อพบว่าอ้อยที่ได้ให้ผลเป็นต้นที่เป็นรหัสสีฟ้าและสีเขียวเฉลี่ยร้อยละ 37 รหัสสีเหลืองซึ่งเป็นระดับเฝ้าระวัง (1-10 copy/ul in 25 ng plant DNA) ร้อยละ 49 และรหัสสีส้มซึ่งเป็นระดับไม่ปลอดภัย 10-100 copy/ul in 25 ng plant DNA) ร้อยละ 14 ในส่วนของการขยายผลได้นำท่อนพันธุ์อ้อยตอ 1 ไปขยายผลการจัดทำแปลงผลิตพันธุ์อ้อยสะอาดโดยการปลูกแบบวางลำในไร่เกษตรกร โดยให้เกษตรกรนำไปปลูกในพื้นที่อำเภอน้ำพองเพื่อใช้เป็นแปลงพันธุ์อ้อยสะอาดของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรหนองหารจาง ตำบลน้ำพอง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ได้ติดตามแปลงเกษตรกรยังไม่พบโรคใบขาว และเกษตรกรนำไปปลูกขยายในฤดูปลูกปี 2564 ไม่พบโรคใบขาว

การแสดงอาการใบขาวในอ้อยพบว่าเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมา ความแข็งแรงของต้น และสภาพแวดล้อม จากการศึกษาผลของปริมาณเชื้อและสภาวะแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาวระดับต่างๆ ในสภาพควบคุมด้วยการใช้ภาวะร้อนและแล้งในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ (33-39°C) ความชื้นสัมพัทธ์ (60%) ความเข้มแสง (20,000 LUX) และเวลาส่องสว่าง:มืด (14:10 ชม.) ไม่ให้น้ำระหว่างทดสอบเป็นเวลา 4 วัน แล้วทำการฟื้นต้น พบว่าปริมาณเชื้อไฟโตพลาสมาตั้งแต่ 100 copy/ul ในดีเอ็นเออ้อย 25 ng สามารถชักนำอาการใบขาวในอ้อยได้ ส่วนปริมาณเชื้อ 10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng หรือน้อยกว่า ไม่แสดงอาการใบขาว ในกลุ่มต้นที่มีเชื้อน้อยกว่า 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng พบว่าหน่อใหม่ที่งอกมีสีเขียว ส่วนกลุ่มที่มีเชื้อระดับมากกว่า 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng จะให้หน่อเป็นต้นใบขาว อ้อยที่ติดเชื้อใบขาวระดับสูงพบว่ามีสภาวะเครียดออกซิเดชั่นสูง และความแตกต่างของชุดดินมีผลต่อสภาวะเครียดและปริมาณเชื้อใบขาวในอ้อย โดยพบว่ากลุ่มต้นที่ปลูกในหน้าดินจากชุดดินวาริน มีปริมาณเชื้อสูงกว่ากลุ่มต้นที่ปลูกในหน้าดินจากชุดดินกำแพงแสน การทดสอบในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีเชื้อใบขาวในระดับต่ำกว่า 0.5-10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng

ในสภาพแวดล้อมต่างๆ 5 แหล่ง ได้แก่ ศวพ. บุรีรัมย์ แปลงเกษตรกรในอำเภอลำปลายมาศ ศวพ. สุรินทร์ ศวพ.โนนสูง และ ศวพ. ศรีษะเกษ ไม่พบอาการใบขาวในอ้อยปลูก ดังนั้นระดับปริมาณเชื้อที่ควรใช้ในการคัดกรองต้นแม่พันธุ์ควรอยู่ที่ระดับต่ำกว่า 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng สำหรับการขยายพันธุ์สะอาด รวมทั้งเป็นระดับที่ใช้ควบคุมการระบาดของโรคใบขาวได้

การศึกษาถึงการเพิ่มของปริมาณเชื้อใบขาวในเนื้อเยื่ออ้อยทำการศึกษาใน 2 สภาวะ ได้แก่ (1) ในสภาพไร่ จากการวิเคราะห์ตัวอย่างอ้อยที่ปลูกในแปลง ศวร.ขก. ที่ไม่ได้ใส่ปัจจัยอื่นนอกจากให้น้ำในช่วงหน้าแล้ง และอ้อยแสดงภาวะเครียดจากการขาดน้ำ พบว่าเชื้อใบขาวมีการเพิ่มปริมาณสูงขึ้นภายในต้นเมื่อเข้าสู่หน้าแล้งและเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่อเข้าสู่หน้าฝน โดยในช่วงเริ่มต้น (พ.ย. ถึง ธ.ค.) มีต้นที่มีเชื้อระดับปลอดภัย (สีฟ้าและสีเขียว) เป็นจำนวนร้อยละ 65 และ 72 ตามลำดับ และสีเหลืองร้อยละ 35 และ 28 ตามลำดับ ในช่วงฤดูร้อน (มี.ค.) มีปริมาณเชื้อระดับสีเหลืองเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 74 และเมื่อเข้าสู่หน้าฝนมีต้นที่มีต้นที่มีปริมาณเชื้อเข้าสู่ระดับสีส้มร้อยละ 16 ส่วนต้นที่มีเชื้อในระดับปลอดภัยลดลงเหลือเพียงร้อยละ 10แสดงให้เห็นว่าเชื้อใบขาวมีการเพิ่มปริมาณภายในต้นตามการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเมื่อนำต้นระดับปริมาณเชื้อสีส้มนี้ไปปลูกขยาย จะได้เป็นต้นใบขาว (2) ในสภาพการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ผลการตรวจปริมาณเชื้อใบขาวในต้นอ่อนอ้อยที่ขยายพันธุ์ในรุ่น 1 ถึง 7 พบว่าเชื้อไฟโตพลาสมามีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามจำนวนรุ่นที่ขยาย โดยพบว่าในรุ่นที่ 1-3 มีต้นที่มีเชื้ออยู่ในระดับรหัสสีเขียวร้อยละ 50-94 ส่วนในรุ่นการขยายที่ 4- 6 พบว่าเชื้อมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นภายในต้น โดยมีมีสัดส่วนของต้นที่มีปริมาณเชื้อในระดับสีเหลืองร้อยละ 60-94 จากการตรวจวิเคราะห์พบว่าเชื้อมีการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอภายในเนื้อเยื่อทำให้ประชากรต้นอ่อนที่ได้จากการขยายเพิ่มปริมาณจากต้นแม่ มีปริมาณเชื้อภายในประชากรแปรปรวนสูง ดังนั้นในการขยายพันธุ์อ้อยปลอดเชื้อด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำเป็นต้องมีการตรวจเชื้อเพื่อคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อสำหรับการขยายในรุ่นต่อมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรุ่นที่ 2 และไม่ควรขยายพันธุ์เกิน 3 -4 รุ่น ซึ่งพบว่าต้นที่ขยายในรุ่นที่ 5 มีลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ แคระแกร็น ไม่เหมาะสมต่อการนำไปปลูกขยาย

โรคใบขาวอ้อยนอกจากแสดงอาการใบขาวแล้ว ยังพบว่าอาการเส้นกลางใบเหลืองเป็นอาการหนึ่งของโรคใบขาว ซึ่งถูกเข้าใจว่าเป็นการขาดธาตุอาหารและนำต้นที่มีอาการเหล่านี้ไปขยายพันธุ์ ในสภาพปลูกที่ไม่เหมาะสม จะแสดงอาการใบขาวได้ ผลจากการศึกษาอุบัติการณ์การตรวจพบเชื้อโรคใบขาวอ้อยที่มีอาการร่วมกับเส้นกลางใบเหลือง จากการสำรวจในแหล่งปลูกอ้อย 7 จังหวัด ทั้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกของไทย สามารถสำรวจและรวบรวมตัวอย่างอ้อยที่มีอาการคล้ายโรคนี้ได้ทั้งสิ้น 240 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินจำนวนทั้ง 7 จังหวัด ผลการตรวจวิเคราะห์ดินจากแปลงที่สำรวจ พบว่า จังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี และนครสวรรค์ ระดับ pH ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สูงส่วนจังหวัดกาญจนบุรีมีปริมาณเหล็กที่ต่ำ ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อยของแต่ละจังหวัดอยู่ที่ระดับปกติ การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาจากตัวอย่างใบด้วยเทคนิค Nested-PCR มีตัวอย่างที่ให้ผลบวก คิดเป็นร้อยละ 95 ซึ่งส่วนใหญ่มีการติดเชื้อไฟโตพลาสมาในปริมาณที่สูง ตั้งแต่ระดับสีแดง (>1,000 copies/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม) จนถึงระดับสีเหลือง ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ พบว่าทั้งหมดเป็นเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ Sugarcane green grassy shoot (SCGGS), Sugarcane grassy shoot (SCGS) *และ* Sugarcane white leaf (SCWL) ดังนั้นอาการเส้นกลางใบเหลืองนี้จึงเป็นอาการหนึ่งของโรคอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา ซึ่งไม่ควรนำไปขยายพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

การหาแนวทางกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในเนื้อเยื่ออ้อย ทำการศึกษาใน 2 แนวทาง ได้แก่ (1) การหาเชื้อปฏิปักษ์ต่อเชื้อใบขาว พบว่าเชื้อกลุ่ม Xanthomonas สาเหตุโรคใบลวก ทำให้มีต้นที่แสดงอาการใบขาวลดลง จากการปลูกเชื้อ Xanthomonas sp สาเหตุโรคใบลวก 5 ไอโซเลต ในต้นกล้าพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีการติดโรคใบขาว พบว่า isolate B และ D มีแนวโน้มของเชื้อใบขาวลดลงหรือคงตัว ซึ่งอาจนำไปพัฒนาต่อเป็นสารกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาในเนื้อเยื่อได้ แนวทางที่ (2) การฉายรังสีแกมม่าแบบเฉียบพลัน พบค่า LD_{50} ของระดับปริมาณรังสีในอ้อยพันธุ์ขอนแก่น3 ที่ 47 Gy โดยระดับรังสีที่ 90 Gy ขึ้นไป ต้นตายทั้งหมด และที่ 30 Gy มีการเจริญเติบโตปกติ การทดสอบในอ้อยที่ติดโรคใบขาวพบว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ฉายรังสีมีการแสดงอาการใบขาวมากกว่ากลุ่มฉายรังสี (60.8% และ 14.3% ตามลำดับ) และที่ 5 เดือนหลังปลูกพบว่ากลุ่มควบคุมมีต้นที่มีเชื้อสูงและแสดงอาการใบขาวมากกว่าในกลุ่มฉายรังสี จากการศึกษาพบว่าระดับปริมาณเชื้อในเนื้อเยื่ออาจมีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้รังสี รังสีที่ระดับ 20-60 Gy อาจสามารถกำจัดเชื้อไฟโตพลาสมาที่มีปริมาณในระดับ 1 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng หรือน้อยกว่าได้ ในขณะที่เชื้อในระดับ 1-10 copy/ul ในดีเอ็นเอพืช 25 ng ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ฉายและไม่ฉายรังสี

วิธีการตรวจเชื้อใบขาวในปัจจุบันยังมีปัญหาความล่าช้า ความไว ความแม่นยำของวิธีการและราคาแพง ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการใหม่ 4 วิธีการ เป็นวิธีการในการตรวจโรคใบขาว 3 วิธีการ และวิธีการในการตรวจการติดเชื้อซ้ำซ้อนอีก 1 วิธีการ การพัฒนาเทคนิคใหม่ M13-tagged two-steps-PCR เพื่อทดแทนวิธี nested-PCR ที่ใช้เวลานานและราคาสูงในการตรวจโรคใบขาว พบว่าวิธีใหม่มีความไวสูงขึ้นกว่า PCR ทั่วไปแต่น้อยกว่าวิธี nested-PCR ใช้เวลาและค่าใช้จ่ายลดลงเท่าตัว การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่ในการตรวจยีน Immunodominant protein (IMP) สำหรับการตรวจระดับปริมาณเชื้อใบขาวด้วย qPCR เพื่อทดแทนเครื่องหมายโมเลกุลเดิมที่มีปัญหา พบว่ามีความจำเพาะต่อชนิดของเชื้อใบขาวสูง ทำให้ตรวจวัดปริมาณเชื้อด้วย qPCR ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น การพัฒนาเทคนิคตรวจโรคใบขาวที่ง่ายและรวดเร็ว ด้วยเทคนิค LAMP พบว่าเป็นเทคนิคที่มีความไวสูง ใช้เวลาในการตรวจเพียง 2 ชั่วโมง ประหยัด ใช้เครื่องมือจำนวนน้อย และง่ายต่อการปฏิบัติ สามารถนำไปใช้ในการตรวจโรคใบขาวได้ในห้องปฏิบัติทั่วไป ในตัวอย่างอ้อยที่มีการติดเชื้อแบคทีเรียอื่นซ้ำซ้อนบางชนิดพบว่ารบกวนผลการตรวจหาเชื้อโรคใบขาว ทำให้แปลผลผิดหรือไม่สามารถอ่านผลได้ การตรวจแยกเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีดั้งเดิมใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 14 วัน การพัฒนาวิธีการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียแบบใหม่ด้วยเทคนิค High-Resolution Melting (HRM) พบว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สามารถตรวจจำแนกชนิดของเชื้อที่ซ้ำซ้อนอยู่กับโรคใบขาวได้อย่างรวดเร็วภายในเวลา 1 วัน ผลการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลจากยีน 16S-23S rDNA (p210/p1370) พบว่าสามารถตรวจเชื้อและจำแนกเชื้อจากตัวอย่างอ้อยได้อย่างน้อย 8 ชนิด สามารถตรวจวิเคราะห์ได้หลายตัวอย่างต่อครั้ง โดยมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียต่ำที่สุดที่สามารถตรวจสอบได้ คือ 0.1% ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลตัวอย่างอ้อยที่มีการติดเชื้อซ้ำซ้อนได้ง่ายและรวดเร็ว

เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นนี้ รวมทั้งข้อมูลองค์ประกอบ จะทำให้สามารถนำมาใช้ในการจัดการและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และต่อเนื่องจากต้นทางที่ผลิตแม่พันธุ์สะอาด จนถึงปลายทางที่ควบคุมระดับปริมาณเชื้อในแปลงให้อยู่ในระดับที่ไม่สร้างความเสียหายต่อผลผลิต จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาจัดทำเป็นคำแนะนำการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัดโรคใบขาวเฉพาะพื้นที่ที่ผสมผสานข้อมูลการจัดการในสภาพไร่ การใช้ท่อนพันธุ์สะอาด ที่ใช้เทคโนโลยีด้านการตรวจคัดกรอง

โรค ร่วมกับองค์ความรู้ด้านการลดความเสี่ยงในการขยายพันธุ์อ้อยปลอดโรคใบขาวด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งจะนำไปสู่การลดความเสียหายจากโรคใบขาวและการจัดการควบคุมการระบาดของโรคได้อย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร