

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **แผนงานวิจัย** : แผนงานวิจัยศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย
2. **โครงการวิจัย** : พัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อย ในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
กิจกรรม :
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม หนอนกอลายจุดเล็ก และความเสียหายของอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : The relationship between the environment to Sugarcane Early shoot borer and sugarcane yield lost in the northeast region of Thailand
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : ชยันต์ ภัคดีไทย¹
ผู้ร่วมงาน : กาญจนา กิระศักดิ์¹ มัทนา วานิชย์¹ ภาคภูมิ ถิ่นคำ¹ เนติรัฐ ชุมสุวรรณ¹ แคทลียา เอกอุ่น²

5. บทคัดย่อ

ศึกษาร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก และความเสียหายของอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ไม่มีแบบการทดลอง ดำเนินงานในพื้นที่แปลงเกษตรกร ใช้วิธีการคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการเก็บข้อมูลจากพื้นที่ที่มีการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็กในปี 2559 และแบ่งเขตพื้นที่การเก็บข้อมูลในแต่ละพื้นที่ปลูกอ้อย โดยใช้โปรแกรม Quantum GIS และหาความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) ซึ่งแบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกอ้อย 2) เก็บข้อมูลร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก และ 3) ประเมินความสูญเสียของผลผลิตอ้อยจากการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ซึ่งการดำเนินงานในครั้งนี้อยู่เพื่อต้องการดูผลกระทบที่เกิดจากสภาพแวดล้อมต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ในแต่ละพื้นที่ปลูก ผลการดำเนินงาน พบว่า การใช้ Quantum GIS ทำการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตการปกครอง และสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน (Prec) สามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ 1กลุ่มที่ 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 มีค่า ระหว่าง 37.8-45.9 มม.

¹สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

²สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์

และปริมาณน้ำฝนต่ำมีค่าระหว่าง 22.2-25.4 มม. และคัดเลือกได้พื้นที่เก็บข้อมูล จำนวน 48 แปลง ในจังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา ผลการดำเนินงานพื้นที่ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 - ตุลาคม 2561 พบว่ามีการระบาดของหนอนกออายุจุดเล็กสูงสุดในแปลงของนายธนายศ กอนกลาง ในพื้นที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมา ชนิดดิน Silty clay loam ปลูกอ้อยในเดือนมกราคม 2559 มีการระบาดของหนอนกอสูงสุดในเดือนเมษายน 2559 ร้อยละ 45.07 และพบการเข้าทำลายถึง ร้อยละ 67.17 ในปี 2560 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 และพบว่าพบความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ ปริมาณแมกนีเซียมในดินต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก (%Early Shoot Borer) ดังสมการ %EarlyShootBorer = $-0.70137 + (\text{Var} \times 7.05999) + (\text{Mg} \times 0.02825)$ ค่า $R^2=0.25$ และเมื่อปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูล ได้สมการดังนี้ %EarlyShootBorer = $32.1989 + (\text{เนื้อดิน} \times -1.82637) + (\text{อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 14 วัน} \times -0.72945) + (\text{ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วัน} \times 5.698 \times 10^{-3})$ ค่า $R^2=0.41$

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หนอนกออายุจุดเล็ก อ้อย

6. คำนำ

ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ปลูกในดินทรายหรือร่วนปนทราย บางพื้นที่พบปัญหาแห้งแล้งยาวนาน ฝนตกไม่สม่ำเสมอ หรือสภาพอากาศแปรปรวน และพบหนอนกออายุจุดเล็กที่เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุด หากมีการระบาดมากทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 5-40 เนื่องจากอ้อยมีการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นเมื่อนำหน่ออ้อยที่ถูกเข้าทำลายมากไปปลูกทำเป็นท่อนพันธุ์อ้อย จะทำให้การงอกลดลงหรือไม่งอกเลยหรือถ้างอกอ้อยจะไม่สมบูรณ์ ในต่างประเทศมีรายงานว่าการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กทำให้ผลผลิตลดลง 22-33% และ CCS ลดลง 2% (David, Easwaramoorthy and Jayanthi, 1986 อ้างโดย Patil and Hapase, 1981) ซึ่งมานิตา และคณะ (2553) ได้รายงานว่าการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กจากเกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจในอ้อยเมื่อมีการเข้าทำลายมากกว่าร้อยละ 10

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 (อรุณชัย, 2556)

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

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

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

วิธีการ

มี 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 จัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกอ้อย

1.1 แบ่งกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน และมีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของหนอนกอลายจุดเล็ก เช่น พื้นที่ปลูกอ้อยที่มีช่วงแห้งแล้งนาน หรือมีรายงานพบการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการเก็บข้อมูลจากพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวในปี 2559 และแบ่งพื้นที่ปลูก จากนั้นใช้โปรแกรม QGIS ทำการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตการปกครอง สภาพภูมิอากาศ และพื้นที่ปลูกอ้อยเพื่อจัดกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อย จากนั้นกำหนดพื้นที่ตัวแทนในการเก็บข้อมูล จำนวน 48 แปลง ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา

1.2 จัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ปลูกอ้อยโดยการติดตั้งเครื่องวัดสภาพภูมิอากาศแบบอัตโนมัติ เริ่มตั้งแต่อ้อยงอก-อ้อยอายุ 6 เดือน และจัดเก็บตัวอย่างดินในแปลงมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ 1 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 จัดเก็บข้อมูลการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็ก

2.1 จัดเก็บข้อมูลหนอนกอในแปลงปลูกอ้อยจำนวน 48 แปลงที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยการนับจำนวนหรือรอยทำลายของหนอนกอ สุ่มนับตามวิธี systematic จำนวน 200 กอ ต่อแปลง ทุก 2 สัปดาห์ เมื่ออ้อยอายุ 1-6 เดือน

2.2 วิเคราะห์ร้อยละการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก

2.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการเข้าทำลายของหนอนกอและสภาพแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินความสูญเสียของอ้อยจากการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ในระยะอ้อยแตกกอโดยวิธีตรวจนับการเข้าทำลายกอจากอ้อยแต่ละกอ (single tiller method : Richardson) กับอ้อยพันธุ์

ขอนแก่น 3 ในแปลงเกษตรกรรมและโดยวิธีใช้สารฆ่าแมลง ทำการปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในแปลงเกษตรกรรม จำนวน 12 แปลง โดยคัดเลือกจากพื้นที่จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 ทำการสุ่มอ้อย 15 แถวๆ ยาว 32.5 เมตร ในพื้นที่ปลูก 1 ไร่ นับต้นอ้อยดีและต้นอ้อยที่แสดงอาการถูกทำลาย ตรวจสอบผลทุกเดือน 4 ครั้ง เริ่มนับเมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน ดังนี้

3.1 การตรวจแต่ละครั้งจะตรวจกอเดิมที่เคยบันทึกไว้ เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 9 เดือน ซึ่งน้ำหนักผลผลิตตามที่บ้านที่ทำการเข้าทำลายไว้

3.2 ประเมินความสูญเสียของอ้อยจากการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก โดยนำข้อมูลการตรวจนับการเข้าทำลายแต่ละกอที่มีร้อยละการทำลายตลอดระยะ 4 เดือน มารวมกลุ่มร้อยละการเข้าทำลาย คือ (1) ไม่มี การเข้าทำลาย (2) ร้อยละ 1-25 (3) ร้อยละ 26-50 (4) ร้อยละ 51-75 (5) ร้อยละ 75-100 จากนั้นเฉลี่ยร้อยละการทำลายของแต่ละกลุ่มและเฉลี่ยผลผลิตอ้อยแต่ละกลุ่มเฉลี่ยต่อไร่ หาร้อยละผลผลิตอ้อยที่ลดลง นำร้อยละหน่ออ้อยที่ถูกทำลายและผลผลิตอ้อยที่ลดลงไปวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์แบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression analysis)

3.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก ระดับความเสียหาย และสภาพแวดล้อม

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

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

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

จากการใช้โปรแกรม Quantum GIS ทำการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตการปกครอง และสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิสูงสุด (Tmax) อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) และปริมาณน้ำฝน) ที่ใช้ข้อมูลเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายน 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 กริด และมีพื้นที่ปลูกอ้อยกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 5 กลุ่มที่ 6 และ กลุ่มที่ 7 ที่มีการปลูกอ้อย จากนั้นได้คัดเลือกเก็บ

ข้อมูล จำนวน 48 แปลง ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา เริ่มบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดินและการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็กตั้งแต่เดือนธันวาคม 2558 (Figure 1)

ได้ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้ง 48 แปลง โดยมีค่าความเป็นกรดต่างของดินอยู่ในช่วง 4.6-8.1 อินทรีย์วัตถุ 0.14-1.49 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 3.37-87.41 โพแทสเซียม 38.8-313 แคลเซียม 0.09-9272 และ แมกนีเซียม 6.43-805 และได้ค่าการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็กทั้ง 48 แปลง พบว่า มีการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็กสูงสุดในแปลงของนายธนยศ งอนกลาง ในพื้นที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมา ชนิดดิน Silty clay loam ปลูกอ้อยในเดือนมกราคม 2559 มีการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็กสูงสุดในเดือนเมษายน 2559 ร้อยละ 45.07 และพบการเข้าทำลายถึง ร้อยละ 67.17 ในปี 2560 ซึ่งข้อมูลสภาพแวดล้อมและการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็ก จะถูกนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (Table 1-6)

นำข้อมูลการสำรวจมาหาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กสูงสุดของแต่ละแปลงที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลพันธุ์และข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Table 7) โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) ซึ่งเป็นวิเคราะห์เพื่อเลือกตัวแปรต้นที่เหลืออยู่ในสมการมีนัยสำคัญทางสถิติทุกตัวแปร (นงลักษณ์, 2553) พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ ปริมาณแมกนีเซียมในดินต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก (%Early Shoot Borer) ดังสมการ

$$\%EarlyShootBorer = -0.70137 + (Var \times 7.05999) + (Mg \times 0.02825)$$

โดยมี ค่า $R^2=0.25$ ซึ่งอาจจะไม่สามารถทำนายร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กของอ้อยได้อย่างแม่นยำ จึงดำเนินการปรับปรุงวิธีการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม โดเน้นเน้นการใช้ข้อมูลสภาพอากาศจาก New_LocClim (FAO, 2014; Grieser et al., 2006). โดยใช้ Interpolation techniques ในการคำนวณข้อมูลสภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศรอบๆบริเวณแปลงเก็บข้อมูล คำนวณเป็นสภาพอากาศรายวัน ใช้ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยย้อนหลัง 14 วัน (Table 8-11) มาประกอบกับร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กโดยใช้ Stepwise Regression analysis พบความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ดังสมการ

$$\%EarlyShootBorer = 32.1989 + (\text{เนื้อดิน} \times -1.82637) + (\text{อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 14 วัน} \times -0.72945) + (\text{ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วัน} \times 5.698 \times 10^{-3})$$

โดยมี ค่า $R^2=0.41$ อาจจะไม่สามารถทำนายร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กได้อย่างแม่นยำเช่นเดียวกัน

จากการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก เพื่อจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในช่วงของการสำรวจ 2 ปีแรก (2559-2560) มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับการเข้าทำลายกับสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่ และในปี 2561-2562 ที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับการเข้าทำลายกับสภาพแวดล้อมในส่วนของคุณสมบัติสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัว

แปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก แต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี ยังมีค่าค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.25 และ 0.41 ตามลำดับ

ในกรณีของสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่พบว่า พันธุ์ ปริมาณแมกนีเซียมในดินต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0237 และ 0.0024 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก

ในกรณีของความสัมพันธ์ของร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก ต่อข้อมูลสภาพอากาศพบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0142 0.0342 และ 0.0031 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กเช่นเดียวกัน

แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากค่า R-Squared ที่ได้ค่อนข้างต่ำอาจกล่าวได้ว่าปัจจัยการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กอาจจะไม่ได้มาจากสภาพแวดล้อมทั้งหมดอาจจะมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน จากการศึกษาของจิราวรรณ (2553) พบว่าการทำลายของหนอนกอมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนหน่อในแปลงที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายจำนวน 3 แปลงมีค่า R-Squared = 0.316, 0.422 และ 0.27 ในแปลงดินเหนียวจำนวน 2 แปลงค่า R-Squared 0.448 และ 0.486 ตามลำดับ การเผาอ้อยใบอ้อยก่อนและหลังตัดอ้อยเข้าโรงงาน เป็นการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแตนเบียนไซทริโคแกรมมา และแตนเบียนหนอนโคที่เซียที่พบในธรรมชาติ และยังทำลายความชื้นและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ชูชาติ, 2558) และพบว่าช่วงอ้อยเป็นลำและมีฝนตกชุกจะพบมดมากอาจจะทำการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กลดลง เนื่องจากมดเป็นตัวห้ำและมีบทบาทในการควบคุมหนอนกออ้อย (พิทักษ์พงศ์, 2546; Adams et al., 1981; Bessin and Reagan, 1993) อีกทั้งการจัดการตั้งแต่การเตรียมดิน ฤดูปลูกที่เหมาะสม การจัดการแปลงปลูก การจัดการธาตุอาหารเช่นงานทดลองของ Camargo et al., (2010) ที่ศึกษาการใช้ซิลิโคน ในอ้อยเพื่อควบคุม หนอนเจาะลำต้นซึ่งทำให้หนอนเข้าทำลายลดลง รวมถึงการการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมจึงเป็นการลดการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กได้อีกทางหนึ่ง

และจากผลการเก็บผลผลิตพบว่าแปลงอ้อยที่มีการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กปี 2561 (Table 12) มีระดับการเข้าทำลายอยู่ที่ ระดับ 1-5 (0-100%) เมื่อดำเนินการเก็บผลผลิตสามารถสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างระดับการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กเทียบกับการลดลงของผลผลิต (Figure 2) ดังสมการ

$$y = -1.7625x^2 - 16.32x + 20.671$$

โดย y คือร้อยละของการลดลงของผลผลิต

x คือระดับการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก (1) ไม่มีการเข้าทำลาย (2)

ร้อยละ 1-25 (3) ร้อยละ 26-50 (4) ร้อยละ 51-75 (5) ร้อยละ 75-100

โดยมี $R^2 = 0.80$ นำไปใช้ในการทดสอบเมื่อมีการเก็บผลผลิตอ้อยในปี 2563

Table 1 Percentage of Sugarcane Early shoot borer on sugarcane (every 2 week) in 2016

Number of Fields Survey	Percentage of Sugarcane Early shoot borer on sugarcane							
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
1	0.57	4.51	9.13	18.39	35.26	45.07	41.70	-
2	1.31	20.85	28.87	25.42	25.20	18.26	28.70	34.23
3	0.00	5.37	12.65	13.50	17.97	23.91	25.26	32.79
4	4.78	8.49	17.67	17.82	16.71	17.48	22.35	23.54
5	1.18	1.75	10.39	10.76	16.53	19.53	21.80	15.19
6	0.62	3.19	7.46	11.18	10.91	13.32	14.56	19.63
7	0.48	7.97	5.81	5.67	7.23	8.39	11.01	9.75
8	2.26	4.85	6.60	6.23	6.56	7.96	9.65	14.66
9	0.00	2.13	7.67	8.16	6.93	8.08	8.64	10.95
10	0.00	2.86	2.86	3.20	5.91	6.60	8.05	6.44
11	4.85	5.41	5.93	6.22	6.51	5.13	7.71	7.75
12	0.55	11.92	13.75	13.91	5.72	2.22	7.08	15.56
13	0.00	1.28	7.17	5.55	6.20	4.68	6.79	6.98
14	0.00	6.36	5.24	3.96	2.80	5.18	5.02	5.69
15	0.00	0.00	2.55	3.23	3.90	3.38	4.74	5.49
16	3.59	1.68	2.12	1.83	3.33	3.80	4.57	7.31
17	0.20	0.37	0.77	0.26	1.00	0.93	4.43	4.48
18	0.00	0.76	1.83	2.76	1.99	3.23	4.41	6.02
19	0.57	0.20	1.27	1.94	1.90	2.59	4.32	7.87
20	1.71	1.20	2.50	1.24	2.19	3.86	4.12	7.94
21	0.00	0.45	2.34	3.12	5.12	3.85	3.69	5.18
22	0.36	3.08	2.34	5.20	2.82	1.27	3.32	6.75
23	0.00	0.28	1.61	0.67	1.52	2.03	3.31	7.84
24	1.27	0.87	2.44	1.52	1.63	1.83	2.92	2.98
25	0.00	0.00	2.36	3.74	3.83	3.20	2.87	3.81
26	0.19	0.20	1.88	2.25	4.15	2.24	2.62	2.80
27	0.92	3.09	2.21	1.73	1.64	3.67	2.57	4.62
28	0.41	1.32	1.96	2.44	2.29	2.90	2.37	9.05
29	0.49	0.00	1.33	0.77	1.64	2.38	2.32	3.18
30	0.00	0.52	0.79	0.20	0.82	0.74	1.71	3.06
31	0.00	0.23	1.06	0.75	1.17	0.75	0.68	2.04
32	0.00	1.33	0.40	0.56	0.43	0.00	0.00	1.33
33	8.79	15.06	22.89	24.00	-	-	-	-

Number of Fields Survey	Percentage of Sugarcane Early shoot borer on sugarcane							
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
34	6.75	15.14	13.02	17.25	-	-	-	-
35	4.81	11.49	13.27	13.66	14.40	12.96	-	-
36	3.05	9.32	10.38	13.19	-	-	-	-
37	2.88	6.89	8.48	10.27	-	-	-	-
38	0.00	4.17	5.12	7.28	-	-	-	-
39	2.22	3.33	4.03	4.60	-	-	-	-
40	1.31	1.76	3.67	3.69	-	-	-	-
41	0.34	0.33	1.37	3.14	2.88	-	-	-
42	0.00	3.41	3.03	2.85	2.60	-	-	-
43	0.19	1.69	2.23	2.81	2.58	-	-	-
44	0.00	1.16	2.60	2.72	2.63	-	-	-
45	1.32	1.31	1.24	1.18	1.12	-	-	-
46	0.00	1.18	1.29	1.11	0.99	-	-	-
47	0.00	0.62	0.68	0.48	-	-	-	-
48	0.00	0.00	0.26	0.46	0.42	1.70	-	-

Table 2 Percentage of Sugarcane Early shoot borer in Kalasin province (every 2 week)

Number of Fields Survey	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
1	5.00	4.00	3.00	3.50	4.50	1.56	1.08	0.75	0.90	0.89
2	0.00	0.50	0.50	4.50	3.50	0.00	0.09	0.17	0.71	0.82
3	0.00	1.00	1.00	3.50	0.50	0.00	0.16	0.16	0.57	0.06
4	1.00	0.50	3.00	3.00	2.50	0.31	0.09	0.67	0.67	0.35
5	0.00	3.00	1.50	0.50	1.00	0.00	0.65	0.22	0.06	0.12
6	0.00	0.00	3.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.12	0.00	0.13
7	16.00	17.00	7.00	23.50	2.00	5.86	9.2	2.84	8.90	0.65
8	4.50	17.50	4.00	15.00	7.00	1.48	5.32	1.27	4.28	1.27

Table 3 Percentage of Sugarcane Early shoot borer in Khon Kaen province (every 2 week)

Number of Fields Survey	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12
1	0.00	0.00	3.52	1.51	3.52	8.54	0.00	0.00	1.14	0.37	0.72	2.11
2	0.00	4.66	19.90	33.50	42.93	32.16	0.00	1.91	6.37	11.42	11.46	8.04
3	1.18	1.60	3.13	3.11	5.13	2.06	0.55	0.43	0.88	0.50	0.79	0.47
4	0.00	10.26	9.28	15.03	16.49	16.06	0.00	2.81	2.43	3.56	3.90	3.85
5	14.50	11.56	18.09	11.06	13.13	19.70	6.09	4.02	4.62	2.54	4.09	5.24
6	0.00	5.79	9.33	8.38	14.74	17.46	0.00	3.16	4.07	2.80	4.95	4.04
7	1.13	2.26	12.15	12.09	15.30	8.33	0.65	0.77	3.58	2.91	3.11	1.35

Table 4 Percentage of Sugarcane Early shoot borer in Chaiyaphum province (every 2 week)

Number of Fields Survey	ชื่อเกษตรกร	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
1	นายปัญญา ทวยศิริ	16.08	29.29	31.16	29.15	29.15	30.65	10.40	9.52	9.90	8.28	6.15
2	นางเนา ขาติเสนา	18.59	34.67	39.90	37.88	31.47	47.72	10.80	17.66	20.70	13.68	8.69
3	นายศานิตย์ ทิพย์รักษ์	1.00	3.50	5.50	6.00	13.50	33.50	0.56	0.82	1.16	1.33	3.46
4	นางกาวิ วันทมาตร	1.60	4.27	4.85	7.10	10.59	33.53	1.05	1.42	0.95	1.34	1.75
5	นายคำร้ว เตื่อน้ำคำ	0.52	24.35	18.65	18.95	24.87	43.68	0.26	9.09	5.97	4.77	7.13
6	นางสำรอง เทินชัยภูมิ	1.39	1.99	0.64	7.14	15.38	15.70	0.68	1.07	1.04	1.50	3.26
7	นายปัญญา ทวยศิริ	16.08	29.29	31.16	29.15	29.15	30.65	10.40	9.52	9.90	8.28	6.15
8	นางเนา ขาติเสนา	18.59	34.67	39.90	37.88	31.47	47.72	10.80	17.66	20.70	13.68	8.69

Table 5 Percentage of Sugarcane Early shoot borer in Nakhon Ratchasima Province (every 2 week)

Number of Fields Survey	ชื่อเกษตรกร	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
1	นายกลยุทธ์ ่วนสูงเนิน	44.00	42.93	49.49	50.75	41.33	32.50	22.33	16.61	14.67	16.50	16.02
2	นายนันท์ โรจน์กลาง	4.06	8.72	9.23	8.25	8.63	7.58	2.65	4.70	3.78	2.58	2.61
3	นางลาวัลย์ ปัตตาเน	2.51	2.01	2.51	4.04	7.85	8.81	1.49	0.76	0.81	1.29	1.48
4	นายเสรี นิลศิริ	4.66	3.63	6.63	4.06	15.74	32.99	3.83	1.86	1.87	0.87	2.87
5	นายธนยศ งามกลาง	63.82	67.17	56.57	53.81	40.40	55.10	32.13	24.79	17.09	18.16	12.38
6	นายสำรวย มองพิมาย	13.57	23.12	32.66	36.00	36.00	45.00	7.35	13.37	14.63	12.96	10.40
7	นายสุพจน์ เข้มพิมาย	22.56	30.15	29.15	41.12	31.66	57.36	14.43	12.41	9.05	12.95	7.80
8	แปลงโรงเรียนหนองบัวคำ	5.53	8.04	6.03	12.56	14.57	41.71	2.45	2.48	1.24	2.89	3.47

Table 6 Percentage of Sugarcane Early shoot borer in Udon Thani Province (every 2 week)

Number of Fields Survey	ชื่อเกษตรกร	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
1	นางราตรี สวนสนุก	23.16	38.86	46.32	45.36	59.44	66.67	13.06	17.32	21.00	18.84	22.74

Number of Fields Survey	ชื่อเกษตรกร	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
2	นายวีระพงษ์ เขาวภา	1.01	0.50	2.01	1.51	6.53	9.55	0.54	0.14	0.50	0.52	1.91
3	นายวีระยุทธ ไชยรัตน์	10.53	21.99	28.42	32.45	32.09	28.11	7.71	14.01	16.64	12.89	11.74
4	นายฮวด ภังดี	3.02	6.53	10.50	17.50	21.00	29.65	1.73	2.17	3.79	5.78	7.20
5	นายสมัย อบไซย	1.01	6.50	12.00	32.00	30.00	28.00	0.55	2.27	2.92	8.88	8.32
6	นางทองเพชร โพธิ์ทองเหลือ	2.02	5.53	6.03	16.16	13.33	13.23	1.61	2.02	2.12	5.66	4.21
7	นายอาคม พิลากุล	2.00	13.50	19.00	35.00	34.00	29.95	1.57	5.92	7.04	12.09	10.61
8	นางไพวัลย์ ลงศิลป์	1.06	0.52	2.12	1.05	10.42	15.63	0.46	0.16	0.76	0.22	4.93

Table 7 Environmental information, soil analysis and maximum Percentage of Sugarcane Early shoot borer (%D)

Number of Fields Survey	Province	Max %D (Month)	Soil Texture	Max %D	pH	EC dS/m (mg/kg)	%OM (mg/kg)	P2O5 (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
1	Kalasin	January	Sandy loam	1.12	4.7	0.05	0.65	9	68	357	15
2	Kalasin	February	Loam	1.70	7.6	0.05	0.33	7	50	563	25
3	Kalasin	March	Sandy loam	2.72	5.6	0.02	0.35	7	52	256	10
4	Kalasin	March	Sandy loam	14.40	5.4	0.02	0.26	20	27	127	4
5	Kalasin	February	Loam	2.81	5.3	0.02	0.33	9	62	298	29
6	Kalasin	February	Sandy loam	3.14	5.3	0.02	0.34	9	57	226	20
7	Kalasin	January	Sandy loam	3.41	6.6	0.02	0.28	12	90	148	11
8	Kalasin	February	Sandy loam	1.29	5.4	0.01	0.25	3	30	316	7
9	Khon Kaen	May	Loam	2.98	8.1	0.10	0.54	4	190	846	74
10	Khon Kaen	May	loam	4.62	6.5	0.04	0.24	3	61	2126	30
11	Khon Kaen	May	Sandy loam	2.04	6.7	0.04	0.33	10	39	548	20
12	Khon Kaen	April	Sandy loam	11.01	5.2	0.06	0.21	11	180	45	13
13	Khon Kaen	February	clay loam	6.36	6.3	0.01	0.30	4	85	375	116

Number of Fields Survey	Province	Max %D (Month)	Soil Texture	Max %D	pH	EC dS/m (mg/kg)	%OM (mg/kg)	P2O5 (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
14	Khon Kaen	May	Sandy loam	3.18	5.0	0.02	0.25	6	63	45	13
15	Khon Kaen	May	Sandy loam	7.75	5.8	0.04	0.31	10	90	933	17
16	Khon Kaen	May	Silt loam	5.18	6.2	0.02	0.34	5	103	1121	64
17	Chaiyaphum	April	Silty clay loam	32.79	6.9	0.06	0.58	8	126	655	36
18	Chaiyaphum	May	Silty clay loam	5.49	7.2	0.07	0.56	16	114	1962	304
19	Chaiyaphum	April	Loamy sand	21.80	7.3	0.02	0.28	24	68	228	20
20	Chaiyaphum	April	Loam	9.05	5.6	0.03	0.43	5	77	1346	86
21	Chaiyaphum	April	Silty clay loam	6.02	6.2	0.10	0.38	10	48	1156	62
22	Chaiyaphum	April	Silty clay loam	1.12	4.7	0.05	0.65	9	68	357	15
23	Chaiyaphum	April	Silty clay loam	1.70	7.6	0.05	0.33	7	50	563	25
24	Chaiyaphum	April	Silty clay loam	2.72	5.6	0.02	0.35	7	52	256	10
25	Nakhon Ratchasima	June	Silty clay loam	14.40	5.4	0.02	0.26	20	27	127	4
26	Nakhon Ratchasima	April	Sandy loam	2.81	5.3	0.02	0.33	9	62	298	29
27	Nakhon Ratchasima	April	Sandy loam	3.14	5.3	0.02	0.34	9	57	226	20
28	Nakhon Ratchasima	April	Sandy loam	3.41	6.6	0.02	0.28	12	90	148	11
29	Nakhon Ratchasima	April	Loam	1.29	5.4	0.01	0.25	3	30	316	7
30	Nakhon Ratchasima	April	Silty clay loam	2.98	8.1	0.10	0.54	4	190	846	74
31	Nakhon Ratchasima	April	Sandy loam	4.62	6.5	0.04	0.24	3	61	2126	30
32	Nakhon Ratchasima	February	Loam	2.04	6.7	0.04	0.33	10	39	548	20
33	Maha Sarakham	April	Loamy sand	11.01	5.2	0.06	0.21	11	180	45	13
34	Maha Sarakham	April	Sandy loam	6.36	6.3	0.01	0.30	4	85	375	116
35	Maha Sarakham	April	Loamy sand	3.18	5.0	0.02	0.25	6	63	45	13
36	Maha Sarakham	April	Loamy sand	7.75	5.8	0.04	0.31	10	90	933	17

Number of Fields Survey	Province	Max %D (Month)	Soil Texture	Max %D	pH	EC dS/m (mg/kg)	%OM (mg/kg)	P2O5 (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
37	Maha Sarakham	April	Sandy loam	5.18	6.2	0.02	0.34	5	103	1121	64
38	Maha Sarakham	April	Sandy loam	32.79	6.9	0.06	0.58	8	126	655	36
39	Maha Sarakham	April	Sandy loam	5.49	7.2	0.07	0.56	16	114	1962	304
40	Maha Sarakham	April	Sandy loam	21.80	7.3	0.02	0.28	24	68	228	20
41	Udon Thani	March	Loam	9.05	5.6	0.03	0.43	5	77	1346	86
42	Udon Thani	April	Sandy loam	6.02	6.2	0.10	0.38	10	48	1156	62
43	Udon Thani	March	Loam	13.91	7.8	0.03	1.50	7	236	9273	561
44	Udon Thani	February	Sandy loam	34.23	6.0	0.13	1.10	18	314	1592	805
45	Udon Thani	March	Sandy loam	5.20	7.5	0.07	1.22	8	149	3994	185
46	Udon Thani	April	Sandy loam	8.64	5.5	0.04	1.32	4	256	2032	175
47	Udon Thani	April	Silt loam	7.87	6.9	0.09	0.48	8	81	1421	77
48	Udon Thani	March	Sandy loam	7.94	5.2	0.07	0.34	9	219	154	52

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 Early shoot borer in Khon Kaen, Chaiyaphum, Nakhon Ratchasima, Maha Sarakham and Udon Thani province at 2018 (every 2 week)

Number of Fields Survey	No.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.00	6.83	9.86	9.55	9.27	8.86	9.25	9.36	9.48	*
2	0.00	2.40	3.90	7.10	7.10	8.80	10.30	10.30	10.30	*
3	0.00	1.89	2.82	2.81	2.84	2.63	2.87	2.87	2.86	*
4	3.68	8.80	36.33	20.31	88.84	10.39	11.95	13.50	*	*
5	1.19	1.90	8.92	9.11	4.11	5.36	6.58	7.77	*	*
6	1.14	1.47	0.91	3.84	1.71	3.22	4.72	6.23	*	*
7	0.00	3.51	14.01	14.73	19.98	13.59	*	*	22.05	54.32
8	10.18	15.18	21.70	27.30	24.81	29.81	*	*	26.58	50.88
9	0.00	1.58	4.98	3.89	77.82	12.53	*	*	14.20	15.18
10	0.80	2.69	4.73	6.75	3.13	3.74	*	*	9.98	5.26
11	1.05	0.83	0.74	5.57	4.40	9.47	*	*	23.40	27.68
12	0.00	4.20	3.46	5.44	19.69	10.51	*	*	11.16	11.34
13	3.12	4.23	39.90	51.00	23.89	37.50	*	*	*	*
14	2.87	29.12	39.80	55.10	61.43	32.30	*	*	*	*
15	6.87	25.54	67.30	77.80	34.16	58.80	*	*	*	*
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.27	0.25	*	*	*
17	0.00	4.32	5.70	5.55	2.79	5.30	5.33	*	*	*
18	0.00	0.00	0.36	0.59	0.45	0.59	14.04	*	*	*

* Cannot counting be performed due to rain / flood

Table 10 Percentage of Sugarcane Early shoot borer in Khon Kaen, Chaiyaphum, Nakhon Ratchasima, Maha Sarakham and Udon Thani province at 2019 (every 2 week)

Fields Survey	No.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Khon San District	-	-	-	1.80	0.00	1.10	3.50	4.20	11.80	8.60	25.50
Kaset Sombun District	-	-	-	7.50	1.70	3.00	5.10	5.30	19.00	15.60	23.00
Phu Khiao District	-	-	-	2.00	0.40	1.20	5.80	18.60	15.90	29.70	10.30
Chakkarat District-1	-	-	-	0.00	0.89	0.67	0.00	0.90	2.16	15.80	19.80
Chakkarat District-2	-	-	-	0.00	8.62	5.45	3.47	13.50	8.31	6.23	5.35
Huai Thalaeng District	-	-	-	1.50	13.60	14.50	12.10	22.60	14.80	33.80	20.90
Maha Sarakham 1	6.14	6.02	3.46	4.52	2.68	1.69	0.13	1.00	0.82	0.65	0.51

Fields Survey	No.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Maha Sarakham 2	5.06	0.50	2.98	1.25	1.88	1.50	0.10	0.13	2.17	0.95	1.17
Maha Sarakham 3	1.35	0.67	0.00	0.25	0.50	0.00	1.17	0.13	0.42	0.63	1.50
Kranuan District	-	-	-	0.00	1.56	3.72	4.22	3.67	1.61	2.39	0.69
Nam Phong District	-	-	-	5.83	10.40	10.40	1.67	0.56	4.28	2.97	4.08
Khao Suan Kwang District	-	-	-	0.33	1.33	1.33	6.55	2.22	5.97	4.33	5.35
Kut Chik	-	-	-	-	0.03	0.00	0.29	0.11	-	-	-
Muang Wan	-	-	-	-	0.94	0.17	0.31	0.07	-	-	-
Bungkaew	-	-	-	-	0.00	0.10	0.06	0.18	-	-	-

Table 11 Percentage of Sugarcane Early shoot borer (%D) and environmental information on sugarcane fields

Number of Fields Survey	%D	Age (Day)	Texture ^{1/}	Plant Type ^{2/}	Variety ^{3/}	Max Temp Average 14 day (°C)	Min Temp Average 14 day (°C)	Precipitation Accumulation 14 day (°C)
1	0.13	142	3	2	1	34.57	24.82	148
2	0.13	201	3	1	2	33.81	24.74	174
3	0.13	201	3	1	2	33.81	24.74	174
4	0.25	136	3	1	2	34.94	23.00	41
5	0.33	23	2	2	1	34.58	21.33	26
6	0.39	77	1	2	1	36.48	23.75	67
7	0.42	215	3	1	2	33.22	24.55	175
8	0.50	111	3	1	2	33.06	20.16	15
9	0.50	152	3	1	2	35.38	24.11	72
10	0.51	207	3	2	1	31.94	24.02	151
11	0.56	80	2	2	1	33.45	24.65	177
12	0.63	237	3	1	2	32.36	24.18	154
13	0.65	195	3	2	1	32.36	24.18	154
14	0.67	92	1	2	1	32.11	25.45	133
15	0.67	111	3	1	2	33.06	20.16	15
16	0.69	179	2	2	1	32.62	24.29	168
17	0.82	173	3	2	1	33.22	24.55	175
18	0.89	78	1	2	1	32.41	25.18	30
19	0.90	122	1	2	1	30.27	24.60	377
20	0.95	237	3	1	2	32.36	24.18	154

Number of Fields Survey	%D	Age (Day)	Texture ^{1/}	Plant Type ^{2/}	Variety ^{3/}	Max Temp Average 14 day (°C)	Min Temp Average 14 day (°C)	Precipitation Accumulation 14 day (°C)
21	1.00	159	3	2	1	33.81	24.74	174
22	1.07	109	3	2	1	35.35	24.57	122
23	1.17	249	3	1	2	31.94	24.02	151
24	1.17	184	3	1	2	34.57	24.82	148
25	1.18	91	1	2	1	35.36	24.67	176
26	1.25	136	3	1	2	34.94	23.00	41
27	1.33	42	2	2	1	35.85	23.20	44
28	1.33	56	2	2	1	36.20	24.16	66
29	1.35	93	3	1	2	31.39	17.94	6
30	1.50	46	1	2	1	32.07	24.38	124
31	1.50	167	3	1	2	35.20	24.64	108
32	1.50	249	3	1	2	31.94	24.02	151
33	1.56	72	2	2	1	35.85	23.51	44
34	1.61	134	2	2	1	34.06	24.79	170
35	1.66	110	1	2	1	35.85	24.03	87
36	1.67	64	2	2	1	34.06	24.79	170
37	1.69	125	3	2	1	35.20	24.64	108
38	1.82	75	3	2	1	35.54	23.24	62
39	1.88	152	3	1	2	35.38	24.11	72
40	2.00	58	1	2	1	36.35	22.56	33
41	2.16	136	1	2	1	29.09	24.00	484
42	2.17	215	3	1	2	33.22	24.55	175

Number of Fields Survey	%D	Age (Day)	Texture ^{1/}	Plant Type ^{2/}	Variety ^{3/}	Max Temp Average 14 day (°C)	Min Temp Average 14 day (°C)	Precipitation Accumulation 14 day (°C)
43	2.22	86	2	2	1	35.15	24.87	139
44	2.39	163	2	2	1	32.95	24.46	173
45	2.68	110	3	2	1	35.38	24.11	72
46	2.97	127	2	2	1	32.62	24.29	168
47	2.98	123	3	1	2	34.10	21.65	24
48	2.98	129	1	2	1	35.35	24.57	119
49	3.46	81	3	2	1	34.10	21.65	24
50	3.47	100	1	2	1	31.30	25.13	537
51	3.52	123	3	2	1	34.56	24.65	140
52	3.67	116	2	2	1	35.15	24.87	139
53	3.72	86	2	2	1	36.20	24.16	66
54	4.08	143	2	2	1	32.26	24.19	178
55	4.19	137	3	2	1	33.72	24.56	152
56	4.22	100	2	2	1	35.96	24.69	99
57	4.28	98	2	2	1	32.95	24.46	173
58	4.33	133	2	2	1	32.65	24.31	177
59	4.52	94	3	2	1	34.94	23.00	41
60	5.06	93	3	1	2	31.39	17.94	6
61	5.12	143	1	2	1	34.56	24.65	136
62	5.25	157	1	2	1	33.72	24.56	152
63	5.35	165	1	2	1	27.67	23.54	1176
64	5.35	149	2	2	1	32.95	24.46	173

Number of Fields Survey	%D	Age (Day)	Texture ^{1/}	Plant Type ^{2/}	Variety ^{3/}	Max Temp Average 14 day (°C)	Min Temp Average 14 day (°C)	Precipitation Accumulation 14 day (°C)
65	5.45	86	1	2	1	32.07	24.38	320
66	5.79	105	1	2	1	33.79	24.88	267
67	5.83	17	2	2	1	36.20	24.16	66
68	5.97	104	2	2	1	34.06	24.45	170
69	6.02	69	3	2	1	33.06	20.16	15
70	6.14	51	3	2	1	31.39	17.94	6
71	6.23	149	1	2	1	30.27	24.60	1106
72	6.55	70	2	2	1	35.96	24.69	99
73	7.49	95	1	2	1	35.54	23.24	61
74	8.31	130	1	2	1	29.09	24.00	1004
75	8.62	72	1	2	1	32.41	25.18	103
76	8.64	167	3	2	1	32.44	24.15	141
77	10.32	170	1	2	1	29.25	24.03	476
78	10.41	50	2	2	1	35.15	24.87	139
79	10.44	36	2	2	1	35.96	24.69	99
80	11.84	153	3	2	1	32.91	24.34	152
81	12.09	93	1	2	1	31.30	25.13	1316
82	13.51	116	1	2	1	32.11	25.45	779
83	13.57	65	1	2	1	32.41	25.18	422
84	14.47	79	1	2	1	32.11	25.45	857
85	14.75	123	1	2	1	29.09	24.00	2110
86	15.62	187	1	2	1	32.44	24.15	137

Number of Fields Survey	%D	Age (Day)	Texture ^{1/}	Plant Type ^{2/}	Variety ^{3/}	Max Temp Average 14 day (°C)	Min Temp Average 14 day (°C)	Precipitation Accumulation 14 day (°C)
87	15.81	155	1	2	1	28.27	23.66	516
88	15.87	135	1	2	1	30.59	24.58	472
89	18.58	121	1	2	1	32.15	24.82	405
90	19.01	173	1	2	1	32.91	24.34	147
91	19.75	171	1	2	1	27.67	23.54	525
92	20.90	158	1	2	1	27.67	23.54	1176
93	22.58	109	1	2	1	30.31	24.63	1783
94	23.05	206	1	2	1	32.08	23.96	125
95	25.52	186	3	2	1	32.44	24.15	130
96	29.70	154	1	2	1	29.74	24.31	471
97	33.80	142	1	2	1	28.27	23.66	2282

^{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 Early shoot borer each level

Level ^{1/}	%yield lost			
	Khon Kaen	Nakhon Ratchasima	Chaiyaphum	Udon Thani
1	/	/	/	/
2	22.69	2.81	/	16.03
3	71.88	11.54	/	33.48
4	93.67	98.52	95.71	39.59
5	100.00	/	/	94.44

^{1/} (1) not show early shoot borer (2) percentage of early shoot borer 1-25% (3) percentage of percentage of early shoot borer 26-50% (4) percentage of early shoot borer 51-75% (5) percentage of early shoot borer 75-100%

^{2/} not found early shoot borer

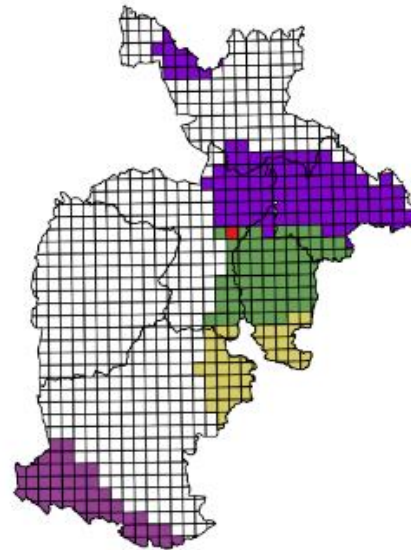
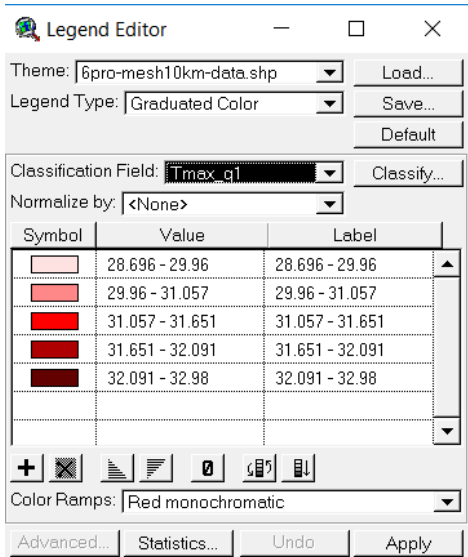
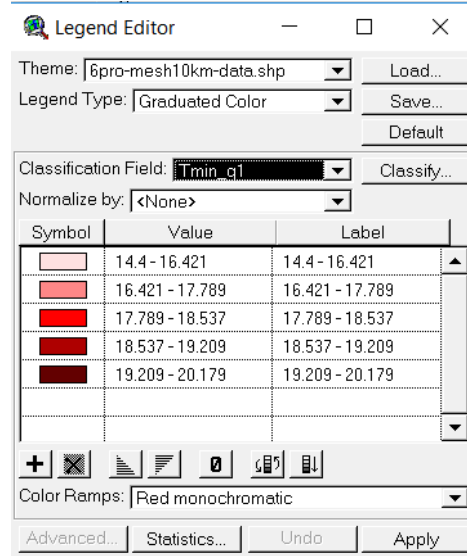
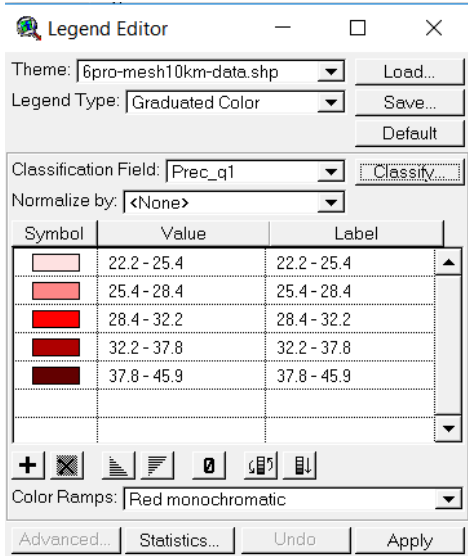
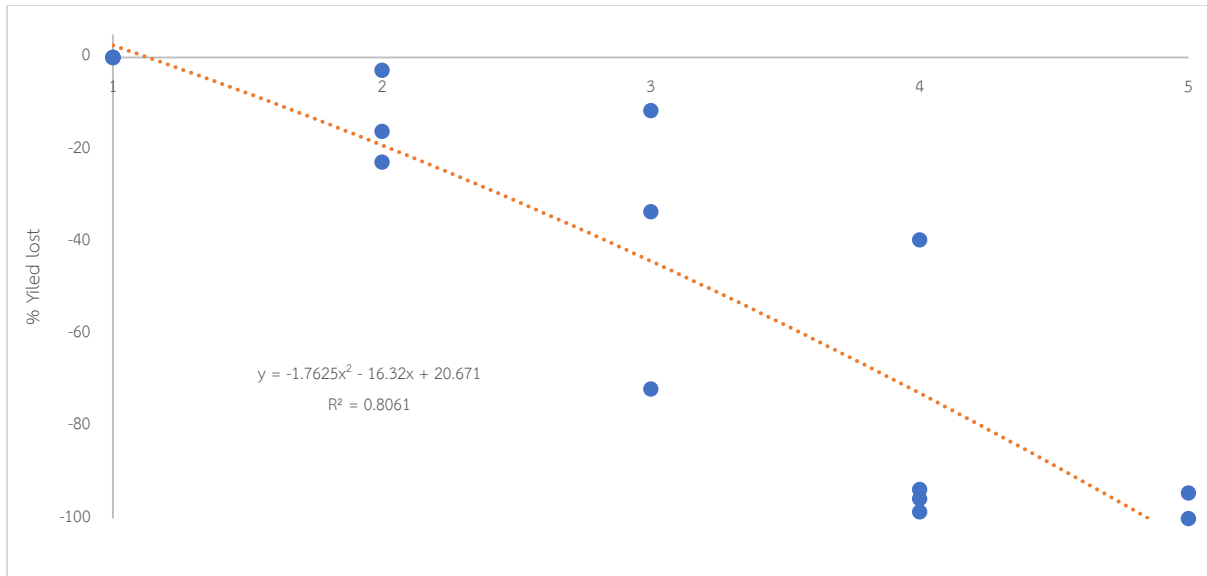


Figure 1 Environment criteria map for selecting target areas



^{1/} (1) not show early shoot borer (2) percentage of early shoot borer 1-25% (3) percentage of percentage of early shoot borer 26-50% (4) percentage of early shoot borer 51-75% (5) percentage of early shoot borer 75-100%

Figure 2 Relationship between percentage of Sugarcane Early shoot borer and yield lost in sugarcane

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ใช้โปรแกรม Quantum GIS จัดกลุ่มตัวแทนพื้นที่เก็บข้อมูลได้ 7 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 Tmax สูง ปริมาณน้ำฝนต่ำ กลุ่มที่ 2 Tmax สูง ปริมาณน้ำฝนสูง กลุ่มที่ 3 Tmax สูง ปริมาณน้ำฝนต่ำ กลุ่มที่ 4 Tmin สูง ปริมาณน้ำฝนสูง กลุ่มที่ 5 Tmin สูง ปริมาณน้ำฝนต่ำ กลุ่มที่ 6 Tmin สูง ปริมาณน้ำฝนต่ำ และกลุ่มที่ 7 Tmin สูง ปริมาณน้ำฝนต่ำ จำนวน 48 แปลง ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และ นครราชสีมา

2. ในดินชนิด Silty clay loam ซึ่งปลูกอ้อยในเดือนมกราคม 2559 มีการระบาดของหนอนกอสูงสุดในเดือน เมษายน 2559 ร้อยละ 45.07 และพบการเข้าทำลายถึง ร้อยละ 67.17 ในปี 2560 ชนิดดินที่พบการเข้าทำลายมากที่สุดคือดินร่วนปนทราย โดยข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินที่ดำเนินการสำรวจมีค่าความเป็นกรดต่างของดินอยู่ในช่วง 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

3. ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกออายุจุดเล็กสูงสุดของแต่ละแปลงที่ ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลพื้นที่และข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบ

ขั้นตอน (Stepwise regression) พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ ปริมาณแมงนี่เขียมในดินต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก (%Early Shoot Borer) ดังสมการ

$$\%EarlyShootBorer = -0.70137 + (Var \times 7.05999) + (Mg \times 0.02825)$$

$$\text{ค่า } R^2=0.25$$

5. ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กช่วงอายุที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลสภาพอากาศ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) พบความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ดังสมการ

$$\%EarlyShootBorer = 32.1989 + (\text{เนื้อดิน} \times -1.82637) + (\text{อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 14 วัน} \times -0.72945) + (\text{ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วัน} \times 5.698 \times 10^{-3})$$

$$\text{ค่า } R^2=0.41$$

6. สมการความสัมพันธ์ระหว่างระดับการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กเทียบกับการลดลงของผลผลิต ได้เป็น $y = -1.7625x^2 - 16.32x + 20.671$ โดยมี R-Squared = 0.80

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากความสัมพันธ์ของร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กในอ้อยโรงงานสามารถพิจารณาปัจจัยเสี่ยงต่อการเข้าทำลายได้จากการเลือกใช้พันธุ์ ปริมาณแมงนี่เขียมในดิน เนื้อดิน อุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม นำไปสู่การพิจารณาเลือกใช้พันธุ์ พื้นที่ที่เหมาะสม หรือการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมไม่ให้อ้อยกระทบกับสภาพอากาศที่เสี่ยงต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กต่อไป

11. คำขอบคุณ

12. เอกสารอ้างอิงของงานวิจัย

จิราวรรณ ศรีใส. 2553. ผลผลิตและปฏิกิริยาของสายพันธุ์อ้อยต่อการเข้าทำลายของหนอนกอ ปลวกและโรคอ้อยในสภาพพื้นที่ปลูกต่างกัน. (Yields and reaction of sugarcane lines to sugarcane borers, termites and diseases in different planting areas). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 157 หน้า.

ชูชาติ สุขมาก. 2558. ข่าวเกษตรน่ารู้. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2563. จาก

https://ewt.prd.go.th/ewt/region4/ewt_news.php?nid=71395&filename=index

นงลักษณ์ วิรัชชัย 2553. ชุติวิชา 21701 การวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน หน่วยที่ 7 การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และหน่วยที่ 10 สถิติวิเคราะห์เชิงปริมาณ: สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริก หลักสูตร

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช .

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พิทักษพงษ์ ป้อมปราณี. 2546. ความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของมดในไร่อ้อยพฤติกรรมการกินและประสิทธิภาพของมดชนิดที่สำคัญในการควบคุมหนอนกออ้อยในสภาพไร่วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มานิตา คงชื่นสิน ชลิดา อุณหวุฒิ ศรุต สุทธิอารมณย์ ยวุฒิกษณณ์ ขอประเสริฐ จีรนุช เอกอำนาจ สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง รจนา ไวยเจริญ สัญญาณี ศรีคชา สุเทพ สหยา ศรีจันรรจ์ ศรีจันทรา และ พวงผกา อ่างมณี. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. กรมวิชาการ เกษตร.

อรรถชัย จินตะเวช. 2556. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบต่อผลผลิตพืชหลักในอนุภูมิภาคชุ่มน้ำโขง. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม ISSN 2228 – 9356 : 5-23

Adam, C.T., Summers, T.E., Lofgren, C.S., Focks, D.A. and Prewit, J.C. 1981. Interrelationship of ants and the sugarcane borer in Florida sugarcane fields. *Environ. Entomol.* 10(3): 415-418.

Bessin, R.T. and Reagan, T.E. 1993. Cultivar resistance and arthropod predation of sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) affects incidence of deadhearts in Louisiana sugarcane. *J. Econ. Entomol.* 86(3): 929-932.

de Camargo, M.S. , A. R. Gomes Júnior , P. Wyler , G. H. Korndörfer. 2010. Silicate fertilization in sugarcane: Effects on soluble silicon in soil, uptake and occurrence of stalk borer (*Diatraea accharalis*). 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.

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

Patil, A.S. and Hapase, D.G. 1981. Research on sugarcane borers in Maharashtra. *Proc. Natn. Symp. Stalk borer, Karnal*. pp. 165-175. Quoted in David, H., Easwaramoorthy, S. and Jayanthi, R. (1986). *Sugarcane Entomology in India*. Kalakathir Achchagam. Coimbatore, India. 564 pp.