

## อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50

กฤตภาส ยุทธอาจ<sup>1</sup>, สำราญ พิมราช<sup>2\*</sup> และ เหล็กไหล จันทะบุตร<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

<sup>2</sup>สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

<sup>3</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

### บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยทำการทดลองที่บ้านดอนหัน ตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ 3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กก./ไร่ และ 4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ จากการศึกษพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ มีผลทำให้การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มากที่สุด และให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุด (75.20 % โดย นน.แห้ง) แต่ให้ผลผลิตน้ำหนักรากสด (4,016.0 กก./ไร่) ไม่แตกต่างไปจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตมากที่สุด (4,309.4 กก./ไร่) และไม่แตกต่างไปจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กก./ไร่ (3,776.1 กก./ไร่) และการไม่ใส่ปุ๋ย (3,018.7 กก./ไร่) ซึ่งมีแนวโน้มให้ผลผลิตต่ำสุดและให้เปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุด

**คำสำคัญ:** มันสำปะหลัง, ผลผลิต, ปุ๋ยอินทรีย์ และ ปุ๋ยเคมี

\* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: sumranp@gmail.com

---

## The Influence of High-Quality Organic Fertilizer and Chemical Fertilizer on Growth, Yield and Starch Content of Cassava cv. Kasetart 50

---

Kittaphap Yutaaj<sup>1</sup>, Sumran Pimratch<sup>2\*</sup> and Leklai Chanthabut<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program in Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham, 44000, Thailand

<sup>2</sup>Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham, 44000, Thailand

<sup>3</sup>Program in Aquaculture Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham, 44000, Thailand

### Abstract

This research aim to study the effect of using high quality organic fertilizer and chemical fertilizer on growth, yield and starch content of cassava cv. Kasetart 50. The experiment was conducted under field conditions at Ban Donhun, Thasongkorn sub-district, Muang district, Maha Sarakham province during May 2014 to February 2015. The field experiment was laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications. The four treatments consisted of 1) no application of fertilizer (T1), chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai (1 rai = 0.16 ha) combined with fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 50 kg/rai, 3) high quality organic fertilizer at the rate of 400 kg/rai (T3) and 4) high quality organic fertilizer at the rate of 200 kg/rai combined with chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai + fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 25 kg/rai (T4). The results found that the application of chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai + 15-7-18 at the rate of 50 kg./rai was the highest growth and starch content of cassava roots (75.20 % by dry weight). However, the yield (roots fresh weight) of this treatment was not significant different from the other treatments. Cassava applied with high quality organic fertilizer at the rate of 200 kg/rai combined with chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai and fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 25 kg/rai tended to have a higher roots fresh weight (4,309.4kg/rai) followed by cassava applied with chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai + fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 50 kg/rai (4,016.0 kg./rai) and high quality organic fertilizer at the rate of 400 kg/rai (3,776.1kg/rai), respectively. Whereas, cassava was treated without fertilizer had low tuber yield (3,018.7kg/rai) and low starch content.

**Keywords:** Cassava, Yield, Organic fertilizer and Inorganic fertilizer

---

\* Corresponding author: E-mail: sumranp@gmail.com

## บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* L. Crantz) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีปริมาณการส่งออกมากเป็นอันดับ 1 ของโลก มีมูลค่าการส่งออกรวมมากกว่า 60,000 ล้านบาท/ปี แบ่งเป็นผลผลิตสำหรับใช้ในประเทศ 27% บริโภคโดยตรง (แป้ง) อาหารสัตว์ และพลังงาน เท่ากับ 20, 4 และ 3% ตามลำดับ (Office of Agricultural Economics, 2010) สำหรับพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่กระจายอยู่ทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง และจากรายงานการสำรวจของ Office of Agricultural Economics (2015) พบว่า ปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การเพาะปลูกมันสำปะหลัง และพื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นอันดับ 1 ของประเทศและกระจายปลูกอยู่ทั่วประเทศทุกจังหวัด เช่น นครราชสีมา หนองคาย อุดรธานี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ และมหาสารคาม เป็นต้น ปัญหาในการผลิตมันสำปะหลังที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น ดินซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากเป็นแหล่งของธาตุอาหาร น้ำ และอากาศให้กับพืช มันสำปะหลังสามารถปลูกได้ในดินทั่วไปตั้งแต่ดินเหนียวถึงดินทรายแต่จะให้ผลผลิตสูงในดินเนื้อหยาบ และดินร่วนที่มีการระบายน้ำได้ดีและควรหลีกเลี่ยงการปลูกในดินที่ชื้นแฉะ (Chotinun, 2011)

การเติมธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช (essential nutrient elements) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างผลผลิตและอาจจะเพิ่มปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง เพราะธาตุอาหารเหล่านี้มีหน้าที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์แป้ง-น้ำตาล การหายใจ และเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการดังกล่าวซึ่งผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงคือ แป้งและซูโครส โดยมันสำปะหลังจะเก็บสะสมไว้ที่ราก การเพิ่มธาตุอาหารดังกล่าวในระยะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังจึงน่าจะเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Songnam *et al.* (2009) พบว่า การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยใช้เฉพาะปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งใส่ในอัตราค่อนข้างสูง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.82 ตัน/ไร่ เปรียบเทียบ

กับวิธีการของเกษตรกรที่ได้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 2.98 ตัน/ไร่ และ Samutthong *et al.* (2011) รายงานว่าการให้น้ำอัตรา 60 มม./เดือน ร่วมกับการเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี 100 กก./ไร่ ทำให้มีปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 สูงสุดเท่ากับ 30.6%

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังในอนาคตต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

## 1. แผนการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินการทดลองในแปลงทดลองของเกษตรกร ตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยทำการทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ได้แก่

1) ไม่ใส่ปุ๋ย (T1)

2) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ (T2)

3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงของกรมพัฒนาที่ดิน (สูตร 3) อัตรา 400 กก./ไร่ (T3)

4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ (T4)

## 2. การปลูกและการดูแลรักษา

1) การเตรียมพื้นที่ เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ไถตะเพื่อกลบวัชพืชเศษใบไม้ต่างๆ ให้อยู่สลายลงในดินตากดินไว้ 7 วัน ไถแปรอีกครั้งเพื่อพรุนดินให้ดินร่วนซุยและใช้จอบหมุนดินเพื่อให้ดินละเอียดแล้วจึงทำการยกร่องความกว้างขนาด 1 x 1 ม. จากนั้นแบ่งแปลงทดลองออกเป็น 16 แปลงย่อย ขนาด 10 x 10 ม. ทั้งดินไว้ประมาณ 7 วันก่อนทำการปลูกพืช

2) เตรียมท่อนพันธุ์และการปลูกมันสำปะหลัง เลือก ท่อนพันธุ์อายุ 8-12 เดือน ที่สมบูรณ์ปราศจากโรคและแมลง และมีตาถี่ นำท่อนพันธุ์มาสับขนาดท่อนพันธุ์ยาว 20 ซม. ก่อนที่จะนำไปปลูกแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีไทอะมีโทแซม (Thiamethoxam) เพื่อป้องกันเพลี้ยแป้ง ประมาณ 5-10 นาที ส่วนการปลูกเสียบท่อนพันธุ์แบบเฉียงเพื่อให้ลงหัวรอบ ต้นอย่างสมดุลโดยปลูกระยะ 1 x 1 ม. โดยการใช้ แรงงานคนปลูก

3) ดูแลรักษา กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง โดยวิธีการดาย หญ้าตามร่อง และรอบโคนต้นของต้นพันธุ์เมื่อมันสำปะหลัง อายุได้ 3 และ 6 เดือนหลังปลูก

4) การใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ใน กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ใส่ปุ๋ยเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 1 เดือน และใส่ปุ๋ย สูตร 15-7-18 อัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ เมื่อมันสำปะหลัง อายุได้ 4 เดือน ส่วนในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพสูงนั้นใส่ในขั้นตอนการเตรียมดินก่อนทำการปลูก มันสำปะหลังในอัตรา 200 และ 400 กก./ไร่ ตามกรรมวิธีที่ ทดลอง

### 3. การเก็บข้อมูล

ข้อมูลดิน สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับ ความลึก 0-15 ซม. นำไปผึ่งให้แห้ง (air dried) นำดินมาบด ให้ละเอียดและร่อนด้วยตระแกรงขนาด 80 เมช (mesh) แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน โดยวิธีมาตรฐานทั่วไป ซึ่งมีลักษณะดังนี้ คือ สมบัติทาง กายภาพ ได้แก่ อนุภาคของ Sand, Silt และ Clay โดยวิธี Hydrometer (Drilon, 1980) ส่วนสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธี Kjeldahl Method (Amin and Flowers, 2004) ปริมาณฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ (Available P) โดยวิธี Bray II (Drilon, 1980) ปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมที่สกัดได้ (Extractable K, Ca) โดยวิธี  $\text{NH}_4\text{OAc}$  and Atomic Absorption Spectrophotometry (Cottenie, 1980) สภาพความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH (1 : 2.5  $\text{H}_2\text{O}$ ) โดยวิธี Std. Glass Electrode (Black, 1965) ความสามารถในการ แลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange, CEC) โดยวิธี Peech Method (Pacharapreecha, 1994) และ

อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter, OM.) โดยวิธี Walkley and Black (Black, 1965)

ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ได้แก่

1) ความสูงของต้น โดยวัดจากโคนต้นที่เหนือจากผิว ดินจนถึงปลายยอดของต้น วัดจำนวน 8 ครั้ง คือ ระยะ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูก โดย สุ่มวัดความสูงจำนวน 10 ต้น/1 แปลงย่อย แล้วคำนวณ ค่าเฉลี่ย

2) เส้นรอบวงโคนต้น โดยวัดเส้นรอบวงจากโคนต้น เหนือจากผิวดินประมาณ 5 ซม. วัดจำนวน 8 ครั้ง คือ ระยะ หลังปลูก 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วัน โดยสุ่มวัดเส้นรอบวง จำนวน 10 ต้น/1 แปลงย่อย (ต้น เดียวกันกับที่วัดความสูง) แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย

3) นับจำนวนใบ โดยนับจำนวนใบทั้งหมด บันทึก หน่วยเป็นใบต่อต้นวัดจำนวน 8 ครั้ง คือ ระยะ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูก จำนวน 10 ต้น/1 แปลงย่อย (ต้นเดียวกันกับที่วัดความสูง) แล้วคำนวณ ค่าเฉลี่ย

4) ความกว้างของรัศมีเส้นรอบวงทรงพุ่ม วัดจำนวน 8 ครั้ง คือ ระยะ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูก โดยวัดจากปลายสุดของใบจากฝั่งซ้ายไป ถึงฝั่งขวาของทรงพุ่ม จำนวน 10 ต้น/1 แปลงย่อย (ต้น เดียวกันกับที่วัดความสูง) แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย

ข้อมูลด้านผลผลิต เก็บตัวอย่างมันสำปะหลังเมื่ออายุ เก็บเกี่ยว 10 เดือนหลังปลูก โดยการเก็บตัวอย่าง มันสำปะหลังในพื้นที่ 8 x 8 ม. ดังนี้

1) น้ำหนักหัวสด โดยชั่งน้ำหนักหัวมันสำปะหลัง ทั้งหมดของแต่ละแปลงย่อยในพื้นที่ 8 x 8 ม. แล้วคำนวณ ค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่

2) น้ำหนักต้นและใบสด ชั่งน้ำหนักต้นมันสำปะหลัง สดของแต่ละแปลงย่อยในพื้นที่ 8 x 8 ม. แล้วคำนวณ ค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่

3) น้ำหนักแห้งหัว โดยสุ่มหัวมันสด จำนวน 10 กก./ 1 แปลงย่อย นำมาสับเป็นชิ้นๆ แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก แห้งของหัวมันสำปะหลัง และคำนวณค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง

4) น้ำหนักแห้งต้นและใบ โดยสุ่มต้นและใบสดมัน สำปะหลัง จำนวน 10 กก./1 แปลงย่อย นำมาสับเป็นชิ้น ๆ

แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของต้นและใบ และคำนวณค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต้นและใบ

5) เเปอร์เซ็นต์แป้ง โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างหัวมันสำปะหลังที่ตากแห้งในแต่ละแปลงย่อย แล้วนำส่งให้บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาขอนแก่น วัดหาเปอร์เซ็นต์แป้งด้วยวิธี EC-Method 1999/79

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (Gomez and Gomez, 1984) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป MSTAT-C (Bricker, 1989)

#### ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินก่อนทำการทดลอง พบว่า ดินที่ใช้ในการทดลองมีอนุภาคดินทราย (sand) อนุภาคดินร่วน (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) เท่ากับ 69.6, 19.4 และ 11.0% ตามลำดับ เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) และจากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน พบว่า ดินมี pH เท่ากับ 6.7 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก เท่ากับ 28.12 cmol/kg ค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 0.02 mS/cm มีอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 0.18 % ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.009 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 14.15, 48.51, 130.22 และ 25.39 มก./กก. ตามลำดับ

จากการวัดความสูงที่อายุ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูก พบว่า ความสูงของต้นมันสำปะหลังที่อายุ 120, 150, 210 และ 240 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (Table 1) ซึ่งความสูงต้นมันสำปะหลังที่ระยะดังกล่าวอยู่ในช่วง 115.6-144.2, 141.2-174.5, 180.0-246.7 และ 179.0-237.8 ซม. ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่

ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ มีผลทำให้การเจริญเติบโตในด้านความสูงมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างไปจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กก./ไร่ ในขณะที่กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยมีความสูงต้นน้อยที่สุด

เมื่อวัดความยาวเส้นรอบวงโคนต้นที่อายุ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูก พบว่า ลักษณะดังกล่าวมีความแตกต่างในทางสถิติที่ระยะ 90 และ 120 วันหลังปลูก โดยมีความยาวเส้นรอบวงโคนต้นอยู่ในช่วง 7.6-8.8 และ 9.0-11.0 ซม. ตามลำดับ (Table 2) ในกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยมีความยาวเส้นรอบวงโคนต้นน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อย่างไรก็ตาม เมื่อมันสำปะหลังมีอายุมากขึ้น พบว่าการเจริญเติบโตในลักษณะดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับความกว้างของรัศมีเส้นรอบวงทรงพุ่มที่อายุ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วันหลังปลูก พบว่า มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่อายุ 120 และ 150 วันหลังปลูกเท่านั้น (150.2-158.6 และ 170.0-174.2 ซม. ตามลำดับ) ในกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างของรัศมีเส้นรอบวงทรงพุ่มน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงหรือปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (Table 3)

เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า น้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ (Table 4) ในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดมากที่สุดเท่ากับ 4,309.4 กก./ไร่ รองลงมาคือใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ (4,016.0 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กก./ไร่ (3,776.1 กก./ไร่) ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตมันสำปะหลังในกรรมวิธีไม่มีการใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มให้น้ำหนักหัวสดต่ำสุด (3,018.7 กก./ไร่)

สำหรับผลผลิตน้ำหนักหัวแห้ง พบว่า มีความแตกต่างในทางสถิติ (Table 4) ในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร

15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักหัวแห้งมากที่สุดเท่ากับ 1,749.8 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างไปจากการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ (1,701.7 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กก./ไร่ (1,603.1 กก./ไร่) ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตมันสำปะหลังในกรรมวิธีไม่มีการใส่ปุ๋ยให้น้ำหนักหัวแห้งต่ำสุด (1,046.1 กก./ไร่) ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่มีการใส่ปุ๋ย

จากการชั่งน้ำหนักต้นและใบสด และน้ำหนักต้นและใบแห้ง พบว่า ทั้ง 2 ลักษณะมีความแตกต่างในทางสถิติ โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่

ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ ให้น้ำหนักต้นและใบสด และน้ำหนักต้นและใบแห้งมากที่สุด เท่ากับ 2,446.0 และ 1,043.9 กก./ไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ (1,891.4 และ 573.0 กก./ไร่ ตามลำดับ) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กก./ไร่ (1,541.2 และ 451.5 กก./ไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่การปลูกมันสำปะหลังโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยให้น้ำหนักต้นและใบสด และน้ำหนักต้นและใบแห้งน้อยที่สุด (638.0 และ 286.9 กก./ไร่ ตามลำดับ)

**Table 1** The height at 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 and 240 days after planting of Kasetsart 50 cassava cultivated in Donhun Village, Thasonkhon Sub-District, Muang District, Maha Sarakham Province between May 2014 to February 2015.

Treatments	Plant height (cm)							
	30 days	60 days	90 days	120 days	150 days	180 days	210 days	240 days
T1	23.5	44.3	68.0	115.6 <sup>c1/</sup>	141.2 <sup>b</sup>	167.0	180.0 <sup>c</sup>	179.0 <sup>b</sup>
T2	25.5	46.3	75.6	143.4 <sup>a</sup>	174.5 <sup>a</sup>	203.2	246.7 <sup>a</sup>	246.7 <sup>a</sup>
T3	24.3	47.5	78.0	130.6 <sup>b</sup>	156.3 <sup>b</sup>	181.2	197.4 <sup>b</sup>	197.4 <sup>b</sup>
T4	24.0	44.6	75.0	144.2 <sup>a</sup>	171.6 <sup>a</sup>	200.0	237.9 <sup>a</sup>	237.8 <sup>a</sup>
F- test	ns	ns	ns	*	*	ns	*	*
C.V. (%)	7.7	4.1	6.9	2.26	9.3	11.1	8.2	9.3

Remarks : no application of fertilizer (T1), chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai combined with fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 50 kg/rai (T2), high quality organic fertilizer at the rate of 400 kg/rai (T3), high quality organic fertilizer at the rate of 200 kg/rai combined with chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai + fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 25 kg/rai (T4)

ns = No significantly

\*= Significantly different (P < 0.05).

<sup>1/</sup> Mean values with the different superscript in each column are significantly different (P < 0.05).

**Table 2** The circumference of the base at 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 and 240 days after planting of Kasetsart 50 cassava cultivated in Donhun Village, Thasonkhon Sub-District, Muang District, Maha Sarakham Province between May 2014 to February 2015.

Treatments	Circumference of the base (cm)							
	30 days	60 days	90 days	120 days	150 days	180 days	210 days	240 days
T1	2.1	4.5	7.6 <sup>b<sup>1</sup></sup>	9.0 <sup>b</sup>	12.7	14.1	15.1	15.7
T2	2.3	4.7	8.7 <sup>a</sup>	11.0 <sup>a</sup>	13.2	14.3	15.2	15.8
T3	2.4	5.3	8.6 <sup>a</sup>	9.9a <sup>b</sup>	12.6	13.9	14.8	15.4
T4	2.3	5.0	8.8 <sup>a</sup>	10.8 <sup>a</sup>	13.1	14.6	15.3	16.0
F- test	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.3	6.1	3.2	3.7	3.1	3.2	2.5	2.3

Remarks : no application of fertilizer (T1), chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai combined with fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 50 kg/rai (T2), high quality organic fertilizer at the rate of 400 kg/rai (T3), high quality organic fertilizer at the rate of 200 kg/rai combined with chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai + fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 25 kg/rai (T4)

ns = No significantly

\*= Significantly different (P < 0.05).

<sup>1</sup> Mean values with the different superscript in each column are significantly different (P < 0.05).

**Table 3** Width of the circumference of the bush at 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 and 240 days after planting of Kasetsart 50 cassava cultivated in Donhun Village, Thasonkhon Sub-District, Muang District, Maha Sarakham Province between May 2014 to February 2015.

Treatments	Width of the circumference of the bush (cm)							
	30 days	60 days	90 days	120 days	150 days	180 days	210 days	240 days
T1	46.0	109.3	122.1	150.2 <sup>b<sup>1</sup></sup>	170.0 <sup>b</sup>	180.7	192.0	201.4
T2	46.8	101.5	126.2	156.1 <sup>a</sup>	173.0 <sup>ab</sup>	183.4	193.0	203.0
T3	46.2	111.0	124.0	158.6 <sup>a</sup>	174.2 <sup>a</sup>	183.2	193.0	201.0
T4	47.4	108.0	127.3	153.0 <sup>b</sup>	174.0 <sup>a</sup>	184.0	193.3	203.1
F- test	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.1	4.0	4.6	1.2	1.0	0.9	0.9	0.8

Remarks : no application of fertilizer (T1), chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai combined with fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 50 kg/rai (T2), high quality organic fertilizer at the rate of 400 kg/rai (T3), high quality organic fertilizer at the rate of 200 kg/rai combined with chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai + fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 25 kg/rai (T4)

ns = No significantly

\*= Significantly different (P < 0.05).

<sup>1</sup> Mean values with the different superscript in each column are significantly different (P < 0.05).

**Table 4** The roots fresh weight, roots dry weight, shoot fresh weight, shoot dry weight and starch content of Kasetsart 50 cassava cultivated in Donhun Village, Thasonkhon Sub-District, Muang District, Maha Sarakham Province between May 2014 to February 2015.

Treatments	Roots fresh weight (kg/rai)	Roots dry weight (kg/rai)	Shoot fresh weight (kg/rai)	Shoot dry weight (kg/rai)	Starch content (% dw)
T1	3,018.7	1,046.1 <sup>b1/</sup>	638.0 <sup>c</sup>	286.9 <sup>c</sup>	72.79 <sup>c</sup>
T2	4,016.0	1,701.7 <sup>a</sup>	2,446.0 <sup>a</sup>	1,043.9 <sup>a</sup>	75.20 <sup>a</sup>
T3	3,776.1	1,603.1 <sup>a</sup>	1,541.2 <sup>b</sup>	451.5 <sup>ab</sup>	74.38 <sup>b</sup>
T4	4,309.4	1,749.8 <sup>a</sup>	1,891.4 <sup>ab</sup>	573.0 <sup>b</sup>	72.97 <sup>c</sup>
F- test	ns	*	*	*	*
C.V. (%)	13.4	13.82	28.0	26.0	0.5

Remarks : no application of fertilizer (T1), chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 50 kg/rai combined with fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 50 kg/rai (T2), high quality organic fertilizer at the rate of 400 kg/rai (T3), high quality organic fertilizer at the rate of 200 kg/rai combined with chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai + fertilizer formula 15-7-18 at the rate of 25 kg/rai (T4)

ns = No significantly

\* = Significantly different (P < 0.05).

<sup>1/</sup> Mean values with the different superscript in each column are significantly different (P < 0.05).

และเมื่อตรวจวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง พบว่าการใส่ปุ๋ยต่างชนิดกันและต่างอัตรากันมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังแตกต่างกันในทางสถิติ (Table 4) การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด เท่ากับ 75.20% โดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กก./ไร่ (74.38% โดยน้ำหนักแห้ง) ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งต่ำกว่าทั้ง 2 กรรมวิธีแรกเท่ากับ 72.79 และ 72.97 % โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

จากการศึกษาในครั้งนี้ถึงแม้ว่าการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆ มีผลทำให้การเจริญเติบโตแตกต่างกันในบางลักษณะ โดยเฉพาะความสูงแต่ในด้านผลผลิตพบว่า น้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (Table 4) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษานี้พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา

25 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูง โดยผลผลิตมีแนวโน้มมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ประมาณ 294.4 กก./ไร่ และมีแนวโน้มมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเพียงอย่างเดียว ประมาณ 1,290.7 และ 533.3 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sinchai *et al.* (2010) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 16 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 16 กก. ฟอสฟอรัส/ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 16 กก.โพแทสเซียม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 4.8 ตัน/ไร่ มีผลทำให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตและได้ผลผลิตสูงสุด (3,131 กก./ไร่) ซึ่งผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (2,001 กก./ไร่) นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักครบร่วมกับปุ๋ยมูลโคมีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด โดยปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จะมากที่สุดในส่วนต้นและโพแทสเซียมในรากเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ

Ausungnoen *et al.* (2005) รายงานว่า การให้ปุ๋ยมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ให้ผลผลิตหัวมันสด น้ำหนักหัวสด จำนวนหัวต่อต้นมากกว่า และอัตราการแปรสภาพหัวมันสดเป็นมัน



เส้นตึกว่า การให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และการไม่ให้ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การให้ปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยมูลไก่เนื้อผสมแลกเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าการให้ปุ๋ยมูลสุกร ปุ๋ยกากตะกอนของมูลสุกรจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และไม่ให้ปุ๋ยมันสำปะหลังที่ได้รับปุ๋ยมูลโค และเก็บเกี่ยวที่อายุ 11 เดือน ให้ผลผลิตหัวสดมากที่สุด

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่) ส่งผลให้มันสำปะหลังมีผลผลิตน้ำหนักต้นและใบสด น้ำหนักต้นและใบแห้งและน้ำหนักแห้งทั้งหมดสูงสุด แสดงให้เห็นว่าการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีเท่านั้นมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโต ทั้งทางด้านความสูงของต้น เส้นรอบวงโคนต้น และความกว้างของรัศมีเส้นรอบวงทรงพุ่มสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตในด้านน้ำหนักหัวสดและน้ำหนักหัวแห้ง และเปอร์เซ็นต์แป้งที่มีค่าสูง แต่การใช้ปุ๋ยเคมีทั้งหมดทำให้มีต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง การลดการใช้ปุ๋ยเคมีจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร เนื่องจากผลการทดลองมีอัตราเจริญเติบโตและผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้เฉพาะปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งจะสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อไป แต่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จำเป็นต้องใช้หลายปีต่อเนื่องและต้องใส่ในอัตราสูงจึงจะประสบผลสำเร็จ เพราะปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น เช่น ทำให้

ดินร่วนซุย รากพืชแผ่ขยายออกไปหาอาหารได้สะดวก ดินอุ้มน้ำได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยปรับสมดุลทางเคมี ค่าความเป็นกรด-เป็นด่างของดินให้ดีขึ้น ทำให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารพืชหรือดูดใช้ปุ๋ยเคมีได้ดีขึ้น ปุ๋ยอินทรีย์สามารถอยู่ในดินได้นานและค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาให้พืชใช้เรื่อยๆ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์มีทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมครบถ้วน ทำให้พืชมีความสมบูรณ์ มีความแข็งแรง ต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืชมากขึ้น และส่งเสริมให้จุลินทรีย์ในดินดำเนินกิจกรรมได้ดี ทำให้สภาพแวดล้อมรอบๆ ต้นพืชและในดินดีขึ้น (Wongsa, 2015) และจากการศึกษาของ Songnam *et al.* (2009) พบว่า การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยการใช้เฉพาะปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งใส่ในอัตราค่อนข้างสูงให้ผลผลิตเฉลี่ย 6.82 ตัน/ไร่ เปรียบเทียบกับวิธีการของเกษตรกรที่ได้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 2.98 ตันต่อไร่

#### สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่ มีผลทำให้การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มากที่สุด และให้เปอร์เซ็นต์แป้งมากที่สุด แต่ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดไม่แตกต่างไปจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 200 กก./ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 25 กก./ไร่ ซึ่งมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กก./ไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งมีแนวโน้มให้ผลผลิตต่ำสุดและให้เปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุด

#### References

- Amin, M. and Flowers, T. H. 2004. Evaluation of kjeldahl digestion method. *Journal of Res (Sci)*. 15(2): 159-179.
- Ausungnoen, P., Chattupornpong, S., Chutamanee, K., and Mala, T. 2005. Effects of different manure application on yield, percent starch of cassava roots, and nutrient composition of soybean. Conference of Kasetsart University No. 43: Plant science program. 1-4 February 2005. Kasetsart University,

- Kampangsan Campus, Nakhonpathom. pp. 114-123.
- Black, C.A. 1965. Method of soil analysis part 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy: Wisconsin.
- Bricker, A.A. 1989. MSTAT-C user's guide. Michigan State University.
- Chotinun, N. 2011. How to grow cassava? It will yield maximum. New Research and Development Newsletter. Department of Agriculture.
- Cottenie, A. 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendation. FAO, Rome.
- Drilon, J.R. 1980. Standard methods of analysis for soil, plant water and fertilizer. Los, Banos, Laguna, Philippines.
- Gomez, K.A. and Gomez, A.A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley & Sons: New York.
- Office of Agricultural Economics. 2010. Basic data of agricultural economics 2010. Ministry of Agriculture and Cooperatives: Bangkok.
- Office of Agricultural Economics. 2015. Agricultural production [online]. [Accessed December 14, 2016]. Available from: URL: <http://www.oae.go.th>.
- Pacharapreecha, P. 1994. Principles and methods of soil and plant analysis. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Khonkaen University.
- Samutthong, N., Somwang, T., Pleangkai, S., Vichukit, V. and Sarobol, E. 2011. Improving cassava yield through increasing chemical fertilizer rate in combination with irrigation. Academic conference No. 49, Kasetsart University. 1-4 February 2011. Kasetsart University. pp. 632-639.
- Sinchai, K., Pholthani, A. and Katawethin, R. 2010. Effect of N, P and K fertilizer and cattle manure on growth, yield and nutrient uptake of cassava growth on Yasothon series soil. Research report. Department of plant science and agricultural resources, Faculty of agriculture, Khonkaen University.
- Songnam, B., Sangsoda, P., Nuan-on, S., Charoensuk, K., Wongsiri, A., Praprom, S. and Srihata, J. 2009. Testing technology for increasing cassava production in the upper Northeast. National agricultural system conference No. 5: Renewable energy and food security for humanity. 2-4 July 2009. Ubonratchathani international hotel: Ubonratchathani. p. 490.
- Wongsa, W. 2015. Knowledge of plant nutrients and soil improvement [online]. [Accessed March 19, 2015]. Available from: URL: <http://www.chainat.go.th/sub1/lld/Report/page-02.doc>.