

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และไคโตซานทางใบต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง

Effect of Application of Chemical Fertilizer, Organic Fertilizer and Chitosan as Foliar Fertilizer on Growth and Yield of Cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz)

ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์^{1*} กัญชลิกา รัตนเชิดฉาย¹ เหล็กไหล จันทะบุตร¹ และวิทยา ตรีโลเกศ²
Taweasab Chaiyarak^{1*}, Kanchalika Ratanacherdchai¹,
Lexlai Chanthabut¹ and Vidhaya Trelo-ges²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกบนดินร่วนปนทราย ในสภาพไร่นาของเกษตรกร ตำบลหนองจิก อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดมหาสารคาม ปลูกตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนกันยายน 2558 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 ตำรับการทดลอง ดังนี้ 1) ตำรับควบคุม (ไม่มีการใส่ปุ๋ย) 2) ฉีดน้ำเปล่าที่อายุต้น 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก 3) ฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่อายุต้น 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูกอัตรา 20 ลิตรต่อไร่ 4) ฉีดพ่นปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรที่อายุต้น 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูกอัตรา 20 ลิตรต่อไร่ 5) ฉีดพ่นไคโตซานที่อายุต้น 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูกอัตรา 20 ลิตรต่อไร่ 6) ฉีดพ่นปุ๋ยเคมีทางใบที่อายุต้น 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก อัตรา 20 กรัมต่อไร่ 7) ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ทางดินที่อายุ 1 เดือน อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

ผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยทางใบมีแนวโน้มทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตหัวสดสูงสุด อยู่ระหว่าง 5,525 - 6,250 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้การให้ปุ๋ยทางใบยังมีแนวโน้มทำให้มีร้อยละการสะสมแป้งสูงสุดอยู่ในช่วง 22.25 - 24.25 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยทางใบทำให้มันสำปะหลังมีผลการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ทางดิน โดยให้ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังและร้อยละการสะสมแป้งเท่ากับ 5,050 กิโลกรัมต่อไร่ และ 22.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง ไคโตซาน ปุ๋ยทางใบ

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาสารคาม 44000

¹ Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham 44000

² ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

² Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002.

Abstract

The objective of this study was to investigate the productivity of cassava cv. Kasetsart 50, which grown at the farmer's field (Sandy clay loam) in Nong Chik Sub-District, Borabue District, Maha Sarakham Province. This study was carried out during November 2014-September 2015. The experimental was conducted using Randomized Complete Block Design (RCBD) with 7 treatments on 4 replications as follow: 1) control (non-treated), 2) water application, 3) organic fertilizer application (20 cc./ 20 L of water), 4) swine manure extract application (20 cc./ 20 L of water), 5) Chitosan application (20 cc./ 20 L of water), 6) complete fertilizer (15-15-15) application (20 g/ 20 L of water), these applications were conducted as foliar fertilizer at one-, two- and three- month after planting, and 7) complete fertilizer (15-15-15) application as side dressing one-month after planting (50 kg/rai) The results showed that the applications as foliar fertilizer tended to give the highest cassava yield of 5,525-6,250 kg/rai. Moreover, foliar fertilizer application also tended to give the highest starch of 22.25-24.25 %. However, the application as foliar fertilizer did not differ significantly from the application as side dressing (15-15-15) which gave cassava yield and starch of 5,050 kg/rai and 22.00%, respectively.

Keywords: cassava, Chitosan, foliar fertilizer

บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* L. Crantz) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การเพาะปลูกและพื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นอันดับ 1 ของประเทศ กระจายปลูกอยู่ทั่วทุกจังหวัด เช่น นครราชสีมา หนองคาย อุดรธานี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ และมหาสารคาม เป็นต้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ปัญหาสำคัญในการผลิตมันสำปะหลังคือ มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากดินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ร้อยละ 60 ของพื้นที่) ดินยังคงมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ (pH ต่ำกว่า 5.5) และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินน้อยกว่าร้อยละ 1 จึงเป็นดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม

การผลิตมันสำปะหลังหากมีการจัดการปุ๋ยตามอัตราแนะนำควบคู่กับการเลือกพันธุ์ดีย่อมส่งผลต่อการให้ผลผลิตหัวสดที่ดีและมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง นอกจากนี้การให้ปุ๋ยทางใบนับว่าเป็นวิธีหนึ่งของการให้ปุ๋ย

ที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากธาตุอาหารต่างๆ จะสามารถซึมผ่านเข้าไปในใบ และพืชนำไปใช้ได้ทันที ปัจจุบันกำลังเป็นที่นิยมในพืชทั่วไป และเริ่มนำมาใช้ในมันสำปะหลังเหมาะสมกับพื้นที่ที่ไม่ได้ปรับปรุงบำรุงดินแต่มีความจำเป็นต้องปลูกมันสำปะหลังเพื่อชิงเวลา การให้ปุ๋ยทางใบอาจช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตทั้งทางราก และส่วนเหนือดินของต้นมันสำปะหลังได้ทางเลือกหนึ่งคือการใช้ปุ๋ยหมักน้ำที่กรองแล้วฉีดพ่นทางใบ ซึ่งจะทำให้มีการเจริญเติบโตและมีผลผลิตดีขึ้นหรือไม่ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักน้ำ ซึ่งจะต้องไม่มีสารประกอบไนโตรเจนอยู่มากเกินไป (อัศจรรย์ และ เรณู, 2553) การให้ปุ๋ยทางใบ อาจมีความจำเป็นในช่วงฤดูหนาวหรือแล้งจัดซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ต้นมันสำปะหลังเจริญเติบโตโดยไม่มีทั้งใบ และเสริมธาตุอาหารที่ต้นมันสำปะหลังไม่สามารถสกัดและดูดขึ้นจากดินได้ในสภาพที่ดินมีน้ำน้อย จากงานของ บุญช่วย และคณะ (2552) ได้ศึกษาคุณภาพปุ๋ยน้ำหมักมูลสุกรของเกษตรกรอินทรีย์พบว่า pH เท่ากับ 7-8 และค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 10 dS/m ทำให้เมื่อนำไปใช้แทนปุ๋ยเคมี ในไร่มันสำปะหลัง ไร่ย่อยและแปลงเกษตรกรรมผสมผสาน ทำให้มีผลผลิตทางการเกษตรดี ลดต้นทุนได้

สอดคล้องกับ อุทัย (2552) รายงานทำนองเดียวกันว่า การพ่นปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรทางใบแก่ต้นข้าวทุก 15 วัน รวม 5 ครั้ง ทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตและมีผลผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โคโตซานฉีดพ่นทางใบเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช ดังงานของ กนกวรรณ และ พรไพรินทร์ (2559) ศึกษาการใช้โคโตซานที่ความเข้มข้น 8,10 และ 16 มล./ล. พบว่ามีผลทำให้ข้าวเจ้าหอมนิลมีผลผลิตเพิ่มขึ้น และการตอบสนองต่อโคโตซานของพืชที่คืนนั้นย่อมขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโคโตซานที่ใช้ (พานิชยา, 2550) ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าโคโตซานมีคุณสมบัติเป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน และวิธีการที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มปริมาณและผลผลิตของมันสำปะหลัง

วิธีการทดลอง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในสภาพไร่ นาของเกษตรกร ตำบลหนองจิก อำเภอศรีปราชญ์ จังหวัดมหาสารคาม ใช้ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนกันยายน 2558 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 ตำรับการทดลอง ดังนี้ 1) ตำรับควบคุม (ไม่มีการใส่ปุ๋ย) 2) ฉีดน้ำเปล่าที่อายุต้น 1 2 และ 3 เดือนหลังปลูก 3) ฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่อายุต้น 1 2 และ 3 เดือนหลังปลูกอัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร 4) ฉีดพ่นปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรที่อายุต้น 1 2 และ 3 เดือนหลังปลูกอัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร 5) ฉีดพ่นโคโตซานที่อายุต้น 1 2 และ 3 เดือนหลังปลูกอัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร 6) ฉีดพ่นปุ๋ยเคมีทางใบที่อายุต้น 1 2 และ 3 เดือนหลังปลูกอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และ 7) ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ทางดินที่อายุ 1 เดือน อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

ทำการปลูกเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2557 โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ปลูกระยะห่าง 80x80 เซนติเมตร ท่อนพันธุ์มีความยาว 15 เซนติเมตร มีจำนวนตาประมาณ 16-18 ตาต่อท่อน กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง ที่อายุ 30 และ 75 วันหลังปลูกโดยใช้แรงงานคน เก็บ

เกี่ยวที่อายุ 10 เดือน การให้น้ำอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ วิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรจากผิวหน้าดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติดินบางประการก่อนทดลอง ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของต้นพืชโดยบันทึกข้อมูลความสูงของลำต้น และขนาดทรงพุ่มเมื่อต้นมันอายุ 2 4 6 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ศึกษาลักษณะผลผลิตพืช โดยบันทึกข้อมูลน้ำหนักแห้งรวม น้ำหนักแห้งของใบ จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักหัวสด และเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสด โดยเก็บผลผลิตจากแปลงหนึ่งมารวมกันแล้วสุ่มตัวอย่างละ 5 กิโลกรัม วัดความถ่วงจำเพาะและค่าเปอร์เซ็นต์แป้งจากเครื่องชั่ง Reimann scale ที่ระยะเวลา 10 เดือนหลังปลูก การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of Variance) ของข้อมูล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยข้อมูลโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลอง

1. คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพบางประการของดินก่อนการทดลอง

ดินก่อนปลูกเมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินบางประการ มีค่าดังนี้ ดินก่อนปลูกมันสำปะหลังมีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เท่ากับ 4.96 การนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) เท่ากับ 1.03 dS/m ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter, OM) เท่ากับ 0.03% ค่าความจุการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity: CEC) เท่ากับ 4.14 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total nitrogen, Total N) เท่ากับ 1.21% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available phosphorus, Avail. P) เท่ากับ 13.15 mg/kg โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium, Ex. K) เท่ากับ 94.15 mg/kg

เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินพบว่า มีอนุภาคดินดังนี้ อนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียวเท่ากับ 65.59 19.60 และ 14.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) (Table 1)

Table 1 Preliminary data of some chemical and physical properties of soil.

Soil properties	Soil analysis	Rating
Chemical properties		
pH ^{1/}	4.96	Very strong acid
EC ^{2/} (dS/m)	1.03	Very low
OM ^{3/} (g/kg)	0.03	Very low
CEC (cmol/ kg)	4.14	Low
Total N ^{4/} (%)	1.21	Moderate
Available P ^{5/} (mg/kg)	13.15	Moderate
Exchangeable K ^{6/} (mg/kg)	94.15	High
physical properties		
Sand	65.59	Soil texture ^{7/}
Silt	19.60	Sandy clay loam
Clay	14.81	

หมายเหตุ ^{1/} pH = 1:1 H₂O , ^{2/} E.C. = 1:5 H₂O, ^{3/} Organic matter = Walkley and Black method
^{4/} Total N = micro-Kjeldahl method, ^{5/} Available P = Blue method (of Murphy and Riley)
 Bray II extraction,
^{6/} Exchangeable K = 1 N NH₄OAC extraction (atomic absorption spectrometer
^{7/} particle-size distribution was determined by the hydrometer method

2. คุณสมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

คุณสมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังพบว่า ค่า pH EC ปริมาณ OM, ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน P ที่เป็นประโยชน์ และ K ที่แลกเปลี่ยนได้ในทุกตัวรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) โดยการใส่ปุ๋ยทางดินในตำรับการทดลองที่ 7 มีแนวโน้มทำให้ดินมีค่าปริมาณธาตุอาหารหลัก (N P K) มากกว่าตัวรับการทดลองอื่นที่ใส่ปุ๋ยทางใบ ขณะที่ค่า pH ในดินหลังปลูกมีค่าลดลงในทุกตัวรับการทดลองโดยเฉพะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยเคมีทางดิน อาจเป็นเพราะว่าการใส่ปุ๋ยทางดินอาจทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (pH ลดลง) แต่ก็จัดว่าอยู่ในช่วงที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วนค่า EC ก็ไม่เปลี่ยนแปลงไปมากจากดินก่อนปลูกพืช และจัดว่าเป็นดินที่ไม่เค็ม ส่วนปริมาณ OM เพิ่มขึ้นในดินหลังปลูกในตำรับการทดลองที่ 3-7 อาจเกิดจากการที่ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบและการใส่ปุ๋ยลงในดินทำให้มีปริมาณธาตุอาหารสะสมที่ใบและซากใบสำมะมันสำปะหลังที่ร่วงหล่นลงดินเกิดการย่อยสลายลงดิน

3. ผลของการให้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงลำต้นมันสำปะหลัง

จากการศึกษาประสิทธิภาพการการผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ที่อายุการเจริญเติบโต 2 และ 4 เดือน มันสำปะหลังโดยได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันมีความสูงของลำต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การใช้โคโตซานฉีดพ่นในตำรับการทดลองที่ 5 ทำให้มีความสูงของลำต้นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 31.04 และ 84.15 เซนติเมตร ต่อต้น ตามลำดับ ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ย ทำให้มันสำปะหลังมีความสูงของลำต้นต่ำที่สุด (Table 3) การเจริญเติบโตที่ระยะ 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูกพบว่า มันสำปะหลังมีความสูงของลำต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติทั้ง 3 ระยะ โดยการใช้โคโตซานฉีดพ่นยังคงทำให้มีความสูงลำต้นสูงสุดและมีค่าสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยเคมีฉีดพ่นทางใบ และการให้ปุ๋ยเคมีทางดิน ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยทำให้มันสำปะหลังมีความสูงของลำต้นต่ำที่สุด

Table 2 Soil properties after harvesting cassava

Treatment	pH	EC	OM	Total	Available	Exchangeable K
	(Soil:H ₂ O; 1:1)	(Soil:H ₂ O; 1:5)	(%)	N (%)	P (mg/kg)	(mg/kg)
1 control (non-treated)	4.76	1.03	0.04	1.20	13.14	95.00
2 water application spraying	4.76	1.00	0.01	1.20	13.14	95.00
3 organic fertilizer application spraying (20 cc./ 20 L of water)	4.81	1.01	0.03	1.22	13.11	98.45
4 swine manure extract application spraying (20 cc./ 20 L of water)	4.80	1.02	0.10	1.23	13.16	98.45
5 Chitosan application spraying (20 cc./ 20 L of water)	4.77	1.04	0.10	1.22	13.14	95.12
6 complete fertilizer (15-15-15) application (20 g/ 20 L of water)	4.81	1.03	0.10	1.23	13.14	95.39
7 complete fertilizer application as side dressing	4.54	1.03	0.12	1.51	13.21	98.45
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	3.94	22.58	14.59	15.82	21.72	24.42

Means within each column followed by the same letters are not significantly different by DMRT

ns = not significant

Table 3 Effect of different types of fertilizer applications on cassava height.

Treatment	Plant Height (cm.)				
	2	4	6	8	10
	(month after planting)				
1 control (non-treated)	20.42	58.20	91.75 ^B	108.21 ^B	114.50 ^B
2 water application spraying	34.11	60.49	98.00 ^{AB}	114.46 ^{AB}	120.75 ^{AB}
3 organic fertilizer application spraying (20 cc./ 20 L of water)	32.18	61.31	116.50 ^A	132.96 ^A	139.25 ^A
4 swine manure extract application spraying (20 cc./ 20 L of water)	29.83	59.04	107.70 ^{AB}	123.46 ^{AB}	129.75 ^{AB}
5 Chitosan application spraying (20 cc./ 20 L of water)	31.04	84.15	113.25 ^A	129.71 ^A	136.00 ^A
6 complete fertilizer (15-15-15) application (20 g/ 20 L of water)	20.63	72.79	110.50 ^{AB}	126.96 ^{AB}	133.25 ^{AB}
7 complete fertilizer application as side dressing	25.97	61.32	95.75 ^B	112.21 ^{AB}	118.50 ^{AB}
F-test	ns	ns	**	**	**
CV. (%)	25.62	28.76	18.80	17.61	17.23

Means within each column followed by the same letters are not significantly different by DMRT

** = significant at $P \geq 0.1$ and ns = not significant

4. ผลของการให้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มมันสำปะหลัง

การให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า มันสำปะหลังเมื่อได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้ขนาดทรงพุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกระยะเวลาที่เก็บข้อมูล โดย

การใช้น้ำเปล่าฉีดพ่น ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร และโคโตซาน ทำให้มันสำปะหลังมีขนาดทรงพุ่มดีที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต รองลงมาคือ การใช้ปุ๋ยเคมีทางดิน การใช้ปุ๋ยเคมีฉีดพ่น และการไม่ใส่ปุ๋ยทำให้มีขนาดทรงพุ่มลดลงตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Effect of different types of fertilizer applications on cassava bush width.

Treatment	Bush width (cm)				
	2	4	6	8	10
	(month after planting)				
1 control (non-treated)	42.36 ^{BCD}	54.46 ^{BC}	39.57 ^B	30.14 ^B	31.52 ^C
2 water application spraying	52.78 ^A	83.22 ^A	101.05 ^A	96.69 ^A	87.82 ^A
3 organic fertilizer application spraying (20 cc./ 20 L of water)	49.36 ^{AB}	80.30 ^{AB}	98.25 ^A	97.83 ^A	88.37 ^A
4 swine manure extract application spraying (20 cc./ 20 L of water)	49.47 ^{AB}	78.25 ^{ABC}	93.03 ^A	89.83 ^A	80.67 ^{AB}
5 Chitosan application spraying (20 cc./ 20 L of water)	48.11 ^{ABC}	74.50 ^{ABC}	95.88 ^A	91.00 ^A	92.51 ^A
6 complete fertilizer (15-15-15) application (20 g/ 20 L of water)	37.90 ^D	52.00 ^C	49.15 ^{AB}	43.15 ^{AB}	43.76 ^{BC}
7 complete fertilizer application as side dressing	38.36 ^{CD}	56.86 ^{ABC}	59.09 ^{AB}	52.75 ^{AB}	53.01 ^{ABC}
F-test	*	*	**	**	*
CV. (%)	13.74	24.66	30.23	35.82	38.79

Means within each column followed by the same letters are not significantly different by DMRT

* = significant at $P \leq 0.5$ and ** = significant at $P \geq 0.1$

5. ผลของการให้ปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตมันสำปะหลัง

การศึกษาประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังต่อวิธีการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักแห้งรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่ใส่ปุ๋ย ทำให้มีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุด (2.15 ตันต่อไร่) รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยทุกตัวรับการทดลอง (1.20-1.85 ตันต่อไร่) และให้ผลไม่แตกต่างกับการฉีดพ่นน้ำเปล่า ที่ให้น้ำหนักแห้งรวมต่ำสุด (1.07 ตันต่อไร่) (Table 5)

การศึกษาน้ำหนักแห้งของใบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่น้ำหนักแห้งของใบมีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรฉีดพ่น ทำให้มีน้ำหนักแห้งใบสูงสุดเท่ากับ 93.75 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การใช้ปุ๋ยเคมีทางดิน การใช้โคโตซานฉีดพ่น การไม่ใส่ปุ๋ย การฉีดพ่นปุ๋ยเคมีทางใบ การฉีดพ่นน้ำเปล่า และการฉีดพ่นปุ๋ย

อินทรีย์น้ำเท่ากับ 90.00 89.00 86.75 86.26 83.25 และ 81.25 กิโลกรัมต่อไร่

มันสำปะหลังเมื่อได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกัน ทำให้มีจำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการไม่ใส่ปุ๋ยทำให้มีจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 9.85 หัวต่อต้น รองลงมาคือแปลงที่ใช้โคโตซานฉีดพ่น ส่วนมันสำปะหลังที่ได้รับฉีดพ่นน้ำเปล่า ใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำฉีดพ่น ใช้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร ใช้ปุ๋ยเคมีฉีดพ่นทางใบและปุ๋ยเคมีทางดินมีจำนวนหัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.12-8.50 หัวต่อต้น (Table 5)

การให้ปุ๋ยต่างชนิดกันต่อน้ำหนักหัวสดที่ศึกษาพบว่า ปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้มีน้ำหนักหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้โคโตซานฉีดพ่นทำให้มีน้ำหนักหัวสดสูงสุดเท่ากับ 6,250 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้

ค่าสูงสุดทางสถิติไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำฉีดพ่น ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรฉีดพ่น และปุ๋ยเคมีฉีดพ่นทางใบ อยู่ในช่วง 6,131-5,550 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ปุ๋ยแล้วพบว่าให้ผลผลิตน้ำหนักรากหัวสดต่ำสุด เท่ากับ 2,323.75 กิโลกรัมต่อไร่

การใช้ปุ๋ยแตกต่างกันทำให้มันสำปะหลังมี เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรทำให้มีเปอร์เซ็นต์

แป้งสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างกับการใช้โคโตซานฉีดพ่นเท่ากับ 24.25 และ 23.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือ การใช้ปุ๋ยเคมีฉีดพ่นทางใบ ส่วนแปลงที่ฉีดพ่นน้ำเปล่า ใช้ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำฉีดพ่น ใช้ปุ๋ยเคมีฉีดพ่นทางใบให้เปอร์เซ็นต์ แป้งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 21.00-23.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ การไม่ใส่ปุ๋ยทำให้มีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำสุดเท่ากับ 20.15 เปอร์เซ็นต์

Table 5 Production performance of cassava plants on different types of fertilizer applications.

Treatments	Total dry weight (ton/rai)	Dried leaves (kg/rai)	No.tuber	Fresh tuber yield (kg/rai)	Starch (%)
1 control (non-treated)	2.15 ^A	86.75	9.85	2,323.75 ^C	20.15 ^C
2 water application spraying	1.07 ^B	83.25	7.77	3,365.00 ^{BC}	21.00 ^{BC}
3 organic fertilizer application spraying (20 cc./ 20 L of water)	1.25 ^{AB}	81.25	8.30	5,550.00 ^A	22.25 ^{ABC}
4 swine manure extract application spraying (20 cc./ 20 L of water)	1.85 ^{AB}	93.75	8.37	6,131.25 ^A	24.25 ^A
5 Chitosan application spraying (20 cc./ 20 L of water)	1.20 ^{AB}	89.00	8.57	6,250.00 ^A	23.50 ^A
6 complete fertilizer (15-15-15) application (20 g/ 20 L of water)	1.42 ^{AB}	86.25	7.12	5,525.00 ^A	23.00 ^{AB}
7 complete fertilizer application as side dressing	1.24 ^{AB}	90.00	8.50	5,050.00 ^{AB}	22.00 ^{ABC}
F-test	*	ns	ns	**	**
CV. (%)	43.39	13.03	24.43	20.23	4.97

Means within each column followed by the same letters are not significantly different by DMRT

* = significant at $P \leq 0.5$, ** = significant at $P \geq 0.1$ and ns = not significant

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพการเพิ่มผลผลิตของ มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร และโคโตซานฉีดพ่น ทำให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตด้านความสูงของลำต้น ขนาดทรงพุ่มดีที่สุดในระยะเวลาการเก็บข้อมูล สำหรับการให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้ง พบว่า การใช้โคโตซาน และปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรฉีดพ่นทำให้มีผลผลิตหัวสดดีที่สุดในช่วง 6,250 และ 6,131 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และการใช้โคโตซาน และปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรฉีดพ่นก็ส่งผลทำให้มี

เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดเช่นเดียวกันคือ 23.50 และ 24.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยทำให้มีผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุดเพียง 2,323.75 กิโลกรัมต่อไร่ และ 20.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานทดลองของ นวลใจ และพงษกร (2556) ที่ได้ศึกษาผลของโคโตซานต่อการเจริญเติบโตของค่น้ำแล้วพบว่าค่น้ำที่ฉีดพ่นด้วยโคโตซานความเข้มข้น 40 ppm ทำให้ค่น้ำมีการเจริญเติบโตดีที่สุดในทั้งทางด้านความสูงต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบ และงานของ ทวีทรัพย์ และสุภัตรา (2555) พบว่าการใช้โคโตซานแช่เมล็ดขมจันทร์ทำให้มีความงอก ดัชนีการงอกและความยาวต้นกล้าสูงสุด และ

การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรก็ให้ผลผลิตที่ดีเช่นเดียวกับโคโตซานเช่นเดียวกัน ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ และทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดเท่ากับ 24.24 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการได้รับการฉีดพ่นปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกร นับว่าเป็นแหล่งธาตุอาหารต่างๆ ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ทั้งนี้เพราะในการเลี้ยงสุกรแผนใหม่มีการประกอบสูตรอาหารให้มีโภชนาการต่างๆ ครบตามความต้องการ รวมทั้งแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งก็เป็นชนิดเดียวกับที่พืชต้องการ และเมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไปแล้วแร่ธาตุจำนวนมากไม่สามารถถูกใช้ประโยชน์ได้หมดในระบบทางเดินอาหารจึงถูกขับถ่ายออกมาทางมูล ซึ่งส่วนใหญ่ก็อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้และพร้อมจะเป็นประโยชน์ต่อพืช การนำน้ำสกัดมูลสุกรมาพ่นบนใบมันสำปะหลังน่าจะมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชทั้งในใบและในต้น ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมอัตราการสังเคราะห์แสง และส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นได้ มูลสุกรจึงมีความเหมาะสมที่จะพัฒนาให้เป็นปุ๋ยทางใบ แก้มันสำปะหลังมาก เพราะมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารต่างๆ สูง และมูลสุกรราคาถูก (อุทัย และคณะ, 2553) น้ำสกัดมูลสุกรจึงเป็นปุ๋ยที่สำคัญต่อผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 อีกด้วย และจากงานของ ของปฏิมาและคณะ (2548) ได้ศึกษาปริมาณของแร่ธาตุชนิดต่างๆ และการเกิดเชื้อราในน้ำสกัดมูลสุกร โดยทำการหมักมูลสุกรแห้งกับน้ำ พบว่าน้ำสกัดมูลสุกรมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ N, P, K เท่ากับ 0.06, 0.02 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ได้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งที่ดี

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า ดำรับการทดลองที่ใช้ใช้ปุ๋ยเคมีฉีดพ่นทางใบและปุ๋ยเคมีทางดิน ทำให้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงของลำต้นและขนาดทรงพุ่มมีความสูงไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ปุ๋ยน้ำสกัดมูลสุกรและโคโตซานฉีดพ่น ในขณะที่ดำรับควบคุมมีความสูงลำต้นเฉลี่ยต่ำที่สุด ทั้งนี้ปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารได้เร็ว ทำให้มันสำปะหลังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงใดๆ การใส่ปุ๋ยเคมีจึงทำให้ผลผลิตและมีการเจริญเติบโตได้รวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยอื่นๆ เนื่องจากปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 มีธาตุอาหารหลัก (N P K) ครบช่วยในการเจริญเติบโตโดยไนโตรเจน (N) เป็นธาตุอาหารของพืชที่มีบทบาทในการเจริญเติบโตของพืชอย่างเห็นได้ชัดที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแก่พืชแล้ว พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ใบจะโตและมีสีเขียวขึ้นส่งผลต่อการสังเคราะห์

แสงและยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ทำให้ใบมีสีเขียว ส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกในการเจริญเติบโต ฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการ ทำให้พืชมีลำต้นแข็งแรงไม่ล้มง่ายช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ในระยะแรกของรากฝอย รากแขนง โพแทสเซียม (K) เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นในกระบวนการลำเลียงสารอาหารระหว่างเซลล์ มาหล่อเลี้ยงดอกและผลได้เต็มที่ สอดคล้องกับงานทดลองด้านปุ๋ยเคมีกับมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และการดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินชุดยโสธร โดยการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักครบถ้วนมีผลทำให้ความสูงพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งรวมส่วนเหนือพื้นดินและผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยเคมีครบสามธาตุร่วมกับมูลโค มีการดูใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมากที่สุด โดยปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จะมากที่สุดที่ลำต้นและโพแทสเซียมในรากเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ (กฤษฎาพรและคณะ, 2552; ทวีทรัพย์และพงศ์เทพ, 2553; Kanto et al., 2011)

ผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จากการศึกษาครั้งนี้ มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้รับปุ๋ยทุกสูตรอยู่ระหว่าง 5,050-6,250 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับงานของ กิ่งกานท์ และคณะ (2556) ซึ่งปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เดียวกันนี้ในแปลงที่ให้ปุ๋ยเคมี ได้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 6,199.66 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลผลิตของมันสำปะหลัง เนื่องจากดำรับการทดลองที่มีการฉีดพ่นน้ำเปล่าทางใบเพื่อกระตุ้นการได้รับน้ำทางใบของพืชทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตใกล้เคียงกัน เพราะในพื้นที่ทดลองเป็นพื้นที่ที่ได้รับน้ำตามธรรมชาติต่า นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสนใจว่าในการศึกษาครั้งนี้ดำรับที่ใช้โคโตซานฉีดพ่นทำให้มันสำปะหลังมีการสะสมเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดเท่ากับ 24.25% ซึ่งมีค่าสูงกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณปุ๋ยที่ใส่ให้กับพืชมีธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างคลอโรฟิลล์และการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง (Nair and Mohankumar, 1980) จึงส่งผลให้มันสำปะหลังมีการสะสมแป้งในหัวสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเช่นเดียวกับรายงานการทดลองในพืชอื่นที่พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลสุกรร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ส่งผลให้หัวพุ่มมีผลผลิตสูงสุดอีกทั้งยังสามารถลดปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีได้ (Omotoso, 2014)

ดังนั้น การใช้ปุ๋ยทุกชนิดในการศึกษาครั้งนี้ มีแนวโน้มทำให้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีความสูงลำต้น ขนาดทรงพุ่มของมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโต

ดีที่สุด ส่งผลทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังมีจำนวนหัว น้ำหนักหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าการใช้น้ำเปล่าฉีดพ่น และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยการใช้น้ำสกัดมูลสุกร ไคโตซาน และปุ๋ยเคมีฉีดพ่น ทำให้มีน้ำหนักหัวสดเฉลี่ย 5,525-6,250 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยถึง 3 เท่า ในขณะที่การใช้น้ำสกัดมูลสุกรให้ค่าเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด เท่ากับ 24.25% ใกล้เคียงกับการใช้ไคโตซานฉีดพ่น จึงอาจเป็นแนวทางในการเลือกใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆ จากผลการ ทดลองนี้ในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง สำหรับการปลูก มันสำปะหลังของเกษตรกรในพื้นที่การเกษตรที่ดินมีความ อุดมสมบูรณ์ต่ำและมีข้อจำกัดในการดูแลรักษาอาหารทาง รากเพื่อปรับปรุงวิธีการและการวางแผนใส่ปุ๋ยได้อย่างมี ประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพ มันสำปะหลัง สามารถทำให้เกษตรกรจัดการกับพืชหรือ ระบบการให้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่สนับสนุนงบประมาณ อุดหนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณเกษตรกรผู้เข้าร่วม โครงการวิจัยสำหรับความร่วมมือในการใช้สถานที่ทดลอง และเก็บข้อมูลทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ วัฒนากร และ พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง. 2559. ผลของไคโตซานต่อผลผลิตข้าวเจ้าหอม นิล 2 ฤดูกาล. วารสารแก่นเกษตร 44 (ฉบับพิเศษ1), 290-294.

กฤษณาพร สิ้นชัย, อนันต์ พลธานี และเริงศักดิ์ กตเวทิน. 2552. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม และมูลโคที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูแลรักษาของ มันสำปะหลังที่ปลูกในดินชุดยโสธร. รายงานการ วิจัย ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากร การ เกษ ตร ค ณ ะ เกษ ตร ศาส ตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กึ่งกานท์ พานิชนอก สกล ฉายศรี เอ็จ สโรบล กฤษณา ทิวาตรี สุปรานี งามประสิทธิ์ พชรดา ฉายศรี ประภาส ช่างเหล็ก ณรงค์ชัย บุญศรี นพพงศ์ จุล จอหอ และนันทฐาน ทักษรัตน์ศรีนัย. 2556. การจัดการธาตุอาหารเชิงพื้นที่เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสารแก่นเกษตร 41 (ฉบับพิเศษ2): 39-48.

ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์ และ พงศ์เทพ มินอก. 2553. ผลของ การใส่ปุ๋ยมูลสัตว์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อการ เจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 7 ใน พื้นที่จังหวัดมหาสารคาม. วารสารเกษตรพระ- วรณ 7(2) : 171-178.

ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์ และ สุภัตรา เทียมมาลา. 2555. ผล ของการกระตุ้นความงอกด้วยน้ำส้มควันไม้และ ไคโตซานต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ชมจันทร์ (*Ipomea alba* Linn). วารสารเกษตรพระ วรณ 9(1): 15-21.

นวลใจ โคตรแสง และ พงษกร ชมภูแสน. 2556. ผลของ ไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของคะน้า.

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ฉบับพิเศษ: 478-484.

บุญช่วย สงฆนาม ปรีชา แสงโสภา สำนอง นวลอ่อน กิติ พร เจริญสุข อมฤต วงษ์ศิริ ศศิธร ประพรม และจันทร์สว่าง ศรีหาคา. 2552. การทดสอบ เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. . ใน: การประชุม วิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 5: พลังงาน ทดแทนและความมั่นคงทางอาหารเพื่อ มนุษยชาติ.วันที่ 2-4 กรกฎาคม 2552. โรงแรม อุบลอินเตอร์เนชั่นแนล อุบลราชธานี.

ปฎิมา อู่สูงเนิน สุภัญญา จัดตุพรพงษ์ คณพล จุฑามณี และธงชัย มาลา. 2548. ผลของการใส่ปุ๋ยมูล สัตว์ชนิดต่างๆ ต่อผลผลิต เปอร์เซ็นต์แป้งของ หัวมันสำปะหลังและองค์ประกอบโภชนะของ มันเส้น.. ใน: การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 43 สาขาพืช วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัย- เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พานิชา พรเพ็ชรภักดี. 2550. ผลของไคโตซานต่อการ เจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลหวาย “เอียสกุล” *Dendrobium “Eiskul”* ในหลอดทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตร ของประเทศไทย. รายงานประจำปี 2554/55. กรุงเทพฯ:สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- อัศจรรย์ สุขอํารง และเรณู ขำเลิศ. 2553. เทคนิคการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง. คันเมื่อ 18 กรกฎาคม 2560, จาก URL <http://web.sut.ac.th/cassava/cassava/index.php>
- อุทัย คันโธ. 2552. วิจัยใช้มูลสุกรพ่นข้าว-มันสำปะหลังผลผลิตเพิ่ม-ลดต้นทุนไร่ 3 พัน. คันเมื่อ 18 กรกฎาคม 2560, จาก URL <http://www.pht-net.org/news52/view-news.asp?nID=49>
- อุทัย คันโธ สุกัญญา จัตตพรพงษ์ และปฎิมา อุ่สูงเนิน. 2553. การใช้มูลสัตว์เป็นปุ๋ยสำหรับพืชอย่างมีประสิทธิภาพ ตอนที่ 2 แนวทางการเพิ่มผลผลิตหัวมันสำปะหลังโดยใช้มูลสุกรและน้ำสกัดมูลสุกร. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 55(1), 17-23.
- Kanto, U., K. Jutamane, Y. Osotsapar, S. Jattupornpong, and C. Kaewprasit. 2011. Effect of swine manure extract by foliar application and soil drenching on dry matter and nutrient uptake of cassava. *Kasetsart Journal (Natural Science)*. 45, 995-1005.
- Nair,P.G. and B. Mohankumar. 1980. Response of cassava to micronutrients application in acid laterite soil. Pp.81-83. *In: Proceeding of Nat. Seminar on Tuber Crops Production Technology November 21-22, 1980. Tamil Nudu Agric. Univ., Coimbatore, India.*
- Omotoso, S. O. 2014. Influence of NPK 15-15-15 fertilizer and pig manure on nutrient dynamics and production of cowpea, *Vigna unguiculata* L. Walp. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2(6), 267-273.