

อิทธิพลของมูลไก่แกลบกับปุ๋ยสังกะสีและเหล็กที่ให้ทางใบต่อ มันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินยโสธรที่เสื่อมโทรม

Effect of chicken manuring with Zn and Fe foliar application on cassava grown in a degraded Yasothon soil series

ศิรินทรา ตะสาริกา¹, สมชัย อนุสนธิพรเพิ่ม^{1*}, สุภิญญา ธนะจิตต์¹, เอิบ เขียวรีนรมณ์¹
และ ปรีชา เพชรประไพ²

Sirintra Tasarika¹, Somchai Anusontpornperm^{1*}, Suphicha Thanachit¹,
Irb Kheoruenromne¹ and Preecha Petprapai²

บทคัดย่อ: การศึกษาดำเนินการในแปลงเกษตรกร อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา เพื่อศึกษาอิทธิพลของมูลไก่แกลบกับปุ๋ยสังกะสีและเหล็กที่ให้ทางใบต่อการให้ผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมันสำปะหลังที่ปลูกในดินยโสธร (Typic Paleustult) ที่เสื่อมโทรม วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยแรก ได้แก่ การไม่ใส่มูลไก่ (C1) และการใส่มูลไก่อัตรา 500 กก./ไร่ (C2) ปัจจัยที่สองให้ปุ๋ยสังกะสีและเหล็กทางใบอัตรา 3.0 และ 0.8 กก./ไร่ ตามลำดับ ต่อการฉีดพ่น 1 ครั้ง ประกอบด้วย ไม่ให้ปุ๋ยทางใบ (T1) ฉีดพ่นสังกะสีเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน (T2) 1 และ 2 เดือน (T3) 1, 2 และ 3 เดือน (T4) ฉีดพ่นสังกะสีและเหล็กที่อายุ 1 เดือน (T5) และ 1 และ 2 เดือน (T6) ใส่ปุ๋ยหลักสูตร 15-15-15 จำนวน 2 ครั้งครั้งละ 50 กก./ไร่ เมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 1 และ 3 เดือน วิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมันสำปะหลังอายุ 3 เดือนและเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 10 เดือน ผลการศึกษาพบว่า การใส่มูลไก่แกลบมีแนวโน้มได้ผลผลิตหัวมันสดสูงกว่าการไม่ใส่เล็กน้อย (2.72 เปรียบเทียบกับ 2.57 ตัน/ไร่) การฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีเพียง 1 ครั้งมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสดสูงสุดเท่ากับ 3.06 ตัน/ไร่ ส่วนอิทธิพลร่วม พบว่า การใส่มูลไก่แกลบร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบ 1 ครั้งมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสดสูงสุดเท่ากับ 3.21 ตัน/ไร่ การใส่มูลไก่แกลบทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบสูงกว่าการไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปุ๋ยทางใบและอิทธิพลร่วมระหว่างมูลไก่แกลบกับปุ๋ยสังกะสีและเหล็กไม่แสดงความแตกต่าง อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักกับสังกะสี และเหล็กในใบไม่มีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิต

คำสำคัญ: ดินเนื้อหยาบ, มันสำปะหลัง, เหล็ก, สังกะสี, มูลไก่แกลบ

ABSTRACT: The study was carried out in on farm trial in Dan Khunthod district, Nakhon Ratchasima province, aiming at investigating the effect of chicken manuring with Zn and Fe foliar application and nutrient concentration in leaves of cassava grown on Yasothon soil series (Typic Paleustult). The experimental design used was Factorial in RCBD with four replications. The first factor was no application of chicken manure (C1) and chicken manuring at the rate of 500 kg/rai (C2) and the other factor was Zn and Fe foliar application at the respective rates of 3.0 and 0.8 kg/rai for each application, comprising no foliar application (T1), applying Zn at one-month (T2), one- and two-month (T3), one-, two- and three-month (T4), applying Zn-Fe at one-month (T5), and one- and two-month after planting. Complete fertilizer (15-15-15) was applied twice, each time at the rate of 50 kg/rai when the plant was one and three months old. Nutrient concentration analysis was undertaken on three-month old leave and the yield was harvested

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding author: agrspc@ku.ac.th

at ten month of age. Results showed that chicken manuring resulted in slightly higher fresh tuber yield than did without this addition (2.72 compared to 2.57 ton/rai). A single Zn foliar application tended to give the highest yield of 3.06 ton/rai and the combined effect between chicken manuring and a single Zn foliar application had a tendency of giving the highest yield (3.21 ton/rai). Application of chicken manure induced significantly higher P and K concentration in leaves than did the one without this addition whereas foliar application and the combined effect were indifferent in the context of nutrient concentration. However, major nutrients, Zn and Fe concentration showed no relationship with fresh tuber yield.

Keywords: cassava, Zn, Fe, chicken manuring

บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ในปีพ.ศ.2552/2553 มีพื้นที่ปลูกในประเทศไทย ประมาณ 8 ล้านไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 28 ล้านตัน (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2552) โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดที่มีการปลูกมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา สาเหตุที่เกษตรกรปลูกกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจาก มันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง มีแมลงและโรคระบาดน้อย ลักษณะดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ดินเหนียวปน หรือดินทรายจัดที่ปลูกพืชชนิดอื่นไม่ได้ แต่มันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีพอสมควร

การปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักพบปัญหาการกร่อนดินในอัตราค่อนข้างสูง ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลงอย่างรวดเร็ว (ปิยะ, 2546) และก่อให้เกิดการขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชบางชนิด จากการที่ดินเกิดการเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้ผลผลิตของมันสำปะหลังลดลงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน และจากการที่เกษตรกรส่วนใหญ่จะใส่ปุ๋ยที่มีเฉพาะธาตุอาหารหลัก เพื่อรักษาระดับผลผลิตที่สูงเท่านั้น (ชุมพล และคณะ, 2540) โดยไม่ค่อยพบว่ามี การเพิ่มเติมธาตุอาหารรองหรือจุลธาตุเท่าใดนัก นอกจากนั้นการที่ใส่ปุ๋ยทวีปเปิดซูเปอร์ฟอสเฟต (triple superphosphate) แคลเซียมจากปุ๋ยจะเป็นตัวขัดขวางการดูดใช้สังกะสีของพืช (Loneragan et al., 1979) ทำให้มันสำปะหลังดูดสังกะสีได้น้อยลง

สังกะสีที่เป็นประโยชน์จะมีค่าลดลงเมื่อดินมีค่าพีเอชสูงขึ้น ซึ่งรวมไปถึงในดินเหนียวปูน (calcareous soils) ที่มันสำปะหลังมักเกิดอาการขาดสังกะสี (Havlin et al., 2005) สาเหตุเหล่านี้ทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังลดต่ำลง (สุวพันธ์, 2542) จากการศึกษาของวัฒนะ และคณะ (2547) พบว่า การพ่นสังกะสีซัลเฟตความเข้มข้น 4 % ทางใบหลังปลูก 1, 2 และ 3 เดือน เป็นวิธีที่ให้ผลผลิตหัวมันสดสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการชุบท่อนพันธุ์ด้วยสังกะสีซัลเฟตผสมน้ำเป็นเวลา 15 นาทีและการใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดิน นอกจากนั้น การใส่มูลไก่ผสมแคลเซียมยังช่วยเพิ่มธาตุสังกะสีและเหล็กให้แก่พืชได้เช่นกัน โดยผลการวิเคราะห์ของกรมวิชาการเกษตร (2537) พบว่า มูลไก่แกลบมีปริมาณจุลธาตุอยู่ในพิสัย 310-2,240 ไมโครกรัม/กก. สำหรับปริมาณธาตุสังกะสีและเหล็กในดินที่เพียงพอต่อความต้องการของมันสำปะหลังควรอยู่ในพิสัย 1-5 ไมโครกรัม/กรัม และ 1-100 ไมโครกรัม/กรัมตามลำดับ (Howeler, 1996a, b) ดังนั้น การทดสอบการใส่ปุ๋ยสังกะสีและเหล็กทางใบร่วมกับการใส่มูลไก่แกลบคลุมเคล้าลงในดินก่อนปลูกน่าจะมีส่วนต่อการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินยโสธรที่เสื่อมโทรม และเกิดประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรต่อไป จึงดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยสังกะสีและเหล็กร่วมกับมูลไก่แกลบที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในดินชุดดินยโสธรที่เสื่อมโทรม เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในพื้นที่แปลงของเกษตรกรบริเวณบ้านกุดม่วง ตำบลตะเคียน อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา โดยเป็นชุดดินยโสธร (Yasothon soil series, Yt) ที่เสื่อมโทรม เนื่องจาก พบชั้นดานไทรอย อยู่ข้างใต้ชั้นดินบนของการไถพรวนในทุกบริเวณ ตามลำดับภูมิประเทศ (เอกราช, 2552) และดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก เริ่มทำการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 แปลงทดลองขนาดแปลงย่อย 10×15 ม.(Figure 1) วางแผนการทดลองแบบ factorial in randomized complete block จำนวน 4 ซ้ำโดยปัจจัยแรก ได้แก่ การไม่ใส่มูลไก่ และการใส่มูลไก่อัตรา 500 กก./ไร่ ปัจจัยที่สองให้ปุ๋ยสังกะสี ($ZnSO_4$) และเหล็ก ($FeSO_4$) ทางใบอัตรา 3.0 และ 0.8 กก./ไร่ตามลำดับต่อการฉีดพ่น 1 ครั้ง ประกอบด้วย ไม่ให้ปุ๋ยทางใบ (T1) ฉีดพ่นเฉพาะสังกะสีเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน (T2) 1 และ 2 เดือน (T3) 1, 2 และ 3 เดือน (T4) ฉีดพ่นสังกะสีและเหล็กที่อายุ 1 เดือน (T5) และ 1 และ 2 เดือน (T6) ทุกตัวรับการทดลองมีการใส่ปุ๋ยหลักสูตร 15-15-15 จำนวน 2 ครั้งครั้งละ 50 กก./ไร่ เมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 1 และ 3 เดือน ตามลำดับ

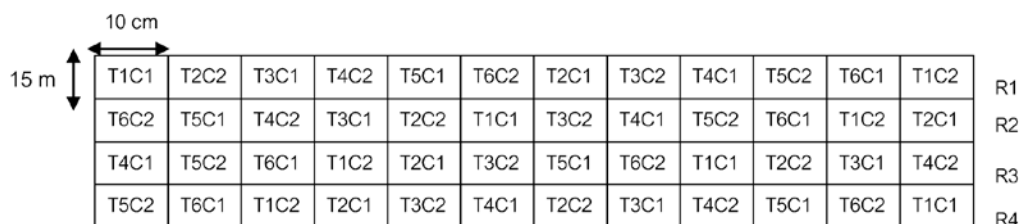
การเตรียมแปลงทดลอง ทำการไถระเบิดดาน (ripping) ก่อนที่จะไถเปิดดินด้วยผาล 3 ไถพรวนดินด้วยผาล 7 ก่อนยกร่องปลูก การใส่มูลไก่เกลบบำเนินการก่อนทำการพรวนดินแล้วทิ้งไว้ประมาณ 15 วันก่อนทำการปลูกโดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นเท่ากับ 0.8 ม. และระยะห่างระหว่างร่องเท่ากับ 1.2 ม. ก่อนปลูกมีการชูป่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีป้องกันเพลี้ยแป้ง การจัดการวัชพืชดำเนินการตามความเหมาะสม

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลไก่เกลบ พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 40.6% ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน 65.1 เซนติโมล/กก. ไนโตรเจนทั้งหมด 4.69% วัดโดยวิธี Colorimetric ฟอสฟอรัสที่เป็น

ประโยชน์ 0.76% วัดโดยการย่อยตัวอย่างด้วย $H_2SO_4 - Na_2SO_4 - Se$ (digestion mixture) แล้ววัดปริมาณของฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer โฟแทสซีเมที่เป็นประโยชน์ 1.76% โดยย่อยตัวอย่างเช่นเดียวกับฟอสฟอรัสวัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer แคลเซียมทั้งหมด 2.62% แมกนีเซียมทั้งหมด 0.32% เหล็กทั้งหมด 250 มก./กก. สังกะสีทั้งหมด 470 มก./กก. ทองแดงทั้งหมด 4.0 มก./กก. และแมงกานีสทั้งหมด 470 มก./กก. สำหรับธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ วัดโดยการย่อยตัวอย่างพืชด้วย $HNO_3 - HClO_4$ (acid mixture) แล้ววัดความเข้มข้นของธาตุต่างๆ ข้างต้นด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

การเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 1) การเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของดิน 2) จัดทำข้อมูลลักษณะดินตัวแทนในพื้นที่ (site characterization) (เอิบ, 2547) และ 3) เก็บข้อมูลผลผลิตพืช ทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุประมาณ 10 เดือน โดยการบันทึกข้อมูลน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (น้ำหนักต้น เหง้า กิ่งก้าน และใบ) น้ำหนักหัวมันสด และร้อยละการสะสมแป้ง โดยการสุ่มหัวมันสำปะหลังมาสับเป็นท่อนๆ โดยคัดส่วนหัวและท้ายออก นำหัวมันสำปะหลังที่สับแล้วไปวัดปริมาณแป้งด้วยเครื่อง Reimann scale โดยชั่งหัวมันสำปะหลังดังกล่าวในอากาศให้ได้น้ำหนักประมาณ 5 กก. แล้วนำหัวมันสำปะหลังส่วนนี้มาชั่งในน้ำ อ่านค่าปริมาณแป้งในหัวมันสดจากมาตรวัด (scale) เลขที่อ่านได้เป็นร้อยละการสะสมแป้งในหัวสด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป



C1 = no chicken manure, C2 = chicken manure

T1 = no foliar application, T2 = 3 kg ZnSO₄ rai⁻¹, T3 = 63 kg ZnSO₄ rai⁻¹,

T4 = 9 kg ZnSO₄ rai⁻¹, T5 = 3 kg ZnSO₄ + 0.8 kg FeSO₄ rai⁻¹, T6 = 6 kg ZnSO₄ + 1.6 kg FeSO₄ rai⁻¹

Figure 1 Plot size and Layout of the experiment.

Table 1 Fertility status of a studied soil^{1/}.

Depth (cm)	OM (g/kg)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	CEC (cmol _c /kg)	BS (%)	Total score	Fertility level
0-18/20	4.2 (1)	3.60 (1)	25.39 (1)	3.60 (1)	13.24 (1)	5	low
18/20-60	3.3 (1)	4.91 (1)	24.80 (1)	4.30 (1)	24.32 (1)	5	low

^{1/}Scoring is used for the assessment of fertility level (the score is presented in blanket within the table)

OM = 15 or less, level's low (1); is between 15-35, level's medium (2); 35 or more, level's high (3)

Avail. P = 10 or less, level's low (1); is between 10-20, level's medium (2); 20 or more, level's high (3)

Avail. K = 60 or less, level's low (1); is between 60-90, level's medium (2); 90 or more, level's high (3)

CEC = 10 or less, level's low (1); is between 10-20, level's medium (2); 20 or more, level's high (3)

BS = 35 or less, level's low (1); is between 35-75, level's medium (2); 75 or more, level's high (3)

If total score = 7 or less, fertility level's low; is between 8-12, fertility level's moderate; 13 or more, fertility level's high

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะและสมบัติของดินตัวแทนพื้นที่ทดลอง

ดินที่ทำการศึกษากำหนดอยู่ในกลุ่มดินย่อย Typic Paleustult (Soil Survey Staff, 2010) พบในพื้นที่ที่มีความลาดชันร้อยละ 3 วัดจุดต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างของหินทรายสีแดง เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี และมีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึกดินบนหนา 20 ซม. ดินมีสีแดงปนเหลืองจนถึงสีแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ถึงเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5) ในดินบนถึงเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 4.2-4.0) ในดินล่าง ดินมีการกระจาย

อนุภาคขนาดทรายในชั้นดินบนมากกว่าในชั้นดินล่าง และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามความลึก ซึ่งตรงกันข้ามกับการกระจายของอนุภาคดินเหนียวที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก

สมบัติดินก่อนปลูก

ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้งดินบนและดินล่าง (Table 1) ดินบนที่ระดับความลึก 0-18/20 ซม. พบว่า ดินเป็นกรดจัด (pH 5.1) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีค่าเท่ากับ 4.15 ก./กก. 0.28 ก./กก. 25.39 มก./กก. และ 2.32 เซนติโมล/กก. ตามลำดับ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่

เป็นประโยชน์ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำเท่ากับ 3.60 มก./กก. และ 3.6 เซนติโมล/กก. ตามลำดับ

ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด

การคลุกเคล้ามูลไก่เกลบบนดินก่อนปลูกให้ผลผลิตหัวมันสดไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ โดยการใส่มูลไก่เกลบให้ผลผลิตเท่ากับ 2.72 ตัน/ไร่ ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยจากแปลงที่ไม่ใส่ (2.52 ตัน/ไร่) เพียงเล็กน้อย (Table 2) ซึ่งโดยทั่วไปการใส่มูลไก่เกลบน่าจะช่วยเพิ่มทั้งธาตุอาหาร และปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน และจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การใช้มูลไก่ที่อัตราต่างๆ ทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเพิ่มขึ้น (นพศุล และคณะ, 2547; จำลอง และ คณะ, 2548; ประภาส และคณะ, 2548) อย่างไรก็ตาม ดินที่ทำการศึกษาเป็นดินที่เสื่อมโทรมอย่างรุนแรง ดินมีความหนาแน่นมาเมื่อแห้ง และพบชั้นดานข้างใต้ (เอกราช และคณะ, 2553) การใส่มูลไก่เกลบครั้งเดียวอาจจะยังแสดงผลไม่ชัดเจน การเปรียบเทียบระหว่างการฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสี และเหล็กทางใบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยการฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบจำนวน 1 ครั้งเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 1 เดือน (3 กก. $ZnSO_4$) มีแนวโน้มได้ผลผลิตหัวมันสดเท่ากับ 3.06 ตัน/ไร่ รองลงมาคือการฉีดพ่นสังกะสีจำนวน 2 ครั้งเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 1 และ 2 เดือน (6 กก. $ZnSO_4$) โดยได้ผลผลิตเท่ากับ 2.78 ตัน/ไร่ ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ วัฒนะ และคณะ (2547) ที่พบว่า การพ่นสังกะสีซัลเฟตความเข้มข้น 4 % จำนวน 3 ครั้ง ที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนให้ผลผลิตหัวมันสดเพิ่มสูงสุดเท่ากับ 928 กก./ไร่ ส่วนอิทธิพลร่วม พบว่า การใส่มูลไก่เกลบร่วมกับการให้ปุ๋ยทางใบในลักษณะต่างๆ ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดไม่แตกต่างกัน แต่การใส่มูลไก่เกลบก่อนปลูกร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบมีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบเพียงอย่างเดียว (Figure 2) โดยการใส่มูลไก่เกลบก่อนปลูกร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบ

จำนวน 1 ครั้ง (3 กก. $ZnSO_4$) เมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 1 เดือนมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงสุดเท่ากับ 3.21 ตัน/ไร่ รองลงมาได้แก่ การฉีดพ่นปุ๋ยดังกล่าว 2 และ 3 ครั้งตามลำดับ ในกรณีที่มีการใส่มูลไก่เกลบ เป็นที่น่าสังเกตว่า การฉีดพ่นสังกะสีเพียง 1 ครั้งโดยไม่มีการใส่มูลไก่เกลบบนก่อนปลูกมีแนวโน้มการให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดค่อนข้างสูงเช่นกัน (2.91 ตัน/ไร่) แสดงให้เห็นว่า การจัดการปุ๋ยสังกะสีในดินยโสธรที่เสื่อมโทรมมีแนวโน้มให้ได้ผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้มูลไก่เกลบก็สามารถทดแทนการให้ปุ๋ยนี้ได้เช่นกัน เนื่องจากผลการวิเคราะห์มูลไก่เกลบ พบว่า มีปริมาณสังกะสีอยู่ถึงร้อยละ 0.47 ซึ่งการใส่มูลไก่เกลบในอัตรา 500 กก./ไร่ เท่ากับว่าได้ใส่ธาตุสังกะสีลงไปทั้งหมดเท่ากับ 2.35 กก./ไร่

จำนวนหัวมันสำปะหลังสด

จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งในการคลุกเคล้ามูลไก่เกลบบนดินและการฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีและเหล็กทางใบในอัตราต่างๆ โดยมีจำนวนอยู่ในพิสัย 12-16 หัว/ต้น (Table 2) อย่างไรก็ตาม การใส่มูลไก่เกลบบนก่อนปลูกร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบจำนวน 1 ครั้งเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 1 เดือนมีแนวโน้มให้จำนวนหัวต่อสูงสุดเท่ากับ 16 หัว

ร้อยละการสะสมแป้ง

การไม่ใส่มูลไก่เกลบให้ค่าร้อยละการสะสมแป้งเท่ากับ 24.1 ซึ่งสูงกว่าการใส่ (18.9%) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้ปุ๋ยทางใบ พบว่า การฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีอย่างเดียวมีแนวโน้มทำให้พืชสะสมแป้งในหัว (21.6-24.5%) มากกว่าการไม่ฉีดและการฉีดพ่นร่วมกับเหล็ก (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากสังกะสีมีบทบาทต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ และการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง (Nair and Mohankumar, 1980) และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วม พบว่า พืชมีแนวโน้มการสะสมแป้งใน

หัวสูงกว่าเมื่อไม่มีการใส่มูลไก่เกลบก่อนปลูกแต่มี การฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก ผลผลิต หัวมันสำปะหลังสดในกรณีนี้มีแนวโน้มต่ำกว่าเมื่อ นำมาคิดคำนวณปริมาณแบ่งทั้งหมดต่อพื้นที่จึงไม่มี

ความแตกต่างกันมากนัก โดยการฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสี 1 ครั้งรวมกับการใส่มูลไก่เกลบก่อนปลูกได้ปริมาณ แบ่งสูงสุดเท่ากับ 741.5 กก./ไร่

Table 2 Fresh tuber yield, number of tuber per plant, starch content, survival rate and number of stem of cassava grown on a degraded Yasothon soil series.

Treatment	Fresh tuber yield (tonne/rai)	No. of tuber per plant	% Starch	Survival rate (%)	Number of stem per rai
Chicken Manuring					
C1	2.57	12	24.1a	88	2,424
C2	2.72	13	18.9b	87	2,573
F-test ^{1/}	ns	ns	**	ns	ns
Foliar Application					
T1	2.45	12	19.6	83	2,531
T2	3.06	14	23.3	92	2,656
T3	2.78	13	24.5	89	2,575
T4	2.54	13	21.6	93	2,584
T5	2.52	13	21.1	84	2,345
T6	2.51	12	19.0	85	2,298
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
Interaction					
C1T1	2.53	12	24.2a	82	2,562
C1T2	2.91	12	23.9a	94	2,564
C1T3	2.63	13	25.9a	86	2,459
C1T4	2.35	12	21.9ab	95	2,607
C1T5	2.48	12	25.2a	84	2,247
C1T6	2.51	12	24.0a	88	2,104
C2T1	2.36	12	15.0c	85	2,500
C2T2	3.21	16	23.1ab	90	2,747
C2T3	2.93	13	23.0ab	92	2,692
C2T4	2.73	13	21.3ab	91	2,562
C2T5	2.56	13	16.9bc	83	2,443
C2T6	2.52	12	13.9c	82	2,492
F-test	ns	ns	*	ns	ns
%CV	18.2	11.6	17.9	10.2	13.3

^{1/}ns = no statistical difference, mean value followed by the same letter using DMRT= no statistical difference,

* = statistical difference at 95% level of confidence, ** = statistical difference at 99% level of confidence

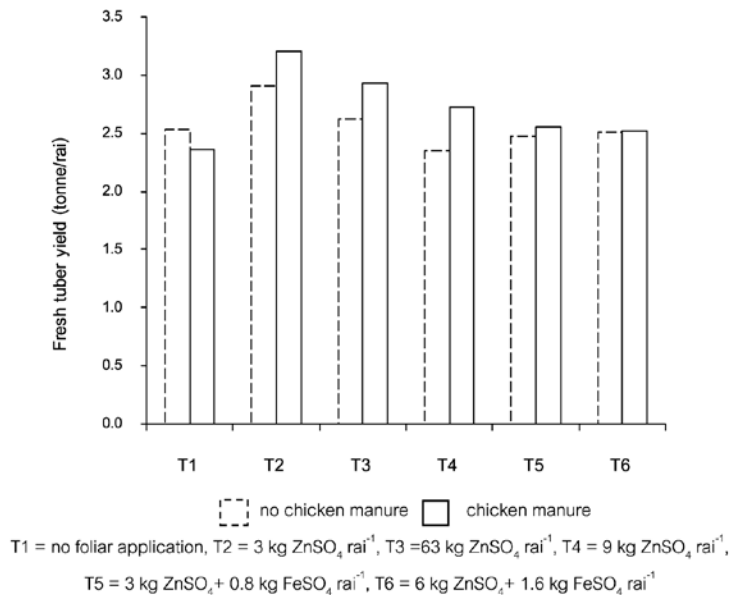


Figure 2 Effect of chicken manuring and foliar application on fresh tuber yield of cassava grown on a degraded Yasothon soil series.

อัตราการอดตาย

มันสำปะหลังมีอัตราการอดตายใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใส่มูลไก่ก่อนปลูกกับการไม่ใส่ อย่างไรก็ตาม การฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีมีแนวโน้มทำให้พืชมีอัตราการอดตายสูงกว่าไม่ฉีด และการฉีดพ่นร่วมกับปุ๋ยเหล็ก (89-93%) สำหรับอิทธิพลร่วมก็พบไปในทิศทางเดียวกัน โดยการฉีดพ่นสังกะสีทางใบร่วมหรือไม่ร่วมกับการใส่มูลไก่ก่อนปลูกมีแนวโน้มทำให้มีอัตราการอดตายสูงกว่าเป็นส่วนใหญ่ (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจาก สังกะสีซึ่งมีบทบาทต่อการสังเคราะห์แสงและการสร้างทริปโตเฟน (tryptophan) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์ฮอร์โมน IAA (Indole Acetic Acid) โดยฮอร์โมน IAA มีหน้าที่ที่สำคัญคือ กระตุ้นการขยายเซลล์และการเจริญเติบโตของลำต้น กระตุ้นการแตกราก และการแตกใบอ่อน (ยงยุทธ, 2552; สมบุญ, 2548; Havlin *et al.*, 2005) การฉีดพ่นจึงมีส่วนช่วยทำให้มันสำปะหลังมีอัตราการอดตายสูงกว่า

จำนวนต้น

จำนวนต้นต่อพื้นที่มีความสำคัญเนื่องจากเกษตรกรต้องนำไปใช้เป็นท่อนพันธุ์สำหรับฤดูปลูกต่อไป ผลการศึกษาพบว่า จำนวนต้นต่อพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใส่และไม่ใส่มูลไก่ก่อนปลูก การฉีดและไม่ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบและอิทธิพลร่วม โดยที่การใส่มูลไก่ก่อนปลูกให้จำนวนต้นมันสำปะหลังมากกว่าการไม่ใส่เล็กน้อย ขณะที่การฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีในทุกอัตรามีแนวโน้มให้จำนวนต้นมากกว่าการฉีดพ่นร่วมกับปุ๋ยเหล็กและการไม่ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ และพบว่าการใส่มูลไก่ก่อนปลูกร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีจำนวน 1 ครั้งมีแนวโน้มให้ปริมาณต้นสูงสุดเท่ากับ 2,747 ต้น/ไร่ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำหัวมันสำปะหลังสดซึ่งมีค่าสูงสุดในดำรับนี้เช่นเดียวกัน (Table 2)

Table 3 Above ground biomass of cassava grown on a degraded Yasothon soil series.

Treatment	Stem weight (tonne rai ⁻¹)	Tip and leave weight (kg/rai)	Stem basal weight (kg/rai)	Above ground biomass (tonne/rai)
Chicken				
C1	0.61b	167.0b	350.6b	1.13b
C2	0.79a	280.0a	424.1a	1.49a
F-test	**	**	**	**
Foliar Application				
T1	0.67	212.2	343.7	1.22
T2	0.77	268.8	411.9	1.45
T3	0.79	251.1	416.2	1.46
T4	0.71	178.6	392.5	1.28
T5	0.65	211.2	359.5	1.22
T6	0.61	218.9	400.4	1.23
F-test	ns	ns	ns	ns
Interaction				
C1T1	0.71	193.4	351.9	1.26
C1T2	0.62	207.4	384.5	1.21
C1T3	0.64	162.0	344.1	1.14
C1T4	0.64	132.3	378.0	1.15
C1T5	0.54	125.7	320.5	0.98
C1T6	0.53	180.6	324.6	1.04
C2T1	0.62	231.0	335.4	1.19
C2T2	0.92	330.3	439.3	1.69
C2T3	0.95	340.1	488.3	1.78
C2T4	0.78	224.8	406.9	1.41
C2T5	0.77	296.8	398.5	1.46
C2T6	0.68	257.3	476.3	1.42
F-test	ns	ns	ns	ns
%CV	23.6	47.8	22.7	24.2

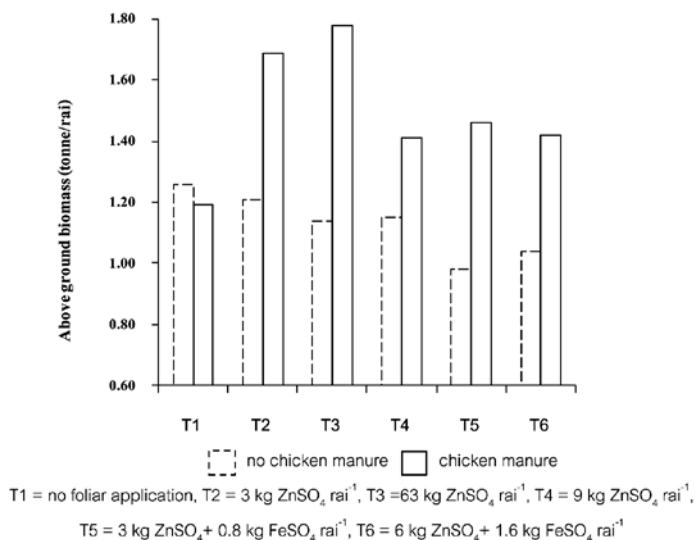
**Figure 3** Above ground biomass of cassava grown on a degraded Yasothon soil series.

Table 4 Concentration of major nutrients, Zn and Fe in three-month old leave of cassava

Treatment	N (-----%-----)	P	K	Zn (-----mg/kg-----)	Fe
Chicken Manuring					
C1	4.05	0.16b	1.56b	43.58	40.07
C2	4.07	0.22a	1.72a	45.53	44.70
F-test	ns	**	*	ns	ns
Foliar Application					
T1	4.07	0.15c	1.74	33.43d	44.79
T2	4.13	0.24ab	1.60	41.65c	38.15
T3	4.13	0.26a	1.67	48.66b	43.52
T4	3.98	0.20b	1.72	44.47c	37.68
T5	4.05	0.14c	1.59	44.5bc	44.12
T6	4.01	0.14c	1.54	54.63a	45.32
F-test	ns	**	ns	**	ns
Interaction					
C1T1	3.97	0.12	1.72	35.09	47.0ab
C1T2	3.96	0.17	1.48	39.32	24.5c
C1T3	4.05	0.32	1.47	48.10	43.0ab
C1T4	4.15	0.12	1.63	45.51	38.4b
C1T5	4.09	0.10	1.54	44.67	46.8ab
C1T6	4.09	0.14	1.49	48.81	38.4b
C2T1	4.17	0.18	1.77	31.76	40.3b
C2T2	4.31	0.31	1.69	43.99	51.8a
C2T3	4.21	0.20	1.86	49.21	44.0b
C2T4	3.82	0.29	1.80	43.42	37.0ab
C2T5	4.01	0.17	1.65	44.34	41.4b
C2T6	3.93	0.15	1.58	60.45	52.3a
F-test	ns	**	ns	ns	*
%CV	8.5	22.5	9.8	10.8	15.4

น้ำหนักรีดส่วนเหนือดิน

การใส่มูลไก่แกลบมีผลทำให้ได้น้ำหนักสดของลำต้นสูงกว่าการไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (0.79 เปรียบเทียบกับ 0.61 ตัน/ไร่) ขณะที่การฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบมีแนวโน้มทำให้ได้น้ำหนักสดของลำต้นสูงกว่าไม่ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ และการฉีดพ่นร่วมกับปุ๋ยเหล็ก สำหรับอิทธิพลร่วม พบว่า การฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบจำนวน 1 และ 2 ครั้งร่วมกับการใส่มูลไก่แกลบก่อนปลูกมีแนวโน้มให้น้ำหนักสดของลำต้นสูงสุดเท่ากับ 0.95 และ 0.92 ตัน/ไร่ตามลำดับ (Table 3) สำหรับส่วนยอดและใบ พบว่า ให้ผลไป

ในทิศทางเดียวกันเช่นเดียวกับเหง้าหรือส่วนฐานของลำต้น และเมื่อพิจารณาน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมด พบว่า การใส่มูลไก่แกลบก่อนปลูกได้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินเท่ากับ 1.49 ตัน/ไร่ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่มูลไก่แกลบก่อนปลูกซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 1.13 ตัน/ไร่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบจำนวน 1 และ 2 ครั้งร่วมกับการใส่มูลไก่แกลบก่อนปลูกมีแนวโน้มให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังสูงสุดใกล้เคียงกัน (1.45 และ 1.46 ตัน/ไร่ตามลำดับ) ซึ่งให้ผลไปในทิศทางเดียวกันในกรณีของอิทธิพลร่วม (Figure 3) การที่มันสำปะหลังเมื่อ

ได้รับมูลไก่แกลบแล้วสร้างมวลชีวภาพส่วนเหนือดินสูงกว่า เพราะว่า ในมูลไก่แกลบปริมาณไนโตรเจนสูงถึงร้อยละ 4.69 ซึ่งเท่ากับ 23 กก. N/ไร่ จึงมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่งก้าน และเรือนยอดมากกว่า

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมันสำปะหลัง

เก็บตัวอย่างใบมันสำปะหลังอายุ 3 เดือนใบที่ 5 ที่คลี่สมบูรณ์จากยอดเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก สังกะสี และเหล็ก ผลการศึกษาพบว่า การใส่มูลไก่และการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบไม่มีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ โดยพบว่าความเข้มข้นของธาตุนี้มีค่าอยู่ในพิสัย 3.93-4.21% (Table 4) ขณะที่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม พบว่าการใส่มูลไก่แกลบก่อนปลูกมีผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุทั้งสองในใบมันสำปะหลังสูงกว่าการไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0.22 กับ 0.16% ในกรณีของฟอสฟอรัส และ 1.72 กับ 1.56% ในกรณีของโพแทสเซียม) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ พบว่า การฉีดพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบทุกอัตราส่งเสริมให้พืชสะสมฟอสฟอรัสในใบสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นนี้ และการฉีดร่วมกับปุ๋ยเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างในกรณีของอิทธิพลร่วม ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบไม่มีความแตกต่างทั้งในกรณีของการให้ปุ๋ยทางใบ และอิทธิพลร่วม สำหรับความเข้มข้นของสังกะสีและเหล็กในใบมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับการใส่หรือไม่ใส่มูลไก่แกลบ และการให้ปุ๋ยทางใบ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่มีปริมาณสูงในตำรับที่มีการใส่มูลไก่แกลบก่อนปลูก และฉีดพ่นสังกะสีจำนวน 1 และ 2 ครั้ง ความเข้มข้นของสังกะสีและเหล็กควรอยู่ในพิสัย 43.99-49.21 และ 44.0-51.8 มก./กก. โดยในกรณีของสังกะสีพบว่า ความเข้มข้นอยู่ในพิสัยที่เพียงพอ ซึ่งควรมีค่าอยู่ในช่วง 30-60 มก./กก. (Howeler, 1996a) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของเหล็กที่ได้จาก

การศึกษาลับมีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นที่เพียงพอ (120-140 มก./กก.) ตามรายงานของ Howeler (1980) และค่าความเข้มข้นส่วนใหญ่ที่ได้จากการศึกษานี้ต่ำกว่า 50 มก./กก. ซึ่ง Howeler (1978) กล่าวว่าไว้ว่า มันสำปะหลังจะแสดงอาการขาดธาตุเหล็กได้

สรุป

การศึกษาในชุดดินยโสธรที่เสื่อมโทรม โดยการใส่มูลไก่แกลบมีแนวโน้มได้ผลผลิตหัวมันสดสูงกว่าการไม่ใส่เล็กน้อย แต่เมื่อปฏิบัติรวมกับการฉีดสังกะสีอัตรา 3 กก./ไร่ จำนวน 1 ครั้งเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 1 เดือนมีแนวโน้มทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสดสูงสุด ซึ่งให้ผลไปในทิศทางเดียวกับจำนวนต้น (ท่อนพันธุ์) และน้ำหนักส่วนเหนือดิน สำหรับร้อยละการสะสมแบ่งในหัวมันสำปะหลังให้ผลในทางตรงกันข้าม แต่แนวโน้มของผลผลิตแบ่งรวมต่อพื้นที่มีค่าสูงสุด

การฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กร่วมไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังและน้ำหนักส่วนเหนือดิน การใส่มูลไก่แกลบก่อนปลูก และการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบไม่มีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน สังกะสี และเหล็กไม่มีในใบ ยกเว้นในกรณีของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่ได้จากการศึกษาค่อนข้างต่ำกว่าการศึกษาอื่นที่มีรายงานมา ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะว่าดินชุดดินยโสธรในบริเวณศึกษาถูกใช้สำหรับปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานานจึงเกิดการเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง เพราะฉะนั้น การจัดการดินเพื่อปรับปรุงผลผลิตของดินอาจจะต้องใช้เวลาค่อนข้างนานเพื่อให้ได้ผลผลิตอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง มลฉนิ

สถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ต.ห้วยบง
อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมาที่ได้อนุเคราะห์พันธุ์มัน
สำปะหลังสำหรับใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- เอกราช มีวาสนา, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, เอิบ เขียวรื่นรมย์ และ
อัญชลี สุทธิประการ. 2553. ลักษณะของชั้นดินไทรพรวน
ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครราชสีมา. แก่นเกษตร
38: 205-214.
- ชุมพล นาควโรจน์. 2542. การวิจัยด้านการจัดการดินและการใช้
ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับมันสำปะหลัง, น. 1-28. ใน: รายงาน
การประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การจัดการดินไร่
และการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่.
กรมวิชาการเกษตร กองปฐพีวิทยา, กรุงเทพฯ.
- จำลอง กกรัมย์, บุญเหลือ ศรีมงคล, นมรัตน์ นวนิชยธรรม
และ วงเดือน ประสมทอง. 2545. ผลของชนิดและอัตรา
ปุ๋ยมูลไก่ต่อผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพดินร่วน
ปนทราย. ดินและปุ๋ย 24: 142-151.
- นพสุล สมุทรทอง, วิจารณ์ วิชชุกิจ, สุเมศ ทับเงิน, ธีระ สมหวัง,
ประภาส ช่างเหล็ก. 2547. ผลของปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์
ที่มีต่อผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวของมันสำปะหลัง
2 พันธุ์, น. 537-543. ใน: เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการ
ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาพืช
สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ประภาส ช่างเหล็ก, วิจารณ์ วิชชุกิจ, เอ็จ สโรบล, สุเมศ ทับเงิน,
สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ, และ ปรีชา เพชรประไพ. 2550.
ผลของ ยิปซัม ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมี ที่มีต่อผลผลิตหัวสด
และปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และ
พันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝน, น. 546-554.
ใน: เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาพืช. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2546. ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง, น. 6-32.
ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเพื่อสร้างวิทยากร
มันสำปะหลังในท้องถิ่น, วันที่ 30 เมษายน-4 พฤษภาคม
2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2552.
รายงานคณะสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลัง
ปี 2552/2553. แหล่งที่มา: <http://www.tapiocathai.org/L2.1.html>. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2552.
- ยงยุทธ ไชยสถ. 2552. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วัฒน์ วัฒนานนท์, เสาวรี ดังสกุล, เมธี คำหุ้ง, จำลอง กกรัมย์,
สมพงษ์ ชมบุญกุลรัตน์, สุกิจ รัตนศรีวงศ์, สุวพันธ์ รัตนะรัต,
ปรีชา เพชรประไพ และ ไธนาอาร์ด เชาเลอร์. 2547.
การตอบสนองต่อปุ๋ย ธาตุอาหารเสริมที่มีต่อผลผลิต
มันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50.
วารสารวิชาการเกษตร 22: 24-38.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ.
- สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2542. งานวิจัยปัญหาพิเศษทางดิน-ปุ๋ย
พืชไร่ ปี 2515- 2525. สถาบันวิจัย ดิน-ปุ๋ย พืชไร่ ครั้งที่ 1.
กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่,
กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- เอกราช มีวาสนา. 2552. ลักษณะและปัญหาของชั้นดินไทรพรวน
ในระบบการปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครราชสีมา.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.
- เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2547. การสำรวจดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson.
2005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction
to Nutrient Management. 7th ed. Pearson-Prentice
Hall, NJ.
- Howeler, R.H. 1978. The mineral nutrition and fertilization
of cassava. P.247-292. In: Cassava Production Course.
CIAT, Cali, Colombia.
- Howeler, R.H. 1980. Soil-related cultural practices for
cassava, P.59-69. In: E.J. Weber, J.C. Toro and M.
Graham (eds.) Cassava Cultural Practices,
Proceedings Workshop, Salvador, Bahia, Brazil,
18-21 March 1980, IDRC 151e, Ottawa, Canada.
- Howeler, R.H. 1996a. Diagnosis of nutritional disorders
and soil fertility maintenance of cassava. P. 181- 193.
In: G.T. Kurup, M.S. Polaniswami, V.P. Potty, G. Padmaja,
S. Kabeerathumma and S.V. Pillai, eds. Tropical Tuber
Crops: Problems, Prospects and Future Strategies.
Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, India.
- Howeler, R.H. 1996b. Mineral nutrition of cassava.
P.110-116. In: E.T. Craswell, C.J. Asher and J.N.
O'Sullivan, eds. Mineral Nutrient Disorders of
Root Crops in the Pacific. Proceedings Workshop,
Nuku'alofa, Kingdom of Tonga, 17-20 April 1995,
ACIAR Proceedings No. 5, Canberra, Australia.
- Loneragan JK, Grove TS, Robson AD and K. Snowball. 1979.
Phosphorus toxicity as a factor in zinc-phosphorus
interaction in plants. Soil Sci. Soc. Amer. J. 43:
966-972.

- Nair, P.G. and B. Mohankumar. 1980. Response of cassava to micronutrients application in acid laterite soil, P. 81-83. In: Proc. Nat. Seminar on Tuber Crops Production Technology, held in Tamil Nadu Agric. Univ., Coimbatore, India. November 21-22, 1980. Faculty of Horticulture, Tamil Nadu Agric. Univ., Coimbatore.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.