รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. ชุดโครงการ : -

2. โครงการวิจัย : วิจัยพัฒนาการจัดการดินและน้ำอย่างเหมาะสมตามสมรรถนะของดิน

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับความเครียดของพืชกับสมดุลน้ำในอ้อย

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study on soil moisture affecting plant stress in Sugarcane cultivation

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นายอรัญญ์ ขันติยวิชย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น

ผู้ร่วมงาน : นายอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

: นายรัฐกร สืบคำ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

: นางสาวปฏิมาภรณ์ จินจาคาม กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

: นางสาวพัชรินทร์ นามวงษ์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพร่องของน้ำในเขตรากพืชตามช่วงการเจริญเติบโตของอ้อยในสภาพแปลงปลูกจริงที่อ้อยอยู่ในสภาพมีความเครียดจากการขาดน้ำ ทำการวัดความชื้นในดิน ค่านำไหลปากใบพืช และการเจริญเติบโตของอ้อยที่ปลูกในบ่อไรซิมิเตอร์ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ คือ อ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 ดำเนินงาน ณ แปลงทดลองเขาสวนกวาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น ระหว่างตุลาคม 61– ตุลาคม 2562 ผลการทดลอง พบว่า อ้อยทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช 0.54 0.50 และ 0.60 ที่ระยะตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงระยะแตกกอและเจริญเติบโตทางลำต้น (0-170 วันหลังปลูก) ระยะย่างปล้องและสร้างน้ำตาลหรือกลางของการเพาะปลูก (171-295 วันหลังปลูก) และระยะอ้อยกำลังสุกแก่หรือปลายของการเพาะปลูก (296-330 วันหลังปลูก) ตามลำดับ อ้อยในช่วงกลางของการเพาะปลูก มีค่านำไหลปากปากใบเฉลี่ยประมาณ 214.63 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} เป็นช่วงระยะย่างปล้องและสร้างน้ำตาล ถ้าขาดน้ำจะส่งผลให้ผลผลิตลดลง การเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากในระหว่างวันเมื่อมีความเครียดจากการขาดน้ำเพียงเล็กน้อยนั้น อ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 12 ค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ในทางตรงกันข้ามอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และสุพรรณบุรี 50 มีค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่ลดลงเล็กน้อย ค่านำไหลปากใบของอ้อยอยู่ระหว่าง 150 -350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} แต่ในกรณีที่มีความเครียดจากการขาดน้ำรุนแรงขึ้น อ้อยเริ่มปรับเปลี่ยนค่านำไหลปากใบสูงขึ้นและลดลงอย่างน้อย 2 ช่วง โดยอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 และอู่ทอง 12 ค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น มีค่าประมาณ 300 300 350 และ 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แต่อ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่มีค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่ลดลง มีค่าประมาณ 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}

ศูนย์วิจัยการเกษตร

คำหลัก : อ้อย ความชื้นในดิน ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช ความเครียดของพืช

ABSTRACT

The purpose to study of depletion fraction in the root zone on growth stage of Sugarcane cultivation under soil water stress conditions. Calculation of soil moisture content, stomatal conductance and growth of Sugarcane plantation in Lysimeter. The experiment was set up in a Randomized Complete Block Design with four replications, five treatments in this study were as the following: Sugarcane verities; K 88-92 Khon Kaen 3 U-thong 5 U-thong 12 and Suphanburi 50. Was undertaken at Khao Suan Kwang field research center of Khon Kaen Agricultural Production Sciences Research and Development Center Amphur Khao Suan Kwang, Khon Kaen Province. The period of trial operation is October 2019 to October 2020. The results showed that the Sugarcane all varieties was the depletion fraction in the root zone not significant, there was 0.54 0.50 and 0.60 at initial stage to Crop development stage (0-170 DAP), Mid-season stage (171-295 DAP) and Late-season stage (296-330 DAP), respectively. The Sugarcane all verities cultivation in Mid-season stage was stomatal conductance increase value about 214.63 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}. It was stalk elongation phase of Sugarcane cultivation and then if water deficit was declined to yield. Changing stomatal conductance in a period of time under mild stress of soil water deficit show that K 88-92 Khon Kaen 3 and U-thong 12 were increase slightly of stomatal conductance. On the other hand, U-thong 5 and Suphanburi 50 were decrease slightly. In case, Severe stress of soil water deficit. Sugarcane all varieties stomatal conductance increased slight to 2 phases. Overall, Sugarcane varieties K 88-92 Khon Kaen 3 U-thong 5 and U-thong 12 increase slight value about 300 300 350 and 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}, respectively. But Suphanburi 50 was decrease slight value about 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}

6. คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม จากการรายงานของสำนักเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2562 พบว่ามีการใช้พื้นที่ทางการเกษตรประมาณร้อยละ 46.5 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทำการเกษตรโดยอาศัยน้ำฝนประมาณร้อยละ 78 ซึ่งยอมรับว่าน้ำยังถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อผลผลิตทางการเกษตร การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำในการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิตให้เต็มศักยภาพ การผลิตพืชโดยทั่วไป ถ้ามีการให้เพียงพอหรือพืชไม่ขาดน้ำ ผลผลิตจะเพิ่มขึ้น ดังนั้น ถ้าต้องการเพิ่มผลผลิตก็ต้องรู้หลักพื้นฐานในการให้น้ำชลประทานต้องเข้าใจว่า เมื่อไรจะให้น้ำ ให้น้ำปริมาณเท่าไร และให้อย่างไร เพื่อให้พืชได้ผลผลดี

ปัญหาที่สำคัญในปัจจุบันคือเกษตรกรมีการให้น้ำชลประทานมากเกินไปหรือไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำของพืช และยังไม่มีคำแนะนำการใช้น้ำของพืชที่ถูกต้องเหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด ในอดีตการคำนวณการให้น้ำมักจะใช้สูตรต่างๆ นำมาคำนวณ ซึ่งเป็นการคาดการณ์การใช้น้ำของพืชล่วงหน้าเพราะการวัดความชื้นดินไม่สามารถทำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ได้โดยตรงและรวดเร็ว แต่เมื่อในปัจจุบัน ได้มีงานวิจัยที่จะให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมซึ่งวัดจากปริมาณความชื้นดินที่เป็นประโยชน์และความต้องการน้ำของพืช ร่วมกับการวัดความชื้นสามารถทำได้รวดเร็วและสามารถรู้ความชื้นดินขณะนั้นได้เลย ทำให้การคำนวณการให้น้ำทำได้แม่นยำมากขึ้น ซึ่งข้อมูลที่จะใช้ประกอบกับการให้น้ำจะมีข้อมูลสมบัติทางกายภาพดิน อาทิเช่น อัตราการไหลซึมผ่านน้ำของดิน ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน ความหนาแน่นดิน เนื้อดิน เป็นต้น ข้อมูลการใช้น้ำของพืชไม่ว่าจะเป็นค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ค่า depletion fraction ของพืช ซึ่งจะนำค่าต่างๆ มาคำนวณการให้น้ำกับพืช ทำให้เราสามารถจับคู่ระหว่างดินและพืช เพื่อทำคำแนะนำการให้น้ำสำหรับพืชต่อไปได้

ค่า depletion fraction คือ ความพร่องของน้ำในเขตรากพืชหรืออัตราส่วนของปริมาณน้ำในช่วงที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่รากพืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายต่อปริมาณน้ำที่รากพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด ขึ้นอยู่กับชนิด อายุ ความลึกของรากของพืช และลักษณะเนื้อดิน Sys et al.,(1993) ได้จัดแบ่งกลุ่มพืชตามระดับสัดส่วนของการใช้น้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า พืชที่เก็บผลผลิตในรูปผลสดหรือหัวสด อัตราส่วนการใช้น้ำจะแคบกว่าพืชที่เก็บผลผลิตในรูปแห้ง ตัวอย่าง อ้อย และมันสำปะหลัง อยู่ในกลุ่มพืชที่ 4 ถ้าอัตราระเหยและคายน้ำเท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อวัน ค่า depletion fraction คือ 0.6 ซึ่งดิเรกและคณะ (2542) ได้อธิบายถึงค่านี้ด้วยเช่นกันว่า เมื่อระดับความชื้นในดินถูกพืชใช้จนเหลือความชื้นน้อยมากจนใกล้ถึงจุดเหี่ยวถาวร คือ ความชื้นที่จุดวิกฤติ พืชอาจได้รับความเสียหายได้เพราะความชื้นในช่วงนี้จะถูกดินยึดไว้มากจนรากพืชไม่สามารถดูดมาใช้ได้ ซึ่งจุดวิกฤติของความชื้นนี้เองใช้เป็นจุดที่ต่ำในการตัดสินใจในการกำหนดในการให้น้ำสำหรับพืช โดยทั่วไปประมาณ 40 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นที่พืชดูดเอาไปใช้ได้ สมเจตน์ (2550) ได้หาค่า depletion fraction ของยางพารา จากการคำนวณสมดุลของน้ำในดิน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตในช่วงที่ลดลงอย่างรวดเร็วและสัดส่วนของน้ำในดินที่เป็นประโยชน์และง่ายต่อการนำไปใช้ของพืช พบว่า ทั้งในกลุ่มดินเหนียวและกลุ่มดินทรายมีค่าใกล้เคียงกัน p = 0.75 และ Allen et al., (1998) ได้คำนวณการระเหยและคายน้ำของพืช (Crop Evapo-transpiration; ETc) ภายใต้ความเครียดของน้ำในดินจากข้อมูลสถิติภูมิอากาศ พบว่า ค่า depletion fraction แตกต่างกันในแต่ละชนิดและความลึกของรากพืช โดยค่า depletion fraction จาก 0.3 สำหรับพืชรากตื้นที่มีอัตราความต้องการน้ำของพืชมากกว่า 8 มิลลิเมตรต่อวัน จนถึงค่า depletion fraction 0.7 สำหรับพืชรากลึกที่มีอัตราความต้องการน้ำของพืชน้อยกว่า 3 มิลลิเมตรต่อวัน แต่สำหรับพืชทั่วไปใช้ค่า depletion fraction 0.5 ซึ่งเป็นอ้างอิงที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

ปัจจุบันยังขาดข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืชหรือ depletion fraction ของพืชตามชนิดและช่วงการเจริญเติบโตในสภาพแปลงปลูกจริง เพราะฉะนั้นการศึกษาการในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพร่องของน้ำในเขตรากพืชในการวัดในสภาพแปลงปลูกจริงตามช่วงการเจริญเติบโตของพืช พร้อมวัดค่าการนำไหลปากใบพืช รวมทั้งการเจริญเติบโตตามช่วงอายุของอ้อย 5 พันธุ์ในสภาพที่พืชมีความเครียดจากการขาดน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) อ้อย 5 พันธุ์ ได้แก่ เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 2) ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ยูเรีย ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์ 3) สารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืช 4)เครื่องวัดความชื้นในดินแบบพกพา (PR2/6) 5) ท่อขนาดความกว้าง 80 เซนติเมตร ความลึก 60 เซนติเมตร จำนวน 40 อัน 6) เครื่องวัดความต้านทานของปากใบพืช (AP4 Porometer) 7) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช 8) สว่านเก็บตัวอย่างดินพร้อมอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างดิน และสุดท้าย 9) อุปกรณ์ระบบให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์

วิธีการ

การศึกษานี้ปลูกอ้อยในบ่อไรซิมิเตอร์ เพื่อศึกษาการตอบสนองระหว่างค่านำไหลปากใบพืชต่อระดับความชื้นในดิน (Soil water content) เพื่อหาค่าสัดส่วนของน้ำในดินที่ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และการเจริญเติบโตของอ้อย จำนวน 5 พันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ คือ อ้อยพันธุ์ เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50

1.ก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินในบ่อไรซิมิเตอร์เพื่อหาเพื่อหาค่าความจุความชื้นสนาม (Fc) และจุดเหี่ยวถาวร (PWP) ในห้องปฏิบัติการ

2.ทำการปลูกอ้อยจำนวน 5 พันธุ์ 4 ซ้ำ ในบ่อไรซิมิเตอร์ที่มีขนาดกว้าง 0.8 เมตร ลึก 1.2 เมตร จำนวน 20 บ่อ ตามจำนวนกรรมวิธี

3.ติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้นในดินที่ความลึก 10, 20, 30, 40, 60 และ 100 เซนติเมตร

4.ให้น้ำตามความต้องการของพืชโดยใช้สมการของ FAO Penman-Monteith equation ETc = Kc x ETo โดยแบ่งการเจริญเติบโตของอ้อยเป็น 4 ระยะ ช่วงตั้งตัว (initial stage) ใช้เวลา 30 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเท่ากับ 0.34 สำหรับในช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) ใช้เวลา 140 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเท่ากับ 0.74 ส่วนในช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) ใช้เวลา 125 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเท่ากับ 1.52 สุดท้ายในช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) ใช้เวลา 35 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเท่ากับ 0.83 (กอบเกียรติ และคณะ, 2555)

5.กำจัดวัชพืชและให้ปุ๋ยตามหลักวิชาการกรมวิชาการเกษตร

6.ติดตามเก็บข้อมูลค่านำไหลปากใบพืชกับความชื้นในดินตามช่วงระยะการเจริญเติบโต 3 ระยะ คือ 3 - 4 เดือนหลังปลูก (ระยะระยะเริ่มต้น), 8-9 เดือนหลังปลูก (ระยะระยะกลาง), 11-12 เดือนหลังปลูก (ระยะระยะสุดท้าย) โดยเมื่อถึงระยะที่กำหนดก็ปล่อยให้มีการขาดน้ำประมาณ 1 เดือนแล้วจึงวัดค่า

7.นำค่าที่ได้จาก ข้อ 1 และข้อ 5 มาคำนวณค่า P (depletion fraction) จากสูตรดัดแปลงมาจาก Allen et al., (1988) ดังนี้

$$TAW = 1000 \times (\theta FC - \theta PWP) \times Zr \quad \text{.....(1)}$$

$$RAW = 1000 \times (\theta AC - \theta PWP) \times Zr \quad \text{.....(2)}$$

$$RAW = P \text{ (depletion fraction)} \times TAW \text{.....(3)}$$

$$P \text{ (depletion fraction)} = RAW/TAW \text{ .....(4)}$$

$$PAW = (1- P) \times TAW \quad \text{.....(5)}$$

$$\Theta CR = (1-p) \times (\Theta FC - \Theta PWP) + \Theta PWP \text{.....(6)}$$

โดยที่ TAW = ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดในเขตรากพืช (มิลลิเมตร)

RAW = ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (มิลลิเมตร) PAW = ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ยากในเขตรากพืช (มิลลิเมตร) P (depletion fraction) =ความพร่องของน้ำในเขตรากพืชหรืออัตราส่วนของปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช ต่อปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดในเขตรากพืช มีค่า ระหว่าง 0 – 1 ΘFC = ปริมาณน้ำในดินที่ระดับความจุความชื้นสนาม ($m^3 m^{-3}$) ได้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการใน Table 1 ΘPWC = ปริมาณน้ำในดินที่ที่จุดเหี่ยวถาวร ($m^3 m^{-3}$) ได้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการใน Table 1 ΘAC = ปริมาณน้ำในดินที่วัดค่าได้จริงใน ($m^3 m^{-3}$) ได้ข้อมูลจากการวัดภาคสนามด้วยเครื่องวัดความชื้นในดินแบบพกพา (PR2 2/6) โดยวัดเป็นสองช่วงเมื่อเริ่มลดการให้น้ำแล้วพืชแสดงอาการขาดน้ำโดยลดพื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสงและวัดอีกครั้งเมื่อลดให้น้ำประมาณ 1 เดือนหรือพืชเริ่มแสดงการเปลี่ยนสีใบเพื่อปิดปากใบประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของใบพืชทั้งหมดและทำหาค่าเฉลี่ยระหว่างของ 2 ช่วงนี้ Zr = ระดับความลึกของรากพืชที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำ กำหนดให้ตามอ้างอิงตามงานวิจัย โดยในงานทดลองนี้จะใช้ที่ระดับความลึกของรากพืช 0.3 เมตร

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกความชื้นในดินเมื่อเพิ่มแรงดันในการผลักน้ำออกจากดินที่ระดับต่างๆตามระดับความลึกของชั้นที่ทำการทดลองที่ส่งไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
2. บันทึกค่านำไหลปากใบพืช พร้อมกับวัดความชื้นในดินที่วัดด้วยเครื่องวัดความชื้นในดินแบบพกพาในภาคสนามและคำนวณ P (depletion fraction) จริงในภาคสนามในช่วงการเจริญเติบโตจำนวน 3 ระยะ (ระยะระยะเริ่มต้น,ระยะระยะกลาง,ระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของอ้อยพันธุ์ต่างๆ)
3. บันทึกการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยาของอ้อยพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ความสูง และความกว้างของลำต้น

ระยะเวลาดำเนินการ

ตุลาคม 2559 - กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองเขาสวนกวาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1.ปริมาณน้ำในชั้นดินก่อนการทดลอง

ก่อนทำการทดลองนั้นต้องเก็บข้อมูลดินด้วยกระบอกเก็บดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างดินเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับพลังงานกำกับก้อนดินที่ระดับต่างๆ ผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการพบว่า ทุกระดับความลึกที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่สะสมไว้ในดินที่ระดับความชื้นต่างๆเพื่อหาปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดในชั้นดินและระดับความลึกของรากพืช

กรมวิชาการเกษตร

ต่อไป ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน คือปริมาณความชื้นในดินที่อยู่ในช่วงความจุความชื้นสนาม (FC) และจุดเหี่ยวถาวร (PWP) จาก Table 1 เป็นความชื้นที่ระดับ FC และ PWP โดยในระดับความลึกที่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร มีความชื้นที่ความจุความชื้นสนาม 0.238 0.229 0.240 0.218 0.213 และ 0.255 ซม.^{3} ซม.$^{-3}$ ตามลำดับ ส่วนความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร 0.035 0.036 0.037 0.044 0.069 และ0.129 ซม.^{3} ซม.$^{-3}$ ใน Table 2 นั้นในสภาพความชื้นที่ความจุความชื้นสนามปริมาณน้ำที่สะสมอยู่ในชั้นดิน10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำ 23.76 22.93 23.96 21.76 42.69 และ 102.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ ระดับความลึก 30 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำสะสมรวมทั้งหมด 70.66 และ 237.12 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในขณะเดียวกัน Table 3 ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวรนั้น ที่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำ 3.54 3.64 3.74 4.43 13.72 และ 51.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำสะสมรวมทั้งหมด 10.92 และ 80.74 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์นั้น ที่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร มีค่า 20.23 19.29 20.22 17.33 28.97 และ 50.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์สะสมทั้งหมด 59.74 และ 156.38 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 4)

ผลจากข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินแต่ละดับความลึกของดินนั้น ทำให้ทราบว่ามีปริมาณน้ำในชั้นดินเท่าไร แต่ถ้าทำการปลูกพืชแล้วนั้นสมดุลของน้ำในดินต้องเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยที่สมดุลของน้ำในดิน คือ การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่สะสมไว้ในดินที่เหลือจากการเปลี่ยนแปลง (การระเหยแลคายน้ำ) ในแต่ละช่วงเวลา สมดุลของน้ำในแปลงปลูกพืชมีความสัมพันธ์กับสมดุลหรือความต่างศักย์ของพลังงานศักย์ที่ดินใช้ในการตรึงน้ำไว้ ซึ่งนำมาเป็นดัชนีชี้ทิศทางการเคลื่อนย้ายน้ำในดินได้ ดังนั้นการวิเคราะห์ความต้องการน้ำในแปลงปลูกสามารถทำได้ ถ้าทราบระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน ระดับความต้องการน้ำของพืชและระดับหรือปริมาณน้ำที่เหลือตกค้างในดินแต่ละช่วงเวลาในระดับความลึกที่รากพืชสามารถนำน้ำไปใช้ได้ (Verplancke,1998) ในปัจจุบันการวัดความชื้นในชั้นในดินเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำในดิน สามารถทำได้ง่ายขึ้นโดยใช้เครื่องมือวัดความชื้นในดินในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการของพืชหรือการปรับตัวของพืชเมื่อขาดน้ำ

2. การปรับตัวของอ้อยพันธุ์ต่างๆในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของการเจริญเติบโต 3 ช่วงระยะการเจริญเติบโต ได้แก่ เจริญเติบโตระยะเริ่มต้น การเจริญเติบโตระยะกลางช่วงการเจริญเติบโต และในช่วงการเจริญเติบโตระยะสุดท้าย

ปลูกมันสำปะหลังในบ่อไรซิมิเตอร์ที่มีขนาดกว้าง 0.8 เมตร ลึก 1.2 เมตร โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ คือ อ้อยพันธุ์ เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 ติดตั้งเครื่องวัดความท่อสำหรับวัดความชื้นในดินเป็นลำดับความลึกที่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร วางระบบน้ำ ปลูกอ้อย วันที่ 15 ตุลาคม 2561 เก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 10 กันยายน 2562 ฤดูปลูก 330 วัน แบ่งการเก็บข้อมูลตามช่วงการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังเป็น 3 ช่วง คือ เจริญเติบโตระยะเริ่มต้น การเจริญเติบโตระยะกลางช่วงการเจริญเติบโต และในช่วงการเจริญเติบโตระยะสุดท้าย เมื่อเข้าสู่การเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ ความชื้นในดินในขณะที่พืชเริ่มมีความเครียด คือ ช่วงการงดการให้น้ำประมาณ 1 สัปดาห์ และช่วงความเครียดมากคือ ช่วงเวลาที่งดการให้น้ำประมาณ 1 เดือนหรือดูจากความชื้นที่เหลืออยู่ในชั้นดินโดยตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความชื้นในดินแบบพกพา การเก็บข้อมูลนั้น เก็บข้อมูลการเจริญเติบของมันสำปะหลังได้แก่ ความสูงและขนาดความกว้างของลำต้น ข้อมูล

ความชื้นและค่านำไหลปากใบพืชนั้นจะเก็บพร้อมกันในช่วงระหว่างวัน โดยเก็บทุกๆชั่วโมง โดยเริ่มจาก 8.00 น. – 16.00 น. โดยค่านำไหลปากใบพืชนั้นมีการปรับค่าตามสภาพความกดอากาศทุกครั้งเก็บจำนวน 1 ครั้งต่อต้น และหาค่าเฉลี่ยทุกๆชั่วโมงเป็นตัวแทนค่าระหว่างวัน และหาค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของพันธ์อ้อยที่ทำการศึกษา ส่วนความชื้นในดินนั้นเก็บความชื้น 1 จุดต่อ 1 ต้นตัวอย่าง จำนวน 3 ซ้ำต่อต้นทุกๆชั่วโมงตามการเก็บค่านำไหลปากใบที่ระดับความลึก 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร ได้ค่าข้อมูลแล้วหาค่าเฉลี่ยของ 3 ครั้งเป็นตัวแทนของแต่ละจุดที่วัด แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่กรรมวิธี วัดค่าเป็นหน่วย มิลลิโวลต์ และหน่วยเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร แล้วนำมาหาค่าปริมาณน้ำในดินที่วัดค่าได้จริง ($m^3 m^{-3}$) แล้วคูณกับความลึกของรากที่สามารถดูดใช้น้ำได้โดยกำหนดให้ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เป็นรากที่ดูดใช้น้ำได้มีประสิทธิภาพดีที่สุด เพื่อหาปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) (และนำค่า ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดในเขตรากพืช (TAW) ที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมาใช้โดยที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 59.74 มิลลิเมตร ดังแสดงใน Table 4 ทำให้สามารถคำนวณค่า P (depletion fraction) ได้จากสูตรคำนวณตามวิธีการที่ข้อที่ 6 ที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยผลการทดลองจะแบ่งเป็นช่วงเริ่มความเครียด และเริ่มมีความเครียดสูงจากการขาดน้ำเพิ่มขึ้น และได้คำนวณค่า P โดยหาค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ช่วงนี้ด้วย ผลการทดลองตามช่วงการเจริญเติบโตดังต่อไปนี้

2.1 การปรับตัวของอ้อยพันธุ์ต่างๆในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของช่วงการเจริญเติบโตระยะเริ่มต้น

อ้อยช่วงตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงระยะแตกและเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) (0-170 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 170 วัน คือ ระยะที่รากอ้อยรุ่นที่สองงอกจนกระทั้งอ้อยมีการแตกกอและช่วงยืดของลำต้น ระยะนี้เป็นระยะอ้อยอายุ 4 เดือนแรก รากอ้อยมีการแพร่กระจายทั้งทางแนวดิ่งและแนวระดับ เมื่องดให้น้ำ 1 สัปดาห์ เป็นช่วงเริ่มต้นที่อ้อยเริ่มมีความเครียดจากการขาดน้ำในดิน กล่าวคือ โดยปกติอ้อยเมื่อได้น้ำเพียงพอนั้น ในส่วนของใบจะขนานกับพื้นดินเพื่อรับแสงเต็มที่ แต่เมื่อเริ่มมีความเครียดจากการขาดน้ำนั้น ในช่วงกลางวันที่มีแสงเต็มที่ ใบอ้อยจะลดขนาดพื้นที่รับแสงลงโดยใบจะม้วน ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และการเจริญเติบโตของอ้อยพันธุ์ต่างๆ พบว่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของอ้อยทั้ง 5 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.74 และ 44.12 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนค่านำไหลปากใบของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 และ เค 88-92 มีค่า 213.14 และ 189.91 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 และอู่ทอง 12 มีค่า 127.36 154.69 และ 106.36 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ค่านำไหลปากใบพืชแสดงการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร ถ้ามีค่านำไหลปากใบพืชสูงก็จะมีการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหารได้สูงเช่นกัน ส่วนการเจริญเติบโตด้านความสูงของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 สุพรรณบุรี 50 และขอนแก่น 3 มีค่า 128.3 115.8 และ 109.6 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์เค 88-92 และอู่ทอง 12 มีค่า 89.8 และ 86.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และสุดท้ายความกว้างของลำอ้อยนั้น อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และเค 88-92 มีค่า 3.0 และ 2.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 2.4 2.3 และ 2.5 ตามลำดับ (Table 5)

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงระยะแตกกอและเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) ซึ่งเข้าสู่ช่วงฤดูร้อน เหมาะสมกับการศึกษาความเครียดของพืชเนื่องจากขาดน้ำมาก เพราะสามารถงดการให้น้ำได้มากและพืชจะตอบสนองต่อการขาดน้ำได้ดี กล่าวคือ เมื่องดให้น้ำ 1 เดือน เป็นช่วงเริ่มใกล้เข้าสู่ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวรของพืช ในช่วงนี้อ้อยจะเริ่มลดขนานพื้นที่ใบด้วยม้วนใบลงตลอด แต่ก็ยังขาดน้ำอยู่อ้อยเริ่มเข้าสู่ความเครียดรุนแรง ใบอ้อยจะมีการม้วนใบเพิ่มขึ้น ลดพื้นที่ใบ และการปิดปากใบ และรุนแรงจะทำให้ใบไหม้ และเริ่มมีหน่อตายเพราะเข้าสู่ใกล้มากที่ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร ซึ่งเราใช้เครื่องวัดความชื้นในดินตรวจสอบทำให้ทราบค่าที่แน่ชัดผลของปริมาณน้ำในดิน ถ้าน้อยกว่านี้เกินไปการให้น้ำแล้วพืชจะกลับมาคงยาก ซึ่งคำนวณความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และการเจริญเติบโตของอ้อยพันธุ์ต่างๆ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืชของอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 และอู่ทอง 12 มีค่า 0.37 0.31 0.31 และ 0.39 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 มีค่า 0.27 เช่นเดียวกันค่าปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 และอู่ทอง 12 มีค่า 22.16 18.62 18.81 และ 22.92 มิลลิเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 มีค่า 16.25 มิลลิเมตร สำหรับค่านำไหลปากใบของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 และอู่ทอง 5 มีค่า 171.79 และ 160.60 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 12 มีค่า 121.41 132.97 และ 132.16 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตด้านความสูง อ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 สุพรรณบุรี 50 และขอนแก่น 3 มีค่า 128.3 115.8 และ 109.6 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์เค 88-92 และอู่ทอง 12 มีค่า 89.8 และ 86.3 เซนติเมตร ตามลำดับ สุดท้ายความกว้างของลำอ้อยนั้น อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และเค 88-92 มีค่า 3.0 และ2.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 2.4 2.3 และ 2.5 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 6)

จาก Table 7 เป็นค่าเฉลี่ยของช่วงระหว่าการงดให้น้ำ 1 สัปดาห์จนถึง 1 เดือน พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของอ้อย 5 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่า 0.54 และ 31.94 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่สำหรับค่านำไหลปากใบของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 มีค่า 192.46 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อ้อยในช่วงตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงระยะแตกกอและเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) (0-170 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 170 วัน อ้อย 5 พันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืชไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.54 ต่ำกว่ากับการกำหนดค่า Depletion Fraction จากการประมาณจากข้อมูลสภาพอากาศของ Allen et al., (1998) โดยอ้อยปลูก 280 วัน มีรากลึกประมาณ 1.2-2.0 เมตร จะมีค่า Depletion Fraction 0.65 และ ซึ่งจะใช้เป็นค่าเดียวทั้งฤดูปลูก การวัดค่าจริงในช่วงฤดูร้อนเพื่อกำหนดความพร่องของน้ำในเขตรากพืชมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง

2.2 การปรับตัวของอ้อยพันธุ์ต่างๆในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของช่วงการเจริญเติบโตระยะกลาง

อ้อยในช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) หรือระยะย่างปล้องและสร้างน้ำตาล (171-295 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 125 วัน คือ ช่วงระยะตั้งแต่อ้อยอายุ 4 เดือน ถึงก่อนการเก็บเกี่ยว 1 เดือน เป็น

ระยะที่อ้อยเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีความต้องการน้ำมาก ในช่วงนี้อ้อยอยู่ในช่วงฤดูฝน อ้อยมีความเครียดจากการขาดน้ำน้อย การงดให้น้ำไม่ค่อยมีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร โดยงดให้น้ำได้นานประมาณ 5 วัน ผลของปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และการเจริญเติบโตของอ้อยพันธุ์ต่างๆ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช ค่านำไหลปากใบของพืช และการขยายขนาดความกว้างลำต้นของอ้อย 5 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.49 243.02 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} และ 2.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืชนั้น อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 สุพรรณบุรี 50 เค 88-92 และอู่ทอง 12 มีค่า 30.71 30.90 28.19 และ 29.28 มิลลิเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 มีค่า 25.7 สุดท้ายการเจริญเติบโตด้านความสูง อ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 156.3 และ 134.8 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 12 มีค่า 102.5 121.8 และ 108.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 8)

เมื่องดให้น้ำ 1 สัปดาห์ อ้อยไม่มีความเครียดจากการขาดน้ำ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) และการขยายขนาดความกว้างลำต้นของอ้อย 5 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.52 31.32 มิลลิเมตร และ 2.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่สำหรับค่านำไหลปากใบของพืชนั้น อ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 อู่ทอง 12 เค 88-92 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 217.75 179.38 190.23 และ 177.78 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่า 166.03 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} เพิ่มเติมในส่วนการเจริญเติบโตทางด้านความสูงนั้น อ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 156.3 และ 134.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 12 มีค่า 102.5 121.8 และ 108.0 ตามลำดับ (Table 9)

จาก Table 10 พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และค่านำไหลปากใบของอ้อย 5 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ 0.50 และ 214.63 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แต่สำหรับปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 30.77 31.63 31.14 และ 30.42 มิลลิเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 มีค่า 26.77 มิลลิเมตร

อ้อยทั้ง 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) (171-295 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 125 วัน มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืชที่วัดเพื่อหาค่าจริงในแปลงนั้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.50 ในช่วงกลางของการเพาะปลูกอ้อยซึ่งเข้าสู่ฤดูฝน อ้อยมีความเครียดจากการขาดน้ำไม่รุนแรง และที่สำคัญค่านำไหลปากปากใบพืชก็มีค่าเฉลี่ยประมาณ 214.63 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} เป็นช่วงระยะย่างปล้องและสร้างน้ำตาล ถ้าขาดน้ำจะส่งผลให้ผลผลิตลดลง

2.3 การปรับตัวของอ้อยพันธุ์ต่างๆในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของช่วงการเจริญเติบโตระยะสุดท้าย

อ้อยกำลังสุกแก่หรือในช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) (296-330 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 35 วัน เป็นช่วงก่อนเก็บเกี่ยวอ้อยประมาณ 1 เดือน เป็นช่วงที่อ้อยมีการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสจะต้องงดการให้น้ำ เว้นแต่อ้อยยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ อ้อยปลูกอยู่ในช่วงปลายฤดูฝน มีความเครียดจากการขาด

น้ำน้อยมากเนื่องจากการสะสมปริมาณน้ำในดินสูงรากพืชดูดใช้น้ำและธาตุอาหารค่อนข้างลึก การงดให้น้ำไม่ค่อยมีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร โดยงดให้น้ำได้นานประมาณ 5 วัน ผลของปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากของอ้อย 5 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ 0.57 ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 และอู่ทอง 12 มีค่า 38.36 33.33 33.38 และ 35.05 มิลลิเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่างสถิติกับอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 มีค่า 29.41 มิลลิเมตร สำหรับค่านำไหลปากใบของอ้อยพันธุ์เค 88-92 และอู่ทอง 5 มีค่า 133.29 และ 147.20 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่างสถิติ กับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 98.74 103.72 และ 88.75 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ส่วนทางด้านความสูงนั้น อ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 171.3 และ 144.3 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 12 มีค่า 108.3 127.0 และ 115.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และอีกอย่างความกว้างลำต้นนั้น อ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 2.9 3.0 2.7 และ 2.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 มีค่า 2.5 เซนติเมตร (Table 11)

เมื่องดให้น้ำ 1 สัปดาห์ อ้อยไม่มีความเครียดจากการขาดน้ำ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ค่านำไหลปากใบของพืชของอ้อย 5 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.63 37.85 มิลลิเมตร และ 92.46 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ มีเพียงการเจริญเติบโตทางด้านความสูงนั้น อ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 171.3 และ 144.3 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 12 มีค่า 108.3 127.0 และ 115.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และอีกอย่างความกว้างลำต้นนั้น อ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 2.9 3.0 2.7 และ 2.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 มีค่า 2.5 เซนติเมตร (Table 12)

จาก Table 13 พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของอ้อย 5 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ 0.60 และ 35.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่สำหรับค่านำไหลปากใบของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และเค 88-92 มีค่า 127.17 และ 117.79 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 มีค่า 87.38 95.93 และ 88.73 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ

อ้อยในช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) (296-330 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 35 วัน ช่วงปลายฤดูฝน อ้อยมีความเครียดจากการขาดน้ำน้อยมากเนื่องจากการสะสมปริมาณน้ำในดินสูงรากพืชดูดใช้น้ำและธาตุอาหารค่อนข้างลึก อ้อย 5 สายพันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืชที่วัดค่าจริงในแปลงปลูกนั้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.60 อ้อยทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช 0.54 0.50 และ 0.60 ที่ระยะตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงระยะแตกกอและเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) (0-170 วันหลังปลูก) ระยะย่างปล้องและสร้างน้ำตาลหรือกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

(171-295 วันหลังปลูก) และระยะอ้อยกำลังสุกแก่หรือปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) (296-330 วันหลังปลูก) ตามลำดับ

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากใบพืช จึงมีปริมาณสูงขึ้นตามช่วงการเจริญเติบโต และลดลงในช่วงแบบคงที่ในช่วงท้ายฤดูปลูกเป็นแบบปกติของพืชโดยทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน ส่งผลต่อการดูดใช้น้ำในดินของพืชที่ปลูก ทำให้เกิดสภาวะขาดน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโดยตรงต่อสรีรวิทยาของพืช โดยพืชจะปรับตัวเพื่อความอยู่รอด เช่น การขาดน้ำไม่รุนแรงมากนักพืชจะมีการขยายตัวของใบ การร่วงของใบ การแก่ของใบ เป็นการตอบสนองอย่างรวดเร็วตามลำดับความรุนแรง อีกส่วนหนึ่งคือปิดเปิดปากใบและการสังเคราะห์แสง กล่าวคือ เมื่อสภาวะขาดน้ำทำให้มีการปิดเปิดปากใบจะส่งผลให้การใช้ CO_2 ลดลงด้วยเพราะ CO_2 จะผ่านเข้าทางทางปากใบพืช ดังนั้นเมื่อพืชมีการควบคุมการคายน้ำทำให้การสังเคราะห์ลดลงด้วย ในสภาวะขาดน้ำต่อเนื่อง แม้ว่าจะไม่รุนแรงสามารถส่งผลในการขยายตัวของพื้นที่ใบลดลงได้ แต่ก็ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (สายัณห์, 2537)

3. การเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากใบของอ้อยพันธุ์ในช่วงระหว่างวันเมื่อเกิดความเครียดจากการขาดน้ำ

การเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากในพืชนั้นจะแสดงให้เห็นว่าพืชมีการปิดเปิดปากใบอย่างไรเมื่อเกิดความเครียดจากการขาดน้ำ ซึ่งอ้อยแต่ละพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เหมือนกัน โดยเริ่มปลูกอ้อยวันที่ 15 เดือนตุลาคม 2561 และหลังปลูกประมาณ 3 เดือน ซึ่งงดการให้น้ำมันอ้อยประมาณ 1 สัปดาห์เพื่อให้อ้อยมีความเครียดจากการขาดน้ำ ณ วันที่ 15 มกกราคม 2562 ได้เก็บข้อมูลค่านำไหลปากใบพืชด้วยเครื่องวัดความต้านทานของปากใบพืช (AP4 Porometer) ทุกๆหนึ่งชั่งโมงในรอบวัน จาก 08.00 น. – 16.00 น. พบว่า อ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 12 ค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ในทางตรงกันข้ามอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และสุพรรณบุรี 50 มีค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่ลดลงเล็กน้อย ค่านำไหลปากใบของอ้อยแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ อ้อยพันธุ์เค 88-92 มีค่าประมาณ 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 มีค่าประมาณ 250 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ส่วนอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และอู่ทอง 12 มีค่าประมาณ 150 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} และสุดท้ายอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 มีค่าประมาณ 300 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} (Figure 1)

เมื่องดการให้น้ำประมาณ 1 เดือน เก็บข้อมูลค่านำไหลปากใบของอ้อย 5 พันธุ์ พบว่า อ้อยเริ่มปรับเปลี่ยนกล่าวคือ ในภาพรวมจะเป็นช่วงของค่านำไหลปากใบสูงขึ้นและลดลงอย่างน้อย 2 ช่วง ในส่วนทิศทางของค่านำไหลปากใบพืชนั้น อ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 และอู่ทอง 12 ค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่เพิ่มขึ้นค่าประมาณ 300 300 350 และ 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แต่มีเพียงอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่มีค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่ลดลง มีค่าประมาณ 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} (Figure 2)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1.การหาความพร่องของน้ำในเขตรากพืชสามารถวัดได้จริงในสภาพแปลงปลูก ช่วงที่เหมาะสมในการหาค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช คือ ช่วงฤดูร้อนหรือฤดูแล้ง

2.อ้อยทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช 0.54 0.50 และ 0.60 ที่ระยะตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงระยะแตกกอและเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) (0-170 วันหลังปลูก)

ระยะย่างปล้องและสร้างน้ำตาลหรือกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) (171-295 วันหลังปลูก) และระยะอ้อยกำลังสุกแก่หรือปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) (296-330 วันหลังปลูก) ตามลำดับ

3.อ้อยเมื่อมีความเครียดจากการขาดน้ำเพียงเล็กน้อยนั้น อ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 12 ค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ในทางตรงกันข้ามอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 และสุพรรณบุรี 50 มีค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่ลดลงเล็กน้อย ค่านำไหลปากใบของอ้อยอยู่ระหว่าง 150 -350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} และเมื่อมีความเครียดจากการขาดน้ำรุนแรงขึ้น อ้อยเริ่มปรับเปลี่ยนค่านำไหลปากใบสูงขึ้นและลดลงอย่างน้อย 2 ช่วง โดยอ้อยพันธุ์เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 และอู่ทอง 12 ค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น มีค่าประมาณ 300 300 350 และ 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แต่มีเพียงอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ที่มีค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่ลดลง มีค่าประมาณ 350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลผลงานวิจัยไปพัฒนาต่อในเรื่องการคำนวณการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสำหรับอ้อย 5 พันธุ์ ได้แก่ เค 88-92 ขอนแก่น 3 อู่ทอง 5 อู่ทอง 12 และสุพรรณบุรี 50 และใช้วางแผนให้น้ำและธาตุอาหารในช่วงที่มีการขาดน้ำให้เหมาะสมตามพฤติกรรมของอ้อย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและเพิ่มผลผลิตตามศักยภาพของอ้อยต่อไป

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) –

12. เอกสารอ้างอิง

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ทักษิณา ศันสยะวิชัย ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศรีสุดา ทิพยรักษ์ เกษม ชูสอน จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง และชยันต์ ภักดีไทย. 2555. ความต้องการน้ำและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3.น. 103-114. *ใน* แก่นเกษตร ปีที่ 40 ฉบับปีที่ 40 ฉบับพิเศษ 3 2555.

ดิเรก ทองอร่าม วิทยา ตั้งก่อสกุล นาวี จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2542. การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำ. เคหะการเกษตร. 423 หน้า.

สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร; การใช้ที่ดิน เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รายจังหวัด ปี 2562. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. *สืบค้นจาก http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/socio/LandUtilization2562.pdf*

สมเจตน์ ประทุมมินทร์. 2550. การพัฒนาระบบตัดสินใจเพื่อกำหนดแผนการจัดการผลผลิตพืช กรณีศึกษายางพารา และปาล์มน้ำมัน. สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร. 213 หน้า.

Allen, R. G., L. S. Perreira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage Paper. 300 pages.

Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J. and Beernaert, F. 1993. Land Evaluation Part I: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. Agricultural Publication No. 7. General Administration for Development Cooperation. Brussel. Belgium. 274 pp.

กรมวิชาการเกษตร

Verplancke H. 1998. Applied Soil Physics. Department of Soil Management and Soil Care-Division Soil Physics. Faculty of Agriculture and Applied Biological Sciences. University of Gent. Gent, Belgium. 450 pp.

13. ภาคผนวก

Table 1 soil depths the Field Capacity is at 100 cm water (pF_2) and Permanent wilting point is at 15 atm ($pF_{4.2}$)

soil depth (cm)	Moisture Content (cm^3 cm^{-3})	
	Field capacity (FC)	Permanent wilting point (PWP)
0-10	0.238	0.035
10-20	0.229	0.036
20-30	0.240	0.037
30-40	0.218	0.044
40-60	0.213	0.069
60-100	0.255	0.129

Table 2 Calculation of soil water storage at Field Capacity or S_{FC}

soil depths cm	Thickness layer mm	Moisture Content cm^3 cm^{-3}	Storage mm water	Cumulative Storage mm water
0-10	100	0.24	23.76	23.76
10-20	100	0.23	22.93	46.69
20-30	100	0.24	23.96	70.66
30-40	100	0.22	21.76	92.42
40-60	200	0.21	42.69	135.10
60-100	400	0.26	102.01	237.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Table 3 Calculation of soil water storage at Permanent wilting point or S_{PWP}

soil depths	Thickness layer	Moisture Content	Storage	Cumulative Storage
cm	mm	$cm^3\ cm^{-3}$	mm water	mm water
0-10	100	0.035	3.54	3.54
10-20	100	0.036	3.64	7.18
20-30	100	0.037	3.74	10.92
30-40	100	0.044	4.43	15.35
40-60	200	0.069	13.72	29.07
60-100	400	0.129	51.67	80.74

Table 4 Calculation of soil water storage at Available Water or S_{AW}

soil depths	Thickness layer	Moisture Content	Storage	Cumulative Storage
cm	mm	$cm^3\ cm^{-3}$	mm water	mm water
0-10	100	0.202	20.23	20.23
10-20	100	0.193	19.29	39.52
20-30	100	0.202	20.22	59.74
30-40	100	0.173	17.33	77.06
40-60	200	0.145	28.97	106.03
60-100	400	0.126	50.35	156.38

Table 5 readily available water storage (RAW) Stomatal conductance p fraction and Growth on Soil Water Stress in Initial stage of Sugarcane cultivation. (UPPER)

กรมวิชาการเกษตร

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
K 88-92	47.92a[1]	182.91ab[1]	0.80a[1]	89.8bc[1]	2.8ab[1]
Khon Kaen 3	42.50a	127.36c	0.71a	109.6abc	3.0a
U-thong 5	41.14a	154.69bc	0.69a	128.3a	2.4bc
U-thong 12	46.77a	106.39c	0.78a	86.3c	2.3c
Suphanburi 50	42.29a	213.14a	0.71a	115.8ab	2.5bc
Mean	**44.12**	**156.90**	**0.74**	**106.0**	**2.6**
CV (%)	**18.5**	**20.4**	**18.5**	**16.3**	**9.4**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 6 readily available water storage (RAW) Stomatal conductance p fraction and Growth on Soil Water Stress in Initial stage of Sugarcane cultivation. (LOWER)

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
K 88-92	22.16a[1]	121.41c[1]	0.37a[1]	89.8bc[1]	2.8ab[1]
Khon Kaen 3	18.62ab	132.97bc	0.31ab	109.6abc	3.0a
U-thong 5	18.81ab	160.60ab	0.31ab	128.3a	2.4bc
U-thong 12	22.92a	132.16bc	0.39a	86.3c	2.3c
Suphanburi 50	16.25b	171.79a	0.27b	115.8ab	2.5bc
Mean	**19.75**	**143.78**	**0.33**	106.0	2.6
CV (%)	**15.9**	**14.7**	**15.8**	**16.3**	**9.4**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 7 readily available water storage (RAW) and Stomatal conductance p fraction on Soil Water Stress in Initial stage of Sugarcane cultivation. (AVERAGE)

กรมวิชาการเกษตร

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}	
K 88-92	35.04a[1]	152.15b[1]	0.59a[1]
Khon Kaen 3	30.56a	130.17bc	0.51a
U-thong 5	29.97a	157.64b	0.50a
U-thong 12	34.84a	119.26c	0.59a
Suphanburi 50	29.27a	192.46a	0.49a
Mean	**31.94**	**150.34**	**0.54**
CV (%)	**16.3**	**12.3**	**16.4**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 8 readily available water storage (RAW) Stomatal conductance p fraction and Growth on Soil Water Stress in Mid-season stage of Sugarcane cultivation. (UPPER)

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
K 88-92	28.19ab[1]	236.60a[1]	0.47a[1]	102.5c[1]	2.8a[1]
Khon Kaen 3	30.71a	265.43a	0.51a	121.8bc	3.0a
U-thong 5	25.75b	237.16a	0.43a	156.3a	2.5a
U-thong 12	29.28ab	255.67a	0.49a	108.0bc	2.6a
Suphanburi 50	30.90a	220.25a	0.52a	134.8ab	2.8a
Mean	**28.97**	**243.02**	**0.49**	**124.7**	**2.8**
CV (%)	**9.2**	**36.0**	**9.5**	**14.3**	**12.9**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 9 readily available water storage (RAW) Stomatal conductance p fraction and Growth on Soil Water Stress in Mid-season stage of Sugarcane cultivation. (LOWER)

กรมวิชาการเกษตร

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
K 88-92	33.33a[1]	190.23ab[1]	0.56a[1]	102.5c[1]	2.8a[1]
Khon Kaen 3	33.55a	166.03b	0.54a	121.8bc	3.0a
U-thong 5	27.77a	217.75a	0.47a	156.3a	2.5a
U-thong 12	32.99a	179.38ab	0.55a	108.0bc	2.6a
Suphanburi 50	29.94a	177.78ab	0.50a	134.8ab	2.8a
Mean	**31.32**	**186.24**	**0.52**	**124.7**	**2.8**
CV (%)	**11.8**	**14.1**	**11.8**	**14.3**	**12.9**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 10 readily available water storage (RAW) and Stomatal conductance p fraction on Soil Water Stress in Mid-season stage of Sugarcane cultivation. (AVERAGE)

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}	
K 88-92	30.77ab[1]	213.41a[1]	0.51a[1]
Khon Kaen 3	31.63a	215.73a	0.53a
U-thong 5	26.77b	227.45a	0.45a
U-thong 12	31.14ab	217.53a	0.52a
Suphanburi 50	30.42ab	199.02a	0.51a
Mean	**30.14**	**214.63**	**0.50**
CV (%)	**9.4**	**23.4**	**9.5**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

กรมวิชาการเกษตร

Table 11 readily available water storage (RAW) Stomatal conductance p fraction and Growth on Soil Water Stress in Late stage of Sugarcane cultivation. (UPPER)

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
K 88-92	38.36a[1]	133.29ab[1]	0.64a[1]	108.3c[1]	2.9ab[1]
Khon Kaen 3	33.33ab	98.74bc	0.56a	127.0bc	3.0a
U-thong 5	33.38ab	147.20a	0.56a	171.3a	2.5b
U-thong 12	35.05ab	103.72bc	0.56a	115.3bc	2.7ab
Suphanburi 50	29.41b	88.75c	0.50a	144.3ab	2.8ab
Mean	**33.91**	**114.34**	**0.57**	**133.2**	**2.8**
CV (%)	**15.6**	**21.5**	**15.5**	**15.4**	**7.4**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 12 readily available water storage (RAW) Stomatal conductance p fraction and Growth on Soil Water Stress in Late stage of Sugarcane cultivation. (LOWER)

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
K 88-92	39.01a[1]	102.29a[1]	0.65a[1]	108.3c[1]	2.9ab[1]
Khon Kaen 3	37.80a	76.03a	0.63a	127.0bc	3.0a
U-thong 5	38.26a	107.14a	0.64a	171.3a	2.5b
U-thong 12	38.51a	88.13a	0.65a	115.3bc	2.7ab
Suphanburi 50	35.67a	88.70a	0.60a	144.3ab	2.8ab
Mean	**37.85**	**92.46**	**0.63**	**133.2**	**2.8**
CV (%)	**12.7**	**28.0**	**12.6**	**15.4**	**7.4**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

กรมวิชาการเกษตร

Table 13 readily available water storage (RAW) and Stomatal conductance p fraction on Soil Water Stress in Late stage of Sugarcane cultivation. (AVERAGE)

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}	
K 88-92	38.69a[1]	117.79ab[1]	0.65a[1]
Khon Kaen 3	35.56a	87.38c	0.60a
U-thong 5	35.82a	127.17a	0.60a
U-thong 12	36.78a	95.93bc	0.62a
Suphanburi 50	32.54a	88.73c	0.55a
Mean	**35.88**	**103.40**	**0.60**
CV (%)	**12.6**	**15.4**	**12.7**

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

กรมวิชาการเกษตร

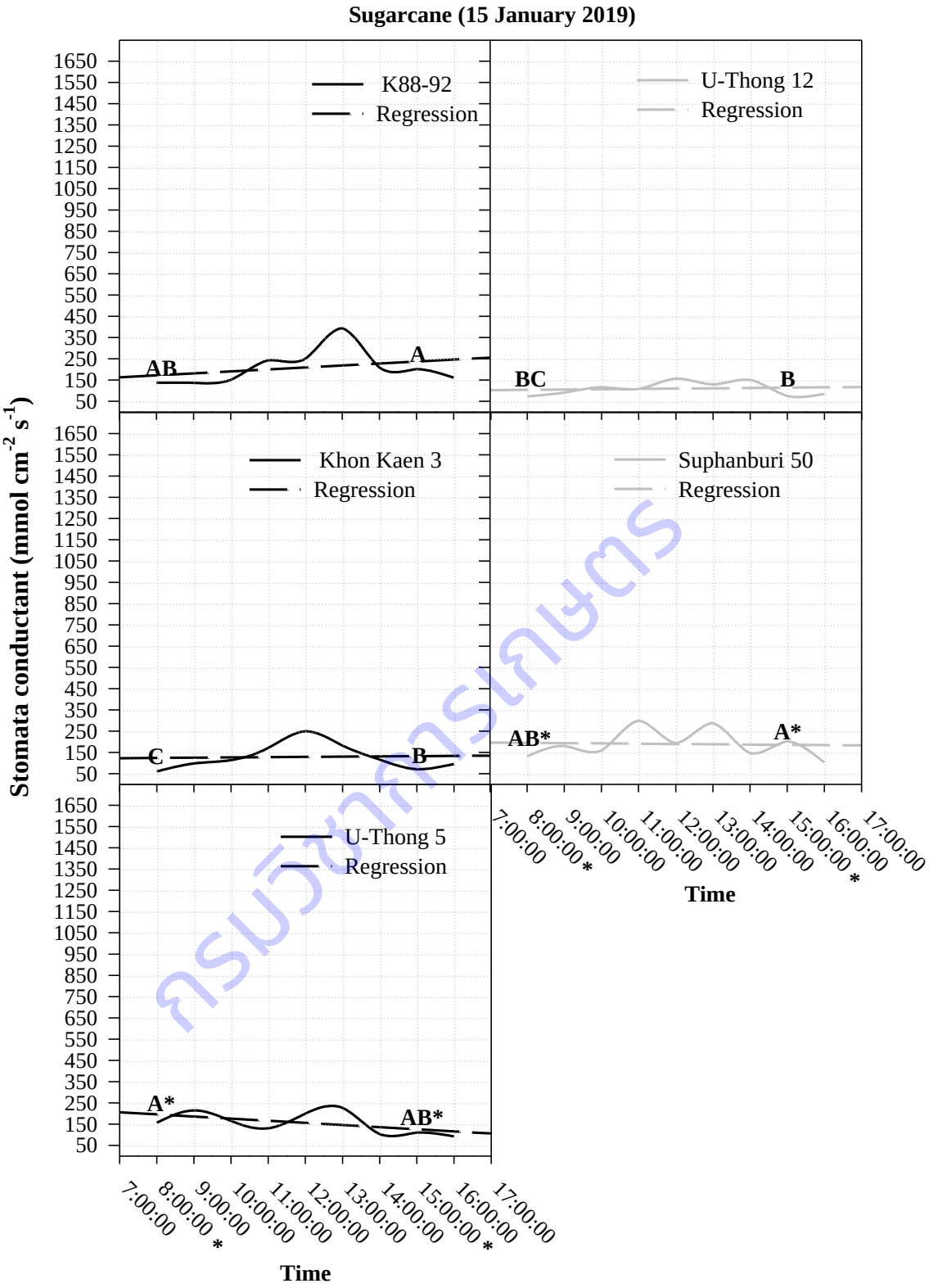

Figure 1 Presented stomata conductance values on in Initial stage of Sugarcane cultivation (UPPER) each hourly compared by LSD. (15 January 2019)

Footnote: * Significant at p<0.05 and **Significant at p<0.01

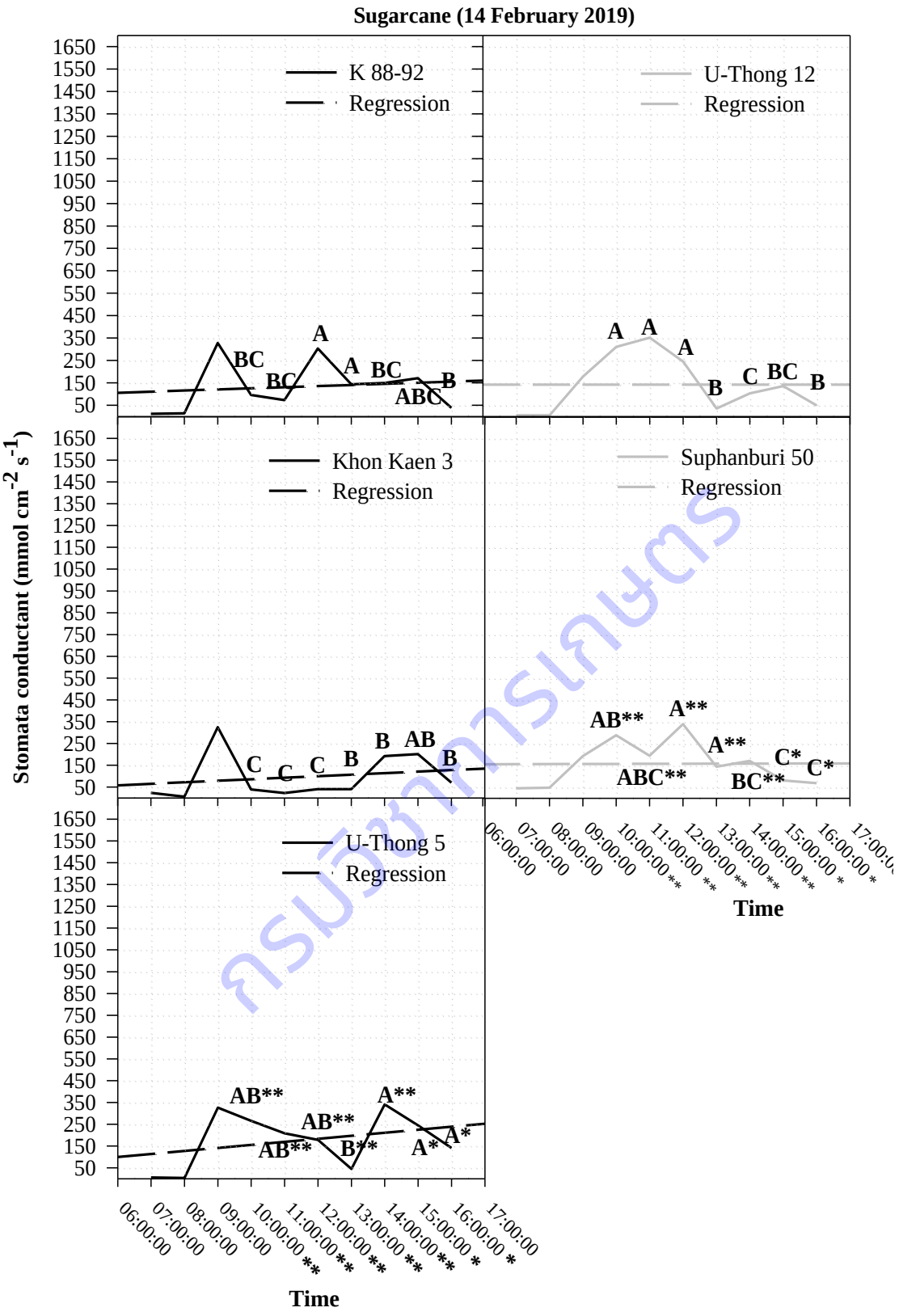

Figure 2 Presented stomata conductance values on in Initial stage of Sugarcane cultivation (LOWER) each hourly compared by LSD. (14 February 2019)

Footnote: * Significant at p<0.05 and **Significant at p<0.01

กรมวิชาการเกษตร