รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. ชุดโครงการ : -

2. โครงการวิจัย : วิจัยพัฒนาการจัดการดินและน้ำอย่างเหมาะสมตามสมรรถนะของดิน

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับความเครียดของพืชกับสมดุลน้ำในมันสำปะหลัง

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

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นายอรัญญ์ ขันติยวิชย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น

ผู้ร่วมงาน : นายอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

: นายรัฐกร สืบคำ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

: นางสาวปฏิมาภรณ์ จินจาคาม กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

: นางสาวพัชรินทร์ นามวงษ์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพร่องของน้ำในเขตรากพืชตามช่วงการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในสภาพแปลงปลูกจริงที่มันสำปะหลังอยู่ในสภาพมีความเครียดจากการขาดน้ำ ทำการวัดความชื้นในดิน ค่านำไหลปากใบพืช และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่ปลูกในบ่อไรซิมิเตอร์ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ คือ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 84-13 และมันสำปะหลังพันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50 ดำเนินงาน ณ แปลงทดลองเขาสวนกวาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น ระหว่างตุลาคม 61– ตุลาคม 2562 ผลการทดลอง พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.42 0.51 และ 0.65 ที่ระยะตั้งตัวจนถึงช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (0-160 วันหลังปลูก) ระยะกลางของการเพาะปลูก (161-311 วันหลังปลูก) และปลายของการเพาะปลูก (312-360 วันหลังปลูก) ตามลำดับ มันสำปะหลังในช่วงกลางของการเพาะปลูก มีค่านำไหลปากใบพืชสูงประมาณ 2201.21 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} เป็นช่วงที่มันสำปะหลังมีการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างหัวมันสำปะหลัง การให้น้ำชลประทานในช่วงนี้เป็นวิธีที่ดี การเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากในระหว่างวันเมื่อมีความเครียดจากการขาดน้ำเพียงเล็กน้อยนั้น ค่านำไหลปากใบพืชของมันสำปะหลังทั้ง 5 สายพันธุ์มีทิศทางที่เพิ่มขึ้นเป็นช่วงยาวนานในช่วงเช้าและลดลงอย่างช้าๆในช่วงบ่าย แต่ในขณะเดียวกันเมื่อมีความเครียดจากการขาดน้ำรุนแรงขึ้น มันสำปะหลังเริ่มปรับเปลี่ยนช่วงค่านำไหลปากใบพืชให้เพิ่มขึ้นในช่วงสั้นและแคบลง แต่ค่านำไหลปากใบพืชยังใกล้เคียงกับช่วงที่มีความเครียดจากการขาดน้ำไม่รุนแรงมากนัก ทำให้มันสำปะหลังปรับตัวได้ดีในสภาพที่ขาดน้ำรุนแรง และมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆมีการปรับเปลี่ยนค่านำไหลปากใบของพืชแตกต่างจากช่วงขาดน้ำไม่รุนแรง คือ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 84-13 ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 จะมี

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ทิศทางเพิ่มขึ้นมากในช่วงเช้าและลดลงในช่วงบ่าย ตรงกันข้ามกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 และ ระยอง 7 ทิศทางเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากช่วงเช้าไปถึงในช่วงบ่าย

คำหลัก : มันสำปะหลัง ความชื้นในดิน ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช ความเครียดของพืช

ABSTRACT

The purpose to study of depletion fraction in the root zone on growth stage of Cassava cultivation under soil water stress conditions. Calculation of soil moisture content, stomatal conductance and growth of Cassava 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: cassava verities; Rayong 7 Rayong 9 Rayong 11 Rayong 84-13 and Kasetsart 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 Cassava all varieties was the depletion fraction in the root zone not significant, there was 0.42 0.51 and 0.65 at initial stage to Crop development stage (0-160 DAP), Mid-season stage (161-311 DAP) and Late-season stage (312-360 DAP), respectively. The cassava all verities cultivation in Mid-season stage was stomatal conductance increase value about 2201.21 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}. It was beginning forms root starch of cassava cultivation and then Irrigation water during this time is the best method. Changing stomatal conductance in a period of time under mild stress of soil water deficit show that cassava all varieties were increased slight value in morning and decrease slight in afternoon. On the other hand, there were Severe stress of soil water deficit. cassava all varieties stomatal conductance was increase and short of stage. But there is stomatal conductance was the same value under mild stress of soil water deficit. Addition, Cassava varieties Rayong 84-13, Rayong 9 and Kasetsart 50 will increase sharply in the morning and decrease in the afternoon. In contrast to cassava varieties Rayong 11 and Rayong 7 increase slight value from morning to afternoon.

6. คำนำ

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

ศรีปทุมการเกษตร

ปัญหาที่สำคัญในปัจจุบันคือเกษตรกรมีการให้น้ำชลประทานมากเกินไปหรือไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำของพืช และยังไม่มีคำแนะนำการใช้น้ำของพืชที่ถูกต้องเหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด ในอดีตการคำนวณการให้น้ำมักจะใช้สูตรต่างๆ นำมาคำนวณ ซึ่งเป็นการคาดการณ์การใช้น้ำของพืชล่วงหน้าเพราะการวัดความชื้นดินไม่สามารถทำได้โดยตรงและรวดเร็ว 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 รวมทั้งการเจริญเติบโตตามช่วงอายุของมันสำปะหลัง 5 พันธุ์ในสภาพที่พืชมีความเครียดจากการขาดน้ำ

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) มันสำปะหลัง 5 พันธุ์ ได้แก่ ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 84-13 และเกษตรศาสตร์ 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) สว่านเก็บตัวอย่างดินพร้อมอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างดินและสุดท้าย 9) อุปกรณ์ระบบให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์

วิธีการ

การศึกษานี้ปลูกมันสำปะหลังในบ่อไรซิมิเตอร์ เพื่อศึกษาความพร่องของน้ำในเขตรากพืช โดยวัดความชื้นในดิน (Soil water content) เพื่อหาค่าสัดส่วนของน้ำในดินที่ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และการเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากใบพืช และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง จำนวน 5 พันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ คือ มันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 84-13 และมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

1.ก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินในบ่อไรซิมิเตอร์เพื่อหาเพื่อหาค่าความจุความชื้นสนาม (Fc) และจุดเหี่ยวถาวร (PWP) ในห้องปฏิบัติการ

2.ทำการปลูกมันสำปะหลังจำนวน 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 $ETc = Kc \times ETo$ โดยแบ่งการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังเป็น 4 ระยะ ช่วงตั้งตัว (initial stage) ใช้เวลา 70 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเท่ากับ 0.3 สำหรับในช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) ใช้เวลา 90 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเป็นค่าเชื่อมระหว่างช่วงตั้งตัวกับช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น ส่วนในช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) ใช้เวลา 150 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเท่ากับ 0.8 สุดท้ายในช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) ใช้เวลา 48 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเท่ากับ 0.3

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

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

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

ศรีราชาการเกษตร

RAW = P (depletion fraction) x TAW.....(3)

P (depletion fraction) = RAW/TAW .....(4)

PAW = (1- P) x TAW .....(5)

ΘCR = (1-p) x (ΘFC - ΘPWP) + ΘPWP.....(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,ระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ)
3. บันทึกการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยาของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ความสูง และความกว้างของลำต้น

ระยะเวลาดำเนินการ

ตุลาคม 2559 - กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองเขาสวนกวาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น

กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1.ปริมาณน้ำในชั้นดินก่อนการทดลอง

ก่อนทำการทดลองนั้นต้องเก็บข้อมูลดินด้วยกระบอกเก็บดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างดินเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับพลังงานกำกับก้อนดินที่ระดับต่างๆ ผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการพบว่า ทุกระดับความลึกที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่สะสมไว้ในดินที่ระดับความชื้นต่างๆเพื่อหาปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดในชั้นดินและระดับความลึกของรากพืชต่อไป ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน คือปริมาณความชื้นในดินที่อยู่ในช่วงความจุความชื้นสนาม (FC) และจุดเหี่ยวถาวร (PWP) จาก Table 1 เป็นความชื้นที่ระดับ FC และ PWP โดยในระดับความลึกที่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร มีความชื้นที่ความจุความชื้นสนาม 0.262 0.201 0.197 0.194 0.195 และ 0.282 ซม.^{3} ซม.$^{-3}$ ตามลำดับ ส่วนความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร 0.038 0.036 0.044 0.051 0.091 และ0.207 ซม.^{3} ซม.$^{-3}$ ใน Table 2 นั้นในสภาพความชื้นที่ความจุความชื้นสนามปริมาณน้ำที่สะสมอยู่ในชั้นดิน10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำ 26.18 20.07 19.71 19.44 39.00 และ 112.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ ระดับความลึก 30 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำสะสมรวมทั้งหมด 65.96 และ 237.28 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในขณะเดียวกัน Table 3 ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวรนั้น ที่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำ 3.77 3.60 4.41 5.07 18.15 และ 82.95 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำสะสมรวมทั้งหมด 11.78 และ 117.94 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์นั้น ที่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร มีค่า 22.41 16.47 15.30 14.37 20.85 และ 29.93 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์สะสมทั้งหมด 54.18 และ 119.34 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 4)

ผลจากข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินแต่ละดับความลึกของดินนั้น ทำให้ทราบว่ามีปริมาณน้ำในชั้นดินเท่าไร แต่ถ้าทำการปลูกพืชแล้วนั้นสมดุลของน้ำในดินต้องเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยที่สมดุลของน้ำในดิน คือการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่สะสมไว้ในดินที่เหลือจากการเปลี่ยนแปลง (การระเหยแลคายน้ำ) ในแต่ละช่วงเวลา สมดุลของน้ำในแปลงปลูกพืชมีความสัมพันธ์กับสมดุลหรือความต่างศักย์ของพลังงานศักย์ที่ดินใช้ในการตรึงน้ำไว้ ซึ่งนำมาเป็นดัชนีชี้ทิศทางการเคลื่อนย้ายน้ำในดินได้ ดังนั้นการวิเคราะห์ความต้องการน้ำในแปลงปลูกสามารถทำได้ ถ้าทราบระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน ระดับความต้องการน้ำของพืชและระดับหรือปริมาณน้ำที่เหลือตกค้างในดินแต่ละช่วงเวลาในระดับความลึกที่รากพืชสามารถนำน้ำไปใช้ได้ (Verplancke,1998) ในปัจจุบันการวัดความชื้นในชื้นในดินเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำในดิน สามารถทำได้ง่ายขึ้นโดยใช้เครื่องมือวัดความชื้นในดินในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการของพืชหรือการปรับตัวของพืชเมื่อขาดน้ำ

2. การปรับตัวของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของการเจริญเติบโต 3 ช่วงระยะการเจริญเติบโต ได้แก่ เจริญเติบโตระยะเริ่มต้น การเจริญเติบโตระยะกลางช่วงการเจริญเติบโต และในช่วงการเจริญเติบโตระยะสุดท้าย

ปลูกมันสำปะหลังในบ่อไรซิมิเตอร์ที่มีขนาดกว้าง 0.8 เมตร ลึก 1.2 เมตร โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ คือ มันสำปะหลังพันธุ์ ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 84-13 และมันสำปะหลังพันธุ์

เกษตรศาสตร์ 50 ติดตั้งเครื่องวัดความท่อสำหรับวัดความชื้นในดินเป็นลำดับความลึกที่ 10 20 30 40 60 และ 100 เซนติเมตร วางระบบน้ำ ปลูกมันสำปะหลัง วันที่ 15 ตุลาคม 2561 เก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 10 ตุลาคม 2562 ฤดูปลูก 360 วัน แบ่งการเก็บข้อมูลตามช่วงการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังเป็น 3 ช่วง คือ เจริญเติบโตระยะเริ่มต้น การเจริญเติบโตระยะกลางช่วงการเจริญเติบโต และในช่วงการเจริญเติบโตระยะสุดท้าย เมื่อเข้าสู่การเก็บข้อมูลวิจัย ได้แก่ ความชื้นในดินในขณะที่พืชเริ่มมีความเครียด คือ ช่วงการงดการให้น้ำประมาณ 1 สัปดาห์ และช่วงความเครียดมากคือ ช่วงเวลาที่งดการให้น้ำประมาณ 1 เดือนหรือดูจากความชื้นที่เหลืออยู่ในชั้นดินโดยตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความชื้นในดินแบบพกพา การเก็บข้อมูลนั้น เก็บข้อมูลการเจริญเติบของมันสำปะหลังได้แก่ ความสูงและขนาดความกว้างของลำต้น ข้อมูลความชื้นและค่านำไหลปากใบพืชนั้นจะเก็บพร้อมกันในช่วงระหว่างวัน โดยเก็บทุกๆชั่วโมง โดยเริ่มจาก 8.00 น. – 16.00 น. โดยค่านำไหลปากใบพืชนั้นมีการปรับค่าตามสภาพความกดอากาศทุกครั้งเก็บจำนวน 1 ครั้งต่อต้น และหาค่าเฉลี่ยทุกๆชั่วโมงเป็นตัวแทนค่าระหว่างวัน และหาค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของพันธ์มันสำปะหลังที่ทำการศึกษา ส่วนความชื้นในดินนั้นเก็บความชื้น 1 จุดต่อ 1 ต้นตัวอย่างจำนวน 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) (และนำค่าปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดในเขตรากพืช (TAW) ที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมาใช้โดยที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 54.18 มิลลิเมตร ดังแสดงใน Table 4 ทำให้สามารถคำนวณค่า P (depletion fraction) ได้จากสูตรคำนวณตามวิธีการที่ข้อที่ 6 ที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยผลการทดลองจะแบ่งเป็นช่วงเริ่มความเครียด และเริ่มมีความเครียดสูงจากการขาดน้ำเพิ่มขึ้น และได้คำนวณค่า P โดยหาค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ช่วงนี้ด้วย ผลการทดลองตามช่วงการเจริญเติบโต ดังต่อไปนี้

2.1 การปรับตัวของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของช่วงการเจริญเติบโตระยะเริ่มต้น

มันสำปะหลังช่วงตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) (0-160 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 160 วัน เมื่องดให้น้ำ 1 สัปดาห์ เป็นช่วงเริ่มต้นที่มันสำปะหลังเริ่มมีความเครียดจากการขาดน้ำในดิน กล่าวคือ โดยปกติมันสำปะหลังเมื่อได้น้ำเพียงพอนั้น ในส่วนของใบจะขนานกับพื้นดินเพื่อรับแสงเต็มที่ แต่เมื่อเริ่มมีความเครียดจากการขาดน้ำนั้น ในช่วงกลางวันที่มีแสงเต็มที่ ใบมันสำปะหลังจะลดขนาดพื้นที่รับแสงลงโดยใบจะตกลงปลายใบส่วนมากเกือบทั้งต้นจะชี้ลงพื้นดินตลอดทั้งวัน ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืชของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ระยอง 7 ระยอง 11 และระยอง 84-13 มีค่า 0.67 0.52 0.62 และ 0.52 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลังเกษตรศาสตร์ 50 ที่มีค่า 0.41 ในขณะเดียวกันค่านำไหลปากใบของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 7 มีค่า 1093.75 และ 983.91 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลัง

พันธุ์ระยอง11 ระยอง 84-13 และเกษตรศาสตร์ 50 มี 750.60 597.97 และ 582.06 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ค่านำไหลปากใบพืชแสดงการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร ถ้ามีค่านำไหลปากใบพืชสูงก็จะมีการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหารได้สูงเช่นกัน ส่วนปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 29.71 มิลลิเมตร ส่วนการเจริญเติบโตด้านความสูงมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และ เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 262.5 และ 236.5 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ระยอง 11 และระยอง 84-13 มีค่า 174.5 189.5 และ 192.8 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 5)

เจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) ซึ่งเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนเหมาะสมกับการศึกษาความเครียดของพืชเนื่องจากขาดน้ำมาก เพราะสามารถงดการให้น้ำได้มากและพืชจะตอบสนองต่อการขาดน้ำได้ดี กล่าวคือ เมื่องดให้น้ำ 1 เดือน เป็นช่วงเริ่มใกล้เข้าสู่ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวรของพืช ในช่วงนี้มันสำปะหลังจะเริ่มลดขนานพื้นที่ใบลงตลอดแต่ก็ยังขาดน้ำอยู่มันสำปะหลังเริ่มเข้าสู่ความเครียดรุนแรง โดยจะเริ่มเปลี่ยนสีใบและทำให้ใบแก่ร่วงลงเรื่อย ๆ การร่วงลดของใบไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ของใบทั้งหมด เพราะเข้าสู่ใกล้มากที่ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร ซึ่งเราใช้เครื่องวัดความชื้นในดินตรวจสอบทำให้ทราบค่าที่แน่ชัดผลของปริมาณน้ำในดิน ถ้าน้อยกว่านี้เกินไปการให้น้ำแล้วพืชจะกลับมาคงยาก ซึ่งคำนวณความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช ค่านำไหลปากใบ ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ความขยายความกว้างของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่า 0.28 436.65 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} 15.32 มิลลิเมตร และ 2.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนด้านความสูงของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 262.5 และ 236.5 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ระยอง 11 และ ระยอง 84-13 มีค่า 174.5 189.5 และ 192.8 ตามลำดับ (Table 6)

จาก Table 7 เป็นค่าเฉลี่ยของช่วงระหว่าการงดให้น้ำ 1 สัปดาห์จนถึง 1 เดือน พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่า 0.42 และ 22.51 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่สำหรับค่านำไหลปากใบของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 7 มีค่า 772.57 และ 753.45 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ระยอง 84-13 และเกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 578.61 526.58 และ 464.57 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ

มันสำปะหลังในช่วงตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) (0-160 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 160 วัน ประกอบมันสำปะหลัง 5 พันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืชที่วัดจริงในแปลงปลูกนั้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.42 ใกล้เคียงกันกับการกำหนดค่า Depletion Fraction จากการประมาณจากข้อมูลสภาพอากาศของ Allen et al., (1998) โดยมันสำปะหลัง 210 วัน มีรากลึกประมาณ 0.5-0.8 เมตร จะมีค่า Depletion Fraction 0.35 และ มันสำปะหลัง 360 วัน มีรากลึกประมาณ 0.7-1.0 เมตร จะมีค่า Depletion Fraction 0.40 ซึ่งจะใช้เป็นค่าเดียวทั้งฤดูปลูก การวัดค่าจริงในช่วงฤดูร้อนเพื่อกำหนดความพร่องของน้ำในเขตรากพืชมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

2.2 การปรับตัวของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของช่วงการเจริญเติบโตระยะกลาง

มันสำปะหลังในช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) (161-311 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 150 วัน เข้าสู่ฤดูฝน มันสำปะหลังมีความเครียดจากการขาดน้ำน้อย การงดให้น้ำไม่ค่อยมีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร โดยงดให้น้ำได้นานประมาณ 5 วัน ผลของปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) และการขยายขนาดความกว้างลำต้นของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.49 26.68 มิลลิเมตร และ 2.70 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนค่านำไหลปากใบของพืชนั้น มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 และ ระยอง 84-13 มีค่า 1860.44 และ 1652.50 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 8)

เมื่องดให้น้ำ 1 สัปดาห์ มันสำปะหลังไม่มีความเครียดจากการขาดน้ำ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) และการขยายขนาดความกว้างลำต้นของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.53 28.66 มิลลิเมตร และ 2.70 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับค่านำไหลปากใบของพืชนั้น มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ระยอง 84-13 และระยอง 9 มีค่า 3531.13 2989.66 และ 2908.56 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 กับ เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 2537.81 และ 2242.50 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ส่วนด้านความสูงของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และระยอง 9 มีค่า 314.3 และ 308.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ระยอง 11 และ ระยอง 84-13 มีค่า 256.3 241.3 และ 244.3 ตามลำดับ (Table 9)

จาก Table 10 พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ 0.51 และ 27.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่สำหรับค่านำไหลปากใบของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ระยอง 84-13 ระยอง 11 และระยอง 9 มีค่า 2513.78 2321.08 2199.13 และ 2174.44 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 1797.63 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}

มันสำปะหลังทั้ง 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) (161-311 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 150 วัน มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืชที่วัดเพื่อหาค่าจริงในแปลงนั้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.51 ในช่วงกลางของการเพาะปลูกมันสำปะหลังซึ่งเข้าสู่ฤดูฝน มันสำปะหลังมีความเครียดจากการขาดน้ำไม่รุนแรง และที่สำคัญการนำไหลปากปากใบพืชก็มีค่าสูงประมาณ 2201.21 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} เป็นช่วงการสังเคราะห์แสงเพื่อสะสมแป้งสร้างหัวมันสำปะหลัง ถ้าขาดน้ำจะส่งผลต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังค่อนข้างสูง

2.3 การปรับตัวของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำของช่วงการเจริญเติบโตระยะสุดท้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

มันสำปะหลังในช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) (312-360 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 48 วัน เข้าสู่ปลายฤดูฝน มันสำปะหลังมีความเครียดจากการขาดน้ำน้อยมากเนื่องจากการสะสมปริมาณน้ำในดินสูงรากพืชดูดใช้น้ำและธาตุอาหารค่อนข้างลึก การงดให้น้ำไม่ค่อยมีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหาร โดยงดให้น้ำได้นานประมาณ 5 วัน ผลของปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืชของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ระยอง 7 ระยอง 9 และระยอง 84-13 มีค่า 0.84 0.82 0.82 และ 0.80 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่างสถิติกับมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 0.70 และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) มีทิศทางเดียวกันค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืชของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ระยอง 7 ระยอง 9 และระยอง 84-13 มีค่า 45.62 44.38 44.52 และ 43.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่างสถิติกับมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 37.99 มิลลิเมตร เช่นเดียวกันกับค่านำไหลปากใบของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ระยอง 7 ระยอง 9 และระยอง 84-13 มีค่า 600.78 612.97 569.16 และ 540.13 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่างสถิติ กับมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 352.63 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} (Table 11)

เมื่องดให้น้ำ 1 สัปดาห์ มันสำปะหลังไม่มีความเครียดจากการขาดน้ำ พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.49 28.66 และ 26.66 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับค่านำไหลปากใบของพืชนั้น มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 7 มีค่า 1018.44 และ 1009.66 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ระยอง 84-13 และ เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 779.50 827.57 และ 421.31 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ส่วนด้านความสูงนั้น มันสำปะหลังพันธุ์ และระยอง 9 เกษตรศาสตร์ 50 และระยอง 7 มีค่าความสูงอยู่ที่ 367.8 346.8 และ 327.8 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 กับ ระยอง 84-13 มีค่า 290.8 และ 305.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 12)

จาก Table 13 พบว่า ความพร่องของน้ำในเขตรากพืช และปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายในเขตรากพืช (RAW) ของมันสำปะหลัง 5 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ 0.65 และ 34.89 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่สำหรับค่านำไหลปากใบของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ระยอง 84-13 ระยอง 11 และระยอง 9 มีค่า 2513.78 2321.08 2199.13 และ 2174.44 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 386.97 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}

มันสำปะหลังในช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) (312-360 วันหลังปลูก) ใช้เวลา 48 วัน เข้าสู่ปลายฤดูฝน มันสำปะหลังมีความเครียดจากการขาดน้ำน้อยมากเนื่องจากการสะสมปริมาณน้ำในดินสูงรากพืชดูดใช้น้ำและธาตุอาหารค่อนข้างลึก มันสำปะหลัง 5 พันธุ์ ได้แก่ ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 84-13 และเกษตรศาสตร์ 50 มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืชที่วัดเพื่อหาค่าจริงในแปลงนั้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 0.65

ศูนย์วิทยทรัพยากร

มันสำปะหลังทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช 0.42 0.51 และ 0.65 ที่ระยะตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) (0-160 วันหลังปลูก) ระยะกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) (161-311 วันหลังปลูก) และปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) (312-360 วันหลังปลูก) ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากใบพืช จึงมีปริมาณสูงขึ้นตามช่วงการเจริญเติบโต และลดลงในช่วงแบบคงที่ในช่วงท้ายฤดูปลูกเป็นแบบปกติของพืชที่มีการสังเคราะห์เพื่อสร้างหัว แต่ก็แนะนำว่า การปลูกพืชให้มีน้ำเพียงพอต่อการเจริญเติบโตในช่วงสร้างหัวมันสำปะหลังจะทำให้ผลผลิตสูงตามไปด้วย ปลูกช่วงเดือนตุลาคมจะเหมาะสมต่อการสร้างหัวมันให้มีปริมาณสูงอย่างแน่นอน ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินส่งผลต่อการดูดใช้น้ำในดินของพืชที่ปลูก ทำให้เกิดสภาวะขาดน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโดยตรงต่อสรีรวิทยาของพืช โดยพืชจะปรับตัวเพื่อความอยู่รอด เช่น การขาดน้ำไม่รุนแรงมากนักพืชจะมีการขยายตัวของใบ การร่วงของใบ การแก่ของใบ เป็นการตอบสนองอย่างรวดเร็วตามลำดับความรุนแรง อีกส่วนหนึ่งคือปิดเปิดปากใบและการสังเคราะห์แสง กล่าวคือ เมื่อสภาวะขาดน้ำทำให้มีการปิดเปิดปากใบจะส่งผลให้การใช้ CO_2 ลดลงด้วยเพราะ CO_2 จะผ่านเข้าทางทางปากใบพืช ดังนั้นเมื่อพืชมีการควบคุมการคายน้ำทำให้การสังเคราะห์ลดลงด้วย ในสภาวะขาดน้ำต่อเนื่อง แม้ว่าจะไม่รุนแรงสามารถส่งผลในการขยายตัวของพื้นที่ใบลดลงได้ แต่ก็ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (สายัณห์, 2537)

3. การเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากใบของมันสำปะหลังพันธุ์ในช่วงระหว่างวันเมื่อเกิดความเครียดจากการขาดน้ำ

การเปลี่ยนแปลงค่านำไหลปากในพืชนั้นจะแสดงให้เห็นว่าพืชมีการปิดเปิดปากใบอย่างไรเมื่อเกิดความเครียดจากการขาดน้ำ ซึ่งมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เหมือนกัน โดยเริ่มปลูกมันสำปะหลังวันที่ 15 เดือนตุลาคม 2561 และหลังปลูกประมาณ 3 เดือน ซึ่งงดการให้น้ำมันสำปะหลังประมาณ 1 สัปดาห์เพื่อให้มันสำปะหลังมีความเครียดจากการขาดน้ำ ณ วันที่ 15 มกกราคม 2562 ได้เก็บข้อมูลค่านำไหลปากใบพืชด้วยเครื่องวัดความต้านทานของปากใบพืช (AP4 Porometer) ทุกๆหนึ่งชั่งโมงในรอบวัน จาก 08.00 น. – 16.00 น. พบว่า มันสำปะหลัง 5 พันธุ์ ได้แก่ ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 84-13 และเกษตรศาสตร์ 50 ค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่เพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและลดลงอย่างช้าๆในช่วงบ่าย ค่านำไหลปากใบของมันสำปะหลังปริมาณที่แตกต่างกัน กล่าวคือ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 7 มีค่าประมาณ 1550 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีค่าประมาณ 1150 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ส่วนมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่า 850 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} และสุดท้ายมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 84-13 มีค่าน้อยที่สุดประมาณ 650 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} (Figure 1)

เมื่องดการให้น้ำประมาณ 1 เดือน เก็บข้อมูลค่านำไหลปากใบของมันสำปะหลัง 5 พันธุ์ ได้แก่ ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 84-13 และเกษตรศาสตร์ 50 อีกครั้งหนึ่ง พบว่า มันสำปะหลังเริ่มปรับเปลี่ยน กล่าวคือ ในภาพรวมจะเป็นช่วงของค่านำไหลปากใบจะแคบลง ในส่วนทิศทางของค่านำไหลปากใบพืชนั้น มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 84-13 ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 จะมีทิศทางเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและลดลงในช่วงบ่ายมีค่าสูงสุดประมาณ 800 700 และ 1350 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ตรงกันข้ามกับมันสำปะหลังพันธุ์

ศรีวิชัยการเกษตร

ระยอง 11 และ ระยอง 7 ทิศทางเพิ่มขึ้นในช่วงบ่าย มีค่าสูงสุดประมาณ 750 และ 1250 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ (Figure 2)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1.การหาความพร่องของน้ำในเขตรากพืชสามารถวัดได้จริงในสภาพแปลงปลูก ช่วงที่เหมาะสมในการหาค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช คือ ช่วงฤดูร้อนหรือฤดูแล้ง

2.มันสำปะหลังทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่าความพร่องของน้ำในเขตรากพืช 0.42 0.51 และ 0.65 ที่ระยะตั้งตัว (initial stage) จนถึงช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (Crop development stage) (0-160 วันหลังปลูก) ระยะกลางของการเพาะปลูก (Mid-season stage) (161-311 วันหลังปลูก) และปลายของการเพาะปลูก (Late-season stage) (312-360 วันหลังปลูก) ตามลำดับ

3.มันสำปะหลังทั้ง 5 พันธุ์ เมื่อมีความเครียดจากการขาดน้ำเพียงเล็กน้อยนั้น ค่านำไหลปากใบพืชมีทิศทางที่เพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและลดลงอย่างช้าๆในช่วงบ่าย และเมื่อมีความเครียดจากการขาดน้ำรุนแรงขึ้น มันสำปะหลังเริ่มปรับเปลี่ยนช่วงค่านำไหลปากใบให้แคบลง แต่ค่านำไหลปากใบพืชยังใกล้เคียงกับช่วงที่มีความเครียดจากการขาดน้ำไม่รุนแรงมากนัก และในส่วนทิศทางของค่านำไหลปากใบพืชที่มีการขาดน้ำรุนแรงนั้น มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 84-13 ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 จะมีทิศทางเพิ่มขึ้นในช่วงเช้าและลดลงในช่วงบ่าย ตรงกันข้ามกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 และ ระยอง 7 ทิศทางเพิ่มขึ้นในช่วงบ่าย

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลผลงานวิจัยไปพัฒนาต่อในเรื่องการคำนวณการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสำหรับมันสำปะหลัง 5 พันธุ์ ได้แก่ ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 84-13 และเกษตรศาสตร์ 50 และใช้วางแผนให้น้ำและธาตุอาหารในช่วงที่มีการขาดน้ำให้เหมาะสมตามพฤติกรรมของมันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและเพิ่มผลผลิตตามศักยภาพของมันสำปะหลังต่อไป

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) -

12. เอกสารอ้างอิง

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.

กรมวิชาการเกษตร

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.

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	0.262	0.038
10-20	0.201	0.036
20-30	0.197	0.044
30-40	0.194	0.051
40-60	0.195	0.091
60-100	0.282	0.207

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	0.262	26.18	26.18
10-20	100	0.201	20.07	46.25
20-30	100	0.197	19.71	65.96
30-40	100	0.194	19.44	85.40
40-60	200	0.195	39.00	124.40
60-100	400	0.282	112.88	237.28

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

soil depths cm	Thickness layer mm	Moisture Content $cm^3\ cm^{-3}$	Storage mm water	Cumulative Storage mm water

กรมวิชาการเกษตร

0-10	100	0.038	3.77	3.77
10-20	100	0.036	3.60	7.37
20-30	100	0.044	4.41	11.78
30-40	100	0.051	5.07	16.85
40-60	200	0.091	18.15	35.00
60-100	400	0.207	82.95	117.94

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	0.224	22.41	22.41
10-20	100	0.165	16.47	38.89
20-30	100	0.153	15.30	54.18
30-40	100	0.144	14.37	68.55
40-60	200	0.104	20.85	89.41
60-100	400	0.075	29.93	119.34

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

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$		Height (cm)	Stem width (cm)
Rayong 7	28.12a[1]	983.91ab[1]	0.52ab[1]	174.5b[1]	2.2a[1]
Rayong 9	36.32a	1093.75a	0.67a	262.5a	2.3a
Rayong 11	33.43a	750.60bc	0.62ab	189.5b	2.2a
Rayong 84-13	28.23a	597.97c	0.52ab	192.8b	2.1a
Kasetsart 50	22.44a	582.06c	0.41b	236.5a	2.4a
mean	**29.71**	**801.66**	**0.55**	211.20	2.30
CV (%)	**28.3**	**19.7**	**28.2**	**12.9**	**12.6**

[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 Cassava cultivation. (LOWER)

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
Rayong 7	15.53a[1]	523.00a[1]	0.29a[1]	174.5b[1]	2.2a[1]
Rayong 9	17.20a	451.36a	0.32a	262.5a	2.3a
Rayong 11	14.96a	406.63a	0.28a	189.5b	2.2a
Rayong 84-13	15.71a	455.19a	0.29a	192.8b	2.1a
Kasetsart 50	13.17a	347.07a	0.25a	236.5a	2.4a
mean	**15.32**	**436.65**	**0.28**	**211.2**	**2.3**
CV (%)	**31.3**	**4.9**	**31.4**	**12.9**	**12.6**

[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 Cassava cultivation. (AVERAGE)

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}	
Rayong 7	21.83a[1]	753.45a[1]	0.40a[1]
Rayong 9	26.77a	772.57a	0.49a
Rayong 11	24.20a	578.61b	0.45a
Rayong 84-13	21.98a	526.58b	0.41a
Kasetsart 50	17.81a	464.57b	0.33a
mean	**22.51**	**619.15**	**0.42**
CV (%)	**26.6**	**13.2**	**26.5**

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

กรมวิทยาศาสตร

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

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
Rayong 7	24.05a[1]	1496.44bc[1]	0.44a[1]	256.3b[1]	2.60a[1]
Rayong 9	26.75a	1440.31bc	0.50a	308.8a	2.72a
Rayong 11	29.00a	1860.44a	0.54a	241.3b	2.61a
Rayong 84-13	27.42a	1652.50ab	0.51a	244.3b	2.59a
Kasetsart 50	26.19a	1352.75c	0.49a	314.3a	2.94a
mean	**26.68**	**1560.49**	**0.49**	**273.0**	**2.70**
CV (%)	**15.8**	**11.1**	**15.9**	**9.4**	**15.7**

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

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

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
Rayong 7	25.55a[1]	3531.13a[1]	0.47a[1]	256.3b[1]	2.60a[1]
Rayong 9	30.36a	2908.56ab	0.56a	308.8a	2.72a
Rayong 11	30.84a	2537.81b	0.57a	241.3b	2.61a
Rayong 84-13	28.89a	2989.66ab	0.54a	244.3b	2.59a
Kasetsart 50	27.66a	2242.50b	0.51a	314.3a	2.94a
mean	**28.66**	**2841.93**	**0.53**	**273.0**	**2.70**
CV (%)	**17.1**	**19.1**	**16.6**	**9.4**	**15.7**

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

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

กรมวิชาการเกษตร

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}	
Rayong 7	24.80a[1]	2513.78a[1]	0.46a[1]
Rayong 9	28.56a	2174.44ab	0.53a
Rayong 11	29.92a	2199.13ab	0.55a
Rayong 84-13	28.16a	2321.08a	0.52a
Kasetsart 50	26.92a	1797.63b	0.50a
mean	**27.67**	**2201.21**	**0.51**
CV (%)	**12.5**	**12.1**	**12.6**

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

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
Rayong 7	44.38a[1]	612.97a[1]	0.82a[1]	327.8abc[1]	3.4b[1]
Rayong 9	44.52a	569.16a	0.82a	367.8a	4.0a
Rayong 11	45.62a	600.78a	0.84a	290.8c	3.7ab
Rayong 84-13	43.14ab	540.13a	0.80ab	305.0bc	3.5ab
Kasetsart 50	37.99b	352.63b	0.70c	346.8ab	3.9a
mean	**43.13**	**535.13**	**0.80**	**327.6**	**3.7**
CV (%)	**8.5**	**20.7**	**8.3**	**9.0**	**8.4**

[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 Cassava cultivation. (LOWER)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction	Growth	
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}		Height (cm)	Stem width (cm)
Rayong 7	24.68a[1]	1009.66a[1]	0.46a[1]	327.8abc[1]	3.4b[1]
Rayong 9	26.47a	1018.44a	0.49a	367.8a	4.0a
Rayong 11	26.98a	779.50b	0.50a	290.8c	3.7ab
Rayong 84-13	28.13a	827.57b	0.52a	305.0bc	3.5ab
Kasetsart 50	27.04a	421.31c	0.50a	346.8ab	3.9a
mean	**26.66**	**811.30**	**0.49**	**327.6**	**3.7**
CV (%)	**24.4**	**13.1**	**24.5**	**9.0**	**8.4**

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

Treatment	RAW	Stomatal conductance	p fraction
	mm Water	mmol H_2O m^{-2} s^{-1}	
Rayong 7	34.53a[1]	811.31a[1]	0.64a[1]
Rayong 9	35.49a	793.80a	0.66a
Rayong 11	36.30a	690.14a	0.67a
Rayong 84-13	35.63a	683.85a	0.66a
Kasetsart 50	32.51a	386.97b	0.60a
mean	**34.89**	**673.21**	**0.65**
CV (%)	**13.1**	**11.9**	**13.1**

[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

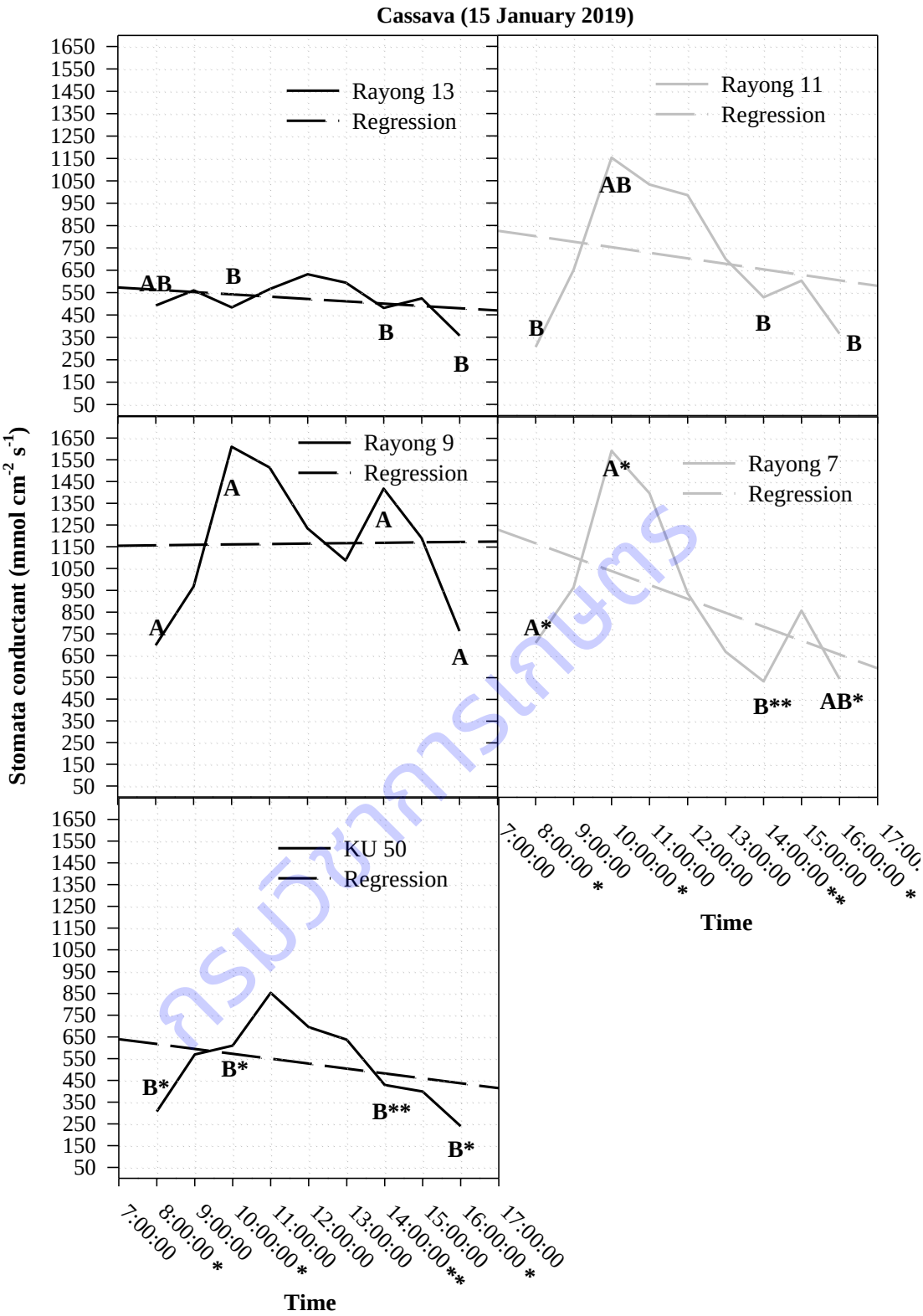

Figure 1 Presented stomata conductance values on in Initial stage of Cassava cultivation (UPPER) each hourly compared by LSD. (15 January 2019)

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

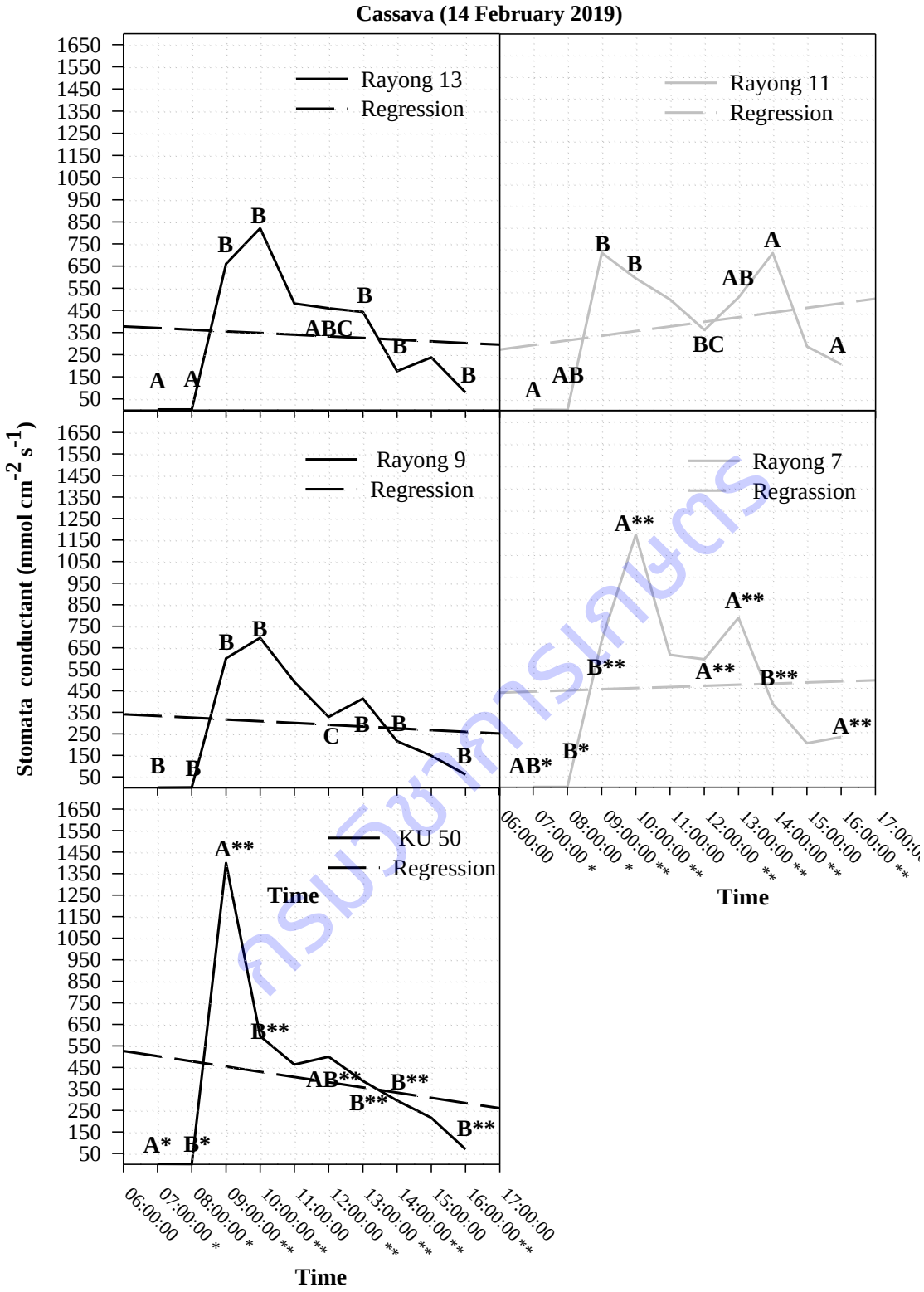

Figure 2 Presented stomata conductance values on in Initial stage of Cassava cultivation (LOWER) each hourly compared by LSD. (14 February 2019)

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