

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน
กิจกรรม : การจัดการธาตุอาหารและน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาปริมาณการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Influence of irrigation and fertilizer of oil palm var. SuratThani 7
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
ผู้ร่วมงาน : บุญเหลือ ศรีมุงคุณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี
อรรถัน วงศ์ศรี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
เพ็ญศิริ จำรัสฉาย ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
พุดนา รุ่งระวี กองแผนงานและวิชาการ

5. บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ดำเนินงาน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี และศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือน ตุลาคม 2553 – กันยายน 2558 และแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย คือ

1) อิทธิพลของการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 โดยวางแผนการทดลองแบบสปลิทพล็อต 3 ซ้ำปัจจัยหลัก ให้น้ำ 3 ระดับ ได้แก่ ควบคุม (อาศัยน้ำฝน) ให้น้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ปัจจัยรอง ให้น้ำ 21-0-0:0-3-0:0-0-60:กิเซอไรท์:โบเรท ตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร 3 ระดับ ได้แก่ 75, 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ผลการศึกษาพบว่า การให้น้ำมีผลทำให้การเจริญเติบโต (จำนวนทางใบทั้งหมดและพื้นที่ใบ) ช่อดอก (ช่อดอกทั้งหมด ช่อดอกตัวเมีย ช่อดอกตัวผู้และอัตราส่วนเพศ) และองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ยและผลผลิตทะลาย) สูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เดียวกันไม่พบอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

2) การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ต่อการจัดการและสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน (ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี) ศึกษาจากการจัดการ 2 รูปแบบ คือ 1) อาศัยน้ำฝนและให้ปุ๋ยอัตรา 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ และ 2) ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำและให้ปุ๋ยอัตรา 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ผลการศึกษาพบว่า การจัดการรูปแบบที่ 2 ใบปาล์มน้ำมันมีสีเขียวเข้มกว่าและปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงกว่า ศักยภาพในการสังเคราะห์แสงสูงกว่า จำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยกว่า ประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการจัดการรูปแบบที่ 1 และปาล์มน้ำมันที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีสามารถปรับตัวได้ดีกว่าที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

Abstract: The objective of this study was to investigate the influence of irrigation and fertilizer on growth, yield and physiological responses of oil palm var. SuratThani 7. This study was carried out at UbonRatchathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center during October 2010 – September 2015. This study is divided 2 experiments.

1) Influence of irrigation and fertilizer to growth and yield of oil palm var. SuratThani 7. A split plot design with 3 replications was used. The main factor consisted of irrigation 3 levels; control (rain-fed), irrigated 0.8 and 1.2 times of evaporation, the subplots consisted of 3 fertilizer (21-0-0:0-3-0:0-0-60:Kieserite: Borate) rates; 75, 100 and 125% of DOA recommend rate. Result showed that irrigation was significantly effects on growth (total frond and leaf area), inflorescences (total, female and male inflorescences and sex ratio) and yield component (no. of bunch, average bunch weight and fresh fruit bunch) higher than rain-fed oil palm. Whiles, fertilizer was no significant effect on growth, inflorescences and yield of oil palm.

2) Physiological responses of oil palm var. SuratThani 7 to different managements and locations (UbonRatchathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center). Two styles of management are 1) rainfed and 75 percent of the recommended fertilizer rate and 2) 1.2 times of the evaporation of water and fertilizer rate of 125 percent of the recommended rate. Result showed that the second management, oil palm has more dark green leaflet color, higher the amount of total chlorophyll, higher the potential photosynthetic rate but less the number of stomata and lower of the water use efficiency than the first management. At UbonRatchathani Field Crop Research Center, oil palm has better adaptation than SuratThani Oil Palm Research Center.

6. คำนำ: ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคใต้และมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันพื้นที่ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตทั่วประเทศรวม 4.40 ล้านไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ให้ผลผลิต 3.81 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 86.5 ของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) อย่างไรก็ตามสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ทำให้ปริมาณฝนเริ่มลดน้อยลง

หรือทิ้งช่วงยาวนานขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำใช้ในภาคการเกษตรลดน้อยลง ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยของประเทศจึงลดลง โดยในปี 2556-2558 ผลผลิตเฉลี่ยมีค่า 3.28, 3.01 และ 2.69 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ประกอบกับยุคปัจจุบันมีการแข่งขันกันของสินค้าเกษตรค่อนข้างสูงโดยเฉพาะปาล์มน้ำมัน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นหัวใจสำคัญที่เกษตรกรต้องปรับตัวและปฏิบัติให้ได้ เพื่อให้สามารถอยู่รอดได้ในปัจจุบัน และด้วยลักษณะของปาล์มน้ำมันที่สามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปี หากมีปัจจัยการผลิตเหมาะสม แต่หากมีผลกระทบจากสภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ Sands and Mulligan (1990) พบว่า การใช้ปุ๋ยของพืชจะมี ศักยภาพสูงสุดเมื่อพืชไม่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ และประสิทธิภาพการใช้น้ำจะสูงสุดเมื่อไม่ขาดแคลนธาตุอาหาร ซึ่ง หากมีการใช้น้ำและปุ๋ยในปริมาณที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลต่อต้นทุนการผลิตและผลผลิตที่เกษตรกรจะได้รับ ดังนั้น การจัดการที่มีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ดังนั้นเพื่อเป็นทางเลือกในการใช้ปัจจัยการผลิตหลักที่ เหมาะสมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันที่ต้องการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุน การศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำและปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์ม น้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ซึ่งเป็นพันธุ์ใหม่ของกรมวิชาการเกษตร

7. วิธีดำเนินการ: แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลองย่อยที่ 1 อิทธิพลของการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7

การทดลองย่อยที่ 2 การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ต่อการจัดการและสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน

ศึกษาศักยภาพการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อสภาพแวดล้อมในรอบวันใน 2 พื้นที่ โดยบันทึกข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน 2 รูปแบบการจัดการ คือ

รูปแบบที่ 1 อาศัยเฉพาะน้ำฝนและให้ปุ๋ย 75% ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

รูปแบบที่ 2 ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำและให้ปุ๋ย 125% ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

- อุปกรณ์ อุปกรณ์ที่สำคัญ เช่น ตันกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 อุปกรณ์และวัสดุระบบให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ ปุ๋ยเคมี 21-0-0, 0-3-0, 0-0-60, ทีเชอไรท์, โบเรท ทะลายเปล่า สารเคมีกำจัดวัชพืช อุปกรณ์กำจัดวัชพืช เครื่องมือวัดความชื้นในดิน (Tensiometer) เครื่องมือวัดอัตราการสังเคราะห์แสง เครื่องวัดศักย์ของน้ำในใบ เครื่องวัดความเข้มของสีใบ (SPAD 502) กล้องจุลทรรศน์ วัสดุอุปกรณ์ลอกปากใบปาล์มน้ำมัน เครื่องสกัดน้ำมัน (SOXTEC) สารเคมีสำหรับสกัดน้ำมัน ตู้อบ เครื่องชั่งน้ำหนัก อุปกรณ์วิเคราะห์ห้องค์ประกอบทะลาย กระจกพลาสติก กล้องถ่ายรูป อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต-เก็บเกี่ยวผลผลิต วัสดุอุปกรณ์สำหรับบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองย่อยที่ 1 อิทธิพลของการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7

- วิธีการ

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยพืชไร่
อุบลราชธานี ต.บึงมะแลง อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี วางแผนการทดลองแบบ Split-plot Design 3 ซ้ำๆ ละ
28 ต้น บันทึกรายข้อมูล 10 ต้นต่อซ้ำ Main Plot ให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ 3 ระดับในช่วงแล้งคือ ควบคุม (อาศัย
น้ำฝน) ให้น้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ Sub Plot ให้น้ำตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (21-0-
0:0-3-0:0-0-60:กิเซอโรท์:โบเรท ปีที่ 1-2 อัตรา 1.55:1.00:1.00:0.50:0.09 และ 3.00:1.50:2.50:1.00:0.13
กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สำหรับปีที่ 3-4 อัตราแนะนำเท่ากันคือ 4.00:1.50:3.00:0.70:0.13 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แบ่งใส่
3 ครั้งต่อปี) 3 ระดับคือให้น้ำ 75, 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ

เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีก่อนการทดลอง และหลังการทดลองปีละ 1 ครั้ง
เริ่มปลูกปาล์มน้ำมัน (อายุต้นกล้า 1 ปี) เมื่อเดือนกรกฎาคม 2554 ระยะเวลาปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า 9x9x9
เมตร เริ่มกรรมวิธีให้น้ำเฉพาะช่วงแล้ง ตามค่าระเหยเฉลี่ยของสัปดาห์ก่อน ปริมาณน้ำที่ให้คำนวณจากพื้นที่ทรง
พุ่มของปาล์มน้ำมัน X ค่าระเหยน้ำตามกรรมวิธี

บันทึกข้อมูลศูนย์นิคมวิทยา การเจริญเติบโตทุก 6 เดือน (ตามวิธีการของ Corley and Breure, 1981) ช่อดอก
บันทึกจำนวนและชนิดของช่อดอก พร้อมอัตราส่วนเพศ (ช่อดอกตัวเมีย:ช่อดอกทั้งหมด) ทุก 1 เดือน และผลผลิต
ทุก 15 วัน วิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรม IRRISTAT

การทดลองย่อยที่ 2 การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ต่อการจัดการและสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน

- วิธีการ ศึกษาศักยภาพการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อสภาพแวดล้อมในรอบวันใน 2 พื้นที่ โดยบันทึกข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน 2 รูปแบบการจัดการ คือ

รูปแบบที่ 1 อาศัยเฉพาะน้ำฝนและให้ปุ๋ย 75% ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

รูปแบบที่ 2 ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำและให้ปุ๋ย 125% ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

โดยศึกษาศักยภาพการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมแตกต่างกันจากเส้นตอบสนองต่อแสงและจุดชดเชยคาร์บอนไดออกไซด์ และศึกษาลักษณะการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อสภาพแวดล้อมในรอบวัน เช่น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ค่าน้ำไหลปากใบ ค่าการคายน้ำ ศักย์ของน้ำในใบ และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงและค่าต่างๆ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำไหลปากใบและแรงดึงระเหยน้ำ รวมถึงจำนวนปากใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและแปลผล

เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2553–กันยายน 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองย่อยที่ 1 อิทธิพลของการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7

คุณสมบัติของดินก่อนทดลอง ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีเป็น ชุดดินฝักกาด (Phak Kat series) พิกัด 47P 0565973 1009386 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 19 เมตร พัฒนาการหน้าตัดดินเป็น Ap (0-23 ซม.) Bt1 (23-42 ซม.) Bt2 (42-60 ซม.) Bt3 (60-85 ซม.) และ Bt4 (85-110 ซม.) สภาพน้ำขังดินอิมตัว (Permeability; mm/hr) ดินที่ระดับชั้น Ap (0-23 ซม.) Bt1 (23-42 ซม.) Bt2 (42-60 ซม.) และ Bt3 (60-85) และ Bt4 (85-110 ซม.) ดินมีค่าสภาพน้ำขังดินอิมตัว 0.19-11.24 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ความหนาแน่นรวม 1.45-1.67 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื้อดินที่ระดับความลึก 0-110 ซม. มีค่า Total Sand 12.59-47.39% มีค่า Silt 26.36-41.66% และ Clay 21.30-58.76% ลักษณะของเนื้อดิน ดินบนร่วนเหนียวปนทราย ตอนกลางเป็นดินร่วนและร่วนเหนียว ดินล่างเป็นดินเหนียว ความแข็งของดิน 4.5–5.3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของพีชมีค่า 3.6-5.4% โดยปริมาตร ความเสถียรของเม็ดดินมีค่าเฉลี่ยอนุภาคสมมูลย์ 0.75-2.22 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าต่ำ

สมบัติทางเคมีของดิน

ค่าปฏิกริยาดิน (pH) 5.04-7.76 ซึ่งเป็นต่างเล็กน้อยในชั้น Ap และ Bt1 ส่วนดินชั้น Bt2, Bt3 และ Bt4 เป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด สภาพการนำไฟฟ้าของดิน 0.03-0.05 dS/m ซึ่งไม่ถือว่าเป็นดินเค็ม อินทรีย์วัตถุในดิน 2.0-11.8 ก./กก. ซึ่งในชั้น Ap มีค่าสูง (11.8 ก. ต่อ กก.) เป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ-ต่ำปานกลาง-ต่ำมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.40-3.70 มก./กก. ซึ่งเป็นประโยชน์ต่ำถึงต่ำมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

48.33-98.11 มก./กก. ซึ่งมีปริมาณที่เป็นประโยชน์ในระดับต่ำ-ปานกลาง-สูง ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน มีค่า 11.81-15.97 อยู่ในระดับปานกลาง อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมีค่า 25.61-58.32% อยู่ในระดับปานกลาง-ต่ำ

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินชั้น Ap, Bt1, Bt2 และ Bt3 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในทุกชั้นดิน ส่วนดินชั้น Bt4 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

คุณสมบัติของดินก่อนทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) 4.80-5.86 ซึ่งเป็นกรดอ่อน อินทรีย์วัตถุในดิน 0.54-0.8 ค. ก./กก. เป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 36.3-86.3 มก./กก. ซึ่งเป็นประโยชน์ปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 16-48 มก./กก. ซึ่งมีปริมาณที่เป็นประโยชน์ในระดับต่ำ-ปานกลาง (Table 1)

Table 1 Soil properties at Surat Thani Oil Palm Research Center and Ubon Ratchathani Field Crop Research Center (June 2011)

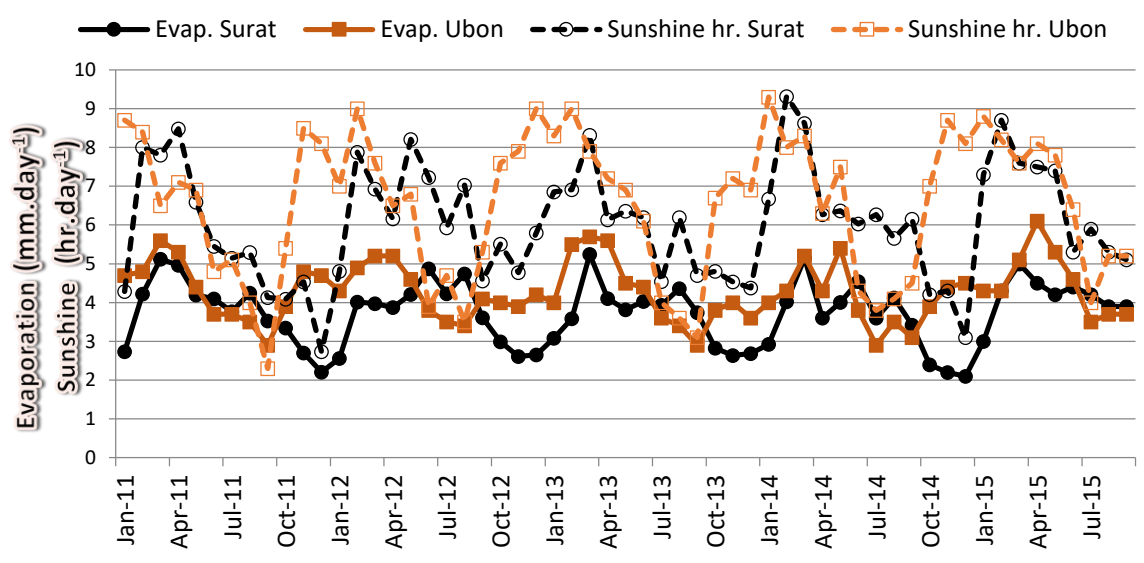
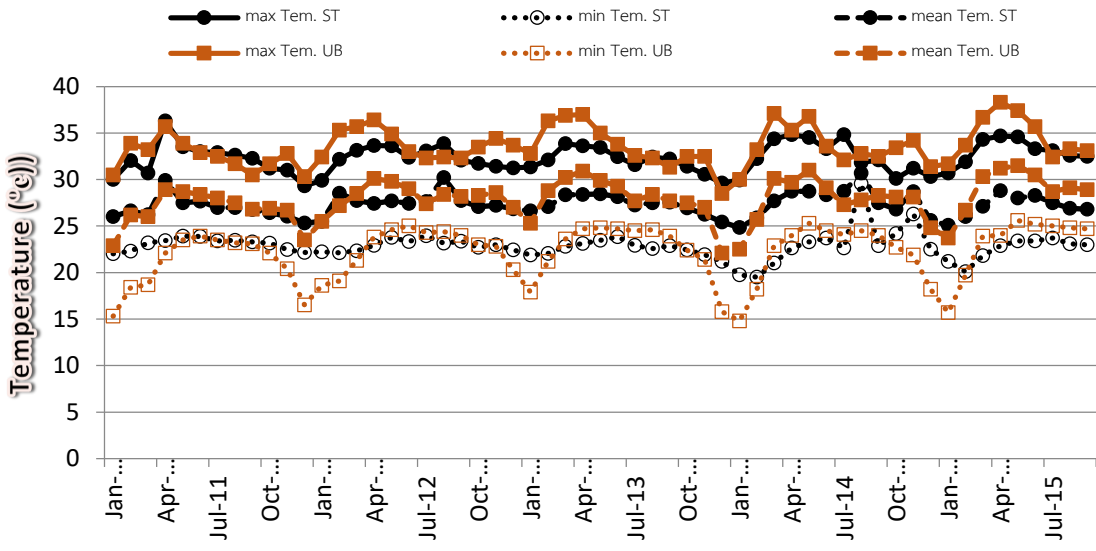
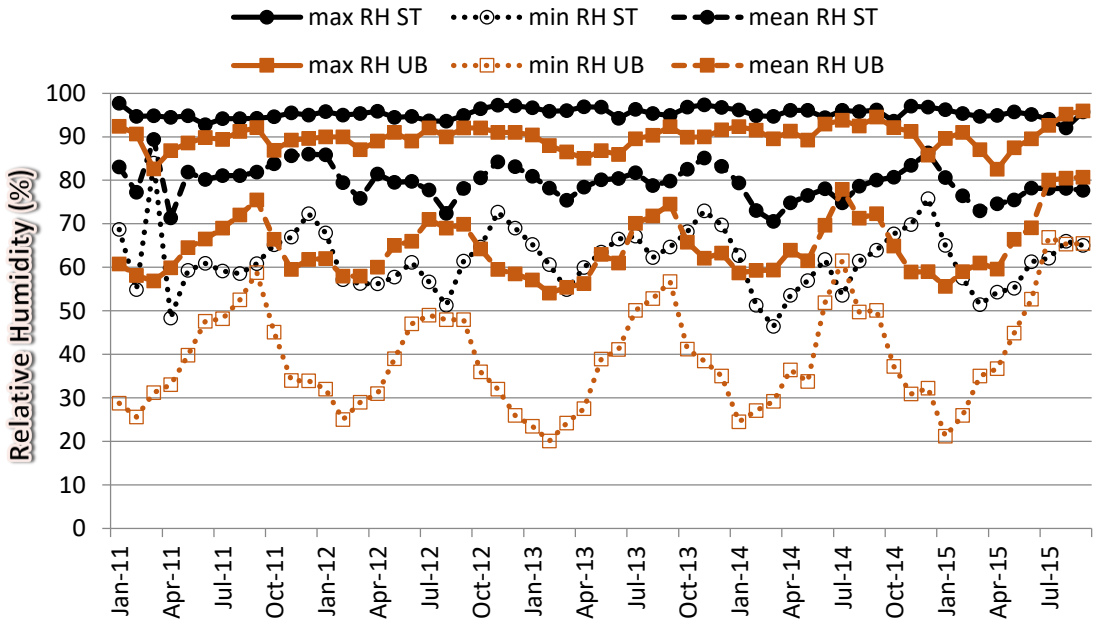
Soil properties	Surat Thani Oil Palm Research Center	Ubon Ratchathani Field Crop Research Center
pH	5.04-7.76	4.80-5.86
Organic matter (%)	2.0-11.8	0.54-0.88
Available phosphorus (ppm)	0.40-3.70	36.3-86.3
Exchangeable potassium (ppm)	48.3-98.1	16-48
Magnesium (ppm)	8-68	

ข้อมูลอุตุนิมวิทยา ระหว่างเดือนมกราคม 2554-กันยายน 2558 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย ณ ศวร. อุบลราชธานี และ ศวป.สุราษฎร์ธานีมีค่า 88.9-91.4 และ 94.7-96.1 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นต่ำสุดมีค่า 36.8-39.9 และ 60.4-64.6 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเฉลี่ยมีค่า 62.9-64.7 และ 78.0-81.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 1a) เห็นได้ว่า ความชื้นต่ำสุดและความชื้นเฉลี่ยที่ ศวร.อุบลราชธานีต่ำกว่าศวป.สุราษฎร์ธานี 24 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเฉพาะเดือนพฤศจิกายน-พฤษภาคม ความชื้นสัมพัทธ์ใน ศวร.อุบลราชธานีมีค่าต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต เห็นได้ชัดในกรรมวิธีที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน

อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิเฉลี่ย 2 จังหวัดมีค่า 32.1-33.9, 20.9-23.2 และ 26.6-28.2 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิเฉลี่ยที่อุบลราชธานีสูงกว่าสุราษฎร์ธานีประมาณ 2 องศาเซลเซียส (Figure 1b) ซึ่งมีผลต่อแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ

ค่าระเหยน้ำที่อุบลราชธานีและสุราษฎร์ธานีมีค่า 4.11-4.33 และ 3.51-3.76 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าสุราษฎร์ธานี 0.58 มิลลิเมตรต่อวัน และชั่วโมงแสงแดดที่อุบลราชธานีสูงกว่าสุราษฎร์ธานี 0.57 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ (6.32-6.66 และ 5.54-6.23 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ) (Figure 1c)

ปริมาณน้ำฝน ณ อุบลราชธานีมีค่า 1,624 1,267 1,671 และ 2,210 มิลลิเมตรต่อปี และที่สุราษฎร์ธานีมีค่า 2,892 (น้ำท่วมมีนาคม 2554) 1,519 1,666 และ 1,850 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ เปรียบเทียบกันแล้วไม่ต่างกันมากนัก และในปี 2557 ปริมาณน้ำฝนที่อุบลราชธานีสูงกว่าสุราษฎร์ธานี 360 มิลลิเมตร (Figure 1d)



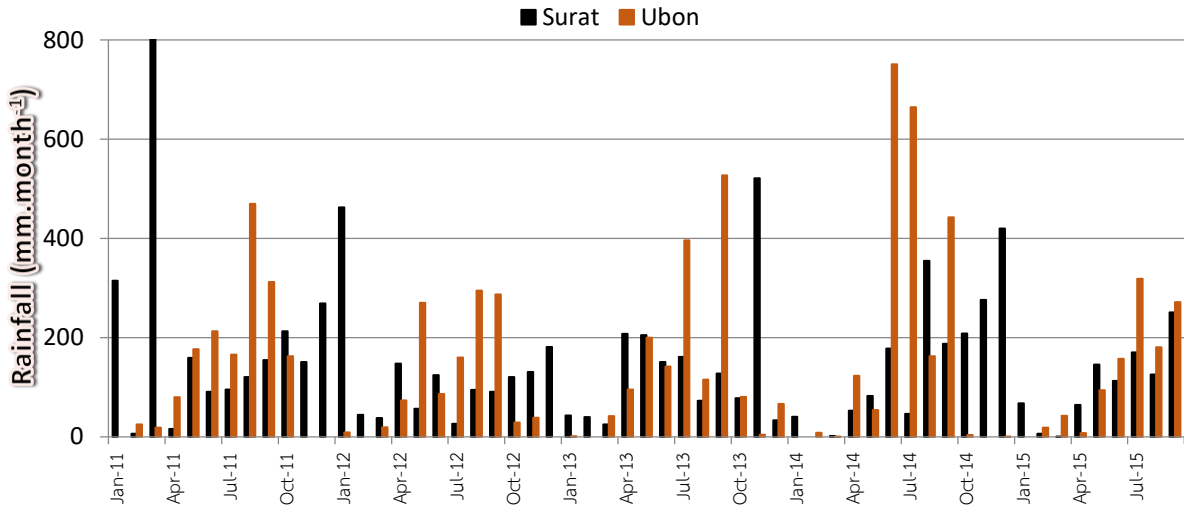


Figure 1 Relative humidity; max.-mean-min. (a), temperature; max.-mean-min. (b), evaporation and sunshine hours (c) and rainfall (d) at SuratThani Oil Palm Research Center and UbonRachathani Field Crop Research Center between January 2011-September 2015.

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

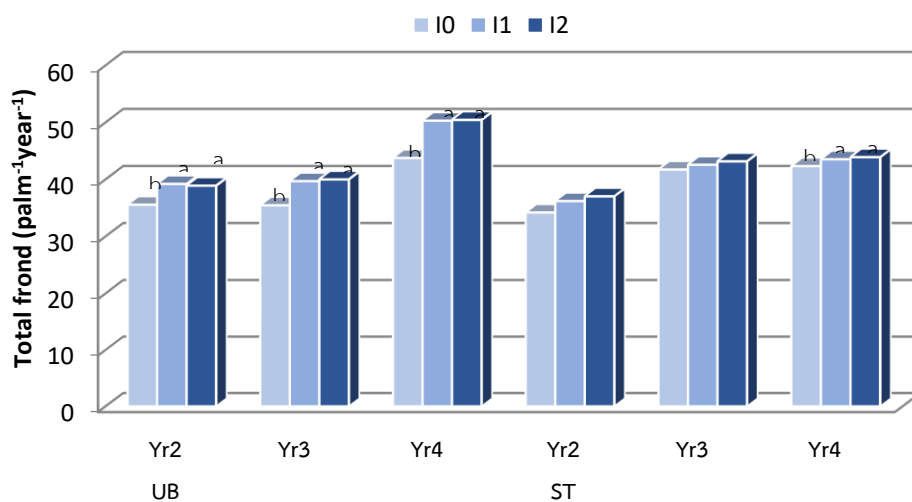
จำนวนทางใบทั้งหมด ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้จำนวนทางใบทั้งหมดสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝนและแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะใน ศวร.อุบลราชธานี พบว่า แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ปีที่ 2-4 และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ปีที่ 4 (Figure 2a) สำหรับอิทธิพลของปุ๋ยพบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีผลต่อจำนวนทางใบทั้งหมด ยกเว้นที่ ศวร.อุบลราชธานี แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในปีที่ 4 โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้จำนวนทางใบทั้งหมด 49.2 ทางใบ สูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ที่ได้รับน้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำ แต่ไม่แตกต่างกับปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน (Figure 2b) ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อ ปริมาณพื้นที่ใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และที่สำคัญคือ จำนวนช่อดอกที่มีโอกาสเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนทางใบ ซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตที่จะได้รับ

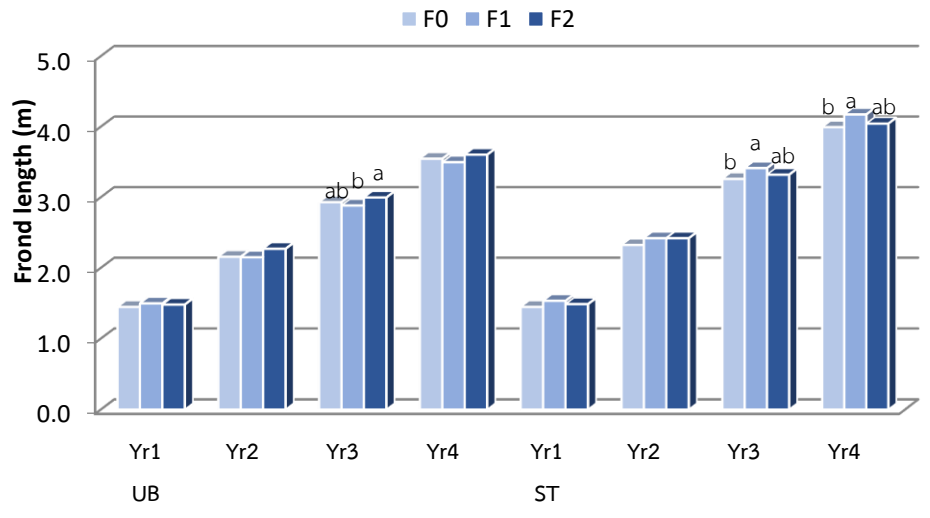
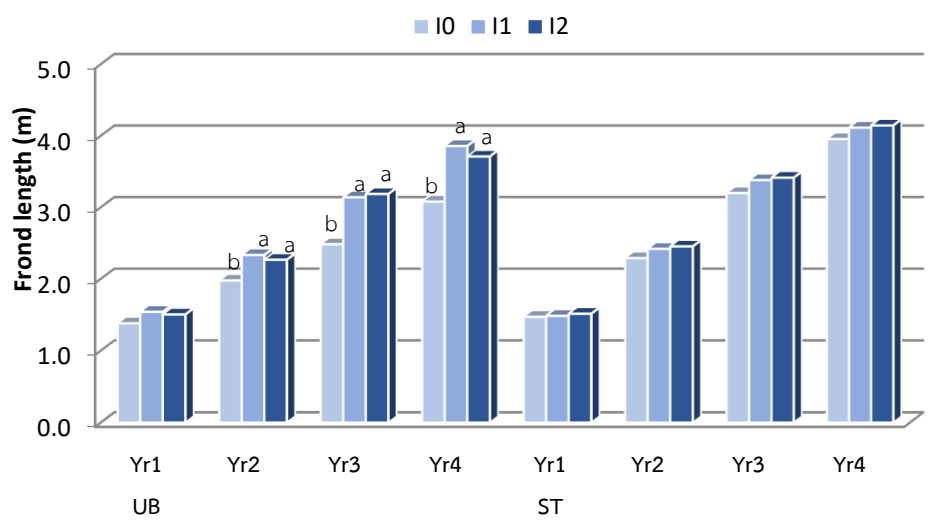
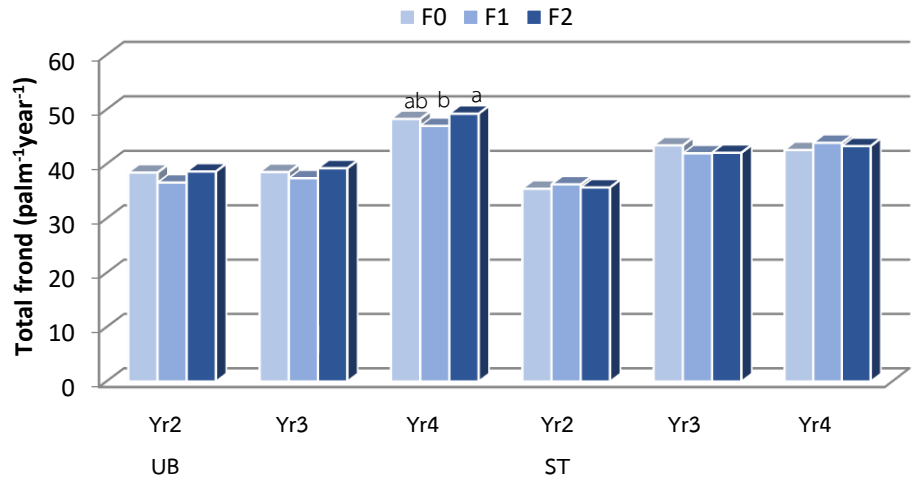
ความยาวทางใบ ใน ศวร.อุบลราชธานีพบว่า ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อความยาวทางใบและแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้ความยาวทางใบแตกต่างกัน และพบว่า ปัจจัยน้ำไม่มีผลต่อความยาวทางใบใน ศวป.สุราษฎร์ธานีตั้งแต่ปีที่ 1-4 (Figure 2c) แต่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยในปีที่ 3-4 โดยความยาวทางใบของปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ย 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงกว่าและแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อความยาวทางใบใน ศวร.อุบลราชธานี เฉพาะปีที่ 3 (Figure 2d) ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะส่งผลต่อปริมาณพื้นที่ใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้

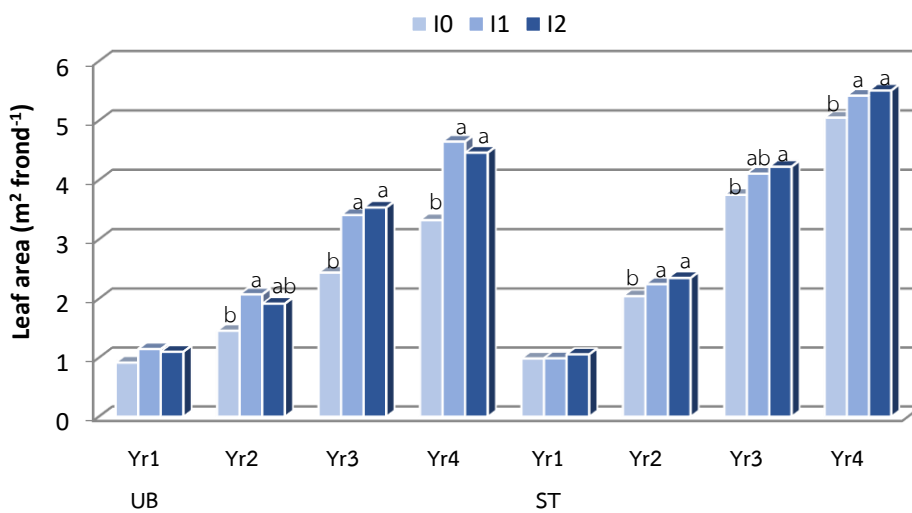
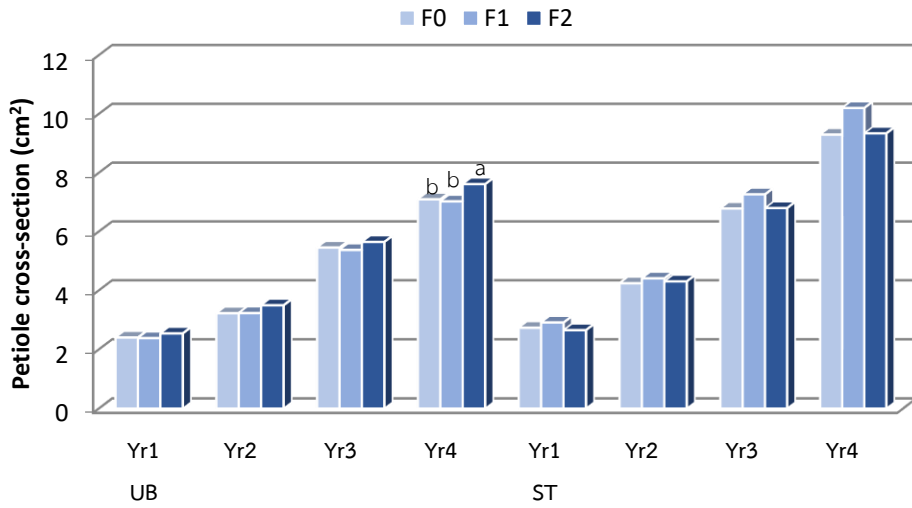
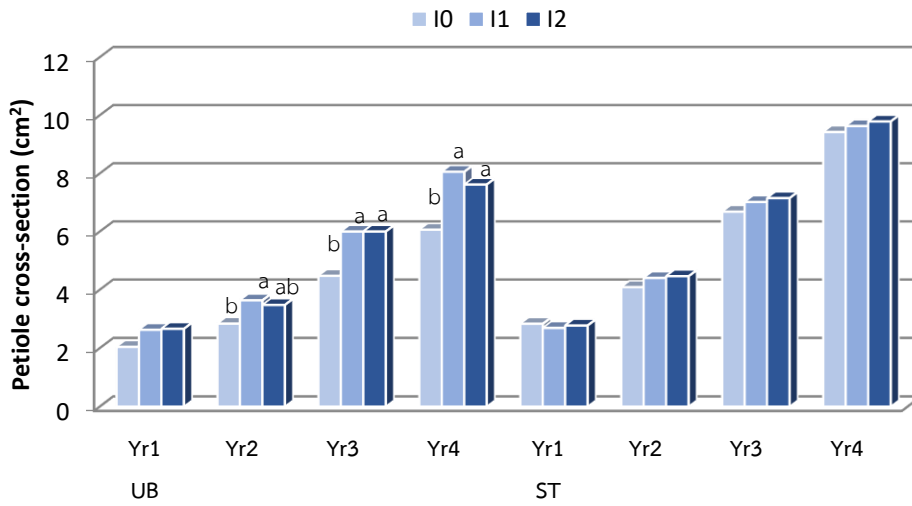
พื้นที่หน้าตัดแกนทาง ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อพื้นที่หน้าตัดแกนทาง และแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ณ ศวร.อุบลราชธานีตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้พื้นที่หน้าตัดแกนทางแตกต่างกัน

และไม่พบอิทธิพลของปัจจัยน้ำผลต่อพื้นที่หน้าตัดแกนทางใน ศวป.สุราษฎร์ธานีตั้งแต่ปีที่ 1-4 (Figure 2e) และพบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยเฉพาะใน ศวร.อุบลราชธานี ในปีที่ 4 โดยพื้นที่หน้าตัดแกนทางของปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ย 125 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ย 100 และ 75 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2f) และเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดแกนทางของปาล์มน้ำมันระหว่าง 2 สถานที่ พบว่าพื้นที่หน้าตัดแกนทางที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี มีขนาดใหญ่กว่าที่ ศวร.อุบลราชธานีทุกปี ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อพื้นที่ในการรับส่งน้ำและธาตุอาหารในส่วน of xylem และ phloem ซึ่งกระจายตัวอยู่ในพื้นที่แกนทางใบ

พื้นที่ใบ ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อพื้นที่ใบและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 2 สถานที่ ตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้พื้นที่ใบแตกต่างกัน และพบว่า ตั้งแต่ปีที่ 2 เป็นต้นมา พื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันใน ศวป.สุราษฎร์ธานีมีค่าสูงกว่า ศวร.อุบลราชธานีในทุกกรรมวิธี (Figure 2g) สำหรับปริมาณปุ๋ยที่ให้ต่างกัน ไม่มีผลต่อพื้นที่ใบใน ศวร.อุบลราชธานี แต่พบว่า มีอิทธิพลต่อพื้นที่ใบใน ศวป.สุราษฎร์ธานี ในปีที่ 3-4 โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ย 100 เปอร์เซ็นต์มีพื้นที่ใบสูงสุด และไม่แตกต่างกับการให้ปุ๋ย 125 เปอร์เซ็นต์ แต่จะแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2h) ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อจำนวนช่อดอก อัตราส่วนเพศและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน







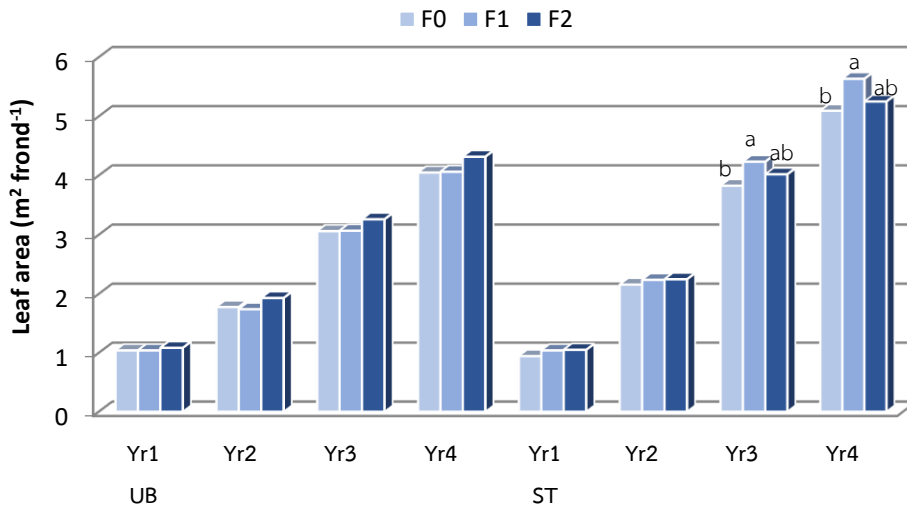


Figure 2 Total frond (a-b), frond length (c-d), petiole cross-section (e-f) and leaf area (g-h) of SuratThani 7 in 3 levels of irrigation (rain-fed, irrigated 0.8 and 1.2 times of evaporation) and 3 fertilizer rates (75 100 and 125% of DOA recommend rate) at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center between July 2012-September 2015.

ช่อดอกและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

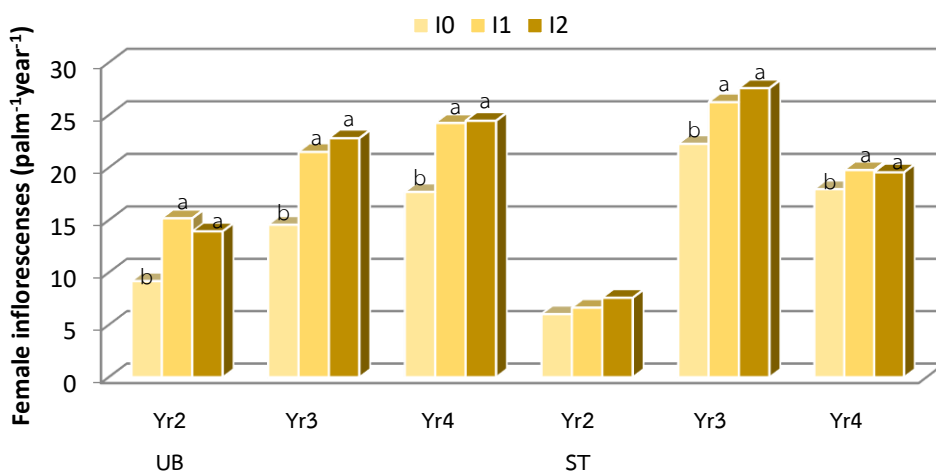
เนื่องจากการตัดช่อดอกทิ้งตั้งแต่เริ่มออกดอกถึงเดือน ธันวาคม 2555 จึงเริ่มบันทึกข้อมูล ปีที่ 2 ระหว่าง มกราคม-กันยายน 2556 (8 เดือน) สำหรับปีที่ 3 และ 4 ตุลาคม 2556-กันยายน 2557 และตุลาคม 2557-กันยายน 2558 ตามลำดับ

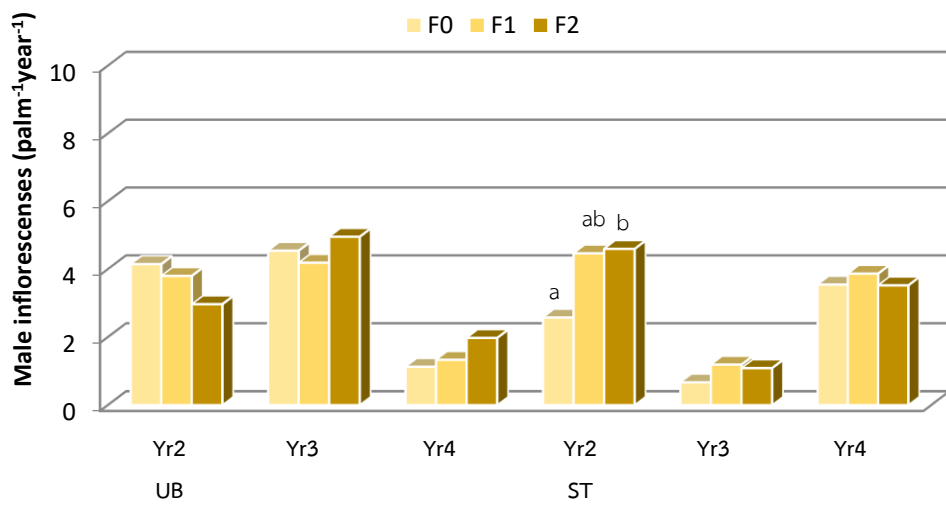
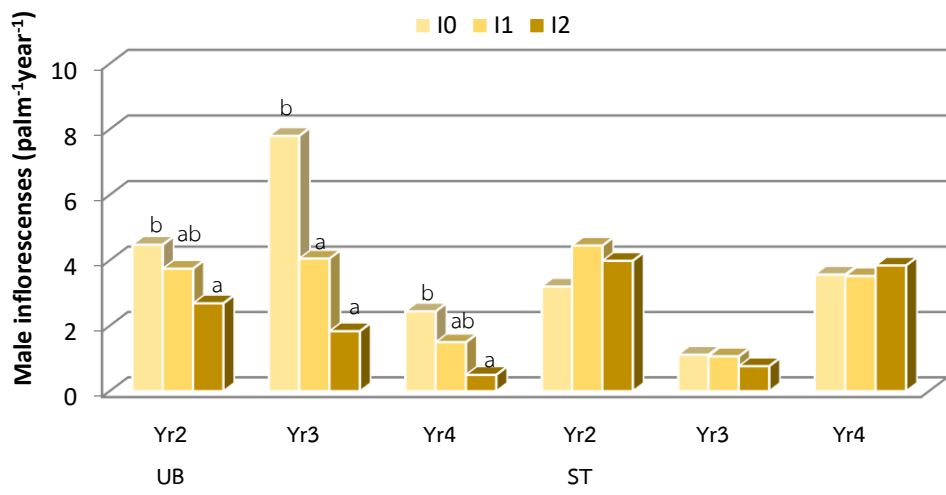
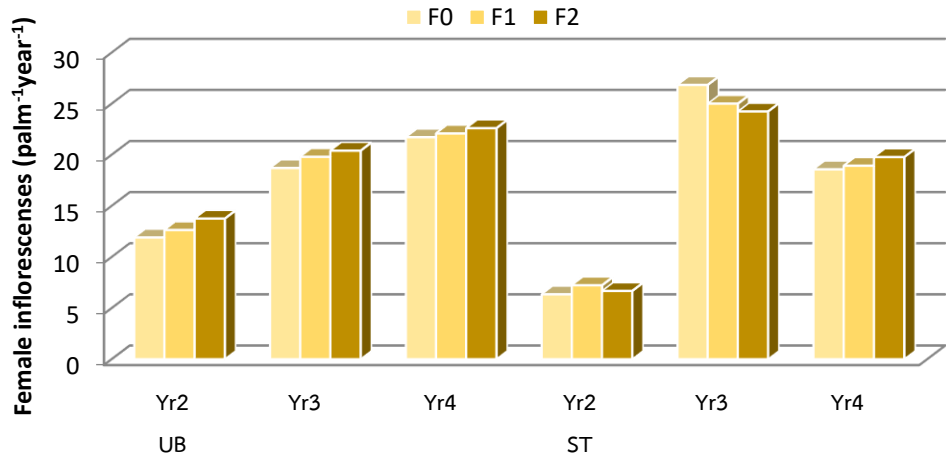
ช่อดอกตัวเมีย ปัจจัยการให้น้ำมีอิทธิพลต่อปริมาณช่อดอกตัวเมียอย่างชัดเจนทั้ง 2 สถานที่ และพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญปีที่ 2-4 ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ปีที่ 3-4 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของช่อดอกตัวเมียของการให้น้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ เป็นที่น่าสังเกตว่าจำนวนช่อดอกตัวเมียใน ศวป.สุราษฎร์ธานี ปีที่ 2 มีค่าน้อยกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานีอย่างชัดเจน เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวปาล์มน้ำมันได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมแปลง (Figure 3a) สำหรับปริมาณปุ๋ยเคมีที่ให้ต่างกัน 3 ระดับ ไม่พบอิทธิพลของปุ๋ยต่อปริมาณช่อดอกตัวเมีย ทั้ง 2 สถานที่ และแนวโน้มของช่อดอกตัวเมียที่ ศวร.อุบลราชธานี เพิ่มขึ้นตามอายุของปาล์มน้ำมัน ในขณะที่ จำนวนช่อดอกตัวเมีย ณ ศวป.สุราษฎร์ธานีในปีที่ 2 น้อยกว่า ที่ ศวร.อุบลราชธานี เกือบเท่าตัว (Figure 3b) และเพิ่มขึ้นอย่างมากในปีที่ 3 จากนั้นลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ในปีที่ 4 ซึ่งเป็นผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันใน 2 สถานที่ จำนวนช่อดอกตัวเมียเป็นดัชนีหลักที่สามารถประเมินผลผลิตปาล์มน้ำมัน ประเมินการจัดการได้อย่างดีจากอัตราการฝ่อของช่อดอกตัวเมียได้เป็นอย่างดี (คิดจากจำนวนทะลาย)

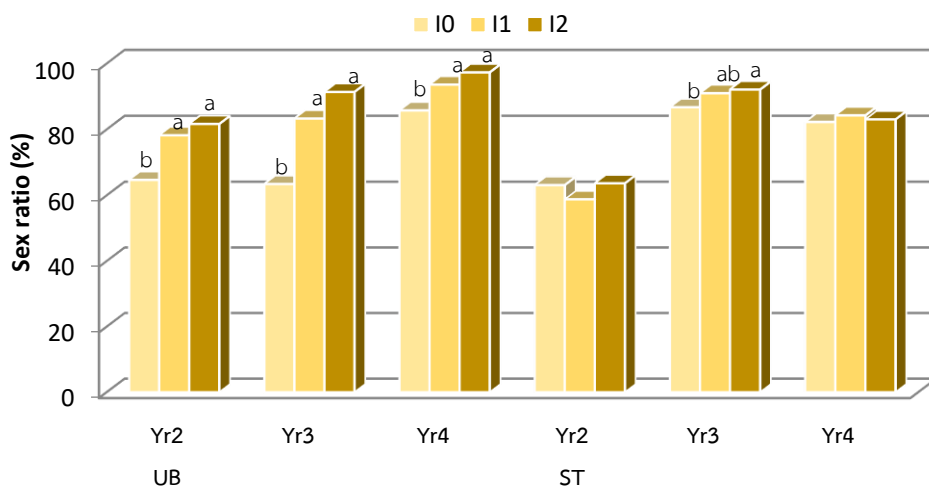
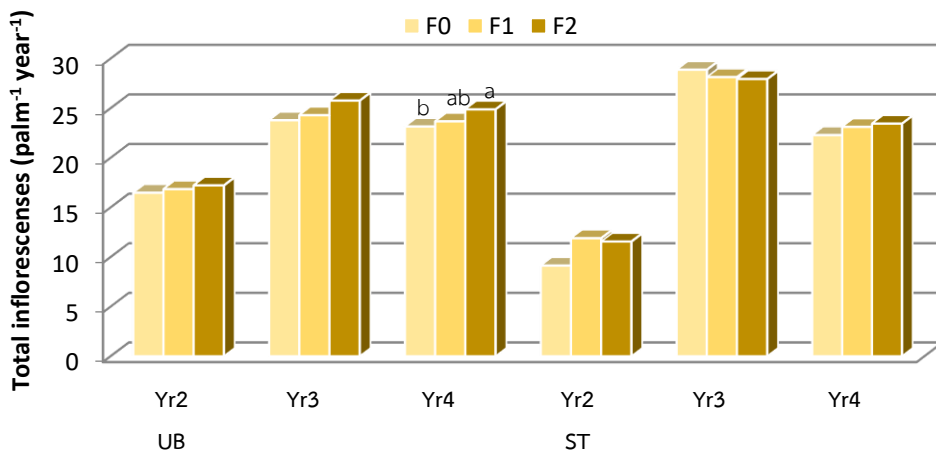
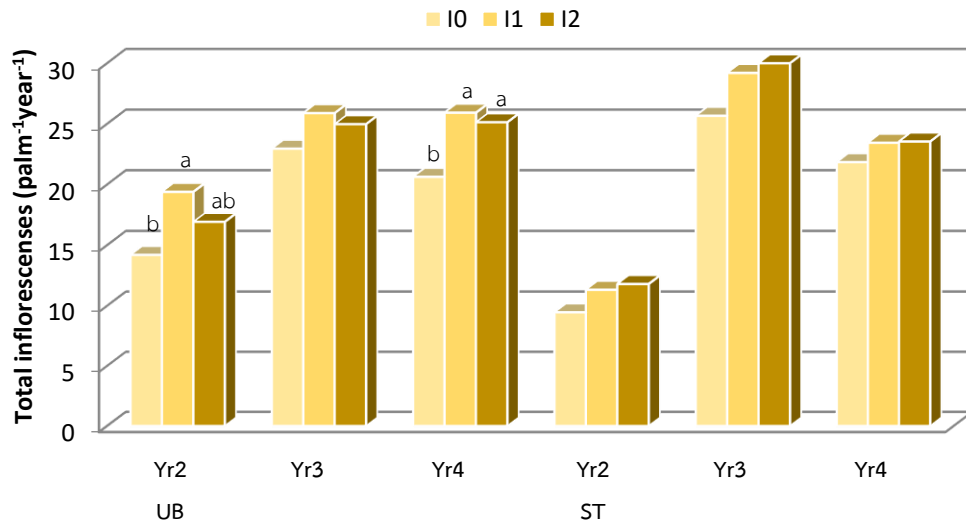
ช่อดอกตัวผู้ ไม่พบอิทธิพลของการจัดการน้ำต่อจำนวนช่อดอกตัวผู้ ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี และในปีที่ 3 จำนวนช่อดอกตัวผู้้น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ 2 และ 4 สำหรับ ศวร.อุบลราชธานี พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับความเครียดน้ำ (อาศัยเฉพาะน้ำฝน) จำนวนช่อดอกตัวผู้สูงมาก และหากมีการจัดการปัจจัยการผลิตที่ดี จำนวนช่อดอกตัวผู้จะลดลงตามลำดับ และจำนวนช่อดอกตัวผู้ของการให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำจะลดลงและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการอาศัยเฉพาะน้ำฝน (Figure 3c) สำหรับปัจจัยปุ๋ย ไม่พบความแตกต่างทางสถิติต่อจำนวนช่อดอกตัวผู้ ณ ศวร.อุบลราชธานี แต่พบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับผลกระทบจากภาวะน้ำท่วมในปี 2554 (Figure 3d)

ช่อดอกทั้งหมด ไม่พบอิทธิพลของปัจจัยน้ำต่อจำนวนช่อดอกทั้งหมด ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ซึ่งน่าจะเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่ความเครียดน้ำน้อยกว่า ศวร.อุบลราชธานี และพบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 2 และ 4 ณ ศวร.อุบลราชธานี โดยปาล์มน้ำมันที่ได้น้ำให้จำนวนช่อดอกทั้งหมดสูงกว่าอาศัยเฉพาะน้ำฝน (Figure 3e) ปัจจัยปุ๋ยพบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 4 เฉพาะที่ ศวร.อุบลราชธานี จำนวนช่อดอกทั้งหมด 23.1-24.9 ช่อดอกต่อต้น (Figure 3f)

อัตราส่วนเพศ ณ ศวร.อุบลราชธานี พบความแตกต่างทางสถิติของอัตราส่วนเพศต่อปัจจัยน้ำ แต่ปริมาณน้ำที่ต่างกันไม่ทำให้อัตราส่วนเพศแตกต่างกันทางสถิติตลอด 3 ปี (78.2-97.3 เปอร์เซ็นต์) สำหรับที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี พบความแตกต่างทางสถิติของปัจจัยน้ำเฉพาะปีที่ 3 (86.7-92.1 เปอร์เซ็นต์) (Figure 3g) ไม่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ย ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี แต่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยเฉพาะปีที่ 2 ณ ศวร.อุบลราชธานี (Figure 3h) สอดคล้องกับวิชฌีย์ และคณะ (2554) ที่รายงานว่า ความเครียดน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับมีผลต่อจำนวนช่อดอกทั้งหมดและช่อดอกตัวเมียของปาล์มน้ำมัน







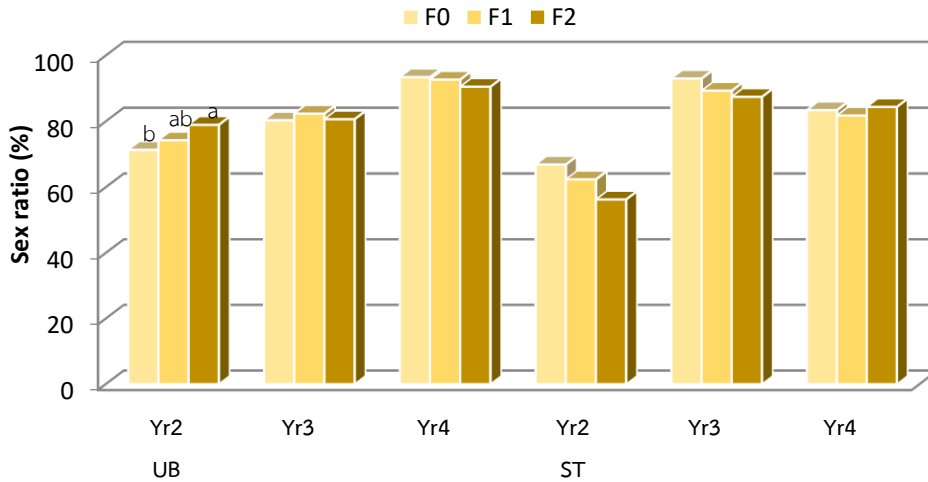


Figure 3 Female inflorescences (a), male inflorescences (b), total inflorescences (c) and sex ratio (d) of SuratThani 7 in 3 levels of irrigation and 3 fertilizer rates at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center between January 2013-September 2015.

ผลผลิต

จำนวนทะลาย ปัจจัยน้ำมีอิทธิพลต่อจำนวนทะลายปาล์มน้ำมันทั้ง 2 สถานที่ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างปริมาณน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ศวป.สุราษฎร์ธานี จำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำสูงกว่าอาศัยเฉพาะน้ำฝน 21 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 4a) และพบอิทธิพลของปุ๋ย 75 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์ (จำนวนทะลาย 22.4 22.0 และ 23.7 ทะลายต่อต้นตามลำดับ) ที่ ศวร.อุบลราชธานี (Figure 4b)

น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ปัจจัยน้ำมีอิทธิพลต่อขนาดทะลายทั้ง 2 สถานที่ แต่การตอบสนองของขนาดทะลายต่อปัจจัยน้ำจะต่างกัน ณ ศวร.อุบลราชธานี ปริมาณน้ำที่ให้แตกต่างกันไม่มีผลต่อขนาดทะลาย (6.72 และ 6.84 กิโลกรัม ตามลำดับ) แต่การให้น้ำมีผลให้ขนาดทะลายใหญ่กว่าไม่ให้น้ำ 57.7 เปอร์เซ็นต์ ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปัจจัยน้ำทั้ง 3 ระดับ มีผลทำให้ขนาดทะลายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (5.49 5.94 และ 6.52 กิโลกรัม ตามลำดับ) (Figure 4c) และพบอิทธิพลปัจจัยปุ๋ย ณ ศวร.อุบลราชธานี โดยขนาดทะลายของปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำสูงกว่า 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำ 8 เปอร์เซ็นต์ (6.17 และ 5.71 กิโลกรัม ตามลำดับ) และขนาดทะลายปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนและให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ (5.99 และ 5.71 กิโลกรัม ตามลำดับ) (Figure 4d) แสดงว่า ในปีแรกของการให้ผลผลิต ปัจจัยน้ำมีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อจำนวนทะลายและขนาดทะลายเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยปุ๋ย

ผลผลิตทะลาย ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ณ ศวร.อุบลราชธานี (163.8 และ 164.0 กิโลกรัมต่อต้น หรือ 3.75 ต้นต่อไร่) และ ศวป.สุราษฎร์ธานี (170.6 และ 187.6 กิโลกรัมต่อต้นหรือ 3.90 และ 4.29 ต้นต่อไร่) แต่ให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และให้ผลผลิตสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน 88.6 และ 31.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 4e, 4g) และพบ

อิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยเฉพาะที่ ศวร.อุบลราชธานี โดยผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ยเคมี 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกัน (135.5 และ 130.6 กิโลกรัมต่อตัน หรือ 3.10 และ 2.99 ตันต่อไร่) และผลผลิตปาล์ม น้ำมันที่ได้รับปุ๋ย 125 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าอีก 2 ระดับ 11.7 เปอร์เซ็นต์ (Figure 4f, 4h) แสดงว่า ถึงแม้การจัดการ จะเป็นรูปแบบเดียวกันแต่หากสภาพแวดล้อมหรือสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน การตอบสนองของปาล์มน้ำมันจะ แตกต่างกันไปตามพื้นที่ ผลผลิตดังกล่าวถือว่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 4 ปี ที่ได้รับ น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 73.5 กิโลกรัมต่อตัน (วิชฌน์ และคณะ, 2553) แสดงว่า การให้ผล ผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ในช่วงต้นมีศักยภาพสูงมาก แต่อย่างไรก็ตาม ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษา เนื่องจากเป็นพืชที่ให้ผลผลิตนาน 20-25 ปี และสภาพแวดล้อมและการจัดการ มีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต

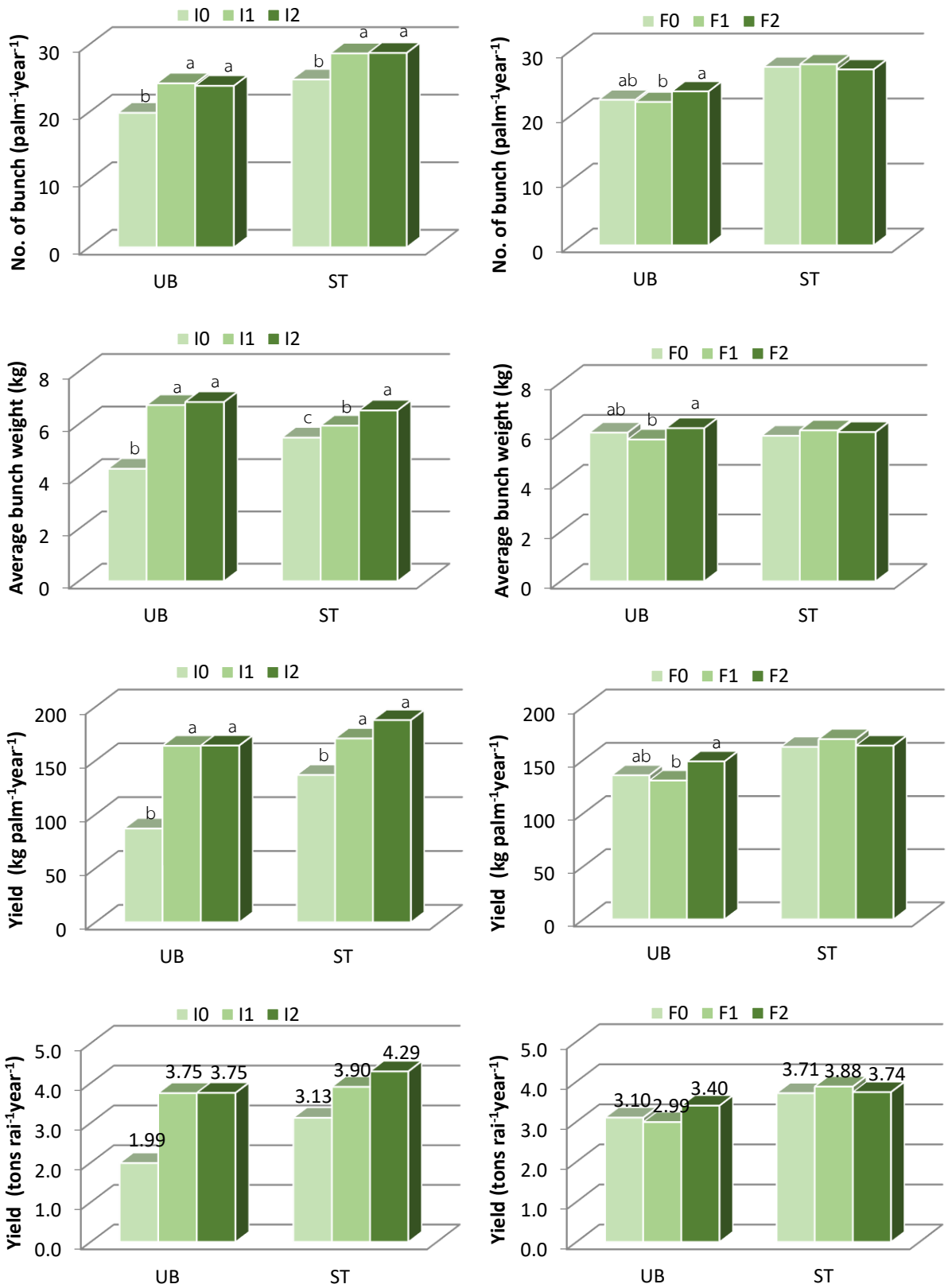


Figure 4 Bunch number (a), bunch weight (b) and yield (c-d) of oil palm var. SuratThani 7 in 3 levels of irrigation and 3 fertilizer rates at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center between July 2014-June 2015 (Year4)

การทดลองย่อยที่ 2 การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ต่อการจัดการและสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน

สีเขียวของใบปาล์มน้ำมัน อายุ 8 เดือน พบว่า ใบปาล์มน้ำมันที่ ศวร.อุบลราชธานีมีสีเขียวเข้มกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี และปาล์มน้ำมันที่ได้น้ำแตกต่างกัน สีเขียวของใบมีค่าใกล้เคียงกัน (63.4-66.0 และ 56.9-58.4) และปาล์มน้ำมันที่รับปุ๋ยเคมีในปริมาณที่ต่างกัน ความเขียวของใบมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ (Table 1) และจากการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์พบว่า มีแนวโน้มเดียวกับความเข้มของสีเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ศวป.สุราษฎร์ธานี มีค่า 0.769-0.841 และ 0.776-0.818 ppm, 0.586-0.625 และ 0.556-0.606 ppm และ 0.199-0.222 และ 0.195-0.236 ppm ตามลำดับ (Table 2) เป็นที่น่าสังเกตว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี มีค่าสูงกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี ซึ่งส่งผลต่อศักยภาพในการสังเคราะห์แสง เนื่องจากปริมาณคลอโรฟิลล์บีสามารถเพิ่มศักยภาพการสังเคราะห์แสงได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์เอ

Table 1 SPAD unit of oil palm var. SuratThani 7 (8 months) in 3 levels of irrigation and 3 fertilizer rates at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center (February 2012).

Location/Treatments	Rainfed	Irrigated 0.8 times	Irrigated 1.2 times	Mean
		of evaporation	of evaporation	
UbonRachathani				
Fertilizer 75% of recommend rate	63.8	64.6	66.2	64.9
Fertilizer 100% of recommend rate	62.7	65.0	64.3	64.0
Fertilizer 125% of recommend rate	63.6	66.9	67.5	66.0
Mean	63.4	65.5	66.0	65.0
SuratThani				
Fertilizer 75% of recommend rate	52.8	57.3	57.3	55.8
Fertilizer 100% of recommend rate	60.6	54.9	58.3	57.9
Fertilizer 125% of recommend rate	59.9	58.4	59.6	59.3
Mean	57.8	56.9	58.4	57.7

Table 2 Chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll of oil palm var. SuratThani 7 (6 months) in 3 levels of irrigation and 3 fertilizer rates at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center (February 2012).

Location/Treatments	Rainfed	Irrigated 0.8 times	Irrigated 1.2 times	Mean
		of evaporation	of evaporation	
UbonRachathani				
Chlorophyll a (ppm)				

Fertilizer 75% of recommend rate	0.620	0.599	0.599	0.606
Fertilizer 100% of recommend rate	0.547	0.638	0.646	0.610
Fertilizer 125% of recommend rate	0.591	0.615	0.630	0.612
Mean	0.586	0.617	0.625	0.609

Location/Treatments	Rainfed	Irrigated 0.8 times of evaporation	Irrigated 1.2 times of evaporation	Mean
Chlorophyll b (ppm)				
Fertilizer 75% of recommend rate	0.227	0.209	0.203	0.213
Fertilizer 100% of recommend rate	0.159	0.212	0.197	0.189
Fertilizer 125% of recommend rate	0.210	0.244	0.210	0.221
Mean	0.199	0.222	0.203	0.208
Total chlorophyll (ppm)				
Fertilizer 75% of recommend rate	0.797	0.811	0.804	0.804
Fertilizer 100% of recommend rate	0.708	0.851	0.845	0.801
Fertilizer 125% of recommend rate	0.803	0.861	0.842	0.835
Mean	0.769	0.841	0.831	0.814

SuratThani

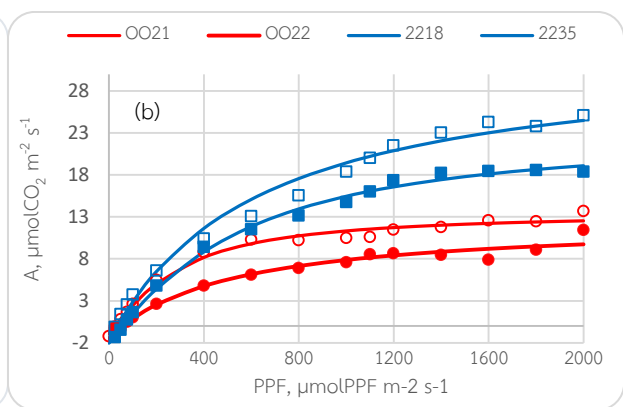
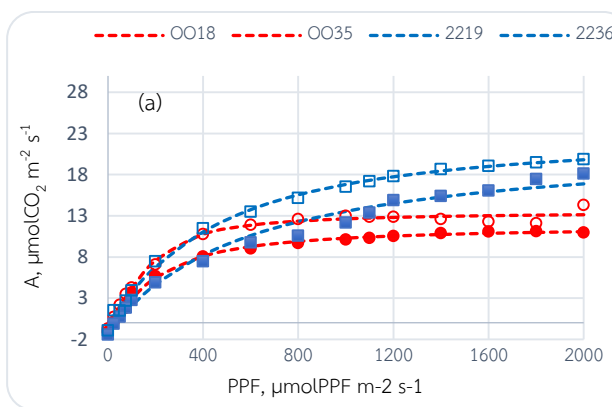
Chlorophyll a (ppm)				
Fertilizer 75% of recommend rate	0.503	0.513	0.591	0.536
Fertilizer 100% of recommend rate	0.618	0.584	0.632	0.611
Fertilizer 125% of recommend rate	0.615	0.572	0.595	0.594
Mean	0.579	0.556	0.606	0.580
Chlorophyll b (ppm)				
Fertilizer 75% of recommend rate	0.167	0.254	0.200	0.207
Fertilizer 100% of recommend rate	0.214	0.236	0.246	0.232
Fertilizer 125% of recommend rate	0.204	0.196	0.261	0.221
Mean	0.195	0.229	0.236	0.220
Total chlorophyll (ppm)				
Fertilizer 75% of recommend rate	0.672	0.769	0.724	0.722
Fertilizer 100% of recommend rate	0.835	0.822	0.880	0.845
Fertilizer 125% of recommend rate	0.822	0.770	0.851	0.814
Mean	0.776	0.787	0.818	0.794

เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 21 เดือน ใบปาล์มน้ำมันที่ ศวป.สุราษฎร์ธานีมีสีเขียวเข้มกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี ทั้ง 2 รูปแบบการจัดการปาล์มน้ำมัน และในช่วงอายุ 30 เดือน ใบปาล์มน้ำมันที่ ศวป.สุราษฎร์ธานียังคงมีสีเขียวเข้มกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี และที่ ศวร.อุบลราชธานี สามารถปรับตัวได้ดีขึ้น โดยใบมีสีเขียวเข้มเพิ่มมากขึ้น (จาก 54.2-

57.9 เป็น 63.3-67.5) จำนวนปากใบช่วงปาล์มน้ำมันอายุ 21 เดือน ปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนและได้รับปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำมีการปรับตัวโดยเพิ่มจำนวนปากใบต่อพื้นที่มากกว่าปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่ดีทั้ง 2 สถานที่ และที่ ศวร.อุบลราชธานี ปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนและได้รับปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำสามารถเพิ่มจำนวนปากใบต่อพื้นที่ได้สูงกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเครียดที่ปาล์มน้ำมันได้รับ ทำให้ต้องมีการปรับตัวที่ดีกว่าในพื้นที่ที่มีความเครียดจากสภาพอากาศน้อยกว่า ในขณะที่จำนวนปากใบปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่ดีที่ ศวร.อุบลราชธานีมีจำนวนน้อยกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี และปาล์มน้ำมันอายุครบ 30 เดือน จำนวนปากใบต่อพื้นที่ของปาล์มน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้น โดยจำนวนปากใบที่ ศวร.อุบลราชธานีมีจำนวนมากกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี และมากกว่าทั้ง 2 รูปแบบการจัดการ และพบว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันที่ได้รับ ความเครียดสูงกว่าสามารถเพิ่มจำนวนปากใบได้มากกว่าการจัดการที่ดี (Table 3)

Table 3 SPAD unit and no. of stomata of oil palm var. SuratThani 7 (21 and 30 months) rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend (I2F2) at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center (March 2013 and January 2014).

Type of management	of SPAD unit		No. of stomata	
	UbonRachathani	SuratThani	UbonRachathani	SuratThani
March 2013				
I0F0	54.2±7.39	61.4±6.86	20.7±4.34	20.4±3.91
I2F2	57.9±9.39	65.4±4.50	18.9±3.81	19.5±2.84
January 2014				
I0F0	63.3±5.12	66.7±4.19	27.5±2.11	25.4±3.45
I2F2	67.5±3.92	71.9±4.37	26.8±3.53	22.1±2.79



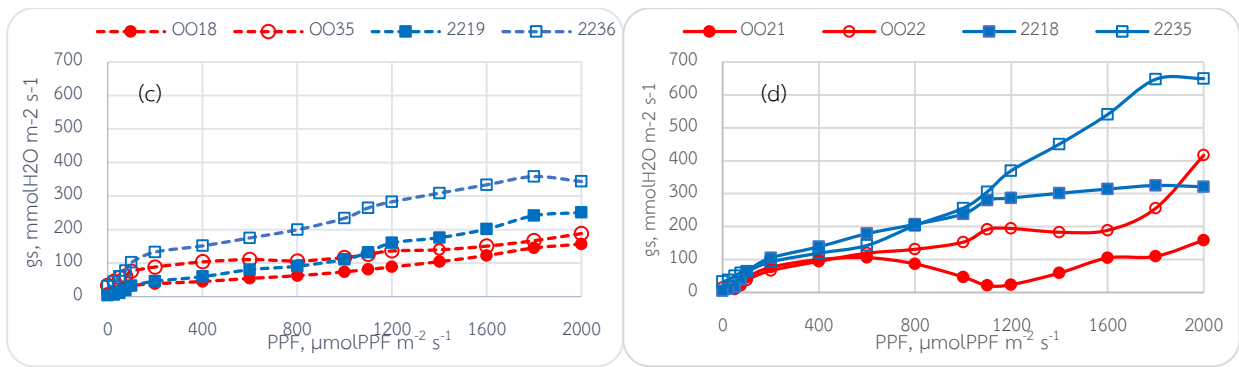
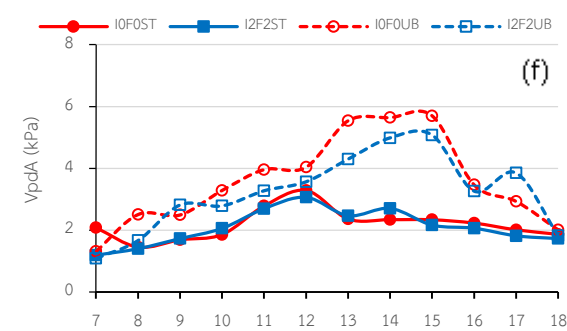
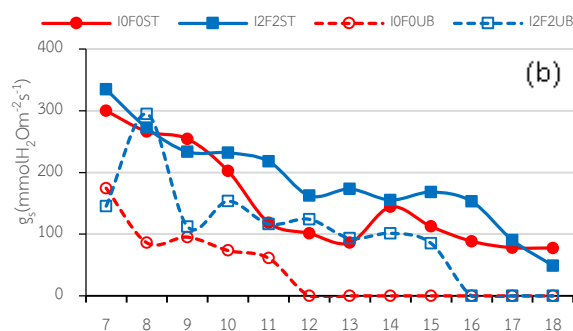
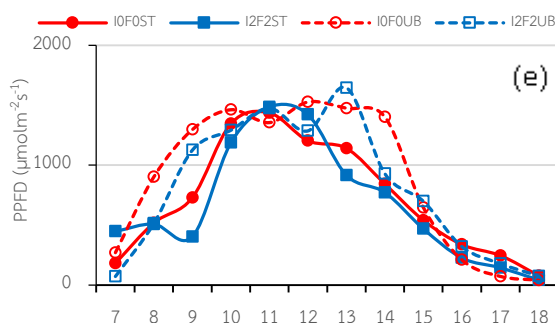
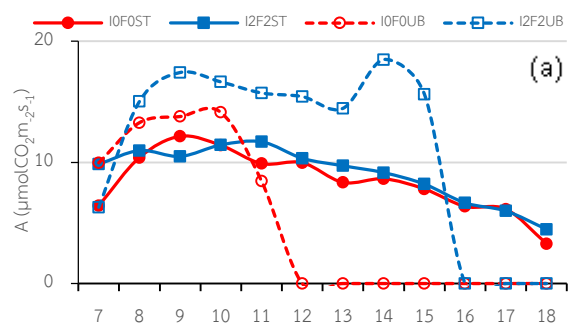


Figure 1 Light response curve (a-b) and stomatal conductance (c-d) of oil palm var. SuratThani 7 : rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0; red) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend (I2F2; blue) at UbonRachathani Field Crop Research Center (dash line) and SuratThani Oil Palm Research Center (straight line) (March, 2013)

จาก Figure 1 (a-b) เป็นการเปรียบเทียบเส้นตอบสนองต่อแสงและค่านำไหลปากใบ Figure 1 (c-d) ของ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน (สีฟ้า:ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 125 เปอร์เซ็นต์; สีแดง:อาศัยน้ำฝนร่วมกับปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์) ระหว่าง ศวร.อุบลราชธานี (เส้นประ) และศวป.สุราษฎร์ธานี (เส้นตรง) และจากการคำนวณค่าต่างๆ โดยใช้สมการ non rectangular hyperbola (Table 4) จะเห็นว่า การจัดการแบบ I2F2 ปาล์มน้ำมันมีการตอบสนองต่อแสงที่ดีกว่า สังเกตจากอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ศวป.สุราษฎร์ธานีที่มีค่า 23.5-23.6 และ 25.5-34.7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ I0F0 ที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีค่า 12.7-14.7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากค่านำไหลปากใบที่มีการตอบสนองต่อแสงจำกัด หากปาล์มน้ำมันอยู่ในสภาวะความเครียดสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการแบบ I2F2 ค่านำไหลปากใบจะตอบสนองต่อแสงได้สูงกว่าและส่งผลดีต่อศักยภาพการสังเคราะห์แสง สำหรับประสิทธิภาพการใช้แสง (quantum yield) ที่ ศวร.อุบลราชธานี พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแบบ I0F0 มีประสิทธิภาพการใช้แสงสูงกว่า I2F2 เช่นเดียวกับที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี (ยกเว้น I2F2R35) ทั้งนี้เนื่องมาจากการปรับตัวของปาล์มน้ำมันที่ต้องอยู่รอดในสภาวะที่มีความเครียดน้ำ ซึ่งเปิดปากใบได้น้อย จึงต้องชดเชยด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงและจุดชดเชยแสง (Light Compensation Point; lcp)ที่มีค่าต่ำสำหรับที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ค่า lcp ไม่ต่างกันมากนัก และจากจุดอิ่มตัวของแสง (Light Saturation Point; lsp) ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแบบ I0F0 มีค่า lsp (456-776 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) น้อยกว่า I2F2 (1,005-1,189 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ยกเว้น I0F0R22 ในศวป.สุราษฎร์ธานี ที่มีค่า lsp สูงถึง 1,165 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Table 4 Maximum photosynthetic rate, light use efficiency, light saturation point and light compensation point of oil palm var. SuratThani 7 : rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend (I2F2) at UbonRachathani Field Crop Research Center (Ubon) and SuratThani Oil Palm Research Center (Surat) (March, 2013)

Treatments	Max. Photosynthetic Rate ($\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Quantum Yield (mol mol^{-1})	Light Compensation Point ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Light Saturation Point ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
UbonRachathani				
I0F0R1	12.7	0.045	20.0	640
I0F0R3	14.0	0.051	8.6	456
I2F2R1	23.6	0.041	37.5	1165
I2F2R3	23.5	0.043	2.6	1005
SuratThani				
I0F0R2	14.7	0.038	25.4	776
I0F0R2	14.0	0.028	58.6	1143
I2F2R1	25.5	0.038	56.3	1132
I2F2R3	34.7	0.056	37.4	1189



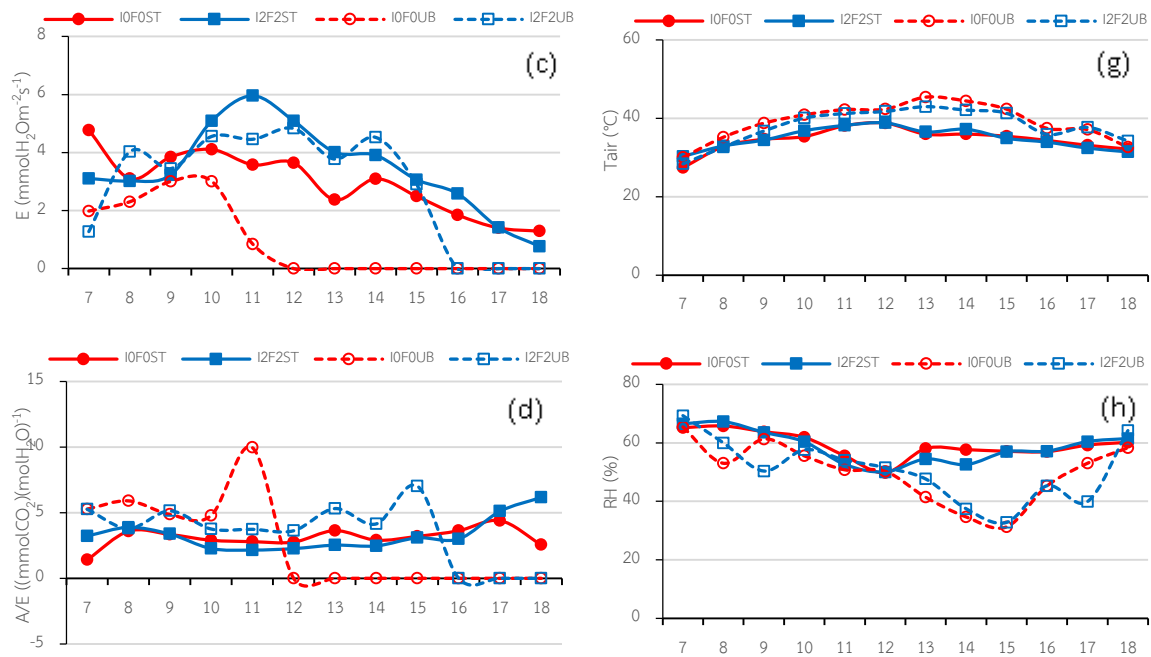


Figure 2 Photosynthetic rate (a) stomatal conductance (b) transpiration (c) water use efficiency (d) and climate (Photosynthetically Photon Flux Density; PPFD, Vapor Pressure Deficit; VPD, Temperature and Relative Humidity; RH (e-h)) between 07:00-18:00 pm of oil palm var. SuratThani 7 : rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (IOF0) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend rate (I2F2) at UbonRachathani Field Crop Research Center (Ubon) and SuratThani Oil Palm Research Center (Surat) (March, 2013)

การปรับตัวทางสรีรวิทยาในรอบวันของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการต่างกันในพื้นที่ที่แตกต่างกัน

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) ณ ศวร.อุบลราชธานี การจัดการแบบ I2F2 ใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงได้สูงกว่า ($18.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ปริมาณแสง $928 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ เวลา 14:00 น.) และนานกว่า (หยุดสังเคราะห์แสงเวลา 16:00 น.) การจัดการแบบ IOF0 ($14.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ปริมาณแสง $1,462 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ เวลา 10:00 น. และหยุดสังเคราะห์แสงเวลา 12:00 น.) (Figure 2a) สอดคล้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นผลจากการจัดการและประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของใบ ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแตกต่างกัน ไม่แตกต่างกันมากนัก และสามารถสังเคราะห์แสงได้นานกว่าแต่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดต่ำกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี (อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิที่เวลา 18:00 น. IOF0 และ I2F2 มีค่า 3.29 และ $4.48 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ซึ่งปริมาณแสงที่ปาล์มน้ำมันได้รับน้อยกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี เช่นกัน โดยปริมาณแสงที่อุบลราชธานี และสุราษฎร์ธานีสูงสุด $1,645 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ 13:00 น. และ $1,474 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ 11:00 น. ตามลำดับ (Figure 2a, 2e)

ค่าน้ำไหลปากใบ (g_s) ณ ศวร.อุบลราชธานี การจัดการแบบ I2F2 ค่าน้ำไหลปากใบของปาล์มน้ำมันช่วง 7:00 น. น้อยกว่า IOF0 เล็กน้อย (145 และ $175 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) แต่เปิดปากใบได้มากกว่าและนานกว่า มีค่าสูงสุด $295 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ เวลา 8:00 น. จากนั้นลดลงตามลำดับ เมื่อแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ (VpdA) เพิ่มจาก 1.66 เป็น 5.08 kPa ที่ 15:00 น. และปากใบปิดที่เวลา 16:00 น. ที่ VpdA 3.26 kPa ซึ่งใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด $18.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่แสง $928 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ค่าน้ำไหลปากใบ $101 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ VpdA 4.99 kPa สำหรับ IOF0 ค่าน้ำไหลปากใบสูงสุดที่ 7:00 น. และลดลงตามลำดับเมื่อ VpdA เพิ่มขึ้น และปากใบปิดสนิทเมื่อ VpdA มีค่า 4.04 kPa ที่เวลา 12:00 น. ซึ่งใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด $14.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่แสง $1,462 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ค่าน้ำไหลปากใบ $74 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ VpdA 3.28 kPa (Figure 2b, 2f) **ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี** การจัดการแบบ I2F2 ปากใบของปาล์มน้ำมันเปิดปากใบได้มากกว่าแบบ IOF0 และมีค่าสูงกว่าและเปิดปากใบได้นานกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานีอย่างชัดเจน โดยปากใบเปิดสูงสุดในช่วงเช้าที่ 7:00 น. 300 และ $334 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ จากนั้นมีค่าลดลงทั้ง 2 รูปแบบการจัดการ เมื่อแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ (VpdA) เพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 3.06 และ 3.29 kPa ที่เวลา 12:00 น. ค่าน้ำไหลปากใบมีค่า 162 และ $101 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ จากนั้น VpdA ลดลงตามลำดับเมื่อปริมาณแสงลดลง ซึ่งใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด $11.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่แสง $1,145 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ค่าน้ำไหลปากใบ $218 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ VpdA 2.70 kPa สำหรับ IOF0 ค่าน้ำไหลปากใบสูงสุด $300 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ 7:00 น. และลดลงตามลำดับเมื่อ VpdA เพิ่มขึ้น ซึ่งใบปาล์มน้ำมัน IOF0 สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด $12.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่แสง $728 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ค่าน้ำไหลปากใบ $254 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ VpdA 1.69 kPa (Figure 2b, 2f) เป็นที่สังเกตว่า แรงดึงระเหยน้ำในอากาศ ณ ศวร.อุบลราชธานีมีค่าสูงกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานีมากตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะช่วง 15:00 น. (2.34 และ 5.70 kPa) ซึ่งส่งผลต่อการเปิดปากใบและการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมัน

การคายน้ำ (Transpiration; E) การคายน้ำเป็นไปในรูปแบบเดียวกับการเปิดปากใบ โดยปากใบจะหยุดคายน้ำเมื่อกปากใบปิดสนิท และปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีควรจะมีการคายน้ำหรือเปิดปากใบในปริมาณที่น้อย แต่สามารถสังเคราะห์แสงได้มาก **ณ ศวร.อุบลราชธานี** อัตราการคายน้ำสูงสุดของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแบบ I2F2 ณ เวลาที่มีการสังเคราะห์แสงสูงสุดมีค่าสูงกว่า IOF0 50 เปอร์เซ็นต์ (4.52 และ $3.01 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 42.1 และ 40.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนมีการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่มีความเครียดสูงได้ดีกว่า โดยการประหยัดน้ำใช้ที่มีอย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงต้องคายน้ำในปริมาณที่น้อย โดยอุณหภูมิสูงสุดมีค่า 43.0 และ 45.4 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13:00 น. (Figure 2c, 2g) และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแบบ I2F2 สูงกว่า IOF0 55 เปอร์เซ็นต์ ณ เวลาที่มีการสังเคราะห์แสงสูงสุด โดยมีค่า 5.96 และ $3.85 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งเป็นการใช้น้ำที่ไม่ประหยัดเมื่อเทียบกับ IOF0 ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณน้ำที่เพียงพอ และคายน้ำได้อย่างต่อเนื่องทั้ง 2 รูปแบบถึงเวลา 18:00 น. ในขณะที่ I2F2 ณ ศวร.อุบลราชธานี อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ 14:00 น. ต้องหยุดกิจกรรมการแลกเปลี่ยนก๊าซหรือการสังเคราะห์แสง ณ เวลา 16:00 น. เนื่องจากสภาพอากาศมีความเครียดสูงกว่า (VpdA 5.70 และ 3.29 kPa และอุณหภูมิ 45.4 และ 43.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water Use Efficiency; A/E or WUE) หมายถึง น้ำ 1 โมล สังเคราะห์แสงได้มากหรือน้อย ถ้าสังเคราะห์แสงได้มากแสดงว่า ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง คำนวณจากอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิหารด้วยอัตราการคายน้ำ จาก Figure 2d WUE ของปาล์มน้ำมัน I0F0 ณ ศวร.อุบลราชธานี ในช่วง 7:00-11:00 น. มีค่า 5.27-9.96 mmolCO₂/molH₂O ซึ่งเป็นการปรับตัวรองรับความเครียด โดยความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแวดล้อมลดลงจากตอนเช้า 69.3 เป็น 32.8 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 15:00 น. (Figure 2h) รองลงมาคือ WUE ของปาล์มน้ำมันที่จัดการแบบ I2F2 ณ ศวร.อุบลราชธานี มีค่า 5.26-7.02 mmolCO₂/molH₂O สำหรับ WUE ของปาล์มน้ำมันที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี การจัดการแบบ I0F0 มีค่า WUE สูงกว่า I2F2 เล็กน้อย เกิดจากการปรับตัวของปาล์มน้ำมันที่มีความเครียดน้ำสูงกว่า และมีค่า 1.41-6.17 mmolCO₂/molH₂O (Figure 2d) โดยภาพรวมประสิทธิภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันที่ ศวร.อุบลราชธานีมีค่าสูงกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี เนื่องจากการปรับตัวต่อความเครียด โดยความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี สูงกว่า ศวร.อุบลราชธานี 24.2 เปอร์เซ็นต์

ในปี พ.ศ. 2557-2558 หัววัดที่สามารถควบคุมปริมาณแสงได้ชั่วคราว ไม่สามารถใช้วัดการตอบสนองต่อแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ จึงวัดเฉพาะการตอบสนองในรอบวันและนำเสนอในรูปแบบของความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง (Figure 3) พร้อมทั้งได้บันทึกข้อมูลความเขียวของใบปาล์มน้ำมัน ปาล์มน้ำมันเพิ่มความเข้มของสีเขียวของใบได้มากขึ้นทั้ง 2 รูปแบบการจัดการจาก 63.3 และ 67.5 (อายุ 30 เดือน) เป็น 67.8 และ 70.2 (อายุ 4 ปี) ณ ศวร.อุบลราชธานี และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานีจาก 66.7 และ 71.9 (อายุ 30 เดือน) เป็น 75.4 และ 80.0 (อายุ 4 ปี) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นตามอายุปาล์มน้ำมัน และเป็นการเตรียมพร้อมสำหรับใบปาล์มน้ำมันที่ต้องเพิ่มศักยภาพในการสังเคราะห์แสงจากการเพิ่มปริมาณความเขียวหรือปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบปาล์มน้ำมัน เพื่อรองรับการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น (Table 5)

Table 5 SPAD unit of oil palm var. SuratThani 7 (4 years) in 3 levels of irrigation and 3 fertilizer rates at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center (July 2015).

Location/Treatments	Rainfed	Irrigated 0.8 times of evaporation	Irrigated 1.2 times of evaporation	Mean
UbonRachathani (48 months)				
Fertilizer 75% of recommend rate	67.8	71.4	67.8	69.0
Fertilizer 100% of recommend rate	66.9	70.7	68.9	68.8
Fertilizer 125% of recommend rate	68.1	71.4	70.2	69.9
Mean	67.6	71.2	69.0	69.2
SuratThani (48 months)				
Fertilizer 75% of recommend rate	75.4	73.9	75.7	75.0
Fertilizer 100% of recommend rate	76.2	74.7	75.1	75.3
Fertilizer 125% of recommend rate	74.2	76.3	80	76.8
Mean	75.3	75.0	76.9	75.7

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและค่านำไหลปากใบของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแตกต่างกันและพื้นที่ที่แตกต่างกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับแสง พบว่า มีการตอบสนองต่อแสงไปในทิศทางเดียวกัน เป็นเชิงบวก โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ที่ ศวร.อุบลราชธานี ใบปาล์มน้ำมันสามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 23.8 และ 28.7 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ปริมาณแสง 1,251 และ 1,267 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการลอการิทึม $y=4.3793\ln(x)-10.67$; $R^2=0.776$ และ $y=6.7367\ln(x)-23.475$; $R^2=0.862$ ตามลำดับ ที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการรูปแบบที่ 1 และ 2 สามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 29.7 และ 41.7 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ปริมาณแสง 1,466 และ 1,216 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการลอการิทึม $y=6.9966\ln(x)-22.958$; $R^2=0.736$ และ $y=7.7477\ln(x)-23.795$; $R^2=0.544$ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบที่ปริมาณแสงเดียวกัน ปาล์มน้ำมันที่ได้รับปัจจัยน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมสามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงกว่า 5-10 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ และสังเคราะห์แสงได้นานกว่าที่ปริมาณแสงสูงกว่า (Figure 3a)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า มีการตอบสนองต่อความชื้นสัมพัทธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ที่ ศวร.อุบลราชธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 23.8 และ 28.7 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 41.9 และ 34.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงเชิงลบ $y=-0.4607x+41.329$; $R^2=0.756$ และ $y=-0.4489x+41.871$; $R^2=0.834$ ตามลำดับ และที่ศวป.สุราษฎร์ธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 29.7 และ 41.7 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 37.1 และ 42.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงเชิงลบ $y=-0.3329x+41.637$; $R^2=0.667$ และ $y=-0.2154x+39.092$; $R^2=0.185$ ตามลำดับ โดยปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้ 16.8-29.7 และ 17.7-42.0 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 37-70 และ 27-62 เปอร์เซ็นต์ สำหรับที่ ศวร.อุบลราชธานีพบว่า ปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 สามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้ 8.41-23.8 และ 10.1-28.1 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 43-70 และ 35-69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 3b)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับอุณหภูมิ พบว่า มีการตอบสนองต่ออุณหภูมิไปในทิศทางเดียวกัน โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ที่ ศวร.อุบลราชธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุดที่อุณหภูมิ 34.8 และ 39.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรง $y=1.375x-26.54$; $R^2=0.793$ และ $y=1.2722x-22.819$; $R^2=0.852$ ตามลำดับ และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานีสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุดที่อุณหภูมิ 41.5 และ 39.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์รูปสมการเส้นตรง $y=0.8512x-6.0719$; $R^2=0.625$ และ $y=0.5576x+7.9595$; $R^2=0.222$ ตามลำดับ โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ยังคงสังเคราะห์แสงสุทธิได้ 27.6 และ 31.6 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ แม้อุณหภูมิจะสูงถึง 42.2 และ 46.5 องศาเซลเซียส (Figure 3c)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับค่านำไหลปากใบ พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่านำไหลปากใบเพิ่มขึ้น โดยปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี สังเคราะห์

แสงสุทธิได้สูงกว่าเมื่อเทียบกับรูปแบบการจัดการที่ 1 และทั้ง 2 รูปแบบ ณ ศวร.อุบลราชธานี ที่ค่าน้ำไหลปากใบเดียวกัน ซึ่งเป็นผลจากการจัดการปัจจัยการผลิตและความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ และสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุดที่ค่าน้ำไหลปากใบ $696 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ สำหรับค่าน้ำไหลปากใบที่อุบลราชธานีมีค่าน้อยกว่าสุราษฎร์ธานีค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่เครียดมากกว่า โดยปาล์มน้ำมันกรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีค่าน้ำไหลปากใบสูงสุดเพียง 253 และ $324 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Figure 3d)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับอัตราการคายน้ำ พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการคายน้ำเพิ่มขึ้น โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ณ ศวร.อุบลราชธานี มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับอัตราการคายน้ำในรูปสมการเส้นตรง $y=4.2561x+5.6547$; $R^2=0.679$ และ $y=3.6222x+5.4025$; $R^2=0.894$ รูปแบบการจัดการที่ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันมีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบที่ 1 ($y=1.8752x+15.652$; $R^2=0.904$) และการจัดการทั้ง 2 รูปแบบ ณ ศวร.อุบลราชธานี และมีความสัมพันธ์ในรูปสมการลอการิทึม $y=12.214\ln(x)+4.8494$; $R^2=0.773$ ซึ่งปาล์มน้ำมันสามารถปรับตัวได้อย่างดีในกรณีที่ปัจจัยการผลิตหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม โดยการลดอัตราการคายน้ำเพื่อเป็นการประหยัดน้ำ (Figure 3e)

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำไหลปากใบและแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ โดยปกติในช่วงเช้าที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง แรงดึงระเหยน้ำในอากาศจะมีค่าต่ำ และเมื่อปริมาณแสงและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะลดลง ส่งผลให้แรงดึงระเหยน้ำในอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น หากปาล์มน้ำมันมีการจัดการน้ำที่ดี ค่าน้ำไหลปากใบจะเพิ่มขึ้นตามค่าของแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ แต่หากปาล์มน้ำมันมีความเครียดน้ำอยู่แล้ว การเพิ่มขึ้นของแรงดึงระเหยน้ำจะมีผลทำให้ปากใบเริ่มมีค่าลดลงและปิดปากใบในที่สุด เห็นได้ชัดในปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการรูปแบบที่ 1 ณ ศวร.อุบลราชธานี ซึ่งมีความเครียดน้ำสูงจากการจัดการและสภาพพื้นที่ โดยมีค่าน้ำไหลปากใบสูงสุด $253.4 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่แรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 1.44 kPa และที่แรงดึงระเหยน้ำในอากาศสูงสุด 2.95 kPa ก่อนปากใบจะปิด ปากใบมีค่าน้ำไหล $111.4 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ และรูปแบบที่ 2 ค่าน้ำไหลปากใบมีค่าสูงสุด $323.8 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่แรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 1.19 kPa และที่แรงดึงระเหยน้ำในอากาศสูงสุด 4.52 kPa ก่อนปากใบจะปิด ปากใบมีค่าน้ำไหล $184.6 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ สำหรับที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันทั้ง 2 รูปแบบการจัดการ (1 และ 2) ยังสามารถสังเคราะห์แสงได้แม้แรงดึงระเหยน้ำในอากาศจะสูงถึง 4.86 และ 6.68 kPa โดยมีค่าน้ำไหลปากใบ 116.8 และ $127.8 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ และค่าแรงดึงระเหยน้ำที่ทำให้ค่าน้ำไหลปากใบสูงสุด (323.8 และ $695.6 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) คือ 1.195 และ 3.065 kPa ตามลำดับ (Figure 3f)

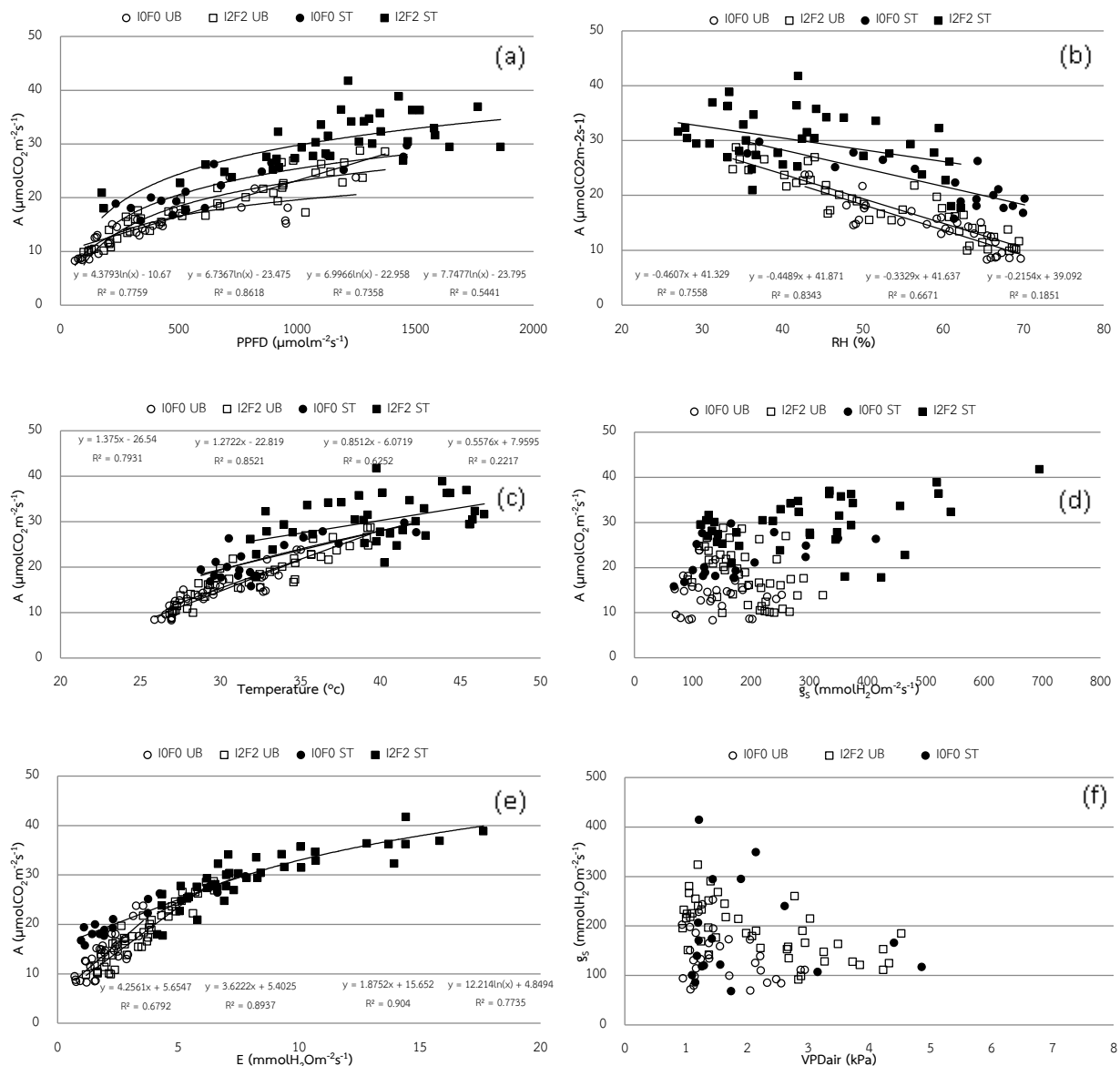


Figure 3 Relation between photosynthetic rate and Photosynthetically Photon Flux Density (a) relative humidity (b) temperature (c) stomatal conductance (d) and transpiration (e) and relation between stomatal conductance and air vapor pressure deficit (f) of oil palm var. SuratThani 7 : rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend rate (I2F2) at UbonRachathani Field Crop Research Center (UB) and SuratThani Oil Palm Research Center (ST) (April, 2015)

9.

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ:

ปัจจัยน้ำและปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยหลักในการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย

น้ำและปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน 10.0 และ 37.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ยเคมี 75 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 3.70 3.86 และ 3.72 ตันต่อไร่ตามลำดับ และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน คือ 3.75 ตันต่อไร่ และสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน 88.4 เปอร์เซ็นต์ และปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ยเคมี 75 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.10 2.99 และ 3.40 ตันต่อไร่ตามลำดับ จะเห็นว่าปัจจัยน้ำมีผลต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันเด่นชัดกว่าปัจจัยปุ๋ย แต่ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่ขาดไม่ได้เช่นกัน ดังนั้นหากพิจารณาข้อมูลเพียง 1 ปี กรรมวิธีที่เหมาะสมที่แนะนำแก่เกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี และสุราษฎร์ธานีคือ การให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์ (3.62 ตันต่อไร่) และการให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ (4.11 ตันต่อไร่) ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชอายุยาว จึงควรนำข้อมูลในปีต่อๆ ไป มาพิจารณาในการตัดสินใจการเลือกปัจจัยการผลิตในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันด้วย

การตอบสนองและการปรับตัวทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันมีความสอดคล้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ 1 ได้รับน้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตรมีความเข้มสีเขียวของใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ ศักยภาพในการสังเคราะห์แสง ประสิทธิภาพการใช้แสง จุดอิ่มตัวของแสง อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวัน ค่าน้ำไหลปากใบ และอัตราการคายน้ำสูงกว่าปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ 2 อาศัยน้ำฝนร่วมกับปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งการตอบสนองทางสรีรวิทยาเป็นไปตามปัจจัยการผลิตที่ปาล์มน้ำมันได้รับ และในการปรับตัวพบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพการจัดการที่ไม่เอื้ออำนวยและพื้นที่ปลูกที่มีความเหมาะสมน้อย โดยการเพิ่มจำนวนปากใบต่อหน่วยพื้นที่ เพื่อให้สามารถสังเคราะห์แสงหรือแลกเปลี่ยนก๊าซได้มากขึ้นในระยะเวลาที่จำกัด ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง โดยการลดอัตราการคายน้ำแต่สามารถสังเคราะห์แสงได้มาก

การตอบสนองทางสรีรวิทยาในรอบวันของปาล์มน้ำมัน รูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ณ ศว.อุบลราชธานี ปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 23.8 และ 28.7 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ค่าน้ำไหลปากใบ 253 และ 324 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ปริมาณแสง 1,251 และ 1,267 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 41.9 และ 34.6 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 34.8 และ 39.0 องศาเซลเซียส และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 1.445 และ 1.195 kPa ตามลำดับ ณ ศว.สุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 29.7 และ 41.7 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ค่าน้ำไหลปากใบ 165.9 และ 696 $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ที่ปริมาณแสง 1,466 และ 1,216 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 37.1 และ 42.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 41.5 และ 39.7 องศาเซลเซียส และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 4.41 และ 3.06 kPa ตามลำดับ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : ใช้ในการแนะนำการจัดการปัจจัยการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมแก่เกษตรกร ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมแตกต่างกัน และปรับปรุงข้อจำกัดบางประการในการจัดการแก่เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต และเผยแพร่ผลงานโดยลงตีพิมพ์ในวารสารแก่นเกษตร

11. คำขอบคุณ : ขอขอบคุณน้องๆ พนักงานราชการทุกท่าน ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีและศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยนี้

12. เอกสารอ้างอิง:

วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน, สุจิตรา พรหมเชื้อ, เพ็ญศิริ จำรัสฉาย, เกริกชัย ธนรักษ์ และวรารุช ชูธรรมธัช 2554.

การศึกษาสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรเพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง. เอกสารรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554 ของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. 178 หน้า.

วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน, สุจิตรา พรหมเชื้อ, สุรกิตติ ศรีกุล และวรารุช ชูธรรมธัช 2553. การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน. เอกสารรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 ของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. 215 หน้า.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. แหล่งข้อมูล: <http://goo.gl/DUyUaB>. ค้นเมื่อ 24 กันยายน 2558.

Corley R.H.V., and C.J. Breure. 1981. Measurement in oil palm experiments, Internal Report, Unilever Plantations, London.

Sands R., and D.R. Mulligan. 1990. Water and nutrient dynamics and tree growth. For. Ecol. Manage. 30:91-111.

13.

ภาคผนวก :



Appendix 1 Oil palm plantation at UbonRatchathani Field Crop Research Center



Appendix 2 Oil palm plantation at SuratThani Oil Palm Research Center



Appendix 3 Oil palm plantation (14 months) at SuratThani Oil Palm Research Center and UbonRatchathani Field Crop Research Center



Appendix 4 Oil palm plantation (3 years) at SuratThani Oil Palm Research Center (1-2) and UbonRatchathani Field Crop Research Center (3-4)



Appendix 5 Oil palm plantation (3 years 6 months) at SuratThani Oil Palm Research Center (1-2) and UbonRatchathani Field Crop Research Center (3-4)