

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

Effects of Chemical Fertilizer Application with Gypsum on Growth and Yield of
Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Planted in Kamphaeng Saen Soil Series

ชาลินี คงสุต¹ ชัยสิทธิ์ ทองจoo¹ และจุฑามาศ ร่มแก้ว²

Chaline Khongsud,¹ Chaisit Thongjoo¹ and Jutamas Romkaew²

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัม ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete
Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง ได้แก่ ตำรับควบคุม ($T_1 = \text{Control}$) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่า
วิเคราะห์ดิน ($T_2 = IF_{100\%} + G_0$) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($T_3 =$
 $IF_{100\%} + G_{25}$ และ $T_4 = IF_{100\%} + G_{50}$) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($T_5 = IF_{75\%} + G_0$) และใส่ปุ๋ยเคมีเพียง
75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($T_6 = IF_{75\%} + G_{25}$ และ $T_7 = IF_{75\%} + G_{50}$)

ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{50}$) มีผล
ให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังมากที่สุด ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25
กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{25}$) ส่วนตำรับควบคุม ($T_1 = \text{Control}$) มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังต่ำที่สุดทุกระยะการ
เจริญเติบโต ในด้านผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{100\%}$) หรือการใส่ปุ๋ยเคมี
เพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{75\%}$) ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 หรือ 50 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิตหัว
สด น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งของผลผลิตหัวสดใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์
ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตหัว
สดมากที่สุด ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{25}$) ส่วนตำรับ
ควบคุม ($T_1 = \text{Control}$) มีผลให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดต่ำที่สุด

คำสำคัญ : ชุดดินกำแพงแสน มันสำปะหลัง ปุ๋ยเคมี ยิปซัม

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

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

² ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon
Pathom, 73140

Abstract

This study aimed at investigating the effects of chemical fertilizer application with gypsum on growth and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) planted in Kamphaeng Saen soil series. Randomized Complete Block Design was used in this experiment consisted of 7 treatments, i.e., a) control/unfertilized treatment ($T_1 = \text{control}$); b) chemical fertilizer following soil analysis ($T_2 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_0$); c-d) chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($T_3 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_{25}$ and $T_4 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$); e) chemical fertilizers following soil analysis only 75% ($T_5 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_0$); f-g) chemical fertilizers following soil analysis only 75% combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($T_6 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_{25}$ และ $T_7 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_{50}$).

The study revealed that applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 50 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$) gave the highest effect on cassava height nearly the same as applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{25}$) while the control treatment ($T_1 = \text{control}$) effected on the lowest of plant height of all growth stages. Regarding yield of cassava, it was found that applying chemical fertilizer following soil analysis ($\text{IF}_{100\%}$) or applying chemical fertilizer following soil analysis only 75% ($\text{IF}_{75\%}$) both single applying or combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_0$, $\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{25}$, $\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$, $\text{IF}_{75\%} + \text{G}_0$, $\text{IF}_{75\%} + \text{G}_{25}$ and $\text{IF}_{75\%} + \text{G}_{50}$) effected on the fresh root yields, average weight per root and starch contents of cassava fresh root yields nearly the same. Further, applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 50 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$) effected on the highest concentration of total N, P and K in fresh root yield nearly the same as applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{25}$) while the control treatment ($T_1 = \text{control}$) effected on the lowest concentration of total N, P and K in fresh root yield.

Keywords : Kamphaeng Saen soil series, cassava (*Manihot esculenta* Crantz), chemical fertilizer, gypsum

E-mail : thongjuu@yahoo.com, nuenee_ku@hotmail.com

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้ประเทศไทยมากเป็นลำดับที่ 4 รองจากยางพารา อ้อย และ ข้าว โดยประเทศไทยส่งออกมันสำปะหลังมากที่สุดในโลก แต่ใช้บริโภคภายในประเทศน้อยมาก มีรายงานว่าในปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังประมาณ 7.75 ล้านไร่ ได้ผลผลิตหัวสดรวม 25.16 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 3.40 ตัน/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) สำหรับการส่งออกมันสำปะหลังของไทย มักแปรรูปเป็นมันอัดเม็ด มันเส้น และแป้งมัน โดยตลาดสำคัญของมันอัดเม็ดของไทย คือ สหภาพยุโรป ในขณะที่ตลาดสำคัญของแป้งมัน คือ ญี่ปุ่น (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2551) ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ในแต่ละปีจะมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชเป็นปริมาณมาก โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีปริมาณมากถึง 3,867,187 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 42,413 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุ

อาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย แล้วปรับใช้ให้เหมาะสมกับค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการผลิตของประเทศไทย ให้สามารถแข่งขันในระบบการค้าเสรีได้ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประเมินปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากค่าวิเคราะห์ดินเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย เช่น ลักษณะของดินที่แตกต่างกันในแต่ละชุดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกัน ตามการจัดการดินหรือการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร สภาพภูมิอากาศ หรือปริมาณและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี เป็นต้น (ระวีวรรณ และคณะ, 2552; ศิริสุดา และคณะ, 2552)

ยิปซัม เป็นสารประกอบของแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวหรือไม่มีสี เนื้ออ่อน มีความสามารถในการละลายน้ำได้ประมาณ 2.5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร (ยงยุทธ, 2542) องค์ประกอบสำคัญของยิปซัม คือ แคลเซียมกับซัลเฟต จึงเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุแคลเซียมกับกำมะถัน สำหรับกำมะถันนั้นอาจขาดแคลนในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ เช่น ชุดดินกำแพงแสน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) การนำผลงานวิจัยทางเกษตรที่เกี่ยวข้องกับยิปซัมจากต่างประเทศมาปรับใช้ในประเทศไทย พบว่า ยิปซัมนั้นมีคุณสมบัติที่ดีมากในการปรับปรุงดินเสื่อมโทรม โดยเฉพาะดินที่มีการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเป็นเวลายาวนาน กล่าวคือ เมื่อนำยิปซัมมาใช้ปรับปรุงดินเสื่อมโทรมจะมีผลให้ดินมีศักยภาพในการให้ผลผลิตโดยภาพรวมดีขึ้น (Warington *et al.*, 1989; Miller, 1987; Agassi *et al.*, 1990) จึงเกิดแนวคิดในการนำยิปซัมมาพิสูจน์สมบัติเด่นด้านการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเสริมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ตลอดจนผลที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังในสภาพแปลง ทั้งนี้เพื่อเป็นอีกทางเลือกสำหรับเกษตรกรในการลดต้นทุนในส่วนของคุณสมบัติสำหรับการผลิตมันสำปะหลังต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองดำเนินการที่แปลงทดลองและวิจัยของภาควิชาปฐพีวิทยา และห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

1. อุปกรณ์

1.1 ชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Sean soil series, Ks) จัดอยู่ในดินอันดับ Alfisols กลุ่มดิน Haplustalfs และกลุ่มดินย่อย Typic Haplustalfs (Soil Survey Staff, 1975) ลักษณะดินโดยทั่วไปเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแข็งหรือดินร่วนปนดินเหนียว ดินล่างเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียวดิน ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของชุดดินกำแพงแสนได้แสดงไว้ใน Table 1

1.2 พันธุ์มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) ใช้พันธุ์ห้วยบง 60

1.3 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K₂O)

1.4 ยิปซัมที่ใช้ในการทดลอง มีชื่อทางการค้าว่า “กรีนแคล” ของบริษัท ดี เค ที จำกัด

1.5 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 และตู้อบ (Memmert)

1.6 เครื่องวัดปริมาณแฉ่งของหัวมันสำปะหลัง โดยใช้เครื่อง Remain Scale

2. วิธีการ

เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม 2552) ซึ่งใช้พื้นที่ปลูกทั้งหมด 18 x 41 เมตร แบ่งเป็น 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 5 เมตร และยาว 5 เมตร ปลูกด้วยท่อนพันธุ์ขนาดประมาณ 30 ซม. จำนวน 5 แถว ระยะปลูก 1 x 1 เมตร และระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 2 เมตร โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง ดังนี้

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและยิปซัม (Control)
- 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{100\%} + G_0$)
- 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{25}$)
- 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{50}$)
- 5) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{75\%} + G_0$)
- 6) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{75\%} + G_{25}$)
- 7) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{75\%} + G_{50}$)

สำหรับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 16 และ 8 กิโลกรัม N และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ในตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี และยิปซัม แบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 และ 4 เดือน ตามลำดับ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่ระยะ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก โดยข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ ความสูงของต้น และจำนวนกิ่งต่อต้น

เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน โดยข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ น้ำหนักสดของต้นส่วนเหนือดิน น้ำหนักสดของหัว สัดส่วนของน้ำหนักหัวสดได้ดินต่อน้ำหนักส่วนต้นเหนือดินรวมเหง้า (root to shoot ratio) ปริมาณแฉ่งของหัวสด วัดโดยใช้เครื่อง Remain Scale และค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

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

Table 1 Chemical and physical properties of Kamphaeng Sean soil series

Properties	Results
pH (soil : water = 1:1)	7.36
EC _e (dS/m)	0.96
Organic matter (%) ¹	0.92
Available P (mg/kg) ²	44.44
Exchangeable K (mg/kg) ³	54.68
Exchangeable Ca (mg/kg) ³	1523.58
Exchangeable Mg (mg/kg) ³	68.29
Texture ⁴	clay loam

Note : ¹ = Walkey and Black method (Walkey and Black, 1934) ² = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

³ = Extracted with NH₄OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

⁴ = คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์หัวยวง 60 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้

1. ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₅₀) มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังโดยภาพรวมมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₂₅) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว (IF_{100%}+G₀) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต โดยมีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของจันจิรา (2553) และประสิทธิ์ (2552) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราสูง (50 กก./ไร่) มีแนวโน้มให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังโดยภาพรวมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่ำกว่า (25 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ

2. จำนวนกิ่งต่อต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้จำนวนกิ่งต่อต้นของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

3. น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) โดยการใส่

ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$) มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมากที่สุด (7.62 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{25}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{75\%}+G_{25}$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมมีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (4.77 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{75\%}+G_0$) โดยมีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลงมีผลให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของปิยะ (2536); ธีรวิวัฒน์ และคณะ (2552); ศิริสุดา และคณะ (2552); Sangkhasila *et al.* (2009)

4. ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความกว้างและความยาวของหัว

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$) มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังมากที่สุด (11.19 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{25}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ($IF_{100\%}+G_0$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 และ 25 กก./ไร่ ($IF_{75\%}+G_{50}$ และ $IF_{75\%}+G_{25}$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (6.17 ตัน/ไร่) สำหรับเหตุผลที่ตำรับควบคุมให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังสูงกว่าค่าเฉลี่ยของมันสำปะหลังทั้งประเทศ (3.40 ตัน/ไร่) อาจเนื่องมาจากปริมาณฝนที่ตกสม่ำเสมอตลอดการทดลอง อีกทั้งพื้นที่แปลงก่อนการทดลองมีสภาพเป็นทุ่งหญ้า และมีการไถกลบในขั้นตอนการเตรียมแปลง ทำให้เกิดการย่อยสลายของเศษซากพืชและมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชในภายหลัง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Howeler (1981) เกี่ยวกับการหมุนเวียนของสารประกอบอินทรีย์จากเศษพืชที่เหลือตกค้างในดิน นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลงมีผลให้ผลผลิตหัวสดค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของจันจิรา (2553) และประสิทธิ์ (2552) อีกทั้งตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราสูง (50 กก./ไร่) มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดโดยภาพรวมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่ำกว่า (25 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น และน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{75\%}+G_0$) มีผลให้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นของมันสำปะหลังมากที่สุด (13.13 หัว) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ($IF_{100\%}+G_0$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$) ตามลำดับ ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{25}$) มีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังมากที่สุด (0.60 กก.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($IF_{75\%}+G_{25}$ และ $IF_{75\%}+G_{50}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ($IF_{100\%}+G_0$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมมีผลให้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นและน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (11.20 หัว และ 0.38 กก.)

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้ความกว้างและความยาวของหัวมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{25}$) มีผลให้ความกว้างและความยาวของหัวมันสำปะหลังมากที่สุด (5.73 และ 26.22 ซม.) ส่วนค่ารับควบคุมมีผลให้ความกว้างของหัวมันสำปะหลังน้อยที่สุด (4.88 ซม.) ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพียง 75 เปอร์เซ็นต์ ($IF_{75\%} + G_0$) มีผลให้ความยาวของหัวมันสำปะหลังน้อยที่สุด (22.61 ซม.)

5. เปอร์เซ็นต์แป้งของหัวสด และสัดส่วนของน้ำหนักรีดดินต่อน้ำหนักเนื้อดิน

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ทุกค่ารับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดโดยภาพรวมใกล้เคียงกันในช่วง 32.10-33.60 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับค่ารับควบคุม ซึ่งมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดน้อยที่สุดเพียง 29.63 เปอร์เซ็นต์

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้สัดส่วนของน้ำหนักรีดดินต่อน้ำหนักเนื้อดินของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ($IF_{100\%} + G_0$) มีผลให้สัดส่วนของน้ำหนักรีดดินต่อน้ำหนักเนื้อดินของมันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{75\%} + G_{50}$) ส่วนค่ารับควบคุมมีผลให้สัดส่วนของน้ำหนักรีดดินต่อน้ำหนักเนื้อดินของมันสำปะหลังน้อยที่สุด

6. ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้ดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ทุกค่ารับทดลองมีผลให้ดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังใกล้เคียงกันในช่วง 0.55-0.64

7. ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียมสะสมในผลผลิตหัวสดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ตามลำดับ ส่วนค่ารับควบคุมมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียมสะสมในผลผลิตหัวสดน้อยที่สุด

สรุปผลและเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ต้นฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 - เดือนเมษายน พ.ศ. 2553) สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

1. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 และ 25 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนดำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด

2. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ตามลำดับ ส่วนดำรับควบคุมมีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังน้อยที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน

3. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน ขณะที่ดำรับควบคุมมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดน้อยที่สุด

4. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียมสะสมในผลผลิตหัวสดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ตามลำดับ ส่วนดำรับควบคุมมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียมสะสมในผลผลิตหัวสดน้อยที่สุด

การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำยิปซัมใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการปลูกมันสำปะหลังในชุดดินกำแพงแสนซึ่งมีอินทรีย์วัตถุต่ำ (0.92%) แต่ระยะเวลาในการวิจัยเพียง 1 ปี อาจไม่สามารถสรุปผลได้อย่างชัดเจนนัก ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาต่ออีกในปีที่ 2 ในสภาพพื้นที่เดิม ทั้งนี้เพื่อยืนยันผลของการใช้ยิปซัมร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

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

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

จันจิรา แสงสีเหลือง. 2553. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ คล้ายเยี่ยม 2552. ผลของสารพอลิเมอร์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ปิยะ ดวงพัตรา. 2536. ผลตอบสนองต่ออัตราปุ๋ย อัตราส่วนธาตุปุ๋ยและระยะเวลาการใส่ปุ๋ยเคมีของมันสำปะหลังที่ปลูกปลายนฤศพน. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์. 27 (2). 153-161.
- ยงยุทธ ไสยสภ. 2542. ศัพท์ในวงการปุ๋ย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ ไสยสภ, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ระวีวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายนฤศพน, น. 60-71. ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- ศิริสุดา บุตรเพชร, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายนฤศพน, น. 51-62 ใน การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- ศูนย์สถิติการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2550/2551. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550-2552. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Agassi, M., Shainberg, I. and Morin, J. 1990. Slope, aspect and phosphogypsum effects on runoff and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:1102-1106.
- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Howeler, R.H. 1981. Mineral nutrition and fertilization of cassava. Series 09EC-4. CIAT, Cali, Colombia.
- Miller, W.P. 1987. Infiltration and soil loss of three gypsum-amended Ultisols under simulated rainfall. *Soil Sci. Soc.Amer. J.*51:1314-1320.
- 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.
- Sanghasila, K., S. Butpetch, and R. Chotiphan. 2009. Dynamic mathematical model for site specific N fertilizer recommendation, pp. 302-306. In ASIMMOD 2009. Proceedings "Simulation for Unsolved Problem" 3rd International Conference on Asian Simulation and Modeling 2009 in Bangkok, Thailand. January 22-23, 2009.
- Soil Survey Staff. 1975. *Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. U.S. Dept. Agric., U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtijeff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-35.
- Warrington, D., I, Shainberg, M. Agassi and J. Morin. 1989. Effect of slope and phosphogypsum on runoff and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1201-1205.

Table 2 Growth of early rainy season cassava (var. Huay Bong 60) planted in Kamphaeng Sean soil series

Treatments	Height (cm)				Branch/plant				Fresh shoot yield (ton/rai)
	3 MAP ^{1/} , ^{2/}	6 MAP ^{1/} , ^{2/}	9 MAP ^{1/} , ^{2/}	12 MAP ^{1/} , ^{2/}	3 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	9 MAP ^{1/}	12 MAP ^{1/}	12 MAP ^{1/} , ^{2/}
T ₁ = Control	121.83 ^b	258.40 ^d	328.17 ^e	345.20 ^c	3.03	3.13	3.50	3.83	4.77 ^c
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	129.83 ^{ab}	299.13 ^{ab}	376.00 ^{abc}	381.33 ^{abc}	3.23	3.53	3.70	3.93	6.12 ^b
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	136.47 ^a	305.33 ^a	378.33 ^{ab}	390.00 ^{ab}	3.33	3.63	3.83	4.03	7.24 ^a
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	136.83 ^a	306.33 ^a	390.67 ^a	406.50 ^a	3.33	3.67	3.87	4.10	7.62 ^a
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	122.27 ^b	277.00 ^c	350.00 ^d	363.83 ^{bc}	3.10	3.30	3.53	3.87	5.72 ^{bc}
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	122.60 ^b	283.53 ^c	355.00 ^{cd}	371.03 ^{abc}	3.10	3.33	3.57	3.90	6.54 ^{ab}
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	122.83 ^b	286.43 ^{bc}	357.00 ^{bcd}	376.33 ^{abc}	3.17	3.37	3.63	3.90	5.94 ^b
F-test	**	**	**	*	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	4.06	2.54	3.25	5.37	14.51	11.37	10.81	10.44	9.69

^{1/} Months after planting

^{2/} Numbers follow by a common letter or letters are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT; ns = not significantly different at 0.05 probability.

Table 3 Yields and yield components of early rainy season cassava (var. Huay Bong 60) planted in Kamphaeng Sean soil series

Treatments	Fresh root yields		Average weight/root (kg) ^{1/}	Root width (cm) ^{1/}	Root length (cm) ^{1/}	Starch content (%) ^{1/}	Root to shoot ratio ^{1/}	Harvest index
	(ton/rai) ^{1/}	Root/plant ^{1/}						
T ₁ = Control	6.17 ^c	11.20 ^c	0.38 ^c	4.88 ^c	22.78 ^{bc}	29.63 ^b	1.31 ^d	0.55
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	10.63 ^a	13.03 ^a	0.51 ^{ab}	5.23 ^{abc}	25.43 ^a	32.97 ^a	1.74 ^a	0.64
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	10.77 ^a	11.23 ^c	0.60 ^a	5.73 ^a	26.22 ^a	33.27 ^a	1.49 ^c	0.6
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	11.19 ^a	12.80 ^{ab}	0.54 ^{ab}	5.55 ^{ab}	25.34 ^a	33.60 ^a	1.46 ^c	0.59
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	8.95 ^b	13.13 ^a	0.43 ^{bc}	5.12 ^{bc}	22.61 ^c	32.10 ^a	1.57 ^{bc}	0.61
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	9.88 ^{ab}	11.73 ^{bc}	0.53 ^{ab}	5.36 ^{abc}	24.56 ^{abc}	32.23 ^a	1.54 ^{bc}	0.6
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	9.90 ^{ab}	12.30 ^{abc}	0.51 ^{ab}	5.61 ^{ab}	24.97 ^{ab}	32.97 ^a	1.67 ^{ab}	0.63
F-test	**	**	*	*	*	**	**	ns
CV (%)	7.72	5.25	12.54	5.34	5.01	2.76	5.17	7.05

^{1/} Numbers follow by a common letter or letters are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT; ns = not significantly different at 0.05 probability.

Table 4 Concentrations of plant nutrients in fresh root yields of cassava (var. Huay Bong 60) planted in Kamphaeng Sean soil series

Treatments	Total N (%) ^{1/}	Total P (%) ^{1/}	Total K (%) ^{1/}
T ₁ = Control	0.157 ^d	0.085 ^d	1.249 ^c
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	0.225 ^b	0.132 ^b	1.573 ^{ab}
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	0.225 ^b	0.151 ^a	1.589 ^{ab}
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	0.251 ^a	0.165 ^a	1.613 ^a
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	0.199 ^c	0.112 ^c	1.421 ^b
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	0.199 ^c	0.112 ^c	1.424 ^b
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	0.225 ^b	0.126 ^{bc}	1.433 ^b
F-test	**	**	**
CV (%)	5.83	6.35	6.12

^{1/} Numbers follow by a common letter or letters are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.