

ผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในช่วงต้นของฤดูต้นฝน ภายใต้การให้น้ำหยดใต้ผิวดิน และน้ำหยดบนดิน เปรียบเทียบกับน้ำฝนตามธรรมชาติ

Yield of Cassava Grown in Beginning of Early Rainy Season under Supplemental Subsurface–Dripped and Surface–Dripped Irrigations in Comparison to Natural Rainfed Condition

นรชัย ช่วยพรัตน์¹ สุตเชตต์ นาคะเสถียร^{1,*} เอ็จ สโรบล¹ วิจารย์ วิชชุกิจ¹
ชัยสิทธิ์ ทองจู้² สุเมธ ทับเงิน³ สุตสายสิน แก้วเรือง⁴ และ คัทลียา ฉัตรเที่ยง⁵

Norachai Chuayprut¹ Sutkhet Nakasathien^{1,*}, Ed Sarobol¹, Vichan Vichukit¹
Chaisit Thongjoo², Sumet Tub-nguen³, Sudsaisin Kaewrueng⁴ and Cattleya Chutteang⁵

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand

² ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² Department of Soil science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

³ สถานีวิจัยเขาคินซอน ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

³ Kao Hin Som Research Station, Agricultural Research and Technology Transfer Center, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand

⁴ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

⁴ Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok campus, Bangkok, 10900, Thailand

⁵ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

⁵ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

รับเรื่อง: ธันวาคม 2559 Received: December 2016

รับตีพิมพ์: กุมภาพันธ์ 2560 Accepted: February 2017

* Corresponding author: agrskn@ku.ac.th

ABSTRACT: Cassava production under well- and more precisely management of water and fertilizer would increase the yield up to its potential. Thus, the production methodology was developed to overcome these limitations and promote the crop productivity. The experiment was done to compare the crop physiological characteristics, root yield and starch content under 3 different regimens: subsurface dripped-, surface dripped-irrigations and control (rainfed condition) and cassava was planted at the beginning of early rainy seasons (April 2014). The Strip plot RCBD with 4 replications was adopted with 3 Vertical plots of 1) subsurface dripped-irrigation with fertigation (SDI), 2) surface dripped-irrigation with fertigation (DI) and 3) natural rainfed with top-dressed-fertilization (RF). Horizontal plots were 2 cassava varieties, KU50 and HB80. Data were collected for yield, root starch percentage, fresh and dry weight for all plant

parts (leaves, stems, root) at 8, 10 and 12 months after planting (MAP), The results showed cassava responded to different irrigation and fertilization methods and 2 cassava varieties. Average yield of cassava was 6.3, 7.8 and 8.2 ton/rai at 8, 10 and 12 MAP, respectively. Cassava under subsurface dripped irrigation with fertigation had relative yield increase of 25, 20 and 57 % with the total supply of water (SDI+rainfall) of 742, 890 and 1,118 mm, dripped irrigation with fertigation increase of 23, 19 and 28 % with the total supply of water (DI + rainfall) of 755, 1,009 and 1,301 mm for cassava at 8, 10 and 12 MAP in comparison to natural rainfed condition that allowed the total rainfall of 509, 515 และ 543 mm, respectively. Crop physiological characteristics and starch content under SDI and DI were higher than RF, especially the cassava into a state of drought. The expected output will be the distinction of water and fertilizer applications in 3 different methods to improve the cassava productivity to accommodate the expansion of industrial demand nowadays.

Keywords: Cassava, subsurface dripped-irrigations, surface dripped-irrigations, fertilizer

Agricultural Sci. J. (2017) Vol. 48(3): 346–357

ว. วิทย. กษ. (2560) 48(3): 346–357

บทคัดย่อ

น้ำและปุ๋ยเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลผลิตมันสำปะหลัง หากสามารถจัดการกับปัจจัยดังกล่าวได้อย่างละเอียดและแม่นยำ ผลผลิตของมันสำปะหลังน่าจะยกระดับขึ้นได้อีกตามศักยภาพพืช ดังนั้นการพัฒนาวิธีการผลิต ที่สามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้ จะเป็นการส่งเสริมประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังได้ดียิ่งขึ้น การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางการเกษตร และผลผลิตของมันสำปะหลังภายใต้วิธีการให้น้ำและปุ๋ยที่แตกต่างกัน โดยทดลองปลูกในช่วงต้นของฤดูปลูกต้นฝน (เมษายน 2557) วางแผนการทดลองแบบ Strip plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนด Vertical plot คือ วิธีการให้น้ำและปุ๋ย ซึ่งมี 3 วิธี ได้แก่ น้ำหยดใต้ผิวดินลึก 20 ซม. พร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อ (SDI) น้ำหยดบนดินพร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อ (DI) และน้ำฝนตามธรรมชาติ พร้อมกับการให้ปุ๋ยแบบเม็ดทางดินแล้วฝังกลบ (RF) โดยทุกวิธีการจะให้ปุ๋ยเคมี 1 ครั้ง สูตร 13-13-21

อัตรา 50 กก./ไร่ ที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก (MAP) และ Horizontal plot คือ พันธุ์มันสำปะหลัง ซึ่งมี 2 พันธุ์ ได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 และหัวยบง 80 เก็บข้อมูลผลผลิต น้ำหนักหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง ปริมาณแป้ง และดัชนีเก็บเกี่ยว รวมถึงความสูงของต้นมันสำปะหลังที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP ผลจากการทดลอง พบว่าพันธุ์มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อวิธีการให้น้ำและปุ๋ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวสดเท่ากับ 6.3, 7.8 และ 8.2 ตัน/ไร่ ที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP ตามลำดับ มันสำปะหลังภายใต้ SDI มีผลทำให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นร้อยละ 25, 20 และ 57 โดยมีปริมาณน้ำที่ได้รับทั้งหมดเท่ากับ 742, 890 และ 1,118 มม. และมันสำปะหลังภายใต้ DI มีผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้นร้อยละ 23, 19 และ 28 มีปริมาณน้ำที่ได้รับทั้งหมดเท่ากับ 755, 1,009 และ 1,301 มม. ที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมันสำปะหลังภายใต้ RF ซึ่งมีปริมาณน้ำที่ได้รับจากน้ำฝนเพียงอย่างเดียวเท่ากับ 509, 515 และ 543 มม. รวมถึงการเพิ่มการเจริญ

เดบิต เเปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวสดและปริมาณแบ่ง ดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง โดยเฉพาะช่วงที่มันสำปะหลังประสบสภาวะแล้ง การทดลองครั้งนี้ พบว่าการจัดการวิธีการให้น้ำหยดใต้ผิวดินลึก 20 ซม. พร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ เป็นวิธีการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสามารถรักษาระดับความชื้นของดินได้ดี ประหยัดทรัพยากรน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่มันสำปะหลังภายใต้ DI ได้รับ ในทุกช่วงอายุการเก็บเกี่ยว และให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังสูงสุดสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตมันสำปะหลัง ในการรองรับการขยายตัวอุตสาหกรรมในปัจจุบัน

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง, น้ำหยดใต้ผิวดิน, น้ำหยดบนดิน, ปุ๋ย

บทนำ

ความต้องการมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล เพื่อตอบสนองนโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทนและประหยัดพลังงานของชาติมีมากขึ้น โดยในปี 2556, 2557, 2558 และ 2559 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตเอทานอล 2.9, 3.1, 3.3 และ 3.5 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งต้องการมันสำปะหลังหัวสดเพื่อการผลผลิตเอทานอลมากกว่า 1.7 ล้านตันต่อปี (Bank of Thailand, 2016) จากแนวโน้มความต้องการที่สูงขึ้นส่งผลให้ประเทศไทยประสบปัญหาที่จะต้องผลิตมันสำปะหลังหัวสดให้ได้มากกว่า 30 ล้านตันต่อปี เมื่อเทียบกับผลผลิตที่ผ่านมา ในปี 2555, 2556 และ 2557 ซึ่งผลิตได้เพียงปีละ 30 ล้านตัน เท่านั้น (Office of Agricultural Economics, 2015) จึงจำเป็นต้องค้นหาวิธีที่จะเพิ่มหรือพัฒนาผลิตภาพของมันสำปะหลังโดยเร็วที่สุด เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการและคุ้มค่าต่อการลงทุน การขยายพื้นที่ปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตมากขึ้นเป็นไปได้ยาก จึงต้องหาแนวทางเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น Nakasathien

et al. (2011); Sinworn and Duangpatra (2014); Howeler and Tan (2000) พบว่า ปัจจัยน้ำและปุ๋ยส่งผลต่อพัฒนาการและการสร้างผลผลิตของมันสำปะหลัง หากสามารถจัดการกับปัจจัยน้ำและปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถยกระดับผลผลิตตามศักยภาพพืชได้อีก นำไปสู่การจัดการจัดการวิธีการให้น้ำสำหรับวิธีการให้น้ำหยด เป็นวิธีการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดทรัพยากรน้ำ และสามารถให้ปุ๋ยหรือสารเคมีพร้อมกับการให้น้ำได้จึงถูกนำมาใช้ในการปลูกมันสำปะหลังภายใต้วิธีการให้น้ำหยดใต้ผิวดินและน้ำหยดบนดิน เปรียบเทียบกับน้ำฝนตามธรรมชาติครอบคลุมถึงวิธีการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ เปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยทางดินแบบเม็ดฝังกลบ ติดตามข้อมูลลักษณะทางการเกษตร เป็นดัชนีชี้วัดเพื่อประเมินการตอบสนองและศักยภาพของพืช ตลอดจนการเปรียบเทียบผลผลิตและปริมาณแบ่งของมันสำปะหลังด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในช่วงต้นของฤดูต้นฝน ภายใต้การให้น้ำหยดใต้ผิวดินและน้ำหยดบนดิน เปรียบเทียบกับน้ำฝนตามธรรมชาติ มีรายละเอียดดังนี้

1. ปลูกมันสำปะหลังในช่วงต้นของฤดูปลูกต้นฝน (Beginning of early rainy season) เดือนเมษายน 2557 ณ สถานีวิจัยเขาคันทรง อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา วางแผนการทดลองแบบ Strip plot in RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1.1 Vertical plot คือ วิธีการให้น้ำและปุ๋ย 3 วิธีการ ได้แก่

1.1.1 การให้น้ำหยดใต้ผิวดินลึก 20 ซม. พร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ (SDI)

1.1.2 การให้น้ำหยดบนดินพร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ (DI)

1.1.3 การให้น้ำฝนตามธรรมชาติ

พร้อมกับการให้ปุ๋ยแบบเม็ดทางดินแล้วฝังกลบ (RF)

1.2 Horizontal plot คือ พันธุ์มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ ได้แก่

1.2.1 เกษตรศาสตร์ 50 (KU 50)

1.2.2 หัวยง 80 (HB 80)

2. ขนาดแปลงทดลองและพื้นที่เก็บเกี่ยว ประกอบด้วย 1) ขนาดแปลงทดลอง มีขนาด 96 x 48 ตร.ม. 2) ขนาดแปลงย่อยของ Vertical plots มีขนาด 32 x 48 ตร.ม. 3) ขนาดแปลงของ Horizontal plots มีขนาด 8 x 24 ตร.ม. 4) พื้นที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างมีขนาด 2.4 x 8.4 ตร.ม จำนวน 21 ต้น

3. ใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์หัวยง 80 ขนาดความยาว 20 ซม. แช่สารไทโอะมีโทแซม (thiamectoxam) ความเข้มข้น 5% ต่อน้ำ 1 ลิตร เพื่อป้องกันโรคและแมลง และแช่ด้วยสังกะสีซัลเฟต ($ZnSO_4$) ความเข้มข้น 2% ปลุกแบบปักตรง กำหนดระยะปลูกระหว่างแถว 1.2 ม. ระยะปลูกระหว่างต้น 0.8 ม.

4. หลังปลุกมันสำปะหลัง กำจัดวัชพืชในแปลงทดลองที่ระยะ 1-3 MAP และให้ปุ๋ย 1 ครั้ง สูตร 13-13-21 อัตรา 50 กก./ไร่ ที่ระยะ 1 MAP โดยมันสำปะหลังภายใต้ให้น้ำหยดได้ผลผลิต 20 ซม. และน้ำหยดบนดิน จะมีการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ ส่วนมันสำปะหลังภายใต้ให้น้ำฝนตามธรรมชาติจะให้ปุ๋ยแบบเม็ดทางดินแล้วฝังกลบระหว่างต้น ซึ่งวิธีการให้น้ำและปุ๋ยทั้ง 3 วิธี ได้รับเนื้อปุ๋ย N, P_2O_5 และ K_2O เท่ากับ 6.5, 6.5 และ 10.5 กก./ไร่ ตามลำดับ เท่ากันทุกวิธี

5. การวางแผนการจัดการวิธีการให้น้ำของมันสำปะหลัง แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ 1) การให้น้ำหยดใต้ผลผลิต 20 ซม. 2) การให้น้ำหยดบนดิน และ 3) การให้น้ำฝนตามธรรมชาติ ซึ่งวิธีการให้น้ำหยดใต้ผลผลิต 20 ซม. และน้ำหยดบนดิน จะรักษาความชื้นของดินที่ระดับ -30 ถึง -60 kPa ด้วยระบบอัตโนมัติ โดยควบคุม soil matric potential ที่ระดับความลึก 30 ซม. จากผลผลิต เมื่อค่าสูงกว่า -60 kPa เครื่องวัดแรงดึงน้ำของดินจะส่งสัญญาณไปที่ตู้ควบคุมสั่ง solenoid valve ให้เปิดน้ำเข้าไปยังแปลงทดลองเพื่อเพิ่มความชื้นในดิน เมื่อ soil matric potential ที่ระดับ 30 ซม. ลดลงถึง -30 kPa เครื่องวัดแรงดึงน้ำของดินที่ระดับความลึกเดียวกันก็จะส่งสัญญาณไปที่ตู้ควบคุมสั่ง solenoid valve ให้ปิดน้ำ โดยจะติดตั้งหัวน้ำหยดตรงกึ่งกลางระหว่างต้นมันสำปะหลัง ซึ่งแต่ละหัวน้ำหยดจะมีระยะห่าง 80 ซม. มีอัตราการให้น้ำ 2.2 ลิตร/ชั่วโมง

6. เก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตของมันสำปะหลัง ที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP เก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

6.1 ความสูง เก็บข้อมูลความสูงของต้นมันสำปะหลัง โดยวัดความสูงตั้งแต่ข้อกิ่งที่เป็นต้นหลักของต้นมันสำปะหลังถึงส่วนที่สูงที่สุดของต้นมันสำปะหลัง โดยใช้ไม้เมตรเป็นอุปกรณ์ในการวัดความสูง

6.2 น้ำหนักหัวสด ชูตเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ทั้งต้นจำนวน 21 ต้น โดยใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว ซึ่งด้วยเครื่องชั่งขนาด 60 กก. บันทึกค่า แล้วคำนวณค่าน้ำหนักหัวสดเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ดังสมการ

$$\text{น้ำหนักหัวสด (ตัน/ไร่)} = \frac{\text{น้ำหนักหัวสด (ตัน) 21 ต้น}}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว } 2.4 \times 8.4 \text{ ตร.ม.}} \times 1,600 \text{ ตร.ม.}$$

6.3 เปอร์เซนต์แป้งในหัวสด สุ่มหัวสดของมันสำปะหลังจากพื้นที่เก็บเกี่ยว 21 ต้น มาสับเป็นท่อน ๆ คัดเอาส่วนหัวและท้ายออก จากนั้นนำตัวอย่างหัวสดของมันสำปะหลังที่สับแล้วไปวัดปริมาณแป้งด้วยเครื่องชั่งวัดปริมาณแป้ง (Riemann balance) ใช้หัวมัน

สำปะหลังที่สับจำนวน 5 กิโลกรัม จากนั้นนำมันสำปะหลังไปชั่งในน้ำ แล้วอ่านค่าเปอร์เซนต์แป้งของหัวสดมันสำปะหลังจากเครื่อง เปลี่ยนน้ำที่เครื่องชั่งวัดปริมาณแป้งทุก ๆ 4-6 ตัวอย่าง

6.4 ผลผลิตแป้ง คำนวณได้ดังสมการ

ผลผลิตแป้ง = เปอร์เซ็นต์แป้ง × น้ำหนักสดหัวต่อไร่ของมันสำปะหลัง

6.5 ดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง คำนวณได้ดังสมการ

$$\text{ดัชนีเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{น้ำหนักผลผลิตหัวสด} \times 100}{\text{น้ำหนักทั้งต้น}}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

1. ผลผลิตหัวสด

วิธีการให้น้ำและปุ๋ย และพันธุ์มันสำปะหลัง มีผลต่อการสะสมน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP คือ มันสำปะหลังมีน้ำหนักหัวสดเฉลี่ยเท่ากับ 6.3, 7.8 และ 8.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (Table 3, 4 and 5) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ที่อายุ 8 และ 10 MAP วิธีการให้น้ำและปุ๋ย พันธุ์มันสำปะหลัง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้น้ำและปุ๋ยร่วมกับพันธุ์มันสำปะหลัง ไม่มีผลทำให้น้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลัง แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า ที่อายุ 12 MAP มันสำปะหลังภายใต้ SDI และ DI ให้ผลผลิตหัวสดที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับมันสำปะหลังภายใต้ RF โดยมันสำปะหลังภายใต้ SDI มีน้ำหนักหัวสดเท่ากับ 10.0 ตัน/ไร่ สูงกว่ามันสำปะหลังภายใต้ DI และ RF ที่มีน้ำหนักหัวสดเท่ากับ 8.2 และ 6.4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 และ 12 MAP พบว่า ผลของวิธีการให้น้ำและปุ๋ย มีผลทำให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังภายใต้ SDI เพิ่มขึ้นร้อยละ 25, 20 และ 57 และมันสำปะหลังภายใต้ DI มีผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้นร้อยละ 23, 19 และ 29 เมื่อเปรียบเทียบกับมันสำปะหลังภายใต้ RF ตามลำดับ (Table 2) สอดคล้องกับงานทดลองของ Nakasathien *et al.* (2011) ที่ได้ทดสอบระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดระดับผิวดินเพิ่มเติมจากน้ำฝนธรรมชาติในอัตรา 150 มม./ปี

พบว่า การให้น้ำหยดเพิ่มเติมทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นร้อยละ 12, 5 และ 11 ที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP ตามลำดับ และสอดคล้องกับ Samutthong (2007) ศึกษาเปรียบเทียบการให้น้ำแก่มันสำปะหลังแบบสปริงเกอร์ ด้วยการให้น้ำอัตรา 60 มม./เดือน ส่งผลให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด คือ 9.1 ตัน/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำฝนตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียวที่ให้ผลผลิตเพียง 5.2 ตัน/ไร่ นอกจากนี้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงในรูปแบบการให้น้ำด้วยวิธีให้น้ำชลประทานใต้ดินลึก 40 ซม. โดย Sinworn and Duangpatra (2014) พบว่า มันสำปะหลังที่มีวิธีการให้น้ำชลประทานลึก 40 ซม. ให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการให้น้ำใต้ดินลึก 10 ซม. และวิธีการให้น้ำหยดบนผิวดิน

2. ความสูงต้น

จากการทดลอง มันสำปะหลังที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP มีความสูงต้นเฉลี่ยเท่ากับ 221.0, 248.0 และ 267.0 ซม. ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า วิธีการให้น้ำและปุ๋ย พันธุ์มันสำปะหลัง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้น้ำและปุ๋ยร่วมกับพันธุ์มันสำปะหลัง ไม่มีผลต่อความสูงของต้นมันสำปะหลัง (Table 3, 4 and 5)

3. เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสด และผลผลิตแป้ง

มันสำปะหลังที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP มีเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสด 31.1, 28.0 และ 25.6% ตามลำดับ และผลผลิตแป้งเฉลี่ยเท่ากับ 2.0, 2.2 และ 2.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (Table 3, 4 and 5) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า วิธีการให้น้ำ

และปุ๋ย ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวสด และผลผลิตแบ่งของมันสำปะหลังที่อายุ 8 และ 10 MAP แตกต่างกัน แต่ผลการทดลองที่อายุ 12 MAP มันสำปะหลังภายใต้ DI มีเปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวสดสูงสุด รองลงมาคือ มันสำปะหลังภายใต้ SDI และมันสำปะหลังภายใต้ RF มีเปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวสดต่ำสุด คือ 29.1, 26.5 และ 21.2% ตามลำดับ

ผลผลิตแบ่งของมันสำปะหลัง พบว่า ที่อายุ 12 MAP มันสำปะหลังภายใต้ SDI และ DI มีปริมาณแบ่งเท่ากับ 2.7 และ 2.4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ สูงกว่ามันสำปะหลังภายใต้ RF อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีผลผลิตแบ่ง 1.4 ตัน/ไร่ (Table 5) สอดคล้องกับการทดลองของ Booth (1976) ที่กล่าวว่า อิทธิพลของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสังเคราะห์แบ่ง เปอร์เซ็นต์แบ่ง และผลผลิตของมันสำปะหลัง เช่นเดียวกับผลการทดลอง Maini and Balagopal (1978) และ Wenham (1995) พบว่า การจัดการน้ำที่ดีมีผลทำให้น้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติไม่พบความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์มันสำปะหลัง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้น้ำและปุ๋ยร่วมกับพันธุ์มันสำปะหลัง ที่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวสด และปริมาณแบ่งของมันสำปะหลังเกิดความแตกต่างทางสถิติ (Table 5) แต่พบว่า ที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP เปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 (31.3, 28.6 และ 26.1% ตามลำดับ) มีแนวโน้มสูงกว่ามันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (30.9, 27.5 และ 25.1% ตามลำดับ) สอดคล้องกับ Vichukit *et al.* (2011) ที่พบว่า เปอร์เซ็นต์แบ่งเฉลี่ยในหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 สูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เช่นเดียวกับผลผลิตแบ่งของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่แนวโน้มสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในทุกช่วงอายุการเก็บเกี่ยว

4. ดัชนีเก็บเกี่ยว

มันสำปะหลังที่ 8 10 และ 12 MAP มีดัชนีเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 71.3, 73.1 และ 71.3 ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า วิธีการให้น้ำและปุ๋ย ไม่มีผลทำให้ดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3, 4 and 5) แต่เมื่อพิจารณาผลของพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า ที่อายุ 10 และ 12 MAP มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 มีดัชนีเก็บเกี่ยว เท่ากับ 76.2 และ 74.9 สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่มีดัชนีเก็บเกี่ยว เท่ากับ 69.9 และ 67.6 ตามลำดับ

ปริมาณน้ำที่มันสำปะหลังได้รับ

มันสำปะหลังที่ปลูกช่วงต้นของฤดูปลูกต้นฝนได้รับน้ำจากน้ำฝนสะสมตามธรรมชาติที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP เท่ากับ 509, 515 และ 543 มม. ตามลำดับ (Table 1) และเมื่อรวมกับปริมาณน้ำที่เพิ่มโดยวิธีการ SDI ที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP เท่ากับ 233, 375 และ 495 มม. ตามลำดับ พืชจะได้รับน้ำทั้งหมดเท่ากับ 742, 890 และ 1,118 มม. ตามลำดับ

ขณะที่ปริมาณการให้น้ำโดยวิธีการ DI ที่อายุ 8, 10 และ 12 MAP เท่ากับ 246, 495 และ 758 มม. ตามลำดับ ซึ่งเมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนสะสมตามธรรมชาติ พืชจะได้รับน้ำทั้งหมดเท่ากับ 755, 1,009 และ 1,301 มม. ตามลำดับ (Table 1) ทั้งนี้หากพิจารณาเฉพาะวิธีการให้น้ำและปุ๋ย แบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี จะพบว่า ที่อายุ 8 10 และ 12 MAP มันสำปะหลังภายใต้ SDI มีการให้น้ำรวมน้อยกว่า DI ร้อยละ 5, 24 และ 24 ตามลำดับ จึงเป็นวิธีการที่ประหยัดน้ำมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ Blass (1964), Davis (1974), Hall (1985) และ Reich *et al.* (1920) อธิบายว่า การให้น้ำทางใต้ผิวดินสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชมากกว่าการให้น้ำทางผิวดิน ไม่เกิดการไหลบ่าและลดการระเหยของน้ำบนผิวดิน จากการศึกษาวิธีการให้น้ำและปุ๋ย และพันธุ์มันสำปะหลัง ที่มีผลต่อลักษณะทางการเกษตร และผลผลิตของมันสำปะหลัง ในภาพรวมพบว่า การให้น้ำและปุ๋ยด้วยวิธี SDI และ DI มีผลทำให้ผลผลิตของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น กล่าวคือ มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวยาวนาน

ใน 1 ฤดูปลูกจะประสบกับช่วงแล้ง 5-6 เดือน (Ludlow and Muchow, 1987) ซึ่งทำให้มันสำปะหลังต้องเข้าสู่ระยะพักตัวและทิ้งใบ (Onwueme, 1978) และมันสำปะหลังที่ขาดน้ำจะมีการผลิตใบน้อยกว่ามันสำปะหลังที่ได้รับน้ำปกติ ส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลัง Connor and Cock (1981) นอกจากนี้ การจัดการน้ำมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช ควบคุมการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การสะสมแป้งของมันสำปะหลังที่มากถึงร้อยละ 85 ของน้ำหนักแห้ง (Cock, 1985) และการทำงานของฮอร์โมนพืชที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แป้ง รวมถึงการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ที่

มีผลต่อคุณภาพของพืช (Alisdair *et al.*, 2002)

ดังนั้นการเขตกรรมมันสำปะหลังถ้าสามารถจัดการดินที่ปลูกให้ได้รับความชื้นที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงระยะการพักตัวของมันสำปะหลังที่มีการทิ้งใบเนื่องจากเข้าสู่สภาวะแล้ง และระยะฟื้นตัวที่มันสำปะหลังจะนำอาหารที่สะสมมาสร้างพุ่มใบใหม่อีกครั้ง อาจจะแสดงศักยภาพการให้ผลผลิตสูงขึ้น ในการทดลองครั้งนี้พบว่า การให้น้ำหยดได้ผลดีรวมทั้งการให้ปุ๋ยทางท่อน้ำ เป็นวิธีที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพใช้น้ำของพืช เพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพได้ และเป็นวิธีที่ประหยัดน้ำมากกว่าเมื่อเทียบกับการให้น้ำหยดบนดิน

Table 1 Total water supply under subsurface-dripped and surface-dripped irrigation with natural rainfall at 8, 10 and 12 months after planting

Harvesting Months	Treatment	Irrigation (mm)		Natural rainfed (mm)		Total (mm)
		received	Accumulate	received	Accumulate	
8 MAP (May 14 – Dec 16)	SDI	37	233	69	509	742
	DI	46	246	69	509	755
	RF	–	–	69	509	509
10 MAP (May 14 – Feb 15)	SDI	142	375	6	515	890
	DI	249	494	6	515	1,009
	RF	–	–	6	515	515
12 MAP (May 14 – May 15)	SDI	200	575	28	543	1,118
	DI	264	758	28	543	1,301
	RF	–	–	28	543	543

Table 2 Relative fresh root yield percentage affecting by subsurface-dripped and surface-dripped irrigation comparing with natural rainfall at 8, 10 and 12 months after planting

Irrigation and fertilization methods	Harvesting months	Relative fresh root yield (%)		
		8 MAP	10 MAP	12 MAP
SDI		125	120	157
DI		123	119	128
RF		100	100	100

Table 3 Plant height, fresh root yield, starch content, starch yield and harvest index (HI) affecting by subsurface-dripped and surface-dripped irrigation with natural rainfall at 8 months after planting (April–December, 2014)

Treatment	Plant height (cm)	Yield (ton/rai)	Starch content (%)	Starch yield (ton/rai)	HI
Irrigation and Fertilization Methods (M)					
SDI	225.0	6.8	31.2	2.1	70.1
DI	221.0	6.7	32.0	2.1	72.7
RF	218.0	5.4	30.1	1.6	68.7
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.2	24.5	4.5	27.1	7.1
Varieties (V)					
KU 50	223.0	6.6	30.9	2.0	69.8
HB 80	220.0	6.0	31.3	1.9	71.2
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	1.4	17.2	2.0	18.1	6.6
SDI KU 50	232.0	7.0	31.1	2.2	70.1
SDI HB 80	219.0	6.6	31.4	2.1	70.1
DI KU 50	224.0	6.7	32.4	2.2	69.4
DI HB 80	218.0	6.7	31.6	2.1	75.9
RF KU 50	214.0	6.1	29.2	1.8	69.8
RF HB 80	223.0	4.8	30.9	1.5	67.6
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.5	15.6	5.3	16.8	8.5
Average	221.0	6.3	31.1	2.0	71.3

Table 4 Plant height, fresh root yield, starch content, starch yield and harvest index (HI) affecting by subsurface-dripped and surface-dripped irrigation with natural rainfall at 10 months after planting (April 2014–February 2015)

Treatment	Plant height (cm)	Yield (ton/rai)	Starch content (%)	Starch yield (ton/rai)	HI
Irrigation and Fertilization Methods (M)					
SDI	251.0	8.2	28.5	2.4	70.6
DI	250.0	8.2	29.3	2.4	73.8
RF	244.0	6.9	26.5	1.8	74.8
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.1	15.5	6.66	18.9	5.3
Varieties (V)					
KU 50	251.0	7.60	27.50	2.1	69.9 ^b
HB 80	245.0	8.00	28.60	2.3	76.2 ^a
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns	4.8
C.V. (%)	3.3	22.03	4.35	19.0	5.1
Interaction between M x V					
SDI KU 50	259.0	7.7	28.4	2.2	66.4
SDI HB 80	243.0	8.8	28.5	2.5	74.8
DI KU 50	256.0	8.5	29.0	2.5	70.5
DI HB 80	243.0	8.0	29.5	2.3	77.2
RF KU 50	240.0	6.5	25.0	1.6	72.9
RF HB 80	248.0	7.3	27.9	2.0	76.8
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.7	12.8	3.5	12.5	2.1
Average	248.0	7.8	28.0	2.2	73.1

^{a,b} Means within a row with different superscripts difference significantly at $P < 0.05$ (Fisher's LSD)

Table 5 Plant height, fresh root yield, starch content, starch yield and harvest index (HI) affecting by subsurface-dripped and surface-dripped irrigation with natural rainfall at 12 months after planting (April 2014 – April 2015)

Treatment	Plant height (cm)	Yield (ton/rai)	Starch content (%)	Starch yield (ton/rai)	HI
Irrigation and Fertilization Methods (M)					
SDI	269.0	10.0 ^a	26.50 ^b	2.7 ^a	73.1 ^a
DI	267.0	8.2 ^b	29.10 ^a	2.4 ^a	74.3 ^a
RF	265.0	6.4 ^b	21.20 ^c	1.4 ^b	66.4 ^b
LSD 0.05	ns	1.8	1.37	0.6	4.1
C.V. (%)	6.3	18.0	4.40	23.2	4.7
Varieties (V)					
KU 50	269.0	8.2	25.1	2.1	67.6 ^b
HB 80	265.0	8.3	26.1	2.2	74.9 ^a
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns	3.7
C.V. (%)	5.7	9.3	4.4	11.2	4.0
Interaction between M x V					
SDI KU 50	278.0	10.0	26.2	2.7	68.8
SDI HB 80	261.0	10.0	26.9	2.7	77.4
DI KU 50	268.0	8.5	29.4	2.5	72.1
DI HB 80	265.0	8.0	28.8	2.3	76.6
RF KU 50	261.0	6.0	19.8	1.2	61.9
RF HB 80	269.0	6.9	22.7	1.6	70.8
LSD 0.05	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.6	20.8	8.4	24.8	5.1
Average	267.0	8.2	25.6	2.2	71.3

^{a,b} Means within a row with different superscripts difference significantly at $P < 0.05$ (Fisher's LSD)

สรุป

มันสำปะหลังสามารถตอบสนองต่อวิธีการให้น้ำและปุ๋ย ทั้งวิธีการให้น้ำหยดใต้ผิวดินลึก 20 ซม. พร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อ น้ำ และวิธีการให้น้ำหยดบนดิน พร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อ น้ำ มีผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสดและปริมาณแป้ง รวมถึงดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะช่วงที่มันสำปะหลังเข้าสู่สภาวะแล้ง เมื่อเปรียบเทียบกับมันสำปะหลังภายใต้การให้น้ำตามธรรมชาติพร้อมกับการให้ปุ๋ยทางดินแบบเม็ดฝังกลบ หากพิจารณาถึงปริมาณน้ำที่ใช้โดยกำหนดค่า soil matrix potential อยู่ในช่วง -30 ถึง -60 kPa นั้น วิธีการให้น้ำหยดใต้ผิวดินลึก 20 ซม. พร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อ น้ำ มีปริมาณการใช้น้ำรวมน้อยกว่าการให้น้ำหยดบนดินพร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อ น้ำ จึงเป็นวิธีการที่ประหยัดน้ำมากกว่า

น้ำและปุ๋ยเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการและการสร้างผลผลิตของมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญ การ

ผลิตมันสำปะหลังหากสามารถจัดการกับปัจจัยการผลิตที่เป็นปัจจัยจำกัดทั้งน้ำและปุ๋ยได้ จะสามารถยกระดับผลผลิตตามศักยภาพพืชได้ จากการทดลองนี้วิธีการให้น้ำหยดใต้ผิวดินลึก 20 ซม. พร้อมกับการให้ปุ๋ยทางท่อ น้ำ เป็นวิธีการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสามารถรักษาระดับความชื้นของดินได้ดี และประหยัดทรัพยากรน้ำสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตมันสำปะหลัง ในการรองรับการขยายตัวภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนงานวิจัย ภายใต้โครงการวิจัยการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการจัดการน้ำและปุ๋ย เพื่อผลผลิตของมันสำปะหลัง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

- Alisdair R.F., W. Lothar and N.T. Richard. 2002. Sucrose to starch: a transition in molecular plant physiology. *Trends Plant Sci.* 7: 35–41.
- Bank of Thailand. 2016. Situation report price ethanol industry, Thailand. 6 pp.
- Blass, S. 1964. Sub-surface Irrigation. *Hassadeh.* 45: 1.
- Booth, R.H. 1976. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) I. Post-harvest deterioration and its control. *Exp. Agric.* 12: 103–111.
- Cock, J.H. 1985. Cassava: A basic energy source in the tropics. *In* "Cassava: Research, production and utilization." Eds. J.H. Cozck and J.A. Reyes. UNDP, CIAT., Columbia.
- Connor, D.J. and J.H. Cock. 1981. The response of cassava to water shortage.II. Canopy dynamics. *Field Crops Res.* 4: 285–296.
- Davis, S. 1974. Drip Irrigation: Surface and subsurface compared with sprinkler and furrow. p. 109–114. *In* Proceedings of The 2nd International Drip Irrigation Congress., San Diego, USA.
- Hall, B.J. 1985. As cited history of drip/trickle irrigation. p. 1–7. *In* Proceedings of the Third International Drip/Trickle Irrigation Congress, USA.

- Howeler, R.H. and S.L. Tan. 2000. Cassavas Potential in Asia in the 21st Century: Present Situation and Future Research and Development Needs. Proceedings of the Sixth Regional Workshop held during Feb 21–25,2000, Ho Chi Minh city, Vietnam.
- Ludlow, M.M. and R.C. Muchow. 1987. Critical evaluation of the possibilities for modifying crops for high production per unit of precipitation. p. 179–211. *In* Drought research priorities for the dryland tropics. Patancheru, India.
- Maini, S.B. and C. Balagopal. 1978. Biochemical changes during post–harvest deterioration of cassava. *J. Root Crops*. 4: 31–33.
- Nakasathien, S., V. Vichukit, E. Salobol, S. Kaewrueng, T. Bumrungrsethapong and S. Bunma. 2011. The study compared the production of cassava using drip irrigation and natural rainfed with soak stem cutting before planting by solution. Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. 2015. Agricultural production data. Available Source: <http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/amphoe/casava-amphoe57.pdf>, January 18, 2016.
- Onwueme, I.C. 1978. *The tropical Tuber Crops*. John Wiley & Sons. Chichester. England. 234 pp.
- Reich, D., R. Godin, J.L. Chávez and I. Broner. 1920. *Subsurface Drip Irrigation (SDI)*. Colorado University USA.
- Samutthong, N. 2007. Effects of amount and rate of watering on cassava growth and yield potential. M.E. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Sinworn, S. and P. Duangpatra. 2014. Effects of drip irrigation systems and chemical fertilizer on growth and yield of cassava in dry season. The graduate school, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Vichukit, V., C. Rodjanaridpiched, E. Sarobol, J. Jeamjamnanja, K. Sriroth, K. Piyachomkan, W. Leartmongkol, P. Kittipadaku, J. Chanthaworn and S. Boonma. 2011. Huay Bong 80: Thailand’s first cassava variety registered as a new protected variety. *Agric. Sci. J.* 42(3): 345–358.
- Wenham, J.E. 1995. *Post–harvest deterioration of cassava–A biotechnology perspective*. FOA, Rome, Italy.