

ผลของการให้น้ำแบบน้ำหยดบนดินและใต้ผิวดินด้วยระบบอัตโนมัติที่มีต่อผลผลิต
ของมันสำปะหลังเก็บเกี่ยวอายุสั้นที่ปลูกปลายฝน
Effect of Surface and Subsurface Automatic Drip Irrigation on Yield
of Early Harvesting Cassava Grown in Late Rainy Season

นราชัย โพธิ์สาร¹ เอ็จ สโรบล¹ สุดสายสิน แก้วเรือง² สุเมศ ทับเงิน³ นพศูล สมุทรทอง³
phanuphong คงจิวิ¹ นรชัย ช่วยพรัตน์¹ และ สุตเขตต์ นาคะเสถียร^{1,*}

Narachai Phosan¹, Ed Sarobol¹, Sudsaisin Kaewrueng², Sumet Tabngain³, Noppasool
Samutthong³, Phanuphong Khongchiu¹, Norachai Chuayprut¹ and Sutkhet Nakasathien^{1,*}

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

³ สถานีวิจัยเขาคินซอน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ฉะเชิงเทรา 24120

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

² Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

³ Kao Hin Sorn Research Station, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chachoengsao 24120

รับเรื่อง: 23 ตุลาคม 2564 Received: 23 October 2021

ปรับแก้ไข: 30 ธันวาคม 2564 Revised: 30 December 2021

รับตีพิมพ์: 11 มกราคม 2565 Accepted: 11 January 2022

* Corresponding author: agrskn@ku.ac.th

ABSTRACT: Drip irrigation in cassava production could effectively increase growth, yield, and starch content. This resulted in reducing crop cycle and pest control costs. The objective was to study the effect of drip irrigation on dry weight accumulation and yield of cassava, which was planted in late rainy season and harvested at 8 months after planting (MAP). The experiment was conducted on 2 planting dates, at the beginning of late rainy season (LRS1) in October and at the end of late rainy season (LRS2) in December. The strip plot design with 4 replications was adopted. The vertical plots were subsurface drip irrigation (SDI), surface drip irrigation (DI), and natural rainfed (RF). The drip irrigation was automated according to the soil moisture to maintain the soil moisture tension between -30 and -60 kPa. The horizontal plots were cassava varieties, KU50 and HB80. The results of LRS1 showed that at 8 months after planting, the SDI resulted in significantly higher plant height than that of DI and RF treated cassava. In LRS2, the plant height of SDI and DI was statistically higher than that of RF ($P < 0.01$). The dry weight of stem, stump, and roots of SDI and DI were significantly higher than those of RF in both planting dates ($P < 0.01$). LRS2 demonstrated a higher yield than LRS1. Both irrigation methods provided significantly higher yield and starch percentage than RF ($P < 0.01$) while the yield and starch percentage of KU50 and HB80 were not significantly different in both planting dates. SDI resulted

in the highest economical yield and water use efficiency in early harvesting cassava planted in late rainy season.

Keywords: Cassava, drip irrigation, dry weight, early harvesting date, automatic irrigation

บทคัดย่อ

การให้น้ำแบบน้ำหยดทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการเพาะปลูกและค่าใช้จ่ายในการควบคุมศัตรูพืชในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง การทดลองนี้ศึกษาผลของการให้น้ำแบบน้ำหยดต่อการสะสม น้ำหนักแห้งและผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกช่วงต้นของฤดูปลูกปลายฝน (LRS1) ในเดือนตุลาคมและช่วงปลายของฤดูปลูกปลายฝน (LRS2) ในเดือนธันวาคม โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก ใช้แผนการทดลองแบบสตริปพลอต (Strip plot design) จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยแนวตั้ง คือ วิธีการให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดิน (SDI) น้ำหยดบนดิน (DI) และการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ (RF) ให้น้ำแบบอัตโนมัติตามความชื้นดินโดยรักษาระดับแรงดึงความชื้นของดินให้อยู่ระหว่าง -30 ถึง -60 กิโลพาสคาล ปัจจัยแนวนอน คือ พันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) และห้วยบง 80 (HB80) ผลการทดลอง พบว่า ที่อายุ 8 เดือนหลังปลูกมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีความสูงต้นมากกว่า DI และ RF ในวันปลูก LRS1 ขณะที่ การให้น้ำแบบ SDI และ DI ทำให้มันสำปะหลังมีความสูงต้นมากกว่า RF ในวันปลูก LRS2 ($P < 0.01$) การให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี ให้น้ำหนักแห้งส่วนต้น เหง้า และหัวสูงกว่า RF ในการปลูกทั้ง 2 วันปลูก ($P < 0.01$) วันปลูก LRS2 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า LRS1 การให้น้ำทั้ง 2 วิธี ทำให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่า RF ($P < 0.01$) ขณะที่ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์

KU50 และ HB80 ไม่แตกต่างกันในทั้ง 2 วันปลูก การให้น้ำแบบ SDI ให้ผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุดในการเพาะปลูกมันสำปะหลังเก็บเกี่ยวอายุสั้นที่ปลูกปลายฝน

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง, การให้น้ำแบบน้ำหยด, น้ำหนักแห้ง, เก็บเกี่ยวอายุสั้น, การให้น้ำแบบอัตโนมัติ

บทนำ

การให้น้ำแบบน้ำหยดเป็นวิธีการให้น้ำโดยการส่งน้ำลงสู่พื้นดินบริเวณที่มีรากพืชปลูกอยู่อย่างสม่ำเสมอด้วยจำนวนน้ำที่ออกมาทีละน้อย (Thongaram *et al.*, 2002) ซึ่งเป็นวิธีการให้น้ำที่ใช้ปริมาณน้ำน้อยเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีน้ำจำกัดในการยกระดับผลผลิตของพืช ในมันสำปะหลังการให้น้ำแบบน้ำหยดสามารถเพิ่มผลผลิตหัวสดให้กับมันสำปะหลังได้เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ (Olanrewaju *et al.*, 2009; Odubanjo *et al.*, 2011; Sinworn and Duangpatra, 2014; Chuayprut *et al.*, 2017; Polthane and Srisutham, 2018) การให้น้ำแบบน้ำหยดสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ การให้น้ำหยดบนดิน (Surface drip irrigation; DI) และการให้น้ำหยดใต้ผิวดิน (Subsurface drip irrigation; SDI) โดยทั้ง 2 วิธี มีปริมาณการปล่อยน้ำและประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่จุดปล่อยน้ำสำหรับการให้น้ำหยดใต้ผิวดินจะอยู่ใต้ผิวดินจึงลดการสูญเสียน้ำจากการระเหยน้ำจากผิวดิน

(Soil evaporation) น้ำไหลบ่า (Runoff) และการไหลซึมผ่าน (Percolation) ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำที่น้อยกว่าการให้น้ำหยดบนดิน 20–50 เปอร์เซ็นต์ การให้น้ำหยดใต้ผิวดินมีการใช้ในพืชที่หลากหลายทั้งพืชล้มลุกและพืชยืนต้น เช่น ข้าวโพด ฝ้าย มันฝรั่ง มะเขือเทศ ส้ม และแอปเปิ้ล เป็นต้น (Sinobas and Rodríguez, 2012) การให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดินสามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้ในการปลูกมันสำปะหลังสูงกว่าการให้น้ำหยดบนดิน (Sinworn, 2014)

การที่มันสำปะหลังได้รับความชื้นที่เหมาะสมทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นและทำให้สามารถลดระยะเวลาเก็บเกี่ยวลงจากเดิมที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 10–12 เดือน เพื่อลดต้นทุนด้านการอารักขาพืชและลดความเสียหายจากโรคพืชโดยเฉพาะโรคหัวเน่าโคนเน่าและโรคพุ่มแจ้ที่เข้าทำลายมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนขึ้นไป (Maneechote *et al.*, 2016) อายุที่เหมาะสมของมันสำปะหลังในการใช้เป็นต้นพันธุ์อยู่ระหว่าง 8–12 เดือนหลังปลูก และไม่ควรถูกเก็บรักษาต้นพันธุ์นานเกิน 30 วัน (Department of Agriculture, 2020) ที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก จึงเป็นช่วงอายุที่สามารถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังได้เร็วที่สุดที่สามารถใช้ต้นเป็นท่อนพันธุ์สำหรับปลูกในรอบปลูกถัดไปได้ แต่โดยทั่วไปการปลูกมันสำปะหลังในฤดูปลูกต้นฝนน้ำหนักหัวสดที่อายุ 8–12 เดือนหลังปลูก จะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในฤดูปลูกปลายฝนผลผลิตหัวสดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (Wanikorn, 2007) การทดลองนี้จึงประยุกต์ใช้วิธีการจัดการน้ำโดยให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดินและบนดินด้วยระบบอัตโนมัติเพื่อยกระดับผลผลิตของมันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวอายุสั้นที่ปลูกปลายฝนโดยเปรียบเทียบกับปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และหัวยบง 80 ทำการศึกษาการเจริญเติบโตต้นน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังอายุเก็บเกี่ยวสั้นและพัฒนาการเกษตรกรรมแนวใหม่เพื่อรองรับการผลิตขนาดใหญ่แบบ

เกษตรอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยเขาคันทิงค์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ระหว่างปี พ.ศ. 2557–2558 พื้นที่ทดลองเป็นดินร่วนปนทราย ในชุดดินมาบอนซึ่งอยู่ในกลุ่มดินร่วนละเอียดถึงลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำหรือวัตถุต้นกำเนิดดินเนื้อหยาบ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Land Development Department, 2021) ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ระดับ 15 เซนติเมตร จากผิวดิน พบว่า ดินมี pH 4.9 ในการปลูกมันสำปะหลังดินมีอินทรีย์วัตถุปานกลาง ไนโตรเจนต่ำ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมปานกลาง (Department of Agriculture, 2021) โดยมีค่าอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.26 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนรวม 0.06 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 19.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 72.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

การวางแผนการทดลอง

ช่วงระยะเวลาในการปลูกมันสำปะหลัง 2 วันปลูก คือ วันปลูกช่วงต้นของฤดูปลูกปลายฝน (Beginning of late rainy season planting date; LRS1) และวันปลูกช่วงปลายของฤดูปลูกปลายฝน (End of late rainy season planting date; LRS2) ในเดือนตุลาคมและธันวาคม พ.ศ. 2557 ตามลำดับ ใช้แผนการทดลองแบบสตริปพล็อต (Strip plot) จำนวน 4 ซ้ำ โดยปัจจัยแนวตั้ง คือ วิธีการให้น้ำ ได้แก่ 1) ให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดินที่ระดับ 20 เซนติเมตร จากผิวดิน (SDI) 2) ให้น้ำแบบน้ำหยดบนดิน (DI) และ 3) ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ (Rainfed; RF) และปัจจัยแนวนอน คือ พันธุ์มันสำปะหลัง ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) และหัวยบง 80 (HB80)

การปลูกและการบันทึกข้อมูล

ติดตั้งสถานีตรวจวัดสภาพอากาศในแปลงทดลองก่อนปลูก ปลูกมันสำปะหลัง LRS1 ในช่วงเดือนตุลาคม และ LRS2 ในช่วงเดือนธันวาคม ทั้ง 2 วันปลูกใช้ระยะปลูก 1.2 × 0.8 เมตร ขนาดแปลงย่อย 192 ตารางเมตร เว้นระยะห่างระหว่างปัจจัยแนวตั้ง 3 เมตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของการทดลองระหว่างวิธีการให้น้ำ หลังปลูกติดตั้งเซ็นเซอร์วัดแรงดึงความชื้นของดินระหว่างต้นบริเวณสันร่อง โดยฝังเซ็นเซอร์ลึกจากผิวดินลงไป 30 เซนติเมตร รวมทั้งติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูลค่าแรงดึงความชื้นของดินในทุกปัจจัยทดลองโดยติดตั้งปัจจัยละ 1 จุด หลังจากนั้น ติดตั้งระบบน้ำหยด โดยการปลูกแบบ DI ติดตั้งหัวน้ำหยดที่มีอัตราการให้น้ำ 2 ลิตรต่อชั่วโมง ที่ระหว่างต้นบนสันร่อง ระยะห่างระหว่างหัวน้ำหยด 0.8 เมตร ขณะที่ การปลูกแบบ SDI ติดตั้งเช่นเดียวกับ DI แต่ใช้ท่อไมโครพิวซีขนาด 3.4/6 มิลลิเมตร ต่อเข้ากับหัวน้ำหยด โดยฝังปลายท่ออีกด้านลงในดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร จากผิวดิน เพื่อให้น้ำใต้ผิวดิน ซึ่งการให้น้ำหยดทั้ง 2 วิธี เป็นการให้น้ำแบบอัตโนมัติ โดยรักษาระดับแรงดึงความชื้นของดิน

(Soil moisture tension) ที่ระดับ 30 เซนติเมตร จากผิวดิน ให้อยู่ระหว่าง -30 ถึง -60 กิโลพาสคาล ระบบจะเริ่มให้น้ำเมื่อค่าแรงดึงน้ำของดินมีค่าเท่ากับ -60 กิโลพาสคาล และหยุดให้น้ำเมื่อค่าแรงดึงน้ำของดินมีค่าเท่ากับ -30 กิโลพาสคาล ใส่ปุ๋ยเกรด 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก

บันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นดินในพื้นที่ทดลอง และเก็บบันทึกข้อมูลความสูงที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก โดยวัดจากข้อของกิ่งแรกที่ยกจากท่อนพันธุ์ถึงข้อของใบบนสุดที่กางเต็มที่ เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 20.16 ตารางเมตร บันทึกข้อมูลน้ำหนักแห้งส่วนใบ ต้น เหง้า และหัว ข้อมูลผลผลิตหัวสด จำนวนกิ่งและจำนวนหัวต่อต้น เปอร์เซ็นต์แป้ง ดัชนีเก็บเกี่ยว (1) ปริมาณการให้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (2) และผลผลิตสัมพัทธ์ (3) จากนั้น วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistical Tool for Agricultural Research และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัยทดลองโดยวิธี least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$$\text{ดัชนีเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งส่วนหัว}}{\text{น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น}} \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร)} = \frac{\text{ผลผลิตหัวสด}}{\text{ปริมาณน้ำที่ได้รับทั้งหมด}} \quad \text{--- (2)}$$

$$\text{ผลผลิตสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)} = \left(\frac{\text{ผลผลิตเฉลี่ยของปัจจัยทดลอง}}{\text{ผลผลิตเฉลี่ยของทุกปัจจัยทดลอง}} \right) \times 100 \quad \text{--- (3)}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นดิน

อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดฤดูปลูกของวันปลูก LRS1 (ตุลาคม พ.ศ. 2557 – มิถุนายน พ.ศ. 2558) เท่ากับ 27.2 องศาเซลเซียส ขณะที่ วันปลูก LRS2 (ธันวาคม พ.ศ. 2557 – สิงหาคม พ.ศ. 2558) มีค่าเท่ากับ 27.6 องศาเซลเซียส ทั้ง 2 วันปลูก มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 (24.5 องศาเซลเซียส)

และสูงที่สุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 (29.2 องศาเซลเซียส) (Figure 1) ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกของวันปลูก LRS1 เท่ากับ 610 มิลลิเมตร โดยปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 (235 มิลลิเมตร) ขณะที่ วันปลูก LRS2 มีปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกเท่ากับ 569 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 (197 มิลลิเมตร) ทั้ง 2 วันปลูก มันสำปะหลังได้รับน้ำฝนน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมที่ฝนไม่ตกตลอดทั้งเดือน (Figure 1)

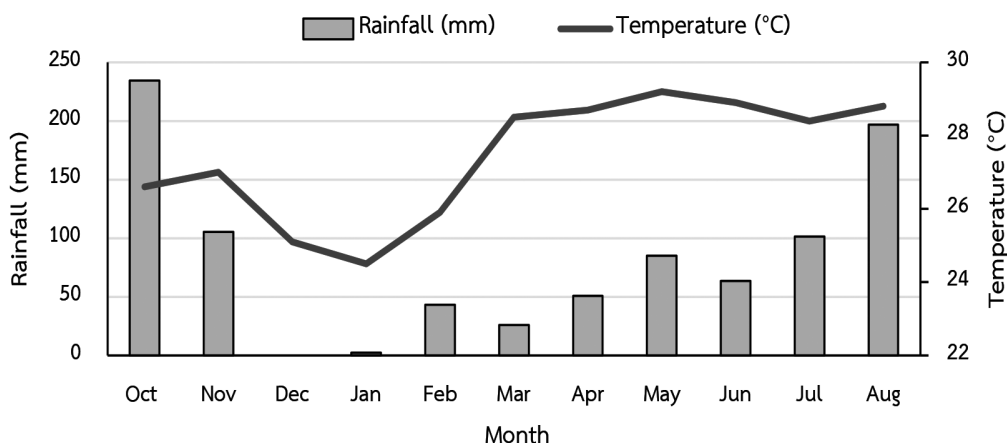


Figure 1 Average temperature and rainfall in Khao Hin Sorn Research Station, Chachoengsao province from October 2014 to August 2015

ความชื้นดินในการทดลองถูกบันทึกในรูปแบบของค่าแรงดึงความชื้นของดิน (Soil moisture tension) ที่ระดับ 30 เซนติเมตร จากผิวดิน โดยค่าที่ติดลบมากกว่าแสดงว่ามีความชื้นในดินต่ำกว่าค่าที่ติดลบน้อย ในวันปลูก LRS1 และ LRS2 ค่าแรงดึงความชื้นของดินสำหรับ SDI และ DI มีค่าระหว่าง -3 ถึง -48 กิโลพาสคาล ขณะที่ RF มีค่าแรงดึงความชื้นของดินต่ำกว่า SDI และ DI ตลอดฤดูปลูก RF ที่ปลูก

ในวันปลูก LRS1 มีค่าแรงดึงความชื้นของดินสูงที่สุดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 และต่ำที่สุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 (-16 และ -242 กิโลพาสคาล ตามลำดับ) (Figure 2) ขณะที่ วันปลูก LRS2 ค่าแรงดึงความชื้นของดินสำหรับ RF มีค่าสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 และต่ำที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 (-53 และ -223 กิโลพาสคาล ตามลำดับ) (Figure 3)

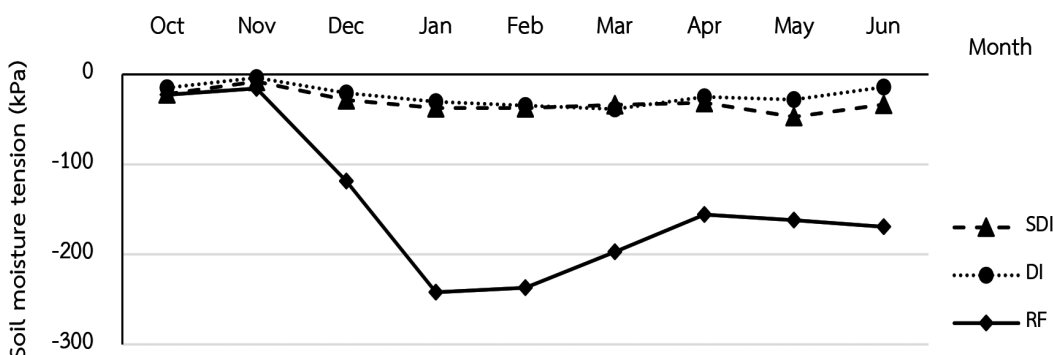


Figure 2 Soil moisture tension of subsurface drip irrigation (SDI), surface drip irrigation (DI), and rainfed (RF) at 30 cm soil depth in the beginning of late rainy season planting date experiment (LRS1)

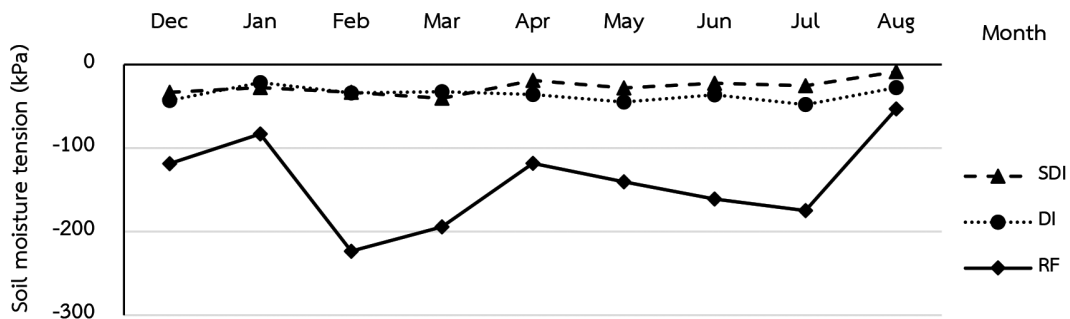


Figure 3 Soil moisture tension of subsurface drip irrigation (SDI), surface drip irrigation (DI), and rainfed (RF) at 30 cm soil depth in the end of late rainy season planting date experiment (LRS2)

ความสูงต้น

ความสูงเป็นปัจจัยสำคัญด้านหนึ่งที่บ่งบอกถึงการเจริญเติบโตของพืช มันสำปะหลังที่เจริญเติบโตด้านความสูงมากจะสามารถคลุมพื้นที่ได้เร็ว จำกัดแสงใต้ทรงพุ่ม ทำให้วัชพืชเจริญเติบโตช้า อีกทั้งความสูงต้นเป็นค่าที่แปรผันตรงกับปริมาณท่อนพันธุ์ที่ได้หลังการเก็บเกี่ยว ผลการทดลอง พบว่า วันปลูก LRS1 ความสูงต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก มีค่าเท่ากับ 44.9 81.4 128.0 และ 168.7 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งมากกว่า DI และ RF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปัจจัยด้านพันธุ์ พบว่า ที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก ต้นมันสำปะหลังพันธุ์ KU50 และ HB80 มีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ความสูงต้นของพันธุ์ KU50 มากกว่า HB80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ขณะที่ อายุ 8 เดือนหลังปลูก ความสูงต้นของพันธุ์ HB80 มีค่ามากกว่า KU50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการให้น้ำและพันธุ์มันสำปะหลังต่อความสูงต้น

วันปลูก LRS2 ที่อายุ 2 4 และ 6 เดือนหลังปลูก ความสูงต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีค่าสูงที่สุด (37.8 68.6 และ 129.7 เซนติเมตร

ตามลำดับ) รองลงมาคือ DI ขณะที่ RF มีความสูงต้นต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า ความสูงต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI และ DI ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (187.6 และ 175.8 เซนติเมตร ตามลำดับ) แต่สูงกว่า RF (129.4 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ขณะที่ ความสูงของต้นมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันและไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการให้น้ำและพันธุ์มันสำปะหลังต่อความสูงต้น (Table 2)

วิธีการให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี ทำให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานทดลองของ Xie (2018) ที่พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 และระยอง 72 ที่ให้น้ำแบบน้ำหยดบนดินมีความสูงต้นมากกว่าการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ในการปลูกทั้ง LRS1 และ LRS2 ที่อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ (RF) ดินมีความชื้นต่ำเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1-4 เดือน (Figures 2-3) ซึ่งการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในระยะ 3-5 เดือนแรก เป็นการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน ขณะที่ ส่วนรากเป็นแหล่งใช้หลัก (Major sink) ที่สะสมอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในการเจริญเติบโตระยะการเคลื่อนย้ายและสะสมแป้งที่ราก (High carbohydrate translocation to roots) และระยะการพักตัว (Dormancy) (Alves, 2002;

El-Sharkawy, 2004; Bakayoko *et al.*, 2009) เจริญเติบโตส่วนเหนือดินน้อยกว่ามันสำปะหลังที่ได้รับ
การขาดน้ำในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจึงทำให้การ น้ำอย่างสม่ำเสมอ

Table 1 Effect of irrigation regimes and cassava varieties on cassava height (cm) in the beginning of late rainy season planting date experiment (LRS1) at 2, 4, 6, and 8 months after planting (MAP)

Factors	2 MAP	4 MAP	6 MAP	8 MAP
Irrigations				
SDI	44.9 ± 8.0 ^a	81.4 ± 6.7 ^a	128.0 ± 11.2 ^a	168.7 ± 13.2 ^a
DI	37.0 ± 3.1 ^{ab}	53.8 ± 6.7 ^b	94.2 ± 18.2 ^b	130.4 ± 16.2 ^b
RF	31.1 ± 5.7 ^b	41.5 ± 7.4 ^c	86.8 ± 10.4 ^b	124.3 ± 23.3 ^b
LSD	10.0*	8.0**	16.2**	19.9**
CV (%)	21.6	11.1	12.9	11.5
Varieties				
KU50	37.8 ± 9.0	60.0 ± 20.1	107.4 ± 22.5 ^a	135.8 ± 25.3 ^b
HB80	37.6 ± 7.5	57.8 ± 17.1	98.6 ± 22.6 ^b	146.5 ± 27.6 ^a
LSD	ns	ns	4.9*	3.8**
CV (%)	8.0	9.3	3.6	2.1
Irrigations x Varieties				
SDI x KU50	44.9 ± 10.6	84.7 ± 8.0	131.9 ± 13.8	160.7 ± 3.1
SDI x HB80	45.0 ± 5.9	78.1 ± 3.5	124.0 ± 8.0	176.8 ± 14.9
DI x KU50	36.7 ± 2.3	54.2 ± 3.1	97.9 ± 16.8	124.7 ± 19.9
DI x HB80	37.3 ± 4.2	53.4 ± 9.7	90.6 ± 21.3	136.2 ± 11.5
RF x KU50	31.8 ± 7.6	41.2 ± 8.9	92.3 ± 12.7	122.2 ± 26.7
RF x HB80	30.5 ± 4.0	41.9 ± 6.9	81.2 ± 2.8	126.4 ± 23.3
LSD	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.9	13.0	9.0	6.8
Average	37.7 ± 8.1	58.9 ± 18.3	103.0 ± 22.5	141.1 ± 26.5

^{a, b, c} Means followed by the same letter at the same column were not significantly different by least significant difference (LSD) at $P < 0.05$

ns = not significant, * = significant at $P < 0.05$, ** = significant at $P < 0.01$

SDI = subsurface drip irrigation, DI = surface drip irrigation, RF = rainfed, KU50 = Kasetsart 50, HB80 = Huay Bong 80, CV = coefficient of variation

Table 2 Effect of irrigation regimes and cassava varieties on cassava height (cm) in the end of late rainy season planting date experiment (LRS2) at 2, 4, 6, and 8 months after planting (MAP)

Factors	2 MAP	4 MAP	6 MAP	8 MAP
Irrigations				
SDI	37.8 ± 5.7 ^a	68.6 ± 8.6 ^a	129.7 ± 8.7 ^a	187.6 ± 12.4 ^a
DI	27.0 ± 3.7 ^b	41.3 ± 6.9 ^b	111.8 ± 11.3 ^b	175.8 ± 20.4 ^a
RF	14.2 ± 2.5 ^c	21.0 ± 4.6 ^c	73.1 ± 12.9 ^c	129.4 ± 12.5 ^b
LSD	4.4 ^{**}	10.7 ^{**}	15.6 ^{**}	18.0 ^{**}
CV (%)	13.8	20.1	12.1	9.0
Varieties				
KU50	26.9 ± 11.0	42.7 ± 19.8	105.6 ± 26.3	172.2 ± 30.5
HB80	25.8 ± 10.7	44.5 ± 23.0	104.2 ± 27.5	156.3 ± 27.7
LSD	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16.5	13.4	15.5	7.5
Irrigations x Varieties				
SDI x KU50	39.5 ± 3.7	66.9 ± 7.0	127.0 ± 6.9	190.4 ± 14.8
SDI x HB80	36.1 ± 7.3	70.3 ± 10.8	132.4 ± 10.4	184.8 ± 10.9
DI x KU50	26.5 ± 3.5	38.5 ± 6.5	116.9 ± 14.0	192.1 ± 14.3
DI x HB80	27.5 ± 4.3	44.2 ± 6.9	106.7 ± 5.9	159.5 ± 7.5
RF x KU50	14.7 ± 2.5	22.8 ± 4.2	72.9 ± 9.2	134.2 ± 10.2
RF x HB80	13.8 ± 2.7	19.2 ± 4.9	73.4 ± 17.3	124.6 ± 14.1
LSD	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20.4	16.9	8.7	6.8
Average	26.3 ± 10.6	43.6 ± 21.0	104.9 ± 26.3	164.2 ± 29.6

^{a, b, c} Means followed by the same letter at the same column were not significantly different by least significant difference (LSD) at P < 0.05

ns = not significant, * = significant at P < 0.05, ** = significant at P < 0.01

SDI = subsurface drip irrigation, DI = surface drip irrigation, RF = rainfed, KU50 = Kasetsart 50, HB80 = Huay Bong 80, CV = coefficient of variation

การสะสมน้ำหนักร้าง

วันปลูก LRS1 วิธีการให้น้ำไม่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักร้างส่วนใบ แต่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักร้างส่วนต้น เหง้า และหัว และน้ำหนักร้างรวมทั้งต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) มันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีการสะสมน้ำหนักร้างส่วนต้น เหง้า และหัวสูงที่สุด (256 178 และ 1,641 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) รองลงมาคือ DI โดย RF มีการสะสมน้ำหนักร้างต่ำที่สุด ขณะที่ น้ำหนักร้างรวมทั้งต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ DI ขณะที่ RF ที่มีค่าต่ำที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 2,278 1,527 และ 855 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ($P < 0.01$) มันสำปะหลังพันธุ์ KU50 มีการสะสมน้ำหนักร้างส่วนต้นสูงกว่า HB80 (215 และ 155 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ($P < 0.01$) แต่การสะสมน้ำหนักร้างส่วนใบ เหง้า หัว และน้ำหนักร้างรวมทั้งต้นของมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ไม่แตกต่างกัน และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการให้น้ำและพันธุ์มันสำปะหลังต่อการสะสมน้ำหนักร้าง (Table 3)

วันปลูก LRS2 วิธีการให้น้ำไม่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักร้างส่วนใบ ขณะที่ ส่วนต้น เหง้า และน้ำหนักร้างรวมทั้งต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI (270 215 และ 2,353 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) และ DI (299 203 และ 2,110 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่า RF (130 121 และ 956 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) น้ำหนักร้างส่วนหัวของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีค่าสูงที่สุด คือ 1,658

กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ DI ที่มีค่าเท่ากับ 1,367 กิโลกรัมต่อไร่ และ RF ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ 543 กิโลกรัมต่อไร่ มันสำปะหลังพันธุ์ KU50 สะสมน้ำหนักร้างส่วนใบมากกว่า HB80 (248 และ 167 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ไม่พบความแตกต่างของการสะสมน้ำหนักร้างส่วนต้น เหง้า หัว และน้ำหนักร้างรวมทั้งต้นของมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการให้น้ำและพันธุ์มันสำปะหลังไม่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักร้างของมันสำปะหลังสำหรับวันปลูก LRS2 (Table 4)

การให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี (SDI และ DI) ทำให้การสะสมน้ำหนักร้างส่วนต้น เหง้า และหัวของมันสำปะหลังสูงกว่า RF ทั้ง 2 วันปลูก มันสำปะหลังที่เจริญเติบโตในสภาพขาดน้ำจะมีการปรับตัวโดยลดพื้นที่ใบและการคายน้ำ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำและลดอัตราการสังเคราะห์แสงลง ทำให้การเจริญเติบโตและการสะสมน้ำหนักร้างลดลง (El-Sharkawy, 2004) โดยการให้น้ำแบบน้ำหยดที่ระดับ 100 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน ทำให้น้ำหนักร้างส่วนใบ ต้น และหัวมากกว่าการไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Odubanjo *et al.*, 2011) สอดคล้องกับ Polthane and Srisutham (2018) ซึ่งรายงานว่า การให้น้ำแบบน้ำหยดทำให้การสะสมน้ำหนักร้างส่วนใบ ต้น และหัวสูงกว่าการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้น้ำ พบว่า การให้น้ำแบบ SDI ทำให้มันสำปะหลังสะสมน้ำหนักร้างส่วนหัวมากกว่าการให้น้ำแบบ DI ในทั้ง 2 วันปลูก

Table 3 Effect of irrigation regimes and cassava varieties on dry weight accumulation in the beginning of late rainy season planting date experiment (LRS1) at 8 months after planting

Factors	Dry weight accumulation (kg/rai)				
	Leaf	Stem	Stump	Root	Total
Irrigations					
SDI	203 ± 64	256 ± 85 ^a	178 ± 39 ^a	1,641 ± 303 ^a	2,278 ± 402 ^a
DI	142 ± 43	177 ± 47 ^b	133 ± 20 ^b	1,074 ± 222 ^b	1,527 ± 306 ^b
RF	145 ± 39	120 ± 35 ^c	103 ± 15 ^c	486 ± 110 ^c	855 ± 147 ^c
LSD	ns	51**	24**	194**	274**
CV (%)	27.2	22.7	14.2	14.9	14.4
Varieties					
KU50	182 ± 50	215 ± 94 ^a	148 ± 48	1,075 ± 608	1,620 ± 765
HB80	144 ± 57	155 ± 53 ^b	129 ± 30	1,059 ± 462	1,487 ± 565
LSD	ns	28**	ns	ns	ns
CV (%)	25.5	11.7	22.0	13.4	9.8
Irrigations x Varieties					
SDI x KU50	215 ± 56	310 ± 88	200 ± 39	1,775 ± 143	2,500 ± 272
SDI x HB80	191 ± 78	203 ± 40	157 ± 27	1,506 ± 382	2,057 ± 416
DI x KU50	162 ± 47	199 ± 53	137 ± 23	1,039 ± 295	1,537 ± 405
DI x HB80	122 ± 31	155 ± 31	130 ± 19	1,109 ± 157	1,517 ± 233
RF x KU50	170 ± 39	135 ± 29	107 ± 19	412 ± 64	823 ± 147
RF x HB80	120 ± 19	106 ± 38	100 ± 11	560 ± 97	886 ± 162
LSD	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	39.7	34.2	22.0	26.2	24.5
Average	163 ± 56	185 ± 81	138 ± 40	1,067 ± 528	1,553 ± 661

^{a, b, c} Means followed by the same letter at the same column were not significantly different by least significant difference (LSD) at P < 0.05

ns = not significant, * = significant at P < 0.05, ** = significant at P < 0.01

SDI = subsurface drip irrigation, DI = surface drip irrigation, RF = rainfed, KU50 = Kasetsart 50, HB80 = Huay Bong 80, CV = coefficient of variation

Table 4 Effect of irrigation regimes and cassava varieties on dry weight accumulation (kg/rai) in the end of late rainy season planting date experiment (LRS2) at 8 months after planting

Factors	Dry weight accumulation (kg/rai)				
	Leaf	Stem	Stump	Root	Total
Irrigations					
SDI	209 ± 70	270 ± 59 ^a	215 ± 29 ^a	1,658 ± 329 ^a	2,353 ± 348 ^a
DI	241 ± 67	299 ± 86 ^a	203 ± 35 ^a	1,367 ± 218 ^b	2,110 ± 262 ^a
RF	172 ± 43	130 ± 31 ^b	121 ± 18 ^b	534 ± 122 ^c	956 ± 149 ^b
LSD	ns	52**	33**	262**	281**
CV (%)	24.1	18.1	15.1	18.1	12.7
Varieties					
KU50	248 ± 57 ^a	274 ± 104	183 ± 52	1,105 ± 535	1,810 ± 689
HB80	167 ± 44 ^b	193 ± 72	176 ± 51	1,267 ± 550	1,802 ± 686
LSD	54**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20.0	29.4	19.1	23.8	21.9
Irrigations x Varieties					
SDI x KU50	242 ± 79	310 ± 55	205 ± 38	1,558 ± 432	2,314 ± 471
SDI x HB80	177 ± 49	231 ± 32	226 ± 16	1,758 ± 198	2,392 ± 237
DI x KU50	295 ± 23	357 ± 77	216 ± 48	1,249 ± 265	2,117 ± 389
DI x HB80	187 ± 47	241 ± 50	190 ± 11	1,484 ± 61	2,102 ± 90
RF x KU50	208 ± 14	154 ± 26	129 ± 18	509 ± 142	1,000 ± 171
RF x HB80	135 ± 25	106 ± 9	113 ± 16	558 ± 114	912 ± 133
LSD	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18.8	20.6	15.1	15.8	14.1
Average	207 ± 65	233 ± 97	180 ± 51	1,186 ± 537	1,806 ± 672

^{a, b, c} Means followed by the same letter at the same column were not significantly different by least significant difference (LSD) at $P < 0.05$

ns = not significant, * = significant at $P < 0.05$, ** = significant at $P < 0.01$

SDI = subsurface drip irrigation, DI = surface drip irrigation, RF = rainfed, KU50 = Kasetsart 50, HB80 = Huay Bong 80, CV = coefficient of variation

ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยว

เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า วิธีการให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี ไม่มีผลต่อจำนวนกิ่งหลักในวันปลูก LRS1 แต่มีผลต่อจำนวนหัวต่อต้น โดยมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีจำนวนหัวต่อต้นมากกว่า DI และ RF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีค่าสูงที่สุด (4,737 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมาคือ DI (3,150 กิโลกรัมต่อไร่) ขณะที่ RF (1,561 กิโลกรัมต่อไร่) มีค่าน้อยที่สุด (Table 5) เช่นเดียวกับน้ำหนักหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสดของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ DI และ RF ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 23.7 22.4 และ 19.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดัชนีเก็บเกี่ยวสำหรับมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI และ DI ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (0.72 และ 0.70 ตามลำดับ) แต่สูงกว่า RF ที่มีค่าเท่ากับ 0.57 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) จำนวนกิ่งหลัก จำนวนหัวต่อต้น ผลผลิตหัวสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ไม่แตกต่างกัน แต่ดัชนีเก็บเกี่ยวของ HB80 มีค่าสูงกว่า KU50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการให้น้ำและพันธุ์มันสำปะหลังไม่มีผลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวในวันปลูก LRS1

สำหรับวันปลูก LRS2 พบว่า มันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI และ DI มีจำนวนกิ่งหลักต่อต้นไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่า RF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และยังพบว่า การให้น้ำแบบ SDI ทำให้มันสำปะหลังมีจำนวนหัวต่อต้นสูงที่สุด รองลงมาคือ DI ขณะที่ RF มีจำนวนหัวต่อต้นต่ำที่สุด ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ DI และ RF ตามลำดับ โดยมีผลผลิตหัวสดเท่ากับ 4,960 4,157 และ 1,924 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์แป้งเท่ากับ 24.3 22.6 และ 18.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ ดัชนีเก็บเกี่ยวสำหรับมันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบ SDI และ DI

ไม่แตกต่างกัน แต่มีค่ามากกว่า RF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ด้านพันธุ์ พบว่า ดัชนีเก็บเกี่ยวของ HB80 มีค่ามากกว่า KU50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ขณะที่ อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการให้น้ำและพันธุ์มันสำปะหลังไม่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งดัชนีเก็บเกี่ยวในวันปลูก LRS2 (Table 6)

การให้น้ำแบบ SDI และ DI ให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่า RF ทั้ง 2 วันปลูก เนื่องจาก RF เจริญเติบโตช่วงที่ดินมีความชื้นต่ำในช่วง 1-3 เดือนหลังปลูก ซึ่งเป็นระยะที่รากเจริญพัฒนาจากรากฝอยเป็นรากสะสมอาหารและระยะที่มีการสร้างหัว การขาดน้ำในระยะนี้ทำให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังลดลง 32-60 เปอร์เซ็นต์ (Connor *et al.*, 1981) ขณะที่การให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง SDI และ DI มันสำปะหลังจะได้รับความชื้นที่สม่ำเสมอ (-30 ถึง -60 กิโลพาสคาล) ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งจึงสูงกว่า RF ซึ่งการให้น้ำทำให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เพิ่มขึ้นแต่ปริมาณโปรตีนลดลง (Hular-Bograd, 2011) การให้น้ำแบบน้ำหยดที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน ทำให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 2-6 เท่า (Olanrewaju *et al.*, 2009; Odubanjo *et al.*, 2011) และการให้น้ำแบบน้ำหยดที่อัตรา 10 และ 20 มิลลิเมตรต่อวัน เมื่อมีการระเหยของน้ำสะสมเท่ากับ 40 มิลลิเมตร ทำให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 และระยอง 11 มีค่ามากกว่าการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ (Polthanee and Srisutham, 2018) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี การให้น้ำแบบ SDI มีผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่า DI ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Sinworn and Duangpatra (2014) ที่พบว่า มันสำปะหลังที่ให้น้ำแบบน้ำหยดได้ผลผลิตที่ระดับ 10 และ 40 เซนติเมตร จากผลผลิตที่มีน้ำหนักหัวสดสูงกว่า การให้น้ำหยดบนดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่

Chuayprut *et al.* (2017) รายงานว่า มันสำปะหลัง ที่ให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดินที่ปลูกในวันปลูกต้นฝนให้ ผลผลิตหัวสดมากกว่าการให้น้ำหยดบนดินอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง ที่ให้น้ำแบบน้ำหยดบนดินสูงกว่าการให้น้ำแบบน้ำหยด ใต้ผิวดิน

Table 5 Effect of irrigation regimes and cassava varieties on number of primary branches per plant (NBP), number of tuberos per plant (NTP), fresh root yield (FRY), percent of starch (PS), and harvest index (HI) of cassava in the beginning of late rainy season planting date experiment (LRS1) at 8 months after planting

Factors	NBP	NTP	FRY (kg/rai)	PS (%)	HI
Irrigations					
SDI	2.0 ± 0.2	9.4 ± 1.5 ^a	4,737 ± 975 ^a	23.7 ± 1.3 ^a	0.72 ± 0.04 ^a
DI	1.7 ± 0.0	8.2 ± 1.6 ^b	3,150 ± 634 ^b	22.4 ± 1.2 ^b	0.70 ± 0.04 ^a
RF	1.7 ± 0.1	7.3 ± 1.2 ^b	1,561 ± 263 ^c	19.8 ± 1.5 ^c	0.57 ± 0.07 ^b
LSD	ns	1.0**	698**	0.8**	0.03**
CV (%)	10.9	9.6	18.1	2.8	3.8
Varieties					
KU50	1.8 ± 0.1	8.5 ± 1.6	3,187 ± 1,635	21.3 ± 2.2	0.63 ± 0.10 ^b
HB80	1.8 ± 0.2	8.1 ± 1.7	3,112 ± 1,377	22.6 ± 1.8	0.70 ± 0.06 ^a
LSD	ns	ns	ns	ns	0.01**
CV (%)	4.7	21.8	16.3	7.8	1.3
Irrigations x Varieties					
SDI x KU50	2.0 ± 0.1	9.3 ± 1.8	5,063 ± 547	23.3 ± 1.3	0.71 ± 0.03
SDI x HB80	1.9 ± 0.3	9.4 ± 1.5	4,411 ± 1,278	24.0 ± 1.5	0.73 ± 0.06
DI x KU50	1.8 ± 0.0	8.9 ± 1.2	3,077 ± 768	21.8 ± 1.0	0.67 ± 0.03
DI x HB80	1.7 ± 0.0	7.5 ± 1.7	3,223 ± 577	23.0 ± 1.1	0.73 ± 0.01
RF x KU50	1.8 ± 0.1	7.3 ± 1.2	1,420 ± 204	18.8 ± 1.4	0.50 ± 0.02
RF x HB80	1.7 ± 0.2	7.4 ± 1.4	1,702 ± 258	20.7 ± 1.1	0.63 ± 0.01
LSD	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6.6	12.3	28.2	5.6	6.6
Average	1.8 ± 0.2	8.3 ± 1.6	3,149 ± 1,479	21.9 ± 2.1	0.66 ± 0.09

^{a, b, c} Means followed by the same letter at the same column were not significantly different by least significant difference (LSD) at P < 0.05

ns = not significant, * = significant at P < 0.05, ** = significant at P < 0.01

SDI = subsurface drip irrigation, DI = surface drip irrigation, RF = rainfed, KU50 = Kasetsart 50, HB80 = Huay Bong 80, CV = coefficient of variation

Table 6 Effect of irrigation regimes and cassava varieties on number of primary branches per plant (NBP), number of tuberous per plant (NTP), fresh root yield (FRY), percent of starch (PS), and harvest index (HI) of cassava in the end of late rainy season planting date experiment at 8 months after planting

Factors	NBP	NTP	FRY (kg/rai)	PS (%)	HI
Irrigations					
SDI	1.9 ± 0.1 ^a	13.3 ± 2.2 ^a	4,960 ± 728 ^a	24.3 ± 1.3 ^a	0.70 ± 0.06 ^a
DI	1.9 ± 0.1 ^a	10.5 ± 1.0 ^b	4,157 ± 796 ^b	22.6 ± 1.1 ^b	0.65 ± 0.07 ^a
RF	1.6 ± 0.2 ^b	7.7 ± 2.1 ^c	1,924 ± 378 ^c	18.3 ± 1.6 ^c	0.56 ± 0.07 ^b
LSD	0.2**	1.5**	574**	1.4**	0.06**
CV (%)	7.8	10.0	12.7	5.4	8.7
Varieties					
KU50	1.8 ± 0.2	11.1 ± 2.9	3,462 ± 1,474	21.2 ± 3.2	0.59 ± 0.09 ^b
HB80	1.8 ± 0.2	9.7 ± 2.6	3,898 ± 1,468	22.3 ± 2.5	0.68 ± 0.06 ^a
LSD	ns	ns	ns	ns	0.03**
CV (%)	2.0	20.1	26.2	5.5	4.3
Irrigations x Varieties					
SDI x KU50	1.8 ± 0.1	14.1 ± 2.2	4,782 ± 833	24.3 ± 1.4	0.67 ± 0.07
SDI x HB80	1.9 ± 0.0	12.5 ± 1.6	5,139 ± 677	24.4 ± 1.4	0.73 ± 0.03
DI x KU50	1.8 ± 0.1	10.8 ± 0.8	3,780 ± 1,029	21.9 ± 0.8	0.59 ± 0.02
DI x HB80	1.9 ± 0.1	10.2 ± 1.1	4,534 ± 201	23.4 ± 1.0	0.71 ± 0.03
RF x KU50	1.7 ± 0.3	8.3 ± 1.5	1,825 ± 432	17.4 ± 1.8	0.50 ± 0.06
RF x HB80	1.5 ± 0.1	7.1 ± 2.6	2,022 ± 347	19.2 ± 0.7	0.61 ± 0.04
LSD	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10.0	19.4	16.7	5.6	4.6
Average	1.8 ± 0.2	10.4 ± 2.8	3,680 ± 1,456	21.8 ± 2.9	0.63 ± 0.09

^{a, b, c} Means followed by the same letter at the same column were not significantly different by least significant difference (LSD) at P < 0.05

ns = not significant, * = significant at P < 0.05, ** = significant at P < 0.01

SDI = subsurface drip irrigation, DI = surface drip irrigation, RF = rainfed, KU50 = Kasetart 50, HB80 = Huay Bong 80, CV = coefficient of variation

ปริมาณการให้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และ ผลผลิตสัมพัทธ์

ปริมาณการให้น้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และผลผลิตสัมพัทธ์ระหว่างวิธีการให้น้ำแบบ SDI, DI และ RF พบว่า วันปลูก LRS1 มีปริมาณน้ำฝนรวมเท่ากับ 610 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้สำหรับ SDI และ DI เท่ากับ 202 และ 254 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 7) ขณะที่ วันปลูก LRS2 ปริมาณน้ำฝนรวมมีค่าเท่ากับ 569 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้สำหรับ SDI และ DI เพิ่มเติม คือ 98 และ 115 มิลลิเมตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water use efficiency) ของ SDI และ DI สูงกว่า RF ทั้ง 2 วันปลูก การปลูกมันสำปะหลังในวันปลูก

LRS2 ให้ผลผลิตสูงกว่า LRS1 สอดคล้องกับ Janket *et al.* (2020) ที่พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยะของ 9 ที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติในเดือนธันวาคมมีผลผลิตแบ่งและน้ำหนักแห้งส่วนหัวมากกว่าการปลูกในเดือนตุลาคม ปริมาณการให้น้ำของ LRS2 น้อยกว่า LRS1 เนื่องจากในช่วงที่ดินมีความชื้นน้อยกว่าระดับที่ควบคุม (-60 กิโลพาสคาล) LRS1 อยู่ในระยะที่พืชมีความต้องการใช้น้ำสูงกว่า LRS2 โดย LRS1 ที่อายุ 3-5 เดือนหลังปลูก มันสำปะหลังมีสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc) อยู่ระหว่าง 0.34-0.72 ขณะที่ LRS2 ที่อายุ 2-3 เดือนหลังปลูก มีค่า Kc เท่ากับ 0.32-0.34 (Numkhang, 2012) ระบบให้น้ำอัตโนมัติจึงใช้น้ำเพื่อรักษาระดับแรงดึงความชื้นของดินใน LRS1 มากกว่า LRS2

Table 7 Fresh root yield, rainfall, irrigation water applied, total water use, water use efficiency, and relative yield of cassava at the beginning and the end of late rainy season planting date at 8 months after planting

Data	LRS1			LRS2		
	SDI	DI	RF	SDI	DI	RF
Fresh root yield (kg/rai)	4,737	3,150	1,561	4,960	4,157	1,924
Rainfall (mm)	610	610	610	569	569	569
Irrigation water applied (mm)	202	254	0	98	115	0
Total water use (mm)	812	864	610	667	684	569
Water use efficiency (kg/rai/mm)	5.8	3.6	2.6	7.4	6.1	3.4
Relative yield (%)	150	100	50	135	113	52

LRS1 = beginning of late rainy season planting date, LRS2 = end of late rainy season planting date, SDI = subsurface drip irrigation, DI = surface drip irrigation, RF = rainfed

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี การให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดินมีการให้น้ำน้อยกว่าการให้น้ำแบบน้ำหยดบนดิน 15-20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากบริเวณที่ให้น้ำอยู่ใกล้กับระดับที่ควบคุมความชื้น (30 เซนติเมตร จากผิวดิน) ทำให้ใช้ปริมาณน้ำในการเพิ่มความชื้นดินน้อยกว่า และมีการ

สูญเสียน้ำทางผิวดินและการไหลบ่าน้อยกว่าการให้น้ำแบบน้ำหยดบนดิน (Lamm *et al.*, 1995; Sinobas and Rodríguez, 2012) สอดคล้องกับการทดลองของ Umair *et al.* (2019) ที่พบว่า อัตราการคายระเหยของการให้น้ำหยดใต้ผิวดินในการปลูกข้าวสาลีน้อยกว่าการให้น้ำหยดบนดิน 15 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของผลผลิต

สัมพัทธ์การให้น้ำแบบ SDI ทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตสัมพัทธ์สูงสุด รองลงมาคือ DI และ RF มีค่าน้อยที่สุด การให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี ให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังสูงกว่า RF 2–3 เท่า โดย SDI เป็นวิธีการให้น้ำที่มีผลผลิตสัมพัทธ์สูงสุด ซึ่งการให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดินในการเพาะปลูกมันสำปะหลังทำให้กำไรเพิ่มขึ้น 83 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ การให้น้ำหยดบนดินทำให้กำไรเพิ่มขึ้น 36 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ (Sinworn, 2014)

สรุป

การให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดินและบนดิน เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตให้กับมันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวอายุสั้นที่ปลูกในวันปลูกปลายฝน เนื่องจากทำให้มันสำปะหลังมีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนหัว ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง ดัชนีเก็บเกี่ยว และประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าการปลูกโดยอาศัย

น้ำฝนตามธรรมชาติ โดยการให้น้ำแบบน้ำหยดใต้ผิวดิน เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการทดลอง เนื่องจากให้ผลผลิตสูงสุดและมีปริมาณการใช้น้ำที่ต่ำกว่าการให้น้ำแบบน้ำหยดบนดินในทั้ง 2 วันปลูก ขณะที่ การตอบสนองของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และห้วยบง 80 ในส่วนของผลผลิตไม่แตกต่างกัน ดังนั้น วิธีการให้น้ำแบบน้ำหยดทั้ง 2 วิธี จึงมีความเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกมันสำปะหลังพันธุ์อื่น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย การตอบสนองทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการจัดการน้ำและปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลิตภาพของมันสำปะหลัง รหัสโครงการ P-12-02045 ภายใต้ทุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

- Alves, A.A.C. 2002. Cassava botany and physiology, pp.67–89. In R.H. Hillock and J.M. Thresh, eds. Cassava: Biology, Production and Utilization. CAB International, Wallingford, England.
- Bakayoko, S., A. Tschannen, C. Nindjin, D. Dao, O. Girardin and A. ASSA. 2009. Impact of water stress on fresh tuber yield and dry matter content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Côte d'Ivoire. Afr. J. Agric. Res. 4(1): 21–27.
- Chuayprut, N., S. Nakasathien, E. Sarobol, V. Vichukit, C. Thongjoo, S. Tubnguen, S. Kaewrueng and C. Chutteang. 2017. Yield of cassava grown in beginning of early rainy season under supplemental subsurface-dripped and surface-dripped irrigations in comparison to natural rainfed condition. Agricultural Sci. J. 48(3): 346–357. (in Thai)
- Connor, D.J., J.H. Cock and G.E. Parra. 1981. Response of cassava to water shortage. I. Growth and yield. Field Crop Res. 4: 181–200.
- Department of Agriculture. 2020. Handbook of Cassava Production Technology. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. (in Thai)

- Department of Agriculture. 2021. Suggestion of Fertilizer Based on Soil Analysis for Economic Crops. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- El-Sharkawy, M.A. 2004. Cassava biology and physiology. *Plant Mol. Biol.* 56: 481–501.
- Hular-Bograd, J., E. Sarobol, C. Rojanaridpiched and K. Sriroth. 2011. Effect of supplemental irrigation on reducing cyanide content of cassava variety Kasetart 50. *Kasetart J. (Nat. Sci.)* 45: 985–994.
- Janket, A., N. Vorasoot, B. Toomsan, W. Kaewpradit, S. Jogloy, P. Theerakulpisut, C.C. Holbrook, C.K. Kvien and P. Banterng. 2020. Starch accumulation and granule size distribution of cassava cv. Rayong 9 grown under irrigated and rainfed conditions using different growing seasons. *Agronomy.* 10(3): 412.
- Lamm, F.R., H.L. Manges, L.R. Stone, A.H. Khan and D.H. Rogers. 1995. Water requirement of subsurface drip-irrigated corn in Northwest Kansas. *Trans. ASABE.* 38(2): 441–448.
- Land Development Department. 2021. Group of soil series No. 35. Available Source: [http://iddindee.ldd.go.th/SoilSeries/M/18_Series_\(Mb\).pdf](http://iddindee.ldd.go.th/SoilSeries/M/18_Series_(Mb).pdf), October 6, 2021. (in Thai)
- Maneechote, C., S. Sahaya, P. Ekkathin and Y. Anantanamane. 2016. Integrated Pest Management of Cassava Manual. Karuntee Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Numkhang, P. 2012. The Study on Water Requirement and Optimal Water Application to Cassava. MS Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Odubanjo, O.O., A.A. Olufayo and P.G. Oguntunde. 2011. Water use, growth, and yield of drip irrigated cassava in a humid tropical environment. *Soil & Water Res.* 6(1): 10–20.
- Olanrewaju, O.O., A.A. Olufayo, P.G. Oguntunde and A.A. Ilemobade. 2009. Water use efficiency of *Manihot esculenta* Crantz under drip irrigation system in South Western Nigeria. *Eur. J. Sci. Res.* 27(4): 576–587.
- Polthane, A. and M. Srisutham. 2018. Growth, yield and water use of drip irrigated cassava planted in late rainy season of North Eastern Thailand. *Indian J. Agric. Res.* 52(5): 554–559.
- Sinobas, L.R. and M.G. Rodríguez. 2012. A review of subsurface drip irrigation and its management, pp. 171–194. In T.S. Lee, ed. *Water Quality, Soil and Managing Irrigation of Crops*. Intech publisher, London, England.
- Sinworn, S. 2014. Effect of Drip Irrigation Systems Fertigation and Soil Fertilization on Growth and Yield of Cassava. MS Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

- Sinworn, S. and P. Duangpatra. 2014. Effect of drip irrigation systems and chemical fertilizer on growth and yield of cassava in dry season. *SDU Res. J.* 7(2): 1–21. (in Thai)
- Thongaram, D., W. Tangkosakul, N. Jiracheewee and I. Nuntagijj. 2002. *Design and Technology of Irrigation for Plant*. Mitkaset Marketing and Advertising Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Umair, M., T. Hussain, H. Jiang, A. Ahmad, J. Yao, Y. Qi, Y. Zhang, L. Min and Y. Shen. 2019. Water-saving potential of subsurface drip irrigation for winter wheat. *Sustainability*. 11(10): 2978.
- Wanikorn, N. 2007. *Effect of Varieties, Harvesting Dates and Planting Season on Starch Biosynthesis of Cassava*. PhD Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Xie, X. 2018. *Fertigation for Cassava Production under Drip Irrigation System*. PhD Thesis, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima.