การตอบสนองของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ต่ออัตราปุ๋ยเคมีในชุดดินยโสธร

Response of cassava Huay Bong 80 variety to rates of chemical fertilizer in Yasothon soil series

วิชญาภรณ์ วงษ์บำหรุ[1], ศุภิฌา ธนะจิตต์[1*], สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม[1] และ วรชาติ วิศวพิพัฒน์[1]

Wichayaporn Wongbumru[1], Suphicha Thanachit[1*], Somchai Anusontpornperm[1] and Worachart Wisawapipat[1]

บทคัดย่อ: ทำการศึกษาผลการตอบสนองของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ต่ออัตราปุ๋ยเคมีในชุดดินยโสธร (Typic Paleustult) จำนวน 7 ตำรับการทดลองที่มีอัตราของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมแตกต่างกันโดยทำการใส่ปุ๋ยเมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 เดือน และเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 10 เดือนพร้อมเก็บตัวอย่างดินชั้นดินบน ผลการศึกษา พบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยเคมีอย่างชัดเจนยกเว้นการสะสมแป้ง การใส่ปุ๋ยเคมีเรโช 3:1:3 อัตรา 12-4-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลัง ผลผลิตแป้ง และน้ำหนักชีวมวลส่วนเหนือดินสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าเท่ากับ 4.64, 1.31 และ 1.70 ตัน/ไร่ ตามลำดับ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เพิ่มเป็นสองเท่า (อัตรา 24-8-24 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ส่งผลให้ผลผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจนไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม เช่นเดียวกันกับในกรณีของเรโช 1:1:1 และ 2:1:2 ที่การใส่ในอัตราต่ำ (8-8-8 และ 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) ให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ในอัตราสูง (16-16-16 และ 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนหัวมันสำปะหลังมีสหสัมพันธ์เชิงเส้นกับผลผลิตสูงที่สุด (r = 0.61**) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มปริมาณการสะสมและการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของมันสำปะหลังเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย แต่การใส่ปุ๋ยเคมีในสัดส่วนที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นกลับมีผลให้ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารหลักลดลง สมบัติดินบนหลังจากปลูกมันสำปะหลังไป 1 ฤดูกาล พบว่า ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ไม่มีผลต่อพีเอช แต่การใส่ปุ๋ยเคมีส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่เป็นประโยชน์หลงเหลือในดินสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: เรโชปุ๋ย 1:1:1, เรโชปุ๋ย 2:1:2, เรโชปุ๋ย 3:1:3, ดินเขตร้อน

ABSTRACT: The study on a response of cassava, Huay Bong 80 variety, to different grades of chemical fertilizer was carried out in Yasothon soil series (Typic Paleustult). Treatments comprised applied chemical fertilizer that contained different rates of NPK, having seven treatments. Fertilizer was applied when cassava was two months old and the plant was harvested at ten months of age while soil sample being collected at the harvesting time. The results revealed that cassava clearly responded to different grades of chemical fertilizer applied except for the case of starch content. The use of chemical fertilizer at the rate of 12-4-12 kg N-P_2O_5-K_2O/rai or 3:1:3 ratio significantly gave the greatest fresh tuber yield, starch yield and above ground biomass of 4.64, 1.31 and 1.70 t/rai, respectively. When two times of this ratio (24-8-24 kg N-P_2O_5-K_2O/rai) was applied, the yield decreased significantly which the amount obtained was not different from that gained the control. In a similar fashion, the ratios of 1:1:1 and 2:1:2 statistically gave higher yield when applied at the lower rate (8-8-8 and 8-4-8 kg N-P_2O_5-K_2O/rai) than when applied at the higher rate (16-16-16 and 16-8-16 kg N-P_2O_5-K_2O/rai).Among the plant nutrient concentrations, K in cassava

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

* Corresponding author: agrspc@ku.ac.th

tuber was highly correlated with yield cassava (r=0.61**).The application of chemical fertilizer helped to increase the concentrations and the uptake of nutrients in the plant as compared to no addition of chemical fertilizer. Nonetheless, increasing rates of NPK adversely decreased the amounts of these plant nutrients taken up by cassava. Soil property after growing cassava for one crop revealed that different grades of chemical fertilizer had no residual effect on soil pH but the applications significantly resulted in higher amounts of total N available P and K remained in the soils than did no addition of chemical fertilizer.
Keywords: Ratio1:1:1, Ratio2:1:2, Ratio3:1:3, Tropical soils

บทนำ

พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 7,478,753 ไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 3,668 กก./ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เพาะปลูกถึง 4,124,456 ไร่ ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่นๆ ของประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) แต่กลับมีผลผลิตเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.95 ตัน/ไร่ (สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย, 2555) โดยมันสำปะหลังในภูมิภาคนี้ปลูกในกลุ่มดินใหญ่ Paleustults ได้แก่ ชุดดินยโสธร วาริน โคราช และชุดดินสตึก ซึ่งเป็นดินที่มีศักยภาพทางการเกษตรต่ำ (Anusontpornperm et al., 2005) อย่างไรก็ตามมันสำปะหลังนั้นปรับตัวได้ดีในดินแทบทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังคือ ดินที่มีเนื้อดินตั้งแต่ร่วนปนทรายจนถึงดินเหนียวร่วนปนทราย เพราะสามารถระบายน้ำได้ดี มีพีเอชดินเป็นกรดถึงเป็นกลาง (pH 5.0-7.0) ดินควรลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร (ชาญ และโชติ, 2537) เพื่อส่งเสริมการแทงหัวของมันสำปะหลัง (กรมวิชาการเกษตร, 2547) นอกจากนี้ลักษณะของพื้นที่ควรเป็นพื้นที่ดอน หรือเป็นบริเวณที่ไม่มีน้ำท่วมขัง (เจียมใจ และคณะ, 2547)

ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อให้ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมและการจัดการในแต่ละพื้นที่ โดยมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์จะมีความเหมาะสมเฉพาะพื้นที่ เช่น พันธุ์ห้วยบง 80 เป็นพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นมาในปี 2535 ได้มาจากการผสมระหว่างพันธุ์ระยอง 5 กับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 4.9-5.5 ตัน/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ห้วยบง 60 แต่ให้ร้อยละการสะสมแป้งสูงกว่าโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.3 มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 นี้ถูกส่งเสริมให้ปลูกในดินเนื้อค่อนข้างหยาบโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (มูลนิธิพัฒนามัน สำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2552) คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังในประเทศไทย เป็นคำแนะนำแบบกว้างๆ สำหรับมันสำปะหลังสายพันธุ์ที่พัฒนามาก่อนหน้านี้ ซึ่งปุ๋ยเคมีที่แนะนำให้ใช้จะมีสัดส่วนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 2:1:2 ซึ่งมีสัดส่วนของฟอสฟอรัสต่ำกว่าธาตุอาหารที่เหลือทั้งสองในอัตรา 50-100 กก./ไร่ หรืออาจใช้ปุ๋ยในสัดส่วน 1:1:1 แทนได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) สอดคล้องกับรายงานที่กล่าวว่ามันสำปะหลังมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 2.88-10.0 กก./ไร่ ในขณะที่มีความต้องการโพแทสเซียมค่อนข้างสูงโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 8.00–37.3 กก./ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณไนโตรเจนโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 10.0-29.9 กก./ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2547; National Root Crops Research Institute, 1990) ถึงแม้ว่ามันสำปะหลังจะมีความต้องการฟอสฟอรัสน้อยกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอจะทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากฟอสฟอรัสมีผลต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งระบบรากโดยเฉพาะในช่วงแรกที่ช่วยให้มันสำปะหลังตั้งตัวได้ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อดัชนีพื้นที่ใบและการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลัง (Didier and Mabrouk, 1993) สำหรับโพแทสเซียมมีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรทจากส่วนใบและต้นไปยังราก การเพิ่มแป้งในหัวมัน การขาดธาตุโพแทสเซียมจะทำให้ผลผลิตหัวมันลดลงอย่างชัดเจน (ชาญ และโชติ 2537; Howeler et al., 1982) นอกจากนี้หากมันสำปะหลังได้รับไนโตรเจนมากเกินไปทำให้ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันลดลง (Howeler et al., 1982) ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบอัตราของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีผลต่อมันสำประหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่ปลูกในดินยโสธรจะทำให้สามารถใช้ปุ๋ยเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดต้นทุน ซึ่งจะเป็นประโยชน์

ต่อการส่งเสริมการปลูกมันสำปะหลังให้ได้ผลผลิตและคุณภาพเพิ่มสูงขึ้น

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในเดือน พ.ค. 2557- มี.ค. 2558 โดยจัดทำแปลงทดลองในบริเวณชุดดินยโสธร (Typic Paleustult) บ้านซับพลูน้อย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ทดลองเป็นลูกคลื่นลอนลาดมีความลาดชันร้อยละ 2 ทำการยกร่องขวางความลาดเท ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 บนสันร่องโดยใช้ระยะปลูกเท่ากับ 120×80 ซม. ดำเนินการวางแผนการทดลอง Randomized Complete Block design จำนวน 4 ซ้ำประกอบการใส่ปุ๋ยเคมีที่มีอัตราของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมแตกต่างกันจำนวน 7 ตำรับการทดลอง ได้แก่ 0-0-0, 8-8-8, 8-4-8, 12-4-12, 16-16-16, 16-8-16 และ 24-8-24 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือคิดเป็นเรโชปุ๋ย 1:1:1, 2:1:1:2 และ 3:1:3 ซึ่งโดยปุ๋ยที่ใช้ได้มาจากการผสมปุ๋ยยูเรีย ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ ทำการใส่ปุ๋ยเมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 เดือน ขณะที่ดินมีความชื้นพอเหมาะโดยขุดหลุมใส่ทั้งสองข้างทรงพุ่มพร้อมกลบปุ๋ย

การเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 1) การเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ 2 ระดับความลึก ได้แก่ ดินบนซึ่งมีความหนา 20 ซม. และดินล่างตั้งแต่ใต้ชั้นดินบนจนถึงความลึก 60 ซม. 2) เก็บตัวอย่างดินบนในทุกแปลงย่อยแบบ composite sample โดยเก็บตัวอย่างดินในช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยว โดยสมบัติดินที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ พีเอช ปริมาณอินทรียวัตถุ เบสที่สกัดได้ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และธาตุอาหารหลักในดินโดยวิธีวิเคราะห์มาตรฐาน (National Soil Survey Center, 1996) 3) เก็บข้อมูลผลผลิตพืชโดยทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอายุ 10 เดือน มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 13.44 $ม^2$ประกอบด้วยน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (น้ำหนักต้น เหง้า กิ่งก้านและใบ) น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสด และร้อยละการสะสมแป้งโดยใช้เครื่อง Riemann scale จากปริมาณร้อยละการสะสมแป้งและผลผลิตน้ำหนักหัวมันสำปะหลังที่ได้นำ จะนำไปคำนวณผลผลิตแป้งต่อพื้นที่ต่อไป และเก็บตัวอย่างพืชแบบแยกส่วน ได้แก่ เหง้า ลำต้นกิ่งก้านและใบ และหัวมันสำปะหลัง เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารโดยการย่อยสลายด้วยกรดและวัดปริมาณโดยวิธีมาตรฐาน (Johnson and Ulrich, 1959; Murphy and Riley, 1962) จากนั้นนำความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ได้และน้ำหนักแห้งของชิ้นส่วนในส่วนต่างๆ เพื่อคำนวณปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารต่อพื้นที่ และ 4) วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังกับผลผลิตและร้อยละการสะสมแป้งโดยใช้ Partial correlation analysis

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะและสมบัติดินในพื้นที่ทดลอง

ชุดดินยโสธร (Typic Paleustult) ที่ใช้ทำการศึกษาครั้งนี้เป็นดินที่มีพัฒนาการสูง มีการชะละลายรุนแรง และมีสมบัติที่ไม่ค่อยเหมาะสมต่อการปลูกพืช กล่าวคือ เนื้อดินเป็นดินทรายร่วน ดินเป็นกรดจัดมาก โดยพีเอชอยู่ในพิสัย 4.4-4.9 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ (5.85-3.10 ก/กก.) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส (10.2-7.84 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (53-13 มก./กก.) มีค่าปานกลางในชั้นดินบนและต่ำมากในชั้นดินล่างร้อยละการอิ่มตัวเบสอยู่ในระดับต่ำ มีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 27-33 สอดคล้องกับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินอยู่ในระดับต่ำมากอยู่ในพิสัย 3.13-2.88 เซนติโมล/กก. **(Table 1)** จึงส่งผลให้ความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารต่ำ ธาตุอาหารที่อยู่ในดินจึงเกิดการสูญหาย ประกอบกับวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทรายและหินกรวดมนซึ่งมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบต่ำ ปริมาณธาตุอาหารที่คงอยู่ในดินที่ทำการศึกษาครั้งนี้จึงมีอยู่น้อยมาก

Table 1 Properties of Yasothon soil series prior to conducting the experiment

Soil property	Topsoil (0-20 cm)	Subsoil (20-60 cm)
Soil pH (1:1 H_2O)	4.9	4.4
Total N (g/kg)	0.07	0.07
Organic matter (g/kg)	5.85	3.10
Available P (mg/kg)	10.2	7.84
Available K (mg/kg)	53	13
Extractable Ca (cmol/kg)	0.40	0.23
Extractable Mg (cmol/kg)	0.20	0.11
Extractable K (cmol/kg)	0.14	0.03
Extractable Na (cmol/kg)	0.11	0.60
BS (%)	0.85	0.60
Cation exchange capacity (cmol/kg)	27	33
Textural class	Sandy loam	Sandy loam
Sand (g/kg)	781	726
Silt (g/kg)	77	91
Clay (g/kg)	142	184

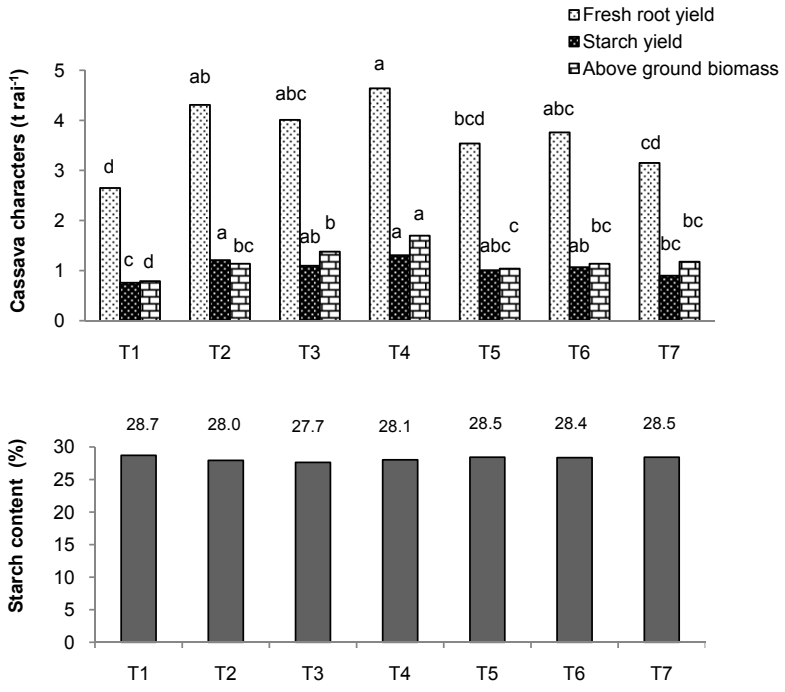
Scoring is used for the assessment of soil properties rating according to Land Classification and FAO Project (1973) : Soil pH (1:1 Soil: H_2O) : < 3.5 = Ultra acid; 3.5-4.4 = Extremely acid; 4.5-5.0 = Very strongly acid; 5.1-5.5 = Strongly acid; = 5.6-6.0 = Moderately acid; 6.1-6.5 = Slightly acid; 6.6-7.3 = Neutral. Organic matter (g/kg) : Low = <15; Medium = 15-35; High = >35. Available P (mg/kg) : Low = <10; Medium = 10-25; High = >25. Available K (mg/kg) : Low = <60; Medium = 60-90; High = >90. Extractable Ca (cmol/kg) : Low = <5; Medium = 5-10; High = >10. Extractable Mg (cmol/kg) : Low = <1; Medium = 1-3; High = >3. Extractable Na (cmol/kg) : Low = <0.3; Medium = 0.3-0.7; High = >0.7. CEC (cmol/kg) : Low = <10; Medium = 10-20; High = >20. BS (%) : Low = <35; Medium = 35-75; High = >75

ผลของอัตราปุ๋ยเคมีต่อมันสำปะหลัง:

การตอบสนองของมันสำปะหลังทางด้านผลผลิตหัวสดต่อปุ๋ยเคมีต่างสูตรที่ปลูกชุดดินยโสธรมีความแตกต่างกันทางสถิติ **(Figure 1)** การปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ค่าเท่ากับ 2.65 ตัน/ไร่ และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 75.09-18.87 โดยการใส่เรโชปุ๋ย 3:1:3 ในอัตรา 12-4-12 กก. N-P_2O_5-K_2O /ไร่ จะให้ผลผลิตสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 4.64 ตัน/ไร่ แต่เมื่อใช้เรโชดังกล่าวแต่เพิ่มปริมาณเป็นสองเท่า กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยในอัตรา 24-8-24 กก. N-P_2O_5-K_2O /ไร่ กลับส่งผลให้ผลผลิตลดลงไปจนไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากตำรับควบคุม (3.15 ตัน/ไร่ เปรียบเทียบกับ 2.65 ตัน/ไร่) ซึ่งให้เช่นเดียวกันกับในกรณีของเรโชปุ๋ย 1:1:1 และ 2:1:2 ที่การใส่ในอัตราต่ำ (8-8-8 และ 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) จะให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ในอัตราสูง (16-16-16 และ 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Figure 1)** โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 4.31 และ 4.01 ตัน/ไร่ เป็น 3.54 และ 3.76 ตัน/ไร่ ทั้งนี้เนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยในอัตราสูงอาจทำให้มันสำปะหลังได้รับไนโตรเจนมากเกินไป จึงส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าการสร้างหัวมันสำปะหลัง ทำให้หัวมันสำปะหลังมีขนาดเล็ก และส่งผลให้การสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังลดลง (Howeler et al., 1982)

ในส่วนของผลผลิตแป้งให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตหัวสด กล่าวคือ เมื่อทำการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ จะทำให้ผลผลิตแป้งเพิ่มขึ้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 72.37-18.42 โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 12-4-12 กก.

$N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ /ไร่ ให้ผลผลิตแป้งสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 1.31ตัน/ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากการใส่ปุ๋ยในอัตรา 8-8-8 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ /ไร่ (1.21 ตัน/ไร่) ส่วนตำรับควบคุมจะให้ผลผลิตแป้งต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.76 ตัน/ไร่ (Figure 1) เช่นเดียวกับน้ำหนักชีวมวลส่วนเหนือดินที่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับปุ๋ยเคมีต่างสูตร ซึ่งให้ผลไปในทิศทางเดียวกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังและผลผลิตแป้งโดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 12-4-12 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ จะให้น้ำหนักชีวมวลส่วนเหนือดินสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากให้น้ำหนักเหง้า (0.58 ตัน/ไร่) ลำต้น (0.46 ตัน/ไร่) และกิ่งก้านใบ (0.66 ตัน/ไร่) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในส่วนของร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังนั้นไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 27.7-28.7 (Figure 1)



T1 = Control (No fertilizer); T2 = 8-8-8 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai; T3 = 8-4-8 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai; T4 = 12-4-12 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai; T5 = 16-16-16 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai; T6 = 16-8-16 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai; T7 = 24-8-24 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/rai
The same letters on bar indicated no statistical difference using DMRT.

Figure 1 Effect of fertilizer grade on cassava characters grown on Yasothon soil

ผลของอัตราปุ๋ยเคมีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

ผลของอัตราปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง (หัวมันสำปะหลัง ลำต้น เหง้า และกิ่งก้านใบ) ที่ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 10 เดือน พบว่า ใส่ปุ๋ยอัตรา 8-8-8 และ 16-16-16 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในหัวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 6.65 และ 6.51 ก./กก. ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลผลิตที่ได้ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอัตรา 16-16-16 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ ให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในลำต้นและเหง้าสูงที่สุดเท่ากับ 13.0 และ 11.9 ก./กก. ตามลำดับ ส่วนในกิ่งก้านและใบนั้นการใส่ปุ๋ยอัตรา 12-4-12 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ จะให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 44.0 ก./กก. ไนโตรเจนจะสะสมในส่วนกิ่งก้านใบมากที่สุดสะสมในลำต้นและ

เหง้าอยู่ในสัดส่วนใกล้เคียงกัน และสะสมในหัวน้อยที่สุด เนื่องจากไนโตรเจนจะส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนชีวมวลเหนือดิน (มุกดา, 2544) จึงอาจทำให้สะสมในส่วนเหนือดินสูงกว่าในส่วนหัวมันสำปะหลัง

Table 2 Effect of chemical fertilizer on major nutrients concentration in different plant parts of cassava grown on Yasothon soil series.

Fertilizer rate (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	N concentration (g/kg)				P concentration (g/kg)				K concentration (g/kg)			
	Tuber	Leaf and branch	Stem	Stem base	Tuber	Leaf and branch	Stem	Stem base	Tuber	Leaf and branch	Stem	Stem base
0-0-0	5.3ab	38c	11.0c	8.6c	0.53	2.5a	0.67	0.65c	3.4c	9.1a	3.4cd	3.6b
8-8-8	6.7a	36c	12.2ab	11.8a	0.73	2.2b	0.73	0.96ab	4.5b	7.7b	3.1d	3.6b
8-4-8	5.2b	42ab	11.5bc	10.9ab	0.61	2.6a	0.62	0.69c	4.8ab	10.1a	4.5b	4.9a
12-4-12	6.2ab	44a	12.5ab	9.6bc	0.52	2.6a	0.77	0.85ab	5.6a	10.1a	6.1a	5.5a
16-16-16	6.5a	42ab	13.0a	11.9a	0.70	2.1b	0.76	0.99a	3.6c	8.0b	3.4cd	3.9b
16-8-16	3.1c	41ab	12.2ab	8.2c	0.63	2.3b	0.80	0.64c	4.3bc	7.3b	3.1d	3.7b
24-8-24	6.0ab	40b	12.3ab	11.1ab	0.56	2.2b	0.82	0.84b	4.0bc	7.2b	3.7c	3.7b
F-test	**	**	*	**	ns	**	ns	**	**	**	**	**
CV(%)	12	4	5	10	13	5	14	9	11	7	6	11

ns = non-significant, *,** significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively. Means with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT.

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหง้าและกิ่งก้านใบเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยอัตรา 12-4-12 หรือ 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ และตำรับควบคุมให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงที่สุดไม่แตกต่างกัน (2.60, 2.63 และ 2.53ก./กก. ตามลำดับ) ส่วนปุ๋ยในตำรับการทดลองที่เหลือจะให้ความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่ำที่สุดไม่แตกต่างกัน (2.18-2.29 ก./กก.) ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-16-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในเหง้าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0.99ก./กก.) ฟอสฟอรัสจะสะสมในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังในสัดส่วนใกล้เคียงกัน

การใส่ปุ๋ยอัตรา 12-4-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ จะให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ นอกจากนี้ตำรับควบคุมให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยในอัตราที่เหลือยกเว้นความเข้มข้นในส่วนกิ่งก้านและใบที่ตำรับควบคุมให้ค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มันสำปะหลังจะสะสมโพแทสเซียมคล้ายคลึงกับปริมาณการสะสมไนโตรเจน (Table 2)

ผลของอัตราปุ๋ยเคมีต่อปริมาณดูดใช้ธาตุอาหารหลัก

ผลของอัตราปุ๋ยต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารหลักที่ระยะเก็บเกี่ยว ประกอบด้วย หัวมันสำปะหลัง ลำต้น และส่วนเหนือดิน (เหง้า และกิ่งก้านและใบ) ซึ่งส่วนหัวมันสำปะหลังและส่วนลำต้นเป็นส่วนที่มีการนำออกไปจากพื้นที่ปลูกในรูปของผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดและการนำไปขยายพันธุ์ในพื้นที่อื่นตามลำดับ ขณะที่ส่วนเหนือดินเป็นส่วนที่จะคงเหลือไว้ในแปลงปลูก ผลการศึกษาพบว่า ตำรับควบคุมที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยจะให้การดูดใช้ธาตุอาหารหลักต่ำที่สุด การใส่ปุ๋ยอัตรา 8-8-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ส่งผลให้หัวมันสำปะหลังดูดใช้ไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปุ๋ยอัตรา 12-4-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ส่งผลให้ส่วนลำต้นและส่วนเหนือดิน

ดูดใช้ธาตุอาหารหลักสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การใช้เรโชปุ๋ยเดียวกันแต่เมื่อใส่ในอัตราที่เพิ่มขึ้น (16-16-16 และ 24-8-24 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่) จะทำให้การดูดใช้ธาตุอาหารหลักในส่วนหัวและส่วนเหนือดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง (Table 3)

เมื่อพิจารณาถึงอัตราปุ๋ยที่ใส่พบว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมส่งผลให้มันสำปะหลังดูดใช้ธาตุอาหารข้างต้นสูงกว่าในกรณีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย แต่เมื่อใส่ปุ๋ยในสัดส่วนที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของมันสำปะหลังกลับลดลงทั้งในกรณีของส่วนหัวมันสำปะหลัง ลำต้น และส่วนเหนือดิน รวมทั้งในกรณีของโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุที่พืชดูดใช้อย่างเหลือเฟือ แต่มันสำปะหลังกลับมีแนวโน้มดูดใช้น้อยลงเมื่อมีการใส่ในสัดส่วนที่สูงขึ้น (Table 3) โดยภาพรวมพบว่า ส่วนหัวมันสำปะหลังมีการดูดใช้ธาตุอาหารหลักทั้งสามสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ส่วนเหนือดิน และลำต้น ตามลำดับ

Table 3 Effect of chemical fertilizer on major nutrients uptake in different plant parts of cassava grown on Yasothon soil series

Fertilizer rate (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	N uptake (kg/rai)			P uptake (kg/rai)			K uptake (kg/rai)		
	Tuber	Stem	Aboveground	Tuber	Stem	Aboveground	Tuber	Stem	Aboveground
0-0-0	5.3 c	0.87 b	3.5 e	0.52	0.05	0.25 d	3.3 c	0.27 b	1.09 d
8-8-8	13.3 a	1.36 ab	4.8 d	1.46	0.08	0.34 c	9.0 a	0.35 b	1.25 cd
8-4-8	11.0 ab	2.05 a	7.0 b	1.38	0.12	0.44 b	10.4 a	0.83 a	2.08 b
12-4-12	11.0 ab	2.03 a	9.9 a	0.88	0.13	0.64 a	9.1 a	1.00 a	2.96 a
16-16-16	8.8 abc	1.86 a	5.7 cd	0.95	0.11	0.36 c	4.9 bc	0.45 b	1.37 c
16-8-16	5.8 c	1.25 ab	6.4 bc	1.09	0.09	0.38 bc	7.3 ab	0.33 b	1.39 c
24-8-24	7.8 bc	1.47 ab	6.3 bc	0.72	0.10	0.39 bc	5.1 bc	0.44 b	1.42 c
F-test	*	*	**	ns	ns	**	**	**	**
CV(%)	27.9	28.0	9.08	39.5	32.8	11.2	27.6	31.3	27.8

ns = non-significant, *,** significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively. Means with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT. Aboveground = stem base + leaf and branch

สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิต และร้อยละการสะสมแป้งของมันสำปะหลัง

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนหัวและส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมีสหสัมพันธ์กับผลผลิต แต่ไม่มีสหสัมพันธ์กับร้อยละการสะสมแป้ง (Table 4) โดยความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนหัวมันสำปะหลัง และแมงกานีสในส่วนเหนือดินมีสหสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังโดยให้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(r) เท่ากับ 0.61** และ 0.40* ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนหัวมันสำปะหลังจะส่งเสริมการสร้างผลผลิตหัวมันสำปะหลังมากกว่าธาตุอาหารพืชตัวอื่นทั้งนี้เนื่องจากให้สหสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตรวมทั้งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้มีค่าสูงที่สุด และให้สหสัมพันธ์กำหนด (r^2) เท่ากับ 0.37 (Figure 2)

Table 4 Correlation coefficients (r) between plant nutrient concentration in cassava plant part and cassava yield and starch content

Plant nutrient concentration	Yield (t/rai)	Starch content (%)	Plant nutrient concentration	Yield (t/rai)	Starch content (%)
Tuber			Above ground biomass		
N (g/kg)	0.14	-0.33	N (g/kg)	0.24	-0.18
P (g/kg)	0.28	-0.08	P (g/kg)	0.31	-0.30
K (g/kg)	0.61**	-0.29	K (g/kg)	0.36	-0.28
Ca (g/kg)	0.25	-0.25	Ca (g/kg)	-0.06	-0.07
Mg (g/kg)	0.03	-0.25	Mg (g/kg)	-0.26	-0.08
Zn (mg/kg)	0.06	-0.03	Zn (mg/kg)	-0.21	-0.08
Fe (mg/kg)	-0.08	-0.21	Fe (mg/kg)	0.10	-0.05
Cu (mg/kg)	-0.14	-0.12	Cu (mg/kg)	-0.11	-0.13
Mn (mg/kg)	0.31	-0.16	Mn (mg/kg)	0.400*	-0.34

*,** = correlation are significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively

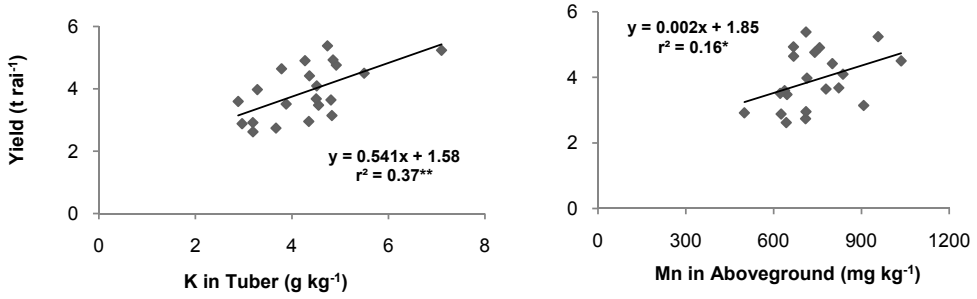


Figure 2 Linear relationship between plant nutrient concentrations in cassava plant part and yield

ค่าใช้จ่ายและผลกำไรสุทธิที่ได้รับ

เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนและกำไร โดยพิจารณาจากราคาขายหัวมันสำปะหลังสดที่มีร้อยละการสะสมแป้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 25 ราคากิโลกรัมละ 2.5 บาท และต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ในแต่ละตำรับการทดลองซึ่งได้มาจากการผสมของปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยมีราคาต่อหน่วยเท่ากับ 600, 980 และ 900 บาท/กระสอบ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีทั้ง 6 ตำรับการทดลองสามารถให้กำไรสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีโดยให้กำไรสุทธิอยู่ในพิสัย 6,270-10,797 บาท/ไร่ เปรียบเทียบกับ 6,625 บาท/ไร่ การใส่ปุ๋ยเรโช 3:1:3 ที่ใส่ในอัตรา 12-4-12 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่ จะให้กำไรสุทธิสูงที่สุดเท่ากับ 10,797 บาท แต่เมื่อใช้เรโชดังกล่าว แต่เพิ่มปริมาณปุ๋ยเป็นสองเท่า (24-8-24 กก. $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่) กลับส่งผลให้ได้กำไรสุทธิเท่ากับ 6,270 บาท/ไร่ ซึ่งต่ำกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

ผลของอัตราปุ๋ยเคมีต่อสมบัติของดิน

ผลของการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของชั้นดินบนโดยทำการวิเคราะห์หลังจากปลูกมันสำปะหลังไป 1 ฤดูกาล พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีไม่มีผลต่อพีเอชของดินชั้นบนทางสถิติ (Table 6) ดินยังคงเป็นกรดรุนแรงมากโดยมีพีเอชอยู่ในพิสัย 4.0-4.6 ทั้งนี้เนื่องจาก ดินมีเนื้อค่อนข้างหยาบโดยมีเนื้อดินบนเป็นดินทรายร่วนประกอบกับปริมาณอินทรียวัตถุของดินและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินต่ำ การระบายน้ำดี จึงส่งผลให้ปุ๋ยที่ใส่เพิ่มเติมและแคตไอออนที่เป็นเบสถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย (Brady and Weil, 2008) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยในอัตราตามตำรับการทดลอง อาจน้อยเกินไปจึงทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชไม่ชัดเจน

Table 5 Cost and profit of cassava production as affected by different fertilizer grades

Treatment	Yield (t/rai)	Selling price[1] (Baht/rai)	Fertilizer grade kg N-P_2O_5-K_2O/rai	Fertilizer prices[2] (-------Baht/rai--------)	Profit
T1	2.65	6,625	0-0-0	0	6,625
T2	4.31	10,775	8-8-8	707	10,068
T3	4.01	10,025	8-4-8	579	9,446
T4	4.64	11,600	12-4-12	803	10,797
T5	3.54	8,850	16-16-16	1417	7,433
T6	3.76	9,400	16-8-16	1162	8,238
T7	3.15	7,875	24-8-24	1605	6,270

[1] 2.5 Baht/kg is the cassava root (starch content higher than 25%) buying price in Dan Khun Thoddistrict Nakhon Ratchasima province. [2]Market price per bag of urea is 600 Baht, DAP is 980 Baht and KCl is 900 Baht

Table 6 Effect of chemical fertilizer rates on pH, total nitrogen, available P and available K in Yasothon soil series.

Fertilizer rate (kg N-P_2O_5-K_2O/rai)	Soil pH (1:1 H_2O)	Total N (g/kg)	Available P (---------- mg/kg ----------)	Available K
0-0-0	4.3	0.54 b	34.4bc	9.70 d
8-8-8	4.2	0.44 c	57.5 bc	39.3 a
8-4-8	4.0	0.57 ab	96.5 a	20.9 b
12-4-12	4.1	0.60 ab	46.8 bc	43.7 a
16-16-16	4.2	0.47 c	72.1 ab	18.7 b
16-8-16	4.6	0.62 a	32.0 c	11.3 cd
24-8-24	4.3	0.46 c	48.7bc	16.1 bc
F-test	ns	**	*	**
%CV	4.4	6.0	16.7	9.4

ns = non-significant, *,** significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively. Means with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT.

การใส่ปุ๋ยเคมีต่างสูตรส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารหลักในดินให้มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ จะให้ไนโตรเจนรวมสูงที่สุดเท่ากับ 0.62 ก./กก. ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา 8-8-8, 16-16-16 หรือ 24-8-24 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ไนโตรเจนรวมต่ำที่สุดไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.44-0.47ก./กก. ซึ่งมีค่าต่ำกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยอัตรา 8-8-8 และ 12-4-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ส่งผลให้โพแทสเซียมในดินสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยอัตรา 8-4-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ส่งผลให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลงเหลือในดินสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 96.5 มก./กก. โดยภาพรวมกลับพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมในอัตราต่ำ จะทำให้มีไนโตรเจนและโพแทสเซียมหลงเหลือในดินสูงกว่าการใส่ในอัตราสูง ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่า การใส่ปุ๋ยในอัตราสูงจะทำให้มีไนโตรเจนและโพแทสเซียมบางส่วนที่เหลือจากการดูดใช้โดยพืชหลงเหลือในดิน อย่างไรก็ตาม ดินที่ทำการศึกษาครั้งนี้มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ประกอบกับเนื้อดินค่อนข้างหยาบ ระบายน้ำดี ไนโตรเจนและโพแทสเซียมจึงเกิดการสูญหายไปจากหน้าตัดดินโดยกระบวนการชะละลายได้ง่าย (Brady and Weil, 2008) นอกจากนี้โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่พืชดูดใช้อย่างเหลือเฟือโดยที่ไม่แสดงอาการเป็นพิษ ดังนั้นเมื่อใส่ในอัตราสูงจะส่งเสริมการดูดกินของพืช จึงทำให้ปริมาณที่หลงเหลือในดินน้อย อย่างไรก็ตาม ถึงแม้จะมีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกัน ปริมาณไนโตรเจนรวมและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่หลงเหลือในดินอยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.28-0.62 ก./กก. และ 7.47-43.7มก./กก. ตามลำดับ

สรุป

มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่ปลูกดินยโสธร (Typic Paleustult) ตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีต่างสูตรทางด้านผลผลิตและชีวมวลเหนือดินอย่างชัดเจน โดยการใส่ปุ๋ยเจโช 3:1:3 อัตรา 12-4-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีความเหมาะสมที่สุดที่ควรแนะนำให้ใช้สำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในดินนี้ เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดและผลผลิตแป้ง รวมทั้งให้ผลตอบแทนทางด้านกำไรสุทธิสูงที่สุด มีเพียงความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนหัวมันสำปะหลัง และแมงกานีสในส่วนเหนือดินที่มีสหสัมพันธ์เชิงเส้นกับผลผลิตมันสำปะหลัง ความเข้มข้นและการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังแปรปรวนเมื่อได้รับปุ๋ยเคมีต่างสูตร อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยเคมีส่งเสริมการสะสมและการดูดใช้ของธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี แต่การใส่ปุ๋ยในสัดส่วนที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารพืชกลับลดลงโดยเฉพาะในกรณีของธาตุอาหารหลักการใส่ปุ๋ยเคมีต่างสูตรส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลงเหลือในดินสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

คำขอบคุณ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และขอขอบคุณ คุณปรีชา เพชรประไพ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และดูแลแปลงทดลองเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. เอกสารวิชาการลำดับที่ 7/2547. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เจียมใจ ศรชัยยืน, กิตตินันท์ วรอนุวัฒนกุล และชวลิศ นวลโคกสูง. 2547. เขตการใช้ที่ดินพืชเศรษฐกิจมันสำปะหลังรายพันธุ์. เอกสารวิชาการเลขที่ 07/09/47. ส่วนวางแผนการใช้ที่ดินที่ 1 สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชาญ ถิรพร และ โชติ สิทธิบุศย์. 2537. ดินและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพกับมันสำปะหลัง, น.128-141. ใน: เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ระยอง.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. คณะพืชศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก, พิษณุโลก.

มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2552. ดินสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง. แหล่งที่มา: http://goo.gl/KOvdKW. ค้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2558.

สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย. 2555.การสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลัง. แหล่งที่มา: http://goo.gl/36De3E. ค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2558.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554. แหล่งที่มา: http://goo.gl/zzqaoP. ค้นเมื่อ 19 เมษายน 2558.

Anusontpornperm, S., S. Nortcliff, and I. Kheoruenromne. 2005. Hardpan formation of some coarse- textured upland soils in Thailand. Paper Presented at Management of Tropical Sandy Soils from Sustainable Agriculture, November 27-December 2, 2005. Khon Kaen, Thailand.

Brady N.C., and R.R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. 14 ed. Pearson-Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Didier, P., and A. Mabrouk El-Sharkawy. 1993. Cassava varietal response to phosphorus fertilization. I. Yield, biomass and gas exchange. Field Crops Research. 35: 1-11.

Howeler R.H., D.G. Edwards, and C.J. Asher. 1982. Micronutrient deficiencies and toxicities of cassava plants grown in nutrient solution: I. Critical tissue concentrations. J. Plant Nutri. 5: 1059-1076.

Johnson, C.M. and A. Ulrich. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. Calif. Agri. Exp. Stat. Bull. 767: 25-78.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand. Dept. of Land Development, Ministry of Agri. and Coop., Bangkok.

Murphy, J., and J.P. Riley. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27: 31-36.

National Root Crops Research Institute. 1990. NRCRI Annual Report 1991.NRCRI, Umudike, Nigeria.

National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Conservation Service, USDA.