

Received: September 3, 2023; Revised: March 9, 2024; Accepted: August 25, 2024

## การตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตในช่วงต้น ต่อชนิดของปุ๋ยคอกที่แตกต่างกัน

### Response of cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) at early growth to different types of manure

ภากร พันธุ์พาน<sup>1\*</sup> ภาณุพงศ์ ผลเจริญ<sup>1</sup> และชัชวาล แสงฤทธิ์<sup>1</sup>Phakorn phunthupan<sup>1\*</sup>, Phanupong Phoncharoen<sup>1</sup> and Chadchawarn Sangrit<sup>1</sup><sup>1</sup>คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม<sup>1</sup>Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom Province<sup>\*</sup>Corresponding Author E-mail Address: Phakorn.p@ms.npu.ac.th

#### บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจในอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น การเลือกชนิดปุ๋ยคอกที่เหมาะสมกับพันธุ์จะเป็นแนวทางในการผลิตอาหารปลอดภัยได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตในช่วงต้นของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ โดยออกแบบการทดลองแบบ factorial in completely randomized design (CRD) ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ชนิดปุ๋ย 4 ชนิด (ไม่ใส่ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยมูลไก่, มูลสุกร, และมูลโค) และพันธุ์มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ (ระยอง 9, ระยอง 11 และเกษตรศาสตร์ 50) ทำการทดลองในกระถางจำนวน 4 ซ้ำ ภายใต้สภาพโรงเรือนสาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนปลูก และใส่ปุ๋ยคอกในอัตรา 500 กก./ไร่ เมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 30 วันหลังปลูก ทำการเก็บข้อมูลที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่ส่งผลให้น้ำหนักแห้งรวมและน้ำหนักรากสะสมอาหารสูงที่สุด พันธุ์ระยอง 9 มีน้ำหนักแห้งรวม น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารสูงที่สุด พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในพันธุ์ระยอง 9 โดยส่งผลให้มีมวลชีวภาพ น้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารและน้ำหนักแห้งต้น ที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก และอัตราการเจริญเติบโตในช่วง 30-60 วันหลังปลูก สูงที่สุด ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลสุกรในพันธุ์ระยอง 11 ทำให้มีน้ำหนักแห้งใบที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก และอัตราการเจริญเติบโตของใบในช่วง 30-60 และ 60-90 วันหลังปลูก สูงที่สุด ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปลูกมันสำปะหลังแบบอินทรีย์ได้

**คำสำคัญ:** ปุ๋ยอินทรีย์ พืชพลังงาน มันสำปะหลัง อัตราการเจริญเติบโต

#### Abstract

Consumers are increasingly concerned with health. Selecting appropriate cassava varieties for specific types of manure is a guide to growing organic cassava and producing safe food. This study aimed to assess the effects of different manure types on early growth in three cassava varieties. A factorial in completely randomized design (CRD) was used, with two factors: four types of manure (no manure, chicken, pig, and cattle manure) and three cassava varieties (Rayong 9, Rayong 11 and Kasetart 50). The experiment was conducted in pots with four replicates under greenhouse conditions at the Department of Plant Science,

Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University. Soil characteristics were analyzed before planting, and manure was applied at a rate of 500 kg/rai at 30 days after planting (DAP). Data on growth were collected at 30, 60 and 90 (DAP). The results found that the chicken manure resulted in the highest total and storage root dry weights Rayong 9 had the highest total, stem, and storage root dry weights. The combination of chicken manure  $\times$  Rayong 9 (F2  $\times$  G1) resulted in the highest biomass, storage root and stem dry weights at 60 and 90 DAP, as well as the crop growth rate (CGR) during 30–60 DAP. Whereas the pig manure  $\times$  Rayong 11 combination (F3  $\times$  G2) showed the highest leaf dry weight at 60 and 90 DAP and the leaf growth rate (LGR) during 30–60 and 60–90 DAP. These findings can be applied to guide cassava production in organic farming systems.

**Keywords:** Organic fertilizer, Energy crop, *Manihot esculenta*, Crop growth rate

## บทนำ

มันสำปะหลัง (Cassava; *Manihot esculenta* L. Crantz) เป็นพืชหัวชนิดหนึ่งที่มีปริมาณแป้งในรากสะสมอาหารสูง เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ ซึ่งมีมากกว่าข้าว และข้าวโพด จัดเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญของโลก ปัจจุบันมันสำปะหลังเป็นพืชที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรในประเทศไทย การปลูกส่วนใหญ่ปลูกในเขตร้อน นำไปใช้ผลิตเป็นอาหารเพื่อบริโภค และผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ฯลฯ นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงผลิตภัณฑ์อาหารเลี้ยงสัตว์อีกด้วย (Howeler, 2013; Phuntupan and Banterng, 2017) มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสูง จึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิง และมีแนวโน้มในการนำมาใช้เป็นพืชพลังงาน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกมันสำปะหลังสูง ซึ่งส่งออกในรูปของมันเส้น มันสำปะหลังอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลัง และสา쿠 ซึ่งมีปริมาณการส่งออกทั้งหมดประมาณ 8.0 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 9.8 หมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018)

การปลูกมันสำปะหลังโดยทั่วไปจะใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งหาได้ง่ายตามท้องตลาด แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนานจะส่งผลเสียต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Diacono and Montemurro, 2011) นอกจากนี้ ผู้บริโภคปัจจุบันหันมาให้ความสนใจอาหารเพื่อสุขภาพและอาหารปลอดภัยกันมากขึ้น ซึ่งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปมูลสัตว์หรือปุ๋ยคอกเป็นอีกแนวทางหนึ่งในผลิตพืชอินทรีย์และอาหารปลอดภัย อีกทั้งยังช่วยในการปรับปรุงดินให้ดีขึ้น (ไพฑูรย์, 2557) และการผลิตมันสำปะหลังในรูปแบบอินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการสร้างผลิตภัณฑ์และอาหารปลอดภัยต่อไป รวมทั้งลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกรและการใช้สารเคมีในการผลิตมันสำปะหลังได้ มีรายงานการใช้ปุ๋ยคอกในการผลิตมันสำปะหลัง โดย Mathias and Kabambe (2015) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยมูลโคอัตรา 800 กก./ไร่ ทำให้ทรงพุ่มและผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกที่ประเทศมาลาวี (94.8 ซม. และ 4.4 ตัน/ไร่) สูงกว่าการการไม่ใส่ปุ๋ย (87.8 ซม. และ 3.5 ตัน/ไร่) แต่ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยอัตรา 1,600 กก./ไร่ (96.8 ซม. และ 3.4 ตัน/ไร่) Biratu et al. (2018a, 2018b) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตราสูง (672 กก./ไร่) ทำให้มันสำปะหลังมีชีวมวลและผลผลิตสูงที่สุด (8.7 และ 4.3 ตัน/ไร่ ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับอัตราอื่นๆ และการไม่ใส่ปุ๋ย และ Odedina et al. (2011) ได้ทำการศึกษาชนิดของปุ๋ยคอก ได้แก่ ปุ๋ยมูลสัตว์ปีก แพะ หมู และโค อัตรา 1,600 กก./ไร่ เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีอัตรา 32 กก./ไร่ ที่ประเทศไนจีเรีย และพบว่าการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ปีกส่งผลให้มีผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยมูลสัตว์ชนิดอื่น (4.4 ตัน/ไร่) และไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี (3.4 ตัน/ไร่)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยคอกชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์หลักของประเทศไทยในช่วงต้น เช่น พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะ 9 และ ระยะ 11 เป็นต้น ยังมีข้อมูลน้อยและเพื่อเป็นข้อมูลยืนยันหลักฐานการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์หลัก การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดของปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตในช่วงต้นของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ องค์ความรู้ที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในระบบการปลูกแบบอินทรีย์

## วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

### การปลูกและการเตรียมแปลงทดลอง

ทำการออกแบบการทดลองแบบ factorial in completely randomized design (factorial in CRD) ซึ่งปัจจัยแรก คือ ชนิดของปุ๋ย มี 4 ชนิด ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยคอก การใส่ปุ๋ยมูลไก่ มูลสุกร และมูลโค อัตรา 500 กก./ไร่ และปัจจัยที่สอง คือ พันธุ์มันสำปะหลัง มี 3 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งทั้ง 3 พันธุ์เป็นพันธุ์ที่ถูกรับรองโดยกรมวิชาการเกษตรและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ที่โรงเรียน สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม จ.นครพนม (17°17'29"N, 104°46'59"E, ความสูงจากระดับน้ำทะเล 152 ม.) ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563

ทำการเตรียมดินปลูกโดยผสมดินและกลบในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 จากนั้นชั่งน้ำหนักดินประมาณ 12 กก./กระถางแล้วกรอกดินลงในกระถางเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 ซม. จำนวน 12 กระถาง/หน่วยทดลอง (ทั้งหมด 576 กระถาง) ใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่มีอายุ 270 วันหลังปลูก โดยคัดเลือกต้นที่มีสภาพสมบูรณ์และปราศจากโรคและแมลง นำมาตัดเป็นท่อนพันธุ์ให้มีความยาว 15 ซม. แล้วปลูกลงในกระถาง ทำการใส่ปุ๋ยมูลไก่ มูลสุกร และมูลโค อัตรา 500 กก./ไร่ ในกรรมวิธีที่กำหนด เมื่อมันสำปะหลังอายุ 30 วันหลังปลูก ให้น้ำตลอดการทดลอง และทำการจัดการวัชพืชและโรคแมลงตามความจำเป็น

### การเก็บข้อมูล

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินแล้วนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินซึ่งประกอบไปด้วย อนุภาคขนาดทราย (% sand) ทรายแป้ง (% silt) และดินเหนียว (% clay) ซึ่งวัดโดยวิธี hydrometer method และคุณสมบัติทางเคมีของดินซึ่งประกอบด้วย ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter) ซึ่งวัดโดยวิธี Walkley and Black (1947) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) วัดโดยใช้ pH meter ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) วัดโดยวิธี Kjeldahl method (Bremner, 1965) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) วัดโดยวิธี Bray II method (Bray and Kurtz, 1945) โพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium) วัดด้วยเครื่อง Flame photometer (Jackson, 1973) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity, EC) วัดโดยใช้ Conductivity meter (Rhoades and van Schilfhaarde, 1976) และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation exchange capacity, CEC) วัดโดยวิธี Ammonium acetate extraction (Chapman, 1965)

ทำการเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังจำนวน 4 กระถาง/หน่วยทดลอง เมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก โดยนำมันสำปะหลังมาแยกแต่ละส่วน ได้แก่ รากสะสมอาหาร ราก ลำต้น ใบ และก้านใบ แล้วนำไปชั่งน้ำหนักสด ทำการสุมน้ำหนักสดจากแต่ละส่วนประมาณ 10% ของน้ำหนักสดทั้งหมด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งจะคงที่ และจึงนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน จากนั้นนำค่าน้ำหนักแห้งที่ได้มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต (Crop growth rate, CGR) อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (Stem growth rate, SGR) และอัตราการเจริญเติบโตของใบ (Leaf growth rate, LGR) ในช่วง 30-60 และ 60-90 วันหลังปลูก และอัตราการเจริญเติบโตของรากสะสมอาหาร (Storage root growth rate, SRGR) ในช่วง 60-90 วันหลังปลูก โดยมีสมการ ดังนี้

- 1) อัตราการเจริญเติบโต (Crop growth rate; CGR) มีหน่วยเป็นน้ำหนักแห้งพืชต่อเวลา

$$CGR = (W2-W1)/(T2-T1) \quad (1)$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักแห้งของพืชทั้งต้น มีหน่วยเป็นกิโลกรัม T คือ จำนวนเวลาหลังวันที่ปลูกพืชหรือออกพ้นผิวดิน มีหน่วยเป็นวัน W2 และ W1 คือน้ำหนักแห้งของต้นพืชที่เวลา T2 และ T1 ตามลำดับ

- 2) อัตราการเจริญเติบโตของรากสะสมอาหาร (storage root growth rate; SRGR) มีหน่วยเป็นน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารต่อเวลา

$$SRGR = (SRW2- SRW1)/(T2-T1) \quad (2)$$

เมื่อ SR คือ น้ำหนักแห้งของหัวมีหน่วยเป็นกิโลกรัม T คือ จำนวนเวลาหลังวันที่ปลูกพืชหรือออกพ้นผิวดิน มีหน่วยเป็นวัน SRW2 และ SRW1 คือน้ำหนักแห้งของหัวที่เวลา T2 และ T1 ตามลำดับ

- 3) อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (stem growth rate: SGR) มีหน่วยเป็นน้ำหนักแห้งลำต้นต่อเวลา

$$SGR = (SW2- SW1)/(T2-T1) \quad (3)$$

เมื่อ S คือ น้ำหนักแห้งของลำต้น มีหน่วยเป็นกิโลกรัม T คือ จำนวนเวลาหลังจากวันที่ปลูกพืชหรือออกพันธุ์ผิวดิน มีหน่วยเป็นวัน SW2 และ SW1 คือ น้ำหนักแห้งของลำต้นที่เวลา T2 และ T1 ตามลำดับ

4) อัตราการเจริญเติบโตของใบ (Leaf growth rate: LGR) มีหน่วยเป็นน้ำหนักแห้งใบต่อเวลา

$$LGR = (LW2 - LW1) / (T2 - T1) \quad (4)$$

เมื่อ L คือ น้ำหนักแห้งของใบ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม T คือ จำนวนเวลาหลังจากวันที่ปลูกพืชหรือออกพันธุ์ผิวดิน มีหน่วยเป็นวัน LW2 และ LW1 คือ น้ำหนักแห้งของใบที่เวลา T2 และ T1 ตามลำดับ

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ของทุกลักษณะพืช ตามแผนการทดลอง factorial in CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี least significant difference (LSD) (Gomez and Gomez, 1984) โดยใช้โปรแกรม โดยใช้โปรแกรม Statistix 10 (Analytical Software, 2013)

#### ผลการวิจัย

จากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินในพื้นที่ทำการทดลองก่อนการปลูก พบว่า ดินมีอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว เท่ากับ 71.57, 17.52 และ 10.92% ตามลำดับ ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนทราย (Sandy loam) สำหรับคุณสมบัติทางเคมีของดิน มีค่า pH อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน เท่ากับ 4.89, 0.71%, 0.01%, 84.38 มก./กก., 58.10 มก./กก., 0.05 เดซิซีเมน/ม. และ 7.50 เซนติโมล/กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินก่อนการปลูก

| ลักษณะ                                                    | ค่า   |
|-----------------------------------------------------------|-------|
| <b>คุณสมบัติทางกายภาพ</b>                                 |       |
| อนุภาคทราย (%)                                            | 71.57 |
| อนุภาคทรายแป้ง (%)                                        | 17.52 |
| อนุภาคดินเหนียว (%)                                       | 10.92 |
| <b>คุณสมบัติทางเคมี</b>                                   |       |
| pH                                                        | 4.89  |
| อินทรีย์วัตถุ (%)                                         | 0.71  |
| ไนโตรเจนทั้งหมด (ก./กก.)                                  | 0.01  |
| ฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)                        | 84.38 |
| โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)                      | 58.10 |
| ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมน/ม.)                        | 0.05  |
| ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (เซนติโมล/กก.) | 7.50  |

จากผลการศึกษา ผลของการใช้ปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ พบว่า ชนิดของปุ๋ยคอก มีผลทำให้น้ำหนักแห้งรวมที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหาร ที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) โดยการใช้ปุ๋ยมูลไก่ ทำให้มันสำปะหลังมีน้ำหนักแห้งรวม (99.02, 327.66 และ 441.87 ก./ต้น ตามลำดับ) และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหาร (161.90 และ 227.06 ก./ต้น) สูงที่สุดในทุกอายุการเจริญเติบโต (ตารางที่ 2) แต่การใช้ปุ๋ยมูลโคส่งผลให้น้ำหนักแห้งรวมและน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก มีค่าต่ำที่สุดซึ่งไม่แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยคอก

ตารางที่ 2 น้ำหนักแห้งรวม ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก ของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกันในมันสำปะหลัง 3 พันธุ์

| ปัจจัย              | น้ำหนักแห้งรวม (ก./ต้น) |                      |                      | น้ำหนักแห้งรากสะสมอาหาร (ก./ต้น) |                       |
|---------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------|
|                     | 30                      | 60                   | 90                   | 60                               | 90                    |
| ไม่ใส่ปุ๋ย (F1)     | 74.07 <sup>b</sup>      | 194.52 <sup>c</sup>  | 305.79 <sup>c</sup>  | 88.35 <sup>c</sup>               | 153.21 <sup>c</sup>   |
| ปุ๋ยมูลไก่ (F2)     | 99.02 <sup>a</sup>      | 327.66 <sup>a</sup>  | 441.87 <sup>a</sup>  | 161.90 <sup>a</sup>              | 227.06 <sup>a</sup>   |
| ปุ๋ยมูลสุกร (F3)    | 71.99 <sup>b</sup>      | 272.27 <sup>b</sup>  | 397.87 <sup>b</sup>  | 123.34 <sup>b</sup>              | 191.62 <sup>b</sup>   |
| ปุ๋ยมูลโค (F4)      | 74.95 <sup>b</sup>      | 193.34 <sup>c</sup>  | 312.03 <sup>c</sup>  | 85.04 <sup>c</sup>               | 154.28 <sup>c</sup>   |
| F-test              | **                      | **                   | **                   | **                               | **                    |
| ระยะยง 9 (G1)       | 89.91 <sup>a</sup>      | 288.28 <sup>a</sup>  | 401.05 <sup>a</sup>  | 145.69 <sup>a</sup>              | 211.89 <sup>a</sup>   |
| ระยะยง 11 (G2)      | 68.42 <sup>c</sup>      | 196.08 <sup>c</sup>  | 321.35 <sup>c</sup>  | 68.54 <sup>c</sup>               | 138.56 <sup>c</sup>   |
| เกษตรศาสตร์ 50 (G3) | 81.69 <sup>b</sup>      | 256.48 <sup>b</sup>  | 370.77 <sup>b</sup>  | 129.75 <sup>b</sup>              | 194.18 <sup>b</sup>   |
| F-test              | **                      | **                   | **                   | **                               | **                    |
| F1 × G1             | 88.76 <sup>b</sup>      | 219.27 <sup>de</sup> | 328.83 <sup>cd</sup> | 108.10 <sup>de</sup>             | 173.02 <sup>de</sup>  |
| F1 × G2             | 55.89 <sup>e</sup>      | 161.60 <sup>f</sup>  | 279.14 <sup>e</sup>  | 64.68 <sup>g</sup>               | 132.19 <sup>gh</sup>  |
| F1 × G3             | 77.56 <sup>c</sup>      | 202.70 <sup>e</sup>  | 309.40 <sup>de</sup> | 92.28 <sup>ef</sup>              | 154.44 <sup>efg</sup> |
| F2 × G1             | 103.58 <sup>a</sup>     | 394.15 <sup>a</sup>  | 498.69 <sup>a</sup>  | 209.97 <sup>a</sup>              | 268.98 <sup>a</sup>   |
| F2 × G2             | 84.38 <sup>bc</sup>     | 238.15 <sup>d</sup>  | 358.16 <sup>c</sup>  | 94.41 <sup>ef</sup>              | 163.32 <sup>ef</sup>  |
| F2 × G3             | 109.09 <sup>a</sup>     | 350.67 <sup>b</sup>  | 468.75 <sup>a</sup>  | 181.33 <sup>b</sup>              | 248.88 <sup>ab</sup>  |
| F3 × G1             | 86.40 <sup>bc</sup>     | 299.12 <sup>c</sup>  | 416.51 <sup>b</sup>  | 136.74 <sup>c</sup>              | 207.86 <sup>c</sup>   |
| F3 × G2             | 67.09 <sup>d</sup>      | 217.09 <sup>de</sup> | 358.20 <sup>c</sup>  | 62.04 <sup>g</sup>               | 132.82 <sup>gh</sup>  |
| F3 × G3             | 62.47 <sup>de</sup>     | 300.61 <sup>c</sup>  | 418.90 <sup>b</sup>  | 171.23 <sup>b</sup>              | 234.19 <sup>b</sup>   |
| F4 × G1             | 80.90 <sup>bc</sup>     | 240.58 <sup>d</sup>  | 360.18 <sup>c</sup>  | 127.96 <sup>cd</sup>             | 197.69 <sup>cd</sup>  |
| F4 × G2             | 66.30 <sup>d</sup>      | 167.49 <sup>f</sup>  | 289.88 <sup>e</sup>  | 53.01 <sup>g</sup>               | 125.93 <sup>h</sup>   |
| F4 × G3             | 77.65 <sup>c</sup>      | 171.95 <sup>f</sup>  | 286.03 <sup>e</sup>  | 74.16 <sup>fg</sup>              | 139.21 <sup>gh</sup>  |
| F-test              | **                      | **                   | **                   | **                               | **                    |
| C.V. (%)            | 6.74                    | 6.08                 | 1.15                 | 10.56                            | 7.43                  |

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ;

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

พันธุ์มันสำปะหลังที่ต่างกัน มีน้ำหนักแห้งรวมที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) โดยพันธุ์ระยะยง 9 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรวม (89.91, 288.28 และ 401.05 ก./ต้น ตามลำดับ) และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหาร (145.69 และ 211.89 ก./ต้น) สูงที่สุดทุกอายุ (ตารางที่ 2) รองลงมาคือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยะยง 11 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรวมและน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารต่ำที่สุดทุกอายุ

นอกจากนี้ ยังพบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการจัดการปุ๋ยและพันธุ์มันสำปะหลัง ( $p < 0.01$ ) สำหรับน้ำหนักแห้งรวมที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก (ตารางที่ 2) โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่ในพันธุ์ระยะยง 9 ( $F2 \times G1$ ) ส่งผลให้น้ำหนักแห้งรวม ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก (103.58, 394.15 และ 498.69 ก./ต้น ตามลำดับ) และน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก (209.97 และ 268.98 ก./ต้น ตามลำดับ) มีค่าสูงที่สุด เมื่อเทียบกับตำรับการทดลองอื่น ๆ แต่การไม่ใช้ปุ๋ยในพันธุ์ระยะยง 11 ( $F1 \times G2$ ) มีค่าน้ำหนักแห้งรวมและน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารต่ำที่สุดทุกอายุ ซึ่งไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยมูลโค ในพันธุ์ระยะยง 11 ( $F4 \times G2$ ) และการใช้ปุ๋ยมูลโคในพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ( $F4 \times G3$ ) ที่ทำให้น้ำหนักแห้งรวมที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกมีค่าต่ำที่สุด และการใช้

ปุ๋ยมูลสุกรในพันธุ์ระยะยง 11 ( $F3 \times G2$ ) การใช้ปุ๋ยมูลโคในพันธุ์ระยะยง 11 ( $F4 \times G2$ ) และการใช้ปุ๋ยมูลโคในพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ( $F4 \times G3$ ) ยังทำให้น้ำหนักแห้งรากสะสมอาหาร ที่อายุ 60 วันหลังปลูก มีค่าต่ำที่สุดด้วยเช่นกัน

ชนิดของปุ๋ยคอกที่แตกต่างกันส่งผลให้มันสำปะหลังมีน้ำหนักแห้งใบ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 3) โดยการใช้ปุ๋ยมูลสุกรทำให้มีน้ำหนักแห้งใบ ที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก สูงที่สุด (33.21 และ 50.70 ก./ต้น ตามลำดับ) และที่อายุ 90 วันหลังปลูก การใช้ปุ๋ยมูลโคทำให้มีน้ำหนักแห้งใบน้อย ซึ่งไม่แตกต่างจากการไม่ใช้ปุ๋ย (26.45 และ 29.68 ก./ต้น ตามลำดับ) พันธุ์มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ให้น้ำหนักใบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 3) โดยพันธุ์ระยะยง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 มีน้ำหนักใบสูงที่สุด ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (12.83 และ 13.12 ก./ต้น ตามลำดับ) แต่พันธุ์ระยะยง 11 มีน้ำหนักแห้งใบสูงที่สุด (27.01 และ 42.21 ก./ต้น ตามลำดับ) และพันธุ์ระยะยง 9 มีค่าน้อยที่สุด (20.73 และ 31.68 ก./ต้น ตามลำดับ) ที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยมูลไก่และมูลสุกร ในมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ( $F2 \times G3$  และ  $F3 \times G3$ ) ( $p < 0.01$ ) สำหรับน้ำหนักแห้งใบ ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก (ตารางที่ 3) โดยมีน้ำหนักแห้งใบที่อายุ 30 วันหลังปลูก สูงที่สุด (15.67 และ 14.79 ก./ต้น ตามลำดับ) การใช้ปุ๋ยมูลสุกรในพันธุ์ระยะยง 11 ( $F3 \times G2$ ) มีน้ำหนักแห้งใบที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก สูงที่สุด (39.64 และ 69.75 ก./ต้น ตามลำดับ) และการใช้มูลโคในพันธุ์ระยะยง 11 และเกษตรศาสตร์ 50 ( $F4 \times G2$  และ  $F4 \times G3$ ) มีน้ำหนักแห้งใบที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก น้อยที่สุด

จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักแห้งในช่วงต้น (0-90 วันหลังปลูก) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) สำหรับชนิดของปุ๋ยคอกทั้ง 4 ชนิด ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก (ตารางที่ 3) โดยปุ๋ยมูลไก่ให้น้ำหนักแห้งต้นสูงที่สุดในทุกช่วงอายุ (64.86, 126.24 และ 158.67 ก./ต้น) สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ซึ่งพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งต้นสูงที่สุด ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ได้แก่ พันธุ์ระยะยง 9 ซึ่งมีค่ากับ 57.88, 112.11 และ 141.75 ก./ต้น ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยมูลไก่ในพันธุ์ระยะยง 9 ( $F2 \times G1$ ) ( $p < 0.01$ ) ส่งผลให้มันสำปะหลังแห้งต้น สูงที่สุด (71.35, 152.50 และ 180.25 ก./ต้น ตามลำดับ)

ชนิดของปุ๋ยคอกที่แตกต่างกันส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ในช่วง 30-60 และ 60-90 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4) โดยการใช้ปุ๋ยมูลไก่ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตมีค่าสูงที่สุดในช่วงอายุ 30-60 วันหลังปลูก (60.65 ก./ตร.ม./วัน) และการใช้ปุ๋ยมูลสุกรและมูลโค ทำให้อัตราการเจริญเติบโตรวม มีค่าสูงไม่แตกต่างกัน ในช่วงอายุ 60-90 วันหลังปลูก (33.31 และ 31.48 ก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ) และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตในพันธุ์มันสำปะหลังที่แตกต่างกันทั้ง 2 ช่วงอายุ โดยพันธุ์ระยะยง 9 ในช่วงอายุ 30-60 และระยะยง 11 ในช่วงอายุ 60-90 วันหลังปลูก มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (52.62 และ 33.23 ก./ตร.ม./วัน) และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยมูลไก่ ในพันธุ์ระยะยง 9 ( $F2 \times G1$ ) ( $p < 0.01$ ) มีอัตราการเจริญเติบโต สูงที่สุด ในช่วงอายุ 30-90 วันหลังปลูก สูงที่สุด (77.08 ก./ตร.ม./วัน) มี แต่ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยคอกและพันธุ์มันสำปะหลัง ( $p > 0.05$ ) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของต้นและอัตราการเจริญเติบโตของรากสะสมอาหาร ในช่วง 60-90 วันหลังปลูก

ตารางที่ 3 น้ำหนักเหง้าใบและน้ำหนักแห้งต้นที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ต่างกัน  
ในมันสำปะหลัง 3 พันธุ์

| ปัจจัย              | น้ำหนักเหง้าใบ (ก./ต้น) |                     |                     | น้ำหนักแห้งต้น (ก./ต้น) |                     |                      |
|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
|                     | 30                      | 60                  | 90                  | 30                      | 60                  | 90                   |
| ไม่ใส่ปุ๋ย (F1)     | 12.24 <sup>b</sup>      | 20.20 <sup>c</sup>  | 29.68 <sup>c</sup>  | 48.45 <sup>b</sup>      | 77.72 <sup>d</sup>  | 108.65 <sup>d</sup>  |
| ปุ๋ยมูลไก่ (F2)     | 14.34 <sup>a</sup>      | 28.16 <sup>b</sup>  | 38.79 <sup>b</sup>  | 64.86 <sup>a</sup>      | 126.24 <sup>a</sup> | 158.67 <sup>a</sup>  |
| ปุ๋ยมูลสุกร (F3)    | 13.27 <sup>ab</sup>     | 33.21 <sup>a</sup>  | 50.70 <sup>a</sup>  | 41.24 <sup>c</sup>      | 103.38 <sup>b</sup> | 137.20 <sup>b</sup>  |
| ปุ๋ยมูลโค (F4)      | 10.17 <sup>c</sup>      | 14.96 <sup>d</sup>  | 26.45 <sup>c</sup>  | 49.51 <sup>b</sup>      | 88.00 <sup>c</sup>  | 119.97 <sup>c</sup>  |
| F-test              | **                      | **                  | **                  | **                      | **                  | **                   |
| ระยะ 9 (G1)         | 12.83 <sup>a</sup>      | 20.73 <sup>c</sup>  | 31.68 <sup>c</sup>  | 57.88 <sup>a</sup>      | 112.11 <sup>a</sup> | 141.75 <sup>a</sup>  |
| ระยะ 11 (G2)        | 11.58 <sup>b</sup>      | 27.01 <sup>a</sup>  | 42.21 <sup>a</sup>  | 44.36 <sup>c</sup>      | 91.09 <sup>b</sup>  | 125.13 <sup>b</sup>  |
| เกษตรศาสตร์ 50 (G3) | 13.12 <sup>a</sup>      | 24.66 <sup>b</sup>  | 35.33 <sup>b</sup>  | 50.80 <sup>b</sup>      | 93.30 <sup>b</sup>  | 126.49 <sup>b</sup>  |
| F-test              | **                      | **                  | **                  | **                      | **                  | **                   |
| F1 × G1             | 12.15 <sup>cd</sup>     | 20.48 <sup>de</sup> | 29.92 <sup>ef</sup> | 61.15 <sup>b</sup>      | 80.80 <sup>d</sup>  | 110.00 <sup>ef</sup> |
| F1 × G2             | 11.85 <sup>d</sup>      | 21.27 <sup>de</sup> | 30.23 <sup>ef</sup> | 32.11 <sup>f</sup>      | 67.01 <sup>e</sup>  | 102.08 <sup>f</sup>  |
| F1 × G3             | 12.73 <sup>cd</sup>     | 18.85 <sup>e</sup>  | 28.88 <sup>ef</sup> | 52.08 <sup>cd</sup>     | 85.36 <sup>d</sup>  | 113.87 <sup>e</sup>  |
| F2 × G1             | 13.14 <sup>cd</sup>     | 20.99 <sup>de</sup> | 32.76 <sup>e</sup>  | 71.35 <sup>a</sup>      | 152.50 <sup>a</sup> | 180.25 <sup>a</sup>  |
| F2 × G2             | 14.22 <sup>abc</sup>    | 34.12 <sup>b</sup>  | 44.40 <sup>bc</sup> | 55.38 <sup>c</sup>      | 96.94 <sup>c</sup>  | 131.77 <sup>c</sup>  |
| F2 × G3             | 15.67 <sup>a</sup>      | 29.38 <sup>c</sup>  | 39.22 <sup>cd</sup> | 67.86 <sup>a</sup>      | 129.28 <sup>b</sup> | 163.98 <sup>b</sup>  |
| F3 × G1             | 13.01 <sup>bcd</sup>    | 23.15 <sup>d</sup>  | 34.54 <sup>de</sup> | 52.12 <sup>cd</sup>     | 128.86 <sup>b</sup> | 157.74 <sup>b</sup>  |
| F3 × G2             | 12.03 <sup>cd</sup>     | 39.83 <sup>a</sup>  | 69.75 <sup>a</sup>  | 42.48 <sup>e</sup>      | 102.31 <sup>c</sup> | 136.73 <sup>c</sup>  |
| F3 × G3             | 14.79 <sup>ab</sup>     | 36.64 <sup>ab</sup> | 47.81 <sup>b</sup>  | 29.12 <sup>f</sup>      | 78.97 <sup>d</sup>  | 117.13 <sup>e</sup>  |
| F4 × G1             | 13.02 <sup>bcd</sup>    | 18.30 <sup>e</sup>  | 29.48 <sup>ef</sup> | 46.91 <sup>de</sup>     | 86.29 <sup>d</sup>  | 118.99 <sup>de</sup> |
| F4 × G2             | 8.23 <sup>e</sup>       | 12.83 <sup>f</sup>  | 24.45 <sup>f</sup>  | 47.46 <sup>de</sup>     | 98.08 <sup>c</sup>  | 129.92 <sup>cd</sup> |
| F4 × G3             | 9.28 <sup>e</sup>       | 13.77 <sup>f</sup>  | 25.41 <sup>f</sup>  | 54.17 <sup>c</sup>      | 79.62 <sup>d</sup>  | 110.99 <sup>ef</sup> |
| F-test              | **                      | **                  | **                  | **                      | **                  | **                   |
| C.V. (%)            | 9.32                    | 8.58                | 9.02                | 5.65                    | 4.32                | 4.63                 |

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ;

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

**ตารางที่ 4** อัตราการเจริญเติบโต (CGR), อัตราการเจริญเติบโตของใบ (LGR) และอัตราการเจริญเติบโตของต้น (SGR) ระหว่าง 30–60 และ 60–90 วันหลังปลูก และอัตราการเจริญเติบโตของรากสะสมอาหาร (SRGR) ระหว่าง 60–90 วันหลังปลูก ของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกันในมันสำปะหลัง 3 พันธุ์

| ปัจจัย              | CGR<br>(ก./ตร.ม./วัน) |                     | LGR<br>(ก./ตร.ม./วัน) |                   | SGR<br>(ก./ตร.ม./วัน) |       | SRGR<br>(ก./ตร.ม./วัน) |
|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------|------------------------|
|                     | 30–60                 | 60–90               | 30–60                 | 60–90             | 30–60                 | 60–90 | 60–90                  |
| ไม่ใส่ปุ๋ย (F1)     | 31.95 <sup>c</sup>    | 29.51 <sup>b</sup>  | 2.11 <sup>c</sup>     | 2.51 <sup>b</sup> | 7.77 <sup>c</sup>     | 8.20  | 17.21                  |
| ปุ๋ยมูลไก่ (F2)     | 60.65 <sup>a</sup>    | 30.30 <sup>b</sup>  | 3.67 <sup>b</sup>     | 2.82 <sup>b</sup> | 16.28 <sup>a</sup>    | 8.60  | 17.28                  |
| ปุ๋ยมูลสุกร (F3)    | 53.13 <sup>b</sup>    | 33.31 <sup>a</sup>  | 5.29 <sup>a</sup>     | 4.64 <sup>a</sup> | 16.48 <sup>a</sup>    | 8.97  | 18.11                  |
| ปุ๋ยมูลโค (F4)      | 31.40 <sup>c</sup>    | 31.48 <sup>ab</sup> | 1.27 <sup>d</sup>     | 3.04 <sup>b</sup> | 10.21 <sup>b</sup>    | 8.48  | 18.36                  |
| F-test              | **                    | **                  | **                    | **                | **                    | ns    | ns                     |
| ระยะยอ 9 (G1)       | 52.62 <sup>a</sup>    | 29.91 <sup>b</sup>  | 2.10 <sup>c</sup>     | 2.90 <sup>b</sup> | 14.39 <sup>a</sup>    | 7.86  | 17.56 <sup>b</sup>     |
| ระยะยอ 11 (G2)      | 33.87 <sup>c</sup>    | 33.23 <sup>a</sup>  | 4.09 <sup>a</sup>     | 4.03 <sup>a</sup> | 12.40 <sup>b</sup>    | 9.03  | 18.58 <sup>a</sup>     |
| เกษตรศาสตร์ 50 (G3) | 46.37 <sup>b</sup>    | 30.32 <sup>b</sup>  | 3.06 <sup>b</sup>     | 2.83 <sup>b</sup> | 11.27 <sup>b</sup>    | 8.80  | 17.09 <sup>b</sup>     |
| F-test              | **                    | **                  | **                    | **                | **                    | ns    | *                      |
| F1 × G1             | 34.62 <sup>efg</sup>  | 29.06               | 2.21 <sup>def</sup>   | 2.50 <sup>b</sup> | 5.22 <sup>g</sup>     | 7.75  | 17.22                  |
| F1 × G2             | 28.04 <sup>ghi</sup>  | 31.18               | 2.50 <sup>de</sup>    | 2.38 <sup>b</sup> | 9.26 <sup>e</sup>     | 9.30  | 17.91                  |
| F1 × G3             | 33.20 <sup>fgh</sup>  | 28.30               | 1.62 <sup>efg</sup>   | 2.66 <sup>b</sup> | 8.83 <sup>ef</sup>    | 7.56  | 16.49                  |
| F2 × G1             | 77.08 <sup>a</sup>    | 27.73               | 2.08 <sup>d-g</sup>   | 3.13 <sup>b</sup> | 21.53 <sup>a</sup>    | 7.36  | 15.65                  |
| F2 × G2             | 40.79 <sup>de</sup>   | 31.84               | 5.28 <sup>b</sup>     | 2.73 <sup>b</sup> | 11.03 <sup>de</sup>   | 9.24  | 18.28                  |
| F2 × G3             | 64.08 <sup>b</sup>    | 31.32               | 3.64 <sup>c</sup>     | 2.61 <sup>b</sup> | 16.29 <sup>b</sup>    | 9.20  | 17.92                  |
| F3 × G1             | 56.42 <sup>c</sup>    | 31.14               | 2.69 <sup>cd</sup>    | 3.02 <sup>b</sup> | 20.36 <sup>a</sup>    | 7.66  | 18.87                  |
| F3 × G2             | 39.79 <sup>def</sup>  | 37.43               | 7.38 <sup>a</sup>     | 7.94 <sup>a</sup> | 15.87 <sup>bc</sup>   | 9.13  | 18.78                  |
| F3 × G3             | 63.17 <sup>b</sup>    | 31.38               | 5.80 <sup>b</sup>     | 2.96 <sup>b</sup> | 13.23 <sup>d</sup>    | 10.12 | 16.70                  |
| F4 × G1             | 42.36 <sup>d</sup>    | 31.73               | 1.40 <sup>fg</sup>    | 2.97 <sup>b</sup> | 10.45 <sup>e</sup>    | 8.68  | 18.49                  |
| F4 × G2             | 26.84 <sup>hi</sup>   | 32.47               | 1.22 <sup>fg</sup>    | 3.08 <sup>b</sup> | 13.43 <sup>cd</sup>   | 8.45  | 19.35                  |
| F4 × G3             | 25.02 <sup>i</sup>    | 30.26               | 1.19 <sup>g</sup>     | 3.09 <sup>b</sup> | 6.75 <sup>fg</sup>    | 8.33  | 17.26                  |
| F-test              | **                    | ns                  | **                    | **                | **                    | ns    | ns                     |
| C.V. (%)            | 7.87                  | 7.04                | 17.23                 | 18.97             | 10.08                 | 17.13 | 7.8                    |

**หมายเหตุ:** ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ;

\*, \*\* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ( $p < 0.05$ ) และ 99% ( $p < 0.01$ ) ตามลำดับ; ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของใบ พบว่าชนิดของปุ๋ยคอกมีผลทำให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง 30–60 และ 60–90 วันหลังปลูก ( $p < 0.01$ ) โดยการใช้ปุ๋ยมูลสุกรทำให้อัตราการเจริญเติบโตของใบในช่วง 30–60 และ 60–90 วันหลังปลูก สูงที่สุด (5.29 และ 4.64 ก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ) พันธุ์มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีอัตราการเจริญเติบโตของใบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 2 ช่วงอายุ ( $p < 0.01$ ) ซึ่งพันธุ์ระยะยอ 11 เป็นพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตของใบสูงที่สุดในช่วง 30–60 และ 60–90 วันหลังปลูก (4.09 และ 4.03 ก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ) และพบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิด ของการจัดการปุ๋ยและพันธุ์มันสำปะหลัง ( $p < 0.01$ ) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของใบ โดยการใช้ปุ๋ยมูลโคในพันธุ์ระยะยอ 11 (F3 × G2) มีค่าสูงที่สุดในช่วง 30–60 และ 60–90 วันหลังปลูก (7.38 และ 7.94 ก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ)

ชนิดของปุ๋ยคอกทั้ง 4 ชนิดส่งผลให้มันสำปะหลังมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 30–60 วันหลังปลูก ( $p < 0.01$ ) (ตารางที่ 4) โดยปุ๋ยมูลไก่และมูลสุกร (16.28 และ 16.48 ก./ตร.ม./วัน ตามลำดับ)

ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นสูงกว่ากรรมวิธีอื่น และพันธุ์ทั้ง 3 พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งพันธุ์ระยอง 9 เป็นพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นสูงที่สุดในช่วง 30–60 วันหลังปลูก (14.39 ก./ตร.ม./วัน) และพบปฏิกิริยาสัมพันธ์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ระหว่างการใช้ปุ๋ยคอก และพันธุ์มันสำปะหลัง สำหรับอัตราการเจริญเติบโต ในช่วง 30–60 วันหลังปลูก โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยมูลสุกรในพันธุ์ระยอง 9 ( $F_3 \times G_1$ ) ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นสูงที่สุด (20.36 ก./ตร.ม./วัน) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ของชนิดปุ๋ยและพันธุ์ สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของต้นในช่วง 60–90 วันหลังปลูก

จากผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ระหว่างชนิดของปุ๋ยคอกและพันธุ์ สำหรับอัตราการเจริญเติบโตของรากสะสมอาหารในช่วง 60–90 วันหลังปลูก แต่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญสำหรับมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ( $p < 0.05$ ) โดยพันธุ์ระยอง 11 เป็นพันธุ์ที่มีค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสะสมอาหารสูงที่สุด (18.58 ก./ตร.ม./วัน)

## การอภิปรายผล

จากการศึกษาการใช้ชนิดปุ๋ยคอกที่แตกต่างกัน 4 ชนิดในพันธุ์มันสำปะหลังที่แตกต่างกัน 3 พันธุ์ ต่อการเจริญเติบโตในช่วงต้น ชี้ให้เห็นว่า การตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลังในแต่ละชนิดของปุ๋ยก็มีความแตกต่างกัน โดยจากการวิเคราะห์ปฏิกิริยาสัมพันธ์ พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่ในพันธุ์ระยอง 9 ( $F_2 \times G_1$ ) มีน้ำหนักแห้งรวมและรากสะสมอาหารสูงที่สุด ในขณะที่การใช้ปุ๋ยมูลสุกรในพันธุ์ระยอง 11 ( $F_3 \times G_2$ ) ส่งผลให้น้ำหนักแห้งใบที่อายุ 90 วันหลังปลูกและอัตราการเจริญเติบโตของใบในช่วง 30–60 และ 60–90 วันหลังปลูก สูงที่สุด หากเปรียบเทียบระหว่างการจัดการปุ๋ย พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่ส่งผลให้น้ำหนักแห้งรวมและน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยชนิดอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Odedina et al. (2011) ที่รายงานว่าการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ปีก (Poultry manure) ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ TMS 30572 ที่ปลูกที่เมืองอาบูเระ ประเทศไนจีเรีย มีมวลชีวภาพและผลผลิตสูงที่สุด และสอดคล้องกับรายงานของ Biratu et al. (2018a, 2018b) ที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 672 กก./ไร่ ส่งผลให้น้ำหนักแห้งรวมและรากสะสมอาหารสูงที่สุด โดย Bakayoko et al. (2009) ได้ศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ในดินหลังจากการใช้ปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยมูลสัตว์ปีกในดินทรายที่ปลูกมันสำปะหลัง โดยใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 1,600 กก./ไร่ พบว่า ปุ๋ยมูลสัตว์ปีกทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation exchange capacity) สูงกว่าการใช้ปุ๋ยมูลโค ซึ่งทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารที่มีประจุบวก เช่น แคลเซียมไอออน ( $Ca^{2+}$ ) แมกนีเซียมไอออน ( $Mg^{2+}$ ) และโพแทสเซียมไอออน ( $K^+$ ) ไว้ในอนุภาคของดินได้สูงกว่า และการใช้มูลโคมีผลให้น้ำหนักแห้งรวมและน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารน้อยกว่าการใช้ปุ๋ยคอกชนิดอื่น ๆ เนื่องจากปุ๋ยมูลโคมีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำกว่าปุ๋ยมูลสัตว์ปีกและมูลสุกร จึงทำให้มันสำปะหลังที่ใช้ปุ๋ยชนิดนี้มีน้ำหนักน้อยกว่าการใช้ปุ๋ยคอกชนิดอื่น ๆ (Bakayoko et al., 2009; Odedina et al., 2011) การกำหนดชนิดของปุ๋ยเพื่อใช้ในการปลูกมันสำปะหลังเป็นการประเมินความเหมาะสมจากปุ๋ยมูลสัตว์ที่มีในท้องถิ่นและหาได้ง่าย

มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรวมและรากสะสมอาหารสูงกว่าพันธุ์ระยอง 11 และเกษตรศาสตร์ 50 แต่มีน้ำหนักแห้งใบต่ำกว่าอีก 2 พันธุ์ ชี้ให้เห็นว่าพันธุ์ระยอง 9 เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการแบ่งสรรปันส่วนอาหาร (Partitioning) ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงไปสู่รากสะสมอาหารได้สูง แม้จะมีใบหรือแหล่งสร้างอาหารน้อยกว่าพันธุ์อื่น โดยมีรายงานว่าพันธุ์ระยอง 9 เป็นพันธุ์ที่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สูง (Vongcharoen et al., 2018, 2019; Mahakosee et al., 2019; Santanoo et al., 2019, 2022; Wongnoi et al., 2020) และยังมีรายงานว่าพันธุ์นี้มีศักยภาพการให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงด้วย (Prammanee et al., 2010; Mahakosee et al., 2019; Phoncharoen et al., 2019a, 2019b; Janket et al., 2020a, 2020b) น้ำหนักใบที่มากจะส่งผลให้มีพื้นที่ใบและพื้นที่การสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลผลิต (Fukai et al., 1984; El-Sharkawy, 2006; Mahakosee et al., 2019) อย่างไรก็ตาม พื้นที่ใบที่มากสูงหรือต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมก็อาจจะทำให้ผลผลิตต่ำเช่นกัน โดยดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมของมันสำปะหลังมีค่าระหว่าง 2.5–3.5 (Ramanujam, 1985) จากผลการศึกษาพบว่า พันธุ์ระยอง 11 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งใบสูงที่สุด แต่มีผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมและรากสะสมอาหารต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 สอดคล้องกับ Mahakosee et

al. (2020) ที่รายงานว่าพันธุ์ระยะยง 11 มีปริมาณทรงพุ่มที่หนาทำให้มีการบังใบสูงและมีค่าการส่องผ่านของแสงต่ำ (Light penetration) ซึ่งส่งผลให้มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงของใบระดับกลางและระดับล่างต่ำกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และส่งผลให้มีผลผลิตที่ต่ำด้วย และผลการทดลองว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีศักยภาพปานกลางโดยเป็นพันธุ์ที่มีมวลชีวภาพและน้ำหนักแห้งรากสะสมอาหารน้อยกว่าพันธุ์ระยะยง 9 แต่สูงกว่าระยะยง 11 ซึ่งมีรายงานว่าเกษตรศาสตร์ 50 เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการเจริญเติบโตปานกลาง แต่เป็นพันธุ์ที่มีความสามารถในการปรับตัวสูง (Phoncharoen et al., 2019a; Malik et al. 2020)

การตอบสนองของพันธุ์มันสำปะหลังในแต่ละชนิดของปุ๋ยก็มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยคอกแต่ละชนิดมีความเหมาะสมแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการวางแผนการปลูกมันสำปะหลังโดยเลือกใช้ปุ๋ยคอกอย่างเหมาะสม เช่น การปลูกในระบบการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวข้าวที่เป็นการปลูกระยะยงสั้น ซึ่งจะทำให้การเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อมีอายุประมาณ 6 เดือนหลังปลูก เป็นต้น (Sawatraksa et al., 2018, 2019)

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นเพียงผลของชนิดปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงต้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการเจริญเติบโตในช่วงอื่น ๆ และในสภาพดินหรือพื้นที่อื่น ๆ เพื่อให้เข้าใจถึงพฤติกรรมการตอบสนองของปุ๋ยคอกแต่ละชนิดในแต่ละพันธุ์ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

## บทสรุป

การใช้ปุ๋ยมูลไก่ในมันสำปะหลังพันธุ์ระยะยง 9 มีน้ำหนักแห้งรวม น้ำหนักแห้งรากสะสมอาหาร และน้ำหนักแห้งต้นที่สูงที่สุดทุกอายุ และมีอัตราการเจริญเติบโตในช่วง 30–60 วันหลังปลูก สูงที่สุด ในขณะที่การใช้ปุ๋ยมูลสุกรในพันธุ์ระยะยง 11 ทำให้มีน้ำหนักแห้งใบที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก และอัตราการเจริญเติบโตของใบในช่วง 30–60 และ 60–90 วันหลังปลูก สูงที่สุด องค์ความรู้ที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปลูกมันสำปะหลังในระบบการปลูกแบบอินทรีย์ เพื่อผลิตเป็นอาหารปลอดภัยในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณ ทุนวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ที่ตอบสนองความต้องการของชุมชนและสังคม ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๒ และสาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม

## เอกสารอ้างอิง

- ไพฑูรย์ พักเขียว. (2557). การศึกษาระบบการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต. 7(3): 93–102.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2565. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2566. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพมหานคร.
- Analytical Software. (2013). Statistix, version 10. Analytical Software: Tallahassee.
- Bakayoko S., Soro D., Nindjin C., Dao D., Tschannen A., Girardin O. and Assa A. (2009). Effects of cattle and poultry manures on organic matter content and adsorption complex of a sandy soil under cassava cultivation (*Manihot esculenta*, Crantz). African Journal of Environmental Science and Technology. 3(8): 190–197.
- Biratu G.K., Elias E., Ntawuruhunga P. and Nhamo N. (2018a). Effect of chicken manure application on cassava biomass and root yields in two agro-ecologies of Zambia. Agriculture. 8(4): 45.

- Biratu G.K., Elias E., Ntawuruhunga P. and Sileshi G.W. (2018b). Cassava response to the integrated use of manure and NPK fertilizer in Zambia. *Heliyon*. 4(8): e00759.
- Bremner J.M. (1965). Total nitrogen. In Norman A.G., Editor. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*. Soil Science Society of America: Madison. 1149–1178
- Chapman H.D. (1965). Cation–exchange capacity. In Norman A.G., Editor. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*. Soil Science Society of America: Madison. 891–901.
- Diacono M. and Montemurro F. (2011). Long-term effects of organic amendments on soil fertility. In Lichtfouse E., Hamelin M., Navarrete M., Debaeke P., Editors. *Sustainable agriculture volume 2*. Springer Science & Business Media: Heidelberg. 761–786.
- El-Sharkawy M.A. (2006). International research on cassava photosynthesis, productivity, eco–physiology, and responses to environmental stresses in the tropics. *Photosynthetica*. 44: 481–512.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *Food Outlook–Biannual Report on Global Food Markets–November 2018*. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome.
- Fukai S., Alcoy A.B., Llamelo A.B. and Patterson R.D. (1984) Effects of solar radiation on growth of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.). I. Canopy development and dry matter growth. *Field Crops Research*. 9: 347–360.
- Gomez K.A. and Gomez A.A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Wiley and Sons: New York.
- Howeler R.H. (2013). *Save and Grow: Cassava, A guide to sustainable production intensification*. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome.
- Jackson M.L. (1973). *Soil chemical analysis*. Pentice hall of India Pvt. Ltd.: New Delhi.
- Janket A., Vorasoot N., Toomsan B., Kaewpradit W., Theerakulpisut P, Holbrook C.C., Kvien C.K., Jogloy S. and Banterng P. (2020a). Accumulation dynamics of starch and its granule size distribution of cassava genotypes at different growing seasons. *Agriculture*. 10(9): 380.
- Janket, A., Vorasoot N., Toomsan B., Kaewpradit W., Jogloy S., Theerakulpisut P., Holbrook C.C., Kvien C.K. and Banterng P. (2020b). 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.
- Mahakosee S., Jogloy S., Vorasoot N., Theerakulpisut P., Banterng P., Kesmala T., Holbrook C. and Kvien C. (2019). Seasonal variations in canopy size and yield of Rayong 9 cassava genotype under rainfed and irrigated conditions. *Agronomy*. 9: 362.
- Mahakosee S., Jogloy S., Vorasoot N., Theerakulpisut P., Holbrook C.C., Kvien, C.K. and Banterng P. (2020). Seasonal variation in canopy size, light penetration and photosynthesis of three cassava genotypes with different canopy architectures. *Agronomy*. 10(10): 1554.
- Malik A.I., Kongsil P., Nguyễn V.A., Ou W., Srean P., López–Lavallo L.A.B., Utsumi Y., Lu C., Kittipadakul P., Nguyễn H.H., Ceballos H., Nguyễn T.H., Gomez M.S., Aiemnaka P., Labarta R., Chen S., Amawan S., Sok S., Youabee L., Seki M., Tokunaga H., Wang W., Li K., Nguyễn H.A., Nguyễn V.D., Hà L.H. and Ishitani M. (2020). Cassava breeding and agronomy in Asia: 50 years of history and future directions. *Breeding science*. 70(2): 145–166.
- Mathias L. and Kabambe V.H. (2015). Potential to increase cassava yields through cattle manure and fertilizer application: results from Bunda College, Central Malawi. *African Journal of Plant Science*. 9(5): 228–234.
- Odedina J.N., Odedina S.A. and Ojeniyi S.O. (2011). Effect of types of manure on growth and yield of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). *Researcher*. 3(5): 1–8.

- Phoncharoen P., Banterng P., Vorasoot N., Jogloy S., Theerakulpisut P. and Hoogenboom G. (2019a). Growth rates and yields of cassava at different planting dates in a tropical savanna climate. *Scientia Agricola*. 76: 376–388.
- Phoncharoen P., Banterng P., Vorasoot N., Jogloy S., Theerakulpisut P. and Hoogenboom G. (2019b). The impact of seasonal environments in a tropical savanna climate on forking, leaf area index, and biomass of cassava genotypes. *Agronomy*. 9(1): 19.
- Phuntupan K., and Banterng P. (2017). Physiological determinants of storage root yield in three cassava genotypes under different nitrogen supply. *The Journal of Agricultural Science*. 155(6): 978–992.
- Prammanee S., Kamprerasart K., Salakan S. and Sriroth K. (2010). Growth and starch content evaluation on newly released cassava cultivars, Rayong 9, Rayong 7 and Rayong 80 at different harvest times. *Agriculture and Natural Resources*. 44(4): 558–563.
- Ramanujam T. (1985). Leaf density profile and efficiency in partitioning dry matter among high and low yielding cultivars of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Field Crops Research*. 10: 291–303.
- Rhoades J.D. and van Schilfgaarde J. (1976). An electrical conductivity probe for determining soil salinity. *Soil Science Society of America Journal*. 40(5): 647–651.
- Santanoo S., Vongcharoen K., Banterng P., Vorasoot N., Jogloy S., Roytrakul S. and Theerakulpisut P. (2019). Seasonal variation in diurnal photosynthesis and chlorophyll fluorescence of four genotypes of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) under irrigation conditions in a tropical savanna climate. *Agronomy*. 9(4): 206.
- Santanoo S., Vongcharoen K., Banterng P., Vorasoot N., Jogloy S., Roytrakul S. and Theerakulpisut P. (2022). Physiological and proteomic responses of cassava to short-term extreme cool and hot temperature. *Plants*. 11(17): 2307.
- Sawatraksa N., Banterng P., Jogloy S., Vorasoot N. and Hoogenboom G. (2018). Chlorophyll fluorescence and biomass of four cassava genotypes grown under rain-fed upper paddy field conditions in the tropics. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 204(6): 554–565.
- Sawatraksa N., Banterng P., Jogloy S., Vorasoot N. and Hoogenboom G. (2019). Cassava growth analysis of production during the off-season of paddy rice. *Crop Science*. 59(2): 760–771.
- Vongcharoen K., Santanoo S., Banterng P., Jogloy S., Vorasoot N. and Theerakulpisut P. (2018). Seasonal variation in photosynthesis performance of cassava at two different growth stages under irrigated and rain-fed conditions in a tropical savanna climate. *Photosynthetica*. 56(4): 1398–1413.
- Vongcharoen K., Santanoo S., Banterng P., Jogloy S., Vorasoot N. and Theerakulpisut P. (2019). Diurnal and seasonal variations in the photosynthetic performance and chlorophyll fluorescence of cassava ‘Rayong 9’ under irrigated and rainfed conditions. *Photosynthetica*. 57(1): 268–285.
- Walkley A. and Black I.A. (1947). Determination of organic matter in the soil by chromic acid digestion. *Soil Science*. 63: 251–264.
- Wongnoi S., Banterng P., Vorasoot N., Jogloy S. and Theerakulpisut P. (2020). Physiology, growth and yield of different cassava genotypes planted in upland with dry environment during high storage root accumulation stage. *Agronomy*. 10(4): 576.