



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ผลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันจาวมะพร้าว

รัตนาภรณ์ กุลชาติ* ศศิธร ประพรม รัชนิวรรณ ชูเชิด อาภาพร บุญญา และ รพีพร ศรีสถิต

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชัยภูมิ ตำบลนาฝาย อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ประเทศไทย 36000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 6 มิถุนายน 2567

แก้ไข: 9 สิงหาคม 2567

ตอบรับการตีพิมพ์: 10 สิงหาคม 2567

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 สิงหาคม 2567

คำสำคัญ

มันจาวมะพร้าว

ระยะปลูก

การเจริญเติบโต

ผลผลิต

ผลตอบแทน

บทคัดย่อ

การใช้ระยะปลูกที่เหมาะสมในการผลิตมันจาวมะพร้าว (*Dioscorea alata* L.) สามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลผลิต รายได้ของเกษตรกร และมูลค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมในการผลิตมันจาวมะพร้าว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก ศึกษา 5 ระยะปลูก จำนวน 4 ซ้ำ ระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้น ประกอบด้วย 100x100 100x80 80x80 80x50 และ 50x50 เซนติเมตร ทำการทดลอง ณ แปลงศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชัยภูมิ ตำบลนาฝาย อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ระหว่างเดือนเมษายน-ธันวาคม 2566 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต ต้นทุนการผลิต รายได้ ผลตอบแทน และสัดส่วนรายได้ต่อต้นทุน (BCR) ผลการทดลอง พบว่าระยะปลูกมันจาวมะพร้าวทำให้ความยาวเถา ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกมันจาวมะพร้าวโดยใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร ทำให้ความยาวเถา ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบมากที่สุด และมีลักษณะการเจริญเติบโตอื่น ๆ สูงด้วย ระยะปลูกมีผลทำให้ผลผลิตของมันจาวมะพร้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกมันจาวมะพร้าวโดยใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร ทำให้มันจาวมะพร้าวมีผลผลิตสูงสุดและมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด การปลูกมันจาวมะพร้าวโดยใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร เหมาะสมในการผลิตมันจาวมะพร้าวมากที่สุดทั้งในแง่การให้ผลผลิตและความคุ้มค่าต่อการลงทุน

บทนำ

มันจาวมะพร้าว (*Dioscorea alata* L.) เป็นพืชที่มีหัวและอยู่ในวงศ์ Dioscoreaceae พืชหัวในสกุลมันจาวมะพร้าว (*Dioscorea* spp.) เป็นพืชอาหารหลักซึ่งปลูกอย่างกว้างขวางในเขตร้อนของแอฟริกาตะวันออก เอเชีย อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนและความมั่นคงทางอาหาร (Suja et al., 2003) มันจาวมะพร้าวมีสารอาหารสูงประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ฟอสฟอรัส แคลเซียม เบต้าแคโรทีน โพลีแซคคาไรด์ วิตามิน และกรดโพลี (Makiyah & Djati, 2018)

จากการสำรวจและวิเคราะห์พื้นที่การผลิตมันจาวมะพร้าวในจังหวัดชัยภูมิ มีเกษตรกรปลูกประมาณ 400-500 ราย ปลูกอายุละ 1-40 ไร่ รวมพื้นที่กว่า 1,000 ไร่ คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจกว่า 50 ล้านบาท ผลผลิตจะเริ่มเก็บเกี่ยวประมาณเดือนตุลาคมถึงเมษายนของทุกปี สำหรับเทคโนโลยีการผลิตมันจาวมะพร้าวในพื้นที่ พบว่าเกษตรกรปลูกด้วยหัวพันธุ์อัตรา 250-330 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นต้นทุน 10,000-12,000 บาทต่อไร่ ใช้ระยะปลูกที่หลากหลาย ส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้ระยะปลูกประมาณ 50x50 และ 80x50 เซนติเมตร ได้ผลผลิต 2-3 ตันต่อไร่ จากงานวิจัยนี้ได้ทำการสัมภาษณ์นายอดิศักดิ์ ปาติสสัย เมื่อปี 2563 พบว่าต้นทุนการผลิตรวมประมาณ 20,000 บาทต่อไร่ ผลตอบแทนประมาณ 50,000 บาทต่อไร่ ซึ่งมีผลตอบแทนมากกว่าการผลิตมันสำปะหลัง ในพื้นที่เดียวกัน

50-60 เท่า จากการวิเคราะห์เทคโนโลยีการผลิตของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรใช้เทคโนโลยีการผลิตตามคำแนะนำของเพื่อนบ้านและปฏิบัติสืบต่อกันมา ซึ่งยังขาดเทคโนโลยีด้านวิชาการทำให้เกษตรกรได้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ดังนั้นหากมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้ระยะปลูกที่เหมาะสม จะสามารถยกระดับผลผลิตของเกษตรกรเพิ่มขึ้นได้ และทำให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตลดลง ได้ผลผลิตและมีรายได้เพิ่มขึ้น เพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่

การวิจัยระยะปลูกมันจาวมะพร้าวที่ผ่านมาพบว่า ระยะปลูกที่ดีที่สุดแตกต่างกันในการศึกษาที่ต่างกัน Lyonga et al. (1973) รายงานว่าในการปลูกมันจาวมะพร้าวโดยการทำค้าง ระยะปลูก 100x66 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุด Saravaiya et al. (2010) พบว่าการปลูกมันจาวมะพร้าวในเดือนพฤษภาคมโดยใช้ระยะปลูก 75x50 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุด และในการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้พบว่า ระยะปลูก 60x30 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุดและสูงกว่าการปลูกระยะห่าง (90x90 เซนติเมตร) เป็นอย่างมาก (Mhaskar et al., 2020) และระยะปลูกห่าง (75x75 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตต่อต้นมากที่สุด ในขณะที่ระยะปลูกถี่ (50x50 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากที่สุด (Sebastian et al., 2020)

ในพื้นที่อื่น เช่น ข้าวสาลี การปลูกโดยใช้ความหนาแน่นประชากรสูงควบคุมวัชพืชได้ดีกว่าการปลูกโดยใช้ความหนาแน่นประชากรต่ำ (Xi et al., 2022) สำหรับมันจาวมะพร้าวการใช้ระยะปลูกถี่มากที่สุด (60x60 เซนติเมตร) ทำให้สะสมน้ำหนักแห้งรวมและ

*Corresponding author

E-mail address: ratanaporn38@hotmail.com (R. Koolachart)

Online print: 28 August 2024 Copyright © 2024. This is an open access article, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2024.36>

น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินมากที่สุด (Suja et al., 2003) หัวพันธุ์ขนาดกลางและขนาดเล็กให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทั้งในระยะปลูกถี่ (90x30 เซนติเมตร) และระยะปลูกห่าง (90x60 เซนติเมตร) แต่หัวพันธุ์ขนาดใหญ่ให้ผลผลิตสูงสุด (Ferguson et al., 2009) การเพิ่มความหนาแน่นของประชากรพืชทำให้ผลผลิตหัวเพิ่มขึ้นแต่ขนาดหัวเล็กลง (Gurnah, 1974) ซึ่งจากการทดลองโดยใช้ความหนาแน่นประชากรพืชที่ 5,333 6,400 8,000 10,666 และ 16,000 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ พบว่าความหนาแน่นประชากรพืชต่ำ (5,333 ต้นต่อไร่) ให้น้ำหนักแห้งของหัวและส่วนเหนือดินมากกว่าความหนาแน่นของประชากรพืชสูง โดยความหนาแน่นประชากรพืชที่ 5,333 และ 6,400 ต้นต่อไร่ มีจำนวนหัวมากกว่าความหนาแน่นประชากรพืชที่ 10,666 และ 16,000 ต้นต่อไร่ (Okpara et al., 2014)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าระยะปลูกที่ดีที่สุดมีความแตกต่างกัน โดยทั่วไประยะปลูกห่างสามารถเพิ่มขนาดของหัว ส่วนระยะปลูกถี่สามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ แต่ยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าระยะปลูกใดเหมาะสมที่สุดกับสภาพการผลิตมันจาวมะพร้าวในประเทศไทยทั้งคุณภาพของหัวที่ตลาดต้องการและผลผลิตที่ยอมรับได้ ได้แก่ ขนาดหัว รูปทรง ผิว สารอาหาร และรสชาติ เป็นต้น สมมุติฐานของการวิจัยนี้คือ การใช้ระยะปลูกถี่ที่สุดหรือการเพิ่มความหนาแน่นของประชากรพืชมากที่สุดทำให้เพิ่มผลผลิตมันจาวมะพร้าวได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันจาวมะพร้าว ซึ่งผลการทดลองนี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลและแนวทางในการเพิ่มผลผลิตของมันจาวมะพร้าวในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

แผนการทดลองและการจัดการพืช

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design, RCBD) ศึกษา 5 ระยะปลูก จำนวน 4 ซ้ำ ระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้น ประกอบด้วย 100x100 100x80 80x80 80x50 และ 50x50 เซนติเมตร แปลงย่อยมีขนาด 4x5 เมตร มีทั้งหมด 20 แปลง

เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกส่งเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ซึ่งสมบัติทางเคมีของดินแสดงไว้ในตารางที่ 1 เตรียมดินโดยไถตากดินไว้ 14 วัน ใส่ปุ๋ยคอกรองพื้นอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถพรวนกลบปุ๋ยคอกลงในดิน

เตรียมต้นพันธุ์โดยใช้หัวพันธุ์ที่มีอายุ 9 เดือน ใช้พันธุ์มันจาวมะพร้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกมานานในพื้นที่ ตัดแบ่งหัวพันธุ์ให้มีขนาดเท่า ๆ กัน เพาะหัวพันธุ์ที่ตัดแล้วในเรือนเพาะชำ ย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน ปลูกลงแปลงโดยใช้ระยะปลูก 5 วิธีตามที่กำหนดไว้ จำนวน 1 ต้นต่อหลุม

กำจัดวัชพืชราก่อนการใส่ปุ๋ยเคมี โดยใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 1 สูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่หลังย้ายปลูก 1 เดือน และ ครั้งที่ 2 สูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่หลังย้ายปลูก 3 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อมันอายุ 8 เดือน

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินก่อนปลูก ประกอบด้วย pH ของดิน อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเนื้อดิน

บันทึกข้อมูลอุณหภูมิโดยสถานีอุตุนิยมวิทยาชัยภูมิ ประกอบด้วย ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยของน้ำ อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด ตั้งแต่เริ่มย้ายปลูกจนเก็บเกี่ยว ในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม 2566

บันทึกข้อมูลพืช ได้แก่ ความยาวของเถา จำนวนข้อของเถา จำนวนเถาต่อต้น จำนวนยอดบนเถาหลัก จำนวนใบบนเถาหลัก ความยาวใบ ความกว้างใบ และความยาวก้านใบ เมื่อ 30 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก วัดความยาวเถาจากเถาหลัก จำนวน 10 ต้นในแต่ละแปลง นับจำนวนข้อของเถาหลัก จำนวน 10 ต้นในแต่ละแปลง นับจำนวนเถาทุกเถาที่เกิดจากหัวพันธุ์ จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง นับจำนวนยอดที่เกิดจากเถาหลัก จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง นับทุกใบในเถาหลัก จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง วัดความยาวใบของใบที่ 3 ของเถาหลัก จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง วัดความกว้างใบที่ 3 ของเถาหลัก จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง วัดความยาวของก้านใบที่ 3 ของเถาหลัก จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง

เก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนธันวาคม 2566 เมื่อมันจาวมะพร้าวมีอายุ 8 เดือน บันทึกผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตหัวสด น้ำหนักหัวต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว จำนวนหัวต่อต้น จำนวนหัวต่อไร่ ความกว้างหัว และความยาวหัว เก็บข้อมูลผลผลิตจากทุกต้นที่มีต้นอื่นล้อมรอบ เว้นแถวข้างแปลง ต้นหัวแถว และท้ายแถว ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 3x4 เมตร เพื่อวัดผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักหัวต่อต้น จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง จำนวนหัวต่อต้น จาก 10 ต้นในแต่ละแปลง จำนวนหัวต่อไร่คำนวณจากจำนวนหัวต่อต้นคูณด้วยความหนาแน่นของประชากรต่อไร่ ความกว้างหัววัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของหัวจากตัวอย่าง 10 ต้นในแต่ละแปลง ความยาวหัววัดจากส่วนที่ยาวที่สุดของหัวจากตัวอย่าง 10 ต้นในแต่ละแปลงย่อย

คำนวณต้นทุนการผลิต (คำนวณจากผลรวมของค่าเตรียมดิน ค่าหัวพันธุ์ ค่าปุ๋ยคอก ค่าปุ๋ยเคมี ค่าเชื้อราไตรโคเดอร์มา ค่าปลูก ค่าดูแลรักษา ค่าเก็บเกี่ยวและรวบรวม และค่าเช่าที่ดิน (บาทต่อไร่)) รายได้รวมก่อนหักต้นทุน (คำนวณจากผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) x ราคาผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)) รายได้สุทธิหลังหักต้นทุน (คำนวณจากรายได้รวมก่อนหักต้นทุน (บาทต่อไร่) - ต้นทุนการผลิต (บาทต่อไร่)) และสัดส่วนของรายได้ต่อต้นทุนการผลิต (Benefit cost ratio, BCR, B/C ratio = Benefit/Cost (B/C > 1 คุ่มค่าการลงทุน, B/C = 1 เท่าทุน, B/C < 1 ไม่คุ้มทุน ขาดทุน)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทุกลักษณะตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference test (LSD) (Gomez & Gomez, 1984) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C (Bricker, 1989) และคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

ดินที่ใช้ปลูกมันจาวมะพร้าวมี pH 5.46 อยู่ในระดับกรดจัด อินทรีย์วัตถุในดิน (OM) 0.44 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในระดับสูงมาก 54 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระดับสูง 66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) (Table 1)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำเกินไปอาจทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารพืชไม่เต็มที่ และดินเป็นกรดอาจเป็นปัจจัยที่จำกัดผลผลิต ค่า pH ในดินที่เหมาะสมสำหรับพืชโดยทั่วไปควรอยู่ในช่วง pH 6-6.50 หรือกรดอ่อน ๆ เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด พืชสามารถนำเอาธาตุอาหารไปใช้ได้มากที่สุด ส่วนดินที่มีค่า pH ต่ำกว่า 5.50 หรือตั้งแต่ pH 8.50 จะถูกจัดให้เป็น ดินที่มีปัญหาด้านเกษตร เนื่องจากเป็นดินที่ขาดธาตุอาหาร มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และเพาะปลูกได้ยาก (Hanna Instruments, 2024) ซึ่งการใช้แคลเซียม เช่น ปูนขาว ปูนเปลือกหอย หรืออิมพรีมสามารถยกระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้ (Wongkrachang & Rattaneetu, 2014)

ค่าอินทรีย์วัตถุต่ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จำกัดผลผลิตพืช อินทรีย์วัตถุช่วยจับยึดธาตุอาหารและปลดปล่อยธาตุอาหารเป็นประโยชน์ต่อพืช (Department of Land Development, 2024) อินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชหลักโดยเฉพาะไนโตรเจน นอกจากนั้นอินทรีย์วัตถุยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารรองซึ่งพืชต้องการน้อยแต่มีความจำเป็นมาก อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการตอบสนองของมันจาวมะพร้าวต่อปุ๋ยไนโตรเจนส่วนธาตุอาหารหลักอื่น ๆ เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมถือว่ามีอย่างเพียงพอ

แต่อย่างไรก็ตามมันจาวมะพร้าวที่ศึกษาสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ค่อนข้างปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากในแปลงมีการใช้ปุ๋ยคอกรองพื้นก่อนปลูก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย (Ta-oun & Panchaban, 2002)

สภาพฟ้าอากาศ

ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดฤดูปลูกเท่ากับ 984.40 มิลลิเมตร (Figure 1) การกระจายของฝนเริ่มตั้งแต่ย้ายปลูกจนถึง 200 วันหลังย้ายปลูก ปริมาณน้ำฝนถือว่าน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนในส่วนต่าง ๆ ของประเทศ แต่การกระจายตัวของฝนนั้นค่อนข้างดี ดังนั้นปริมาณน้ำฝนจึงเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของมันจาวมะพร้าว ซึ่งเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อยและค่อนข้างจะทนแล้ง โดยทั่วไปมันจาวมะพร้าวเป็นพืชที่ปลูกอาศัยน้ำฝนเป็นหลักไม่จำเป็นต้องรดน้ำ เว้นแต่ดินแห้งมากหรือฝนไม่ตกเป็นระยะเวลา และความสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง 49.63 ถึง 93.38 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกันกับการกระจายตัวของฝน ความชื้นสัมพัทธ์จะสูงในช่วงที่มีฝนตกชุกและจะต่ำในช่วงที่ไม่มีฝน ซึ่งความสัมพันธ์จะบ่งบอกถึงความชื้นในอากาศ โดยปริมาณน้ำฝนจะช่วยทำให้ความชื้นในอากาศสูงขึ้นเป็นผลทำให้มันจาวมะพร้าวมีการเจริญเติบโตดีขึ้นเมื่อได้รับปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสม ค่าการคายระเหยเฉลี่ยรายวัน 5.01 มิลลิเมตร ส่วนอุณหภูมิมีค่าระหว่าง 16.30-41.50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงช่วงปลูกและจะต่ำช่วงเก็บเกี่ยว

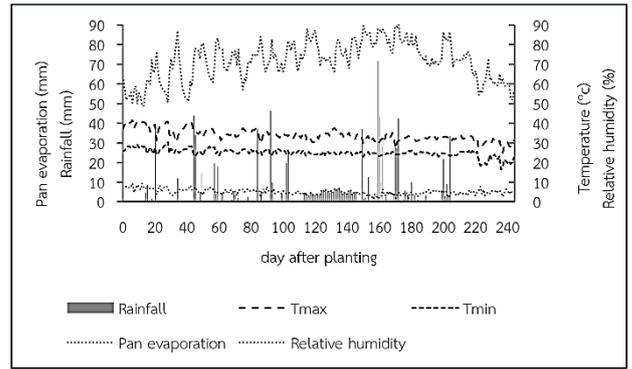


Figure 1 Relative humidity (%), rainfall (mm), pan evaporation (mm), maximum (Tmax) temperature (°c) and minimum (Tmin) temperature (°c) in Chaiyaphum Province 2023.

การเจริญเติบโต

ระยะปลูกทำให้ความยาวเถาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) และจำนวนข้อต่อเถาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ที่อายุ 30 วันหลังย้ายปลูก (Table 2) ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร มีความยาวเถาสูงสุด 105 เซนติเมตร ในขณะที่ระยะปลูก 100x80 เซนติเมตร มีความยาวเถาต่ำสุด 68 เซนติเมตร คล้ายกันกับความยาวเถา ซึ่งระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร มีจำนวนข้อต่อเถาสูงสุด (11.35 ข้อ) และระยะปลูก 100x100 เซนติเมตร มีจำนวนข้อต่อเถาต่ำสุด (7.65 ข้อ) ระยะปลูกไม่ทำให้ความยาวเถาและจำนวนข้อต่อเถาแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อ 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก ความยาวเถาและจำนวนข้อต่อเถาเพิ่มมากขึ้นเมื่อ 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก

ระยะปลูกไม่ทำให้จำนวนเถาต่อต้นและจำนวนยอดบนเถาหลักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ 30 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก (Table 3) จำนวนเถาต่อต้นและจำนวนยอดบนเถาหลักเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันหลังย้ายปลูก เมื่อ 30 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก จำนวนเถาต่อต้นมีค่าเท่ากับ 1.37 2.58 และ 3.38 เถา ตามลำดับ จำนวนยอดบนเถาหลักเฉลี่ย 2.47 ยอดต่อเถา เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก และเพิ่มขึ้นเป็น 3.33 ยอดต่อเถา เมื่อ 60 วันหลังย้ายปลูก และ 3.54 ยอดต่อเถา เมื่อ 90 วันหลังย้ายปลูก

จำนวนใบต่อต้นเพิ่มขึ้นจาก 10.71 ใบ เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก เป็น 26.78 ใบ เมื่อ 60 วันหลังย้ายปลูก และ 35.47 ใบ เมื่อ 90 วันหลังย้ายปลูก (Table 4) ระยะปลูกไม่ทำให้จำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ 30 และ 90 วันหลังย้ายปลูก อย่างไรก็ตามระยะปลูกทำให้จำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อ 60 วันหลังย้ายปลูก ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร มีจำนวนใบสูงสุด (29.11 ใบ) รองลงมาคือระยะปลูก 80x80 เซนติเมตร (28.04 ใบ) และ 80x50 เซนติเมตร (26.04 ใบ) ตามลำดับ ในขณะที่ระยะปลูก 100x100 เซนติเมตร มีจำนวนใบน้อยที่สุด (21.33 ใบ)

ความยาวใบเพิ่มขึ้นจาก 12.55 เซนติเมตร เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก เป็น 12.84 และ 13.64 เซนติเมตร เมื่อ 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ (Table 4) ระยะปลูกทำให้ความยาวใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อ 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร มีความยาวใบสูงสุด (13.39 เซนติเมตร) รองลงมาคือระยะปลูก 80x50 เซนติเมตร

(13.01 เซนติเมตร) 80x80 เซนติเมตร (12.36 เซนติเมตร) และ 100x100 เซนติเมตร (12.25 เซนติเมตร) ตามลำดับ ในขณะที่ระยะปลูก 100x80 เซนติเมตร มีความยาวใบต่ำสุด (11.73 เซนติเมตร)

ความกว้างใบเพิ่มขึ้นจาก 7.55 เซนติเมตร เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก เป็น 7.62 เซนติเมตร เมื่อ 60 วันหลังย้ายปลูก และ 7.73 เซนติเมตร เมื่อ 90 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ (Table 5) อย่างไรก็ตามระยะปลูกไม่ทำให้ความกว้างใบแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อ 30 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก

ความยาวของก้านใบเพิ่มขึ้นจาก 6.23 เซนติเมตร เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก เป็น 6.37 เซนติเมตร เมื่อ 60 วันหลังย้ายปลูก และ 7.01 เซนติเมตร เมื่อ 90 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ (Table 5) ระยะปลูกทำให้ความยาวของก้านใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร มีความยาวของก้านใบสูงสุด (6.55 เซนติเมตร) รองลงมาคือระยะปลูก 80x50 เซนติเมตร (6.49 เซนติเมตร) ระยะปลูก 100x100 เซนติเมตร (6.37 เซนติเมตร) และระยะปลูก 80x80 เซนติเมตร (5.93 เซนติเมตร) ตามลำดับ ส่วนระยะปลูก 100x80 เซนติเมตร มีความยาวของก้านใบต่ำสุด (5.81 เซนติเมตร)

ความกว้างของใบและความยาวของใบเป็นลักษณะที่บ่งบอกขนาดของใบและมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบ (Verwijst & Wen, 1996) นอกจากนั้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ และความยาวของก้านใบยังบ่งบอกการเจริญเติบโตของมันจาวมะพร้าวตามอายุของการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความยาวของใบและความยาวของก้านใบบ่งบอกการเจริญเติบโตของมันจาวมะพร้าวได้ดีกว่าความกว้างของใบเพราะระยะปลูกทำให้ทั้งสองลักษณะมีความแตกต่างกันในช่วงอายุ 30 วันหลังย้ายปลูก

ระยะปลูกที่เหมาะสมสามารถบ่งบอกได้ด้วยดัชนีพื้นที่ใบซึ่งเป็นสัดส่วนของพื้นที่ใบต่อพื้นที่ปลูก พืชแต่ละชนิดมีดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมแตกต่างกันไป ถั่วเหลืองมีดัชนีพื้นที่ใบอยู่ระหว่าง 6.0 ถึง 6.5 (Tagliapietra et al., 2018) ข้าวโพดมีดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.50 ถึง 6 (Liu et al., 2020) มันสำปะหลังมีดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.0 ถึง 3.50 (Veltkamp, 1986) ถั่วลิสงมีดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5 ถึง 7 (Kiniry et al., 2005) ถึงแม้ว่าในการศึกษานี้ไม่ได้มีการศึกษาดัชนีพื้นที่ใบซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญที่เชื่อมโยงกับผลผลิตในสภาพแปลงปลูก อย่างไรก็ตามในการศึกษาที่ผ่านมา มีรายงานว่า ดัชนีพื้นที่ใบของมันจาวมะพร้าวอยู่ระหว่าง 1.24 ถึง 5.73 (Law-Ogbomo & Remison, 2008) และ 0.90 ถึง 7.80 (Goenaga & Irizarry, 1994) ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุ อัตราปุ๋ย พันธุ์ที่ใช้และระยะปลูก ดัชนีพื้นที่ใบที่น้อยเกินไปทำให้พื้นที่ปลูกมีแสงแดดส่องถึงพื้นที่ได้มาก ส่วนดัชนีพื้นที่ใบที่มากเกินไปทำให้เกิดการแข่งขันสารอาหารระหว่างใบและผลผลิต ซึ่งการปลูกระยะถี่ทำให้พืชมีดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าการปลูกระยะห่าง นอกจากนี้จากการศึกษาของ Fang et al. (2018) พบว่าการจัดการระยะปลูกหรือความหนาแน่นของต้นพืชที่เหมาะสมนั้นจะส่งผลให้การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และส่งเสริมให้บักวีตมีดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการรับแสงและการสังเคราะห์อาหารและการเจริญเติบโต ส่งเสริมให้มีผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

ในการศึกษานี้ พบระยะปลูกมีผลทำให้ลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากที่สุด เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก โดยระยะปลูกทำให้ความยาวของก้านใบ ความยาวของใบ และความยาวของก้านใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อ 60 วันหลังย้ายปลูก ระยะปลูกทำให้จำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น ในขณะที่ระยะปลูกไม่ทำให้ในทุกลักษณะที่ศึกษาแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อ 90 วันหลังย้ายปลูก ประเด็นที่น่าสนใจก็คือ ระยะปลูกถี่ทำให้มันจาวมะพร้าวมีการเจริญเติบโตในระยะแรกดีกว่าระยะปลูกห่างในทุกลักษณะการเจริญเติบโตที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากมีจำนวนต้นต่อไร่มากกว่าจึงมีการเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ได้เร็วกว่า อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตในระยะหลัง ระยะปลูกไม่ทำให้การเจริญเติบโตแตกต่างกัน ซึ่งการส่องผ่านของแสงในระยะแรกของการเจริญเติบโตมีมากกว่าในระยะหลังการเจริญเติบโต (Khan et al., 2020) ดังนั้นพืชที่ปลูกระยะถี่จึงได้ประโยชน์จากแสงในระยะแรกของการเจริญเติบโตมากกว่าพืชที่ปลูกระยะห่าง แต่เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่แล้วพืชที่ปลูกระยะถี่มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเนื่องจากมีการแข่งขันกันเองในการรับแสงของใบ

การเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตกับการศึกษาอื่น ๆ ทำได้ยาก เนื่องจากในประเทศไทยมันจาวมะพร้าวไม่ใช่พืชหลักและมีการศึกษาน้อย นอกจากนั้นการเจริญเติบโตเป็นแบบเถาเลื้อยพันทำให้การศึกษารูปร่างการเจริญเติบโตทำได้ยาก ในการศึกษานี้วัดการเจริญเติบโตตั้งแต่ 30 วันหลังย้ายปลูกถึง 90 วันหลังย้ายปลูก หลังจาก 90 วันแล้วมันจาวมะพร้าวยังมีการเจริญเติบโตต่อไปอีกและเถาเริ่มจะพันกัน (Figure 2) สามารถแบ่งระยะการเจริญเติบโตของมันจาวมะพร้าวออกเป็น 4 ระยะคือ ระยะพักตัวของหัว ระยะการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเถาและราก ระยะพัฒนาหัวอย่างรวดเร็วพร้อมกับการหลุดร่วงของใบ และระยะหัวเจริญเติบโตเต็มที่ตามด้วยน้ำหนักหัวลดลง (Sobulo, 1972) ซึ่งในการศึกษานี้วัดการเจริญเติบโตถึงระยะการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเถาเท่านั้น ควรมีการศึกษาระยะการเจริญเติบโตต่อไปเพื่อให้เข้าใจการให้ผลผลิตของมันจาวมะพร้าวมากขึ้น

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ระยะปลูกทำให้ผลผลิตหัวสด น้ำหนักหัวต่อต้น น้ำหนักหัวเฉลี่ย จำนวนหัวต่อต้น และจำนวนหัวต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ระยะปลูกไม่มีผลทำให้ความกว้างหัวและความยาวหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) น้ำหนักหัวต่อต้น ขนาดของหัว และจำนวนหัวต่อไร่ จึงเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของมันจาวมะพร้าวที่มีผลต่อผลผลิตต่อไร่และลักษณะเหล่านี้มีความผันแปรไปตามระยะปลูก

ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร มีผลผลิตหัวสดสูงสุด (2,164 กิโลกรัมต่อไร่) และมีจำนวนหัวต่อไร่สูงสุด (30,238 หัวต่อไร่) ส่วนระยะปลูก 100x100 เซนติเมตร มีผลผลิตหัวต่ำสุด (1,208 กิโลกรัมต่อไร่) และมีจำนวนหัวต่อไร่ต่ำสุด (9,690 หัวต่อไร่) จะเห็นได้ว่าการปลูกระยะชิดที่สุด (50x50 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตสูงสุด ผลผลิตอาจเพิ่มขึ้นมากกว่านี้ถ้าใช้ระยะปลูกชิดมากกว่านี้ ซึ่งควรจะมีการศึกษาต่อไป

ระยะปลูก 100x100 และ 100x80 เซนติเมตร มีน้ำหนักหัวต่อต้นสูงสุด (755 และ 739 กรัม ตามลำดับ) และมีจำนวนหัวต่อ

ต้นสูงสุด (7.75 และ 8.25 หัว ตามลำดับ) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้งสองระยะปลูกมีขนาดหัวและจำนวนหัวต่อต้นสูงกว่าระยะปลูก 80x50 และ 50x50 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (368 และ 339 กรัม ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักหัวต่อต้น และ 4.75 และ 5 หัวต่อต้น ตามลำดับ สำหรับจำนวนหัว)

ระยะปลูก 80x80 เซนติเมตร มีขนาดหัวใหญ่ที่สุด (102 กรัมต่อหัว) ซึ่งไม่แตกต่างจากรยะปลูก 100x100 เซนติเมตร (99 กรัมต่อหัว) และระยะปลูก 100x80 เซนติเมตร (90 กรัมต่อหัว) แต่ใหญ่กว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับระยะปลูก 80x50 เซนติเมตร (85 กรัมต่อหัว) และระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร (68 กรัมต่อหัว) อย่างไรก็ตามระยะปลูกที่ห่างขึ้นทำให้มีขนาดหัวที่ใหญ่ขึ้น เกษตรกรอาจเลือกระยะปลูกที่ห่างขึ้นถ้าขนาดของหัวมีผลต่อราคาผลผลิตเพราะทำให้คุณภาพของหัวดีขึ้น

เมื่อเทียบการเจริญเติบโตต่อต้นของระยะปลูกที่แตกต่างกัน ระยะปลูกห่างมีการเจริญเติบโตต่อต้นมากกว่าระยะปลูกถี่ ดังนั้นผลผลิตต่อต้นและขนาดของหัวจึงมากกว่า แม้ว่าระยะปลูกถี่จะแข่งขันกับวัชพืชได้ดีกว่าระยะปลูกห่าง แต่ผลผลิตต่อต้นจะน้อยกว่าระยะปลูกห่างและขนาดของหัวก็เล็กกว่าระยะปลูกห่างด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามระยะปลูกถี่ทำให้มีจำนวนหัวต่อพื้นที่มากกว่าระยะปลูกห่าง

ในมันฝรั่งซึ่งเป็นพืชหัวที่สำคัญ การลดลงของผลผลิตขึ้นอยู่กับการระยะเวลาการปลูกพืช ยิ่งมีระยะเวลาการปลูกพืชชานานเท่าใดผลผลิตก็จะมากขึ้นเท่านั้น (Isik et al., 2015) อย่างไรก็ตามระยะปลูกถี่ไม่ได้เพิ่มระยะเวลาการปลูกพืช แต่ช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของพืชปลูกทำให้วัชพืชน้อยลง (Xi et al., 2022) การเพิ่มประชากรของพืชปลูกจึงเป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของพืชปลูก จากภาพของแปลงทดลองจะเห็นว่าระยะปลูกถี่มันฝรั่งสามารถเจริญเติบโตครอบคลุมพื้นที่ได้ดีกว่าระยะปลูกห่าง (Figure 2)

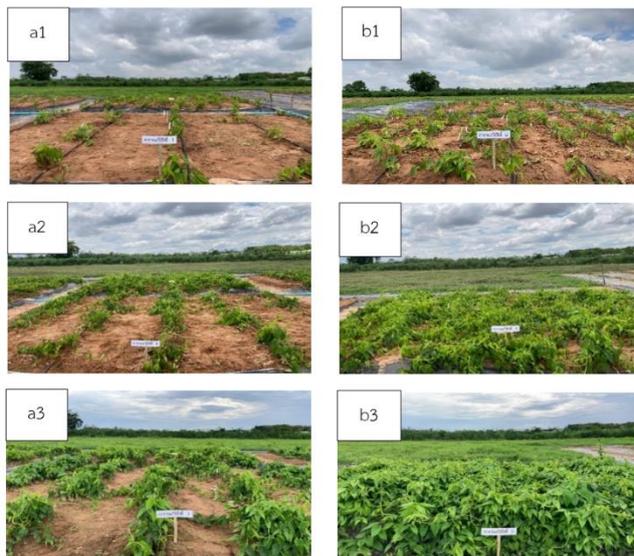


Figure 2 Growth of white yam grown at low plant density (100x100 cm) at 30 (a1), 60 (a2) and 90 (a3) days after transplanting (DAT) and high plant density (50x50 cm) at 30 (b1), 60 (b2) and 90 (b3) DAT.

ความกว้างหัวมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.75 เซนติเมตร ของระยะปลูก 100x100 เซนติเมตร และ 9 เซนติเมตร ของระยะปลูก 80x80 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติในระหว่างระยะปลูกทั้งหมด ความยาวหัวมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.00 เซนติเมตร ของระยะปลูก 100x100 เซนติเมตร และ 10.50 เซนติเมตร ของระยะปลูก 80x80 และ 80x50 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติในระหว่างระยะปลูกทั้งหมดเช่นเดียวกับความกว้างของหัว ความกว้างและความยาวของหัวไม่สามารถนำมาใช้เป็นลักษณะคุณภาพและองค์ประกอบผลผลิตของหัวเพราะไม่มีความแตกต่างกันเมื่อระยะปลูกแตกต่างกัน

ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการปลูกมันฝรั่งที่ระยะถี่ที่สุด (ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร) ทำให้มีจำนวนหัวต่อพื้นที่มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากมันฝรั่งไม่ได้ต้องการพื้นที่ในการเจริญเติบโตของหัวมากเหมือนกับพืชหลายชนิด เนื่องจากในขณะที่มันฝรั่งที่มีการปลูกระยะห่างขึ้นกลับทำให้เป็นการเพิ่มพื้นที่ให้วัชพืชเจริญเติบโตมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนในการกำจัดวัชพืช อีกทั้งยังเป็นการสูญเสียพื้นที่ในการปลูก เนื่องจากการเจริญเติบโตของหัวมันฝรั่งจะจำกัดอยู่แค่อบ ๆ ต้นเท่านั้น จึงทำให้ขนาดหัวไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี แต่จะพบว่าองค์ประกอบผลผลิตที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของมันฝรั่งมากที่สุดกลับเป็นจำนวนต้นที่ปลูกต่อไร่ ซึ่งยังมีจำนวนต้นต่อไร่สูง ในระยะปลูกถี่ที่สุด 50x50 เซนติเมตร ยิ่งทำให้มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อไร่สูง ส่งผลให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงตามไปด้วย ถึงแม้จะมีน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อต้นและน้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อหัวต่ำกว่าระยะปลูก 80x80 เซนติเมตร แต่ยังให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงสุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบผลผลิตมีลักษณะที่ยืดหยุ่นสามารถทดแทนและชดเชยซึ่งกันและกันได้ กล่าวคือ เมื่อองค์ประกอบผลผลิตหนึ่งลดลงผลผลิตอาจจะไม่ลดลง เพราะผลผลิตนั้นจะถูกชดเชยด้วยองค์ประกอบอื่นที่เพิ่มขึ้น (Sampet, 1999)

จะเห็นได้ว่าผลผลิตของมันฝรั่งต่อพื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะปลูกที่แคบลง เนื่องจากการจัดระยะปลูกที่แคบลงทำให้มีจำนวนประชากรต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ระยะปลูกที่เหมาะสมในการศึกษาอื่น ๆ ที่มีรายงานไว้พบว่า ในการปลูกมันฝรั่งโดยการทำค้าง ระยะปลูก 100x66 เซนติเมตร ที่มีความหนาแน่นของประชากรเท่ากับ 2,400 ต้นต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อเทียบกับความหนาแน่นของประชากร 400 800 และ 3,200 ต้นต่อไร่ (Lyonga et al., 1973) การปลูกมันฝรั่งในเดือนพฤษภาคมโดยใช้ระยะปลูก 75x50 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อเทียบกับระยะปลูก 75x75 และ 100x100 เซนติเมตร (Saravaiya et al., 2010) ในการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้พบว่า ระยะปลูก 60x30 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุดและสูงกว่าการปลูกระยะห่าง (90x90 เซนติเมตร) เป็นอย่างมาก (Mhaskar et al., 2020) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาในมันฝรั่งที่ทำเมื่อไม่นานมานี้ ซึ่งพบว่าระยะปลูกห่าง (75x75 เซนติเมตร) ให้ผลผลิตต่อต้นมากกว่าระยะปลูกถี่ ในขณะที่ระยะปลูกถี่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากกว่าระยะปลูกห่าง และระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร ให้ผลผลิตสูงสุด (Sebastian et al., 2020) นอกจากนี้ในการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการปลูกมันฝรั่งโดยใช้ความหนาแน่นของประชากรต่ำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินสูงกว่าการปลูกโดยใช้ความหนาแน่นของ

ประชากรสูง และให้จำนวนหัวต่อต้นมากกว่าการปลูกโดยใช้ความหนาแน่นของประชากรสูง (Okpara et al., 2014)

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ กับผลผลิต

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ พบว่า ลักษณะที่วิเคราะห์มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมากหรือน้อยมากแล้วแต่ลักษณะ (Table 7) ตารางข้อมูลที่แสดงเป็นข้อมูลวิเคราะห์เมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก กับผลผลิตและจำนวนหัวต่อไร่ เมื่อ 8 เดือนหลังปลูก เนื่องจากข้อมูลเมื่อ 60 และ 90 วันหลังย้ายปลูก แสดงความสัมพันธ์คล้ายกันกับข้อมูลเมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก แต่ค่าสหสัมพันธ์ต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย จึงได้นำเสนอข้อมูลเมื่อ 30 วันหลังย้ายปลูก เพียงอย่างเดียว

ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ส่วนมากเป็นบวกค่อนข้างสูงแต่ไม่มีนัยสำคัญ อาจเป็นเพราะตัวอย่างที่ใช้วัดมีขนาดเล็กเกินไป อย่างไรก็ตามมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น ความยาวเถามีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนข้อ จำนวนใบ ความยาวใบ และจำนวนหัวต่อไร่ จำนวนใบนอกจากจะมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวเถาแล้วยังมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตหัวและจำนวนหัวต่อไร่อีกด้วย ส่วนจำนวนหัวต่อไร่นั้นนอกจากจะมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวเถาและจำนวนใบแล้วยังมีสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับผลผลิตหัวด้วยเช่นกัน

ค่าสหสัมพันธ์บ่งบอกความสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะเป้าหมายเช่นผลผลิต โดยทั่วไปค่าสหสัมพันธ์จะมีความหมายและใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อมีค่าสูง 75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ในการศึกษาครั้งนี้ลักษณะที่น่าสนใจคือ จำนวนใบและความยาวเถาในระยะต้น ๆ ของการเจริญเติบโต ซึ่งอาจใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินศักยภาพผลผลิตได้ในการคัดเลือกพันธุ์หรือในแปลงปลูกเพื่อการผลิตเชิงพาณิชย์ ความยาวเถาและจำนวนใบเป็นลักษณะที่วัดง่ายและไม่ทำลายต้นพืช ส่วนจำนวนหัวต่อไร่นั้นสามารถใช้ประเมินผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว

การศึกษาในมันจาวมะพร้าวรายงานว่า จำนวนใบมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตหัวและสามารถใช้จำนวนใบในการทำนายผลผลิตของมันจาวมะพร้าวได้ (Ekwere et al., 2023) ในการปลูกมันจาวมะพร้าวแบบไม่ทำค้างและทำค้าง Hamaoka et al. (2022)

รายงานว่า น้ำหนักต้นแห้งและจำนวนใบมีความสัมพันธ์กับผลผลิตหัว ในขณะที่ลักษณะหัวกลมสัมพันธ์กับผลผลิตหัวในการปลูกแบบไม่ทำค้างเท่านั้น เช่นเดียวกันกับในมันเทศ ลักษณะการเจริญเติบโตส่วนมากสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตหัวและสามารถใช้ลักษณะที่สัมพันธ์กับผลผลิตเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์ (Alam et al., 2023)

สรุปผลการวิจัย

การใช้ระยะปลูกที่ดีที่สุดหรือการเพิ่มความหนาแน่นของประชากรพืชมากที่สุดทำให้เพิ่มผลผลิตมันจาวมะพร้าวได้ โดยการปลูกมันจาวมะพร้าวที่ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่มีประชากรหนาแน่นที่สุดทำให้มันจาวมะพร้าวมีผลผลิตสูงสุด เนื่องจากมีจำนวนหัวต่อไร่สูงสุด อีกทั้งทำให้มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด และทำให้ความยาวเถา ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มทำให้จำนวนข้อของเถา จำนวนเถา จำนวนยอดบนเถาหลัก และความยาวของก้านใบมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ดังนั้นจากการศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมในการผลิตมันจาวมะพร้าวในการศึกษานี้ คือ ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาระยะปลูกที่ชิดกว่านี้ รวมถึงมีการศึกษาความสัมพันธ์ของระยะปลูกกับจำนวนวัชพืช และระดับการแข่งขันของวัชพืชที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และกรมวิชาการเกษตรที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ นายชจรวิทย์ พันธุ์ยางน้อย ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 ผู้ริเริ่มเขียนโครงการวิจัยมันจาวมะพร้าว นายถวัลย์ เกษมาลา ที่ให้คำแนะนำในการเขียนบทความ ตลอดจนขอขอบคุณพนักงาน เจ้าหน้าที่ นักวิชาการเกษตรของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชัยภูมิที่ลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล และเกษตรกรผู้ปลูกมันจาวมะพร้าว บ้านค่าน้อย ตำบลห้วยต้อน อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลพื้นฐานการผลิตมันจาวมะพร้าว

Table 1 Soil properties at the experimental site

pH	Organic Matter (OM, %)	Available Phosphorus (Avail.P, mg/kg)	Exchangeable Potassium (Exch.K, mg/kg)	Soil Texture
5.46	0.44	54	66	Sandy loam

Table 2 Means for vine length and number of nodes of vine of white yam at 30, 60 and 90 days after transplanting (DAT)

Spacing	Vine Length (cm)			Number of Nodes of Vine		
	30 DAT	60 DAT	90 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT
100x100 cm	72 ^c	135	157	7.65 ^c	14.91	16.79
100x80 cm	68 ^c	157	164	8.45 ^{bc}	16.62	16.56
80x80 cm	78 ^{bc}	140	158	9.95 ^{ab}	14.82	17.31
80x50 cm	89 ^b	131	157	10.90 ^a	14.77	17.99
50x50 cm	105 ^a	145	166	11.35 ^a	15.65	19.25
Average	82	142	161	9.66	15.35	17.58
F-test	**	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	9.88	10.52	12.40	14.16	12.80	11.61

ns, *, ** = non-significantly different at $P \leq 0.05$, significantly different at $P \leq 0.05$ and 0.01, respectively.

Mean values with different letters in each column are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

Table 3 Means for vine number and number of vine shoots of white yam at 30, 60 and 90 days after transplanting (DAT)

Spacing	Vine Number			Number of Vine Shoots		
	30 DAT	60 DAT	90 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT
100x100 cm	1.45	2.75	3.59	2.45	3.09	3.49
100x80 cm	1.35	2.33	3.38	2.15	3.47	3.64
80x80 cm	1.25	2.53	3.71	2.25	3.48	3.43
80x50 cm	1.30	2.58	2.98	2.95	2.99	3.35
50x50 cm	1.50	2.71	3.26	2.55	3.60	3.78
Average	1.37	2.58	3.38	2.47	3.33	3.54
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	22.02	11.33	21.05	18.41	17.85	7.36

ns = non-significantly different at $P \leq 0.05$.

Table 4 Means for leaf number and leaf length of white yam at 30, 60 and 90 days after transplanting (DAT)

Spacing	Leaf Number			Leaf Length (cm)		
	30 DAT	60 DAT	90 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT
100x100 cm	8.90	21.33 ^b	34.28	12.25 ^{bc}	12.38	13.42
100x80 cm	9.90	29.40 ^a	33.50	11.73 ^c	12.38	13.47
80x80 cm	10.55	28.04 ^a	34.08	12.36 ^{bc}	12.84	13.45
80x50 cm	11.10	26.04 ^{ab}	37.58	13.01 ^{ab}	13.16	13.90
50x50 cm	13.10	29.11 ^a	37.88	13.39 ^a	13.45	13.96
Average	10.71	26.78	35.46	12.55	12.84	13.64
F-test	ns	*	ns	*	ns	ns
CV (%)	16.87	12.74	14.99	4.84	5.95	5.94

ns, * = non-significantly different at $P \leq 0.05$, significantly different at $P \leq 0.05$.

Mean values with different letters in each column are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

Table 5 Means for leaf width and leaf petiole length of white yam at 30, 60 and 90 days after transplanting (DAT)

Spacing	Leaf Width (cm)			Leaf Petiole Length (cm)		
	30 DAT	60 DAT	90 DAT	30 DAT	60 DAT	90 DAT
100x100 cm	7.84	7.96	8.21	6.37 ^{ab}	6.44	7.12
100x80 cm	7.34	7.35	7.77	5.81 ^c	6.19	7.07
80x80 cm	7.57	7.89	8.00	5.93 ^{bc}	5.98	6.92
80x50 cm	7.96	8.02	8.38	6.49 ^a	6.61	7.08
50x50 cm	7.55	7.62	7.73	6.55 ^a	6.65	6.86
Average	7.65	7.77	8.01	6.23	6.37	7.01
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	12.27	6.11	4.84	5.11	8.96	8.92

ns, * = non-significantly different at $P \leq 0.05$, significantly different at $P \leq 0.05$.

Mean values with different letters in each column are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

Table 6 Means for tuber yield, tuber weight/plant, tuber weight/tuber, tuber number/plant, tuber number/rai, tuber width and tuber length of white yam at 8 months after planting

Spacing	Tuber Yield (kg/rai)	Tuber Weight (g/plant)	Tuber Weight (g/tuber)	Tuber Number (tubers/plant)	Tuber Number (tubers/rai)	Tuber Width (cm)	Tuber Length (cm)
100x100 cm	1208 ^c	755 ^a	99 ^{ab}	7.75 ^{ab}	9690 ^d	7.75	9.00
100x80 cm	1418 ^{bc}	739 ^a	90 ^{ab}	8.25 ^a	13840 ^c	8.00	10.25
80x80 cm	1652 ^b	688 ^a	102 ^a	6.75 ^b	14840 ^{bc}	9.00	10.50
80x50 cm	1497 ^b	368 ^b	85 ^b	4.75 ^c	16920 ^b	8.25	10.50
50x50 cm	2164 ^a	339 ^b	68 ^c	5.00 ^c	30238 ^a	8.50	9.75
Average	1588	578	89	6.50	17106	8.30	10.00
F-test	**	**	**	**	**	ns	ns
CV (%)	11.00	23.96	10.75	11.58	10.05	10.94	12.35

ns, ** = non-significantly different at $P \leq 0.05$, significantly different at $P \leq 0.01$.

Mean values with different letters in each column are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

Table 7 Correlation coefficients between growth parameters evaluated at 30 DAT and yield traits evaluated at harvest

Traits	Vine Length	Node Number	Leaf Number	Leaf Length	Tuber Yield
Node Number	0.886*				
Leaf Number	0.939*	0.919*			
Leaf Length	0.967**	0.853	0.834		
Tuber Yield	0.864	0.813	0.957*	0.725	
Tuber Number	0.924*	0.815	0.977**	0.797	0.963**

*, ** = Significantly different at $P \leq 0.05$ and 0.01 , respectively.

Table 8 Economic benefits of white yam production

Spacing	Cost (Baht/rai)	Income ^{1/} (Baht/rai)	Net income (Baht/rai)	BCR
100x100 cm	17,690	42,280	24,590	2.39
100x80 cm	18,165	49,630	31,465	2.73
80x80 cm	18,759	57,820	39,061	3.08
80x50 cm	20,540	52,395	31,855	2.55
50x50 cm	23,390	75,740	52,350	3.24
Average	19,709	55,573	35,864	2.82

^{1/} Income was calculated from the yield multiplied by the price of yam at 35 Baht per kilogram.

References

- Adhikari, G., Bista, D., Bhattarai, A., & Paudel, H. (2021). Effect of tuber size and nutrient source on the yield of yam (*Dioscorea* sp.). *Acta Scientifica Malaysia*, 5(1), 17-19. doi: 10.26480/asm.01.2021.17.19
- Alam, Z., Akter, S., Khan, M. A. H., Alam, M. S., Sultana, S., Akhter, S., Rahman, M. M., & Islam, M. M. (2023). Yield performance and trait correlation of BARI released sweet potato varieties studied under several districts of Bangladesh. *Heliyon*, 9(7), e18203. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e18203
- Bricker, A. A. (1989). *MSTAT-C user's guide*. North Carolina, United States: Statistical Analysis System Institute Inc.
- Department of Land Development. (2024). *Information for soil management*. Accessed May 5, 2024. Retrieved from https://www.ldd.go.th/Web_Soil/Page_02.htm. (in Thai)
- Ekwere, O. J., Efreteui, A., Udounang, P., & Ben, F. E. (2023). Evaluation of some growth and yield traits of nine cultivars of white Guinea yam (*Dioscorea rotundata* Poir.). *AKSU Journal of Agriculture and Food Sciences*, 7(2), 83-96. doi: 10.61090/aksuja.2023.013
- Fang, X., Li, Y., Nie, J., Wang, C., Huang, K., Zhang, Y., Zhang, Y., She, H., Liu, X., Ruan, R., Yuan, X., & Yi, Z. (2018). Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). *Field Crops Research*, 219, 160-168. doi: 10.1016/j.fcr.2018.02.001
- Ferguson, T. U., Haynes, P. H., & Spence, J. A. (2009). The effect of sett size, sett type and spacing on some aspects of growth, development and yield in white Lisbon yams (*D. alata* L.). *Agricultural and Food Sciences*, 2009, 649-655.
- Goenaga, R. J., & Irizarry, H. (1994). Accumulation and partitioning of dry matter in water yam. *Agronomy, Journal*, 86(6), 1083-1087. doi: 10.2134/agronj1994.000219620086000600029x
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (2nd ed.). New York, United State: John Wiley & Sons.
- Gurnah, A. M. (1974). Effects of spacing, sett weight and fertilizers on yield and yield components in yams. *Experimental Agriculture*, 10(1), 17-22. doi: 10.1017/S0014479700006360
- Hamaoka, N., Moriyama, T., Taniguchi, T., Suriyasak, C., & Ishibashi, Y. (2022). Identification of phenotypic traits associated with tuber yield performance in non-staking cultivation of water yam (*Dioscorea alata* L.). *Agronomy*, 12(10), 2323. doi: 10.3390/agronomy12102323
- Hanna Instruments. (2024). *pH values in soil (acid and base): Who do not know is at risk*. Accessed May 5, 2024. Retrieved from <https://www.hannathailand.com/2022/02/03/ค่า-ph-ในดิน-กรดต่าง-ใครยัง/#:~:text=สำหรับค่า%20pH%20ในดิน,อุดมสมบูรณ์ต่ำ%20และเพาะ.> (in Thai)
- Isik, D., Akca, A., Altop, E. K., Tursun, N., & Mennan, H. (2015). The Critical period for weed control (CPWC) in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(2), 355-360. doi: 10.15835/nbha43210031
- Khan, N., Han, Y., Xing, F., Feng, L., Wang, Z., Wang, G., Yang, B., Fan, Z., Lei, Y., Xiong, S., Li, X., & Li, Y. (2020). Plant density influences reproductive growth, lint yield and boll spatial distribution of

- cotton. *Agronomy*, 10(1), 14. doi: 10.3390/agronomy10010014
- Kiniry, J. R., Simpson, C. E., Schubert, A. M., & Reed, J. D. (2005). Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. *Field Crops Research*, 91(2-3), 297-306. doi: 10.1016/j.fcr.2004.07.021
- Law-Ogbomo, K. E., & Remison, S. U. (2008). Growth and yield of white guinea yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) influenced by NPK fertilization on a forest site in Nigeria. *Journal of Tropical Agriculture*, 46(1-2), 21-24.
- Liu, G., Yang, Y., Liu, W., Guo, X., Xue, J., Xie, R., Ming, B., Wang, K., Hou, P., & Li, S. (2020). Leaf removal affects maize morphology and grain yield. *Agronomy*, 10(2), 269. doi: 10.3390/agronomy10020269
- Lyonga, S. N., Fayemi, A. A., & Agboola, A. A. (1973). Agronomic studies on edible yam in the grassland plateau region of the United Republic of Cameroon. In Leakey, C. L. A. (Ed.), *Proceeding of the 3rd symposium of the international society of tropical root crops* (pp. 340-346). Ibadan, Nigeria: ITTA.
- Makiyah, S. N. N., & Djati, M. S. (2018). Potency of purple yam (*Dioscorea alata* L.) as an immunomodulatory agent. *Berkala Kedokteran*, 14(1), 89-98.
- Mhaskar, N. V., Jadye, A. T., Malshe, K. V., Bhagat, S. B., & Dahiphale, A. V. (2020). Evaluation lesser yam (*Dioscorea esculenta* L.) tuber yield and economics under different crop geometry in lateritic soils of Konkan. *International Journal of Chemical Studies*, 8(3), 1772-1775. doi: 10.22271/chemi.2020.v8.i3x.9455
- Okpara, D. A., Ikoru, A. I., Mbah, E., & Akpaninyang, F. (2014). Growth and yield of white yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) microsett in response to plant population and NPK fertilizer. *Nigerian Journal of Crop Science*, 2(1), 72-76.
- Sampet, C. (1999). *Physiology of crop production*. Chiangmai, Thailand: Nopburee press. (in Thai)
- Saravaiya, S. N., Chauhari, P. P., Chauhan, G. G., Patel, N. B., Patel, K. A., & Chauhari, J. H. (2010). Influence of spacing, time of planting and seed corm size on yield of elephant foot yam [*Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst.) Nicolson cv. Gajendra under south Gujarat conditions. *The Asian Journal of Horticulture*, 5(1), 119-120.
- Sebastian, A., Prameela, P., & Menon, M. V. (2020). Productivity of lesser yam [*Dioscorea esculenta* (Lour.) Burkill] as affected by seed tuber size and spacing. *Journal of Tropical Agriculture*, 58(1), 119-124.
- Sobulo, R. A. (1972). Studies on white yam (*Dioscorea rotundata*) I. growth analysis. *Experimental Agriculture*, 8(2), 99-106. doi: 10.1017/S0014479700005044
- Suja, G., Nair, V. M., & Pushpakumari, R. (2003). Influence of plant population and sett size on biomass accumulation and quality of white yam (*Dioscorea rotundata*) intercropped in coconut (*Cocos nucifera*) gardens. *Indian Journal of Agronomy*, 48(4), 274-276.
- Tagliapietra, E. L., Streck, N. A., da Rocha, T. S. M., Richter, G. L., da Silva, M. R., Cera, J. C., Guedes, J. V. C., & Zanon, A. J. (2018). Optimum leaf area index to reach soybean yield potential in subtropical environment. *Agronomy Journal*, 110(3), 932-938. doi: 10.2134/agronj2017.09.0523
- Ta-oun, M., & Panchaban, S. (2002). Development of rice-residue application in agriculture. *Journal of academic service center*, 10, 72-78. (in Thai)
- Veltkamp, H. J. (1986). *Physiological causes of yield variation in cassava (Manihot esculenta Crantz)*. Wageningen, the Netherlands: Agricultural University Wageningen.
- Verwijst, T., & Wen, D. Z. (1996). Leaf allometry of *Salix viminalis* during the first growing season. *Tree Physiology*, 16(7), 655-660. doi: 10.1093/treephys/16.7.655
- Wongkrachang, S., & Rattaneetu, B. (2014). Acid soil management by using the lime and organic matter. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 6(1), 103-112. (in Thai)
- Xi, N., Wu, Y., Weiner, J., & Zhang, D. Y. (2022). Does weed suppression by high crop density depend on crop spatial pattern and soil water availability?. *Basic & Applied Ecology*, 61(3), 20-29. doi: 10.1016/j.baae.2022.03.001

Research article

Effects of plant spacing on growth and yield of white yam (*Dioscorea alata* L.)

Ratanaporn Koolachart* Sasithorn Praprom Ratchaneewan Chuchird
Apaporn Boonpa and Rapeeporn Srisathit

Chaiyaphum Agricultural Research and Development Center Na Fai Subdistrict, Mueang District,
Chaiyaphum Province, Thailand 36000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 6 June 2024

Revised: 9 August 2024

Accepted: 10 August 2024

Online published: 28 August 2024

Keyword

white yam

plant spacing

growth

yield

net income

ABSTRACT

The cultivation of white yam (*Dioscorea alata* L.) at appropriate planting spacing can reduce production costs for farmers and increase crop productivity, income and economic value in the region. The purpose of this experiment was to study the appropriate plant spacing for white yam production. The experiment was designed in a randomized complete block design with five spacings and four replicates. The spacings were 100x100 cm, 100x80 cm, 80x80 cm, 80x50 cm and 50x50 cm. The experiment was conducted under field conditions at Chaiyaphum Agricultural Research and Development Center, Na Fai Subdistrict, Mueang District, Chaiyaphum Province, from April to December 2023. Data on growth parameters, tuber yield, production costs, income and the benefit-cost ratio (BCR) were recorded. White yam plant spacing significantly affected vine length, leaf width, leaf length, and leaf number. For white yam, a plant spacing of 50x50 cm resulted in the highest values for vine length, leaf width, leaf length and leaf number, and this spacing was also high for other growth parameters. The plant spacings were also differed significantly in the tuber yield of white yam. Planting white yam at 50x50 cm spacing gave the highest tuber yield and was the most rewarding investment. Planting white yam at 50x50 cm spacing was most suitable for white yam production, both in terms of yield and investment value.

*Corresponding author

E-mail address: ratanaporn38@hotmail.com (R. Koolachart)

Online print: 28 August 2024 Copyright © 2024. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2024.36>