

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

- 1. แผนงานวิจัย** : แผนงานวิจัยศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย
- 2. โครงการวิจัย** : พัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อย ในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
กิจกรรม :
- 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม โรคใบขาว และความเสียหายของอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : The relationship between environment to sugarcane white leaf disease and sugarcane yield lost in the northeast region of Thailand
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : กาญจนา กิระศักดิ์¹
ผู้ร่วมงาน : ชยันต์ ภักดีไทย¹ มัทนา วานิชย์¹ ภาคภูมิ ถิ่นคำ¹ เนติรัฐ ชุมสุวรรณ์¹ แคทลียา เอกอุ่น²

5. บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม โรคใบขาว และความเสียหายของอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ไม่มีแบบการทดลอง ดำเนินงานในพื้นที่แปลงเกษตรกร ใช้วิธีการคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการเก็บข้อมูลจากพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวในปี 2559 และแบ่งเขตพื้นที่การเก็บข้อมูลในแต่ละพื้นที่ปลูกอ้อยโดยใช้โปรแกรม Quantum GIS และหาความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) ซึ่งแบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกอ้อย 2) เก็บข้อมูลการระบาดของใบขาวอ้อย และ 3) ประเมินความสูญเสียของผลผลิตอ้อยจากการเข้าทำลายของโรคใบขาว ซึ่งการดำเนินงานในครั้งนี้ เพื่อต้องการดูผลกระทบที่เกิดจากสภาพแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในแต่ละพื้นที่ปลูก ผลการดำเนินงาน พบว่า การใช้ Quantum GIS ทำการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตการปกครองและสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Prec) สามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 Tmax สูง และ Tmin สูง และ Prec.ต่ำ กลุ่มที่ 2 Tmax สูง และ Prec.สูง กลุ่มที่ 3 Tmax สูง และ Prec.ต่ำ กลุ่มที่ 4 Tmin สูง และ Prec.สูง กลุ่มที่ 5 Tmin สูง และ Prec.ต่ำ กลุ่มที่ 6 Prec.สูง กลุ่มที่ 7 Prec.ต่ำ ซึ่ง Tmax สูง มีค่าระหว่าง 32.09-32.98 °C Tmin สูง มีค่าระหว่าง 19.20-20.17 °C ปริมาณน้ำฝนสูง มีค่าระหว่าง 37.8-45.9 มม. และปริมาณน้ำฝนต่ำมีค่าระหว่าง 22.2-25.4 มม. และคัดเลือกได้

¹สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

²สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์

พื้นที่เก็บข้อมูล จำนวน 48 แปลง ในจังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา ผลการดำเนินงานพื้นที่ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 - ตุลาคม 2561 พบว่ามี 40 แปลง ที่อ้อยแสดงอาการใบขาว 0-17.6 % โดยเดือนพฤษภาคมมีการระบาดของโรคมามากที่สุด รองลงมาคือ เดือนมีนาคมและเมษายนตามลำดับ ชนิดดินที่พบอาการใบขาวมากที่สุดคือดินร่วนปนทราย รองลงมาคือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และ ดินทรายปนร่วนตามลำดับ ค่าความเป็นกรดต่างของดินในช่วง 4.6-8.1 อินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.14-1.49 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 3.37-87.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 38.8-313 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียม 0.09-9272 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ แมกนีเซียม 6.43-805 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอายุ พันธุ์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินต่อร้อยละของการแสดงอาการใบขาว ดังสมการ $\%SWLD = -10.8335 + (\text{อายุ} \times 1.36824) + (\text{พันธุ์} \times 6.102) + (\text{อินทรีย์วัตถุในดิน} \times 17.371) + (\text{Exchangable K} \times -0.05582)$ ค่า $R^2=0.40$ และเมื่อปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูล ได้สมการดังนี้ $\%SWLD = 12.1038 + (\text{เนื้อดิน} \times 0.76923) + (\text{พันธุ์} \times -2.05701) + (\text{อุณหภูมิต่ำสุด} \times -0.43107)$ ค่า $R^2=0.46$
คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไฟโตพลาสมา ใบขาว อ้อย

6. คำนำ

ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ปลูกในดินทรายหรือร่วนปนทราย บางพื้นที่พบปัญหาแห้งแล้งยาวนาน ฝนตกไม่สม่ำเสมอ หรือสภาพอากาศแปรปรวน และพบปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตของอ้อยลดลงคือ การเกิดโรคใบขาวซึ่งสามารถทำให้ผลผลิตลดลง 30-100% ในปี 2551 พบการระบาดของโรคใบขาวในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น มหาสารคาม และอุดรธานี ทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า 50% สาเหตุของโรคเกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมาจากเพลี้ยจักจั่นเป็นแมลงพาหะนำโรค อ้อยที่เป็นโรคจะมีคลอโรฟิลล์ลดลง ใบอ้อยที่เป็นโรคมักจะมีสีขาวหรือสีเขียวอ่อน หรือขาวสลับกับเขียวอ่อน มีการแตกกอฝอยคล้ายกอหญ้า ไม่เจริญเติบโตและตายไป สามารถเกิดได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต นอกจากนั้นการระบาดยังสามารถติดไปกับท่อนพันธุ์ได้ด้วย (แฉล้มและสุพัตรา, 2551)

จากสภาวะปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Climate variability or change) หรือภาวะโลกร้อน (Global warming) ที่เกิดขึ้นนับวันจะรุนแรงมากขึ้น และส่งผลกระทบต่อการทำเกษตรในทุกประเทศ การศึกษาอุณหภูมิของโลกที่เปลี่ยนแปลง พบว่า ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (ค.ศ.1906-2005) อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น 0.74 องศาเซลเซียส ในรายงาน Intergovernmental Panel on Climate Change (Lemke *et al.*, 2007) ซึ่งมากกว่าที่เคยประเมินไว้ (0.60 องศาเซลเซียส โดย IPCC 2001) และในรอบ 156 ปี (ค.ศ.1850 – 2006) ปีที่อุณหภูมิสูงสุด เป็นปีหลังนี้ทั้งสิ้น เช่นเดียวกันกับในประเทศไทย การติดตามอุณหภูมิที่สถานีตรวจวัดสนามบินเชียงใหม่โดยข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาในรอบ 30 ปี ระหว่าง ค.ศ. 1971-2000 เทียบกับในรอบ 10 ปี ล่าสุด ระหว่าง ค.ศ. 2003-2012 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดเพิ่มขึ้น 0.60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น 0.81 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี เพิ่มขึ้น 13.2 มิลลิเมตร (อรรถชัย, 2556)

สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปและเกี่ยวข้องกับการเกษตร ได้แก่ การเริ่มต้นฤดูมรสุมที่ล่าช้าออกไป หรือเร็วขึ้นในบางปี อุณหภูมิที่สูงขึ้น การสิ้นสุดของฝนไม่แน่นอน เกิดพายุบ่อยครั้ง มีสภาพฝนตกชุก และโดยเฉพาะ ฝนทิ้งช่วงที่เกิดบ่อยขึ้น อาจส่งผลให้โรคปรับตัวและเปลี่ยนพืชอาศัย (Plant Host) ได้ (Fuhrer, 2003) จึงได้มีการศึกษาการแสดงอาการของโรคใบขาว ในพื้นที่ปลูกอ้อยหลักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อเป็นข้อมูลในการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวในแหล่งปลูกสำคัญ

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- แปลงอ้อยในแหล่งปลูกอ้อยสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- เทปวัดระยะ
- ไม้ปักแปลง
- ป้ายพลาสติก
- เครื่องมือประมวลผล
- เครื่องวัดพิกัด GPS

วิธีการ

มี 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 จัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกอ้อย

1.1 แบ่งกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน และมีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโรคใบขาว เช่น พื้นที่ปลูกอ้อยที่มีช่วงแห้งแล้งนาน ชนิดดินเนื้อหยาบ (ทรายจัด) หรือมีรายงานพบการระบาดของโรคใบขาวของอ้อยมาก โดยคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการเก็บข้อมูลจากพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวในปี 2559 และแบ่งพื้นที่ปลูก จากนั้นใช้โปรแกรม QGIS ทำการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตการปกครอง สภาพภูมิอากาศ และพื้นที่ปลูกอ้อยเพื่อจัดกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อย จากนั้นกำหนดพื้นที่ตัวแทนในการเก็บข้อมูล จำนวน 48 แปลง ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิและนครราชสีมา

1.2 จัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ปลูกอ้อยโดยการติดตั้งเครื่องวัดสภาพภูมิอากาศแบบอัตโนมัติ เริ่มตั้งแต่อ้อยงอก-อ้อยอายุ 6 เดือน และจัดเก็บตัวอย่างดินในแปลงมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ 1 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 จัดเก็บข้อมูลการระบาดของใบขาวอ้อย

2.1 จัดเก็บข้อมูลต้นอ้อยที่แสดงอาการใบขาวในแปลงปลูกอ้อยจาก 48 แปลงที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยการนับจำนวนต้นอ้อยทั้งหมดและต้นอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว ทุก 2 สัปดาห์ นาน 6 เดือน เมื่ออ้อยปลูกอายุ 1 เดือน ส่วนในอ้อยตอนนับเมื่ออ้อยงอก 1 เดือน

2.2 วิเคราะห์การระบาดของโรคใบขาวอ้อย

2.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการระบาดของโรคใบขาวและสภาพแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินความสูญเสียของผลผลิตอ้อยจากการเข้าทำลายของโรคใบขาว

โดยวิธีตรวจนับการเข้าทำลายกอจากอ้อยแต่ละกอ ด้วยวิธี Single tiller method โดย Richardson *et al*, 1975) ในแปลงเกษตรกร จำนวน 12 แปลง โดยคัดเลือกจากพื้นที่จากชั้นตอนที่ 1 และ 2 ทำการสุ่มอ้อย 15 แถวๆ ยาว 32.5 เมตร ในพื้นที่ปลูก 1 ไร่ นับต้นอ้อยดีและต้นอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว ตรวจผลทุกเดือน เริ่มนับเมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน ดังนี้

3.1 การตรวจแต่ละครั้งจะตรวจกอเดิมที่เคยบันทึกไว้ เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 12 เดือน ชั่งน้ำหนักผลผลิตตามที่บันทึกการเข้าทำลายไว้

3.2 ประเมินความสูญเสียของผลผลิตอ้อยจากการเข้าทำลายของโรคใบขาว โดยนำข้อมูลการตรวจนับการเข้าทำลายแต่ละกอที่มีร้อยละการทำลายตลอดระยะ 4 เดือน ก่อนเก็บเกี่ยว มารวมกลุ่มร้อยละการเข้าทำลาย คือ (1) ไม่มีการเข้าทำลาย (2) ร้อยละ 1-25 (3) ร้อยละ 26-50 (4) ร้อยละ 51-75 (5) ร้อยละ 75-100 จากนั้นเฉลี่ยร้อยละการทำลายของแต่ละกลุ่มและเฉลี่ยผลผลิตอ้อยแต่ละกลุ่มเฉลี่ยต่อไร่ หาร้อยละผลผลิตอ้อยที่ลดลง นำร้อยละหน่ออ้อยที่ถูกทำลายและผลผลิตอ้อยที่ลดลงไปวิเคราะห์ผล โดยการใช้การวิเคราะห์แบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression analysis)

3.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต้นอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว ระดับความเสียหายและสภาพแวดล้อม เวลาและสถานที่

- ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2562 ดำเนินการในไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี กาฬสินธุ์ นครราชสีมา ชัยภูมิ และมหาสารคาม

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

จากการใช้โปรแกรม Quantum GIS ทำการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตการปกครอง และสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน) ที่ใช้ข้อมูลเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน โดยเฉลี่ยจากข้อมูล 30 ปีย้อนหลัง พบว่าสามารถจัดกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อยเพื่อใช้คัดเลือกเป็นตัวแทนเก็บข้อมูลเป็น 7 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 Tmax สูง และ Tmin สูง และ Prec.ต่ำ

กลุ่มที่ 2 Tmax สูง และ Prec.สูง

กลุ่มที่ 3 Tmax สูง และ Prec.ต่ำ

กลุ่มที่ 4 Tmin สูง และ Prec.สูง

กลุ่มที่ 5 Tmin สูง และ Prec.ต่ำ

กลุ่มที่ 6 Prec.สูง

กลุ่มที่ 7 Prec.ต่ำ

โดยค่าของ Tmax สูง มีค่าระหว่าง 32.09-32.98 °C Tmin สูง มีค่าระหว่าง 19.20-20.17 °C ปริมาณน้ำฝนสูง มีค่าระหว่าง 37.8-45.9 มม. ปริมาณน้ำฝนต่ำมีค่าระหว่าง 22.2-25.4 มม. จากนั้นซ้อนทับด้วยแผนที่พื้นที่ปลูกอ้อยและแผนที่กริด (Grid) หรือ แผนที่ตารางสี่เหลี่ยมขนาด 10x10 กิโลเมตร พบมีจำนวน 922 กริดและมีพื้นที่ปลูกอ้อยกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 5 กลุ่มที่ 6 และ กลุ่มที่ 7 ที่มีการปลูกอ้อย จากนั้นได้คัดเลือกเก็บข้อมูล

จำนวน 48 แปลง ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา (Figure 1) เริ่มบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดินและการระบาดของโรคใบขาวตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 - ตุลาคม 2561 บันทึกข้อมูลการเกิดโรค พบอาการใบขาวตั้งแต่ 0-17.6 % มีแปลงอ้อยเกษตรกรจำนวน 8 รายที่ยังไม่พบอาการใบขาว จากข้อมูลพบว่าเดือนพฤษภาคมเป็นเดือนที่พบการระบาดของโรคมามากที่สุดรองลงมาคือ เดือนมีนาคมและเมษายน ตามลำดับ ชนิดดินที่พบอาการใบขาวมากที่สุดคือดินร่วนปนทราย รองลงมาคือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และ ดินทรายปนร่วน ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดต่างของดินอยู่ในช่วง 4.6-8.1 อินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.14-1.49 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 3.37-87.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 38.8-313 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียม 0.09-9272 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ แมกนีเซียม 6.43-805 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1-7)

นำข้อมูลการแสดงอาการใบขาวมาจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการแสดงอาการใบขาวสูงสุดของแต่ละแปลงที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลพื้นที่และข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) ซึ่งเป็นวิเคราะห์เพื่อเลือกตัวแปรต้นที่เหลืออยู่ในสมการมีนัยสำคัญทางสถิติทุกตัวแปร (นงลักษณ์, 2553) พบความสัมพันธ์ระหว่างอายุ พันธุ์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินต่อร้อยละของการแสดงอาการใบขาว ดังสมการ

$$\%SWLD = -10.8335 + (\text{อายุ} \times 1.36824) + (\text{พันธุ์} \times 6.102) + (\text{อินทรีย์วัตถุในดิน} \times 17.371) + (\text{Exchangable K} \times -0.05582)$$

โดยมี ค่า $R^2=0.40$ ซึ่งอาจจะไม่สามารถทำนายการแสดงอาการใบขาวของอ้อยได้อย่างแม่นยำจึงดำเนินการปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม โดนเน้นการใช้ข้อมูลสภาพอากาศจาก New_LocClim (Grieser et al., 2006). โดยใช้ interpolation techniques ในการคำนวณข้อมูลสภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศรอบๆบริเวณแปลงเก็บข้อมูล คำนวณเป็นสภาพอากาศรายวัน ใช้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยย้อนหลัง 30 วัน มาเป็นประกอบกับระดับการแสดงผลการใช้ Stepwise Regression analysis พบความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดต่อร้อยละของการแสดงอาการใบขาว (Table 8-11) ดังสมการ

$$\%SWLD = 12.1038 + (\text{เนื้อดิน} \times 0.76923) + (\text{พันธุ์} \times -2.05701) + (\text{อุณหภูมิต่ำสุด} \times -0.43107)$$

โดยมี ค่า $R^2=0.46$ อาจจะไม่สามารถทำนายการแสดงอาการใบขาวของอ้อยได้อย่างแม่นยำเช่นเดียวกันจากการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการแสดงผลการใช้ Stepwise Regression analysis เพื่อจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในช่วงของการสำรวจ 2 ปีแรก (2559-2560) มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่ และในปี 2561-2562 ที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในส่วนของข้อมูลสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อร้อยละของการเกิดอาการใบขาวแต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี ยังมีค่าค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.40 และ 0.46 ตามลำดับ

Number of Fields Survey	Percentage of sugarcane white leaf symptoms							
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
7	0.00	0.00	0.04	0.09	0.13	0.09	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05

Table 4 Percentage of sugarcane white leaf symptoms on sugarcane in Nakhon Ratchasima province (every month)

Number of Fields Survey	Percentage of sugarcane white leaf symptoms							
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.35	0.23	0.18	0.06	0.00
4	0.00	0.00	0.00	1.02	0.45	1.30	1.47	0.79
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	0.00	0.00	0.35	0.62	0.53	0.18	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.97	0.67	0.67

Table 5 Percentage of sugarcane white leaf symptoms on sugarcane in Maha Sarakham Province (every month)

Number of Fields Survey	Percentage of sugarcane white leaf symptoms				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
1	0.52	1.46	0.83	2.40	3.65
2	0.19	1.67	1.58	6.76	9.35
3	0.66	0.80	1.41	2.72	5.16
4	0.48	3.81	6.61	10.83	17.62
5	0.00	0.08	0.23	3.80	10.70
6	0.26	0.94	0.63	2.45	4.21
7	0.00	0.26	0.39	0.39	1.05
8	0.00	0.14	0.14	1.28	11.35

Table 5 Percentage of sugarcane white leaf symptoms on sugarcane in Udon Thani Province

Table 7 Environmental information, soil analysis and maximum Percentage of sugarcane white leaf symptoms (%D) of sugarcane

Number of Fields Survey	Province	Variety	Planting	Max %D	Max %D (Month)	Soil Texture	pH	EC dS/m (mg/kg)	%OM (mg/kg)	P2O5 (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
1	Kalasin	KK88-92	November	0.22	January	Loam	7.6	0.050	0.33	7	50	563	56
2	Kalasin	KK3	October	0.25	March	Sandy loam	4.7	0.050	0.65	9	68	356	6
3	Kalasin	KK3	October	0.44	March	Sandy loam	6.6	0.020	0.28	12	90	1489	7
4	Kalasin	KK3	October	0.79	February	Sandy loam	5.4	0.010	0.25	3	30	316	42
5	Kalasin	KK3	October	1.22	April	Loam	5.3	0.020	0.33	9	62	298	75
6	Kalasin	KK3	February	9.02	April	Sandy loam	5.4	0.020	0.26	20	27	127	177
7	Khon Kaen	KK3	December	0.11	May	Sandy loam	5.8	0.039	0.31	10	90	933	175
8	Khon Kaen	KK3	December	0.18	March	Loam	6.5	0.038	0.24	3	61	2126	561
9	Khon Kaen	KK3	December	0.29	May	Sandy loam	5.0	0.021	0.25	6	63	45	185
10	Khon Kaen	KK3	December	0.39	April	Sandy loam	6.7	0.041	0.33	10	39	548	17
11	Khon Kaen	KK3	December	0.46	April	Silt loam	6.2	0.017	0.34	5	103	1121	805
12	Khon Kaen	KK3	November	1.13	February	Loam	8.1	0.103	0.54	4	190	846	43
13	Khon Kaen	KK3	December	1.98	May	Clay loam	6.3	0.012	0.30	4	85	375	71
14	Khon Kaen	ปลดหนี้	December	7.84	May	Sandy loam	5.2	0.061	0.21	11	180	45	30
15	Chaiyaphum	KK2	February	15.56	กรกฎาคม	Silty clay loam	7.7	0.031	1.50	7	236	9272	36
16	Chaiyaphum	KK3	January	0.05	April	Silty clay loam	7.5	0.069	1.21	8	149	3994	25
17	Chaiyaphum	KK3	December	0.13	March	Silty clay loam	6.0	0.126	1.10	18	314	1592	86
18	Chaiyaphum	KK3	November	0.21	February	Silty clay loam	6.9	0.060	0.58	8	126	655	15

Number of Fields Survey	Province	Variety	Planting	Max %D	Max %D (Month)	Soil Texture	pH	EC dS/m (mg/kg)	%OM (mg/kg)	P2O5 (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
19	Chaiyaphum	KK3	December	0.25	January	Loam	5.6	0.032	0.43	5	77	1346	13
20	Chaiyaphum	KK3	January	0.75	March	Silty clay loam	7.2	0.071	0.56	16	114	1,962	77
21	Chaiyaphum	LK92-11	December	2.35	May	Loamy sand	7.3	0.020	0.28	24	68	227	52
22	Chaiyaphum	KK3	November	2.35	February	Silty clay loam	6.1	0.101	0.38	10	48	1,156	20
23	Nakhon Ratchasima	KK3	November	14.66	April	Loam	4.7	0.071	0.40	9	117	278	11
24	Nakhon Ratchasima	LK92-11	January	45.07	April	Silty clay loam	5.6	0.098	1.10	13	51	1,649	64
25	Nakhon Ratchasima	KK3	January	10.95	June	Silty clay loam	5.5	0.043	1.32	4	256	2,032	16
26	Nakhon Ratchasima	KK3	November	0.34	April	Sandy loam	6.9	0.092	0.48	8	81	1,421	82
27	Nakhon Ratchasima	KK3	November	0.35	March	Sandy loam	5.2	0.069	0.34	9	219	154	304
28	Nakhon Ratchasima	KK3	November	0.62	March	Sandy loam	6.0	0.111	0.29	9	87	699	7
29	Nakhon Ratchasima	KK3	November	0.97	April	Loam	6.0	0.072	0.64	12	109	812	74
30	Nakhon Ratchasima	KK3	November	1.47	May	Sandy loam	6.3	0.047	0.32	10	101	221	12
31	Maha Sarakham	KK3	November	1.05	May	Sandy loam	4.7	0.032	0.24	22	47	79	74
32	Maha Sarakham	KK3	October	3.65	May	Loamy sand	5.4	0.012	0.22	21	77	0	29
33	Maha Sarakham	KK3	November	4.21	May	Sandy loam	5.2	0.015	0.20	23	96	54	52
34	Maha Sarakham	KK3	November	5.16	May	Loamy sand	5.8	0.011	0.20	15	53	0	116
35	Maha Sarakham	KK3	November	9.35	May	Sandy loam	5.0	0.030	0.20	14	69	72	20
36	Maha Sarakham	KK3	November	10.7	May	Sandy loam	6.0	0.057	0.24	15	44	317	62
37	Maha Sarakham	KK3	December	11.35	May	Sandy loam	6.0	0.009	0.14	5	44	51	7

Number of Fields Survey	Province	Variety	Planting	Max %D	Max %D (Month)	Soil Texture	pH	EC dS/m (mg/kg)	%OM (mg/kg)	P2O5 (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
38	Maha Sarakham	KK3	November	17.62	May	Loamy sand	5.5	0.039	0.68	87	85	0	16
39	Udon Thani	KK3	November	4.48	April	Silt loam	6.9	0.038	0.35	23	142	834	53
40	Udon Thani	LK92-11	November	3.81	March	Sandy loam	5.4	0.063	0.35	39	99	168	13
41	Udon Thani	KK3	November	6.44	March	Sandy loam	4.8	0.132	0.27	17	64	113	95
42	Udon Thani	KK3	November	2.8	March	Loam	5.3	0.041	0.52	25	70	532	4
43	Udon Thani	KK3	November	0.15	March	Sandy loam	5.5	0.045	0.27	9	71	364	12
44	Udon Thani	KK3	November	0.17	March	Loam	4.8	0.041	0.32	8	49	284	49
45	Udon Thani	KK3	November	0.61	March	Sandy loam	5.0	0.025	0.32	12	80	239	8
46	Udon Thani	LK92-11	December	8.61	April	Sandy loam	4.9	0.030	0.68	5	76	484	23

Table 8 List of farmers surveyed and environmental information in 2018

Number of Fields Survey	Sub district	District	Province	Sugarcane Type	Soil Suit	Planting
1	Na Chan	Mueang	Kalasin	1 st ratoon	*	*
2	Phai	Mueang	Kalasin	1 st ratoon	*	*
3	Phu Por	Mueang	Kalasin	1 st ratoon	*	*
4	Phu Por	Mueang	Kalasin	1 st ratoon	*	*
5	Chiang Khru	Mueang	Kalasin	1 st ratoon	*	*
6	Chiang Khru	Mueang	Kalasin	1 st ratoon	*	*
7	Nong No	Kranuan	Khon Kaen	plant cane	Chakkarat	Nov
8	Phang Thuai	Nam Phong	Khon Kaen	plant cane	Wang Nam Khiao	Oct
9	Kham Muang	Khao Suan Kwang	Khon Kaen	plant cane	-	Nov
10	Huay Yang	Khon San	Chaiyaphum	plant cane	Phon Phisai	Nov
11	Nong Phon Ngam	Kaset Sombun	Chaiyaphum	plant cane	Korat	Nov
12	Nong Toom	Phu Khiao	Chaiyaphum	plant cane	Ratdhaburi	Oct
13	Nong Phluang	Chakkarat	Nakhon Ratchasima	plant cane	*	Dec
14	Hin Kon	Chakkarat	Nakhon Ratchasima	plant cane	Nong Bunnak	Nov
15	Mueang Phlabphla	Huai Thalaeng	Nakhon Ratchasima	plant cane	Bua Lai	Dec
16	Lao	Kosum Phisai	Maha Sarakham	plant cane	Ban Phai	*
17	Nong Kung Sawan	Kosum Phisai	Maha Sarakham	plant cane	Ban Phai	*
18	Lao	Kosum Phisai	Maha Sarakham	plant cane	Ban Phai	*
19	Tum Tai	Kumphawapi	Udon Thani	plant cane	Korat	Nov
20	Nong Wa	Kumphawapi	Udon Thani	plant cane	Korat	Nov
21	Bungkaew	Non-Sa-at	Udon Thani	plant cane	Korat	Nov

* non-available

Table 9 Percentage of sugarcane white leaf symptoms on sugarcane in 2018

Number of Fields Survey	No.				
	1	2	3	4	5
1	0.00	0.00	1.92	1.21	0.00
2	0.00	0.00	1.64	0.00	0.00
3	1.36	0.69	0.00	2.83	0.00

Number of Fields Survey	No.				
	1	2	3	4	5
4	0.19	0.00	0.00	0.15	0.00
5	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00
6	3.55	3.80	4.42	4.42	4.42
7	3.50	3.80	4.40	4.40	4.40
8	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	1.64	9.60	10.10
10	0.00	0.00	1.95	7.50	8.20
11	0.29	0.29	2.97	6.70	7.40
12	1.82	6.40	7.63	7.91	8.07
13	1.80	6.40	7.60	7.90	8.10
14	0.90	0.00	0.30	0.53	0.00
15	0.00	1.79	1.03	0.85	0.74
16	0.00	1.80	1.00	0.90	0.70
17	0.00	2.90	4.80	4.90	4.90
18	0.00	0.00	1.95	0.00	0.00
19	0.00	0.42	0.22	0.21	0.00
20	*	*	*	*	*
21	1.36	0.00	0.05	1.39	0.00
22	0.00	0.00	0.10	0.07	0.00
23	0.29	0.29	2.97	0.00	0.00
24	*	*	*	*	*

* non-available

Table 10 Percentage of sugarcane white leaf symptoms on sugarcane in 2019

Number of Fields Survey	No.						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.00	0.50	1.06	0.89	0.08	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.03	0.00	0.37	0.45	0.00
4	0.00	0.03	0.00	0.29	0.11	0.00	0.00
5	0.00	0.22	0.02	0.02	0.18	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.48	0.48	0.12	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00
9	0.00	0.00	0.10	0.06	0.18	0.00	0.00

Number of Fields	No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Survey							
10	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.94	0.17	0.31	0.07	0.00	0.00
12	10.10	3.29	2.57	1.50	0.52	2.72	1.63
13	0.12	0.21	1.02	0.32	0.51	0.24	0.47
14	0.37	0.00	0.12	0.14	0.36	0.08	0.09
15	0.00	0.00	0.12	0.41	0.26	0.00	0.00

Table 11 Percentage of sugarcane white leaf symptoms (%D) and environmental information on sugarcane fields

Number of Fields Survey	%D	Age (day)	Texture ^{1/}	Plant Type ^{2/}	Variety ^{3/}	Max Temp Average 30 day (°C)	Min Temp Average 30 day (°C)	Precipitation Accumulation 30 day (°C)
1	0.22	75	3	2	1	35.54	23.24	62
2	0.08	249	3	1	2	31.94	24.02	166
3	0.08	187	1	2	1	32.44	24.15	137
4	0.09	278	3	1	2	31.27	23.85	186
5	0.12	152	3	1	2	35.38	24.11	68
6	0.12	65	1	2	1	32.11	25.45	857
7	0.12	136	1	2	1	28.27	23.66	516
8	0.12	93	3	1	2	31.39	17.94	6
9	0.14	184	3	1	2	34.57	24.82	151
10	0.14	306	3	1	2	31.10	23.84	235
11	0.15	143	2	2	1	32.26	24.19	178
12	0.18	86	2	2	1	35.15	24.87	139
13	0.18	167	3	2	1	32.44	24.15	141
14	0.21	123	3	1	2	34.10	21.65	24
15	0.24	249	3	1	2	31.94	24.02	166
16	0.26	123	1	2	1	28.27	23.66	2282
17	0.31	306	3	1	2	31.10	23.84	235
18	0.32	184	3	1	2	34.57	24.82	151
19	0.36	215	3	1	2	33.22	24.55	170
20	0.37	93	3	1	2	31.39	17.94	6
21	0.37	134	2	2	1	34.06	24.79	170

Number of Fields Survey	%D	Age (day)	Texture ^{1/}	Plant Type ^{2/}	Variety ^{3/}	Max Temp Average 30 day (°C)	Min Temp Average 30 day (°C)	Precipitation Accumulation 30 day (°C)
22	0.41	93	1	2	1	30.31	24.63	1783
23	0.45	163	2	2	1	32.95	24.46	173
24	0.47	278	3	1	2	31.27	23.85	186
25	0.48	78	1	2	1	32.11	25.45	133
26	0.48	106	1	2	1	30.27	24.60	377
27	0.50	95	1	2	1	35.54	23.24	61
28	0.51	215	3	1	2	33.22	24.55	170
29	0.52	173	3	2	1	33.22	24.55	170
30	0.89	157	1	2	1	33.72	24.56	152
31	1.02	152	3	1	2	35.38	24.11	68
32	1.06	129	1	2	1	35.35	24.57	119
33	1.50	142	3	2	1	34.57	24.82	151
34	1.63	236	3	2	1	31.27	23.85	186
35	2.14	264	3	2	1	31.10	23.84	235
36	2.57	110	3	2	1	35.38	24.11	68
37	2.72	207	3	2	1	31.94	24.02	166
38	3.29	81	3	2	1	34.10	21.65	24
39	10.10	51	3	2	1	31.39	17.94	6

^{1/}Texture 1 = clay 2=silt 3=sand

^{2/}Plant Type 1=plant Cane 2=Ratoon cane

^{3/}Variety 1=KK3 2=LK92-11 3=other

Table 12 Yield lost at percentage of sugarcane white leaf symptoms each level

Level ^{1/}	%yield lost			
	Khon Kaen	Nakhon Ratchasima	Chaiyaphum	Udon Thani
1	/ ^{2/}	/	/	/
2	2.60	6.06	15.43	5.83
3	/	/	/	/
4	/	/	/	/
5	/	/	/	/

^{1/} (1) not show sugarcane white leaf symptoms (2) percentage of sugarcane white leaf symptoms 1-25 (3) percentage of sugarcane white leaf symptoms 26-50 (4) percentage of sugarcane white leaf symptoms 51-75 (5) percentage of sugarcane white leaf symptoms 75-100

^{2/} not found sugarcane white leaf symptoms

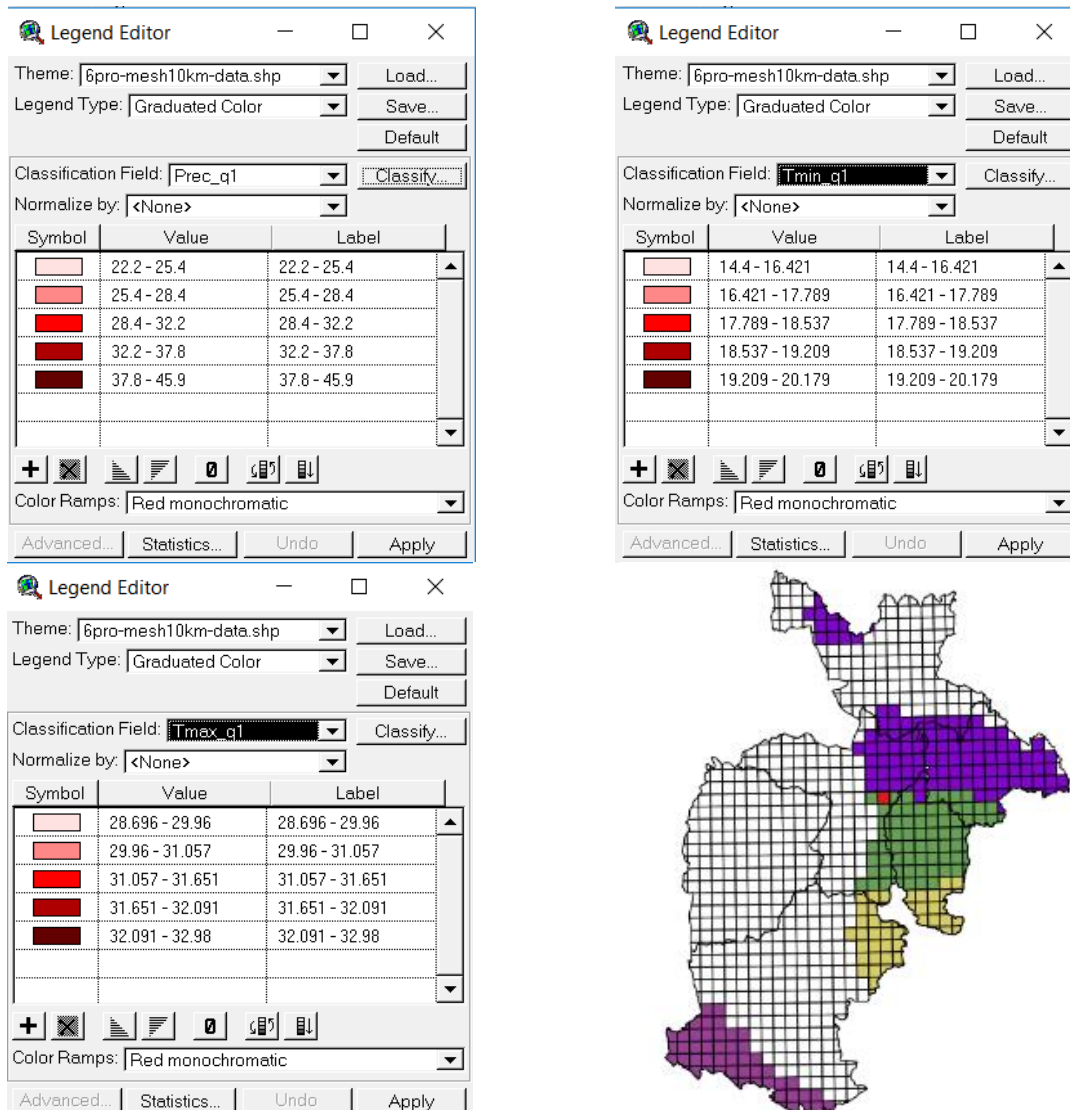


Figure 2 Environment criteria map for selecting target areas

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ใช้โปรแกรม Quantum GIS จัดกลุ่มตัวแทนพื้นที่เก็บข้อมูลได้ 7 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 Tmax สูง และ Tmin สูง และ Prec.ต่ำ กลุ่มที่ 2 Tmax สูง และ Prec.สูง กลุ่มที่ 3 Tmax สูง และ Prec.ต่ำ กลุ่มที่ 4 Tmin สูง และ Prec.สูง กลุ่มที่ 5 Tmin สูง และ Prec.ต่ำ กลุ่มที่ 6 Prec.สูง กลุ่มที่ 7 Prec.ต่ำ จำนวน 48 แปลง ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา

2. อ้อยแสดงอาการใบขาว 0-17.6 % จำนวน 40 แปลง มีการระบาดของโรคมากที่สุดเดือนพฤษภาคม

3. ชนิดดินที่พบอาการใบขาวมากที่สุดคือดินร่วนปนทราย โดยข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินที่ดำเนินการสำรวจมีค่าความเป็นกรดต่างของดินอยู่ในช่วง 4.6-8.1 อินทรีย์วัตถุร้อยละ 0.14-1.49 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในช่วง 3.37-87.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 38.8-313 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียม 0.09-9272 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ แมกนีเซียม 6.43-805 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4. ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการแสดงอาการใบขาวสูงสุดของแต่ละแปลงที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลพื้นที่และข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) พบความสัมพันธ์ระหว่างอายุ พันธุ์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินต่อร้อยละของการแสดงอาการใบขาว ดังสมการ

$$\%SWLD = -10.8335 + (\text{อายุ} \times 1.36824) + (\text{พันธุ์} \times 6.102) + (\text{อินทรีย์วัตถุในดิน} \times 17.371) + (\text{Exchangable K} \times -0.05582)$$

ค่า $R^2=0.40$

5. ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการแสดงอาการใบขาวช่วงอายุที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลสภาพอากาศโดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) พบความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดต่อร้อยละของการแสดงอาการใบขาวดังสมการ

$$\%SWLD = 12.1038 + (\text{เนื้อดิน} \times 0.76923) + (\text{พันธุ์} \times -2.05701) + (\text{อุณหภูมิต่ำสุด} \times -0.43107)$$

ค่า $R^2=0.46$

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากความสัมพันธ์ของการเกิดอาการใบขาวในอ้อยโรงงานสามารถพิจารณาปัจจัยเสี่ยงต่อการแสดงอาการใบขาวได้จากการเลือกใช้พันธุ์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดิน เนื้อดิน อุณหภูมิต่ำสุด นำไปสู่การพิจารณาเลือกใช้พันธุ์ พื้นที่ที่เหมาะสม หรือการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมไม่ให้อ้อยกระทบกับสภาพอากาศที่เสี่ยงต่อการแสดงอาการใบขาว

11. คำขอบคุณ

12. เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2555. การจัดการสมดุลาอาหารเพื่อเพิ่มความทนทานต่อโรคใบขาว ของอ้อยผลิตท่อนพันธุ์. ในเอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การถ่ายทอดเทคโนโลยี

การป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อย” วันที่ 24-25 กรกฎาคม 2555 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตร
สุพรรณบุรี

กาญจนา วาระวิชนี, วันเพ็ญ ศรีทองชัย และปรีเชษฐ์ ตั้งกาญจนภาสน์. 2555. พัฒนาเทคนิคการตรวจสอบเชื้อ
ไฟโตพลาสมา สาเหตุโรคใบขาวอ้อยด้วยกรดนิวคลีอิกตัวตรวจ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 2218-2232.

แฉล้ม มาศวรรณ และ สุพัตรา ดลโสภณ. 2551. โรคใบขาวอ้อย การระบาดที่เรื้อรังและรุนแรง. กสิกร 81(3): น.
45-54.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2553. ชุตวิชา 21701 การวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน หน่วยที่ 7 การศึกษา
วรรณกรรม ที่เกี่ยวข้อง และหน่วยที่ 10 สถิติวิเคราะห์เชิงปริมาณ: สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริก
หลักสูตรปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิลกุลและคณะ, 2555. การจัดการโรคใบขาวอ้อยด้วยการใช้พันธุ์ปลอดโรค. แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 3 : 241-
248 (2555). 241-2

อรรถชัย จินตะเวช. 2556. “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบต่อผลผลิตพืชหลักในอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง”.
วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม ISSN 2228 – 9356 : 5-23

Fuhrer, J. 2003. “Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global
climate change,” Agriculture, Ecosystems & Environment. 97(1-3): 1-20.

J. Grieser, R. Gomme and M. Bernardi. 2006. New LocClim - the Local Climate Estimator of FAO.
Geophysical Research Abstracts. Vol. 8. 08305.

Lemke, P & Ren, J.F. & Alley, R & Allison, Ian & Carrasco, Jorge & Flato, Gregory & Fujii, Y & Kaser,
Georg & Mote, Philip & Thomas, R & Zhang, Tingjun. 2007. IPCC, 2007. Climate Change
2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II & III to the Fourth Assessment
Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva.

Richardson M J, Jacks M. Smith M. 1975. Assessment of loss caused by barley mildew using Single
tillers. Plant Pathol. 24: 21-26.