

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “อิทธิพลของซิลิกอนที่มีต่อการเข้าทำลายของ
หนอนกอลายจุดเล็ก , *Chilo infuscatellus* Snellen ในอ้อย”

โดย

นางประกาย ราชณรงค์ และคณะ
ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เดือนกรกฎาคม ปี 2559

สัญญาเลขที่ RDG5950096

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “อิทธิพลของซิลิกอนที่มีต่อการเข้าทำลายของ
หนอนกอลายจุดเล็ก , *Chilo infuscatellus* Snellen ในอ้อย”

คณะผู้วิจัย สังกัด

ประกาย ราชณรงค์

ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัชฎาวรรณ เงินกลิ่น

ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัยสิทธิ์ ทองจุ

ภาควิชาปฐพี คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการวิจัยด้านอ้อยและน้ำตาล

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

บทสรุปผู้บริหาร

ซิลิคอนเป็นสารประกอบที่มีความสำคัญในการช่วยเพิ่มความต้านทานของอ้อยที่มีต่อโรคและแมลง เนื่องจากพืชสามารถดูดซึมซิลิคอนในรูปของกรด monosilicic จากนั้นจะสะสมในส่วนของ epeidermis ของต้นพืชในรูปของ silica gel โดยจะเพิ่มความแข็งแรงให้กับผนังเซลล์ของต้นพืช ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาวิจัยอิทธิพลของซิลิคอนที่มีต่อหนอนกอลายจุดเล็ก *Chilo infuscatellus* เพื่อที่จะทราบอัตราของการใช้ซิลิคอนที่เหมาะสมในการลดการทำลายแมลงศัตรูสำคัญชนิดนี้ จึงได้ทำการศึกษาโดยใช้ซิลิคอนในอัตราต่างๆ ได้แก่ อัตรา 50 , 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่ ราบนตออ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จากนั้นทำการตรวจสอบการทำลายของหนอนกอที่ระยะ 30 45 60 และ 75 วันหลังจากการใช้ โดยพื้นที่ศึกษาวิจัยตั้งอยู่ในจังหวัดลพบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการระบาดของหนอนกอลายจุด ทำการวิจัยในช่วงเดือนเมษายน 2560 ถึงเดือนกันยายน 2560 ผลการศึกษาพบว่าที่ 60 วันหลังการใช้ซิลิคอนในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ลดการทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญเทียบเท่ากับการใช้สารกำจัดแมลงฟิโปรนิล 5% W/V SC การสะสมของซิลิคอนที่ใบและกาบใบจะแปรผันตามอัตราของการใช้ซิลิคอน โดยการใช้ในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่มีซิลิคอนสะสมที่กาบใบในปริมาณสูงเท่ากับ 3.84 % ส่งผลให้สามารถลดการเข้าทำลายของแมลงได้มากกว่า 2 เดือน ปริมาณของซิลิคอน (Extractable Silicon) ที่สะสมในดินในความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีความแปรผันตามอัตราที่ใช้ และปริมาณซิลิคอนที่สะสมในดินก็ลดลงตามระยะเวลา ซึ่งสัมพันธ์กับการดูดซึมซิลิคอนเข้าสู่ลำต้นอ้อย การใช้ซิลิคอนทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ควบคุมประมาณ 1000 บาทต่อตันซึ่งเกิดมาจากการลดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กและค่า CCS ที่เพิ่มขึ้น จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการใช้ซิลิคอนที่อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่เป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้เพื่อลดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดได้

บทคัดย่อ

ซิลิคอนเป็นสารประกอบที่มีความสำคัญในการช่วยเพิ่มความต้านทานของอ้อยที่มีต่อโรคและแมลง เพื่อที่จะทราบอัตราของการใช้ซิลิคอนที่เหมาะสมในการลดการทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก, *C. infuscatellus* จึงได้ทำการศึกษาโดยการใช้ซิลิคอนในอัตราต่างๆ ได้แก่ อัตรา 50 , 100 และ 150 กิโลกรัม ต่อไร่ ราบนตออ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 จากนั้นทำการตรวจสอบการทำลายของหนอนกอที่ระยะ 30 45 60 และ 75 วันหลังจากการใช้ ทำการศึกษาในจังหวัดลพบุรีซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการระบาดของหนอนกอลายจุด โดยศึกษาในช่วงเดือนเมษายนถึงกันยายน 2560 ผลการศึกษาพบว่าที่ 60 วันหลังการใช้ซิลิคอนในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ลดการทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กอย่างมีนัยสำคัญเทียบเท่ากับการใช้ฟิโพรนิลอัตรา 5% 5% W/V SC การที่มีซิลิคอนสะสมที่กาบใบในปริมาณสูง ส่งผลให้สามารถลดการเข้าทำลายของแมลงได้มากกว่า 2 เดือน ปริมาณของซิลิคอน (Extractable Silicon) ที่สะสมในดินในความลึก 0-15 เซนติเมตรและ 15-30 เซนติเมตร มีความแปรผันตามอัตราที่ใช้ และปริมาณซิลิคอนที่สะสมในดินก็ลดลงตามระยะเวลา ซึ่งสัมพันธ์กับการดูดซึมซิลิคอนเข้าสู่ลำต้นอ้อย การศึกษาในครั้งนี้พบว่าการใช้ซิลิคอนที่อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่เป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้เพื่อลดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดได้

Abstract

Silicon is the key element that sugarcane can absorb from soil with induced pest resistance and disease. In order to find out the suitable rate of Silicon application which reduced damage in sugarcane due to *C. infuscatellus* infestation, this study was investigated in commercial plantations of ratoon cane (Khon Kaen 3) where located at certain areas of early shoot borer outbreaks in Lopburi Province, central Thailand. After spraying of Silicon at 50 kg/rai, 100 kg/rai and 150 kg/rai, infestation percentage was recorded every 30, 45, 60 and 75 days from April to June 2017. Our result revealed that 150 kg Silicon/rai was significantly reduced *C. infuscatellus* damage in sugarcane, which was comparable to a treatment using 5% Fipronil after 60 days. Higher Silicon accumulated in leaf sheaths was lead to a significant decrease in infestation by this insect pest for up to 2 months. Extractable Silicon (mg/Kg) in soil content (0–15 cm and 15–30 cm depth) was reasonable distributed from the low to high rate of Silicon and later decreased by time, confirming that the greater Silicon uptake into the shoot from these sources. Recent evidence suggests that silicon rate of 150 kg/rai was the choice of preference for farmers to against *C. infuscatellus* infestation in sugarcane in Thailand.

สารบัญ	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	
บทคัดย่อ (ไทย-อังกฤษ)	
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	6
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล	9
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแปลงวิจัย ต.พุนกยูง อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	10
2	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแปลงวิจัยที่ 2 ต.ตงดินแดง อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	11
3	ผลการวิเคราะห์สารซิลิคอนที่ใช้ในการวิจัย	11
4	การทำลายของหนอนกอ (%) ที่ระยะเวลาต่างๆ ของแปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	13
5	การทำลายของหนอนกอ (%) ที่ระยะเวลาต่างๆ ของแปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	13
6	เปอร์เซ็นต์การออกของอ้อยอายุ 60 วันหลังปลูก ที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กัน ในแปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	15
7	ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	15
8	ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงใบธง (Flag leaf) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ. นครสวรรค์	16
9	จำนวนใบ (leaf number) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	17
10	การแตกกอของอ้อยในระยะ 150 วัน ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	18
11	ความเขียวของใบอ้อยที่ระยะ 150, 180, 210 และ 240 วัน ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	18
12	องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อยในแต่ละกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	19
13	ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	20
14	ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงใบธง (Flag leaf) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	21

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	จำนวนใบ (leaf number) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	22
16	การแตกกอของอ้อยในระยะ 150 วัน ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	23
17	ความเขียวของใบอ้อยที่ระยะ 150, 180, 210 และ 240 วัน ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	23
18	องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อยในแต่ละกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	24
19	ปริมาณซิลิคอน (Total silicon) ในใบอ้อยของทุกกรรมวิธีที่ใช้สารซิลิคอนและกรรมวิธีควบคุม ของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	27
20	ปริมาณซิลิคอน (Total silicon) ในใบอ้อยของทุกกรรมวิธีที่ใช้สารซิลิคอนและกรรมวิธีควบคุม ของแปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	28
21	ปริมาณซิลิคอนในดินที่ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	32
22	ปริมาณซิลิคอนในดินที่ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	33
23	ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแปลงวิจัย ต.ดงดินแดง อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี ณ เดือนเมษายน พ.ศ. 2560	34
24	การทำลายของหนอนกอ (%) ในแปลงอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในช่วงเวลาต่างๆ กันของแต่ละกรรมวิธีที่เติมซิลิคอน จากแปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	35
25	ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ดงดินแดง จ.ลพบุรี	36
26	การแตกกอของอ้อยในระยะ 90 วัน ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์	37
27	ปริมาณของซิลิคอน (%) ที่อยู่ในกาบใบอ้อยและส่วนคอใบสูงสุด (TVD) จากทุกกรรมวิธีที่ระยะเวลา 30, 45, 60 และ 75 วันหลังอ้อยงอก ของแปลงอ้อยในจังหวัดลพบุรี ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2560	39

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	ปริมาณซิลิคอน (mg/Kg) ที่ระดับความลึก 0–15 ซม. และ 15–30 ซม. ที่เก็บจากแต่ละกรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเทียบกับกรรมวิธีควบคุมในระยะเวลาที่ 30, 45, 60, และ 75 วันหลังออก ในแปลงอ้อยจังหวัดลพบุรี ทำการเก็บข้อมูลในเดือนเมษายน – มิถุนายน พ.ศ. 2560	40
29	ปริมาณของซิลิคอน (%) ที่อยู่ในกาบใบอ้อยและส่วนคอใบสูงสุด (TVD) จากทุกกรรมวิธีที่ระยะเวลา 30, 45, 60 และ 75 วันหลังอ้อยงอก ของแปลงอ้อยในจังหวัดลพบุรี ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2560	44
30	ปริมาณซิลิคอน (mg/kg) ที่ระดับความลึก 0–15 เซนติเมตร และ 15–30 เซนติเมตร ที่เก็บจากแต่ละกรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเทียบกับกรรมวิธีควบคุมในระยะเวลาที่ 30, 45, 60, และ 75 วันหลังออก ในแปลงอ้อยจังหวัดลพบุรี ทำการเก็บข้อมูลในเดือนเมษายน – มิถุนายน พ.ศ.2560	51

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเตรียมแปลงการปลูกท่อนพันธุ์ การนับการทำลายของหนอนกอelayจุดเล็ก และลักษณะการทำลายของหนอนกอelayจุดเล็ก	8
2	ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจสอบจากใบอ้อย (TVD) ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า	26
3	ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจสอบจากใบอ้อย (TVD) ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง	28
4	ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 0-15 ซม. ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า	29
5	ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 15-30 ซม. ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า	30
6	ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 0-15 ซม. ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง	31
7	ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 15-30 ซม. ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง	32
8	ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจสอบจากกาบใบอ้อยของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ จ.ลพบุรี	45
9	ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจสอบจาก TVD ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับ กรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ จ.ลพบุรี	46
10	ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 0-15 ซม. ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง	47
11	ภาพตัดขวางแสดงส่วนของเซลล์ใบอ้อยบริเวณกลางใบ จากกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	47
12	ความหนาของชั้น epidermis จากกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอน 10, 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่เทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ซิลิคอน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า	48
13	ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	50

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

หนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยนับว่าเป็นแมลงศัตรูอ้อยที่สำคัญมากในประเทศไทย เนื่องจากสามารถสร้างความเสียหายอย่างมากให้กับแหล่งปลูกอ้อย โดยเฉพาะหนอนเจาะยอดอ้อยหรือหนอนกอลายจุดเล็ก *Chilo infuscatellus* หนอนเจาะยอดอ้อยลายจุดหรือหนอนกอลายใหญ่ *Chilo sacchariphagus* และ หนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยสีชมพู (*Sesamia inferens*) (Suasa-ard, 1982) นอกจากนี้ก็พบว่ามีหนอนกอลายจุดใหญ่ *Chilo tumidicostalis* (Hampson) ที่สามารถลงทำลายอ้อยและเคยสร้างความเสียหายเกือบ 100 % ให้กับบางพื้นที่ในภาคเหนือของประเทศไทย (Suasa-ard and Allsopp, 2002). หนอนกอลายจุดใหญ่นี้ก็ถือว่าเป็นแมลงศัตรูสำคัญในบางประเทศ เช่น อินเดีย และเนปาล เป็นต้น

การป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยปัจจุบันกรวิชาการเกษตรได้แนะนำให้ปล่อยศัตรูธรรมชาติ เช่น แตนเบียนหนอนโคทီးเซีย แตนเบียนไซทริโคแกรมมา และการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มไดลด้าเมทริน ไซเปอร์เมทริน แนวทางหนึ่งนอกจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช และการใช้ชีววิธีในการควบคุมแมลงศัตรูอ้อย คือการส่งเสริมธาตุอาหารให้กับพืชเพื่อให้พืชมีความแข็งแรง สารประกอบที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งคือซิลิกอน ที่ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อแมลงโดยการเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อ โดยความแข็งแรงของเนื้อเยื่อพืชเป็นส่วนสำคัญที่มีอิทธิพลต่อหนอนผีเสื้อวัยต้นๆ เนื่องจากกรามจะมีขนาดเล็กและจะไม่แข็งแรงที่จะกัดเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ หนอนผีเสื้อวัยแรกๆ จะอ่อนแอต่อสภาพอุณหภูมิ ความชื้นภายนอก รวมทั้งโรคและศัตรูธรรมชาติ การที่ไม่สามารถกัดทะลุพืชอาหารและอาศัยเข้าไปอยู่ในลำต้นอ้อยได้จึงเป็นระยะวิกฤตที่จะทำให้มีอัตราการตายสูงยิ่งขึ้นนอกเหนือจากการตายที่เกิดจากขาดแคลนอาหาร (Djamin and Pathak, 1967)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการศึกษาหาแนวทางในการป้องกันกำจัดแนวทางหนึ่งซึ่งเป็นมิตรกับสภาพแวดล้อมและยังคงอนุรักษ์แมลงศัตรูธรรมชาติที่มีอยู่ในแปลง คือการใช้ซิลิกอนเพื่อสร้างความต้านทานให้กับอ้อย ลดการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้น และแมลงปากดูดชนิดอื่นๆ นอกจากศึกษาผลของซิลิกอนที่มีต่อการเจริญของอ้อยด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ได้ทราบอัตราการใช้ซิลิกอนที่เหมาะสมต่ออ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในการลดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก
2. ศึกษาปริมาณของซิลิกอนที่อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ดูดซึมเข้าไปยังส่วนต่างๆหลังจากที่ได้รับซิลิกอนทางดินในระยะเวลาต่างกัน
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของซิลิกอนที่มีในต้นอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่มีผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าของซิลิกอนที่มีต่อการเข้าทำลายของหนอนกออ้อย โดยมุ่งเน้นศึกษาที่อัตราการใช้ซิลิกอนในระดับต่างๆที่มีผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก และศึกษาปริมาณของซิลิกอนที่ดูดซึมไปที่ใบหลังจากที่ได้รับซิลิกอนในอัตราต่างๆกัน โดยทั้งหมดศึกษากับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบอัตราของการใช้ซิลิคอนที่เหมาะสมต่ออ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในการลดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก
 2. ได้ข้อมูลพื้นฐานปริมาณของซิลิคอนที่อ้อยดูดซึมเข้าไปยังส่วนต่างๆหลังจากที่ได้รับซิลิคอนทางดินในระยะเวลาต่างกัน
-

บทที่ 2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แมลงศัตรูอ้อย

จากการศึกษาและรวบรวมแมลงศัตรูอ้อยในปี พ.ศ. 2525 โดย รศ.โกศล เจริญสม พบว่ามีแมลงศัตรูอ้อยที่มีความสำคัญและพบอยู่บ่อยครั้งประมาณ 30 ชนิด ส่วนที่ทำความเสียหายแก่อ้อยมีประมาณ 10 ชนิด ซึ่งเกิดขึ้นในบางท้องที่และบางฤดูกาลเท่านั้น แมลงเหล่านั้นแบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้ แมลงศัตรูในกลุ่มด้วง ได้แก่ แมลงงูหลวง (*Lepidiota stigma* F., *L. descedens* Sharp) ด้วงกว้าง (*Xylotrupes gideon* L.) ด้วงกุหลาบ (*Adoretus compressus* Web.) ด้วงวงกตกินใบอ้อย (*Sepiomus* sp.) แมลงดำหนามอ้อย (*Rhadinosa reticulate* Baly) และด้วงเจาะลำต้นอ้อย (*Dorysthenes buqueti* Guerin) แมลงชนิดนี้เดิมมีการระบาดอยู่แถบจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี ระยอง ชลบุรี ต่อมาได้มีการแพร่กระจายที่กว้างขวางขึ้น การทำลายเกิดจากตัวหนอนซึ่งอาศัยอยู่ในดินกัดกินรากและต่อมาจะเจาะเข้าไปกัดกินอยู่ในส่วนโคนของอ้อย อ้อยจะปรากฏอาการแห้งตายให้เห็นอย่างชัดเจน เป็นปัญหากับอ้อยต่อและท่อนพันธุ์มาก ระยะหนอนมีอายุนานไม่ต่ำกว่า 11-12 เดือน และส่วนใหญ่พบหนอน 1-7 ตัวต่อกออ้อย โดยธรรมชาติตัวหนอนสามารถที่จะเจาะจากต้นอ้อยต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่งได้ จึงเป็นผลให้การทำลายรุนแรงมากเมื่อเกิดการระบาด และพบเกือบทุกภาคของประเทศไทยโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นดินทราย (วิวัฒน์และคณะ, 2551)

แมลงในกลุ่มเพลี้ยและมวนศัตรูสำคัญของอ้อยได้แก่ เพลี้ยจักจั่นแดง (*Bothrogonia* sp.) เพลี้ยกระโดดดำ (*Callitetrax versicolor* F., *Callitetrax contigua* Walker, *Callitetrax versicolor* F.) เพลี้ยจักจั่นหัวเหลือง (*Eoerysa flavocapitata* Muir) เพลี้ยจักจั่นอ้อยสีน้ำตาล (*Perkinsiella saccharicida* Kirkaldy) เพลี้ยไก่แจ้อ้อย (*Proutista moesta* Westwood) เพลี้ยกระโดดไพรลล่า (*Pyrilla perusilla* lycoides Walker) เพลี้ยอ่อนอ้อย (*Melanaphis sacchari* (Zehntner)) เพลี้ยแป้งอ้อยสีชมพู (*Saccharicoccus sacchari* (Cockerell)) เพลี้ยหอยอ้อย (*Aulacaspis tegalensis* Zehntner) แมลงหวี่ขาวอ้อย (*Aleurolobus barodensis* Maskell) (โกศล, 2525) ขณะที่ปัจจุบันมีการรายงานถึงการระบาดของเพลี้ยจักจั่น เพิ่มอีก 2 ชนิด *Matsumuratettix hiroglyphicus* และ *Yamatotettix flavovittatus* ซึ่งเป็นแมลงพาหะที่สำคัญของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อย (Chen, 1979, Hanboonsong et al., 2006) โดยโรคใบขาวนี้สามารถสร้างความเสียหายเฉลี่ยประมาณ 15 % และสูญเสียรายได้จากการผลิตอ้อยต่อไร่ละ 5,000 บาท หรือรวมมูลค่าความเสียหายทั้งหมดประมาณ 1,500 ล้านบาท (ศุจิรัตน์ และคณะ, 2555) การทำลายของเพลี้ยจักจั่นเกิดจากการดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบธงและใบแรกในระยะต้นอ่อน โดยใช้ส่วนปากที่เรียกว่า stylet ซึ่งมีลักษณะแหลมยาวเจาะลงไปในเนื้อเยื่อพืชจนถึงท่อลำเลียงอาหาร (Matsumoto et al., 1968) โดย *M. hiroglyphicus* เป็นแมลงที่มีบทบาทหลักในการแพร่ระบาดของเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรค โดยเชื้อสามารถเพิ่มขยายในตัวแมลงและถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกต่อไปได้ (Hanboonsong et al., 2002) และเมื่อแมลงไปดูดกินน้ำเลี้ยงบนต้นปกติเชื้อไฟโตพลาสมาจะถูกถ่ายทอดทำให้ต้นพืชนั้นเป็นโรค ประสิทธิภาพการถ่ายทอดเชื้อของเพลี้ยจักจั่น *M. hiroglyphicus* (Matsumura) พบว่าเพศเมียสามารถถ่ายทอดเชื้อได้ 65.6 % ขณะที่เพศผู้สามารถถ่ายทอดเชื้อได้เพียง 45.8 % (Chen, 1973) เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง *M. hiroglyphicus* พบว่าประสิทธิภาพการถ่ายทอดเชื้อของเพลี้ยจักจั่น *M. hiroglyphicus* เท่ากับ 55 % ซึ่งสูงกว่าเพลี้ยจักจั่น *Y. flavovittatus* ที่มีประมาณ 45 % (Hanboonsong et al. 2006).

แมลงศัตรูอ้อยในกลุ่มผีเสื้อ ได้แก่ หนอนกอสีครีม (*Scirpophaga incertulas* (Walker)) หนอนเจาะยอดอ้อยผีเสื้อขาวขนน้ำตาล (*Scirpophaga nivella* F.) หนอนเจาะยอดอ้อยผีเสื้อขาวขนชมพู (*Scirpophaga excerptalis* (Walker)) หนอนกอลายใหญ่ (*Chilo sacchariphagus* (Bajer)) หนอนกอลาย

จุดเล็ก (*Chilo infuscatellus* (Snellen)) ผีเสื้อหนอนคัน (*Eupterote tertacea* (Walker)) (โกศล, 2525) หนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยนับว่าเป็นแมลงศัตรูอ้อยที่สำคัญมากในประเทศไทย เนื่องจากสามารถสร้างความเสียหายอย่างมากให้กับแหล่งปลูกอ้อย โดยเฉพาะหนอนกอสายจุดเล็ก หนอนกอสายใหญ่ และหนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยสีชมพู (*Sesamia inferens*) (Suasa-ard, 1982) นอกจากนี้ก็พบว่ามีหนอนกอสายจุดใหญ่ *Chilo tumidicostalis* (Hampson) ที่สามารถลงทำลายอ้อยและเคยสร้างความเสียหายเกือบ 100 % ให้กับบางพื้นที่ในภาคเหนือของประเทศไทย (Suasa-ard and Allsopp, 2002)

การป้องกันกำจัดหนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยยังไม่ได้ผลดีนักเพราะขาดความรู้ความเข้าใจถึงนิเวศวิทยาของ ดังนั้นในปีพ.ศ. 2535 วิวัฒน์ และคณะ (2532) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของหนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยในเขต อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม พบว่าหนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยทั้ง 3 ชนิด คือ *C. infuscatellus*, *C. sacchariphagus* และ *S. inferens* มีการเปลี่ยนแปลงประชากรที่แตกต่างกันมากตามระยะการเจริญเติบโตของอ้อย โดย *C. infuscatellus* และ *S. inferens* นั้นพบได้ตลอดทั้งปี และเริ่มทำลายอ้อยตั้งแต่ระยะงอกจนกระทั่งอ้อยแก่ ส่วน *C. sacchariphagus* นั้นมีประชากรสูงในช่วงเดือนมีนาคมถึงกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่อ้อยเริ่มย่างปล้องจนกระทั่งอ้อยสุกแก่

2.2 ซิลิคอนและการนำไปใช้ทางการเกษตร

การป้องกันกำจัดหนอนกออ้อย ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้แนะนำให้ปล่อยศัตรูธรรมชาติ เช่น แตนเบียนหนอนโคทียะเยา แตนเบียนไซทริโคแกรมมา และการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มไดคลอตาเมทริน ไซเปอร์เมทริน ฉีดพ่นในแปลงที่พบการระบาด แนวทางหนึ่งนอกจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช และการใช้ชีววิธีในการควบคุมแมลงศัตรูอ้อย คือการส่งเสริมธาตุอาหารให้กับพืชเพื่อให้พืชมีความแข็งแรง สารประกอบที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งคือซิลิคอน ที่ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อแมลงโดยการเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อและลดความสามารถในการทำลายเนื้อเยื่อพืช (Ma *et al.*, 2001) นอกจากนี้ซิลิคอนจะส่งเสริมกิจกรรมของสารประกอบที่ทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันพืช phenol และ phytoalexins (Fauteux *et al.*, 2005) นอกจากนี้กรดซิลิคอนทำหน้าที่เจือจางสารอาหารที่แมลงจะสามารถดูดซึมเข้าไปในร่างกาย ลดคุณภาพของธาตุอาหารจากการที่แมลงไม่สามารถย่อยวัตถุที่กัดกินเข้าไปได้ (Peterson *et al.*, 1988) ในพืชหลายชนิดเป็นตัวอย่างที่ดีของการมีซิลิคอน เช่นการสร้างความต้านทานในข้าว (Hanifa *et al.*, 1974) ข้าวฟ่าง (Blum, 1968) และข้าวสาลี (Miller *et al.*, 1960) ต่อแมลงศัตรูพืช ความแข็งแรงของเนื้อเยื่อพืชเป็นส่วนสำคัญที่มีอิทธิพลต่อหนอนผีเสื้อวัยต่างๆ เนื่องจากกรามจะมีขนาดเล็กและจะไม่แข็งแรงพอที่จะกัดเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ หนอนผีเสื้อวัยแรกๆ จะอ่อนแอต่อสภาพอุณหภูมิ ความชื้นภายนอก รวมทั้งโรคและศัตรูธรรมชาติ การที่ไม่สามารถกัดทะลุพืชอาหารและอาศัยเข้าไปอยู่ในลำต้นอ้อยได้จึงเป็นระยะวิกฤตที่จะทำให้มีอัตราการตายสูงยิ่งขึ้นนอกเหนือจากการตายที่เกิดจากขาดแคลนอาหาร (Djamin and Pathak, 1967)

พืชสามารถดูดซิลิคอนเข้าไปใช้ในรูปแบบของ monosilicic acid, $\text{Si}(\text{HO})_4$ และเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณส่วนยอดโดยกระบวนการ Transpiration stream เมื่อมีการสูญเสียน้ำจะเกิดกระบวนการรวมอนุภาคให้มีขนาดใหญ่ (polymerized) และตกตะกอนอยู่ในรูปของ silica gel (Sangster *et al.*, 2001) ความแตกต่างของการมีซิลิคอนเป็นองค์ประกอบในพืชจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช โดยจะมีค่าระหว่าง 0.1 % -10 % ของน้ำหนักแห้ง (Ma and Takahashi, 2002) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการดูดซิลิคอนเข้าไปในลำต้น แต่ส่วนมากซิลิคอนจะสะสมมากในพืชกลุ่ม Poaceae (Ma *et al.*, 2001) ซึ่งพบว่ามีค่าเข้มข้นประมาณ 10-20 เท่าเมื่อเทียบกับพืช non-monocots (Jones and Handreck, 1967) อ้อยเป็นพืชในกลุ่ม Poaceae ซึ่งจะดูดซึมซิลิคอนได้ดีกว่าพืชในกลุ่มเดียวกัน (Ayres, 1966) และจะให้ผลตอบสนองสูงเมื่อมีการ

ใช้ซิลิโคน เมื่อระดับของซิลิโคนลดลงต่ำกว่า 10 % จะเกิดการสะสมของซิลิโคนทันที 2.0 % ในใบ และ 2.5 % ในกาบใบ (Sarvant *et al.*, 1999) นอกจากนี้ความสามารถในการสะสมซิลิโคนจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์อ้อย (Sarvant *et al.*, 1999; Keeping and Meyer, 2006)

ในแอฟริกาใต้มีการใช้ระบบการจัดการศัตรูพืชและการใช้พันธุ์ต้านทานในการควบคุม *Eldana saccharina* ซึ่งเป็นหนอนผีเสื้อศัตรูสำคัญหลักของอ้อย แมลงชนิดนี้สามารถสร้างความเสียหายได้อย่างมากมาย การทำลายที่รุนแรงจะส่งผลให้อ้อยไม่สามารถเจริญได้จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ลดความสามารถในการสร้างต่อใหม่ (Way, 2004) การทำลายของหนอนชนิดนี้แตกต่างจากหนอนเจาะลำต้นอ้อย *Sesamia calamitis* Hampson และ *Chilo partellus* (Swinhoe) โดยจะเข้าทำลายอ้อยในช่วงที่อ้อยเจริญเต็มที่ และมักพบว่าทำลายในส่วนล่างของลำต้นอ้อย (Conlong, 2001) หนอนผีเสื้อเข้าสู่ลำต้นอ้อยจากการกัดทะในส่วนของข้ออ้อย และบริเวณตาใบ (Lestlie, 1993) แต่จะไม่สามารถเข้าระหว่างข้อได้ นอกเสียจากจะมีรอยแตกก่อนหน้านี้ (Atkinson, 1979)

การจัดการหลากหลายวิธีเพื่อที่กำจัดหนอนผีเสื้อ *E. saccharina* เช่นการใช้พันธุ์ต้านทานที่ทนต่อการเข้าทำลายของหนอนชนิดนี้แต่ไม่ประสบผลสำเร็จ จึงได้มีการใช้ซิลิโคนฉีดพ่นทางใบและพบว่าสามารถสร้างความต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลงในอ้อยได้ เมื่อมีการใช้ซิลิโคนอย่างต่อเนื่องการกินอาหารของหนอนผีเสื้อจะลดลงและเพิ่มการตายมากขึ้น อีกทั้งพบว่าการเจาะทำลายลำต้นอ้อยจากหนอนผีเสื้อศัตรูอ้อยอื่นๆ รวมทั้ง *E. saccharina* จะลดลง (Keeping and Meyer 2002, 2006, Kvedar *et al.*, 2007) นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบในแมลงศัตรูชนิดอื่นแล้วก็พบว่าซิลิโคนสามารถลดการสืบพันธุ์ของเพลี้ยอ่อนได้อีกด้วย (Moraes *et al.*, 2004)

Kvedaras *et al.* (2007) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ซิลิโคนบำรุงทางดิน พันธุ์อ้อย และตำแหน่งของการเข้าทำลายของหนอน *E. saccharina* ในความสูงระดับต่างๆของอ้อย พบว่าพันธุ์อ้อยทุกพันธุ์ที่ได้รับซิลิโคนสามารถตรวจสอบปริมาณของซิลิโคนในเนื้อเยื่อได้ แต่มีระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งการได้รับซิลิโคนของทุกพันธุ์จะลดอัตราการเจริญของหนอนผีเสื้อและลดการเข้าทำลายได้อย่างมีนัยสำคัญ

การใช้ซิลิโคนในการควบคุมแมลงไม่เพียงแต่ใช้ในอ้อยเท่านั้นพืชอื่นก็มีรายงานว่าสามารถลดการเข้าทำลายของแมลงได้เช่นกัน เช่น Miller *et al.* (1960) พบว่าลำต้นของข้าวสาลีที่มีซิลิโคนอยู่ในระดับสูงจะไม่ได้รับความเสียหายจากการทำลายของหนอน Hessian fly (*Phytophaga destructor*) และชี้ให้เห็นว่าสายพันธุ์ข้าวสาลีที่อ่อนแอสามารถสร้างความต้านทานต่อแมลงชนิดนี้ได้เมื่อปลูกในสภาพที่มีการให้ sodium silicate การใช้ในข้าว Panda *et al.*, (1975) รายงานว่าหนอนกอ *Scirpophaga incertulas* Walker ไม่สามารถเข้าทำลายข้าวที่มีระดับซิลิโคนสูง เช่นเดียวกับ Sasamoto (1961) พบว่าการเพิ่มซิลิโคนทางดินจะสามารถลดการทำลายของหนอนกอ *Chilo suppressalis*

นอกจากซิลิโคนจะช่วยให้พืชสร้างความต้านทานต่อแมลงแล้ว ประโยชน์ของการสะสมซิลิโคนมีมากมาย เช่น จะเพิ่มจำนวนของกอและเพิ่มปริมาณน้ำตาล ส่งเสริมการสังเคราะห์แสงเนื่องจากจะลดการเป็นจุดสีน้ำตาลที่เกิดจากแสงอาทิตย์ การยับยั้งการเปลี่ยนของน้ำตาล ลดการสูญเสียความชื้นจากกระบวนการหายใจ (Sarvant *et al.*, 1999; Meyer and Keeping, 2001)

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมแปลงทดลอง

1.1 การทดลองที่ 1

ดำเนินการทดลองที่จังหวัดนครสวรรค์และลพบุรี (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่พบการระบาดของหนอนกอหลายจุดเล็ก นำตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่วิเคราะห์เพื่อตรวจสอบชนิดของดิน และตรวจสอบธาตุอาหารเพื่อเลือกใช้สูตรปุ๋ยให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้น ทำการศึกษากับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ซิลิโคนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 2 ซิลิโคนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 3 ซิลิโคนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 ไม่ใช้ซิลิโคนโดยไม่กำหนดหนอนกอ

กรรมวิธีที่ 5 ไม่ใช้ซิลิโคนแต่กำหนดหนอนกอตามวิธีเกษตรกร

(พ่นสารฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่ 2 ครั้ง เมื่ออ้อยอายุ 20 และ 40 วัน)

ทั้งนี้กรรมวิธีที่ใช้ซิลิโคนนั้นจะใส่ซิลิโคนเพียงครั้งเดียว โดยโรยซิลิโคนลงในร่องที่มีท่อนพันธุ์อ้อยวางอยู่จากนั้นไถกลบ ทุกกรรมวิธีทำการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกรองกันหลุมพร้อมกับซิลิโคน และครั้งที่ 2 ที่ 90 วันหลังปลูก การจัดการวัชพืชและการให้น้ำเป็นไปตามการจัดการของเกษตรกร

1.2 การทดลองที่ 2

ดำเนินการทดลองที่จังหวัดลพบุรี เก็บตัวอย่างดินในวิเคราะห์ชนิดของดินและธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบเพื่อเลือกใช้สูตรปุ๋ยให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้น ทำการศึกษากับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block 6 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่สารซิลิโคน ใส่ปุ๋ย

กรรมวิธีที่ 2 ซิลิโคนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 3 ซิลิโคนอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 ซิลิโคนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสารฟิโพรนิล (พ่นสารฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่ 2 ครั้ง เมื่ออ้อยอายุ 20 และ 40 วัน)

กรรมวิธีที่ 6 ไม่ใส่สารซิลิโคน ไม่ใส่ปุ๋ย

โดยกรรมวิธีที่ใช้ซิลิโคนจะมีการใช้ซิลิโคนเพียงครั้งเดียวโดยผสมน้ำและรดลงบนกออ้อยหลังจากตัดแล้ว 2 อาทิตย์ ใส่ปุ๋ย 24-12-24 ในกรรมวิธีที่ 1 ถึง 5 โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่พร้อมกับซิลิโคน และครั้งที่ 2 ที่ 90 วันหลังปลูก การจัดการวัชพืชและการให้น้ำเป็นไปตามการจัดการของเกษตรกร

2. การศึกษาการเข้าทำลายของหนอนกอ

การสุ่มนับและการบันทึกผลโดยดำเนินการในแปลงอ้อยอายุ 1 - 4 เดือน (ระยะแตกกอ) โดยแบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อยขนาด 64 ตารางเมตร (ระยะปลูก 1.3 x 0.5 เมตร) หรืออย่างน้อย 96 กอ (6 แถว แถวละ 16 กอ) ทำการตรวจนับอ้อยที่แสดงอาการยอดเหี่ยว ในอ้อยจาก 4 แถวกลางทุกกอหลังจากใช้ซิลิโคนที่ 30, 40, 50 และ 60 วัน นำจำนวนยอดเหี่ยวมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกอหลายจุดเล็ก ดังนี้

$$\% \text{ ยอดเหี่ยว} = \frac{\text{จำนวนต้นอ้อยที่เหี่ยว} \times 100}{\text{จำนวนต้นอ้อยทั้งหมด}}$$

บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การทำลายของหนอนกอที่ได้มาการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (RCBD) เมื่อพบความแตกต่างกันในทางสถิติจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีจัดกลุ่มของสิ่งทดลอง (Least Significant Difference, LSD)

3. การศึกษาเจริญเติบโตของอ้อย

ทำการบันทึกการเจริญเติบโตของอ้อย ได้แก่ การแตกกอของอ้อย จำนวนลำต่อกอ ความเขียว ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางอ้อย ที่ระยะ 30, 60, 90, 120, 150, 180 วันหลังปลูก และองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อย เช่น ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนัก และ CCS

4. ศึกษาปริมาณของซิลิคอนที่อ้อยดูดซึมเข้าไปยังส่วนต่างๆหลังจากที่ได้รับซิลิคอนทางดินในระยะเวลาต่างกัน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณซิลิคอนจากอ้อยโดยเก็บตัวอย่างจากใบและลำต้น ซึ่งเก็บกรรมวิธีละ 25 ตัวอย่างโดยเก็บที่ระยะ 30, 40, 50, 60 วันหลังปลูกอ้อย และก่อนการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณซิลิคอนที่มีอยู่ในดิน โดยเก็บกรรมวิธีละ 25 ตัวอย่างโดยเก็บที่ระยะ 30, 40, 50, 60 วันหลังปลูกและก่อนการเก็บเกี่ยว นำตัวอย่างทั้งหมดส่งวิเคราะห์ปริมาณซิลิคอนที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรวจสอบการสะสมของซิลิคอนในใบอ้อยโดยการตัดเนื้อเยื่อใบตามขวาง ดูการสะสมซิลิคอนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โครงการวิจัยได้เก็บตัวอย่างใบในแต่ละกรรมวิธีส่งวิเคราะห์ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ศึกษาความสัมพันธ์ของซิลิคอนที่มีในต้นอ้อยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอปลายจุดเล็ก

นำข้อมูลจากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณซิลิคอนที่มีในแต่ละส่วนกับข้อมูลการเข้าทำลายของหนอนกอปลายจุดเล็ก นำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS



ภาพที่ 1 การเตรียมแปลงการปลูกท่อนพันธุ์ การนับการทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก และลักษณะการทำลายของหนอนกออายุจุดเล็ก

บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้ซิลิคอนในอัตรา 10, 30 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่

1.1 สถานที่ทำการวิจัย คุณลักษณะของดิน และการวิเคราะห์ปริมาณซิลิคอน (extractable Si) ในสารซิลิคอนที่ใช้ในการวิจัย

ทำการศึกษาวิจัยในแปลงอ้อยจำนวน 2 แปลง ได้แก่แปลงวิจัยที่ 1 ตั้งอยู่ที่ ต.พุนกยูง อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ พิกัด 15°26'20.3"N 100°28'36.9"E และแปลงวิจัยที่ 2 อยู่ที่ ต.ดงดินแดง อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี พิกัด 15°22'21.1"N 100°44'06.6"E โดยทั้งสองแปลงนี้พบการระบาดของหนอนกออ้อยอยู่เสมอ

เก็บตัวอย่างของดินทั้งสองแปลงวิจัยมาตรวจสอบคุณลักษณะของดินก่อนการใส่สารซิลิคอน ผลการวิเคราะห์ดินแสดงให้เห็นว่าดินในแปลงวิจัยที่ 1 จาก อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ เนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินมีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือไม่มีปัญหาดินเค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูง มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ปานกลาง มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูง (ตารางที่ 1) ในขณะที่ดินจากแปลงวิจัยที่ 2 จาก อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี พบว่าเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินมีสภาพเป็นด่างปานกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือไม่มีปัญหาดินเค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูง (ตารางที่ 2)

ผลการวิเคราะห์สารซิลิคอนที่ใช้ในการวิจัยพบว่ามีซิลิคอน (extractable Si) เป็นองค์ประกอบในระดับปานกลาง โดยมีค่าเท่ากับ 27.74 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแปลงวิจัย ต.พุนกยูง อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ พิกัด 15°26'20.3"N 100°28'36.9"E ณ เดือน เมษายน พ.ศ. 2559

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์	
เนื้อดิน ^{1/}	(Texture)	Clay	
อนุภาคขนาดทราย (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Sand; %)	31.3	ดินเหนียว
อนุภาคขนาดทรายแป้ง (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Silt; %)	14.9	
อนุภาคขนาดดินเหนียว (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Clay; %)	53.8	
พีเอชดิน (pH ดิน:น้ำ, 1:1)	(pH Soil: H ₂ O; 1:1)	7.87	ด่างเล็กน้อย
ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC _e ; dS/m)	0.39	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Organic matter; %)	2.09	ปานกลาง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{2/}	(Avail.P; mg/kg)	24.66	ค่อนข้างสูง
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{3/}	(Exch.K; mg/kg)	67.57	ปานกลาง
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{3/}	(Exch.Ca; mg/kg)	17522.3	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{3/}	(Exch.Mg; mg/kg)	213.0	สูง
ซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Avail.Si; mg/kg)	172.93	-

หมายเหตุ ^{1/} = Walkey and Black method (Walkey and Black, 1934)

^{2/} = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

^{3/} = Extracted with NH₄OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

^{4/} = Pipette method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแปลงวิจัย ต.ดงดินแดง อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี พิกัด 15°22'21.1"N 100°44'06.6"E ณ เดือนเมษายน พ.ศ. 2559

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์	
เนื้อดิน ^{1/}	(Texture)	Clay	
อนุภาคนาขนาดทราย (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Sand; %)	28.6	ดินเหนียว
อนุภาคนาขนาดทรายแป้ง (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Silt; %)	22.8	
อนุภาคนาขนาดดินเหนียว (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Clay; %)	48.6	
พีเอชดิน (pH ดิน:น้ำ, 1:1)	(pH Soil: H ₂ O; 1:1)	7.92	ต่างปานกลาง
ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC _e ; dS/m)	0.39	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Organic matter; %)	1.94	ปานกลาง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{2/}	(Avail.P; mg/kg)	87.80	สูงมาก
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exch.K; mg/kg)	45.59	ต่ำ
^{3/}			
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{3/}	(Exch.Ca;mg/kg)	14262.9	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{3/}	(Exch.Mg; mg/kg)	782.1	สูง
ซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Avail.Si;/mg/kg)	151.2	-

หมายเหตุ ^{1/} = Walkey and Black method (Walkey and Black, 1934)

^{2/} = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

^{3/} = Extracted with NH₄OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

^{4/} = Pipette method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สารซิลิคอนที่ใช้ในการวิจัย

สารประกอบ	ค่าวิเคราะห์	
ซิลิคอน (Extractable Si; mg/kg)	27.74	ปานกลาง
pH (1:2)	7.59	ต่างเล็กน้อย
EC (1:10, dS/m)	0.50	ไม่เค็ม
Cation exchange capacity (cmol/kg)	5.06	ค่อนข้างต่ำ

1.2. ศึกษาอัตราการใส่ซิลิโคนที่มีผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก

ในแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ 30 วันหลังจากอ้อยงอก ได้ตรวจนับการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยนับจากยอดอ้อยที่แสดงอาการยอดเหี่ยว ผลการตรวจสอบแสดงในตารางที่ 4 ร้อยละการทำลายของหนอนกออ้อยมีค่าระหว่าง 0.56-4.17 กรรมวิธีที่มีการทำลายของหนอนกออ้อยมากที่สุดคือ กรรมวิธีใส่ซิลิโคนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีการทำลายของหนอนกอเท่ากับ 4.17 รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิลมีการทำลายเท่ากับ 3.73 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.01$) กับกรรมวิธีการใส่ซิลิโคนอัตรา 30 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีการทำลายของหนอนกอเท่ากับ 1.02 และ 0.56 และที่ 40 วันหลังอ้อยงอก มีการทำลายของหนอนกออ้อยระหว่าง 3.71-7.30 โดยการทำลายของหนอนกอในทุกกรรมวิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ 50 วันหลังอ้อยงอก การทำลายของหนอนกออ้อยอยู่ระหว่าง 1.58-8.60 ในกรรมวิธีที่มีการพ่นสารฟิโพรนิล และกรรมวิธีการใส่ซิลิโคนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีการทำลายของหนอนกอมากที่สุดเท่ากับ 8.60 และ 5.79 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) กับกรรมวิธีการใส่ซิลิโคนอัตรา 10 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีไม่ใส่ซิลิโคนและไม่กำจัดหนอนกอ มีการทำลายของหนอนกอเท่ากับ 4.45, 2.16 และ 1.58 ตามลำดับ

ที่ 60 วันหลังอ้อยงอก การทำลายของหนอนกออ้อยอยู่ระหว่าง 2.03-13.54 กรรมวิธีใส่ซิลิโคนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล มีการทำลายของหนอนกอสูงสุดเท่ากับ 13.54 และ 13.52 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีนี้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) กับกรรมวิธีการใส่ซิลิโคนอัตรา 10 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีไม่ใส่ซิลิโคนและไม่กำจัดหนอนกอ ที่มีการทำลายของหนอนกอเท่ากับ 7.72 4.35 และ 2.03 ตามลำดับ

ในแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จังหวัดลพบุรี ที่ 30 วันหลังจากอ้อยงอก การทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กแสดงในตารางที่ 5 ร้อยละการทำลายของหนอนกออ้อยมีค่าระหว่าง 0.00-0.18 กรรมวิธีที่มีการทำลายของหนอนกออ้อยมากที่สุดคือ กรรมวิธีใส่ซิลิโคนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีการทำลายของหนอนกอเท่ากับ 0.18 ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ ไม่มีการเข้าทำลายของหนอนกอ แต่อย่างไรก็ตามการทำลายของหนอนกอในทุกกรรมวิธี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 40 วันหลังอ้อยงอก มีการทำลายของหนอนกออ้อยระหว่าง 0.17-3.25 กรรมวิธีที่มีการทำลายของหนอนกอมากที่สุดได้แก่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิลที่มีการทำลายของหนอนกอเท่ากับ 3.25 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) กับกรรมวิธีการใส่ซิลิโคนในทุกอัตราและกรรมวิธีไม่ใส่ซิลิโคน

ที่ 50 วันหลังอ้อยงอก การทำลายของหนอนกออ้อยอยู่ระหว่าง 3.47-7.33 การทำลายของหนอนกอในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ 60 วันหลังอ้อยงอก การทำลายของหนอนกอมีค่าระหว่าง 4.89-6.85 การทำลายของหนอนกอในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 การทำลายของหนอนกอ (%) ที่ระยะเวลาต่างๆ ของแปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	ระยะเวลา (วันหลังอ้อยงอก)			
	30	40	50	60
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	1.02 b ^{1/}	7.30	2.16 c	7.72 b
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	4.17 a	6.10	5.79 ab	13.54 a
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	2.23 ab	3.81	4.45 b	4.35 b
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	0.56 b	4.26	1.58 c	2.03 c
5. ป่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	3.73 a	3.71	8.60 a	13.52 a
f-test	*	ns	**	**
C.V.	6.20	4.33	3.12	2.41

^{1/} ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ LSD **=0.01, *=0.05 และ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 5 การทำลายของหนอนกอ (%) ที่ระยะเวลาต่างๆ ของแปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	ระยะเวลา (หลังอ้อยงอก)			
	30 วัน	40 วัน	50 วัน	60 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	0.00	0.17b	4.97	4.93
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	0.00	0.55b	3.47	4.98
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	0.18	1.14b	5.49	5.20
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	0.00	0.85b	7.33	6.85
5. ป่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	0.00	3.25a	4.36	4.89
f-test	ns	**	ns	ns
C.V.	20.79	4.93	2.47	2.27

^{1/} ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ LSD **=0.01, *=0.05 และ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การแสดงออกของซิลิคอนต่อการเข้าทำลายของหนอนกออ้อยนั้นมีความแปรปรวนสูงมาก อาจเนื่องมาจากการระบาดของหนอนกอมีน้อย ทำให้ตอบสนองแต่ละกรรมวิธีได้ไม่ชัดเจน โดยการระบาดของหนอนกอในแปลงวิจัยนี้มีการระบาดต่ำกว่าค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีการทำลายน้อยกว่า 10% (มานิตาและคณะ, 2553) การระบาดของแมลงน้อยกว่าระดับเศรษฐกิจนี้จึงไม่สามารถอธิบายผลของซิลิคอนที่มีต่อการเข้าทำลายของแมลง ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Camargo *et al.*, (2010) ที่ศึกษาการใช้ซิลิคอนในอัตรา 0, 55, 110 และ 165 kg ha⁻¹ Si ในอ้อยสองพันธุ์คือ IAC873396 และ SP891115 ในการควบคุมหนอนเจาะลำต้น *Diatraea saccharalis* ผลการศึกษา พบว่าที่อัตรา 103.2 kg ha⁻¹ Si หรือเท่ากับแคลเซียมซิลิเกต 952 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ที่ใช้กับพันธุ์ SP891115 ให้ผลผลิตดีที่สุด แต่การทำลายของหนอนเจาะลำต้น *D. saccharalis* ของทุกกรรมวิธีที่ใช้ซิลิคอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ นักวิจัยให้เหตุผลว่าการระบาดของแมลงในสภาพแปลงต่ำกว่าระดับทางเศรษฐกิจ

อีกปัจจัยหนึ่งที่คาดว่าจะส่งผลต่อการวิจัยคือระดับของการใช้ซิลิคอนในอัตราที่ 10 30 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยอ้างอิงตามการทำงานของ เสกสิริ และคณะ (2557) พบว่าเมื่อเทียบกับการวิจัยของต่างประเทศ อัตราการใช้ซิลิคอนต่อไร่จะมีการใช้ที่สูงกว่า เช่นการวิจัยของ Keeping and Meyer (2002) ใช้ซิลิคอนในรูปแบบ calcium silicate อัตรา 5000 และ 10000 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (ประมาณ 833 และ 1666 กิโลกรัมต่อไร่) ในการควบคุมหนอนเจาะลำต้นอ้อยอัฟริกัน *Eldana saccharina* Walker โดยสามารถลดการทำลายของหนอนเจาะชนิดนี้ประมาณ 24.4% ด้วยเหตุนี้คณะวิจัยได้เพิ่มอัตราการใช้ซิลิคอนอัตรา 50 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่ และทำการทดลองกับอ้อยต่อ ซึ่งเป็นอ้อยที่มักพบการระบาดของหนอนกออ้อยมากกว่าอ้อยปลูก

1.3 ผลของซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

1.3.1 แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

1.3.1.1 ผลของซิลิคอนต่อความงอกของอ้อย

ตรวจสอบความงอก ความสูงของอ้อย จำนวนใบ และความเขียวของใบในทุกกรรมวิธีเพื่อศึกษาผลของซิลิคอนที่มีต่อการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ความงอกของอ้อยแสดงในตารางที่ 6 พบว่ามีความงอกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 68.45-85.16 เปอร์เซ็นต์ ความงอกทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.3.1.2 ผลของซิลิคอนต่อความสูงของอ้อย

ความสูงของอ้อยแบ่งออกเป็นความสูงจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap) และความสูงจากผิวดินถึงใบธง (Flag leaf) โดยพบว่าความสูงจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด โดยเริ่มวัดเมื่ออ้อยมีอายุ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูกอ้อย ที่ 30 วันหลังปลูกความสูงของอ้อยจากผิวดินถึงคอใบสูงสุดมีค่าระหว่าง 4.75-5.35 ซม. ระยะเวลา 60 วันหลังปลูกอ้อยมีความสูงระหว่าง 9.09-10.05 ซม. ระยะเวลา 90 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 11.12-12.94 ซม. ระยะเวลา 120 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 28.58-29.76 ซม. ระยะเวลา 150 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 89.03-90.95 ซม. ระยะเวลา 180 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 125.40-128.93 ซม. ระยะเวลา 210 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 182.68-197.05 ซม. และที่ระยะเวลา 240 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 225.53-246.35 ซม. เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีและในทุกระยะเวลา (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยอายุ 60 วันหลังปลูก ที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันในการวิจัย
อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	การงอก (%)
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	68.45 ^{1/}
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	82.29
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	84.90
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	83.33
5. ปุ๋ยสูตร 5%SC อัตรา 80 มิลลิตร/ไร่	85.16
f-test/CV (%)	ns/23.02

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 7 ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap) ในช่วงเวลาต่างๆ ของ
กรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม การวิจัย อ.ตากฟ้า
จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	ความสูงของอ้อยจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (เซนติเมตร)							
	30 วัน ^{1/}	60 วัน	90วัน	120 วัน	150 วัน	180 วัน	210 วัน	240 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	5.20	10.01	12.94	29.19	89.18	127.40	192.63	243.00
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	5.03	10.05	12.46	29.76	89.03	128.93	187.95	225.53
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	5.35	9.09	11.12	28.59	88.08	125.40	197.05	246.35
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	4.75	9.25	12.41	28.94	89.25	128.63	189.20	241.98
5. ปุ๋ยสูตร 5%SC อัตรา 80 มิลลิตร/ไร่	4.83	9.44	11.70	29.58	90.95	127.60	182.68	236.15
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.03	11.97	8.45	9.75	6.81	5.10	7.05	3.89

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; ^{1/} วันหลังปลูกอ้อย

ความสูงจากผิวดินถึงใบธง จะเริ่มตรวจสอบที่ระยะ 30 60 และ 90 วันหลังปลูก ที่ระยะเวลา 30 วัน หลังปลูก มีความสูงจากผิวดินถึงใบธงระหว่าง 52.98-56.33 ซม. ระยะเวลา 60 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 86-99.30 ซม. และระยะเวลาที่ 90 หลังปลูกมีความสูงระหว่าง 109.55-113.89 ซม. เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีและในทุกระยะที่ทำการตรวจวัด (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงใบธง (Flag leaf) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับ ซิลิโคนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	ความสูงของอ้อยจากผิวดินถึงใบธง (เซนติเมตร)		
	30 วัน ^{1/}	60 วัน	90 วัน
1. ซิลิโคนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	54.23	99.30	110.10
2. ซิลิโคนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	53.83	86.00	113.89
3. ซิลิโคนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	52.98	95.14	110.72
4. ไม่ใช้ซิลิโคนและไม่กำหนดหนอนกอ	56.33	91.95	110.53
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่	53.70	96.35	109.55
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	8.64	11.64	4.53

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; ^{1/} วันหลังปลูกอ้อย

1.3.1.3 ผลของซิลิโคนต่อจำนวนใบ

ตรวจสอบจำนวนใบเมื่ออ้อยมีอายุ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วัน หลังปลูก ที่ระยะเวลา 30 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 3.48-3.93 ใบ ระยะเวลา 60 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 5.65-6.75 ใบ ระยะเวลา 90 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 8.77-9.37 ใบ ระยะเวลา 120 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 8.72-9.32 ใบ ระยะเวลา 150 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 11.72-12.62 ใบ ระยะเวลา 180 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 12.20-12.95 ใบ ระยะเวลา 210 วันหลังปลูกมีจำนวนใบที่ลดลง โดยมีจำนวนใบระหว่าง 8.90-9.70 ใบ และระยะเวลา 240 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 9.53-10.35 ใบ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีและในทุกระยะที่ทำการตรวจวัด (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 จำนวนใบ (leaf number) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกัน
เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	จำนวนใบ							
	30 วัน ^{1/}	60 วัน	90 วัน	120 วัน	150 วัน	180 วัน	210 วัน	240 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	3.48	5.65	8.77	8.72	12.12	12.20	8.90	10.35
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	3.73	6.75	9.02	9.02	11.95	12.95	9.70	9.53
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	3.58	6.75	9.37	9.32	12.62	12.40	9.03	9.95
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอน กอ	3.88	6.55	9.27	9.22	11.72	12.77	9.20	9.88
5. ฟ่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	3.93	6.60	8.90	9.12	12.55	12.72	9.25	10.33
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11.96	13.59	9.35	6.76	7.14	3.48	8.66	5.96

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; ^{1/} วันหลังปลูก

1.3.1.4 ผลของซิลิคอนต่อการแตกกอ

ตรวจสอบการแตกกอเมื่ออ้อยมีอายุ 150 วันหลังปลูก พบว่ากรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีการแตกกอมากเท่ากับ 5.38 ต้นต่อกอ รองลงมาได้แก่กรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีการพ่นฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่ มีการแตกกอเท่ากับ 5.28 ต้นต่อกอ ตามด้วยกรรมวิธีไม่ใส่ซิลิคอนและกรรมวิธีใส่ซิลิคอนในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ที่มีการแตกกอเท่ากับ 5.27 และ 5.25 ต้นต่อกอ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 10)

1.3.1.5 ผลของซิลิคอนต่อความเขียวของใบ

ผลจากการวัดความเขียวใบด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ SPAD ในระยะ 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูก พบว่าความเขียวใบระยะ 150 วันหลังปลูกมีความเขียวใบระหว่าง 40.03-40.80 ระยะเวลา 180 วันหลังปลูกมีความเขียวใบระหว่าง 41.70-42.79 ระยะเวลา 210 วันหลังปลูกมีความเขียวใบระหว่าง 38.16-56.98 และระยะเวลา 240 วันหลังปลูกมีความเขียวใบระหว่าง 40.29-43.52 อย่างไรก็ตามในทุกกรรมวิธีและทุกระยะของการเก็บข้อมูลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 การแตกกอของอ้อยในระยะ 150 วัน ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	การแตกกอ (ต้นตอกอ)
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	5.25
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	5.38
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	5.28
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	5.27
5. ป่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	5.28
F-test	ns
CV (%)	6.58

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 11 ความเขียวของใบอ้อยที่ระยะ 150, 180, 210 และ 240 วัน ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	ความเขียวใบ SPAD			
	150 วัน ^{1/}	180 วัน	210 วัน	240 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	40.03	42.79	38.16	42.68
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	40.65	41.88	56.98	40.29
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	40.80	41.70	40.84	43.52
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	40.74	42.18	40.77	41.37
5. ป่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	40.67	42.2	41.46	40.90
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2.74	3.78	34.14	9.70

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; ^{1/} วันหลังปลูก

1.3.1.6 ผลของซิลิคอนต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อย

เมื่ออ้อยมีการเจริญเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยว จะมีการเก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อยได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนัก (ต้นต่อไร่) และ CCS ของในแต่ละกรรมวิธี พบว่าอ้อยในระยะเก็บเกี่ยวมีความสูงระหว่าง 300.1-322.55 ซม. ทุกกรรมวิธีมีความสูงไม่ต่างกันทางสถิติ เส้นผ่านศูนย์กลางลำมีขนาดระหว่าง 2.83-2.98 ซม. ทุกกรรมวิธีมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำไม่ต่างกันทางสถิติ มีจำนวนลำระหว่าง 7552.09-7937.51 ลำต่อไร่ ทุกกรรมวิธีมีจำนวนลำต่อไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักของอ้อยมีค่าระหว่าง 14.30-16.14 ต้นต่อไร่ ทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่า CCS มีค่าระหว่าง 13.76-15.11 ค่า CCS ในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อยในแต่ละกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่าง ๆ กัน
เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต				
	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวน (ลำต่อไร่)	น้ำหนัก (ต้นต่อไร่)	CCS
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	303.33	2.96	7624.99	14.64	13.76
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	308.05	2.83	7875	14.73	14.94
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	300.1	2.98	7625	14.3	14.53
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	322.55	2.98	7937.51	16.14	15.11
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่	305.93	2.84	7552.09	13.77	13.71
p-value	0.7976	0.4370	0.9823	0.9012	0.2723
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8.78	5.22	14.45	23.74	7.50

1.3.2 แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จังหวัดลพบุรี

1.3.2.1 ผลของซิลิคอนต่อความสูงของอ้อย

ความสูงของอ้อยแบ่งออกเป็นความสูงจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด และความสูงจากผิวดินถึงใบธง โดยพบว่าความสูงจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด โดยเริ่มวัดเมื่ออ้อยมีอายุ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูกอ้อย ที่ 30 วันหลังปลูกความสูงของอ้อยจากผิวดินถึงคอใบสูงสุดมีค่าระหว่าง 4.21-4.84 ซม. ระยะเวลา 60 วันหลังปลูกอ้อยมีความสูงระหว่าง 8.90-10.02 ซม. ระยะเวลา 90 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 18.44-19.51 ซม. ระยะเวลา 120 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 36.47-39.07 ซม. ระยะเวลา 150 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 107.10-115.75 ซม. ระยะเวลา 180 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 129.25-140.67 ซม. ระยะเวลา 210 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 173.30-182.72 ซม. และที่ระยะเวลา 240 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 241.62-250.87 ซม. เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีและในทุกระยะเวลา (ตารางที่ 13)

ความสูงจากผิวดินถึงใบธง จะเริ่มตรวจสอบที่ระยะ 30 60 และ 90 วันหลังปลูก ที่ระยะเวลา 30 วันหลังปลูก มีความสูงจากผิวดินถึงใบธงระหว่าง 33.26-39.49 ซม. ระยะเวลา 60 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 74.14-80.31 ซม. และระยะเวลาที่ 90 หลังปลูกมีความสูงระหว่าง 127.17-128.75 ซม. เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีและในทุกระยะที่ทำการตรวจวัด (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 13 ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	ความสูงของอ้อยจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (เซนติเมตร)							
	30 วัน ^{1/}	60 วัน	90วัน	120 วัน	150 วัน	180 วัน	210 วัน	240 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	4.84	9.77	18.44	36.47	109.42	129.77	173.30	241.62
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	4.81	10.02	19.30	37.80	115.75	129.90	174.37	245.62
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	4.73	9.74	19.29	36.47	112.58	140.67	182.72	250.00
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	4.85	8.90	18.95	38.82	107.10	129.25	178.15	250.87
5. ป่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิตร/ไร่	4.21	9.14	19.51	39.07	112.25	132.25	177.25	245.87
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.03	11.97	8.45	9.75	6.81	5.10	7.05	3.89

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; ^{1/} วันหลังปลูก

ตารางที่ 14 ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงใบธง (Flag leaf) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับ ซิลิโคนในอัตราต่างกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	ความสูงของอ้อยจากผิวดินถึงใบธง (เซนติเมตร)		
	30 วัน ^{1/}	60 วัน	90 วัน
1. ซิลิโคนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	35.60	79.62	127.17
2. ซิลิโคนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	37.08	79.57	128.50
3. ซิลิโคนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	33.26	80.31	127.07
4. ไม่ใช้ซิลิโคนและไม่กำจัดหนอนกอ	37.94	78.05	127.97
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่	39.49	74.14	128.75
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	14.81	5.03	6.27

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; ^{1/} วันหลังปลูก

1.3.2.2 ผลของซิลิโคนต่อจำนวนใบ

ตรวจสอบจำนวนใบเมื่ออ้อยมีอายุ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วัน หลังปลูก ที่ระยะเวลา 30 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 3.93-4.13 ใบ ระยะเวลา 60 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 6.15-6.60 ใบ ระยะเวลา 90 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 8.18-8.48 ใบ ระยะเวลา 120 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 7.00-7.63 ใบ ระยะเวลา 150 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 7.72-8.35 ใบ ระยะเวลา 180 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 7.88-8.40 ใบ ระยะเวลา 210 วันหลังปลูกมีจำนวนใบที่ลดลง โดยมีจำนวนใบระหว่าง 7.70-8.40 ใบ และระยะเวลา 240 วันหลังปลูกมีจำนวนใบระหว่าง 7.97-8.45 ใบ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีและในทุกระยะที่ทำการตรวจวัด (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 จำนวนใบ (leaf number) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กัน
เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	จำนวนใบ							
	30 วัน ^{1/}	60 วัน	90 วัน	120 วัน	150 วัน	180 วัน	210 วัน	240 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	4.03	6.15	8.18	7.48	8.35	8.20	7.90	8.45
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	4.12	6.40	8.43	7.00	7.72	7.88	7.93	7.97
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	3.93	6.60	8.33	7.55	8.17	8.40	8.40	8.05
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำหนดหนอนกอ	4.03	6.25	8.28	7.63	8.10	8.05	8.03	7.87
5. ฟอสฟอไรต์ 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	4.13	6.40	8.48	7.33	8.00	8.18	7.70	8.20
F-test	0.92	0.78	0.90	0.85	0.49	0.12	0.60	0.21
CV (%)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; ^{1/} วันหลังปลูก

1.3.2.3 ผลของซิลิคอนต่อการแตกกอ

ตรวจสอบการแตกกอเมื่ออ้อยมีอายุ 150 วันหลังปลูก พบว่ากรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ มีการแตกกอมากเท่ากับ 4.72 ต้นตอกอ รองลงมาได้แก่กรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีไม่ใส่ซิลิคอน มีการแตกกอเท่ากับ 4.70 ต้นตอกอ ตามด้วยกรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ฟอสฟอไรต์ 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่ มีการแตกกอเท่ากับ 4.62 และ 4.55 ต้นตอกอตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 16)

1.3.2.3 ผลของซิลิคอนต่อความเขียวของใบ

ผลจากการวัดความเขียวใบด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ SPAD ในระยะ 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูก พบว่าความเขียวใบระยะ 150 วันหลังปลูกมีความเขียวใบระหว่าง 38.86-40.11 ระยะเวลา 180 วันหลังปลูกมีความเขียวใบระหว่าง 39.90-40.48 ระยะเวลา 210 วันหลังปลูกมีความเขียวใบระหว่าง 39.77-42.45 และระยะเวลา 240 วันหลังปลูกมีความเขียวใบระหว่าง 40.08-42.82 อย่างไรก็ตามในทุกกรรมวิธีและทุกระยะของการเก็บข้อมูลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 16 การแตกกอของอ้อยในระยะ 150 วันหลังปลูก ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กัน
เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	การแตกกอ
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	4.72
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	4.62
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	4.70
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำหนดหนอนกอ	4.70
5. ป่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	4.55
F-test	ns
CV (%)	3.57

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 17 ความเขียวของใบอ้อยที่ระยะ 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูกอ้อย ของกรรมวิธีที่ได้รับ
ซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	ความเขียวใบ SPAD			
	150 วัน ^{1/}	180 วัน	210 วัน	240 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	38.86	40.11	39.77	40.10
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	39.63	40.48	41.34	40.44
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	40.11	40.40	42.16	42.82
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำหนดหนอนกอ	39.53	40.05	40.06	40.08
5. ป่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	39.09	39.90	42.45	42.40
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2.55	4.09	7.53	4.49

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; ^{1/} วันหลังปลูก

ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อยได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนัก (ตันต่อไร่) และ CCS ของในแต่ละกรรมวิธี พบว่าอ้อยในระยะเก็บเกี่ยวมีความสูงระหว่าง 200.12-252.75 ซม. ทุกกรรมวิธีมีความสูงไม่ต่างกันทางสถิติ เส้นผ่านศูนย์กลางลำมีขนาดระหว่าง 2.61-2.71 ซม. ทุกกรรมวิธีมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำไม่ต่างกันทางสถิติ มีจำนวนลำระหว่าง 9166.75-10000.25 ลำต่อไร่ ทุกกรรมวิธีมีจำนวนลำต่อไร่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ น้ำหนักของอ้อยมีค่าระหว่าง 10.27-10.86 ตันต่อไร่ ทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่า CCS มีค่าระหว่าง 13.00-14.61 ค่า CCS ในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของอ้อยในแต่ละกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่าง ๆ กัน
เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต				
	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	จำนวนลำต่อไร่	น้ำหนัก (ตันต่อไร่)	CCS
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	216.62	2.66	9499.75	10.8	13
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	200.12	2.62	9875.25	10.86	13.34
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	252.75	2.71	9166.75	10.27	14.61
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	208.27	2.61	9375	10.68	13.79
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่	203.5	2.63	10000.25	10.72	14.01
p-value	0.3038	0.7000	0.7845	0.9577	0.0633
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16.89	4.43	11.06	11.00	5.23

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การใช้ซิลิคอนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยทั้งในด้านของการงอก ความสูง จำนวนใบ การแตกกอ ความเขียวใบ และองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต สอดคล้องกับการวิจัยของ Keeping *et al.*, (2013) ศึกษาการใช้ซิลิคอน Calmasil และ Slagment ที่อัตรา 4 และ 8 ตันต่อเฮกตาร์ ในทุกกรรมวิธีไม่มีการเพิ่มของผลผลิต จำนวนลำต่อเฮกตาร์ หรือ CCS หรือการเจริญเติบโตต่างๆ ของอ้อย แต่อย่างไรก็ตามซิลิคอนส่งผลต่อ CCS โดยการใช้ซิลิคอนที่มากขึ้นจะทำให้ค่า CCS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการรายงานของ พนิดา และคณะ (2560) ที่ศึกษาผลของซิลิคอนและวัสดุปรับสภาพดินที่มีซิลิคอนสูงต่ออ้อยที่ปลูกบนชุดดินน้ำพองต่อวัสดุปรับสภาพดินที่มีซิลิคอนสูงต่างชนิดได้แก่ เพอร์ไลต์ เบนทอนไนต์ แกลบดิบ และแกลบที่ใส่ในอัตราเทียบเท่ากับ 80 กก.ซิลิคอน/ไร่ พบว่าปุ๋ยซิลิคอนและวัสดุปรับสภาพดินที่มีซิลิคอนสูงส่งผลให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับควบคุมที่ไม่ใส่วัสดุปรับสภาพดินให้ผลผลิตอ้อยต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนลำและจำนวนปล้องที่มีค่าต่ำที่สุดอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยซิลิคอนและวัสดุปรับสภาพดินมีซิลิคอนสูงช่วยเพิ่มผลผลิตอ้อย โดยการใส่วัสดุปรับสภาพดินที่มีซิลิคอนสูงให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยซิลิคอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าวัสดุปรับสภาพดินน่าจะ ช่วยปรับปรุงสภาพทางฟิสิกส์ของดินร่วมด้วย กล่าวคือ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการขาดน้ำ รวมทั้งเพิ่มความ การใส่ปุ๋ยซิลิคอน และวัสดุปรับสภาพดินตามตำรับการทดลองส่งผลให้ ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามความเป็นกรดของดินไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อย เนื่องจากอ้อยสามารถขึ้นได้ดีในระหว่าง pH 4.0-8.5 (Husz, 1972; Hunsigi, 1993)

ความแตกต่างของการวิจัยนี้อาจเนื่องมาจากชุดดินที่ทำการศึกษาคือดินและคณะ (2560) เป็นชุดดินน้ำพอง ลักษณะเป็นดินกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก (pH 4.0-5.2) ดินมีการชะละลายรุนแรง ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ มากถึงปานกลาง รวมทั้งดินอยู่ในกลุ่มดินเนื้อค่อนข้างหยาบจึงส่งผลให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวอย่าง เนื่องจากวัตถุดิบกำเนิดของดินเป็น หินทรายเมื่อสลายตัวจึงให้ธาตุอาหารพืชต่ำ อีกทั้งดินมีปริมาณดินเหนียวน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ ส่งผลให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินต่ำถึงค่อนข้างต่ำแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการดูดซับแคตไอออนของดินต่ำ จึงทำให้ธาตุอาหารเกิดการสูญเสียปริมาณที่คงอยู่ในดิน จึงมีน้อยมากมีปริมาณซิลิคอน 63 มก.ต่อกิโลกรัมที่ความลึก 0-30 ซม. ขณะที่ชุดดินที่ทำการทดลองเป็นชุดดินที่ 52 ชุดดินตาคี เกิดจากตะกอนน้ำพาที่บดอยู่บนชั้นปูนมาร์ล บริเวณเนินตะกอนรูปพัด เป็นดินต้นถึงชั้นปูนมาร์ลที่พบภายใน 50 ซม.จากผิวดิน ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีดำ สีเทาเข้มมาก สีน้ำตาลปนเทาเข้มมาก หรือสีน้ำตาลเข้มมาก ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) ดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และมีเม็ดปูนปน สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้ม และมีสีขาว มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุและความอุดมสมบูรณ์สูง ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและความอิ่มตัวเบสสูง ปริมาณของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และมีปริมาณซิลิคอนสูงคือเท่ากับ การที่ดินมีความสมบูรณ์สูงอยู่แล้วการใส่ซิลิคอนเพิ่มลงไปอาจไม่ได้ช่วยในการปรับปรุงสภาพทางฟิสิกส์ของดินเทียบเท่ากับชุดดินน้ำพอง ดังนั้นการเจริญเติบโตของอ้อยจากการวิจัยนี้จึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใช้ซิลิคอนและกรรมวิธีควบคุม

1.4 ศึกษาปริมาณของซิลิคอนที่อ้อยดูดซึมเข้าไปยังส่วนต่างๆ หลังจากที่ได้รับซิลิคอนทางดินในระยะเวลาต่างกัน

1.4.1 ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจสอบจากใบอ้อยในส่วนของ Top visible dew lap (TVD)

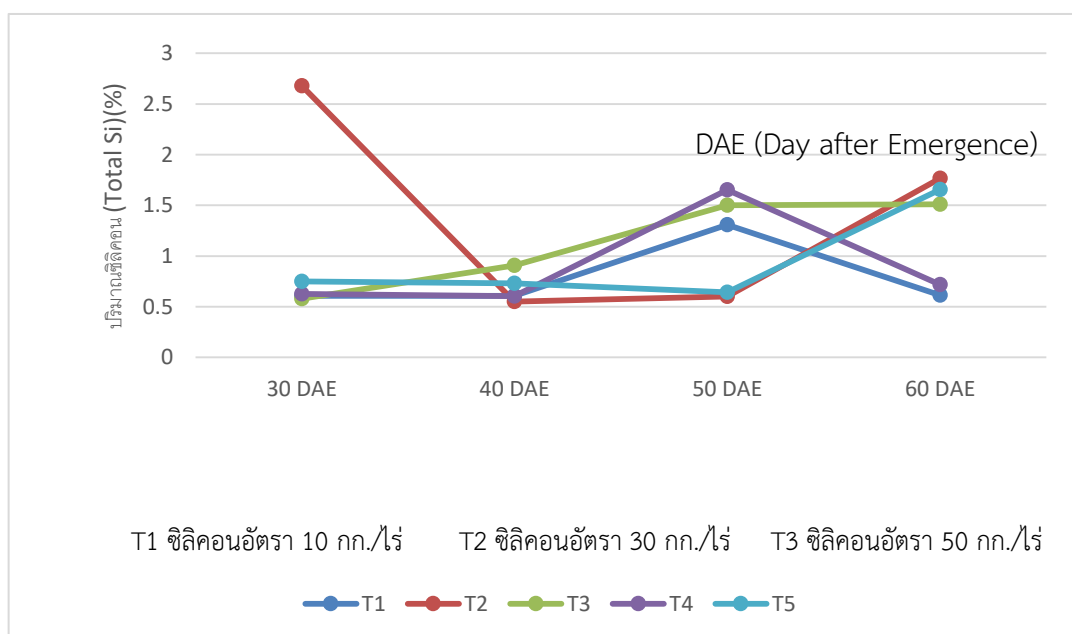
- แปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

ทำการเก็บตัวอย่างใบอ้อยในส่วนคอใบสูงสุด นำมาหาปริมาณซิลิคอนที่มีอยู่ในใบซึ่งผลการวิจัยแสดงในภาพที่ 2 (ตารางที่ 19) ในที่ 30 วันหลังอ้อยงอกพบปริมาณ Total Si อยู่ระหว่าง 1.16 – 1.58% โดยใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของ Total Si มากที่สุดเท่ากับ 1.58% ส่วนใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีไม่ใส่สารซิลิคอนมีปริมาณ Total Si น้อยที่สุดเท่ากับ 1.16 % ในที่ 40 วันหลังอ้อยงอกพบปริมาณ Total Si อยู่ระหว่าง 1.324 – 1.694 % โดยใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่มีปริมาณของ Total Si มากที่สุด 1.694% ส่วนใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่มีปริมาณ Total Si น้อยที่สุด 1.324 %

ในที่ 50 วันหลังอ้อยงอกพบปริมาณ Total Si อยู่ระหว่าง 0.600 – 1.654 % โดยใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีไม่ใส่ซิลิคอนโดยไม่กำหนดหนอนกอ มีปริมาณของ Total Si มากที่สุด 1.654% ส่วนใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่มีปริมาณ Total Si น้อยที่สุด 0.600% ในที่ 60 วันหลังอ้อยงอกพบปริมาณ Total Si อยู่ระหว่าง 0.613 – 1.766 % โดยใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอน

อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของ Total Si มากที่สุด 1.766% ส่วนใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่มีปริมาณ Total Si น้อยที่สุด 0.613%

ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจพบในใบอ้อยมีความแปรปรวนสูงมาก และไม่สัมพันธ์กับปริมาณซิลิคอนที่ใช้ในแปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ กรรมวิธีที่ 4 คือกรรมวิธีที่ไม่ใส่สารซิลิคอน และกรรมวิธีที่ 5 กรรมวิธีที่ฉีดพ่นสารฟิโพรนิล ปริมาณของซิลิคอนที่พบในใบอ้อยมีสูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอน แต่การเพิ่มอัตราของซิลิคอนที่มากขึ้นมีแนวโน้มที่จะพบว่ามีปริมาณซิลิคอนในใบมากขึ้น นอกจากนี้ในระยะที่มีการตรวจที่ 30 40 และ 50 วันหลังอ้อยงอกปริมาณซิลิคอนที่มีอยู่ในใบจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อระยะเวลาที่ 60 วันหลังอ้อยงอกปริมาณซิลิคอนจะลดลง



ภาพที่ 2 ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจสอบจากใบอ้อย (TVD) ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกัน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

ตารางที่ 19 ปริมาณซิลิคอน (Total silicon) ในใบอ้อยของทุกกรรมวิธีที่ใช้สารซิลิคอนและกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยปริมาณซิลิคอน (total Si) ในใบอ้อย (%)			
	30 วัน ^{1/}	40 วัน	50 วัน	60 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	1.316	1.324	1.296	0.429
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	1.199	1.349	1.468	0.503
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	1.579	1.564	1.618	1.08
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	1.159	1.570	1.435	1.261
5. พ่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	1.439	1.694	1.499	0.483

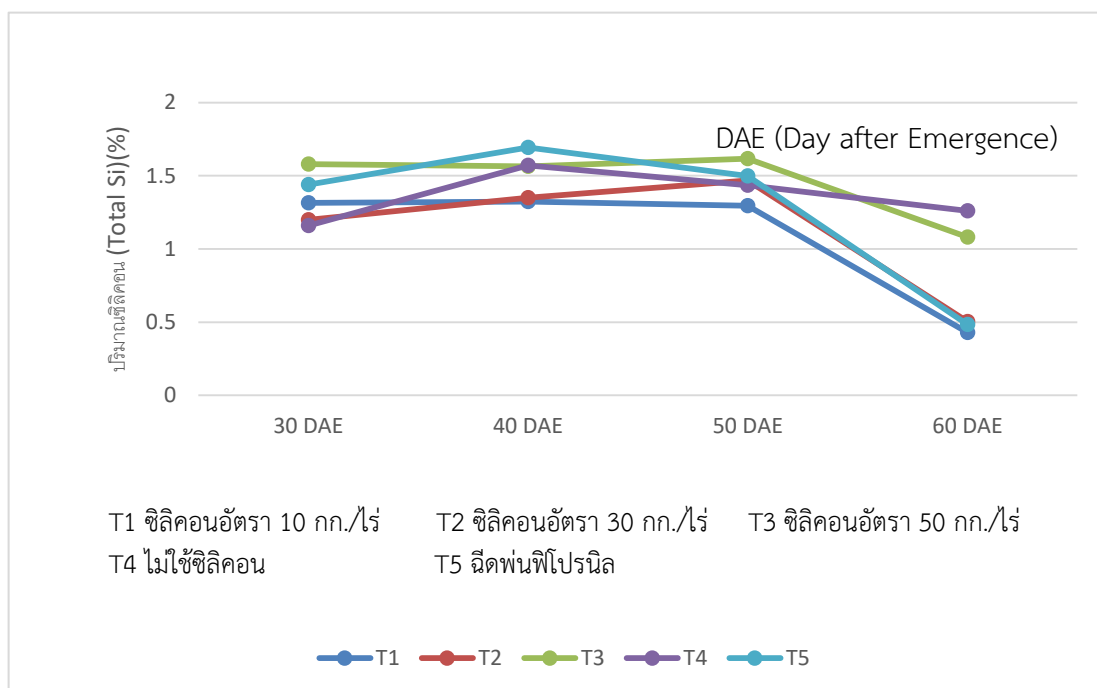
^{1/} วันหลังปลูก

- แปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

ทำการเก็บตัวอย่างใบอ้อยในส่วนคอใบสูงสุด นำมาหาปริมาณซิลิคอนที่มีอยู่ในใบซึ่งผลการวิจัยแสดงในภาพที่ 3 (ตารางที่ 20) ในที่ 30 วันหลังอ้อยออกพบปริมาณ Total Si อยู่ระหว่าง 0.578 – 2.678 % โดยใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของ Total Si มากที่สุด 2.678% ส่วนใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่มีปริมาณ Total Si น้อยที่สุด 0.578% ในที่ 40 วันหลังอ้อยออกพบปริมาณ Total Si อยู่ระหว่าง 0.550 – 0.907% โดยใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของ Total Si มากที่สุด 0.907% ส่วนใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณ Total Si น้อยที่สุด 0.550%

ในที่ 50 วันหลังอ้อยออกพบปริมาณ Total Si อยู่ระหว่าง 0.600 – 1.654 % โดยใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีไม่ใช้ซิลิคอนโดยไม่กำจัดหนอนกอ มีปริมาณของ Total Si มากที่สุด 1.654% ส่วนใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณ Total Si น้อยที่สุด 0.600% ในที่ 60 วันหลังอ้อยออกพบปริมาณ Total Si อยู่ระหว่าง 0.613 – 1.766 % โดยใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของ Total Si มากที่สุด 1.766% ส่วนใบอ้อยที่เก็บได้จากกรรมวิธีใส่สารซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณ Total Si น้อยที่สุด 0.613%

ผลของปริมาณซิลิคอนในใบอ้อยในแปลงวิจัย อ.หนองม่วงอยู่ในทิศทางเดียวกับอ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ในแง่ของความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ เช่น กรรมวิธีที่ 4 คือกรรมวิธีที่ไม่ใส่สารซิลิคอน และกรรมวิธีที่ 5 กรรมวิธีที่ฉีดพ่นสารฟิโพรนิล ปริมาณของซิลิคอนที่พบในใบอ้อยมีสูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้สารซิลิคอน แต่แตกต่างกันในแง่ของปริมาณซิลิคอน คือในระยะเวลาที่อ้อยออกเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของซิลิคอนที่ตรวจพบจะมีมากขึ้น



ภาพที่ 3 ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจสอบจากใบอ้อย (TVD) ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกัน
เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

ตารางที่ 20 ปริมาณซิลิคอน (Total silicon) ในใบอ้อยของทุกกรรมวิธีที่ใช้สารซิลิคอนและกรรมวิธีควบคุม
ของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยปริมาณซิลิคอน (total Si) ในใบอ้อย (%)			
	30 วัน ^{1/}	40 วัน	50 วัน	60 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่	0.606	0.607	1.308	0.613
2. ซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	2.678	0.550	0.600	1.766
3. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	0.578	0.907	1.502	1.511
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัดหนอนกอ	0.626	0.603	1.654	0.718
5. ฟ่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิตร/ไร่	0.749	0.729	0.643	1.657

^{1/} วันหลังปลูก

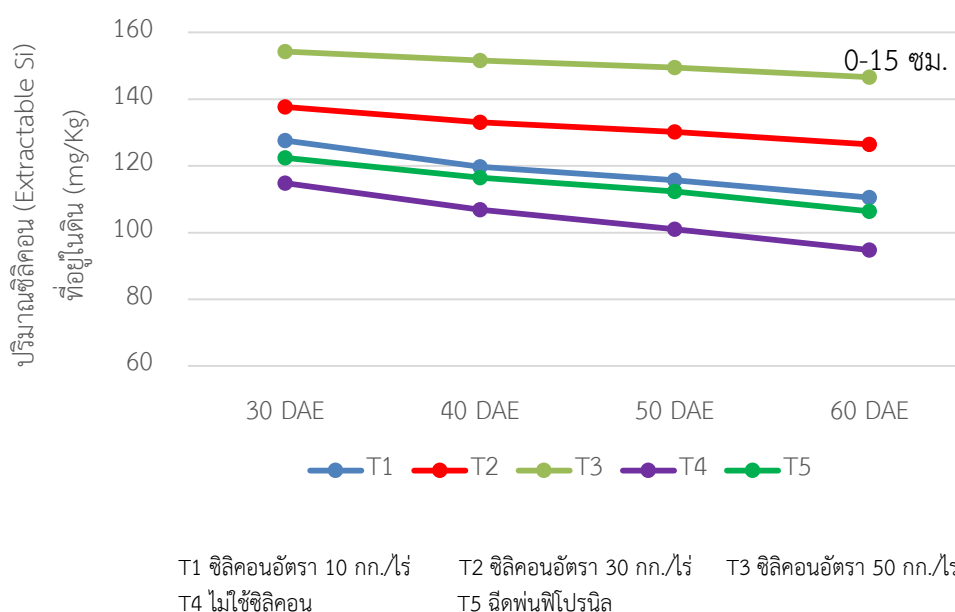
1.5 ปริมาณซิลิโคนที่ตรวจพบในดินก่อนและหลังจากการใส่สารซิลิโคนในระยะเวลาต่าง ๆ กัน

- แปลงวิจัย อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

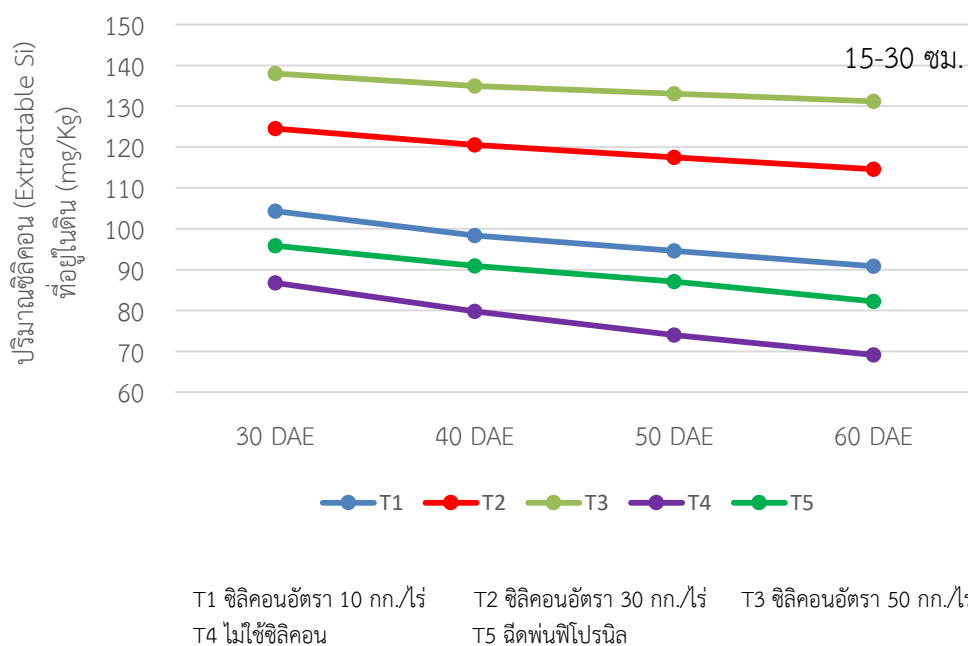
ตรวจสอบปริมาณซิลิโคนในดิน โดยตรวจสอบในความลึก 2 ระดับ คือ ที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร และที่ความลึก 15-30 เซนติเมตร จากผิวน้ำดิน

ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ซิลิโคนอัตรา 50 กก./ไร่ มีปริมาณของซิลิโคนมากที่สุด 146.59-154.31 mg/kg รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 ใช้ซิลิโคนอัตรา 30 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ 1 ใช้ซิลิโคนอัตรา 10 กก./ไร่ โดยมีปริมาณซิลิโคนเท่ากับ 126.45-137.70 mg/kg และ 110.54-127.61 mg/kg ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบที่เวลาต่างกัน ปริมาณซิลิโคนที่ตรวจพบในดินจะมีปริมาณลดลงตามลำดับ โดยระยะเวลาที่มีปริมาณซิลิโคนในดินมากที่สุดคือที่ 30 วันหลังอ้อยงอกมีปริมาณซิลิโคนอยู่ระหว่าง 122.39 – 154.31 mg/kg และลดลงที่ 40 50 และ 60 วันหลังอ้อยงอก โดยที่ 60 วันหลังอ้อยงอก มีปริมาณซิลิโคนอยู่ระหว่าง 94.80 – 146.59 mg/kg (ภาพที่ 3 และตารางที่ 21)

ที่ระดับ 15-30 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ซิลิโคนอัตรา 50 กก./ไร่ มีปริมาณของซิลิโคนมากที่สุด 131.18-138.06 mg/kg รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 ใช้ซิลิโคนอัตรา 30 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ 1 ใช้ซิลิโคนอัตรา 10 กก./ไร่ โดยมีปริมาณซิลิโคนเท่ากับ 114.62-124.57 mg/kg และ 90.79-104.33 mg/kg ตามลำดับ ปริมาณซิลิโคนที่ตรวจพบในดินจะมีปริมาณลดลงตามลำดับ โดยระยะเวลาที่มีปริมาณซิลิโคนในดินมากที่สุดคือที่ 30 วันหลังอ้อยงอกมีปริมาณซิลิโคนอยู่ระหว่าง 86.78 – 138.06 mg/kg และลดลงที่ 40 50 และ 60 วันหลังอ้อยงอก โดยที่ 60 วันหลังอ้อยงอก มีปริมาณซิลิโคนอยู่ระหว่าง 73.88 – 131.18 mg/kg (ภาพที่ 4 และตารางที่ 21)



ภาพที่ 4 ปริมาณซิลิโคนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิโคนในอัตราต่างๆ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์



ภาพที่ 5 ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 15-30 เซนติเมตร ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกัน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

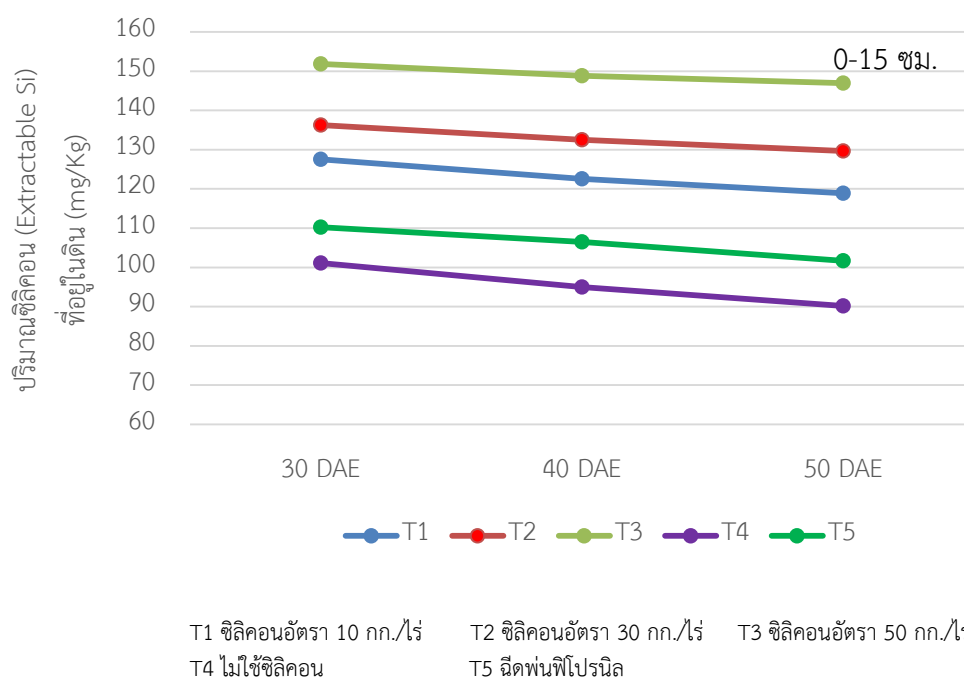
- แปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กก./ไร่ มีปริมาณของซิลิคอนมากที่สุด 146.99-151.86 mg/kg รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 ใช้ซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ 1 ใช้ซิลิคอนอัตรา 10 กก./ไร่ โดยมีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 129.64-136.31 mg/kg และ 118.91-127.51 mg/kg ตามลำดับ ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจพบในดินจะมีปริมาณลดลงตามลำดับตามการเจริญเติบโตของอ้อย โดยระยะเวลาที่มีปริมาณซิลิคอนในดินมากที่สุดคือที่ 30 วันหลังอ้อยงอกมีปริมาณซิลิคอนอยู่ระหว่าง 101.07 – 151.86 mg/kg และลดลงที่ 40 50 และ 60 วันหลังอ้อยงอก โดยที่ 60 วันหลังอ้อยงอก มีปริมาณซิลิคอนอยู่ระหว่าง 90.21-146.99 mg/kg (ภาพที่ 5 และตารางที่ 22)

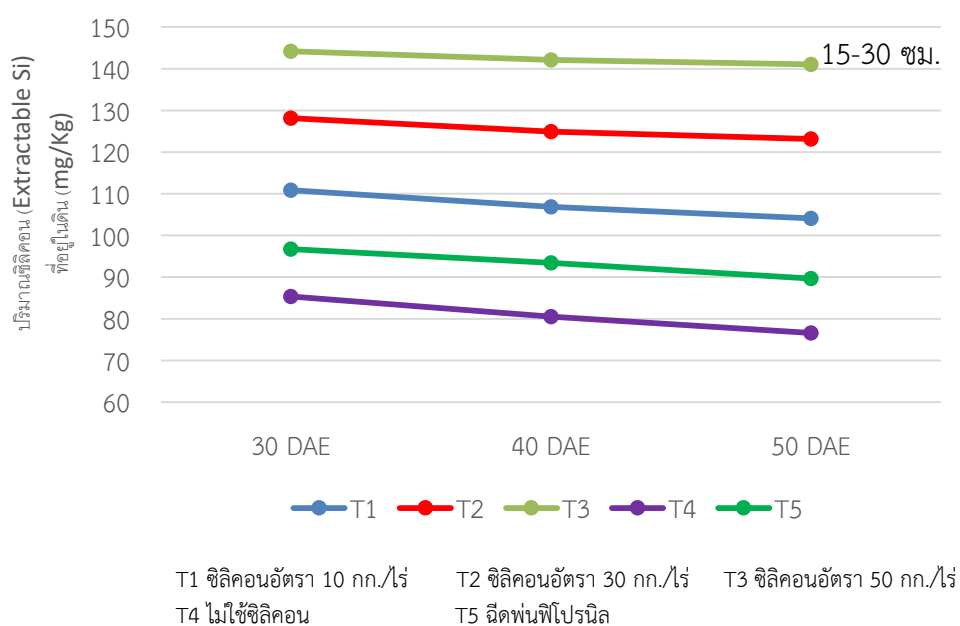
ที่ระดับ 15-30 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ 3 คือการใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กก./ไร่ มีปริมาณของซิลิคอนมากที่สุด 141.02-144.16 mg/kg รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 ใช้ซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ 1 ใช้ซิลิคอนอัตรา 10 กก./ไร่ โดยมีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 123.14-128.13 mg/kg และ 104.12-110.89 mg/kg ตามลำดับ ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจพบในดินจะมีปริมาณลดลงตามลำดับ โดยระยะเวลาที่มีปริมาณซิลิคอนในดินมากที่สุดคือที่ 30 วันหลังอ้อยงอกมีปริมาณซิลิคอนอยู่ระหว่าง 96.70 – 144.16 mg/kg และลดลงที่ 40 50 และ 60 วันหลังอ้อยงอก โดยที่ 60 วันหลังอ้อยงอก มีปริมาณซิลิคอนอยู่ระหว่าง 76.62 – 141.02 mg/kg (ภาพที่ 6 และตารางที่ 22)

ผลจากการศึกษาปริมาณของซิลิคอนในดิน หลังจากการใส่ซิลิคอนในอัตราต่างๆ ใน 2 แปลงวิจัยทั้ง อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ และ อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี ให้ผลการวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเมื่อมีการใส่ซิลิคอนในอัตราสูง จะพบว่ามีปริมาณซิลิคอนในดินสูงตาม เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้นหรืออายุเจริญเติบโตขึ้น ปริมาณของซิลิคอนที่อยู่ในดินจะลดลงตามเวลาด้วย

ปริมาณของซิลิคอนที่ตรวจพบจะน้อยลงเมื่อมีความลึกมากขึ้น โดยการใช้ซิลิคอนจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้มากกว่า 30 เซนติเมตร แต่ Keeping *et al.* (2013) สามารถตรวจพบซิลิคอนใน 3.5 ปี ที่ระดับ 40 เซนติเมตรในกลุ่มที่ใช้ slagment ซึ่งเป็นไปได้ว่ามีการไหลลงไปตามด้านล่าง แต่อย่างไรก็ตามซิลิคอนเป็นธาตุชนิดนี้มีมากมายในโลกมีอยู่ในทุกพื้นที่ แม้แต่น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงจะมีซิลิคอนอยู่ที่ 20nM (Werner and Roth, 1983) และในใบพืชที่มีการใส่ซิลิคอนเลยจะมีซิลิคอนอยู่ประมาณ 0.5-1.9 มิลลิกรัม



ภาพที่ 6 ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับการมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี



ภาพที่ 7 ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 15-30 เซนติเมตร ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกัน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

ตารางที่ 21 ปริมาณซิลิคอนในดินของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธี ควบคุมของแปลงวิจัยที่ 1 อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยปริมาณซิลิคอน (total Si) ในใบอ้อย (%)							
	0-15 เซนติเมตร				15-30 เซนติเมตร			
	30 วัน ^{1/}	40 วัน	50 วัน	60 วัน	30 วัน	40 วัน	50 วัน	60 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 kg/ rai	127.61	119.71	115.68	110.54	104.33	98.36	94.6	90.79
2. ซิลิคอนอัตรา 30 kg/ rai	137.7	133.03	130.18	126.45	124.57	120.56	117.52	114.62
3. ซิลิคอนอัตรา 50 kg/ rai	154.31	151.62	149.49	146.59	138.06	134.99	133.06	131.18
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัด หนอนกอ	114.84	106.87	101.03	94.8	86.78	79.8	73.97	69.11
5. ฟอสฟอโรน 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	122.39	116.47	112.37	106.42	95.85	90.89	87.03	82.2

^{1/} วันหลังปลูก

ตารางที่ 22 ปริมาณซิลิคอนในดินที่ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยปริมาณซิลิคอน (total Si) ในใบอ้อย (%)							
	0-15 เซนติเมตร				15-30 เซนติเมตร			
	30 วัน ^{1/}	40 วัน	50 วัน	60 วัน	30 วัน	40 วัน	50 วัน	60 วัน
1. ซิลิคอนอัตรา 10 kg/ rai	127.51	122.58	118.91	116.38	110.89	106.83	104.12	101.56
2. ซิลิคอนอัตรา 30 kg/ rai	136.31	132.51	129.64	127.63	128.13	124.92	123.14	120.42
3. ซิลิคอนอัตรา 50 kg/ rai	151.86	148.86	146.99	143.56	144.16	142.09	141.02	137.38
4. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัด หนอนกอ	101.07	95.00	90.21	88.69	85.38	80.5	76.62	74.43
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่	110.28	106.52	101.64	97.42	96.7	93.43	89.68	86.76

^{1/} วันหลังปลูก

1.6 ศึกษาความคุ้มค่าของการใช้ซิลิคอน

เมื่อนำข้อมูลของผลผลิต คุณภาพผลผลิต เทียบกับราคาของอ้อยในปี 2559 พบว่าในแปลงวิจัยที่ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ผลผลิตอ้อยที่ได้มากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กก./ ไร่ มีผลผลิต 16.18 ตันต่อไร่ และมีค่า CCS มากที่สุด 15.12 ขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใส่ซิลิคอนมีค่า CCS น้อยกว่า เมื่อพิจารณารายได้สุทธิก็มีรายได้ที่มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีรายได้สุทธิเท่ากับ 20,208.02 บาทต่อไร่ ดังนั้นการใส่ซิลิคอนส่งผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอที่น้อยลงทำให้ผลผลิตต่อไร่มีมากขึ้น เมื่อเกษตรกรไม่ทำการใส่ซิลิคอนผลผลิตจะน้อยและค่า CCS ที่ได้น้อยกว่าส่งผลต่อรายได้สุทธิที่ต่างกัน 1364.46 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 23)

แปลงวิจัยที่อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี กรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 10 kg มีผลผลิตมากที่สุด 18.43 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่ มีผลผลิต 18.38 ตันต่อไร่ กรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 10 กก./ ไร่ ให้ค่า CCS มากที่สุด คือ 14.44 เมื่อพิจารณารายได้สุทธิพบว่ากรรมวิธีฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่ และกรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 10 กก./ไร่ มีรายได้สุทธิมากที่สุดเท่ากับ 24,120.25 และ 24,106.74 บาทต่อไร่ ดังนั้นการใส่ซิลิคอนส่งผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอที่น้อยลงทำให้ผลผลิตต่อไร่มีมากขึ้น เมื่อเกษตรกรไม่ทำการใส่ซิลิคอนผลผลิตจะน้อยและค่า CCS ที่ได้น้อยกว่าส่งผลต่อรายได้สุทธิที่ต่างกัน 4018.35 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 24)

การตอบสนองต่อซิลิคอนของดินที่แปลง อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ต่างจาก อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี โดยดูจากค่า CCS เมื่อมีการเติมซิลิคอนจะทำให้มีค่า CCS ที่สูงขึ้น แต่อ.หนองม่วง มีค่า CCS ไม่เป็นไปตามการเพิ่มขึ้นของการใส่ซิลิคอน เหตุนี้อาจเกิดจากดินที่กระตุ้นการแสดงออกหรือซิลิคอนสามารถแสดงศักยภาพได้ดีได้แก่ดินที่มีความเป็นด่าง ซึ่งดินที่อ.ตากฟ้ามีความเป็นด่าง ขณะที่อ.หนองม่วงมีค่าเป็นกรดซึ่งการใส่ซิลิคอนลงไปไม่ส่งผลต่อการเจริญ

ตารางที่ 23 ข้อมูลผลผลิต คุณภาพของผลผลิต ต้นทุนและผลกำไรที่ได้รับที่แปลงเกษตรกรในอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์และอำเภอหนอง ม่วงจังหวัดลพบุรี (ข้อมูลในปี 59)

กรรมวิธี	แปลงตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์					
	ผลผลิต (ตัน)	คุณภาพ (CCS)	ราคา/ตัน (บาท)	รายได้ (บาท)	ค่า ซิลิคอน (บาท)	รายได้สุทธิ (บาท)
1. ไม่ใช้ซิลิคอนและไม่กำจัด หนอนกอ	14.65	13.76	1,286.25	18,843.56	0	18,843.56
2. ซิลิคอนอัตรา 10 kg/ rai	14.73	14.94	1,361.22	20,050.77	400	19,650.77
3. ซิลิคอนอัตรา 30 kg/ rai	14.30	14.53	1,335.39	19,096.08	1,200	17,896.08
4. ซิลิคอนอัตรา 50 kg/ rai	16.18	15.12	1,372.56	22,208.02	2,000	20,208.02
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่	13.75	13.71	1,283.73	17,651.29	100	17,551.29
P-value	0.9537	0.3290	-	-	-	-
F-test	ns	ns	-	-	-	-
CV (%)	21.31	6.42	-	-	-	-

ตารางที่ 24 ข้อมูลผลผลิต คุณภาพของผลผลิต ต้นทุนและผลกำไรที่ได้รับที่แปลงเกษตรกรใน อ.หนองม่วง จังหวัดลพบุรี (ข้อมูลในปี 59)

กรรมวิธี กก./ไร่	อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี					
	ผลผลิต (ตัน)	คุณภาพ (CCS)	ราคา/ตัน (บาท)	รายได้ (บาท)	ค่าชิลิคอน (บาท)	รายได้สุทธิ (บาท)
1. ไม่ใช้ชิลิคอนและไม่ กำจัดหนอนกอ	16.55	12.60	1,213.8	20,088.39	0	20,088.39
2. ชิลิคอนอัตรา 10 kg/ rai	18.43	14.44	1,329.72	24,506.74	400	24,106.74
3. ชิลิคอนอัตรา 30 kg/ rai	17.92	13.75	1,286.25	23,049.6	1200	21,849.6
4. ชิลิคอนอัตรา 50 kg/ rai	17.50	14.29	1,320.27	23,104.73	2000	21,104.73
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่	18.38	14.25	1,317.75	24,220.25	100	24,120.25
P-value	0.7227	0.3381	-	-	-	-
F-test	ns	ns	-	-	-	-
CV (%)	12.06	9.71	-	-	-	-

2. การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้ซิลิคอนในอัตรา 50, 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่

2.1. สถานที่ทำการวิจัย คุณลักษณะของดิน

ทำการศึกษาวิจัยในแปลงอ้อย ต.ดงดินแดง อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี ผลจากการเก็บตัวอย่างของดินทั้งสองแปลงวิจัยมาตรวจสอบคุณลักษณะของดินก่อนการใส่สารซิลิคอน ผลการวิเคราะห์ดินแสดงให้เห็นว่าดินในแปลงวิจัยนี้เนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินมีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือไม่มีปัญหาดินเค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูง มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ปานกลาง มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูง และมีซิลิคอนในดิน 173.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแปลงวิจัย ต.ดงดินแดง อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี พิกัด 15°21'54"N 100°43'29"E ณ เดือนเมษายน พ.ศ. 2560

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์	
พีเอชดิน (pH ดิน:น้ำ, 1:1)	(pH Soil: H ₂ O; 1:1)	7.51	ด่างเล็กน้อย
ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC _e ; dS/m)	0.39	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์) ^{1/}	(Organic matter; %)	1.67	ปานกลาง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{2/}	(Avail.P; mg/kg)	196.58	สูงมาก
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{3/}	(Exch.K; mg/kg)	152.27	สูงมาก
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{3/}	(Exch.Ca; mg/kg)	7,756	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ^{3/}	(Exch.Mg; mg/kg)	620.35	สูง
ซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Avail.Si; mg/kg)	173.27	-

หมายเหตุ ^{1/} = Walkey and Black method (Walkey and Black, 1934)

^{2/} = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

^{3/} = Extracted with NH₄OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

^{4/} = Pipette method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554)

2.2 ศึกษาอัตราการใช้ซิลิคอนที่มีผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก

ที่ 30 วันหลังจากอ้อยงอก ทุกกรรมวิธีมีร้อยละการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอน ในอัตรา 50, 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่ มีร้อยละการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กเท่ากับ 17.24, 12.55 และ 16.69 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีควบคุมที่ 1 (ไม่ใส่ซิลิคอน, ใส่ปุ๋ย) และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 (ไม่ใส่ซิลิคอน, ไม่ใส่ปุ๋ย) มีร้อยละการเข้าทำลายเท่ากับ 21.26 และ 21.74 ขณะที่กรรมวิธีฉีดพ่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่ มีร้อยละการเข้าทำลาย 15.64

ที่ 45 หลังอ้อยงอก กรรมวิธีที่มีการใส่สารซิลิคอนทุกอัตรามีการเข้าทำลายของหนอนกอระหว่าง 15.23-16.33 ซึ่งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 ที่มีการเข้าทำลายร้อยละ 25.93 และ 18.57

ที่ 60 หลังอ้อยออก กรรมวิธีที่ 4 ที่ใส่สารซิลิคอนในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ มีการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กเท่ากับ 12.84 น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอนในอัตรา 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ที่มีการเข้าทำลายร้อยละ 16.00 และ 18.16 ตามลำดับ การเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กพบมากที่สุดในกรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 โดยมีร้อยละการเข้าทำลายเท่ากับ 19.48 และ 20.67 ทั้งนี้การเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กในกรรมวิธีที่ 4 ที่ใส่สารซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ มีร้อยละการเข้าทำลายไม่แตกต่างกับการฉีดพ่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่ ที่มีร้อยละการเข้าทำลายเท่ากับ 13.97 เมื่อทำการวิเคราะห์ความเสียหายที่ลดลงโดยเทียบระหว่างกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่พบว่าสามารถลดความเสียหายจากการทำลายของหนอนกอได้ร้อยละ 42.99

ที่ 75 วันหลังออก ทุกกรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอน และกรรมวิธีฉีดพ่นสารฟิโพรนิล มีการเข้าทำลายของหนอนกอน้อย โดยกรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอนอัตรา 50, 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่มีร้อยละการเข้าทำลายของหนอนกอเท่ากับ 12.77 15.07 และ 15.47 ตามลำดับ ส่วนการฉีดพ่นสารฟิโพรนิลมีร้อยละการเข้าทำลายเท่ากับ 14.50 การเข้าทำลายของหนอนกอในกรรมวิธีข้างต้นนี้น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีที่ 6 ที่มีการเข้าทำลายร้อยละ 24.48 และ 23.26 ทำการวิเคราะห์ความเสียหายที่ลดลงโดยเทียบระหว่างกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ใช้ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่พบว่าสามารถลดความเสียหายจากการทำลายของหนอนกอได้ร้อยละ 48.30 (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 การทำลายของหนอนกอ (%) ในแปลงอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ในช่วงเวลาต่างๆ กันของแต่ละกรรมวิธีที่เติมซิลิคอนจากแปลงวิจัย อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	ระยะเวลา (หลังอ้อยออก)			
	30 วัน ^{1/}	45 วัน	60 วัน	75 วัน
1.กรรมวิธีควบคุม (ไม่ใส่ซิลิคอน,ใส่ปุ๋ย)	21.26±9.45a ^{2/}	25.93±16.22a	19.48±11.34a	24.48±17.23a
2. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	17.24±6.39a	16.23±8.43b	16.00±8.48a	12.77±5.80b
3. ซิลิคอนอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	12.55±3.92a	15.45±6.93b	18.16±6.06a	15.07±5.87b
4. ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	16.69±3.00a	15.23±7.11b	12.84±5.73b	15.47±6.09b
5. สารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	15.64±8.13a	16.33±9.90b	13.97±5.40b	14.50±7.09b
6: กรรมวิธีควบคุม (ไม่ใส่ซิลิคอนและไม่ใส่ปุ๋ย)	21.74±14.04a	18.57±11.31a	20.67±13.06a	23.26±13.57a
	F=1.305	F=3.250	F=2.524	F=5.204
	p=0.279	p=0.008	p=0.033	p=0.000

^{1/} วันหลังปลูก; ^{2/} ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ LSD **=0.01, *=0.05 และ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การศึกษาในครั้งนี้มีการทำลายของหนอนกออ้อยเกินระดับเศรษฐกิจ ซึ่งเกินกว่า 10% โดยมีค่าระหว่าง 12.55 - 24.48 โดยการเข้าทำลายของหนอนกอมีความสัมพันธ์กับการใช้ซิลิคอน ที่ 45 วันหลังอ้อยงอก การใช้ซิลิคอนมีความสามารถในการควบคุมหนอนกอเทียบเท่ากับการฉีดพ่นสารฟิโพรนิล และมีการเข้าทำลายของหนอนกอน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่ 60 วันหลังอ้อยงอกการใส่ซิลิคอนที่อัตรา 150 กิโลกรัม ให้ผลการควบคุมหนอนกออ้อยเทียบเท่ากรรมวิธีการฉีดพ่นด้วยสารฟิโพรนิล 5% SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่ ผลการควบคุมหนอนกออ้อยแสดงได้ชัดเจนและคงประสิทธิภาพในที่ 75 วันหลังอ้อยงอก โดยทุกกรรมวิธีที่ใช้ซิลิคอนมีการทำลายของหนอนกออ้อย น้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม จากข้อมูลข้างต้นนี้ กรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดีในการลดการเข้าทำลายของหนอนกออ้อยคือการใช้ซิลิคอนที่อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่

การใช้ซิลิคอนกับอ้อยสายพันธุ์ที่ปลูกอัฟริกาใต้ พบว่าการเพิ่มซิลิคอนจากแคลเซียมซิลิเกตจะสามารถเพิ่มความต้านทานของอ้อย ต่อหนอนเจาะลำต้นอ้อย *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) (Kvedaras *et al.*, 2007b) ซิลิคอนที่มีอยู่ในลำต้นอ้อยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการเพิ่มของซิลิคอนและสัมพันธ์ทางลบกับการเข้าทำลายของหนอน (Keeping and Meyer, 2006) ซึ่งให้เห็นว่าอ้อยที่มีปริมาณซิลิคอนสูงจะต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอน

ในอ้อยที่มีการเติมซิลิคอนทำให้ความสามารถในการเข้าสู่ลำต้นอ้อยของตัวหนอนในระยะแรกช้าลงหรือยืดยาวขึ้น จึงทำให้เพิ่มการตายของหนอนและลดน้ำหนักของตัวหนอน (Kvedaras and Keeping, 2007) นอกจากนี้การใส่ซิลิคอนจะทำให้เปลือก ปล้อง และข้อมีความแข็งแรงมากขึ้น (Kvedaras and Keeping, 2007a; Kvedaras and Keeping, 2007) การวิจัยของ Korndorfer *et al.* (2011) พบว่าการเพิ่มซิลิคอนจากเดิมที่มี 1.0 จากนั้น 2.5 ส่งผลต่อตารางชีวิตของ spittlebug (*Marhanava frimbiotata*)

2.3 ผลของซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

2.3.1 ผลของซิลิคอนต่อความสูง

ในส่วนการเจริญของอ้อยได้ทำการตรวจสอบในช่วง 90 วันหลังอ้อยงอกเท่านั้นเนื่องจากได้ทำการขอขยายเวลาการวิจัยออกเป็นเวลา 3 เดือน ซึ่งช่วงนี้จะเป็นการทำตรวจสอบความสูงของอ้อย และการแตกกอเพื่อศึกษาผลของซิลิคอนที่มีต่อการเจริญเติบโต ความสูงของอ้อยวัดจากผิวดินถึงคอบีสูงสุด (top visible dewlap) โดยเริ่มวัดเมื่ออ้อยมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังอ้อยงอก พบว่าที่ 30 วันหลังปลูกความสูงของอ้อยจากผิวดินถึงคอบีสูงสุดมีค่าระหว่าง 6.61-7.92 ซม. ระยะเวลา 60 วันหลังปลูกอ้อยมีความสูงระหว่าง 22.40-27.80 ซม.ระยะเวลา 90 วันหลังปลูกมีความสูงระหว่าง 77.72-86.27 ซม. ทุกระยะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 27)

2.3.2 ผลของซิลิคอนต่อความสูง

ตรวจสอบการแตกกอเมื่ออ้อยมีอายุ 90 วันหลังปลูก พบว่าการแตกกออยู่ระหว่าง 2.25- 2.65 กรรมวิธีไม่ใส่สารซิลิคอน ใส่ปุ๋ยการแตกกอมากกว่า 2.65 ต้นตอกอ รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ไม่ใส่สารซิลิคอน ไม่ใส่ปุ๋ย ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พ่นสารฟิโพรนิล 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่ ซิลิคอนอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ที่มีการแตกกอเท่ากับ 2.60 2.48 2.40 และ 2.25 ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 ความสูงของอ้อยเมื่อวัดจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap) ในช่วงเวลาต่างๆ ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ตงดินแดง จ.ลพบุรี

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

กรรมวิธี	ความสูงของอ้อยวัดจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (เซนติเมตร)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
1. ไม่ใส่สารซิลิคอน ใส่ปุ๋ย	7.59	27.80	86.27
2. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	7.46	23.25	79.05
3. ซิลิคอนอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	7.57	24.86	81.75
4. ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	6.63	23.46	81.42
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิลิตร/ไร่	6.61	22.40	78.90
6. ไม่ใส่สารซิลิคอน ไม่ใส่ปุ๋ย	7.92	26.68	77.72
p-value	0.9415	0.2623	0.5630
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	30.85	14.21	8.48

ตารางที่ 28 การแตกกอของอ้อยในระยะ 90 วัน ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แปลงวิจัย อ.ดงดินแดง จ.ลพบุรี

กรรมวิธี	การแตกกอ
1. ไม่ใส่สารซิลิคอน ใส่ปุ๋ย	2.65
2. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	2.48
3. ซิลิคอนอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	2.40
4. ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	2.25
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิตร/ไร่	2.48
6. ไม่ใส่สารซิลิคอน ไม่ใส่ปุ๋ย	2.60
p-value	0.7653
F-test	ns
CV (%)	16.22

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การใช้ซิลิคอนไม่ส่งผลต่อการเจริญของอ้อยถึงแม้ได้มีการเพิ่มอัตราเป็น 100 และ 150 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ซึ่งผลที่ได้แตกต่างจากงานวิจัยหลายท่านที่มีการทดลองใน ฮาวาย Mauritius อัฟริกาใต้ Puerto Rico ฟลอริดา ออสเตรเลีย เช่น Fox *et al.* (1967), Wong You Cheong and Halais (1970), DuPreez (1970), Samuels (1969), Elaward *et al.* (1982), Haysorn and Chapman, (1975) ที่รายงานว่าซิลิคอนที่มีต่ออ้อย โดยอ้อยมีการตอบสนองต่อการใช้ซิลิคอน เช่น จำนวนลำ และน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การตอบสนองของอ้อยต่อซิลิคอนนั้นมีความซับซ้อนและสัมพันธ์กับปริมาณของซิลิคอนที่พืชสามารถใช้ได้ ซิลิคอนจะอยู่ในรูปที่พืชใช้ได้คือ monosilicic acid ($\text{Si}(\text{OH})_4$) หรือ รูปแบบอื่นๆ เช่น polymer และ silica gel การเข้าไปยังพืชของ silicic acid จะเหมือนกับการดูดซึมน้ำโดยผ่านทาง apoplastic หรือ symplastic ของราก (Exley, 2015)

ซิลิคอนที่พืชสามารถใช้ได้ถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความชื้นดิน อุณหภูมิ ค่า pH ดิน สารประกอบอินทรีย์ ขนาดของอนุภาคดิน การมีสารอลูมิเนียม เหล็ก และฟอสเฟตไอออน (Beckwith and Reeve, 1964; Jones and Handreck, 1963, 1965) ซิลิคอนจะดูดซับที่ผิวของเซสควิออกไซด์ (sesquioxides) ในดิน สำหรับดินเขตร้อนมีเซสควิออกไซด์มาก เป็นเหตุให้มีการดูดซับมากด้วย (Marschner, 1995) โดยทั่วไปความเข้มข้นของซิลิคอนจะสูงเมื่อดินเป็นกรดมากกว่าดินที่ค่าเป็นกลางและเป็นด่าง (Foy, 1992)

2.4 ศึกษาปริมาณของซิลิคอนที่อ้อยดูดซึมเข้าไปยังส่วนต่างๆ หลังจากที่ได้รับซิลิคอนทางดินในระยะเวลาต่างกัน

2.4.1 ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจสอบจากใบอ้อยในส่วนของกาบใบและส่วนของ Top visible dew lap (TVD)

ทำการเก็บตัวอย่างกาบใบอ้อย และใบอ้อยในส่วนคอบใบสูงสุด นำมาหาปริมาณซิลิคอนที่มีอยู่ในใบซึ่งผลการวิจัยแสดงในตารางที่ 29 ภาพที่ 7 และภาพที่ 8 ที่ 30 วันหลังอ้อยงอกพบปริมาณซิลิคอนที่อยู่ใน TVD มากกว่าในกาบใบอ้อย โดยปริมาณของซิลิคอนในกาบใบนั้นพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่พบปริมาณของซิลิคอนที่อยู่ในกาบใบเท่ากับ 2.38 ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 100 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.59, 0.73, 0.69, 0.48 และ 0.47 ตามลำดับ ปริมาณของซิลิคอนใน TVD พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่พบปริมาณของซิลิคอนเท่ากับ 3.84 ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 100 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.13, 3.06, 2.79, 2.46 และ 0.88 ตามลำดับ

ที่ 45 วันหลังอ้อยงอก พบปริมาณซิลิคอนที่อยู่ใน TVD มากกว่าในกาบใบอ้อย โดยปริมาณของซิลิคอนในกาบใบนั้นพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่พบปริมาณของซิลิคอนที่อยู่ในกาบใบเท่ากับ 1.40 ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 100 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.60, 0.51, 0.49, 0.46 และ 0.33 ตามลำดับ ปริมาณของซิลิคอนใน TVD ของทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอนอัตรา 50, 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มีค่าเท่ากับ 2.54, 2.62, 2.79, 2.51, 2.23 และ 2.05 ตามลำดับ

ที่ 60 วันหลังอ้อยงอกปริมาณของซิลิคอนที่อยู่ใน TVD มากกว่าในกาบใบอ้อย โดยปริมาณของซิลิคอนในกาบใบนั้นพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่พบปริมาณของซิลิคอนที่อยู่ใน

ในกาบใบเท่ากับ 2.09 และ 1.89 ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.40, 1.26, 1.14 และ 1.05 ตามลำดับ ปริมาณของซิลิคอนใน TVD นั้นพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่พบปริมาณของซิลิคอนที่อยู่ในกาบใบเท่ากับ 2.23 ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 100 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล และ กรรมวิธีควบคุมที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.94, 1.84, 1.70 และ 1.64 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มีปริมาณซิลิคอนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.19

ที่ 75 วันหลังอ้อยงอก ปริมาณของซิลิคอนที่อยู่ใน TVD มากกว่าในกาบใบอ้อย โดยปริมาณของซิลิคอนในกาบใบนั้นพบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่สารซิลิคอนอัตรา 50, 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มีค่าเท่ากับ 1.00, 1.07, 1.08, 0.8, 0.73 และ 0.40 ตามลำดับ ส่วนปริมาณของซิลิคอนใน TVD พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่พบปริมาณของซิลิคอนที่อยู่ในกาบใบเท่ากับ 1.78 และ 1.64 ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.40, 1.36, 1.31 และ 1.00 ตามลำดับ

ซิลิคอนในใบพืชมักพบในอ้อยที่ปลูกในสภาพแปลงปลูก โดยมีความมากกว่า 2.0% ในอ้อยไร่ (Van Der Lann and Miles, 2010) และมากถึง 4.4% (Anderson *et al.*, 1991) อย่างไรก็ตาม ในสภาพแปลงอย่างน้อย 1.0% ใน TVD จะมีความเหมาะสมในการเจริญของอ้อย (Anderson *et al.*, 1987) แต่เมื่อซิลิคอนต่ำกว่า 0.25% ส่งผลต่อการลดลงของผลผลิตอย่างน้อย 50% ของศักยภาพอ้อยที่จะผลิตได้ (Anderson *et al.*, 1991) ใน SA sugar industry ระบุค่าซิลิคอน ในใบอ้อยดังนี้ 0.75 -0.99 % จัดได้ว่าเป็นระดับที่ดีมาก 0.5-0.74 % เป็นระดับกลาง 0.25-0.44 ระดับต่ำ และน้อยกว่า 0.25 ระดับต่ำมาก (Miles and Rhodes, 2008) ค่าซิลิคอนที่มีในใบ 0.2-0.5% จะลดการเผาทำลายของหนอนอ้อยได้มากกว่า 70% ลดความอยู่รอดของตัวหนอนได้มากถึง 75% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ (Keeping *et al.*, 2009, Keeping and Meyer, 2006; Kvedaras and Keeping, 2007)

จากการวิจัยของ Keeping *et al.*, (2011) กรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 8 t/ha มีซิลิคอนสะสมในใบคือ 0.32-0.48 g ในปีแรกของการปลูกความแตกต่างของซิลิคอนในใบอ้อยจะไม่ต่างกับกรรมวิธีควบคุม ปริมาณของซิลิคอนจะชัดเจนขึ้นเมื่ออ้อยเจริญในตอนที่สอง กรรมวิธีที่มีการใช้ Calmosil 8 t/ha จะมีปริมาณซิลิคอนสะสมในใบมากที่สุดคือ 0.51% แต่ปริมาณซิลิคอนที่สะสมในลำต้นช่วงเก็บเกี่ยวพบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้ slagment อัตรา 8 t/ha จะมีปริมาณซิลิคอนมากที่สุด 0.18 % จากนั้นตอนที่หนึ่งจะลดลงเป็น 0.12% ตอนที่สอง 0.16% ปริมาณซิลิคอนที่สะสมในอ้อยมีแนวโน้มสูงในช่วงแรกของการปลูก จากนั้นลดลงในตอนที่หนึ่งและจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในตอนที่สอง จากปริมาณของซิลิคอนในใบชี้ให้เห็นว่าอัตราไม่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระหว่างกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่มีการใช้ซิลิคอนอัตราสูงสุดมีความต่างกันทางสถิติของการทำลายของหนอนอ้อย ในช่วงแรกของการปลูก และตอนที่หนึ่ง ส่วนตอนที่สอง กรรมวิธีที่ใช้ซิลิคอนมากจะมีค่าซิลิคอนที่สูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้อัตราต่ำ

การใช้ค่าของซิลิคอนที่อยู่ในใบอ้อยจะให้ค่าที่ตอบสนองต่ออัตราได้ดีกว่าค่าซิลิคอนที่กาบใบ ซึ่งสอดคล้อง กับนักวิจัยหลายท่าน เช่น Anderson *et al.*, (1991); Ayres (1966), Elawad *et al.*, (1982) ที่กล่าวว่าอัตราการใส่ มีผลต่อซิลิคอนที่สะสมในใบซึ่งพบโดยทั่วไปในอ้อย กรรมวิธีที่มีอัตราใกล้เคียงกันจะไม่พบซิลิคอนในลำต้น ชี้ให้เห็นว่าซิลิคอนที่สะสมในใบจะตอบสนองได้ดีต่อซิลิคอนที่สามารถใช้ได้ดิน

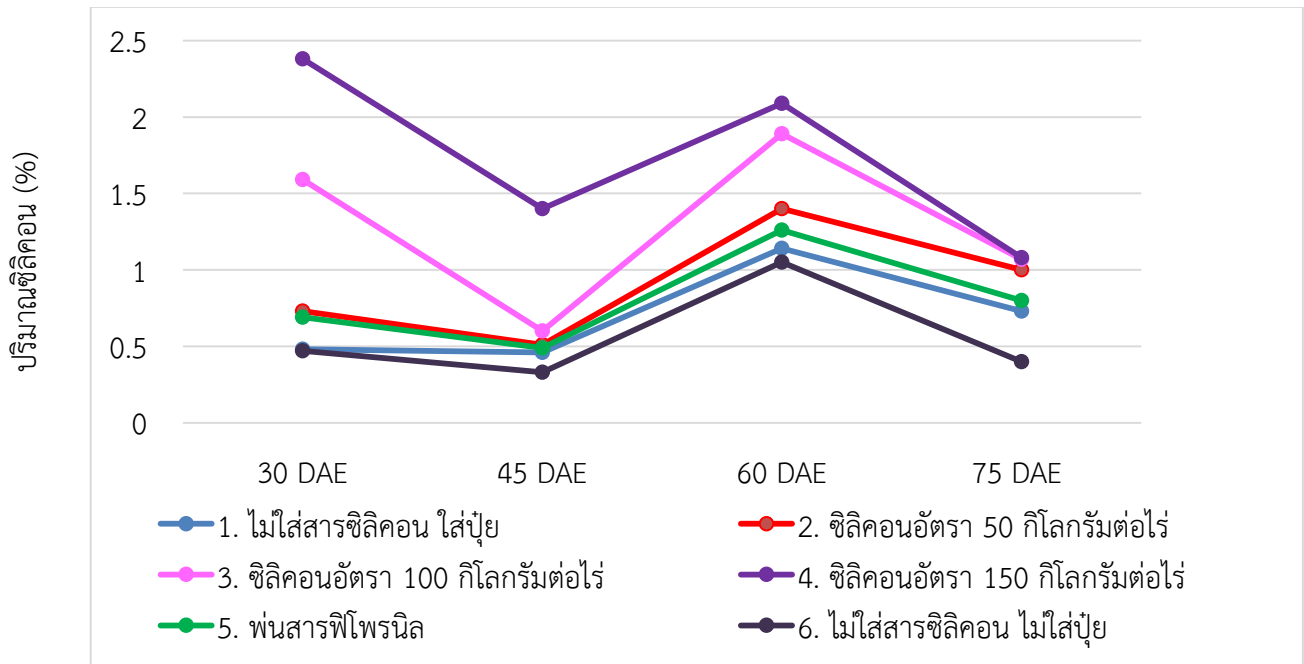
การทำลายของหนอนเจาะลำต้นอ้อย *Eldana saccharina* จะลดลงอย่างเห็นได้ชัดในกรรมวิธีที่มีการใช้ซิลิคอนในใบที่เกิน 1.8 % ถึงแม้ว่ามันจะยากและมีต้นทุนสูงในกรณีที่มีการใช้ที่ดิน ที่มีค่าซิลิคอนน้อย (Keeping and Meyer, 2008) ในพืชที่มีการใส่ซิลิคอนอัตราสูงมักได้ประโยชน์ในแง่ผลผลิตและน้ำตาล เนื่องจากซิลิคอนปรับปรุงสภาพทางฟิสิกส์ของดิน กระตุ้นให้ธาตุอาหารที่ส่งเสริมผลผลิตได้ทำงานได้ดีขึ้น (Ayres, 1961, Berthesen *et al.*, 2001a, Pan *et al.*, 1979) และอิทธิพลของซิลิคอนจะสามารถลดความถี่การเข้าทำลายของหนอนได้ (Anderson and Sosa, 2001) นอกจากนี้ Edward *et al.* (1992) กล่าวว่า การมีซิลิคอนอยู่มากทำให้การอยู่รอดและการทำลายของหนอนเจาะลำต้นแปรผันตามการมีซิลิคอนเป็นองค์ประกอบ

ตารางที่ 29 ปริมาณของซิลิคอน (%) ที่อยู่ในกาบใบอ้อยและส่วนคอใบสูงสุด (TVD) จากทุกกรรมวิธีที่ระยะเวลา 30, 45, 60 และ 75 วันหลังอ้อยงอก ของแปลงอ้อยในจังหวัดลพบุรี ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2560

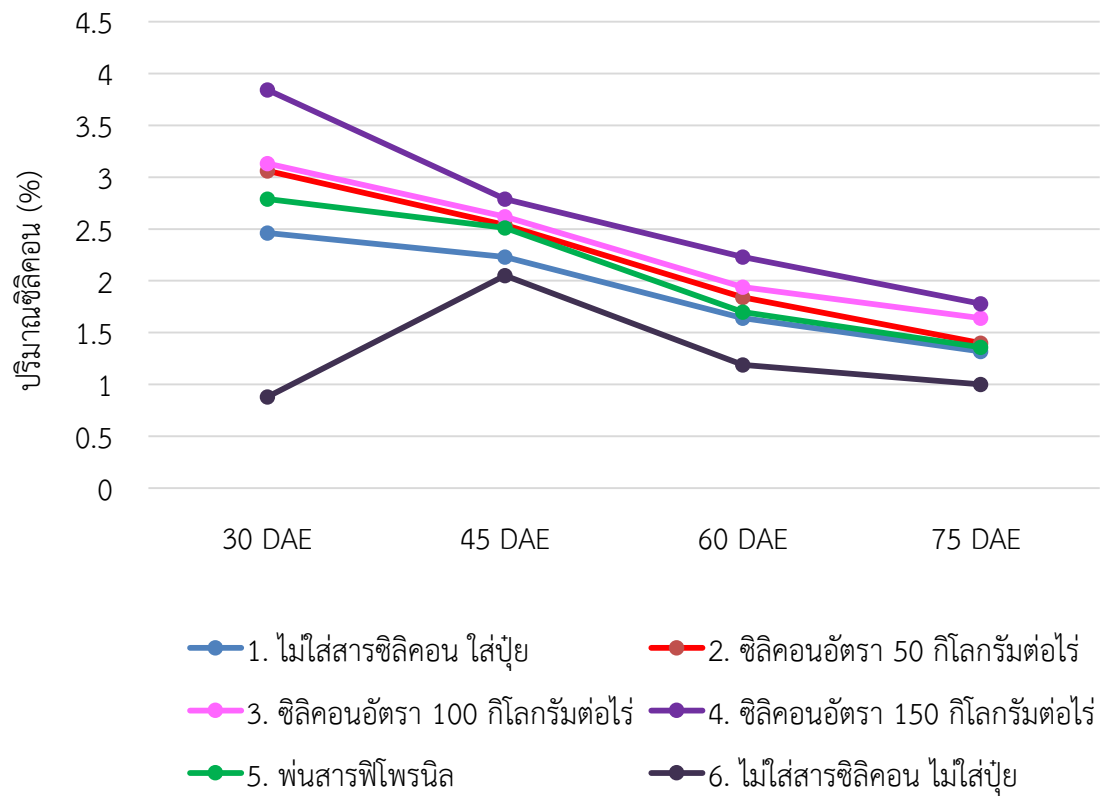
กรรมวิธี	30 วัน ^{1/}		45 วัน		60 วัน		75 วัน	
	กาบใบ	TVD	กาบใบ	TVD	กาบใบ	TVD	กาบใบ	TVD
1. ไม่ใส่สารซิลิคอน ใส่ปุ๋ย	0.48±0.17 ^{a2/}	2.46±0.21 ^a	0.46±0.85 ^a	2.23±0.16 ^a	1.14±0.17 ^a	1.64±0.85 ^a	0.73±0.16 ^a	1.318±0.10 ^a
2. ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	0.73±0.13 ^b	3.06±0.27 ^b	0.51±0.85 ^a	2.54±0.17 ^a	1.40±0.10 ^a	1.84±0.56 ^a	1.00±0.21 ^a	1.40±0.17 ^{ab}
3. ซิลิคอนอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	1.59±0.20 ^b	3.13±0.17 ^b	0.60±0.11 ^a	2.62±0.10 ^a	1.89±0.01 ^b	1.94±0.17 ^a	1.07±0.27 ^a	1.64±0.08 ^c
4. ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	2.38±0.23 ^c	3.84±0.24 ^d	1.40±0.11 ^b	2.79±0.30 ^a	2.09±0.33 ^b	2.23±0.17 ^c	1.08±0.20 ^a	1.78±0.20 ^c
5. ฟอสฟอรัส	0.69±0.17 ^a	2.79±0.20 ^{ab}	0.49±0.11 ^a	2.51±0.08 ^a	1.26±0.08 ^a	1.70±0.11 ^a	0.80±0.08 ^a	1.36±0.13 ^{ab}
6. ไม่ใส่สารซิลิคอน ไม่ใส่ปุ๋ย	0.47±0.10 ^a	0.88±0.17 ^c	0.33±0.71 ^a	2.05±0.28 ^a	1.05±0.18 ^a	1.19±0.04 ^b	0.40±0.10 ^a	1.00±0.07 ^a

^{1/} วันหลังปลูก

^{2/} ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ LSD **=0.01, *=0.05 และ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

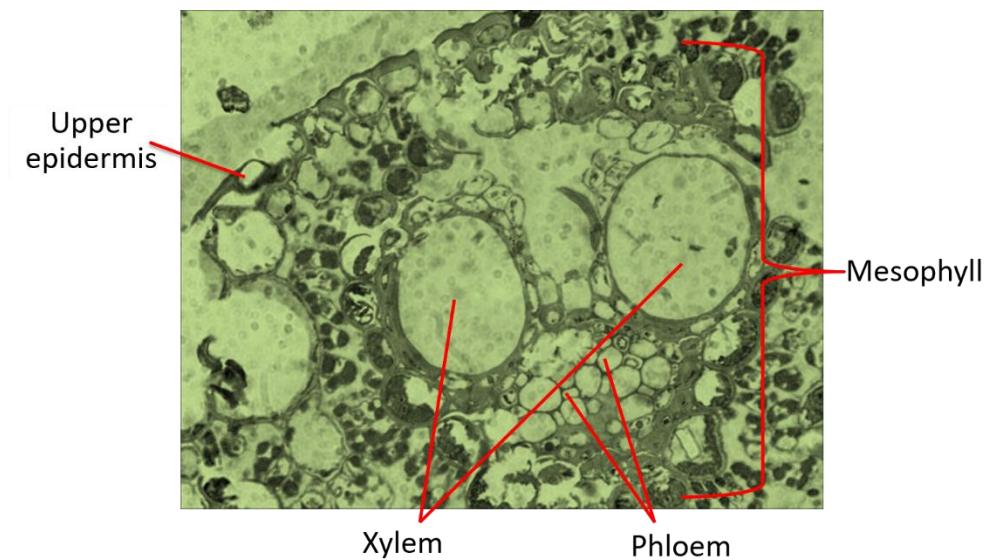


ภาพที่ 8 ปริมาณซีลีคอนที่ตรวจสอบจากกาบใบอ้อยของกรรมวิธีที่ได้รับซีลีคอนในอัตราต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ จ.ลพบุรี

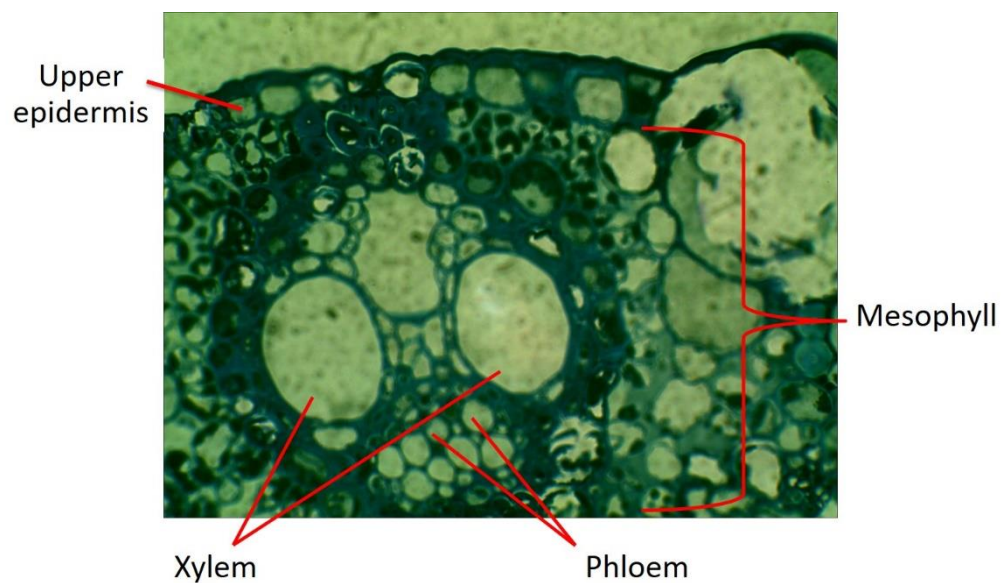


ภาพที่ 9 ปริมาณซีลิกอนที่ตรวจสอบจากส่วนคอใบสูงสุด (TVD) ของกรรมวิธีที่ได้รับซีลิกอนในอัตราต่างๆ กันเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ จ.ลพบุรี

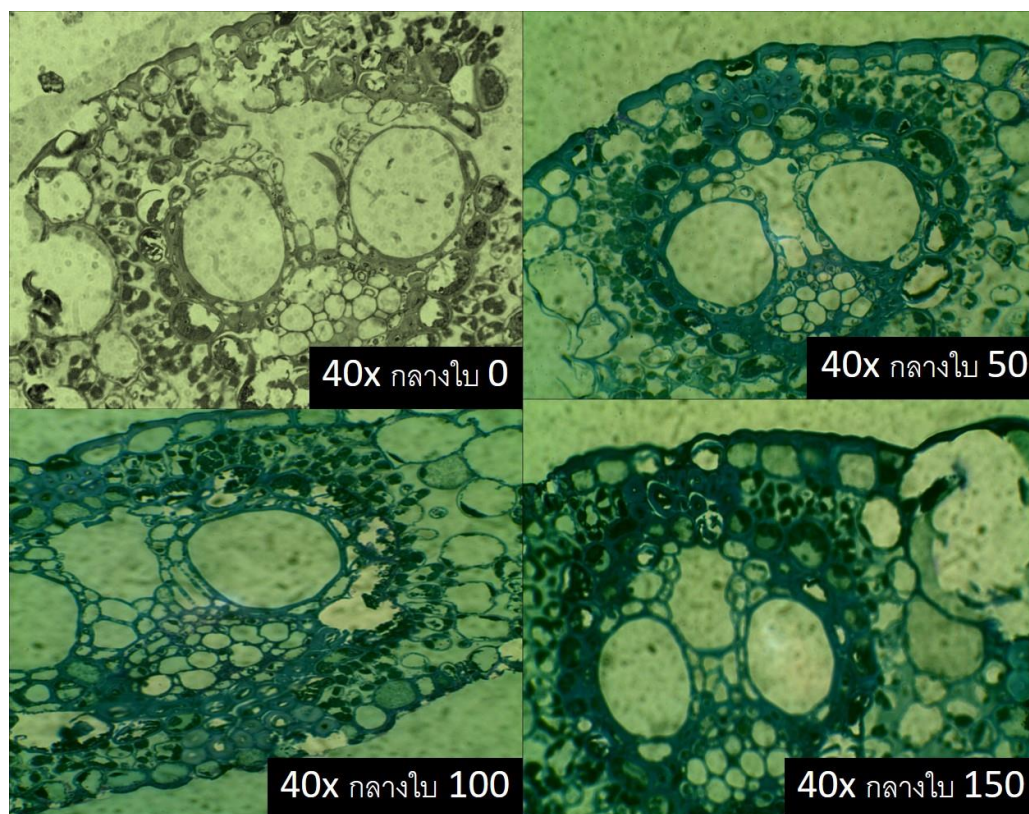
ซิลิกอนที่สะสมในใบอ้อยจากการตรวจสอบภายใต้กล้องพบว่า ซิลิกอนจะสะสมอยู่ในส่วนของ epidermis ในกรรมวิธีที่ใส่ซิลิกอน 150 กิโลกรัมต่อไร่จะเห็นส่วนที่เป็นซิลิกอนมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ซิลิกอน (ภาพที่ 10 -12) จากงานวิจัยของ Bokhtiar *et al.*, 2012 รายงานว่าซิลิกอนในรูปของกรด monosilicic acid จะสะสมที่ผนังของ epidermis เซลล์ ทำให้เซลล์มีความแข็งแรง โดยสะสมในรูป silica gel ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)



ภาพที่ 10 ภาพตัดขวางแสดงส่วนของเซลล์ใบอ้อยบริเวณกลางใบ จากกรรมวิธีที่ไม่ใส่ซิลิกอน



ภาพที่ 11 ภาพตัดขวางแสดงส่วนของเซลล์ใบอ้อยบริเวณกลางใบ จากกรรมวิธีที่ใส่ซิลิกอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่



ภาพที่ 12 ความหนาของชั้น epidermis จากกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอน 10, 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่เทียบกับ กรรมวิธีที่ไม่ใส่ซิลิคอน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า

2.4.2 ปริมาณซิลิคอนที่ตรวจพบในดินก่อนและหลังจากการใส่สารซิลิคอนในระยะเวลาต่างๆ กัน

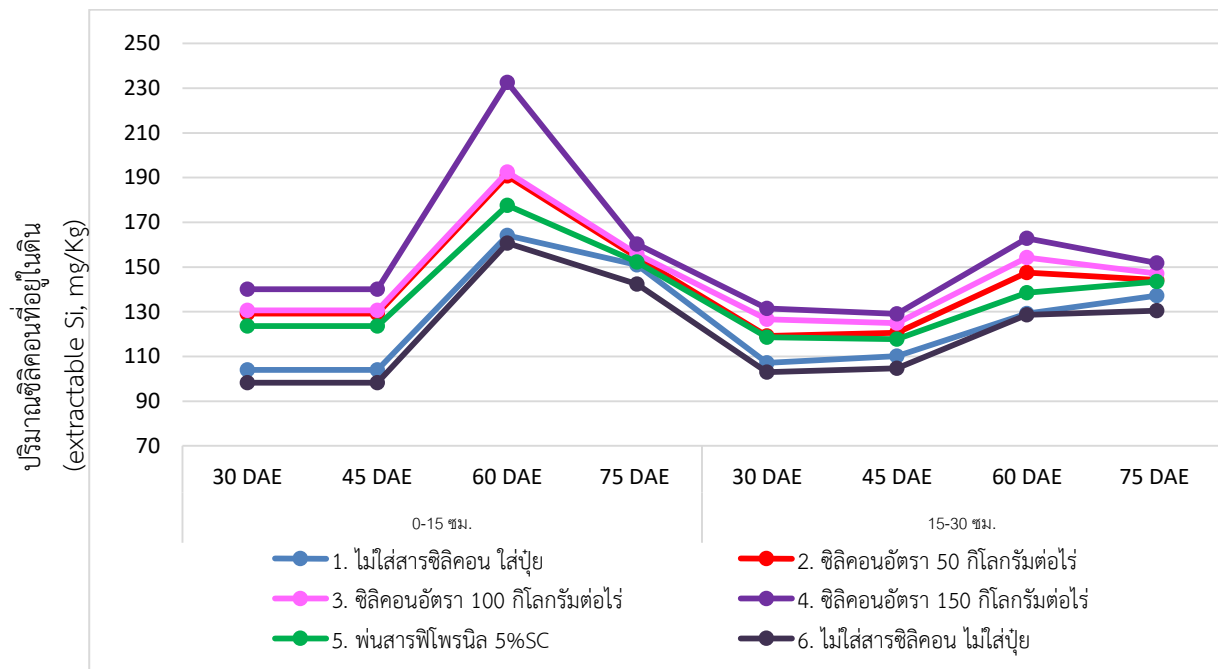
ตรวจสอบปริมาณซิลิคอนในดิน โดยตรวจสอบในความลึก 2 ระดับ คือ ที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร และที่ความลึก 15-30 เซนติเมตร จากผิวน้ำดิน ผลการวิจัยแสดงในตารางที่ 30 ภาพที่ 13 ที่ 30 วันหลัง อ้อยออก ตรวจสอบปริมาณซิลิคอนที่อยู่ในระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของซิลิคอนที่เท่ากับ 140.03 mg/kg มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 100 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 130.54, 129.12 และ 123.61 mg/kg ตามลำดับ กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มีปริมาณซิลิคอนน้อยเท่ากับ 103.98 และ 98.21 mg/kg ที่ระดับความลึก 15-30 ซม. กรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของซิลิคอนที่เท่ากับ 131.40 และ 126.59 mg/kg มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 119.20, 118.63, 107.10 และ 102.92 mg/kg ตามลำดับ

ที่ 45 วันหลังอ้อยออก ตรวจสอบปริมาณซิลิคอนที่อยู่ในระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของซิลิคอนเท่ากับ 138.78 mg/kg มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 100 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 122.04, 116.41, 109.76, 107.60 และ 92.63 mg/kg

ตามลำดับ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 100 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของซิลิคอนที่เท่ากับ 128.97, 124.95 และ 120.62 mg/kg มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 117.68, 110.14, และ 104.73 mg/kg

ที่ 60 วันหลังอ้อยงอก ตรวจสอบปริมาณซิลิคอนที่อยู่ในระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของซิลิคอนเท่ากับ 232.57 mg/kg มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 100 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 192.44 และ 190.77 mg/kg ขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 ปริมาณซิลิคอนกว่ากรรมวิธีอื่นเท่ากับ 164.05 และ 160.75 mg/kg ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 150 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณของซิลิคอนที่เท่ากับ 162.80 และ 154.21 mg/kg ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ที่มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 147.55 แต่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นสารฟิโพรนิล กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 138.42, 129.22 และ 128.61 mg/kg ตามลำดับ

ที่ 75 วันหลังอ้อยงอก ตรวจสอบปริมาณซิลิคอนที่อยู่ในระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ทุกกรรมวิธีมีปริมาณของซิลิคอนไม่แตกต่างทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 50 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 154.42, 155.87 และ 160.29 mg/kg กรรมวิธีฉีดพ่นสารฟิโพรนิลมี มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 152.29 mg/kg ขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มี มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 150.97 และ 142.33 mg/kg ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ทุกกรรมวิธีมีปริมาณของซิลิคอนไม่แตกต่างทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนอัตรา 50 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 144.25, 147.13 และ 151.75 mg/kg กรรมวิธีฉีดพ่นสารฟิโพรนิลมี กรรมวิธีควบคุมที่ 1 และกรรมวิธีควบคุมที่ 6 มี มีปริมาณซิลิคอนเท่ากับ 143.53, 137.26 และ 130.44 mg/kg



ภาพที่ 13 ปริมาณซิลิคอนในดินที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร ของกรรมวิธีที่ได้รับซิลิคอนในอัตราต่างๆกัน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมของแปลงวิจัยที่ 2 อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี

ตารางที่ 30 ปริมาณซัลฟอน (mg/kg) ที่ระดับความลึก 0–15 เซนติเมตร และ 15–30 เซนติเมตร ที่เก็บจากแต่ละกรรมวิธีที่ใส่สารซัลฟอนในอัตราต่างๆ กันเทียบกับกรรมวิธีควบคุมในระยะเวลาที่ 30, 45, 60, และ 75 วันหลังออก ในแปลงอ้อยจังหวัดลพบุรี ทำการเก็บข้อมูลในเดือนเมษายน – มิถุนายน พ.ศ. 2560

กรรมวิธี	30 วัน ^{1/}		45 วัน		60 วัน		75 วัน	
	0–15 ซม.	15–30 ซม.	0–15 ซม.	15–30 ซม.	0–15 ซม.	15–30 ซม.	0–15 ซม.	15–30 ซม.
1. ไม่ใส่สารซัลฟอน ใส่ปุ๋ย	103.98±4.80a ^{2/}	107.10±2.66a	107.60±12.80a	110.14±4.80a	164.05±10.93a	129.22±6.14a	150.97±6.25a	137.26±4.20a
2. ซัลฟอนอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	129.12±4.74b	119.20±3.37ab	116.41±5.84a	120.62±8.39c	190.77±9.25b	147.55±10.83ab	154.42±5.39a	144.25±3.79a
3. ซัลฟอนอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	130.54±3.27b	126.59±9.83b	122.04±2.06a	124.95±4.95c	192.44±8.16b	154.21±11.46b	155.87±0.65a	147.13±7.40a
4. ซัลฟอนอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่	140.03±3.58c	131.40±8.07b	138.78±6.78c	128.97±5.93c	232.57±9.73c	162.80±9.77b	160.29±9.22a	151.75±5.18a
5. ฟอสฟอรัส 5%SC อัตรา 80 มิลลิกรัม/ไร่	123.61±3.22b	118.63±4.45ab	109.76±2.41a	117.68±5.37a	177.61±18.432ab	138.42±9.48a	152.29±4.42a	143.53±3.95a
6. ไม่ใส่สารซัลฟอน ไม่ใส่ปุ๋ย	98.21±4.70a	102.92±3.17a	92.63±3.14b	104.73±2.64b	160.75±6.42a	128.61±6.87a	142.33±9.10a	130.44±6.45a
	F=31.571	F=6.861	F=10.896	F=5.251	F=10.993	F=4.418	F=1.757	F=4.003
	p=0.000	p=0.018	p=0.006	p=0.034	p=0.006	p=0.049	p=0.256	p=0.061

^{1/} วันหลังออก

^{2/} ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันทางสถิติที่ LSD **=0.01, *=0.05 และ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้ซิลิคอนในอัตราต่างๆ ต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก และพบว่าการใช้ใส่ซิลิคอนในอัตรา 150 กิโลกรัมกรัมต่อไร่ มีการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กน้อย ไม่แตกต่างสถิติกับการฉีดพ่นสารฟิโพรนิลตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

การสะสมซิลิคอนในใบจะมีมากกว่าในกาบใบ และปริมาณซิลิคอนจะมากขึ้นเมื่อมีการใส่ซิลิคอนในอัตราที่เพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีที่ใส่ซิลิคอนในอัตรา 150 กิโลกรัมกรัมต่อไร่มีปริมาณซิลิคอนสะสมมากที่สุดทั้งในกาบใบและใบอ่อน ปริมาณซิลิคอนจะมีมากที่สุดที่ 30 วันหลังออก จากนั้นปริมาณของซิลิคอนก็จะลดลงในทุกกรรมวิธี

การสะสมซิลิคอนในดินพบว่าที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร จะมีปริมาณซิลิคอนมากกว่าที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร และปริมาณซิลิคอนจะมากขึ้นเมื่อมีการใส่ซิลิคอนในอัตราที่เพิ่มขึ้น ปริมาณซิลิคอนจะมีมากที่สุดที่ 60 วันหลังออก จากนั้นปริมาณของซิลิคอนก็จะลดลงในทุกกรรมวิธี

การใช้ซิลิคอนเพื่อลดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กสามารถนำไปประยุกต์ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูชนิดอื่นๆ ของอ้อยได้ เช่น การป้องกันแมลงปากดูด เพลี้ยจักจั่นพาหะโรคใบขาวอ้อย เพลี้ยแป้งและเพลี้ยอ่อน ซึ่งการที่ซิลิคอนสะสมในผนังเซลล์พืชส่งเสริมให้พืชมีความแข็งแรงลดการเข้าทำลายของแมลงปากดูดซึ่งเป็นแมลงที่มี mandible ที่แข็งแรงได้ ย่อมมีความเป็นไปได้ที่สามารถลดการเข้าทำลายของแมลงพวกปากดูดได้เช่นกัน งานวิจัยที่ใช้ซิลิคอนในการควบคุมแมลงปากดูด เช่น Yang *et al.* (2017) ศึกษาการใช้ซิลิคอนที่อัตรา 0.16 และ 0.32 g Si/kg ดิน ที่มีต่อพฤติกรรมและประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล การใช้ซิลิคอนจะเพิ่มปริมาณซิลิคอนในต้นข้าวและส่งเสริมให้ต้นข้าวที่ไม่เหมาะสมต่อการดูดและการใช้ปากแทงเข้าไปใน phloem ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และการลดอัตราการเจริญของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ลดการวางไข่ของเพศเมีย

บรรณานุกรม

- โกศล เจริญสม. 2525. แมลงอ้อย. ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. ชมรม
นักวิชาการ อ้อยและน้ำตาลแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.
- มานิตา คงชื่นสิน ชลิตา อุณหวุฒิ ศรุต สุทธิอารมณ์ ยวลักษณ์ ขอบประเสริฐ จีรนุช เอกอำนาจ สมศักดิ์
ศิริพลตั้งมั่น สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง รจนา ไวยเจริญ สัญญาณี ศรีศุข สุเทพ สหยา
ศรีจันรรจ์ ศรีจันทรา และ พวงผกา อ่างมณี. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและศัตรู
ศัตรูพืช ปี 2553. กรมวิชาการเกษตร
- วิวัฒน์ เสือสะอาด โกศล เจริญสม และบรรพต ณ ป้อมเพชร. 2532. การใช้หลักการบริหารศัตรูพืช
สำหรับแมลงศัตรูอ้อย: การใช้ศัตรูธรรมชาติเพื่อการควบคุมหนอนเจาะลำต้นอ่อนและยอดอ้อย.
รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วิวัฒน์ เสือสะอาด พิมพ์พรณ สมมาตรย์ ปวีณา บุชาเทียน อาภรณ์ ปั่นทองคำ และรัตติรส เชียงสิน.
2551. ประสิทธิภาพเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในการเข้าทำลายหนอนด้วงหนวดยาว
เจาะลำต้นอ้อย *Dorystenes buqueti* Guerin (Coleoptera: Cerambycidae) ใน
ห้องปฏิบัติการ. เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 46: สาขา
พืช. 115-160
- เสกศิริ เสือแก้ว ชุมพัฒน์ เหลืองประพจน์ อนุวรรณ เปรมปรีดิ์. 2557. เรื่องเติมการประชุมวิชาการ
อ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ประจำปี 2557. 13-15 ส.ค. 2557 กาญจนบุรี.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.
- ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล อีรวุฒิ วงศ์วรรัตน์ สุนีย์ ศรีสิงห์ และปิยะดา อีรกุลพิสุทธิ์. 2555. ความ
หลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อไฟโตพลาสมาที่ก่อโรคในอ้อย และหญ้าบางชนิดของประเทศ
ไทย จากลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S-23S rRNA intergenic spacer region, แก่นเกษตร 40
(3): 231-240.
- Anderson, D.L. 1991. Soil and leaf nutrient interactions following application of
calcium silicate slag to sugarcane. Fertil Res 30:9-18.
- Anderson DL, Jones DB, Snyder GH (1987) Response of a rice-sugarcane rotation to
calcium silicate on Everglades Histosols. Agron J 79:531-536
- Anderson DL, Sosa OJ (2001) Effect of silicon on expression of resistance to sugarcane
borer (*Diatraea saccharalis*). J Am Soc Sugar Cane Technol 21:43-50
- Atkinson PR. 1979. Distribution and natural hosts of *Eldana saccharina* Walker in Natal,
its oviposition sites and feeding patterns. Proceedings of the South African Sugar
Technologists' Association 53:111-115.
- Ayres, A.S. 1966. Calcium silicate slag as a growth stimulant for sugarcane on low-
silicon soils. **Soil Sci.** 101(3): 216-227.
- Azeem M., Iqbal N., Kausar S., Javed M. T., Akram M. S., Sajid M. A. (2015). Efficacy of
silicon priming and fertigation to modulate seedling's vigor and ion homeostasis

-
- of wheat (*Triticum aestivum* L.) under saline environment. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 22 14367–14371.
- Beckwith RS, Reeve R (1963) Studies on soluble silica in soils. I. The sorption of silicic acid by soils and minerals. *Aust J Soil Res* 1:157–168
- Beckwith, R.S. and Reeve, R. 1964. Studies on soluble silica in soils. II -The release of monosilicic acid from soils. *Aust. J. Soil Sci.* 2:33-45.
- Berthelsen S, Hurney A, Kingston G, Rudd A, Garside AL, Noble AD (2001a) Plant cane responses to silicated products in the Mossman, Innisfail and Bundaberg districts. *Proc Aust Soc Sugar Cane Technol* 23:297–303
- Blum A. 1968. Anatomical phenomena in seedlings of sorghum varieties resistant to sorghum shoot fly *Atherigona varia* socata. *Crop Science* 8:388–391.
- Chen, C.T. 1973. Insect transmission of sugarcane white leaf by single leafhopper, *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura). *Rep. Taiwan. Suger. Res. Inst.* 60: 25-33.
- Chen, C.T. 1979. Vector-pathogen relationships of sugarcane white leaf disease. *Taiwan Sugar J.* 50-54
- Conlong DE. 2001. Biological control of indigenous African stemborers: what do we know? *Insect Science and its Application* 21:267–274.
- 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 saccharalis*). .19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.
- Djain A, Pathak MD. 1967. Role of silica in resistance to Asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* Walker, in rice varieties. *Journal of Economic Entomology* 60:347–351
- Du Preez, P. 1970. The effect of silica on cane growth. *The South African Sugar Technol. Assoc. Proc.* 44:183-188.
- Elawad SH, Gascho GJ, Street JJ. 1982. Response of sugarcane to silicate source and rate. I. Growth and yield. *Agron J* 74:481–484
- Epstein, E. (1994). The anomaly of silicon in plant biology. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91:11-17.
- Exley C. (1998). Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. *J. Inorg. Biochem.* 69 139–144. 10.1016/S0162-0134(97)10010-1
- Exley C. (2015). A possible mechanism of biological silicification in plants. *Front. Plant Sci.* 6:853.
-

-
- Fauteux F, Re´mus-Borel W, Menzies JG, Be´langer RR. 2005. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters* 249:1–6.
- Fox, R.L.; Silva, Younge, O.R.; Plucknet, D.L. and Sherman, G.D. 1967. Soil and plant silicate response by sugarcane. *Proc. Soil Soc. Am.* 6:775-779.
- Foy, C.D. 1992. Soil chemical factors limiting plant root growth. *Advan. Soil Sci.* 19 : 97-149.
- Hanboonsong, Y., C. Choosai, S. Panyim, and S. Damak. 2002. Transovarial transmission of Sugarcane white leaf phytoplasma in the insect vector *Matsumuratittix hiroglyphicus* (Matsumura). *Insect Molecular Biology*.11: 97-10.
- Hanboonsong, Y., Y.W. Ritthison, C. Choosai, and P. Sirithorn. 2006. Transmission of sugarcane white leaf phytoplasma by *Yamatotettix flavovittatus*, a new leafhopper vector. *J. Econ Entomol.* 99(5): 1531-1537.
- Hanifa AM, Subramaniam TR, Ponnaiya BWX. 1974. Role of silica in resistance to the leafroller, *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee, in rice. *Indian Journal of Experimental Biology* 12: 463–465.
- Haysom, M.B.C. and Chapman, L.S. 1975. Some aspects of the calcium silicate trials at Mackay. *Proc. Qls. Soc. Sug. Cane Technol.* 42:117-22.
- Jones, L.H.P. and K.A. Handreck .1963. Effect of iron and aluminum oxides on silica in solution in soils. *Nature (London)* 198: 852 - 853.
- Jones, L.H.P. and K.A. Handreck .1965. Studies of silica in the oat plant. III. Uptake of silica from soils by the plant. *Plant Soil.* 23: 79- 95.
- Jones, L.H.P. and K.A. Handreck (1967) Silica in soils, plants, and animals. *Adv. Agron.* 19:104–149.
- Keeping, M.G. and J.H. Meyer. 2002. Calcium silicate enhances resistance of sugarcane to the African stalk borer *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). **Agric Forest Entomol** 4: 265-274.
- Keeping MG, Meyer JH. 2006. Silicon-mediated resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae): effects of silicon source and cultivar. *Journal of Applied Entomology* 130:410–420.
- Keeping MG, Kvedaras OL, Bruton AG (2009) Epidermal silicon in sugarcane: cultivar differences and role in resistance to sugarcane borer *Eldana saccharina*. *Environ Exp Bot* 66:54–60
- Korndörfer AP, Grisoto E, Vendramin JD (2011) Induction of insect plant resistance to the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stål (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane by silicon application. *Neotrop Entomol* 40:387–392
-

-
- Kvedaras OL, Keeping MG, Goebel F.-R, Byrne MJ. 2007. Water stress augments silicon-mediated resistance of susceptible sugarcane cultivars to the stalk borer, *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Bulletin of Entomological Research* 97:175–183.
- Kvedaras OL, Keeping MG (2007) Silicon impedes stalk penetration by the borer *Eldana saccharina* in sugarcane. *Entomol Exp Appl* 125:103–110.
- Kvedaras OL, Keeping MG, Goebel FR, Byrne MJ .2007. Larval performance of the pyralid borer *Eldana saccharina* Walker and stalk damage in sugarcane: influence of plant silicon, cultivar and feeding site. *Int J Pest Manag* 53:183–194..
- Leslie GW. 1993. Dispersal behaviour of neonate larvae of the pyralid sugarcane borer *Eldana saccharina*. *Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association* 67:122–126.
- Ma, J.F., Y. Miyake and E. Takahashi. 2001. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: Datnoff LE, Snyder GH, Korndorfer GH, editors. *Silicon in Agriculture*, Amsterdam: Elsevier Science. pp 17–39.
- Ma, J.F., and E. Takahashi. 2002. *Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Matsumoto, T., C.S. Lee, and W.S. Teng. 1968. Studies on sugarcane white leaf disease of Taiwan with special reference to transmission by a leafhopper, *Epitettix hiroglyphicus* Mats. *Proceedings Research Society of Japan Sugar Refineries Technologists*. 13: 1090-1099.
- McKeague JA, Cline MG (1963b) Silica in soils. *Adv Agron* 15:339–396
- Meyer, J.H. and M.G. Keeping. 2001. Past, present and future research of the role of silicon for sugarcane in southern Africa. In: Datnoff LE, Snyder GH, Korndorfer GH (eds) *Silicon in agriculture. Studies in plant science*, 8. Elsevier, Amsterdam, pp 257–275.
- Miles N, Rhodes R (2008) Information Sheet 7.17 Guidelines for the interpretation of leaf analyses for sugarcane. South African Sugarcane Research Institute, Mt. Edgecombe, South Africa
- Miller BS, Robinson RJ, Johnson JA, Jones ET, Ponnaiya BWX. 1960. Studies on the relation between silica in wheat plants and resistance to Hessian-fly. *Journal of Economic Entomology* 53: 995–999.
- Moraes JC, Goussain MM, Basagli MAB, Carvalho GA, Ecole CC, Sampaio MV. 2004. Silicon influence on the tritrophic interaction: Wheat plants, the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). *Neotropical Entomology* 33:619–624.
-

-
- Panda, N., B. Pradhan, A. P. Samal & P. S. P. RAO. 1975. Note on the relationship of some biochemical factors with the resistance in rice varieties to yellow rice stem borer. **Indian J. Agric. Sci.**, 45:499-501.
- Pan YC, Eow KL, Ling SH (1979) The effect of bagasse furnace ash on the growth of plant cane. *Sugar J* 42:14-16
- Peterson SS, Scriber JM, Coors JG. 1988. Silica, cellulose and their interactive effects on the feeding performance of the southern armyworm *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 61:169-177.
- Sangster AG, Hodson MJ, Tubb HJ. 2001. Silicon deposition in higher plants. In: Datnoff LE, Snyder GH, Korndorfer GH, editors. *Silicon in Agriculture*. Amsterdam: Elsevier Science. pp 85-113
- Samuels, G. 1969. Silicon and sugar. *Sugar y Azucar*, 65:25-29. Elaward, S.H.; Gascho, G.J. and Street, J.J. 1982. Response of sugarcane to silicate source and rate. I: Growth and yield. *Agron. J.* 74:481-84.
- Sasamoto, K. 1961. Resistance of the rice plant applied with silicate and nitrogen fertilizers to the rice stem borer *Chilo suppressalis*. *Proceedings of the Faculty liberal arts (edn)*, Yamanashi University. 3:1-73.
- Savant NK, Korndorfer GH, Datnoff LE, Snyder GH. 1999. Silicon nutrition and sugarcane production: A review. *Journal of Plant Nutrition* 22:1853-1903.
- Suasa-ard, W. 1982. Ecology of sugarcane moth borers and their parasites in Thailand. Ph.D. dissertation, Kasetsart University, Bangkok.
- Suasa-ard, W. and P.G. Allsopp. 2002. Sugarcane Pest Management Strategies in the New Millennium. *Proceedings of the IV ISSCT Sugarcane Entomology Workshop*, Khob Kaen, 7-10 February 2000.
- Van Dillewijn C. 1952. Botany of sugarcane. The Chronica Botanica Co.: Book Department, Waltham
- Van Der Laan M, Miles N. 2010. Nutrition of the South African sugar crop: current status and long-term trends. *Proc S Afr Sugar Technol Assoc* 83:195-204.
- Way M. 2004. Annual Local Pest and Disease and Variety Control Committee Pest Report. South African Sugarcane Research Institute, Mount Edgecombe, South Africa.
- Werner, D and Roth, R 1983. Silica Metabolism. In "Encyclopedia of Plant Physiology, New Series" (A. Lauch and R. L. Bielski, eds), Vol. 15B, pp 682-694. Springer-Verlag, Berlin and New York.
- Wong You Cheong, Y. and Halais P. 1970. Needs of sugar cane for silicon when growing in highly weathered Latosols. *Expl. Agric.* pp.99-106.
-

ภาคผนวก ง
ข้อมูลการวิจัยแบบ 5 บรรทัด

แบบการจัดทำข้อมูลการวิจัย แบบ 5 บรรทัด

ชื่อโครงการ อิทธิพลของซิลิกอนที่มีต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก , *Chilo infuscatellus* Snellen ในอ้อย

การฉีดพ่นซิลิกอนในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ลดการทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กอย่างมีนัยสำคัญเทียบเท่ากับการใช้ฟิโพรนิลอัตรา 5% การที่มีซิลิกอนสะสมที่กาบใบในปริมาณสูง ส่งผลให้สามารถลดการเข้าทำลายของแมลงได้มากกว่า 2 เดือน ปริมาณของซิลิกอน ที่สะสมในดินมีความแปรผันตามอัตราที่ใช้ และลดลงตามระยะเวลา ซึ่งสัมพันธ์กับการดูดซึมซิลิกอนเข้าสู่ลำต้นอ้อย การใช้ซิลิกอนทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ควบคุมประมาณ 1000 บาทต่อตัน

ภาคผนวก จ
สรุปผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่
(รายละเอียด 1 หน้ากระดาษ A4)

- ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) อิทธิพลของซิลิกอนที่มีต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก , *Chilo infuscatellus* Snellen ในอ้อย
- (ภาษาอังกฤษ) Effect of silicon on early shoot borer, *Chilo infuscatellus* Snellen on sugarcane
- โดย (ชื่อนักวิจัย) ประกาย ราชณูวงศ์¹ รัชฎาวรรณ เงินกลิ่น¹ ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล² ชัยสิทธิ์ ทองจุ³
- (หน่วยงานที่สังกัด) ¹ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
²ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
³ภาควิชาปฐพี คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

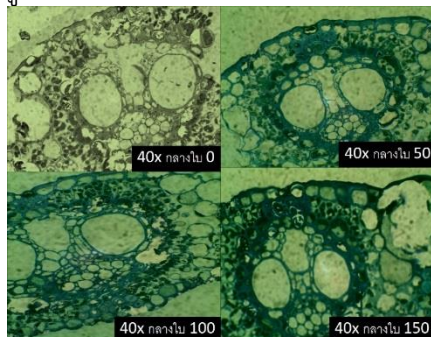
ประเด็นปัญหาก่อนการวิจัย

หนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อยสามารถสร้างความเสียหายอย่างมากให้กับแหล่งปลูกอ้อย แนวทางหนึ่งนอกจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช และการใช้ชีววิธีในการควบคุมแมลงศัตรูอ้อย คือการส่งเสริมธาตุอาหารให้กับพืชเพื่อให้พืชมีความแข็งแรง ซิลิกอนเป็นสารประกอบที่ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อแมลงโดยการเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อ ซึ่งมีอิทธิพลต่อหนอนผีเสื้อวัยต้นๆ เนื่องจากกรามจะมีขนาดเล็กและจะไม่แข็งแรงที่จะกัดเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดใช้ซิลิกอนเพื่อสร้างความต้านทานให้กับอ้อย ลดการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้น และแมลงปากดูดชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของซิลิกอนที่มีต่อการเจริญของอ้อยด้วย

การแก้ไขปัญหาโดยใช้ผลงานวิจัย

การฉีดพ่นซิลิกอนในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ ลดการทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กอย่างมีนัยสำคัญเทียบเท่ากับการใช้ฟิโพรนิลอัตรา 5% การที่มีซิลิกอนสะสมที่กาบใบในปริมาณสูง ส่งผลให้สามารถลดการเข้าทำลายของแมลงได้มากกว่า 2 เดือน การใช้ซิลิกอนทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ควบคุมประมาณ 1000 บาทต่อต้น จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการใช้ซิลิกอนที่อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่เป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้เพื่อลดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดได้

รูปภาพประกอบ



ความหนาของชั้น epidermis จากกรรมวิธีที่ใส่ซิลิกอน 10, 100 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่เทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ซิลิกอน ภายใต้อุณหภูมิที่กำลังขยาย 40 เท่า

ภาคผนวก จ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

รหัสโครงการ	R	D	G	5	9	5	0	0	9	6
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

การรายงานการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

๑. ชื่อโครงการ / กิจกรรมที่ได้รับการสนับสนุน อิทธิพลของซิลิกอนที่มีต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก , *Chilo infuscatellus* Snellen ในอ้อย
๒. ชื่อนักวิจัย ประกาย ราชณวงษ์ รัชฎาวรรณ เงินกลิ่น ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล ชัยสิทธิ์ ทองจุ
๓. งบประมาณที่ได้รับการสนับสนุน ๒,๐๐๐,๐๐๐ บาท (บาท)
๔. ปีงบประมาณที่ดำเนินการ ๒๕๕๙
๕. การนำผลผลิตจากงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์ ☐ มีการนำไปใช้ประโยชน์ ☒ ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์
๖. ช่วงเวลาที่งานวิจัยได้นำไปสู่การใช้ประโยชน์.....
๗. เป้าหมายดำเนินการ ขณะนี้ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ แต่ในอนาคตจะมีการนำผลงานการวิจัย นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนการสอน หรือสื่อการเรียนรู้ต่างๆ และเผยแพร่โดยการตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการในระดับชาติและนานาชาติ การเผยแพร่ความรู้ให้แก่เกษตรกรผู้สนใจ
๘. พื้นที่การใช้ประโยชน์ แหล่งปลูกอ้อย
๙. รูปแบบการใช้ประโยชน์จากงานวิจัยตามข้อ ๗ และ ๘ (สามารถเลือกได้มากกว่า ๑ รูปแบบ เนื่องจากถ้าเป็นเรื่องเดียวกันสามารถนำไปใช้มากกว่า ๑ มิติได้)
 - ☐ ๙.๑. การใช้ประโยชน์มิตินโยบาย ได้แก่ การนำข้อมูลไปประกอบการตัดสินใจในการบริหาร / กำหนดนโยบาย โดย
 - ☐ ได้รับหนังสือขอข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
 - ☐ ได้รับหนังสือเรียนเชิญให้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ / กำหนดนโยบาย
 - ☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....
 - ☐ ๙.๒. การใช้ประโยชน์มิติเศรษฐกิจ / พาณิชยกรรม โดย
 - ☐ ได้รับหนังสือหรือหลักฐานอื่น แสดงความสนใจเพื่อเจรจาธุรกิจ
 - ☐ มีการซื้อ - ขาย เทคโนโลยีระหว่างนักวิจัยและผู้นำไปใช้ประโยชน์
 - ☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....
 - ☐ ๙.๓. การใช้ประโยชน์มิติการพัฒนาสังคม / ชุมชน / ท้องถิ่น โดย
 - ☐ การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้รับจากงานวิจัยในชุมชน / ท้องถิ่น (อบรม , คู่มือ , แผ่นพับ , โปสเตอร์ , เว็บไซต์ ฯลฯ)
 - ☐ ได้รับหนังสือเรียนเชิญให้ความรู้จากชุมชน / องค์กร / หน่วยงานในพื้นที่ต่างๆ
 - ☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....
 - ☐ ๙.๔. การใช้ประโยชน์มิติวิชาการ โดย
 - ☐ ได้มีการอ้างอิงผลงานที่ตีพิมพ์วารสารวิชาการระดับประเทศ / ระดับนานาชาติ
 - ☐ ได้รับหนังสือเรียนเชิญเป็นวิทยากรเพื่อให้ความรู้ในกรอบของผลงานวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ
 - ☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....
๑๐. รายละเอียดผลการดำเนินงานตามข้อ ๙ เกิดการเปลี่ยนแปลงจากการนำผลผลิตจากงานวิจัยไปใช้อย่างไร
๑๑. รูปภาพประกอบกิจกรรมหรือ รูปภาพแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับก่อน - หลังการนำผลผลิตจากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (พร้อมคำบรรยายกิจกรรมโดยย่อ ที่แสดงถึงวัน เดือน ปี ที่จัดกิจกรรม)