

## การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลัง ที่ปลูกในชุดดินปากช่องต้นฤดูฝน

Chemical Fertilizer Management Following Soil Analysis for Augmenting the Production of Early  
Rainy Season Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Planted in Pak Chong Soil Series

วารภรณ์ นิติกุล<sup>1</sup> ชัยสิทธิ์ ทองजू<sup>1</sup> และศุภชัย อัมคา<sup>1</sup>

Waraporn Nitigul,<sup>1</sup> Chaisit Thongjoo<sup>1</sup> and Suphachai Amkha<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

ศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มระดับผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในชุดดินปากช่องต้นฤดูฝน โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design จำนวน 4 ซ้ำ (replication) แต่ละซ้ำมี 6 ตำรับทดลอง (treatment) ได้แก่ ตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0^*$ ) ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามลักษณะเนื้อดินตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ( $T_2 = 8-4-8^*$ ) ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทางเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ( $T_3 = 4-8-16^*$ ) ตำรับทดลองที่คำนวณปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงในดินและคาดการณ์ว่าพืชสามารถใช้ได้ 100, 50 และ 25% ( $T_4 = 5-15-64^*$ ,  $T_5 = 10-15-64^*$  และ  $T_6 = 20-15-64^*$ ) ตามลำดับ [\* กิโลกรัม N,  $P_2O_5$  และ  $K_2O$  ต่อไร่ ตามลำดับ]

ผลการทดลอง พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ส่วนตำรับทดลองที่ 3 ( $T_3 = 4-8-16$ ) มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมากที่สุด (6.75 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ) และ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินน้อยที่สุด (2.77 ตัน/ไร่) ในด้านผลผลิตของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน พบว่า ตำรับทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังมากที่สุด (7.90 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) และ 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ) ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) มีผลให้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด (8.19 หัว/ต้น) ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตหัวสดและจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม ตำรับควบคุมมีผลให้สัดส่วนของน้ำหนักได้ดินต่อน้ำหนักเหนือดินและค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงที่สุด ขณะที่ตำรับทดลองที่ 3 มีผลให้สัดส่วนของน้ำหนักได้ดินต่อน้ำหนักเหนือดินและค่าดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 4 นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

<sup>1</sup> ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakorn Pathom, 73140

สำหรับความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ตำรับทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในผลผลิตหัวสดสูงสุด ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในผลผลิตหัวสดต่ำที่สุด

**คำสำคัญ :** การจัดการปุ๋ยเคมี ชุดดินปากช่อง มันสำปะหลัง

### Abstract

This study aimed at researching on chemical fertilizer management following soil analysis to improve cassava (*Manihot esculenta* Crantz) production planted in Pak Chong soil series on early rainy season. Randomized Complete Block Design was used as an experimental design consisted of 6 treatments, i.e., a) control/unfertilized treatment ( $T_1 = 0-0-0^*$ ); b) chemical fertilizer application based on soil texture as recommended by Department of Agriculture ( $T_2 = 8-4-8^*$ ); c) chemical fertilizers application based on soil chemical analysis as recommended by Department of Agriculture ( $T_3 = 4-8-16^*$ ); d-f) chemical fertilizers based on quantities of applied nitrogen and estimated that plants can taken up for 100, 50 and 25% ( $T_4 = 5-15-64^*$ ,  $T_5 = 10-15-64^*$  and  $T_6 = 20-15-64^*$ ) respectively. [ $^*$  kgN,  $P_2O_5$  and  $K_2O$  per rai, respectively].

The study revealed that all treatments that applying chemical fertilizer effected on the highest of plant height, branch per plant and leaf greenness of cassava nearly the same, and were significantly different when comparing with the control treatment that effected on the lowest of plant height, branch per plant and leaf greenness at all growth stages. Further,  $T_3$  (4-8-16) effected on the highest of fresh shoot yield (6.75 ton/rai) which was similar to  $T_4$  (5-15-64) and  $T_5$  (10-15-64). While the control treatment gave the lowest fresh shoot yield (2.77 ton/rai). Regarding yield of cassava at 12 months, it was found that  $T_6$  (20-15-64) gave the highest fresh roots yield (7.90 ton/rai) but not markedly different from  $T_5$  (10-15-64) and  $T_4$  (5-15-64), respectively. Further,  $T_5$  (10-15-64) gave the highest average root per plant (8.19 root/plant), while the control treatment produced the lowest fresh roots yield and average root per plant. However, the control treatment gave the highest root to shoot ratio and harvest index, while  $T_3$  (4-8-16) gave the lowest root to shoot ratio and harvest index nearly the same as  $T_4$  (5-15-64). Further, all treatments that applying chemical fertilizers effected on starch contents of cassava fresh root yields nearly the same, and were significantly different when comparing with the control treatment.

Regarding the concentration of plant nutrient in fresh root of cassava, it was found that  $T_6$  ( $T_6 = 20-15-64$ ) effected on the highest concentration of total N, P and K in fresh root yield, while the control treatment ( $T_1 = 0-0-0$ ) effected on the lowest concentration of total N, P and K in fresh root yield.

**Keywords :** chemical fertilizer management, Pak Chong soil series, cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

**E-mail :** thongjuu@yahoo.com, g522410026@kps.ku.ac.th, O\_omo\_om@windowlive.com

## คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้เกษตรกรไทยมากเป็นลำดับที่ 4 รองจากยางพารา อ้อย และข้าว โดยประเทศไทยส่งออกมันสำปะหลังมากที่สุดในโลก มีรายงานว่าเป็นปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 7.75 ล้านไร่ ได้ผลผลิตหัวสดรวม 25.16 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 3.40 ตัน/ไร่ ซึ่งแหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็นร้อยละ 62 ภาคกลางและภาคตะวันออกคิดเป็นร้อยละ 28 ส่วนภาคเหนือคิดเป็นร้อยละ 10 (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2551) ปุ๋ยเคมีเป็นวัสดุที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการยกระดับผลผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ในแต่ละปีมีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปริมาณมหาศาลทั้งส่วนที่มีการนำเข้าไปหรือส่วนที่ผลิตภายในประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีปริมาณมากถึง 3,867,187 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 42,413 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย รวมถึงการใช้ให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ดิน จึงเป็นหัวใจสำคัญที่สร้างความเข้มแข็งในระบบการผลิตของประเทศไทยให้สามารถแข่งขันในระบบการค้าเสรีได้ อนึ่ง การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประเมินปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากค่าวิเคราะห์ดินเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ลักษณะของดินที่แตกต่างกันในแต่ละชุดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกันตามการจัดการดินหรือการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร ภูมิอากาศ หรือปริมาณและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี เป็นต้น (ระวีวรรณ, 2552; ศิริสุดา, 2553)

การประมวลองค์ความรู้ต่าง ๆ ด้านปฐพีวิทยาเพื่อจัดทำคำแนะนำการจัดการทรัพยากรดิน เพื่อการผลิตพืชแก่เกษตรกรอย่างแม่นยำเป็นเรื่องที่ยาก ซึ่งอาจกล่าวโดยรวมได้ว่าการแนะนำการจัดการด้านดินหรือการใช้ปุ๋ยของประเทศไทยมักเป็นไปอย่างกว้าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับการจัดการดินเพื่อให้เกิดความยั่งยืนด้านธาตุอาหารพืชในสภาพใช้ได้จริงในไร่นา และในแต่ละชนิดพืชที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ อีกทั้งยังมีการติดตามและตรวจสอบอย่างจำกัด การศึกษาและพัฒนาคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีกับพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศในแต่ละชุดดิน ยังไม่มีการจัดทำเป็นฐานข้อมูลที่แม่นยำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทรัพยากรเกษตร การทดลองครั้งนี้ ต้องการศึกษามูลค่าตอบสนองของพืชต่อการจัดการดินและปุ๋ยเคมีโดยอาศัยข้อมูลจากค่าวิเคราะห์ดินและลักษณะเนื้อดินของชุดดินปากช่อง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตของพืชสูงสุด และเกิดความยั่งยืนด้านธาตุอาหารพืช โดยใช้มันสำปะหลังเป็นพืชทดสอบประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อยกระดับการผลิตมันสำปะหลังในชุดดินปากช่องต้นฤดูฝน ซึ่งปัจจุบันถือว่ามันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทนที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก อีกทั้งเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงที่จะเพิ่มผลผลิตได้อย่างชัดเจน หากมีการจัดการดินและปุ๋ยอย่างเหมาะสม (ปิยะ, 2536)

## อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองดำเนินการที่แปลงทดลองของเกษตรกร ตำบลสิงห์ อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี และห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

## 1. อุปกรณ์

1.1 ชุดดินปากช่อง (Pak Chong soil series, Pc) จัดอยู่ในดินอันดับ Oxisols พบตามสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-8 % ดินมีการระบายน้ำดี ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีสีเข้มของน้ำตาลปนแดง จัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) สำหรับสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของชุดดินปากช่องก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1

1.2 พันธุ์มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) ใช้พันธุ์ห้วยบง 60

1.3 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ปุ๋ยยูเรีย (46%N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K<sub>2</sub>O)

1.4 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ pH meter (420A model), Electrical conductivity meter (4010 model), Mikrokjeldahl distillation apparatus (Gerhard:VAP 20 model), Digestion apparatus (Gerhard:Ger 704000 model), Atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 220 FS), เครื่องชั่งภาคสนาม, เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง และตุ้มน้ำหนัก (Mettler)

1.5 เครื่องวัดปริมาณแป้งของหัวมันสำปะหลัง โดยใช้เครื่อง Remain Scale

## 2. วิธีการ

2.1 ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2553) โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 6 ตำรับทดลอง (Table 2) ซึ่งใช้พื้นที่ปลูกทั้งหมด 40 x 40 ตารางเมตร แบ่งเป็น 24 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 5 เมตร และยาว 8 เมตร ปลูกด้วยท่อนพันธุ์ขนาดประมาณ 30 ซม. จำนวน 5 แถวต่อแปลงย่อย ระยะปลูก 1 x 1 เมตร และระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 2 เมตร

2.2 ในตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 และ 4 เดือน ตามลำดับ

2.3 เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC<sub>e</sub>) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ส่วนสมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ทำกรวิเคราะห์ ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน และเนื้อดิน

2.4 เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก โดยข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด ทำการวัด 15 ใบต่อต้น) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model)

2.5 เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน โดยข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ น้ำหนักสดของต้นส่วนเหนือดิน น้ำหนักสดของหัว สัดส่วนของน้ำหนักหัวสดใต้ดินต่อน้ำหนักส่วนต้นเหนือดินรวมเหง้า (root to shoot ratio) และปริมาณแป้งของหัวสด ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง Remain Scale

2.6 ค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\text{Harvest index} = \frac{\text{นน. ผลผลิตหัวสด}}{\text{นน. ผลผลิตหัวสด} + \text{นน. ส่วนเหนือดิน (ได้แก่ นน. ส่วนใบ ลำต้น และเหง้า)}}$$

**Table 1** Chemical and physical properties of soil before the experiment

Soil properties	Results
pH (soil : water = 1:1)	5.49
EC <sub>e</sub> (dS/m)	0.23
Organic matter (%) <sup>1/</sup>	2.92
Available P (mg/kg) <sup>2/</sup>	4.84
Exchangeable K (mg/kg) <sup>3/</sup>	28.85
Exchangeable Ca (mg/kg) <sup>3/</sup>	1159.48
Exchangeable Mg (mg/kg) <sup>3/</sup>	369.26
Bulk density (D <sub>b</sub> , g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Texture <sup>4/</sup>	clay

Note : <sup>1/</sup> = Walkey and Black method (Walkey and Black, 1934)    <sup>2/</sup> = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)  
<sup>3/</sup> = Extracted with NH<sub>4</sub>OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)    <sup>4/</sup> = คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)

**Table 2** Details of experimental treatments

Treatments	Fertilizer rates (kg/rai)			Notes
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
T <sub>1</sub>	0	0	0	Control treatment
T <sub>2</sub>	8	4	8	<sup>1/</sup>
T <sub>3</sub>	4	8	16	<sup>2/</sup>
T <sub>4</sub>	5	15	64	<sup>3/</sup>
T <sub>5</sub>	10	15	64	<sup>4/</sup>
T <sub>6</sub>	20	15	64	<sup>5/</sup>

Notes <sup>1/</sup> Chemical fertilizer rates as suggested by soil texture analysis (กรมวิชาการเกษตร, 2548)  
<sup>2/</sup> Chemical fertilizer rates as suggested by soil chemical analysis (กรมวิชาการเกษตร, 2548)  
<sup>3/</sup> Quantity of N fertilizer applying into soil and plants can taken up for 100% (Nijholt, 1936; van Dijk, 1951; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)  
<sup>4/</sup> Quantity of N fertilizer applying into soil and plants can taken up for 50% (Nijholt, 1936; van Dijk, 1951; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)  
<sup>5/</sup> Quantity of N fertilizer applying into soil and plants can taken up for 25% (Nijholt, 1936; van Dijk, 1951; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

### ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มระดับผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในชุดดินปากช่องต้นฤดูฝน ปรากฏผลดังนี้

### 1. ความสูงต้น

การจัดการปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0$ ) ซึ่งมีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต โดยสอดคล้องกับรายงานวิจัยของระวีวรรณ และคณะ (2552) และศิริสุดา และคณะ (2552)

### 2. จำนวนกิ่งต่อต้น

การจัดการปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้จำนวนกิ่งต่อต้นของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ตำรับทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) มีผลให้จำนวนกิ่งต่อต้นโดยภาพรวมมากที่สุด ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ), 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ) และ 3 ( $T_3 = 4-8-16$ ) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0$ ) มีผลให้จำนวนกิ่งต่อต้นน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

### 3. ค่าความเขียวของใบ

การจัดการปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ตำรับทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) มีผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังโดยภาพรวมมากที่สุด ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) และ 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0$ ) ซึ่งมีผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าทุกตำรับทดลองมีแนวโน้มให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังลดลงตามระยะการเจริญเติบโต ทั้งนี้เป็นเพราะการใส่ปุ๋ยในช่วงแรก (ที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก) อาจให้ปริมาณธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในระยะยาวได้ (จามีกร, 2537)

Table 3 Growth of cassava (var. Huay Bong 60) planted in Pak Chong soil series at different growth stages

Treatments	Height (cm)				Branch/plant			
	3 MAP <sup>1/2</sup>	6 MAP	9 MAP	12 MAP	3 MAP	6 MAP	9 MAP	12 MAP
$T_1 = 0-0-0$	68.13 <sup>c</sup>	142.52 <sup>b</sup>	154.29 <sup>b</sup>	162.16 <sup>b</sup>	2.97 <sup>b</sup>	3.42 <sup>b</sup>	3.97 <sup>c</sup>	4.03 <sup>c</sup>
$T_2 = 8-4-8$	77.94 <sup>b</sup>	176.66 <sup>a</sup>	187.29 <sup>a</sup>	202.30 <sup>a</sup>	3.03 <sup>b</sup>	3.92 <sup>b</sup>	5.58 <sup>b</sup>	6.43 <sup>b</sup>
$T_3 = 4-8-16$	80.44 <sup>b</sup>	177.51 <sup>a</sup>	187.70 <sup>a</sup>	206.92 <sup>a</sup>	3.28 <sup>a</sup>	5.25 <sup>a</sup>	6.11 <sup>b</sup>	6.66 <sup>ab</sup>
$T_4 = 5-15-64$	81.05 <sup>b</sup>	181.26 <sup>a</sup>	188.67 <sup>a</sup>	210.04 <sup>a</sup>	3.31 <sup>a</sup>	5.61 <sup>a</sup>	6.20 <sup>b</sup>	6.77 <sup>ab</sup>
$T_5 = 10-15-64$	81.27 <sup>b</sup>	182.15 <sup>a</sup>	191.87 <sup>a</sup>	213.65 <sup>a</sup>	3.39 <sup>a</sup>	5.76 <sup>a</sup>	6.25 <sup>b</sup>	7.29 <sup>ab</sup>
$T_6 = 20-15-64$	89.72 <sup>a</sup>	184.04 <sup>a</sup>	195.06 <sup>a</sup>	214.35 <sup>a</sup>	3.45 <sup>a</sup>	5.87 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	7.71 <sup>a</sup>
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	6.03	4.01	3.61	3.98	4.61	10.85	12.67	11.42

<sup>1/2</sup> Months after planting. Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

#### 4. น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน

การจัดการปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ (Table 4) โดยตำรับทดลองที่ 3 ( $T_3 = 4-8-16$ ) มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินมากที่สุด (6.75 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ), 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) และ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0$ ) มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินน้อยที่สุด (2.77 ตัน/ไร่) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะ (2536) และระวีวรรณ และคณะ (2552) ที่รายงานว่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินจะสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ใส่ เช่นเดียวกับงานวิจัยของประภาส (2544) ที่รายงานว่าการใส่ปุ๋ยมีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย

**Table 4** Leaf greenness (SPAD reading) and fresh shoot yield of cassava (var. Huay Bong 60) planted in Pak Chong soil series at different growth stages

Treatments	Leaf greenness (SPAD reading)				Fresh shoot yield
	3 MAP <sup>1</sup>	6 MAP	9 MAP	12 MAP	(ton/rai)
$T_1 = 0-0-0$	47.95 <sup>b</sup>	39.63 <sup>d</sup>	38.18 <sup>c</sup>	37.90 <sup>b</sup>	2.77 <sup>c</sup>
$T_2 = 8-4-8$	49.40 <sup>a</sup>	45.52 <sup>c</sup>	40.38 <sup>b</sup>	39.76 <sup>a</sup>	5.11 <sup>b</sup>
$T_3 = 4-8-16$	50.04 <sup>a</sup>	45.85 <sup>bc</sup>	40.79 <sup>b</sup>	40.01 <sup>a</sup>	6.75 <sup>a</sup>
$T_4 = 5-15-64$	50.28 <sup>a</sup>	47.17 <sup>ab</sup>	43.30 <sup>a</sup>	40.20 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>
$T_5 = 10-15-64$	50.46 <sup>a</sup>	47.63 <sup>a</sup>	43.54 <sup>a</sup>	41.01 <sup>a</sup>	6.22 <sup>a</sup>
$T_6 = 20-15-64$	50.55 <sup>a</sup>	47.80 <sup>a</sup>	44.17 <sup>a</sup>	41.11 <sup>a</sup>	5.99 <sup>ab</sup>
F-test	**	**	**	*	**
CV (%)	1.60	1.99	3.41	2.86	10.76

<sup>1</sup> Months after planting. Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

#### 5. ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างและความยาวของหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสด

การจัดการปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างของหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) โดยตำรับทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังมากที่สุด (7.90 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) และ 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ) ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) มีผลให้จำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด (8.19 หัว/ต้น) ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ), 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ) และ 2 ( $T_2 = 8-4-8$ ) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0$ ) มีผลให้ผลผลิตหัวสดและจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุด (3.96 ตัน/ไร่ และ 5.67 หัว/ต้น) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะ (2536) ที่รายงานว่าน้ำหนักผลผลิตหัวสดจะเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่สูงขึ้น

นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างของหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดของมันสำปะหลังโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน (Table 5) และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0$ ) ซึ่งมีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างของหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด

### 6. สัดส่วนของน้ำหนักใต้ดินต่อน้ำหนักเหนือดิน และค่าดัชนีเก็บเกี่ยว

การจัดการปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้สัดส่วนของน้ำหนักใต้ดินต่อน้ำหนักเหนือดิน และค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) โดยตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0$ ) มีผลให้สัดส่วนของน้ำหนักใต้ดินต่อน้ำหนักเหนือดินและค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังมากที่สุด (1.43 และ 0.59 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 2 ( $T_2 = 8-4-8$ ) และ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับทดลองที่ 3 ( $T_3 = 4-8-16$ ) มีผลให้สัดส่วนของน้ำหนักใต้ดินต่อน้ำหนักเหนือดินและค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังน้อยที่สุด ซึ่งการมีแนวโน้มให้สัดส่วนของน้ำหนักใต้ดินต่อน้ำหนักเหนือดินเข้าใกล้ 1 แสดงถึงความสมดุลระหว่างการสร้าง source (น้ำหนักเหนือดิน) และ sink (น้ำหนักใต้ดิน) (โอบาซ, 2546) สอดคล้องกับงานวิจัยของ กอบเกียรติและคณะ (2552) ที่รายงานว่าการปลูกมันสำปะหลังที่มุ่งเน้นเพื่อเพิ่มผลผลิตหัวสด (sink) โดยไม่บำรุงต้นและใบ (source) ให้มีทรงพุ่มที่สมดุล อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ดินที่ปลูกมันสำปะหลังเสื่อมโทรมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่ามันสำปะหลังที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำกว่ามันสำปะหลังที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะ (2536) ระวังวรรณ (2552) และศิริสุดา (2553)

**Table 5** Yields and yield components of early rainy season cassava (var. Huay Bong 60) planted in Pak Chong soil series

Treatments	Fresh root yields (ton/rai)	Average Root/plant	Average weight/root (kg)	Root width (cm)	Root length (cm)	Starch contents (%)	Root to Shoot ratio	Harvest index
$T_1 = 0-0-0$	3.96 <sup>c</sup>	5.67 <sup>c</sup>	0.44 <sup>b</sup>	4.61 <sup>c</sup>	28.42	19.18 <sup>b</sup>	1.43 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>
$T_2 = 8-4-8$	6.82 <sup>b</sup>	7.75 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	5.03 <sup>b</sup>	27.20	21.90 <sup>a</sup>	1.34 <sup>ab</sup>	0.57 <sup>a</sup>
$T_3 = 4-8-16$	6.83 <sup>b</sup>	6.64 <sup>b</sup>	0.65 <sup>a</sup>	5.48 <sup>a</sup>	29.47	22.30 <sup>a</sup>	1.03 <sup>c</sup>	0.51 <sup>c</sup>
$T_4 = 5-15-64$	7.22 <sup>ab</sup>	7.64 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	5.17 <sup>ab</sup>	27.64	22.38 <sup>a</sup>	1.08 <sup>c</sup>	0.52 <sup>bc</sup>
$T_5 = 10-15-64$	7.73 <sup>ab</sup>	8.19 <sup>a</sup>	0.61 <sup>a</sup>	5.25 <sup>ab</sup>	27.68	23.40 <sup>a</sup>	1.28 <sup>b</sup>	0.56 <sup>ab</sup>
$T_6 = 20-15-64$	7.90 <sup>a</sup>	7.75 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	5.28 <sup>ab</sup>	30.07	23.45 <sup>a</sup>	1.32 <sup>ab</sup>	0.57 <sup>a</sup>
F-test	**	**	*	*	ns	*	**	*
CV (%)	8.43	7.35	12.61	4.77	7.57	7.21	6.78	4.88

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

## 7. ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

การจัดการปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลทำให้ปริมาณความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) โดยตำรับทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในผลผลิตหัวสดสูงที่สุด ขณะที่ตำรับควบคุม ( $T_1 = 0-0-0$ ) มีผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในผลผลิตหัวสดต่ำที่สุด

**Table 6** Concentrations of plant nutrients in fresh root yields of early rainy season cassava (var. Huay Bong 60) planted in Pak Chong soil series

Treatments	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
$T_1 = 0-0-0$	0.244 <sup>d</sup>	0.127 <sup>c</sup>	0.985 <sup>c</sup>
$T_2 = 8-4-8$	0.281 <sup>c</sup>	0.135 <sup>b</sup>	1.035 <sup>bc</sup>
$T_3 = 4-8-16$	0.290 <sup>c</sup>	0.138 <sup>b</sup>	1.160 <sup>b</sup>
$T_4 = 5-15-64$	0.309 <sup>b</sup>	0.138 <sup>b</sup>	1.176 <sup>b</sup>
$T_5 = 10-15-64$	0.321 <sup>b</sup>	0.140 <sup>b</sup>	1.321 <sup>a</sup>
$T_6 = 20-15-64$	0.346 <sup>a</sup>	0.147 <sup>a</sup>	1.374 <sup>a</sup>
F-test	**	**	**
CV (%)	3.99	3.20	7.96

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

### สรุปผลและเสนอแนะ

จากการศึกษาการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มระดับผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในชุดดินปากช่องต้นฤดูฝน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีแบบต่างๆ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งให้ผลให้ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ส่วนตำรับทดลองที่ 3 ( $T_3 = 4-8-16$ ) มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ) และ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินน้อยที่สุด

2. ตำรับทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกับตำรับทดลองที่ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) และ 4 ( $T_4 = 5-15-64$ ) ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ 5 ( $T_5 = 10-15-64$ ) มีผลให้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตหัวสดและจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุด นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

3. ตำบลทดลองที่ 6 ( $T_6 = 20-15-64$ ) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในผลผลิตหัวสดสูงสุด ขณะที่ตำบลควบคุมมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในผลผลิตหัวสดต่ำที่สุด

### เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลัก ตามกลุ่มชุดดิน เล่ม 2 ดินบนพื้นที่ดอน. 645 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. 21-24 น. ใน เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ไพโรจน์ พันธุ์พฤษฯ, สุรัตนา เสนาะ, นารูโอ มัสซูโมโต. 2552. การจัดการสมดุลธาตุอาหาร N P และ K เพื่อการผลิตมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน, น 47-59. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. จัดโดยสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทยร่วมกับสมาคมอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งประเทศไทยและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 23 - 24 เมษายน 2552.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 น.

จามีกร ศรีสุมล. 2537. การใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภาส ช่างเหล็ก. 2544. ผลของปุ๋ยที่มีต่อผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในดินชุดมาบบอนและโคราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2536. ผลตอบสนองต่ออัตราปุ๋ย อัตราส่วนธาตุปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยเคมีของมันสำปะหลังที่ปลูกปลายฤดูฝน. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์. 27 (2). 153-161.

ยงยุทธ โสภณสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ระวีวรรณ โชติพันธ์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับการผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ระวีวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังข์ศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน, น. 60-71. ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

ศิริสุดา บุตรเพชร. 2553. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับการผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริสุดา บุตรเพชร, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังข์ศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น.

- 51-62 ใน การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- ศูนย์สถิติการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2550/2551. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร. 53 (608). น 4-5.
- โอภาษ บุญเส็ง. 2546. เอกสารวิชาการเรื่องสรีรวิทยาและการผลิตมันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยะของ. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6. 60 น.
- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39-45.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. In C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II. Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtijreff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-35.