รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. แผนงานวิจัย 1. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย

2. โครงการวิจัย 4. วิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำ ธาตุอาหาร และการใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่

กิจกรรม 2. ศึกษาความต้องการน้ำและธาตุอาหารของอ้อย

กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) -

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) 2.3 ผลของการให้น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อย

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Effect of Irrigation on Nitrogen Use Efficiency of Sugarcane

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	สุมาลี โพธิ์ทอง	ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
ผู้ร่วมงาน	ศุภกาญจน์ ล้วนมณี	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
	วาสนา วันดี	ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
	นันทวัน มีศรี	ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี

5. บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการให้น้ำต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อย โดยทำการทดลองในดินร่วนเหนียวชุดดินกำแพงแสน ณ ไร่เกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2561 ถึงเดือนธันวาคม 2562 วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักเป็นการให้น้ำ 3 วิธี ปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน และให้น้ำเสริม 100% และ 50 % ของความต้องการน้ำของอ้อย ปัจจัยรองเป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับ ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย N 2) ใส่ปุ๋ย N 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ 3) ใส่ปุ๋ย N 1.0 เท่าของอัตราแนะนำ 4) ใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ และ 5) ใส่ปุ๋ย N 2.0 เท่าของอัตราแนะนำ ผลการทดลองพบว่า การให้น้ำและปัจจัยของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อการให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต โดยการให้น้ำไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 17.61-20.29 ตันต่อไร่ อ้อยปลูกมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 18-20.38 ตันต่อไร่ แตกต่างจากวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิต 16.60 ตันต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การให้น้ำที่ 50 % ของปริมาณความต้องการน้ำของอ้อยหรือปริมาณการใช้น้ำ 1,361.4 มิลลิเมตรต่อฤดูปลูก โดยมีการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 600 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N และพบว่าอ้อยตอ 1 ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนโดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 12.48-17.05 ตันต่อไร่ แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิต 10.22 ตันต่อไร่อย่างมีนัยสำคัญ

กรมวิชาการเกษตร

ยิ่งทางสถิติ โดยการให้น้ำที่ 50 % ของปริมาณความต้องการน้ำของอ้อย (1,067.75 มิลลิเมตร) อ้อยมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 584 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N เมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่

คำสำคัญ : พันธุ์อู่ทอง 12 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ ความต้องการน้ำ อ้อยปลูก อ้อยตอ

ABSTRACT

The effect of irrigation on nitrogen use efficiency of sugarcane was variety was studied on Kamphaeng Saen soil series ; Ks at farmers' fields in Suphan Buri province during February, 2018 to December, 2019. The experiment design was carried out in a split plots with 4 replicates. The main plots included three levels of supplementary irrigation ; rain-fed condition , and water supplemented at 100% and 50% of sugarcane evapotranspiration. The subplots consisted of five nitrogen fertilizer rates, 0, 6, 12, 18 and 24 kg N per rai for plant cane and 0, 7.5, 15, 22.5 and 30 kg N per rai for ratoon cane. The results showed no interaction between levels of supplementary irrigation and rate of fertilizer application on sugarcane yield and yield components. Application of 6 kg N per rai under water supplementary irrigation at 50% of evapotranspiration has the highest agronomy nitrogen use efficiency (600 kg Yield/kg N applied) for and cane and fertilizer rates. For the ratoon cane must be N applied at 15 kg N per rai under water supplementary irrigation at 50% of evapotranspiration to give the highest agronomy nitrogen use efficiency (584 kg Yield/kg N applied).

Key words : Nitrogen, Nutrien use efficiency (NUE), water requirement, Plant cane, Ratoon cane

กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย แต่พื้นที่ปลูกอ้อยของประทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในเขตอาศัยน้ำฝน ซึ่งมีความไม่แน่นอนทั้งด้านปริมาณและการกระจายตัวของฝน ในขณะที่แหล่งน้ำชลประทานมีเพียง 28.36 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 21.64 ของพื้นที่ถือครองทางการเกษตร (กรมชลประทาน, 2563) ซึ่งไม่เพียงพอแก่ความต้องการ เมื่อเกิดการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่ฝนไม่ตกตามฤดูกาล การกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ และเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานจึงส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ซึ่งหากมีการขาดน้ำในช่วงย่างปล้อง (stem elongation) จะมีผลทำให้ความยาวลำลดลงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (Robison, 1963 และ Koehler et al., 1982) นอกจากการขาดแคลนน้ำแล้ว ความอุดมสมบูรณ์

ของดินและการจัดการธาตุอาหารที่ไม่ถูกต้อง ยังเป็นข้อจำกัดที่สำคัญอย่างยิ่งในการทำให้ผลผลิตอ้อยต่ำและไว้ตอได้น้อย การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพโดยพิจารณาการใส่ในอัตราที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปริมาณความต้องการของพืชเป็นหลักสำคัญในการผลิตพืช น้ำมีความสัมพันธ์กับการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อย โดยเฉพาะไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญมากที่สุดในการสร้างผลผลิต โดยภายใต้สภาพภูมิอากาศแห้งแล้งประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของอ้อยจะลดลง ดังนั้นในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจำเป็นต้องมีการให้น้ำอย่างเหมาะสม จึงศึกษาผลของการให้น้ำในอัตราต่างๆ ต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อย เพื่อศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

7. วิธีดำเนินการ:

- อุปกรณ์

  - ท่อนพันธุ์อ้อย โดยใช้อ้อยพันธุ์อู่ทอง 12
  - อุปกรณ์น้ำหยด ได้แก่ ท่อน้ำหยดพีอี สายน้ำหยด หัวน้ำหยด ปั๊มน้ำ
  - ปุ๋ยเคมี ได้แก่ 46-0-0 0-46-0 0-0-60
  - อุปกรณ์วัดคุณภาพความหวาน ได้แก่ Automatic/hand refractometer
  - อุปกรณ์วัดการเจริญเติบโต ได้แก่ Vernier Caliper และไม้วัดความสูง
  - ชุดเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนดิน (undisturbed core sampler) และสว่านเก็บตัวอย่างดิน

- วิธีการ

<u>แผนการทดลอง</u>

วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ อาศัยน้ำฝน

Main plot : เป็นกรรมวิธีการให้น้ำ 2 วิธี

1) ไม่ให้น้ำ (อาศัยน้ำฝน)

2) ให้น้ำตามความต้องการของพืชตลอดระยะการเจริญเติบโต (100 %)

3) ให้น้ำ 50 % ของความต้องการของพืชตลอดระยะการเจริญเติบโต

Sub plot : เป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับ

1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

2) ใส่ปุ๋ย N 0.5 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

3) ใส่ปุ๋ย N 1.0 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรมวิชาการเกษตร

4) ใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

5) ใส่ปุ๋ย N 2.0 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

<u>หมายเหตุ</u> ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชอย่างพอเพียงในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยตอเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสเฟตอีก 50% โดยใช้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อยปลูกและอ้อยตอ ที่ได้จากโครงการวิจัยด้านดิน น้ำ และปุ๋ยอ้อย ซึ่งดำเนินการในปี 2554 – 2558

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1) คัดเลือกพื้นที่ทำการทดลองที่เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกอ้อยที่สำคัญของจังหวัดสุพรรณบุรี

2) วิเคราะห์ลักษณะหน้าตัดดิน ได้แก่ ความลึกของหน้าตัดดิน ความหนาของชั้นดิน ความหนาแน่นรวมของดิน เนื้อดิน อัตราการแทรกซึมน้ำ (Infiltration rate) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

3) รวบรวมข้อมูลภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่ทำการทดลองอย่างน้อย 20 ปีย้อนหลัง เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และพิกัดที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยา

4) ปลูกอ้อยให้มีขนาดของแปลงย่อย 11.7 x 9 เมตร ระยะปลูก 1.3 x 0.50 เมตร ในแต่ละแปลงย่อยมี 9 แถว แต่ละแถวยาว 9 เมตร ใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 35.1 ตารางเมตร (3 แถว แถวยาว 9 เมตร) ใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราของกรรมวิธีที่กำหนด ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่เต็มอัตราที่กำหนด และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนหรือเมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม ด้วยปุ๋ยไนโตรเจนอีกครึ่งอัตราที่กำหนด ใช้วิธีการให้น้ำแบบหยด ในกรรมวิธีที่มีการให้น้ำ

5) คำนวณการให้น้ำ โดยพิจารณาจากสมดุลของน้ำ (water balance) ทุก 7 วัน เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องให้กับพืชตามวิธีของ Smith (1992) และ Doorenbos and Kassam (1979) ตามสมการ

ETc = Kc x ETo

ETc ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

Kc : สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ใช้ค่า Kc ของพันธุ์ขอนแก่น 3 (กอบเกียรติ *และคณะ*, 2555)

ETo : ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน) คำนวณตามวิธีของ Blaney and Criddle (FAO, 1986)

6) เก็บตัวอย่างพืชที่อายุ 12 เดือน บันทึกข้อมูลน้ำหนักสดของลำ ใบสด และใบแห้ง ในพื้นที่เก็บเกี่ยว สุ่มตัวอย่างลำ ใบสด และใบแห้งเพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช วิเคราะห์การดูดใช้ไนโตรเจนสู่ส่วนของลำ ใบสด และใบแห้ง และวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของอ้อย (Nitrogen Use Efficiency : NUE)

ศูนย์วิชาการกรมวิชาการเกษตร

โดยคำนวณจาก Agronomy Nutrient Use Efficiency (ANUE) ซึ่งคำนวณจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนที่ใส่ลงไป

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1) บันทึกเปอร์เซ็นต์ความงอกและข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนลำต่อกอ จำนวนกอต่อไร่ เมื่ออ้อยอายุ 3 6 9 และ 12 เดือน

2) บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำเฉลี่ย จำนวนลำต่อกอ จำนวนกอต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว น้ำหนักลำต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวและความหวาน (ซีซีเอส)

3) บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศตลอดฤดูปลูก เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด

4) บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละครั้งและตลอดฤดูปลูก

5) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เปรียบเทียบผลของการใช้น้ำและปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเพิ่มผลผลิตของอ้อย

- <u>เวลาและสถานที่</u>

ตุลาคม 2561 - กันยายน 2563 ไร่เกษตรกรตำบลสระยายโสม อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี

กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่แปลงทดลอง

ในปีทดลอง 2561/2562 (อ้อยปลูก) อ้อยมีความต้องการน้ำรวม 1,911.88 มิลลิเมตร มีฝนตก 118 วัน ปริมาณน้ำฝนรวม 878.80 มิลลิเมตร โดยในช่วงอ้อยอายุ 1-3 เดือน (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม) และ 7-9 เดือน มีปริมาณน้ำฝนมากจนไม่มีการให้ แต่มีการให้น้ำในช่วงอ้อยอายุ 4-6 และ 10 เดือน รวมปริมาณน้ำที่ให้ 358.43 มิลลิเมตร ในกรรมวิธีที่ให้น้ำ100 % ของความต้องการ และ 179.25 มิลลิเมตร ในกรรมวิธีให้น้ำในปริมาณครึ่งหนึ่งของความต้องการ (Table 1) สำหรับในอ้อยตอ1 อ้อยมีความต้องการน้ำรวม 2,070.92 มิลลิเมตร มีวันฝนตก 82 วัน ปริมาณน้ำฝนรวม 661.5 มิลลิเมตร มีการให้ 833.99 มิลลิเมตร ในกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100 % ของความต้องการ และ 406.75 มิลลิเมตร ในกรรมวิธีที่ให้น้ำครึ่งหนึ่งของความต้องการน้ำของอ้อย (Table 2)

คุณสมบัติของดินในพื้นที่ทดลอง

พื้นที่ทดลองเป็นชุดดินกำแพงแสน จากการวิเคราะห์ลักษณะหน้าตัดดิน สามารถแบ่งชั้นหน้าตัดดินออกเป็น 4 ชั้น คือ 0-31 31-60 60-89 และ 89-110 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินเหนียวตลอดทุกชั้นดิน มีค่าความหนาแน่นรวมอยู่ระหว่าง 1.07-1.62 กรัม/เซนติเมตร^3 มีอัตราการซึมผ่านของน้ำ (Saturated Soil Hydraulic Conductivity : K-Sat) ในดินชั้นบนเท่ากับ 24.40 เซนติเมตร/ชั่วโมง ในขณะที่ดินชั้นล่างมีอัตราการซึมผ่านของน้ำอยู่ระหว่าง 3..13-4.78 เซนติเมตร/ชั่วโมง ส่วนค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของพืช (AWC) ของดินชั้นบนมีค่าเท่ากับ 4.35 มิลลิเมตร และ 1.24-2.54 มิลลิเมตร ในดินชั้นล่าง (Table 3) ดินมีความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 6.5 มีค่าอินทรียวัตถุเท่ากับ 1.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทชเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ตกค้างอยู่ในดินในปริมาณที่สูงมากเท่ากับ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 4) ดังนั้นจึงพิจารณาการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนด คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย N (0-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) 2) ใส่ปุ๋ย N 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (6-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) 3) ใส่ปุ๋ย N 1 เท่าของอัตราแนะนำ (12-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) 4) ใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ (18-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และ 5) ใส่ปุ๋ย N 2 เท่าของอัตราแนะนำ (24-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) สำหรับอ้อยปลูก ส่วนอ้อยตอปรับอัตราปุ๋ย N เป็น 0 7.5 15 22.5 และ 30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

ผลของการให้น้ำต่อการให้ผลผลิตอ้อย

ผลของการให้น้ำต่อการให้ผลผลิตอ้อยปลูกแสดงให้เห็นว่าปัจจัยของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและอัตราการให้น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ (Table 5) การให้น้ำในอัตราต่างๆ ไม่ทำให้ผลผลิตอ้อยแตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย 17.61-20.29 ตันต่อไร่ ให้ผลไปในทิศทางเดียวกับการให้องค์ประกอบผลผลิต จำนวนลำต่อไร่ ความยาวลำ ขนาดลำ และน้ำหนักต่อลำ ตลอดจนผลผลิตน้ำตาล การใส่ปุ๋ยในทุกอัตราให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 18-20.38 ตันต่อไร่ เพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ปุ๋ย 8-23% อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ สอดคล้องกับการให้ผลผลิตน้ำตาลที่โดยให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.03-2.32 ตันซีซีเอสต่อไร่ และพบว่าการใส่ปุ๋ย N อัตรา 18 และ 24 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตน้ำตาลแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการใช้ปุ๋ยในอัตรา 6 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย ในด้านองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนลำต่อไร่ ความยาวลำ ขนาดลำ ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น น้ำหนักต่อลำพบว่า การใส่ปุ๋ยเพียง 6 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ทำให้น้ำหนักต่อลำแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย

สำหรับผลการทดลองในอ้อยตอ 1 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและอัตราการให้น้ำไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติทั้งในด้านผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตน้ำตาล การให้น้ำในอัตราต่างๆ ไม่

กรมวิชาการเกษตร

ทำให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกันทางสถิต โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 12.79-14.76 ตันต่อไร่ (Table 6) ซึ่งให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกันกับอ้อยปลูก ส่วนปัจจัยของอัตราปุ๋ย พบว่า ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ปุ๋ย 22-67% และพบว่า การใส่ปุ๋ย N อัตรา 15 22.5 และ 30 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเพียง 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใส่ปุ๋ยในทุกอัตราให้จำนวนลำต่อไร่ ขนาดลำ และผลผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ปุ๋ย และแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนการใส่ปุ๋ยเพียง 7.5 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ทำให้ความยาวลำและน้ำหนักต่อลำแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อย

การประเมินประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ประเมินจากประสิทธิภาพการสร้างผลผลิต (agronomy nutrient use efficiency) การทดลองในอ้อยปลูกพบว่า การให้น้ำที่ 50 % ของปริมาณความต้องการน้ำของอ้อย (1,361.4 มิลลิเมตร) โดยมีการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 600 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N และเมื่อใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจะลดลง ส่วนการให้น้ำตามปริมาณความต้องการของอ้อย (100% ของความต้องการ) มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด และต่ำกว่าการปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝนที่มีปริมาณฝนตลอดระยะการเจริญเติบโต 879.80 มิลลิเมตร (Table 7) และได้สมการการตอบสนองต่อปุ๋ยในอ้อยปลูกในสภาพน้ำฝน ได้สมการ $y = 0.115x^2+0.777x+16.696$ ($R^2=0.9873$) การให้น้ำ 50% ของปริมาณความต้องการของอ้อย ได้สมการ $y = -0.6721x^2+4.8739x+11.418$ ($R^2=0.764$) และการให้น้ำตามความต้องการของอ้อย (100%) ได้สมการ $y = 0.0757x^2+0.2037x+16.162$ ($R^2=0.8808$) (Figure 1-3)

สำหรับผลการทดลองในอ้อยตอ 1 พบว่า การให้น้ำที่ 50 % ของปริมาณความต้องการน้ำของอ้อย (1,067.75 มิลลิเมตร) อ้อยมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด 584 กิโลกรัมผลผลิตต่อกิโลกรัม N เมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 12 กิโลกรัมต่อไร่ และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจะลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในอ้อยปลูก ส่วนการให้น้ำตามความต้องการของอ้อย (100%) ที่ใช้ปุ๋ย N ในอัตรา 6 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเพื่อสร้างผลผลิตต่ำกว่าการปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝนที่มีปริมาณน้ำฝนรวม 661 มิลลิเมตร เมื่อใส่ปุ๋ยในอัตราเดียวกัน (Table 8) ได้สมการการตอบสนองต่อปุ๋ยในอ้อยปลูก ในสภาพน้ำฝน $y = -0.1093x^2+1.9547x+9.95$ ($R^2=0.6172$) เมื่อให้น้ำ 50% ของปริมาณความต้องการของอ้อย $y = -0.5579x^2+5.2901x+5.03$ ($R^2=0.9415$) และให้น้ำตามความต้องการของอ้อย (100%) $y = -0.2079x^2+2.8341x+6.572$ ($R^2=0.997$) (Figure 4-6)

กรมวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การให้น้ำ 50 % ของปริมาณความต้องการน้ำของอ้อยที่ปลูกในดินร่วนเหนียว และใส่ปุ๋ย N เพียง 6 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุดในอ้อยปลูก สำหรับในอ้อยตอให้เพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 12 กิโลกรัมต่อไร่ จึงจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้คำแนะนำการบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด และการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ในพื้นที่ดินร่วนเหนียว ซึ่งสามารถขยายผลให้กับเกษตรกร และโรงงานน้ำตาลในพื้นที่เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มศักยภาพการผลิตอ้อยโดยการจัดการน้ำและธาตุอาหารอย่างเหมาะสม

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นางพเยาว์ ซุ่นเจา ที่สนับสนุนพื้นที่ทดลอง ในตำบลสระยายโสม อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง และบรรลุตามวัตถุประสงค์

12. เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2563 . รายงานสรุปโครงการจัดทำแผนพัฒนาการชลประทานระดับลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบ (กรอบน้ำ 60 ล้านไร่). 45 หน้า

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล. 2563. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2562/63. 78 หน้า

Koehler , G.G., P.H. Moore, C.A. Jones, A. Dela Cruz and A. Maretzki. 1982. Response of drip-irrigation sugarcane to drought stress. Agron. J. 74 : 906-911.

Robison, F.E. 1963. Soil moisture tension sugarcane stalk elongation and irrigation interval control.Agron. J. 55: 481-484.

13. ภาคผนวก

กรมวิชาการเกษตร

Table 1 Weekly rainfall ,sugarcane evapotranspiration and amount of water supplement for plant cane grown during 2018/2019

Days after planting	Water supplement date	Weekly ETc (mm)	Weekly rainfall (mm)	Amount of water supplement (mm)		Remarks
				100 %ETc	50 %ETc	
Planting date	22 Feb2018			20.93	20.93	
7	1 Mar 2018	8.56	21.6	0	0.00	
14	8 Mar 2018	8.38	0.4	0	0.00	
21	15 Mar 2018	8.15	10.2	0	0.00	
28	22 Mar 2018	8.04	1.2	0	0.00	
35	29 Mar 2018	23.98	0	0	0.00	Flood
42	5 Apr 2018	29.55	0.6	0	0.00	Flood
49	12 Apr 2018	29.77	8.6	0	0.00	Flood
56	19 Apr 2018	29.67	2.8	0	0.00	High soil moisture
63	26 Apr 2018	29.26	37	0	0.00	High soil moisture
70	3 May 2018	28.98	87.2	0	0.00	High soil moisture
77	10 May 2018	29.46	10.8	0	0.00	Flood
84	17 May 2018	28.47	89.8	0	0.00	High soil moisture
91	24 May 2018	28.94	14	0	0.00	High soil moisture
98	31 May 2018	28.82	48.8	0	0.00	
105	7 Jun 2018	29.09	0.4	15.7	7.85	
112	14 Jun 2018	29.06	9.2	20.93	10.47	
119	21 Jun 2018	28.52	17.2	15.70	7.85	
126	28 Jun 2018	28.53	13.6	18.31	9.16	
133	5 Jul 2018	28.51	2.4	28.78	14.39	
140	12 Jul 2018	28.16	14.8	15.7	7.85	
147	19 Jul 2018	28.85	10.6	20.93	10.47	
154	26 Jul 2018	28.84	0.2	28.78	14.39	
161	2 Aug 2018	29.35	3	28.78	14.39	
168	9 Aug 2018	28.63	8	18.31	9.16	
175	16 Aug 2018	54.49	0.4	49.71	24.86	
182	23 Aug 2018	68.48	43.4	34.01	17.01	
189	30 Aug 2018	67.95	10.6	62.79	31.40	
196	6 Sep 2018	65.94	70.6	0	0.00	
203	13 Sep 2018	67.08	17.8	52.33	26.17	
210	20 Sep 2018	65.49	54.2	0	0.00	Enough soil moisture

กรมวิชาการเกษตร

Days after planting	Water supplement date	Weekly ETc (mm)	Weekly rainfall (mm)	Amount of water supplement (mm)		Remarks
				100 %ETc	50 %ETc	
217	27 Sep 2018	67.34	19	49.71	24.86	
224	4 Oct 2018	66.91	74.6	0	0.0	Enough soil moisture
231	11 Oct 2018	65.94	5.6	49.71	24.86	Enough soil moisture
238	18 Oct 2018	67.00	2.4	0	0.00	Enough soil moisture
245	25 Oct 2018	64.29	100.2	0	0.00	Enough soil moisture
252	1 Nov 2018	64.33	0.2	0	0.00	Enough soil moisture
259	8 Nov 2018	63.86	0	65.04	32.52	
266	15 Nov 2018	65.14	20.8	44.48	22.24	
273	22 Nov 2018	66.79	2.2	65.04	32.52	
280	29 Nov 2018	63.60	0	62.79	31.40	
287	6 Dec 2018	65.79	5.8	60.17	30.09	
294	13 Dec 2018	62.69	38.4	23.54	11.77	
301	20 Dec 2018	45.84	0	49.71	24.86	
308	27 Dec 2018	43.67	0	41.86	20.93	
315	3 Jan 2019	41.69	1.2	40.18	20.09	
	Total	1,911.88	879.8	962.99	481.56	

Table 2 Weekly rainfall ,sugarcane evapotranspiration and amount of water supplement for the 1st ratoon cane during 2019/2020

Days after planting	Water supplement date	Weekly ETc (mm)	Weekly rainfall (mm)	Amount of water supplement (mm)		Remarks
				100 %ETc	50 %ETc	
Harvesting date	7 Jan 2019					
7	14 Jan. 19	26.04	0	26.04	13.02	
14	21 Jan. 19	25.89	0	0.00	0.00	Flood
21	28 Jan. 19	24.53	0	0.00	0.00	High soil moisture
28	4 Feb. 19	25.71	0	0.00	0.00	High soil moisture
35	11 Feb. 19	27.05	0	0.00	0.00	High soil moisture
42	18 Feb. 19	26.67	1.7	0.00	0.00	High soil moisture
49	25 Feb. 19	20.49	0	19.89	9.95	
56	4 Mar. 19	15.59	0	15.59	7.80	High soil moisture

กรมวิชาการเกษตร

Days after planting	Water supplement date	Weekly ETc (mm)	Weekly rainfall (mm)	Amount of water supplement (mm)		Remarks
				100 %ETc	50 %ETc	
63	11 Mar. 19	15.47	0	15.47	7.74	High soil moisture
70	18 Mar. 19	15.53	0	15.33	7.66	High soil moisture
77	25 Mar. 19	15.72	0	10.92	5.46	Flood
84	1 Apr. 19	15.93	0	15.73	7.87	High soil moisture
91	8 Apr. 19	15.96	1.6	13.96	6.98	High soil moisture
98	15 Apr. 19	16.64	0	16.64	8.32	
105	22 Apr. 19	16.73	13.9	3.93	1.96	High soil moisture
112	29 Apr. 19	16.36	0	3.56	1.78	
119	6 May. 19	16.87	0	0.00	0.00	
126	13 May. 19	32.10	157.9	0.00	0.00	High soil moisture
133	20 May. 19	34.58	1.7	0.00	0.00	High soil moisture
140	27 May. 19	34.28	7	0.00	0.00	High soil moisture
147	3 Jun. 19	15.75	29.3	0	0	
154	10 Jun. 19	15.88	8.2	8.08	0.14	
161	17 Jun. 19	15.71	11.7	0.11	0	
168	23 Jun. 19	26.71	97	0	0	Flood
175	1 Jul. 19	32.89	12.3	0	0	
182	8 Jul. 19	32.40	12.1	0	0	High soil moisture
189	15 Jul. 19	34.25	0	34.25	17.125	
196	22 Jul. 19	34.54	50.8	34.54	17.27	
203	29 Jul. 19	33.72	4.2	0	0	Flood
210	5 Aug. 19	32.72	8.2	0	0	High soil moisture
217	12 Aug. 19	32.75	38.9	0	0	High soil moisture
224	19 Aug. 19	33.83	6.6	0	0	
231	26 Aug. 19	33.44	6.5	24.64	7.92	
238	2 Sep. 19	33.04	2.6	29.24	12.72	
245	9 Sep. 19	32.98	7.7	0	0	High soil moisture
252	16 Sep. 19	91.70	10.7	0	0	Flood
259	23 Sep. 19	87.80	107.1	0	0	High soil moisture
266	30 Sep. 19	89.66	0	0	0	High soil moisture
273	7 Oct. 19	88.88	3.8	0	0	High soil moisture
280	14 Oct. 19	91.74	43.3	0	0	
287	21 Oct. 19	89.97	1.8	89.97	44.99	
294	28 Oct. 19	87.75	2.8	87.75	43.87	
301	4 Nov. 19	89.93	12.1	89.93	44.96	

สำนักวิทยบริการฯ

Days after planting	Water supplement date	Weekly ETc (mm)	Weekly rainfall (mm)	Amount of water supplement (mm)		Remarks
				100 %ETc	50 %ETc	
308	11 Nov. 19	88.66	0	0	0	Enough soil moisture
315	18 Nov. 19	86.67	0	86.67	43.34	
322	25 Nov. 19	84.68	0	84.68	42.34	
329	2 Dec. 19	87.76	0	87.36	43.68	
336	9 Dec. 19	32.51	0	19.71	9.85	
343	16 Dec. 19	26.27	0	0	0	Enough soil moisture
350	23 Dec. 19	28.07	0	0	0	Enough soil moisture
357	30 Dec. 19	28.02	0	0	0	Enough soil moisture
364	6 Jan. 19	12.10	0	0	0	
	รวม	**2,070.92**	**661.50**	**833.99**	**406.75**	

Table 3 Soil physical properties of Kampaensaen Soil Series at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong District, Suphan Buri Province

Soil Depth (cm)	Texture	BD (1:5) (g/cm^3)	Ksat (cm/h)	AWC (mm)	FC (mm)	PWP (mm)
0-31	Clay	1.07	24.40	4.35	32.10	27.75
31-60	Clay	1.62	3.13	2.54	41.00	38.46
60-89	Clay	1.62	4.70	1.24	42.82	41.58
89-110	Clay	1.58	4.78	1.89	42.62	40.73

BD = bulk density, K-Sat = saturated soil hydraulic conductivity, FC = field capacity, PWP = permanent wilting point.

Table 4 Soil chemical properties of Kampaensaen Soil Series at Sra Yai Som Subdistrict , U-Thong District, Suphan Buri Province

Soil Depth (cm)	pH (1:1)	EC (1:5) (ds/cm)	OM (%)	Avai.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)
0-20	6.4	0.19	1.99	35	184
20-40	6.6	0.40	1.70	45	115
Average	6.5	0.30	1.85	10.0	150

กรมวิชาการเกษตร

Table 5 Yield and yield components of plant cane grown on Kampaensaen Soil Series at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong District, Suphan Buri Province 2018/2019 cropping season

Treatment	Stalk number (Stalk/rai)	Stalk length (cm)	Stalk diameter (cm)	Stalk weight (Kg/Stalk)	Yield (ton/rai)	CCS (%)	Sugar yield (tonCCS/rai)
Rainfed)	11,092	321	2.87	2.10	20.29	11.33	2.30
100 %ETc	10,861	301	2.89	1.89	17.61	10.89	1.95
50 %ETc	10,600	317	2.92	2.04	18.65	11.18	2.11
CV(A) %	7.32	25.44	7.08	28.13	28.13	9.17	31.18
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0-3-6	10,504	292	2.87	1.79 c	16.60 b	11.17	1.86 b
6-3-6	10,692	306	2.79	1.95 bc	18.00 ab	11.26	2.03 ab
12-3-6	10,872	317	2.94	2.05 ab	18.92 ab	11.07	2.12 ab
18-3-6	10,962	322	2.90	2.07 ab	20.34 a	11.30	2.32 a
24-3-6	11,226	328	2.98	2.18 a	20.38 a	10.88	2.25 a
CV (B) %	6.71	10.07	5.91	11.69	11.69	6.15	17.21
F-test	ns	ns	ns	**	**	ns	**
A x B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter in columns are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 6 Yield and yield components of the 1st ratoon cane grown on Kampaensaen Soil Series at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong District, Suphan Buri Province 2019/2020 cropping season

Treatment	Stalk number (Stalk/rai)	Stalk length (cm)	Stalk diameter (cm)	Stalk weight (Kg/Stalk)	Yield (ton/rai)	CCS (%)	Sugar yield (tonCCS/rai)
Rainfed)	12,887	288	2.71	1.62	14.61	11.99	1.76
100 %ETc	12,767	267	2.68	1.42	12.79	11.82	1.53
50 %ETc	12,669	296	2.76	1.70	14.76	12.10	1.80
CV (A) %	12.74	13.77	4.20	22.23	30.28	9.86	34.11
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0-3-6	11,479 c	252 c	2.60 b	1.32 b	10.22 c	11.68	1.19 c
7.5-3-6	12,444 b	270 bc	2.73 a	1.50 ab	12.48 b	12.19	1.53 b
15-3-6	13,317 a	294 ab	2.75 a	1.66 a	15.61 a	11.61	1.83 ab
22.5-3-6	13,176 ab	296 ab	2.76 a	1.67 a	14.92 a	12.22	1.84 ab

กรมวิทยาศาสตร์

30-3-6	13,457 a	306 a	2.74 a	1.76 a	17.05 a	12.15	2.10 a
CV (B) %	8.13	13.85	2.91	19.93	18.35	5.83	22.20
F-test	**	*	**	*	**	ns	**
A x B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Means followed by the same letter in columns are not significantly different at 0.5 and 5% level by DMRT

Table 7 Nitrogen use efficiency (NUE) for plant cane grown during 2018/2019

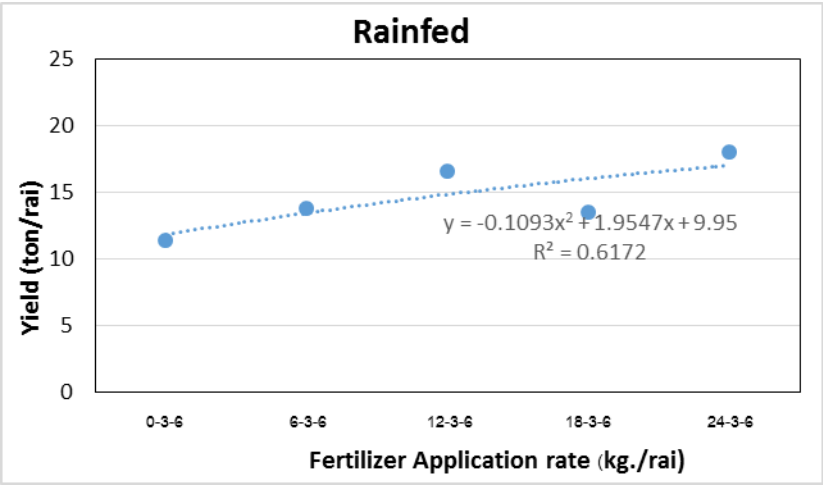
Applied N	Rainfed (879.8 mm)		100 %ETc (1,842.8 mm)		50 %ETc (1,361.4 mm)	
(kgN/rai)	Yield (kg/rai)	ANUE (kg/kg)	Yield (kg/rai)	ANUE (kg/kg)	Yield (kg/rai)	ANUE (kg/kg)
0	17,580	-	16,690	-	15,530	-
6	18,610	172	16,260	-72	19,130	600
12	20,410	236	17,800	93	18,570	253
18	21,280	206	18,340	92	21,400	326
24	23,580	250	18,940	94	18,600	128

ANUE, agronomy nutrient use efficiency = (yield N_F- yield N_0) / N_F applied

Table 8 Nitrogen use efficiency (NUE) for the 1st ratoon cane during 2019/2020

Applied N	Rainfed (661 mm)		100 %ETc (1,494.99 mm)		50 %ETc (1,067.75 mm)	
(kg N/rai)	Yield (kg/rai)	ANUE (kg/kg)	Yield (kg/rai)	ANUE (kg/kg)	Yield (kg/rai)	ANUE (kg/kg)
0	11,350	-	9,290	-	10,020	-
6	13,460	402	11,190	317	12,480	410
12	16,490	428	13,310	335	17,030	584
18	13,470	118	14,660	298	16,630	367
24	17,990	277	15,490	258	17,660	318

ANUE, agronomy nutrient use efficiency = (yield N_F- yield N_0) / N_F applied



กรมวิชาการเกษตร

Figure 1 Response cave of plant yield under different fertilizer rate and rainfed condition at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong Distric, Suphan Buri Province during 2018/2019 cropping

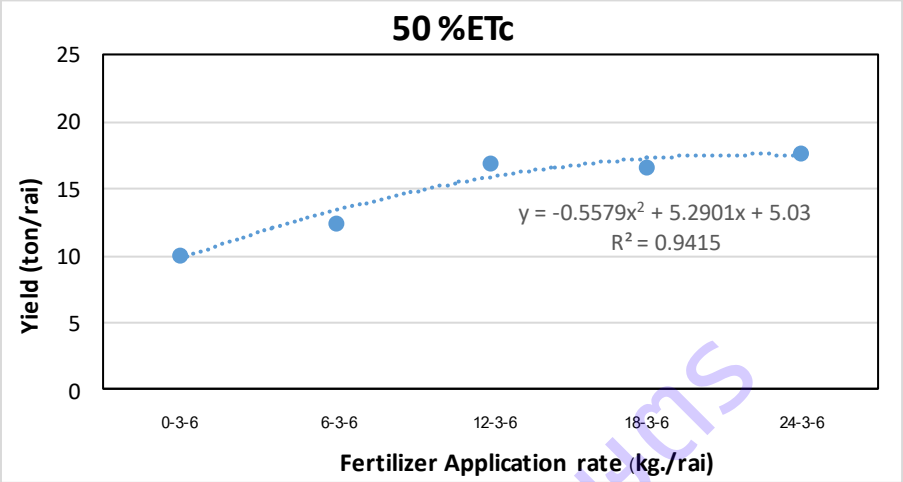


Figure 2 Response cave of plant yield under different fertilizer rate at 50% ETc at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong Distric, Suphan Buri Province during 2018/2019 cropping

กรมวิชาการเกษตร

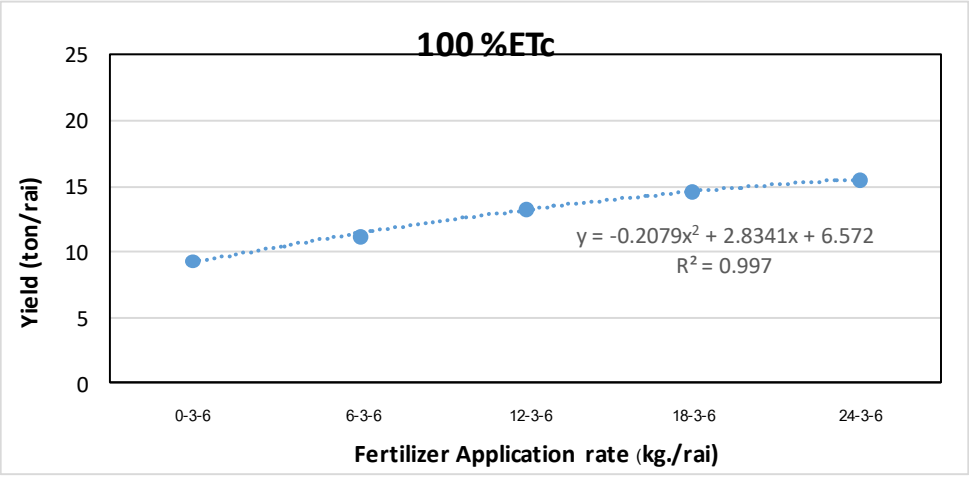


Figure 3 Response cave of plant yield under different fertilizer rate at 100% ETc at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong Distric, Suphan Buri Province during 2018/2019 cropping

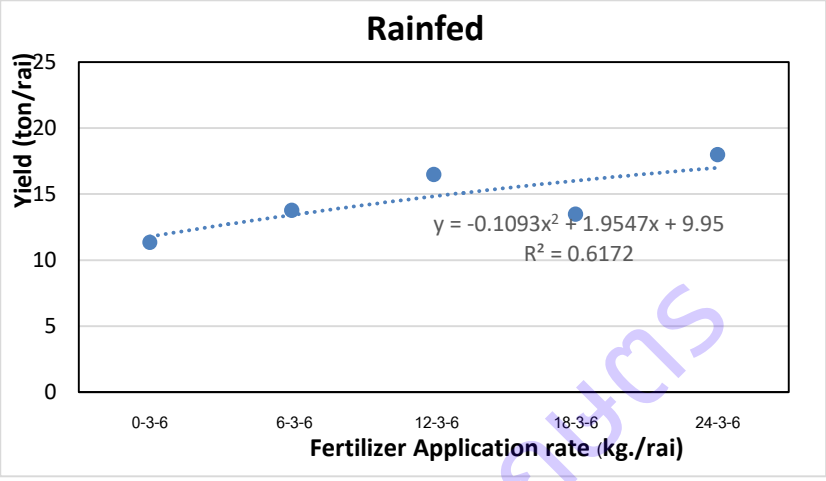
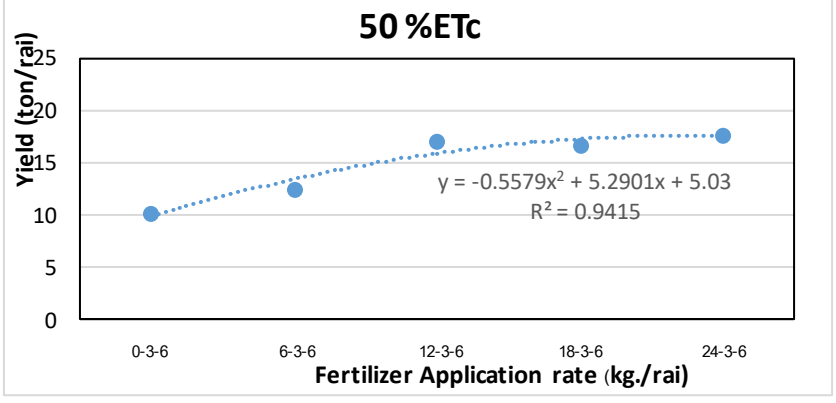
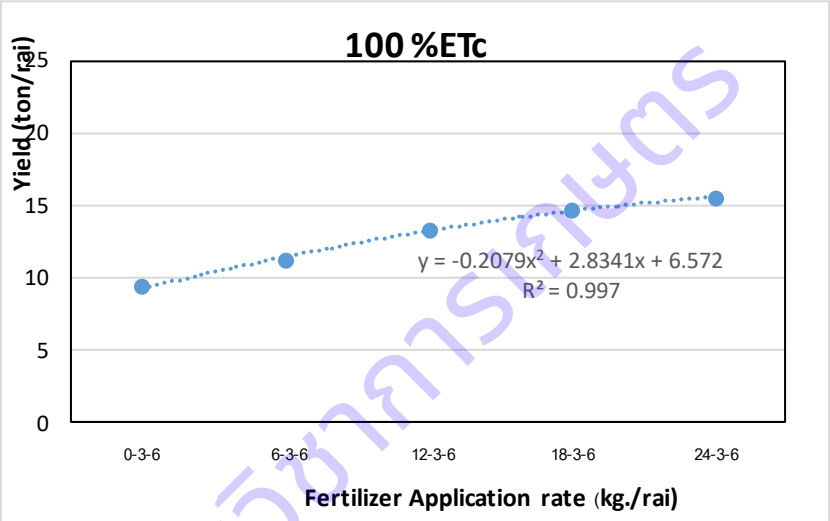


Figure 4 Response cave of the 1st ratoon yield under different fertilizer rate and rainfed condition at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong Distric, Suphan Buri Province during 2019/2020 cropping



กรมวิชาการเกษตร

Figure 5 Response cave of the 1st ratoon yield under different fertilizer rate at 50 % ETC at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong Distric, Suphan Buri Province during 2019/2020 cropping



กรมวิชาการเกษตร

Figure 6 Response cave of the 1st ratoon yield under different fertilizer rate at 100 % ETC at Sra Yai Som Subdistrict, U-Thong Distric, Suphan Buri Province during 2019/2020 cropping