



ผลตกค้างของมูลไก่แกลบและการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยธาตุอาหารหลักของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินวาริน

Residual Effect of Chicken Manure and Response to Rate of Major Plant Nutrient Fertilizer by Cassava Planted in Warin Soil Series

มุกทิพ ศิลปโอาหาร สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม* ศุภิมา ธนะจิตต์ เอิบ เขียวรัตน์รมณ์ และมัทฉิมา พันธุ์เอี่ยม
Mukthip Sinlapa-Olan, Somchai Anusontpornperm*, Suphicha Thanachit, Irb Kheoruenromne
and Mutchima Phun-iam

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding author, e-mail: somchai.a@ku.ac.th

(Received: Jul 25, 2023; Revised: Mar 12, 2024; Accepted: Mar 14, 2024)

บทคัดย่อ

ปัญหาดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณต่ำ จึงได้ดำเนินการทดสอบผลตกค้างของมูลไก่แกลบที่ใส่ก่อนการปลูกมันสำปะหลัง 2 ปี และการตอบสนองด้านองค์ประกอบผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ในชุดดินวารินบริเวณแปลงเกษตรกร จ.นครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ แปลงหลักประกอบด้วยการใช้มูลไก่แกลบอัตรา 0, 3.125, 6.25 และ 12.5 ตัน/เฮกตาร์ และแปลงรองเป็นปุ๋ยเคมีจำนวน 10 อัตรา พบว่า การใช้มูลไก่แกลบไม่ส่งผลตกค้างชัดเจนต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของมันสำปะหลัง แต่มันสำปะหลังตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยมันสำปะหลังให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และผลผลิตแป้งสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแปลงที่ไม่มีการใส่มูลไก่แกลบก่อนหน้าแต่ได้รับปุ๋ยเคมีในอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ การลดปุ๋ยฟอสฟอรัสส่งผลชัดเจนต่อการลดลงของผลผลิต โดยต่ำรับ การทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสได้ผลผลิตมันสำปะหลังต่ำใกล้เคียงกับการไม่ใส่ปุ๋ยธาตุอาหารหลัก มันสำปะหลังมีการดูดใช้โพแทสเซียมสูงสุด รองลงมาคือไนโตรเจน ส่วนฟอสฟอรัสถูกดูดใช้น้อยที่สุด โดยมันสำปะหลังมีการดูดใช้ธาตุอาหารหลักในส่วนหัวมากที่สุด รองลงมาคือ กิ่งก้านใบ ลำต้น และเหง้าตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การใช้มูลไก่แกลบในดินทรายควรใส่ในต่อเนื่องทุกปีในอัตราที่เหมาะสมร่วมกับการจัดการปุ๋ยธาตุอาหารหลักเพื่อรักษาปริมาณผลผลิตของมันสำปะหลังให้อยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารหลักอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ยังคงเป็นอัตราที่เหมาะสมที่สุดหากไม่มีการใส่มูลไก่แกลบเพื่อปรับปรุงดิน

คำสำคัญ : ปุ๋ยเคมี มูลไก่แกลบ ดินทราย มันสำปะหลัง

Abstract

Soil fertility degradation results in low yield of cassava in the northeast. Therefore, an investigation of the residual effect of chicken manure previously applied 2-year before planting cassava and the yield components and nutrient uptake response to the rate of NPK chemical fertilizer by cassava, Huay Bong 80 variety planted in Warin soil series was carried out in a farmer field, Nakhon Ratchasima province. The experimental design was arranged in a split plot with four replications. The main plot comprised the application of chicken manure at the rate of 0, 3.125, 6.25 and 12.5 t/ha with 10 rates of NPK fertilizer being compared in the subplot. Results showed that chicken manure addition had no clear impact on yield components and NPK uptakes of cassava, but cassava clearly responded to differing NPK rates. Cassava produced the significantly highest fresh tuber yield and starch yield in non-amended plot added with 100:50:100 N:P₂O₅:K₂O/ha. Decreased P fertilizer resulted in a clear reduction of cassava yields with zero P giving the yields of almost as low as no NPK fertilization. Cassava took up K in the

highest amount followed by N whereas P was taken up in much smaller amount than K and N. Cassava took up the greatest NPK quantities in tuber followed by in leaf and branch, stem, and stem base, respectively. The results demonstrated that the application of chicken manure at a proper rate in a sandy soil should be implemented annually combining with NPK fertilization to maintain cassava yield at a satisfactory level while the use of 100:50:100 N:P₂O₅:K₂O/ha should still be recommended in the case of no addition of chicken manure.

Keywords: Major plant nutrient chemical fertilizer, Chicken manure, Sandy soil, Cassava

บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* L. Crantz) มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยและประเทศอื่นในเขตร้อน โดยมีผู้ปลูกอยู่ทั่วโลกประมาณ 800 ล้านคน (Howeler *et al.*, 2013) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด รองลงมาคือ ตูวาลู และประเทศไทยตามลำดับ ในประเทศไทยพบปลูกมากที่สุดในดินอันดามัน อัลติซอล และรองลงมาคืออันดามันอัลติซอล โดยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกมันสำปะหลังในชุดดินหลัก ๆ ได้แก่ ชุดดินยโสธร วาริน สติง และโคราช ซึ่งดินเหล่านี้มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และพบปัญหาด้านสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน (Boonrawd *et al.*, 2021) ส่งผลให้ผลผลิตเฉลี่ยในปี 2023 คาดว่ามีค่าเพียง 21.00 ตัน/เฮกตาร์ (OAE, 2023)

มูลไก่กลายเป็นปุ๋ยคอกที่มีสมบัติดีเลิศ ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชซึ่งปริมาณจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอาหารที่ให้สัตว์ปศุสัตว์ รวมทั้งปริมาณความชื้น และอายุของสัตว์ การศึกษาในระยะสั้นพบว่าพบว่าการใช้เปลือกดินมันสำปะหลังผสมกับมูลไก่และกากแป้งมันสำปะหลังผสมกับมูลไก่แบบอย่างละ 6.25 ตัน/เฮกตาร์ ช่วยเพิ่มผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และร้อยละการสะสมแป้งอย่างชัดเจน และช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์แก่ดินได้ (Nilnorie *et al.*, 2016) การทดลองในชุดดินยโสธร พบว่าการใส่มูลไก่แบบในอัตรา 3.125 ตัน/เฮกตาร์ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 22.44 ตัน/เฮกตาร์ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่มูลไก่แบบอย่างมีนัยสำคัญ และการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับมูลไก่แบบอย่างมีผลทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สะสมในดินที่ความลึก 0-40 เซนติเมตรและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรเหลือสะสมอยู่ในดินช่วงการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังมากกว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (Thanimmarn *et al.*, 2014) ส่วนการทดลองในดินทรายจัด (Ustic Quartzipsamment) การใส่ในอัตรา 3.125-12.5 ตัน/เฮกตาร์ทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ รวมถึงแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่มูลไก่แบบในอัตรา 6.25 และ 12.5 ตัน/เฮกตาร์ (Chaem-ngern *et al.*, 2020) นอกจากนี้ การศึกษาในดินอันดามันอัลติซอลในจังหวัดบุรีรัมย์พบว่า การใส่มูลสัตว์ปีกอัตรา 10 ตันต่อเฮกตาร์ส่งผลทำให้ดินหลังเก็บเกี่ยวมีความหนาแน่นรวมลดลง ช่วยเพิ่มความพรุนรวมของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แมกนีเซียม แคลเซียม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Adeleye *et al.*, 2010)

คำแนะนำปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังในประเทศไทย โดยเฉพาะมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเนื้อหยาบที่ดอนอันดามัน อัลติซอล (Sittibusaya, 1996) หากดินมีอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 6.5 กรัม/กิโลกรัม, 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับให้ใส่ปุ๋ยธาตุอาหารหลักในอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ หากมีค่าสูงค่าดังกล่าวให้ใส่ปุ๋ยในอัตรา 50:25:50 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกษตรกรมักมีการสลับมันสำปะหลังกับการปลูกอ้อยในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งการปลูกอ้อยมักจะมีการใส่ปุ๋ยเคมีสูงกว่ามันสำปะหลัง รวมถึงมีการไถกลบเศษใบและรากอ้อยหากมีการเปลี่ยนพืชปลูก การศึกษานี้จึงดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลตกค้างของมูลไก่แบบที่ใช้ปรับปรุงดินในแปลงปลูกอ้อย 2 ฤดูปลูกก่อนที่จะเปลี่ยนมาเป็นการปลูกมันสำปะหลังและผลของอัตราปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง ผลการศึกษาน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อยก่อนหน้าและมีการใส่มูลไก่แบบเพื่อปรับปรุงดิน เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการทดลองภาคสนามในแปลงเกษตรกร ผลการศึกษานี้จึงน่าจะใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้ด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

แปลงทดลอง

ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 1 ปีในแปลงเกษตรกร บ้านซับพลูน้อย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา (15°10'58.33"N 101°27'13.54"E) ดินตัวแทนพื้นที่ทดลอง คือ ชุดดินวาริน (Sandy, siliceous, isohyperthermic; Typic Paleustults) สมบัติดินบน (0–30 ซม.) และดินล่าง (30–60 ซม.) ก่อนเริ่มดำเนินการทดลองย่อย 2 ถูปลูกก่อนที่จะทำการทดลองปลูกมันสำปะหลัง พบว่า ดินเป็นกรดเล็กน้อยในดินบน (pH 6.3) และเป็นกรดจัดในดินล่าง (pH 5.3) ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก และมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินต่ำมากส่งผลให้ดินมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ ปริมาณไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากเช่นกัน (ตารางที่ 1) สำหรับมูลไก่เกลบที่ใช้ในการทดลองมีพีเอชเป็นด่างปานกลาง (pH 7.9) มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เท่ากับ 283 กรัม/กิโลกรัม และประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหารในระดับที่ค่อนข้างสูง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 สมบัติของดินก่อนการดำเนินงานทดลองในปีแรก

Property	Topsoil (0–30 cm)	Subsoil (30–60 cm)
Texture ¹	Loamy sand	Loamy sand
pH _w ² (1:1 H ₂ O)	6.3	5.3
Organic matter ³ (g/kg)	10.6	9.4
Cation exchange capacity ⁴ (cmol _c /kg)	7.0	4.3
Total N ⁵ (g/kg)	1.26	2.10
Available P ⁶ (mg/kg)	2.57	8.69
Available K ⁷ (mg/kg)	2.14	18.16
Extractable Ca ⁷ (cmol _c /kg)	1.62	1.41
Extractable Mg ⁷ (cmol _c /kg)	0.32	0.27
Extractable K ⁷ (cmol _c /kg)	0.005	0.05
Extractable Na ⁷ (cmol _c /kg)	0.23	0.05

¹Texture measured by pipette method; ²pH (1 : 1 H₂O) analyzed by pH meter; ³organic matter estimated by Walkley and Black titration; ⁴cation exchange capacity measured by saturating the exchange site and displacing by 1 M NH₄OAc at pH 7.0; ⁵total nitrogen measured by Kjeldahl method; ⁶available phosphorus analyzed by Bray II extraction; ⁷available potassium, extractable calcium, magnesium, potassium and extractable magnesium extracted with 1 M NH₄OAc at pH 7.0 and analyzed by atomic absorption spectrometry (AAS).

ตารางที่ 2 สมบัติของมูลไก่เกลบที่ใช้ในการทดลอง

Property	Chicken manure	Property	Chicken manure
pH ¹ (H ₂ O 1:5)	7.90	Total Ca ⁷ (g/kg)	17.0
Cation exchange capacity, CEC ² (cmol _c /kg)	51.0	Total Mg ⁷ (g/kg)	6.20
EC: 1:5 ³ (dS/m)	8.60	Total Fe ⁸ (mg/kg)	894
Organic carbon, OC ⁴ (g/kg)	283	Total Zn ⁸ (mg/kg)	418
Total N ⁵ (g/kg)	17.2	Total Mn ⁸ (mg/kg)	641
Total P ⁶ (g/kg)	12.2	Total Cu ⁸ (mg/kg)	43.0
Total K ⁷ (g/kg)	18.1		

¹pH = 1:5 H₂O analyzed by pH meter; ²CEC = Saturating the exchange site and displacing by 1M NH₄OAc at pH 7.0; ³Electrical conductivity = saturation extract; ⁴OC = Walkley and Black titration; ⁵Total N = Kjeldahl method; ⁶Total P = Vanado-molybdeum method and measured using AAS; ⁷Total K, Ca, Mg = Digestion in acid mixture (HNO₃-Se-HClO₄) and analyzed by AAS; ⁸Total Fe, Mn, Zn, Cu = Digestion in acid mixture (HNO₃-HClO₄) and analyzed by AAS.

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ แปลงหลัก (Main plot) ประกอบด้วย ไม่ใส่มูลไก่แกลบ (CM_0) ใส่มูลไก่แกลบอัตรา 3.125 (CM_1), 6.25 (CM_2) และ 12.5 (CM_3) ตัน/เฮกตาร์ แปลงรอง (Subplot) ประกอบด้วย ปุ๋ยเคมี 10 อัตรา คือ $F_0 = 0:0:0$, $F_1 = 100:0:100$, $F_2 = 100:25:100$, $F_3 = 100:50:100$, $F_4 = 100:0:75$, $F_5 = 100:25:75$, $F_6 = 100:50:75$, $F_7 = 75:0:100$, $F_8 = 75:25:100$ และ $F_9 = 75:50:100$ กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์

การจัดการแปลงทดลอง เริ่มจากการเตรียมดินโดยการไถเปิดดินด้วยไถงานผล 3 โดยใช้จานไถขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 นิ้ว ไถที่ระดับความลึก 40-45 เซนติเมตร (Deep tillage) ทั้งพื้นที่ไว้ 2 สัปดาห์แล้วจึงไถพรวนดินด้วยไถงานผล 7 จากนั้นทำการยกร่องที่มีระยะระหว่างร่องเท่ากับ 120 เซนติเมตร ทำการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 บนสันร่อง โดยมีระยะปลูกระหว่างต้นเท่ากับ 80 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยเคมีตามตำรับการทดลองเมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 2 เดือน โดยชุดหลุม ใส่แล้วกลบบนสันร่องตรงกึ่งกลางระหว่างต้นมันสำปะหลัง ปุ๋ยเคมีที่ใช้ประกอบด้วยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) การกำจัดวัชพืชดำเนินการโดยใช้แรงงานคนร่วมกับการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชตามความรุนแรงของการระบาด สำหรับมูลไก่แกลบได้ใส่ลงในดินตามตำรับการทดลองในการทดลองอ้อยก่อนหน้า โดยทำการหว่านมูลไก่แกลบอัตราต่าง ๆ ตามตำรับการทดลองก่อนการไถกลบด้วยไถงานผล 3 ทั้งไว้ 2 สัปดาห์ก่อนไถพรวนดินและปลูกอ้อย การทดลองนี้เป็นปีที่ 3 ต่อจากการทดลองอ้อยปลูก และอ้อยต่อ 1

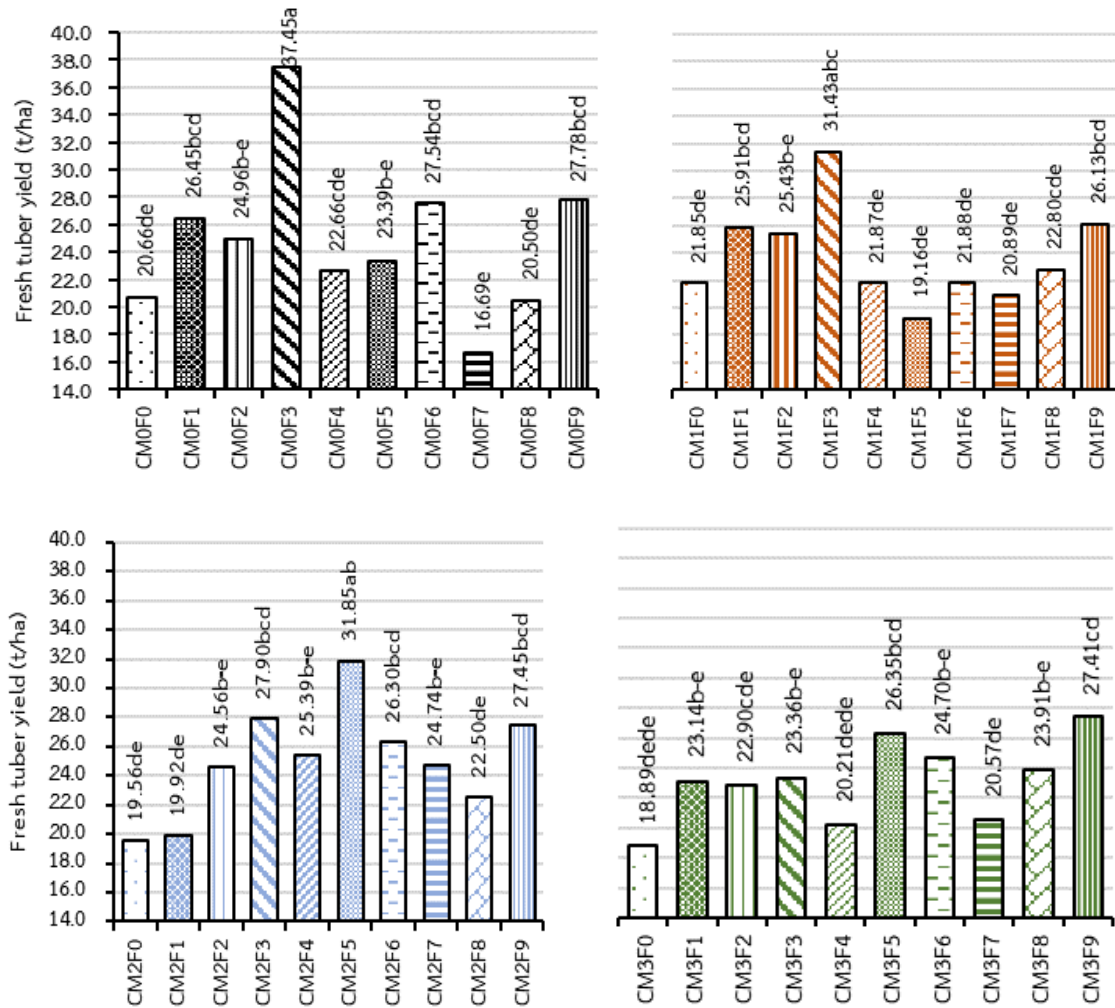
การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

เก็บเกี่ยวผลผลิตและเก็บข้อมูลองค์ประกอบพืชเมื่อมันสำปะหลังอายุ 10 เดือน โดยในแต่ละแปลงรองทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจำนวน 9 ต้น รายละเอียดประกอบด้วยผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด ร้อยละการสะสมแป้งวัดโดยใช้เครื่อง Riemann scale balance (Bainbridge *et al.*, 1996) ผลผลิตแป้งซึ่งคำนวณจากน้ำหนักสดคูณด้วยร้อยละการสะสมแป้ง และชีวมวลส่วนเหนือดินซึ่งเป็นน้ำหนักสดรวมของส่วนเหนือดินที่ประกอบด้วยหัว เหง้า ลำต้น และกิ่งก้านใบ ทำการเก็บตัวอย่างพืชแบบแยกส่วนประกอบด้วยหัว เหง้า ลำต้น และกิ่งก้านใบเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช ประกอบด้วย ไนโตรเจนทั้งหมดโดยการย่อยในกรดรวม $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ แล้ววัดปริมาณโดยวิธี Kjeldahl แล้วนำไปกลั่น ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมดโดยการย่อยในกรดรวม $HNO_3-Se-HClO_4$ ก่อนวัดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยทำให้เกิดสีด้วยวิธี Vanado-molybdeyellow และวัดปริมาณโดยเครื่อง Spectrophotometer ส่วนโพแทสเซียมทั้งหมดวัดปริมาณโดยใช้เครื่อง Atomic adsorption spectrophotometer สำหรับความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชจะนำไปใช้เพื่อการคำนวณปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร โดยคำนวณจากความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชกับน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังข้างต้นซึ่งคิดปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารต่าง ๆ ต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์ ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม SPSS และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตำรับการทดลองแบบเป็นกลุ่มโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

ผลตกค้างของมูลไก่แกลบ และปุ๋ยเคมีต่อมันสำปะหลัง

การใส่มูลไก่แกลบทุกอัตราก่อนการปลูกอ้อย (2 ปีก่อนหน้าที่จะทำการปลูกมันสำปะหลัง) ไม่ส่งผลตกค้างชัดเจน ทำให้ได้ผลผลิตมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ โดยผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดจากทุกตำรับการทดลองในแปลงหลักมีค่าอยู่ในพิสัย 23.14-25.05 ตัน/เฮกตาร์ อย่างไรก็ตาม มันสำปะหลังตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยเคมีแตกต่างกัน แต่เนื่องจากการศึกษานี้พบอิทธิพลร่วมระหว่างผลตกค้างของมูลไก่แกลบกับปุ๋ยเคมี จึงนำเสนอเฉพาะอิทธิพลร่วม ซึ่งผลการศึกษามีดังนี้ ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 37.45 ตัน/เฮกตาร์ในแปลงที่ไม่มีการใส่มูลไก่แกลบก่อนหน้า แต่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (CM_0F_3) รองลงมาคือการใส่มูลไก่แกลบอัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 100:25:75 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (CM_2F_5) ที่ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเท่ากับ 31.85 ตัน/เฮกตาร์ (ภาพที่ 1) และการใส่มูลไก่แกลบอัตรา 3.125 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (CM_1F_3) ทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเท่ากับ 31.43 ตัน/เฮกตาร์ โดยเป็นที่น่าสนใจเกวามันสำปะหลังให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำมากในพิสัย 18.89-21.85 ตัน/เฮกตาร์เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี (F_0) เช่นเดียวกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสโดยเฉพาะในแปลงที่ไม่ได้ใส่มูลไก่แกลบก่อนหน้า (CM_0F_7) ที่ได้ผลผลิตส่วนนี้เพียง 16.69 ตัน/เฮกตาร์



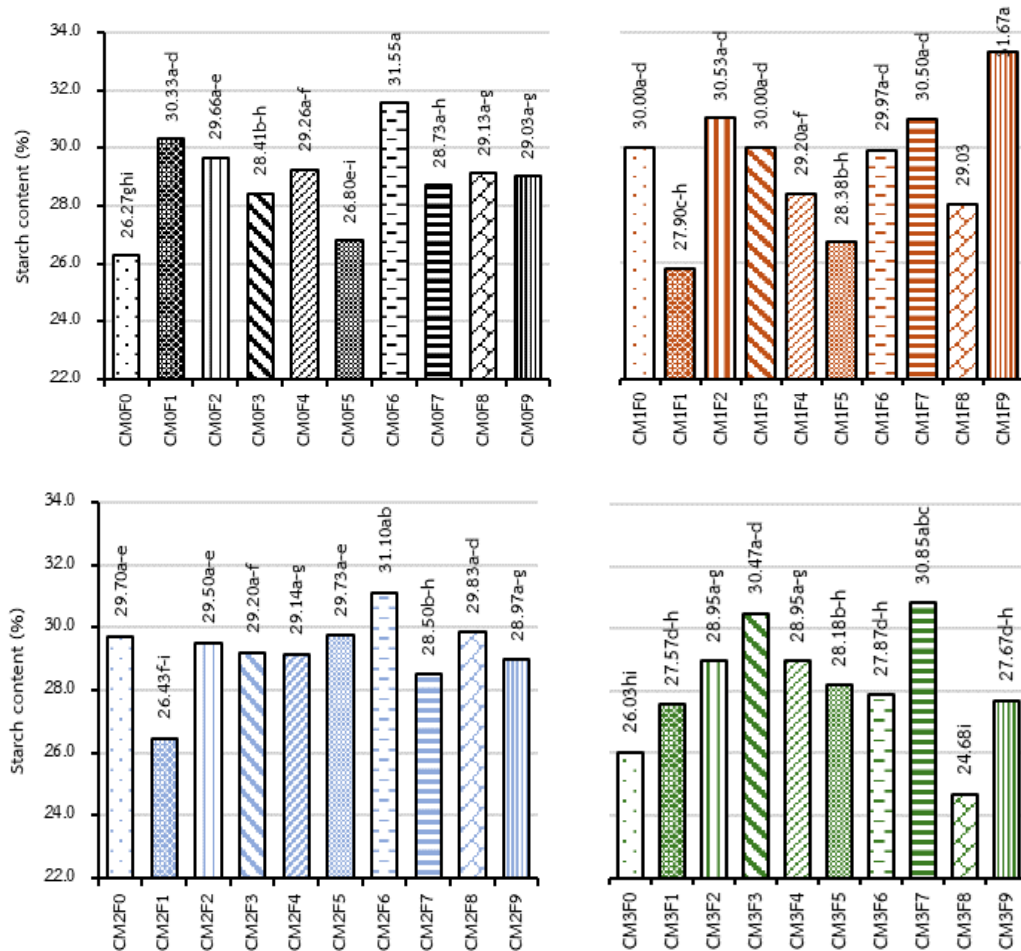
CM = chicken manure; CM0 = 0 t/ha; CM1 = 3.125 t/ha; CM2 = 6.25 t/ha; CM3 = 12.5 t/ha.

F = Chemical fertilizer; Of N:P₂O₅:K₂O, F0 = 0:0:0 kg/ha; F1 = 100:0:100 kg/ha; F2 = 100:25:100 kg/ha; F3 = 100:50:100 kg/ha; F4 = 100:0:75 kg/ha; F5 = 100:25:75 kg/ha; F6 = 100:50:75 kg/ha; F7 = 75:0:100 kg/ha; F8 = 75:25:100 kg/ha; F9 = 75:50:100 kg/ha.

Different lowercase letters on bars are significantly ($p \leq 0.05$) different.

ภาพที่ 1 อิทธิพลร่วมระหว่างผลตกค้างของมูลไก่เกลบ และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด

ร้อยละการสะสมแบ่งพบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างผลตกค้างของมูลไก่เกลบกับปุ๋ยเคมีส่งผลทำให้ร้อยละการสะสมแบ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์ชัดเจนกับตำรับการทดลอง โดยค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้จากตำรับการทดลองที่มีการใส่มูลไก่เกลบอัตรา 3.125 ตัน/เฮกตาร์ก่อนหน้าร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 75:50:100 N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM1F9) ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 31.67 (ภาพที่ 2) ซึ่งค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับตำรับการทดลองที่ไม่มีการใส่มูลไก่เกลบก่อนหน้าแต่มีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 100:50:75 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM0F6) ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 31.55 ตำรับการทดลองที่มีการใส่มูลไก่เกลบก่อนหน้าในอัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:75 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM2F6) ที่ให้ร้อยละการสะสมแบ่งเท่ากับร้อยละ 31.10 และการใส่มูลไก่เกลบก่อนหน้าอัตรา 12.5 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 75:0:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM3F7) ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 30.85



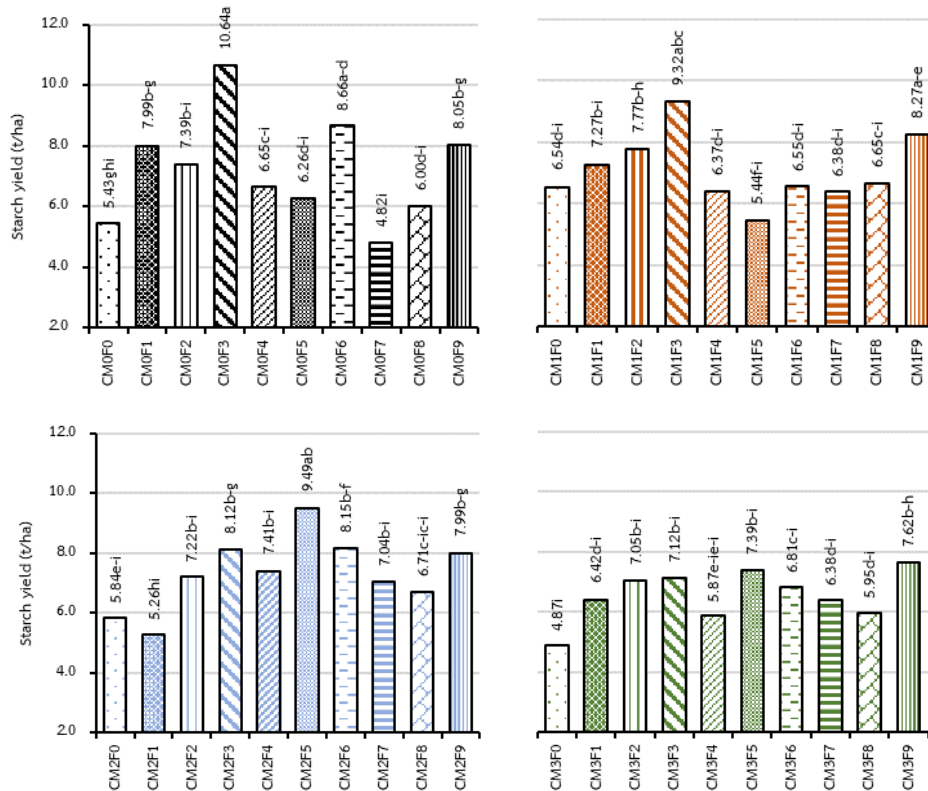
CM = chicken manure; CM0 = 0 t/ha; CM1 = 3.125 t/ha; CM2 = 6.25 t/ha; CM3 = 12.5 t/ha.

F = Chemical fertilizer; Of N:P₂O₅:K₂O, F0 = 0:0:0 kg/ha; F1 = 100:0:100 kg/ha; F2 = 100:25:100 kg/ha; F3 = 100:50:100 kg/ha; F4 = 100:0:75 kg/ha; F5 = 100:25:75 kg/ha; F6 = 100:50:75 kg/ha; F7 = 75:0:100 kg/ha; F8 = 75:25:100 kg/ha; F9 = 75:50:100 kg/ha.

Different lowercase letters on bars are significantly ($p \leq 0.05$) different.

ภาพที่ 2 อิทธิพลร่วมระหว่างผลตกค้างของมูลไก่เกลบ และปุ๋ยเคมีต่อร้อยละการสะสมแป้ง

ผลผลิตแป้งพบว่า แปลงที่ไม่มีการใส่มูลไก่เกลบก่อนหน้าแต่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM0F3) ได้ผลผลิตแป้งสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 10.64 ตัน/เฮกตาร์ รองลงมาคือ การใส่ มูลไก่เกลบอัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 100:25:75 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM2F5) และแปลงที่ไม่มีการใส่ มูลไก่เกลบแต่มีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM1F3) ที่ได้ผลผลิตส่วนนี้เท่ากับ 9.32 ตัน/เฮกตาร์ (ภาพที่ 3)



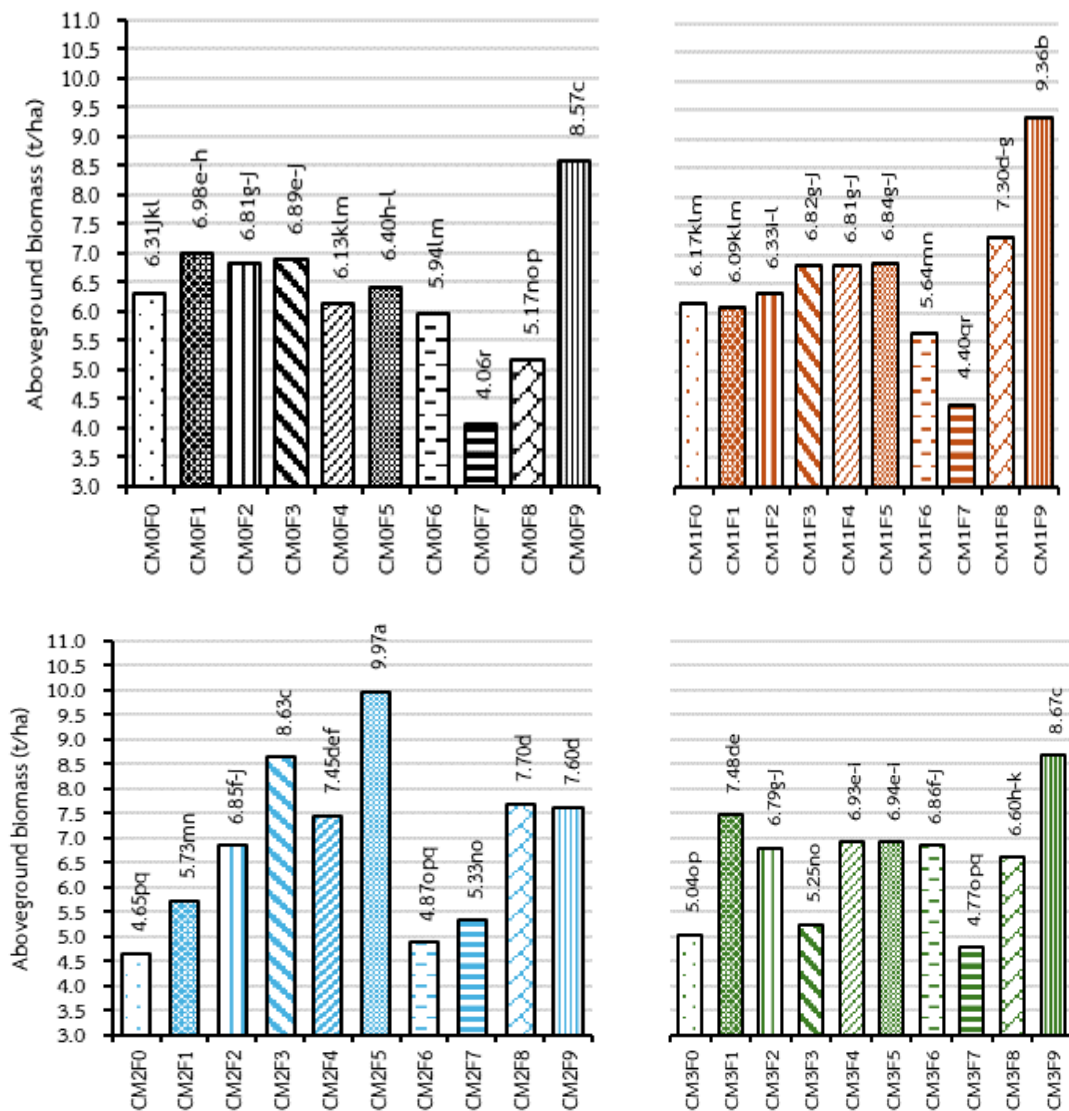
CM = chicken manure; CM0 = 0 t/ha; CM1 = 3.125 t/ha; CM2 = 6.25 t/ha; CM3 = 12.5 t/ha.

F = Chemical fertilizer; Of N:P₂O₅:K₂O, F0 = 0:0:0 kg/ha; F1 = 100:0:100 kg/ha; F2 = 100:25:100 kg/ha; F3 = 100:50:100 kg/ha; F4 = 100:0:75 kg/ha; F5 = 100:25:75 kg/ha; F6 = 100:50:75 kg/ha; F7 = 75:0:100 kg/ha; F8 = 75:25:100 kg/ha; F9 = 75:50:100 kg/ha.

Different lowercase letters on bars are significantly ($p \leq 0.05$) different.

ภาพที่ 3 อิทธิพลร่วมระหว่างผลตกค้างของมูลไก่เกลบ และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตแป้ง

ปริมาณชีวมวลส่วนเหนือดินพบว่า แปลงที่มีการใส่มูลไก่เกลบก่อนหน้าในอัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์และมีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:25:75 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM2F5) ได้ชีวมวลส่วนเหนือดินสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 9.97 ตัน/เฮกตาร์ รองลงมาคือ การใส่มูลไก่เกลบอัตรา 3.125 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 75:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM1F9) ที่ทำให้ได้ชีวมวลส่วนเหนือดินเท่ากับ 9.36 ตัน/เฮกตาร์ (ภาพที่ 4) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีดังกล่าวยังทำให้ได้ชีวมวลส่วนเหนือดินสูงรองลงมาในแปลงที่ไม่มีการใส่มูลไก่เกลบก่อนหน้า (CM0F9) และแปลงที่ใส่มูลไก่เกลบอัตรา 12.5 ตัน/เฮกตาร์ โดยมีปริมาณเท่ากับ 8.57 และ 8.67 ตัน/เฮกตาร์ตามลำดับเป็นที่น่าสังเกตว่า ในทุกแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 75:0:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ มันสำปะหลังมีการสร้างชีวมวลส่วนเหนือดินค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่น



CM = chicken manure; CM0 = 0 t/ha; CM1 = 3.125 t/ha; CM2 = 6.25 t/ha; CM3 = 12.5 t/ha.

F = Chemical fertilizer; Of N:P₂O₅:K₂O, F0 = 0:0:0 kg/ha; F1 = 100:0:100 kg/ha; F2 = 100:25:100 kg/ha; F3 = 100:50:100 kg/ha; F4 = 100:0:75 kg/ha; F5 = 100:25:75 kg/ha; F6 = 100:50:75 kg/ha; F7 = 75:0:100 kg/ha; F8 = 75:25:100 kg/ha; F9 = 75:50:100 kg/ha.

Different lowercase letters on bars are significantly ($p \leq 0.05$) different.

ภาพที่ 4 อิทธิพลร่วมระหว่างผลตกค้างของมูลไก่เกลบ และปุ๋ยเคมีต่อชีวมวลส่วนเหนือดิน

ผลตกค้างของมูลไก่เกลบ และปุ๋ยเคมีต่อการดูดใช้ธาตุอาหารหลักในมันสำปะหลัง ไนโตรเจน

มูลไก่เกลบส่งผลตกค้างเล็กน้อยต่อการดูดใช้ไนโตรเจนในเหง้า ลำต้น และกิ่งก้านใบ แต่ไม่ส่งผลชัดเจนต่อการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนในหัวมันสำปะหลังและการดูดใช้ทั้งหมดในมันสำปะหลัง โดยการใส่มูลไก่เกลบในอัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์ (CM2) ทำให้มีการดูดใช้ไนโตรเจนในเหง้า และลำต้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 8.55 และ 8.17 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ส่วนการใส่ในอัตรา 12.5 ตัน/เฮกตาร์ (CM3) ทำให้มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนสูงที่สุดในกิ่งก้านใบเท่ากับ 11.27 กิโลกรัม/เฮกตาร์ (ตารางที่ 3)

การใส่ปุ๋ยเคมีส่งผลต่อการดูดใช้ไนโตรเจนในมันสำปะหลัง โดยการใส่ในอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (F3) ส่งเสริมให้มีการดูดใช้ไนโตรเจนในหัวมันสำปะหลังสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 58.98 กิโลกรัม/เฮกตาร์

ส่วนการใส่ในอัตรา 100:25:75 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (F5) ทำให้มีการดูดใช้ในโตรเจนในเหง้าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 9.74 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ส่วนการใส่ในอัตรา 75:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (F9) ทำให้มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนในลำต้น กิ่งก้านใบ และการดูดใช้ทั้งหมดในมันสำปะหลังสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 9.79 13.33 และ 84.03 กิโลกรัม/เฮกตาร์ (ตารางที่ 1)

ผลตกค้างของมูลไก่แกลบ และปุ๋ยเคมียังมีอิทธิพลร่วมทำให้มีการดูดใช้ในโตรเจนในมันสำปะหลังแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ ในแปลงที่ไม่มีการใส่มูลไก่แกลบ (CM1F3) ทำให้มีการดูดใช้ในโตรเจนในหัวมันสำปะหลังสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 69.94 กิโลกรัม/เฮกตาร์แต่ไม่ต่างกันทางสถิติกับแปลงที่ไม่มีการใส่มูลไก่แกลบแต่ใส่ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารหลักในอัตราเดียวกัน (CM0F3) ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 69.41 กิโลกรัม/เฮกตาร์ การใส่มูลไก่แกลบก่อนหน้าในอัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM2F3) ส่งเสริมให้มีการดูดใช้ในโตรเจนในเหง้า และลำต้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 12.72 และ 11.29 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ ในแปลงที่มีการใส่มูลไก่แกลบอัตรา 12.5 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 100:0:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM3F1) และแปลงที่มีการใส่มูลไก่แกลบอัตรา 3.125 ตัน/เฮกตาร์และมีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 75:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM1F9) มันสำปะหลังมีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนในกิ่งก้านใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติไม่แตกต่างกันเท่ากับ 17.49 และ 16.89 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลตกค้างของมูลไก่แกลบ และปุ๋ยเคมีต่อการดูดใช้ในโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

	NPK chemical fertilizer										
CM	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Mean
Tuber (kg/ha)											
CM0	45.71 ^{b-e}	53.48 ^{bcd}	45.57 ^{b-e}	69.41 ^a	45.18 ^{b-e}	44.31 ^{b-e}	49.71 ^{bcd}	29.64 ^e	38.72 ^{de}	57.14 ^{abc}	47.89
CM1	48.65 ^{bcd}	53.26 ^{bcd}	52.15 ^{bcd}	69.94 ^a	41.26 ^{cde}	38.13 ^{de}	42.61 ^{cde}	40.78 ^{cde}	41.95 ^{cde}	47.77 ^{bcd}	47.65
CM2	40.44 ^{cde}	41.60 ^{cde}	51.32 ^{bcd}	50.82 ^{bcd}	46.79 ^{b-e}	61.06 ^{ab}	48.97 ^{bcd}	45.47 ^{b-e}	40.66 ^{cde}	49.79 ^{bcd}	47.69
CM3	35.90 ^{de}	45.04 ^{b-e}	43.69 ^{b-e}	45.75 ^{b-e}	43.26 ^{b-e}	53.78 ^{bcd}	50.74 ^{bcd}	40.18 ^{cde}	52.84 ^{bcd}	51.51 ^{bcd}	46.27
Mean	42.68 ^{CD}	48.35 ^{BC}	48.18 ^{BC}	58.98 ^A	44.12 ^{BCD}	49.32 ^{BC}	48.01 ^{BC}	39.02 ^D	43.54 ^{BCD}	51.56 ^B	
C.V. (%)	21.5										
Stem base (kg/ha)											
CM0	7.30 ^{k-n}	9.14 ^{fgh}	8.47 ^{hij}	9.34 ^{d-g}	7.23 ^{k-n}	9.39 ^{d-g}	7.20 ^{k-n}	7.13 ^{lmn}	6.54 ⁿ	10.15 ^{bcd}	8.19 ^B
CM1	7.33 ^{k-n}	6.56 ⁿ	10.03 ^{cde}	7.99 ^{kl}	9.62 ^{c-d}	7.78 ^{j-m}	6.75 ⁿ	4.61 ^p	8.25 ^{ij}	10.38 ^{bc}	7.93 ^C
CM2	4.80 ^{op}	7.40 ^{k-n}	10.84 ^b	12.72 ^a	8.90 ^{shi}	12.51 ^a	6.75 ⁿ	6.99 ^{lmn}	7.81 ^{kl}	6.74 ⁿ	8.55 ^A
CM3	7.19 ^{k-n}	9.09 ^{fgh}	5.42 ^o	6.95 ^{mn}	9.43 ^{d-g}	9.28 ^{efg}	9.84 ^{c-f}	9.10 ^{fgh}	5.48 ^o	10.13 ^{bcd}	8.19 ^B
Mean	6.66 ^F	8.05 ^D	8.69 ^C	9.25 ^B	8.80 ^C	9.74 ^A	7.64 ^E	6.96 ^F	7.02 ^F	9.35 ^B	
C.V. (%)	6.2										
Stem (kg/ha)											
CM0	7.41 ^{f-j}	8.17 ^{efg}	8.15 ^{efg}	7.86 ^{e-h}	6.41 ^{ijk}	6.18 ^{jkl}	6.73 ^{h-k}	3.91 ^m	5.60 ^{kl}	10.22 ^{abc}	7.06 ^C
CM1	6.92 ^{g-j}	6.70 ^{h-k}	6.94 ^{g-j}	7.70 ^{f-t}	8.36 ^{def}	10.05 ^{bc}	6.81 ^{h-k}	6.68 ^{h-k}	6.86 ^{hij}	9.39 ^{bcd}	7.64 ^B
CM2	5.16 ^l	6.81 ^{h-k}	6.98 ^{g-j}	11.29 ^a	7.95 ^{e-h}	10.41 ^{ab}	6.82 ^{h-k}	6.22 ^{jkl}	9.90 ^{bc}	10.21 ^{abc}	8.17 ^A
CM3	3.97 ^m	7.19 ^{f-j}	9.02 ^{cde}	7.32 ^{f-j}	7.61 ^{f-i}	7.43 ^{f-j}	7.47 ^{f-j}	3.98 ^m	7.77 ^{fgh}	9.34 ^{bcd}	7.11 ^C
Mean	5.87 ^E	7.22 ^{CD}	7.78 ^C	8.54 ^B	7.58 ^C	8.52 ^B	6.96 ^D	5.20 ^F	7.53 ^C	9.79 ^A	
C.V. (%)	10.0										
Leaf and branch (kg/ha)											
CM0	9.85 ^{hi}	9.98 ^{hi}	8.53 ^{i-l}	6.27 ^{n-q}	7.90 ^{j-m}	6.88 ^{m-p}	9.04 ^{ijk}	4.11 ^{rs}	8.54 ^{i-l}	11.30 ^{fgh}	7.06 ^C
CM1	8.51 ^{i-l}	9.44 ^{ij}	7.02 ^{l-o}	8.53 ^{i-l}	3.92 ^{rs}	6.36 ^{m-q}	5.10 ^{qr}	3.33 ^s	13.94 ^{bcd}	16.89 ^a	7.64 ^B
CM2	7.04 ^{l-o}	7.70 ^{k-n}	5.49 ^{o-r}	5.06 ^{q-r}	13.68 ^{cde}	15.31 ^b	5.06 ^{qr}	4.87 ^{qr}	11.34 ^{fgh}	12.70 ^{def}	8.17 ^A
CM3	11.06 ^{gh}	17.49 ^a	11.72 ^{fg}	5.20 ^{gr}	11.27 ^{fgh}	12.35 ^{efg}	11.43 ^{fgh}	5.34 ^{pqr}	14.43 ^{bc}	12.44 ^{d-g}	7.11 ^C
Mean	9.11 ^E	11.15 ^C	8.19 ^F	6.26 ^G	9.19 ^E	10.23 ^D	7.66 ^F	4.41 ^H	12.06 ^B	13.33 ^A	
C.V. (%)	10.9										

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	NPK chemical fertilizer										
CM	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Mean
Whole plant (kg/ha)											
CM0	70.28 ^{e-n}	80.77 ^{b-g}	70.72 ^{e-n}	92.87 ^{abc}	66.72 ^{e-n}	66.75 ^{e-n}	72.69 ^{d-n}	44.78 ^o	59.40 ^{j-o}	88.80 ^{a-d}	71.38
CM1	71.41 ^{d-n}	75.97 ^{c-l}	76.14 ^{c-k}	94.16 ^{ab}	63.16 ^{g-n}	62.32 ^{h-n}	61.28 ^{i-o}	55.41 ^{no}	71.00 ^{e-n}	84.43 ^{a-e}	71.53
CM2	57.44 ^{mno}	63.51 ^{g-n}	74.63 ^{d-m}	79.89 ^{b-h}	77.32 ^{b-j}	99.28 ^a	67.59 ^{e-n}	63.56 ^{g-n}	69.70 ^{e-n}	79.45 ^{b-h}	73.24
CM3	58.12 ^{l-o}	78.81 ^{b-i}	69.86 ^{e-n}	65.22 ^{f-n}	71.57 ^{d-n}	82.84 ^{a-f}	79.48 ^{b-h}	58.60 ^{k-o}	80.52 ^{b-g}	83.42 ^{a-e}	72.84
Mean	64.31 ^C	74.76 ^B	72.84 ^B	83.04 ^A	69.69 ^{BC}	77.80 ^{AB}	70.26 ^{BC}	55.59 ^D	70.16 ^{BC}	84.03 ^A	
C.V. (%)	14.3										

Means with different superscript capital letters indicate a significant difference of the main effect and different superscript lowercase letters indicate a significant difference of interactive effect according to Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

CM = chicken manure; CM0 = chicken manure 0 t/ha; CM1 = chicken manure 3.125 t/ha; CM2 = chicken manure 6.25 t/ha; CM3 = chicken manure 12.5 t/ha. F = chemical fertilizer; Of $N:P_2O_5:K_2O$, F0 = 0:0:0 kg/ha;

F1 = 100:0:100 kg/ha; F2 = 100:25:100 kg/ha; F3 = 100:50:100 kg/ha; F4 = 100:0:75 kg/ha; F5 = 100:25:75 kg/ha; F6 = 100:50:75 kg/ha; F7 = 75:0:100 kg/ha; F8 = 75:25:100 kg/ha; F9 = 75:50:100 kg/ha.

ฟอสฟอรัส

มูลไก่แกลบส่งผลตกค้างต่อการดูดใช้ฟอสฟอรัสในลำต้น และกิ่งก้านใบ แต่ไม่ส่งผลชัดเจนต่อการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน และการดูดใช้ในมันสำปะหลังทั้งหมด ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลองในกรณีของการดูดใช้ไนโตรเจนและเหง้าก็ตาม แต่ก็ไม่พบความสัมพันธ์กับปริมาณที่ใส่ อย่างไรก็ตาม การใส่ในอัตรา 3.125 ตัน/เฮกตาร์ (CM1) ทำให้มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในลำต้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 2.42 กิโลกรัม/เฮกตาร์ และการใส่ในอัตรา 12.5 ตัน/เฮกตาร์ (CM3) ทำให้มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในกิ่งก้านใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 2.09 กิโลกรัม/เฮกตาร์ (ตารางที่ 4)

ปุ๋ยเคมีส่งผลต่อการดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังแตกต่างกัน โดยการใส่ในอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (F3) ทำให้มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในหัวมันสำปะหลังสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 17.43 กิโลกรัม/เฮกตาร์ และการใส่ในอัตรา 75:50:100 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (F9) ส่งเสริมให้มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนในเหง้า ลำต้น กิ่งก้านใบ และการดูดใช้ทั้งหมดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 2.83, 2.50, 2.80 และ 24.70 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ผลตกค้างของมูลไก่แกลบ และปุ๋ยเคมียังมีอิทธิพลร่วมทำให้มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในมันสำปะหลังแตกต่างกัน โดยในแปลงที่ไม่มีการใส่มูลไก่แกลบ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (CM0F3) ทำให้มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในหัวมันสำปะหลัง และการดูดใช้ทั้งหมดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 23.15 และ 29.03 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ ในแปลงที่มีการใส่มูลไก่แกลบอัตรา 3.125 ตัน/เฮกตาร์ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 75:50:100 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (CM3F9) มันสำปะหลังมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในเหง้าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 3.26 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ส่วนแปลงที่มีการใส่มูลไก่แกลบอัตรา 3.125 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:25:75 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (CM1F5) และ 75:50:100 กิโลกรัม $N:P_2O_5:K_2O$ /เฮกตาร์ (CM1F9) กลับทำให้มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนในลำต้น และกิ่งก้านใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 3.46 และ 3.25 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลตกค้างของมูลไก่แกลบ และปุ๋ยเคมีต่อการดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

	NPK chemical fertilizer										
CM	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Mean
Tuber (kg/ha)											
CM0	12.65 ^{b-h}	15.76 ^{b-f}	14.38 ^{b-h}	23.15 ^a	15.82 ^{b-e}	14.29 ^{b-h}	17.00 ^{bc}	9.85 ^h	12.22 ^{c-h}	16.95 ^{bc}	15.21 ^A
CM1	10.52 ^{gh}	17.20 ^{bc}	13.88 ^{b-h}	17.39 ^b	11.34 ^{e-h}	9.76 ^h	12.17 ^{c-h}	11.57 ^{e-h}	12.16 ^{c-h}	16.88 ^{bcd}	13.29 ^C
CM2	11.44 ^{e-h}	11.24 ^{e-h}	14.57 ^{b-h}	14.32 ^{b-h}	12.68 ^{b-h}	15.51 ^{b-g}	12.62 ^{b-h}	14.53 ^{b-h}	15.58 ^{b-g}	15.17 ^{b-g}	13.77 ^C
CM3	11.00 ^{e-h}	17.03 ^{bc}	15.33 ^{b-g}	14.84 ^{b-h}	11.83 ^{d-h}	14.68 ^{b-h}	13.66 ^{b-h}	10.65 ^{fgh}	15.26 ^{b-g}	17.30 ^{bc}	14.16 ^{AB}

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	NPK chemical fertilizer										
CM	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Mean
Mean	11.40 ^F	15.31 ^{ABC}	14.54 ^{BCD}	17.43 ^A	12.91 ^{DEF}	13.56 ^{C-F}	13.86 ^{CDE}	11.65 ^{EF}	13.81 ^{CDE}	16.57 ^{AB}	
C.V. (%)	20.7										
Stem base (kg/ha)											
CM0	1.88 ^{m-q}	2.41 ^{def}	2.21 ^{f-j}	2.32 ^{e-h}	1.85 ^{m-r}	2.58 ^d	1.65 ^{r-u}	1.84 ^{m-r}	1.80 ^{n-r}	3.02 ^{bc}	2.15 ^A
CM1	2.28 ^{e-h}	1.53 ^{tuv}	2.41 ^{def}	2.00 ^{j-n}	2.24 ^{f-i}	1.76 ^{o-s}	1.67 ^{q-u}	1.29 ^w	2.47 ^{de}	3.08 ^{ab}	2.07 ^{Bb}
CM2	0.97 ^x	1.44 ^{vw}	3.16 ^{ab}	3.11 ^{ab}	1.74 ^{p-t}	2.87 ^c	1.64 ^{r-u}	2.04 ^{i-m}	2.39 ^{d-e}	1.96 ^{l-o}	2.13 ^A
CM3	2.19 ^{g-k}	2.15 ^{h-l}	1.56 ^{s-v}	1.66 ^{r-u}	1.98 ^{k-n}	1.67 ^{q-u}	1.94 ^{l-p}	2.11 ^{h-l}	1.51 ^{uv}	3.26 ^a	2.00 ^C
Mean	1.83 ^F	1.88 ^{EF}	2.34 ^B	2.27 ^{BC}	1.95 ^{DE}	2.22 ^C	1.73 ^G	1.82 ^F	2.04 ^D	2.83 ^A	
C.V. (%)	6.3										
Stem (kg/ha)											
CM0	2.16 ^{s-i}	2.41 ^{d-g}	2.52 ^{de}	2.04 ^{h-k}	1.36 ^{opq}	1.47 ^{op}	1.47 ^{op}	0.78 ^s	1.10 ^{qr}	2.17 ^{f-i}	1.75 ^{BC}
CM1	1.51 ^{op}	1.56 ^{nop}	1.86 ^{j-m}	2.29 ^{e-h}	2.86 ^{bc}	3.46 ^a	2.64 ^{cd}	2.43 ^{d-g}	2.52 ^{de}	3.07 ^b	2.42 ^A
CM2	0.92 ^{rs}	1.17 ^{qr}	1.30 ^{pq}	2.24 ^{e-h}	1.58 ^{m-p}	2.11 ^{h-j}	1.46 ^{op}	1.63 ^{l-o}	2.99 ^b	2.87 ^{bc}	1.83 ^B
CM3	1.15 ^{qr}	2.12 ^{h-j}	2.46 ^{def}	1.82 ^{k-n}	1.92 ^{i-l}	1.65 ^{l-p}	1.57 ^{nop}	0.77 ^s	1.57 ^{m-p}	1.89 ^{i-l}	1.69 ^C
Mean	1.44 ^F	1.82 ^{DE}	2.04 ^{BC}	2.10 ^B	1.93 ^{CD}	2.17 ^B	1.79 ^E	1.40 ^F	2.05 ^{BC}	2.50 ^A	
C.V. (%)	9.6										
Leaf and branch (kg/ha)											
CM0	2.18 ^{ghi}	2.18 ^{ghi}	2.01 ^{ij}	1.51 ^{l-p}	2.44 ^{fgh}	1.61 ^{lm}	2.05 ^{ij}	0.95 ^{rst}	1.68 ^{klm}	2.92 ^{bcd}	1.95 ^B
CM1	1.97 ^{ijk}	2.11 ^{hij}	1.79 ^{jkl}	2.22 ^{ghi}	0.92 ^{rst}	1.28 ^{opq}	1.23 ^{p-s}	0.81 ^t	2.95 ^{abc}	3.25 ^a	1.85 ^{Cc}
CM2	1.56 ^{lmo}	1.45 ^{mop}	1.24 ^{pqr}	0.93 ^{rst}	2.45 ^{efg}	3.15 ^{ab}	1.10 ^{p-t}	1.06 ^{p-t}	2.40 ^{fgh}	2.63 ^{def}	1.80 ^C
CM3	1.93 ^{ijk}	3.13 ^{ab}	2.20 ^{ghi}	0.92 ^{rst}	2.17 ^{ghi}	2.49 ^{efg}	2.03 ^{ij}	0.90 st	2.75 ^{cde}	2.41 ^{fgh}	2.09 ^A
Mean	1.91 ^{EF}	2.22 ^C	1.81 ^F	1.40 ^H	1.99 ^{DE}	2.13 ^{CD}	1.60 ^G	0.93 ^I	2.45 ^B	2.80 ^A	
C.V. (%)	10.5										
Whole plant (kg/ha)											
CM0	18.87 ^{e-l}	22.76 ^{b-g}	21.13 ^{c-j}	29.03 ^a	21.46 ^{b-i}	19.96 ^{d-k}	22.17 ^{b-h}	13.43 ^m	16.80 ^{i-m}	25.05 ^{abc}	21.07
CM1	16.28 ^{j-m}	22.40 ^{b-h}	19.94 ^{d-k}	23.91 ^{b-e}	17.36 ^{h-m}	16.26 ^{j-m}	17.71 ^{g-m}	16.11 ^{j-m}	20.10 ^{c-k}	26.28 ^{ab}	19.63
CM2	14.88 ^{lm}	15.30 ^{klm}	20.27 ^{c-k}	20.61 ^{c-j}	18.45 ^{f-l}	23.64 ^{b-e}	16.83 ^{j-m}	19.26 ^{e-l}	23.37 ^{b-f}	22.64 ^{b-g}	19.52
CM3	16.28 ^{j-m}	24.43 ^{bcd}	21.55 ^{b-i}	19.24 ^{e-l}	17.90 ^{g-m}	20.49 ^{c-j}	19.20 ^{e-l}	14.44 ^{lm}	21.10 ^{c-j}	24.85 ^{a-d}	19.95
Mean	16.58 ^E	21.22 ^{BC}	20.72 ^{CD}	23.20 ^{AB}	18.79 ^D	20.09 ^{CD}	18.98 ^{CD}	15.81 ^E	20.34 ^{CD}	24.70 ^A	
C.V. (%)	14.7										

Means with different superscript capital letters indicate a significant difference of the main effect and different superscript lowercase letters indicate a significant difference of interactive effect according to Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

CM = chicken manure; CM0 = chicken manure 0 t/ha; CM1 = chicken manure 3.125 t/ha; CM2 = chicken manure 6.25 t/ha; CM3 = chicken manure 12.5 t/ha.

F = chemical fertilizer; Of N:P₂O₅:K₂O, F0 = 0:0:0 kg/ha; F1 = 100:0:100 kg/ha; F2 = 100:25:100 kg/ha; F3 = 100:50:100 kg/ha; F4 = 100:0:75 kg/ha; F5 = 100:25:75 kg/ha; F6 = 100:50:75 kg/ha; F7 = 75:0:100 kg/ha; F8 = 75:25:100 kg/ha; F9 = 75:50:100 kg/ha.

โพแทสเซียม

มูลไก่แกลบส่งผลตกค้างเล็กน้อยต่อการดูดใช้โพแทสเซียมในลำต้น และกิ่งก้านใบ แต่ไม่ส่งผลชัดเจนต่อการดูดใช้ธาตุนี้ในหัว เหง้า และการดูดใช้ในมันสำปะหลังทั้งหมด ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลองในกรณีของการดูดใช้ในเหง้า และการดูดใช้ในมันสำปะหลังทั้งหมดก็ตาม แต่ก็ไม่พบความสัมพันธ์กับปริมาณที่ใส่ อย่างไรก็ตาม การใส่ในอัตรา 3.125 และ 6.25 ตัน/เฮกตาร์ (CM1 และ CM2) ทำให้มีการดูดใช้โพแทสเซียมในลำต้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 9.45 และ 9.81 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ และการใส่ในอัตรา 12.5 ตันเฮกตาร์ (CM3) ทำให้มีการดูดใช้โพแทสเซียมในกิ่งก้านใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 7.63 กิโลกรัม/เฮกตาร์ (ตารางที่ 5)

ปุ๋ยเคมีส่งผลต่อการดูดใช้โพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังแตกต่างกัน โดยการใส่ในอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (F3) ทำให้มีการดูดใช้โพแทสเซียมในหัวมันสำปะหลัง และการดูดใช้ทั้งหมด ในมันสำปะหลังสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 116.87 และ 142.3 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ และการใส่ ในอัตรา 75:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (F9) ส่งเสริมให้มีการดูดใช้ธาตุนี้ในเหง้า ลำต้น และกิ่งก้านใบสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 11.82, 11.50 และ 10.35 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ผลตกค้างของมูลไก่แกลบ และปุ๋ยเคมียังมีอิทธิพลร่วมทำให้มีการดูดใช้โพแทสเซียมในมันสำปะหลังแตกต่างกัน โดยในแปลงที่ไม่มีการใส่มูลไก่แกลบ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM0F3) และ 75:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM0F9) ทำให้มีการดูดใช้โพแทสเซียมในหัว และเหง้ามันสำปะหลังสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 146.17 และ 15.17 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ ในแปลงที่มีการใส่มูลไก่แกลบ อัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM2F3) มันสำปะหลังมี การดูดใช้โพแทสเซียมในลำต้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 14.34 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ส่วนแปลงที่มีการใส่ มูลไก่แกลบอัตรา 6.25 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:25:75 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ (CM2F5) กลับทำให้มี การดูดใช้ธาตุนี้ในกิ่งก้านใบ และการดูดใช้ทั้งหมดในมันสำปะหลังสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 13.14 และ 171.74 กิโลกรัม/เฮกตาร์ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลตกค้างของมูลไก่แกลบ และปุ๋ยเคมีต่อการดูดใช้โพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

NPK chemical fertilizer											
CM	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Mean
Tuber (kg/ha)											
CM0	66.86 ^{h-l}	96.17 ^{d-j}	96.04 ^{d-j}	146.17 ^a	101.96 ^{c-h}	115.99 ^{b-e}	125.59 ^{a-d}	63.69 ^{kl}	70.73 ^{h-l}	99.03 ^{d-i}	98.22
CM1	65.42 ^{kl}	78.50 ^{g-l}	105.64 ^{b-g}	131.32 ^{abc}	83.26 ^{e-k}	74.21 ^{g-l}	86.35 ^{e-k}	76.65 ^{g-l}	74.39 ^{g-l}	84.71 ^{e-k}	86.04
CM2	49.04 ^l	64.48 ^{kl}	87.80 ^{e-k}	101.13 ^{c-h}	99.95 ^{d-i}	135.43 ^{ab}	96.69 ^{d-j}	90.50 ^{e-j}	81.59 ^{f-k}	81.82 ^{f-k}	88.84
CM3	55.70 ^{kl}	80.99 ^{f-l}	82.32 ^{f-k}	88.86 ^{e-k}	68.72 ^{h-l}	82.40 ^{f-k}	113.75 ^{b-f}	80.02 ^{g-l}	89.40 ^{e-j}	101.30 ^{c-h}	84.34
Mean	59.25 ^F	80.03 ^{DE}	92.95 ^{BCD}	116.87 ^A	88.48 ^{CDE}	102.01 ^{BC}	105.59 ^{AB}	77.72 ^E	79.03 ^{DE}	91.72 ^{B-E}	
C.V. (%)	21.3										
Stem base (kg/ha)											
CM0	9.70 ^g	11.38 ^{cde}	10.91 ^{de}	11.72 ^{cd}	9.28 ^{ghi}	12.12 ^c	9.71 ^g	9.32 ^{ghi}	9.05 ^{g-j}	15.17 ^a	10.84 ^A
CM1	7.91 ^{klm}	8.29 ^{ijkl}	10.73 ^{ef}	9.74 ^g	12.34 ^c	8.61 ^{h-k}	8.67 ^{h-k}	5.92 ^{opq}	10.98 ^{de}	13.28 ^b	9.65 ^B
CM2	4.43 ^r	7.56 ^{lmn}	11.55 ^{cde}	12.00 ^c	5.87 ^{pq}	9.32 ^{ghi}	5.20 ^{qr}	9.92 ^{fg}	8.11 ^{j-m}	6.80 ^{no}	8.08 ^D
CM3	8.11 ^{j-m}	10.00 ^{fg}	7.29 ^{mno}	8.29 ^{ijkl}	9.45 ^{gh}	8.36 ^{i-l}	9.01 ^{g-j}	9.39 ^{gh}	6.19 ^{op}	12.03 ^c	8.81 ^C
Mean	7.54 ^F	9.31 ^C	10.12 ^B	10.44 ^B	9.24 ^C	9.60 ^C	8.15 ^E	8.64 ^D	8.58 ^D	11.82 ^A	
C.V. (%)	6.5										
Stem (kg/ha)											
CM0	6.25 ^o	8.17 ^{j-m}	7.63 ^{lmn}	7.28 ^{mno}	6.57 ^{no}	7.62 ^{lmn}	8.06 ^{j-m}	4.55 ^p	6.05 ^o	11.48 ^{de}	7.37 ^C
CM1	7.30 ^{mno}	9.03 ^{h-l}	9.07 ^{h-k}	10.22 ^{fgh}	11.10 ^{ef}	13.44 ^{abc}	8.36 ^{j-m}	8.86 ^{h-l}	8.06 ^{j-m}	9.06 ^{h-k}	9.45 ^A
CM2	2.65 ^q	7.26 ^{mno}	8.31 ^{j-m}	14.34 ^a	10.10 ^{fgh}	13.86 ^{ab}	8.72 ^{i-l}	7.84 ^{k-n}	12.40 ^{cd}	12.62 ^{bcd}	9.81 ^A
CM3	3.68 ^{pq}	9.77 ^{ghi}	11.00 ^{efg}	8.92 ^{h-l}	9.43 ^{hij}	7.79 ^{k-n}	7.64 ^{lmn}	4.59 ^p	9.41 ^{hij}	12.83 ^{bc}	8.51 ^B
Mean	4.97 ^G	8.56 ^{DE}	9.00 ^{CD}	10.19 ^B	9.30 ^C	10.68 ^B	8.20 ^E	6.46 ^F	8.98 ^{CD}	11.50 ^A	
C.V. (%)	9.4										
Leaf and branch (kg/ha)											
CM0	8.17 ^{efg}	9.86 ^{cd}	7.93 ^{e-h}	6.54 ^{ijk}	8.40 ^{ef}	5.96 ^{kl}	6.58 ^{ijk}	3.18 ^{qrs}	5.58 ^{klm}	9.04 ^{de}	7.12 ^B
CM1	6.02 ^{kl}	7.18 ^{g-j}	4.96 ^{l-o}	5.71 ^{klm}	2.56 ^s	4.63 ^{m-p}	3.49 ^{p-s}	2.67 ^{rs}	10.44 ^c	12.32 ^{ab}	6.00 ^C
CM2	5.77 ^{klm}	5.20 ^{lmn}	4.41 ^{nop}	4.00 ^{opq}	11.83 ^b	13.14 ^a	3.70 ^{p-s}	3.87 ^{o-r}	7.87 ^{e-h}	9.64 ^{cd}	6.94 ^B
CM3	6.52 ^{ijk}	13.43 ^a	7.84 ^{e-h}	2.96 ^{qrs}	7.88 ^{e-h}	7.51 ^{f-i}	6.74 ^{h-k}	2.97 ^{qrs}	10.01 ^{cd}	10.40 ^c	7.63 ^A
Mean	6.62 ^D	8.92 ^B	6.29 ^D	4.80 ^E	7.67 ^C	7.81 ^C	5.13 ^E	3.17 ^F	8.47 ^B	10.35 ^A	
C.V. (%)	10.8										

ตารางที่ 5 ผลตกค้างของมูลไก่เกลบ และปุ๋ยเคมีต่อการดูใช้โพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

	NPK chemical fertilizer										
CM	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	Mean
Whole plant (kg/ha)											
CM0	90.97 ^{j-o}	125.58 ^{b-i}	122.51 ^{c-j}	171.71 ^a	126.22 ^{b-i}	141.68 ^{bcd}	149.94 ^{abc}	80.74 ^{mno}	91.41 ^{j-o}	134.72 ^{b-f}	123.55 ^A
CM1	86.66 ^{k-o}	102.99 ^{f-n}	130.39 ^{b-g}	156.98 ^{ab}	109.27 ^{d-m}	100.89 ^{g-n}	106.87 ^{e-m}	94.10 ⁱ⁻ⁿ	103.86 ^{e-n}	119.37 ^{c-k}	111.14 ^B
CM2	61.89 ^o	84.51 ^{l-o}	112.07 ^{d-m}	131.47 ^{b-g}	127.76 ^{b-h}	171.74 ^a	114.32 ^{d-l}	112.13 ^{d-m}	109.96 ^{d-m}	110.88 ^{d-m}	113.67 ^B
CM3	74.00 ^{no}	114.19 ^{d-l}	108.45 ^{d-m}	109.04 ^{d-m}	95.49 ^{h-n}	106.05 ^{e-n}	137.14 ^{b-e}	96.97 ^{h-n}	115.01 ^{d-l}	136.56 ^{b-e}	109.29 ^B
Mean	78.38 ^F	106.82 ^{DE}	118.35 ^{BCD}	142.30 ^A	114.68 ^{CD}	130.09 ^{AB}	127.07 ^{BC}	95.99 ^E	105.06 ^{DE}	125.38 ^{BC}	
C.V. (%)	16.7										

Means with different superscript capital letters indicate a significant difference of the main effect and different superscript lowercase letters indicate a significant difference of interactive effect according to Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

CM = chicken manure; CM0 = chicken manure 0 t/ha; CM1 = chicken manure 3.125 t/ha; CM2 = chicken manure 6.25 t/ha; CM3 = chicken manure 12.5 t/ha.

F = chemical fertilizer; Of N:P₂O₅:K₂O, F0 = 0:0:0 kg/ha; F1 = 100:0:100 kg/ha; F2 = 100:25:100 kg/ha; F3 = 100:50:100 kg/ha; F4 = 100:0:75 kg/ha; F5 = 100:25:75 kg/ha; F6 = 100:50:75 kg/ha; F7 = 75:0:100 kg/ha; F8 = 75:25:100 kg/ha; F9 = 75:50:100 kg/ha.

อภิปรายผลการวิจัย

การปลูกมันสำปะหลังในดินเนื้อหยาบชุดดินวารินที่มีการปลูกอ้อยก่อนหน้า มีการใส่มูลไก่เกลบเพื่อปรับปรุงดินก่อนการปลูกอ้อย และมีการไถกลบเศษเหลือของอ้อยยอดและอ้อยตอแรกพบว่า มูลไก่เกลบและเศษเหลือของอ้อยไม่ส่งผลตกค้างชัดเจนต่อมันสำปะหลังที่ปลูกไป 1 ฤดูปลูก แสดงให้เห็นว่า มูลไก่เกลบซึ่งเป็นปุ๋ยคอกที่มีคุณภาพสูง มีธาตุอาหารพืชและคาร์บอนอินทรีย์เป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง แต่ก็มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดค่อนข้างมาก (1.26 กรัม/กิโลกรัม) เช่นกัน มูลไก่เกลบจึงสลายตัวหมดไปอย่างรวดเร็วในสภาพที่ดินมีช่องว่างขนาดใหญ่ และมีการระบายน้ำดี การศึกษาระยะสั้นที่มีการใช้มูลไก่เกลบเพื่อปรับปรุงดินในดินเนื้อหยาบที่ผ่านมา (Nilnoree *et al.*, 2016, Cham-ngern *et al.*, 2020) พบว่า ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย หากต้องการให้มันสำปะหลังมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น จำเป็นต้องมีการใส่อย่างต่อเนื่องในอัตรา 3.125-12.5 ตัน/เฮกตาร์เพื่อรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และทำให้มันสำปะหลังมีการตอบสนองเชิงบวกต่อปุ๋ยคอกชนิดนี้ (Klongtham *et al.*, 2020; Chuensombat *et al.*, 2021; Chatkaewvorakul *et al.*, 2022)

อิทธิพลร่วมระหว่างผลตกค้างของมูลไก่เกลบที่ใส่ก่อนหน้าและปุ๋ยเคมีส่งผลทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด ร้อยละการสะสมแป้ง ผลผลิตแป้ง และชีวมวลส่วนเหนือดินแตกต่างกัน (ภาพที่ 1-4) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผลตกค้างของมูลไก่เกลบไม่ทำให้องค์ประกอบพืชข้างต้นแตกต่างกันชัดเจน ความแตกต่างดังกล่าวจึงขึ้นอยู่กับอัตราของปุ๋ยเคมี โดยมันสำปะหลังยังคงตอบสนองด้านผลผลิตดีที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์ ซึ่งเป็นอัตราแนะนำ (Sittibusaya, 1996) สำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในดินดอนเนื้อหยาบอันดับอัลติซอลส์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ดินบ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า 6.5 กรัม/กิโลกรัม ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 5 และ 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งดินในพื้นที่ทดลองก่อนเริ่มการศึกษาในปีแรกก็มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 โดยได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีร้อยละ 41.8 ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า การทำการทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียม (75-100:0:75-100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์) ไม่ว่าจะเป็นต้นการทดลอง F1, F4 และ F7 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงกว่าต้นที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี (F1) เล็กน้อยเพียงร้อยละ 17.9 11.3 และ 2.4 ตามลำดับ ขณะที่ผลผลิตหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่เพิ่มขึ้นตามลำดับ สำหรับผลผลิตแป้งก็ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า การจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายซึ่งมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่น้อยมาก เป็นเรื่องที่สำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตพืชนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่ทำการศึกษานี้ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ก่อนการทดลองอยู่เพียง 2.57 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในดินบ่ม ทั้งนี้เนื่องจาก ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อพืชรองจากไนโตรเจน และพืชมีความต้องการในปริมาณที่เฉพาะเจาะจง ธาตุนี้มีความสำคัญในด้านการให้พลังงาน และสังเคราะห์

สารชีวเคมีในพืช (Omondi *et al.*, 2019) การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปริมาณที่เพียงพอเป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะสำหรับการสังเคราะห์แป้ง และการเจริญของรากสะสมอาหาร (Howeler, 2014) ซึ่งการทดลองในชุดดินยโสธรยังพบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ตอบสนองด้านผลผลิตดีที่สุดในฤดูปลูกที่ 1 และ 3 เมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 50 และ 62.5 กิโลกรัม P_2O_5 /เฮกตาร์ (Uppapanpongchai *et al.*, 2022)

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับการทดลองที่มีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเต็มอัตราแนะนำคือ 50 กิโลกรัม P_2O_5 /เฮกตาร์ ตำรับการทดลอง F6 (100:50:75 กิโลกรัม N: P_2O_5 : K_2O /เฮกตาร์) และ F9 (75:50:100 กิโลกรัม N: P_2O_5 : K_2O /เฮกตาร์) ที่มีการลดปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมลงมาร้อยละ 25 จากอัตราแนะนำ การลดปุ๋ยทั้งสองลงส่งผลทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังลดลงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่า ธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมซึ่งมีปริมาณในดินบนก่อนการทดลองอยู่เพียง 1.26 กรัม/กิโลกรัม และ 2.14 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ มีบทบาทต่อการให้ผลผลิตมันสำปะหลังในกรณีนี้ที่ปลูกในดินนี้ โดย Phun-iam *et al.* (2018) พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่ปลูกในดิน Oxtaquic Paleustult ให้ผลผลิตดีที่สุดเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 75-100 กิโลกรัม N/เฮกตาร์ ส่วน Prombut *et al.* (2022) ได้รายงานการตอบสนองด้านผลผลิตมันสำปะหลังที่ดีที่สุดเมื่อได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 125 กิโลกรัม K_2O /เฮกตาร์ในดิน Typic Paleustults

มันสำปะหลังโดยภาพรวมมีการดูดใช้โพแทสเซียมเฉลี่ยสูงสุดรวมทั้งหมดในทุกส่วน (หัว เหง้า ลำต้น และกิ่งก้านใบ) รองลงมาคือ ไนโตรเจน ส่วนฟอสฟอรัสมีการดูดใช้น้อยกว่าธาตุทั้งสองมาก โดยมีสัดส่วนการดูดใช้เท่ากับ 7:2:11 ซึ่งสัดส่วนการดูดใช้ไนโตรเจนและโพแทสเซียมค่อนข้างใกล้เคียงกับรายงานก่อนหน้านี้คือ 6:2:9 (Ima & John, 2013; Prombut *et al.*, 2022) แต่สัดส่วนของฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองนี้มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอยู่หลายตำรับการทดลอง อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้มีความแตกต่างกับรายงานการศึกษาในอัฟริกาที่เมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารทั้งหมด ไนโตรเจนจะเป็นธาตุที่ถูกดูดใช้โดยมันสำปะหลังมากที่สุด (Santos *et al.*, 2014) ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าความแตกต่างเกิดจากความแตกต่างด้านพันธุ์มันสำปะหลัง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่างการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมรวมในทุกส่วนของมันสำปะหลังที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารหลักที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินวารินที่มีเนื้อหยาบนี้จึงควรมีอัตราเท่ากับ 2:1:2 หรือในปริมาณ 100:50:100 กิโลกรัม N: P_2O_5 : K_2O /เฮกตาร์ สำหรับในกรณีที่พบอิทธิพลร่วมระหว่างการใส่มูลไก่แกลบกับปุ๋ยเคมีธาตุอาหารหลักที่ส่งผลทำให้มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังแตกต่างกัน แต่ปริมาณการดูดใช้สูงสุดกลับไม่มีความสัมพันธ์ชัดเจนกับปริมาณการใส่มูลไก่แกลบ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า 1) มูลไก่แกลบไม่ส่งผลตกค้างที่ชัดเจนต่อการดูดใช้ธาตุอาหารหลักในมันสำปะหลัง และ 2) อิทธิพลของปุ๋ยเคมีธาตุอาหารหลักส่งผลต่อการดูดใช้มากกว่า

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นชัดเจนว่า การปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อยมาก่อนหน้าเพียง 2 ฤดูปลูกเศษเหลือของอ้อยที่ถูกไถกลบไม่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ ขณะที่ การใส่มูลไก่แกลบเพียงครั้งเดียวเมื่อเวลาผ่านไป 2 ปี ผลตกค้างของวัสดุอินทรีย์นี้มีน้อยมากจนถึงไม่มี ขณะที่มันสำปะหลังยังคงตอบสนองด้านผลผลิตดีที่สุดต่ออัตราปุ๋ยเคมีที่ใช้นแนะนำโดยใช้เกณฑ์ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับดินดอนเนื้อหยาบอันดับอัลติโซลส์ ทั้งนี้ หากมีการใส่ธาตุอาหารข้างต้นไม่ว่าจะเป็นธาตุใดธาตุหนึ่งผลผลิตมันสำปะหลังจะลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งจากการที่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยที่มีต้นทุนน้อยมักจะไม่สามารถใส่ปุ๋ยเคมีได้เต็มตามอัตราที่แนะนำ ประกอบกับการขาดการปรับปรุงบำรุงดินด้วยวัสดุปรับปรุงดินจึงส่งผลทำให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดในประเทศในปีล่าสุดคงอยู่ที่ 21.00 ตัน/เฮกตาร์ และไม่ได้เพิ่มขึ้นจากผลผลิตเฉลี่ยที่ผ่านมาในรอบ 10 ปี (OAE, 2023)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทดลองมันสำปะหลังในชุดดินวารินที่มีการใช้พื้นที่เพื่อการปลูกอ้อยมาก่อนเป็นระยะเวลา 2 ปีโดยการใส่มูลไก่แกลบเพื่อปรับปรุงดินก่อนการปลูกอ้อย และมีการไถกลบเศษเหลือของอ้อยปลูกและต่อแรกก่อนปลูกมันสำปะหลังพบว่ามูลไก่แกลบไม่ส่งผลตกค้างชัดเจนต่อองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โดยมันสำปะหลังยังคงตอบสนองด้านผลผลิตดีที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน คือในอัตรา 100:50:100 กิโลกรัม N: P_2O_5 : K_2O /เฮกตาร์ การลดปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสลงส่งผลชัดเจนต่อการลดลงของผลผลิต ส่วนการลดปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมลงร้อยละ 25 มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง มันสำปะหลังมีการดูดใช้โพแทสเซียมในปริมาณสูงสุดทั้งในหัว และการดูดใช้ทั้งหมดในต้นพืช รองลงมาคือ ไนโตรเจน ส่วนการดูดใช้ฟอสฟอรัสมีปริมาณต่ำที่สุด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่มูลไก่แกลบเพื่อปรับปรุงดินเพียงครั้งเดียวสำหรับการปลูกอ้อย 2 ฤดูปลูก พบว่า 1) มูลไก่แกลบส่งผลตกค้างเล็กน้อยต่อ

การดูดใช้ธาตุอาหารหลักในบางส่วนของมันสำปะหลัง และ 2) อิทธิพลของปุ๋ยเคมีธาตุอาหารหลักส่งต่อการดูดใช้มากกว่าผลตกค้างของมูลไก่แก่กลบ การใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ คือ 100:50:100 กิโลกรัม N:P₂O₅:K₂O/เฮกตาร์เป็นสิ่งที่เกษตรกรจำเป็นต้องปฏิบัติเพื่อรักษาปริมาณของผลผลิตให้สูงอยู่ได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้ควรทดลองการใส่มูลไก่แก่กลบต่อเนื่องเพื่อตรวจสอบผลสะสม และทำการทดลองเพิ่มเติมในชุดดินอื่น ๆ ที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.), FF(KU5.65) และได้รับการสนับสนุนแม่ปุ๋ยเคมีสำหรับการดำเนินงานวิจัยจากบริษัทไทยเซ็นทรัลเคมี จำกัด (มหาชน)

เอกสารอ้างอิง

- Adeleye, E. O., Ayeni, L. S. & Ojeniyi, S. O. (2010). Effect of poultry manure on soil physico-chemical properties, leaf nutrient contents and yield of yam (*Dioscorea rotundata*) on Alfisol in southwestern Nigeria. *Journal of American Science*, 6(10), 871–878.
- Boonrawd, S., Anusontpornperm, S., Thanachit, S., Kheoruenromne, I. & Janjirawuttikul, N. (2021). Characteristics and fertility capability of cassava growing soils under different annual rainfall conditions in Northeast Thailand. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 49(4), 1034–1046.
- Bainbridge, Z., Tomlins, K., Wellings, K. & Westby, A. (1996). *Methods for assessing quality characteristics of non-grain starch staples. (Part 3. Laboratory methods)*. UK: Natural Resources Institute.
- Chaem-Ngern, C., Anusontpornperm, S., Thanachit, S. & Kheoruenromne, I. (2020). Response of cassava, Huay Bong 80 variety, grown in an Ustic Quartzipsamment, to chicken manure and potassium fertilizer. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(22), 2765–2777.
- Chatkaewvorakul, S., Anusontpornperm, S., Thanachit, S., Kheoruenromne, I. & Phun-iam, M. (2022). Cumulative effect of soil organic amendments on yield and nutrient uptake of cassava planted in Yasothon soil series. *Agricultural Science Journal*, 53(2), 143–161. (in Thai)
- Chuensombat, W. S., Anusontpornperm, S., Thanachit, S. & Kheoruenromne, I. (2021). Cumulative effect of perlite and chicken manure on chemical fertilizer and Zn foliar application rates used for cassava in Warin soil series. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 49(6), 1515–1529. (in Thai)
- Howeler, R. H. (2014). *Sustainable soil and crop management of cassava in Asia: A reference manual*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Howeler, R. H., Litaladio, N. & Thomas, G. (2013). *Save and grow: cassava: A guide to sustainable production intensification*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Klongtham, R., Anusontpornperm, S., Thanachit, S. & Kheoruenromne, I. (2020). Cumulative effect of chicken manure, cassava starch manufacturing wastes and chemical fertilizer on cassava grown in Yasothon soil series. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 48(6), 1292–1303. (in Thai)
- Nilnoree, T., Anusontpornperm, S., Thanachit, S., Kheoruenromne, I. & Petprapai, P. (2016). Effect of chicken manure and organic wastes from cassava starch manufacturing plant on cassava grown on Dan Khun Thot soil. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 44(1), 167–178.
- OAE. (2023). Annual yield of cassava in Thailand from 2014 to 2022 with a forecast to 2023 (in metric tons per rai) [Graph] [online]. Retrieved July 20, 2023, from: <https://www.statista.com/statistics/1391219/thailand-cassava-annual-yield/>.
- Omondi, J. O., Lazarovitch, N., Rachmilevitch, S. & Yermiyahu, U. (2019). Phosphorus affects storage root yield of cassava through root numbers. *Journal of Plant Nutrition*, 42(17), 2070–2079.



- Prombut, N., Anusontpornperm, S., Thanachit, S., Kheoruenromne, I. & Phun-iam, M. (2022). Response of cassava to potassium fertilization in a tropical sandy Typic Paleustult amended with burnt rice husk for two-consecutive years. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 53(14), 1823–1840.
- Phun-iam, M., Anusontpornperm, S., Thanachit, S. & Kheoruenromne, I. (2018). Yield response of cassava Huay Bong 80 variety grown in an Oxyaquic Paleustult to cassava starch waste and nitrogen fertilizer. *Agriculture and Natural Resources*, 52(6), 573-580.
- Santos, N. S., Alves, J. M. A., Uchôa, S. C. P., Oliveira, N. T. & Albuquerque, J. A. A. (2014). Absorption of macronutrients by cassava in different harvest dates and dosages of nitrogen. *Revista Ciência Agronômica*, 45, 633–640.
- Sittibusaya, C., (1996). *Strategies for developing fertilizer recommendations for field crops*. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Thanimmarn, N., Anusontpornperm, S., Suddhiprakarn, A., Thanachit, S. & Petprapai, P. (2014). Use of perlite, chicken manure and zinc foliar application for improving yields of cassava grown in Yasothon soil. *Khon Kaen Agricultural Journal*, 42(2), 189–200. (in Thai)
- Uppapanpongchai, P., Anusontpornperm, S., Thanachit, S., Kheoruenromne, I., Phun-iam, M. (2022). Cumulative effect of phosphorus fertilizer on yield and major nutrient uptake of cassava planted in Yasothon soil series and soil property changes. *Agricultural Science Journal*, 53(2), 188-208. (in Thai)