

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ป็นเม็ด ปุ๋ยฮอร์โมนป็นเม็ดสูตรผสม และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และการสะสมมวลชีวภาพของมันสำปะหลัง

วันที่รับ : 19 มีนาคม 2566

วันที่แก้ไข : 24 กรกฎาคม 2566

วันที่ตอบรับ : 26 กรกฎาคม 2566

ชวลิต รักษาภิรมย์* และภูมิศักดิ์ อินทนนท์¹

¹คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิจิตร

*Corresponding author e-mail: chawalitra59@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ป็นเม็ด ปุ๋ยฮอร์โมนป็นเม็ดสูตรผสม (HO) ปุ๋ยเคมีต่อการปรับปรุงสมบัติของดินในแปลงปลูกมันสำปะหลัง การเจริญเติบโต และการสะสมมวลชีวภาพของมันสำปะหลัง โดยทำการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ย 4 ชนิด ได้แก่ 1) ปุ๋ยอินทรีย์ป็นเม็ด (ORG) 2) ปุ๋ยฮอร์โมนป็นเม็ดสูตรผสม (HO-1) 3) ปุ๋ยฮอร์โมนป็นเม็ดสูตรผสม (HO-2) และ 4) ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 (CHEM) ที่อัตรา 50 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ทั้งหมด 9 กรรมวิธี ละ 4 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า ดินก่อนการวิจัยมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนภายหลังการวิจัยพบว่าการใส่ปุ๋ย HO-1 (T5) และ HO-2 (T7) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ดินมีธาตุอาหารพืชรวมเพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มทำให้สมบัติด้านกายภาพของดิน ได้แก่ ความหนาแน่น (BD), ความพรุน (E) และ ความจุความชื้นสนาม (FC) ดีขึ้นกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ป็นเม็ด สำหรับการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพบว่าการใช้ปุ๋ย HO-1 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) มีผลทำให้ขนาดลำต้น ทรงพุ่มและค่าความเขียวใบดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ด้านการสะสมมวลชีวภาพ (Biomass) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 8 เดือน พบว่าการสะสมมวลชีวภาพสูงสุดในส่วนลำต้น กิ่ง ใบ ราก และ ก้านใบมากที่สุดตามลำดับ และพบว่าการใช้ปุ๋ย HO-1 (T5) และ HO-2 (T7) ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งหรือเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง (Starch) สูงสุดเท่ากับ 34.5 เปอร์เซ็นต์ และ 34.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ จากผลการวิจัยปุ๋ยฮอร์โมนป็นเม็ดสูตรผสม (HO) ในครั้งนี้เกษตรกรสามารถนำไปต่อยอดเพื่อเป็นทางเลือกในการจัดการดินและปุ๋ยสำหรับการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์อื่นๆ ให้มีปริมาณและคุณภาพที่สูงได้

คำสำคัญ: อัตราการใช้ปุ๋ย, ปุ๋ยอินทรีย์ป็นเม็ด, ปุ๋ยฮอร์โมนป็นเม็ดสูตรผสม, การสะสมมวลชีวภาพ

EFFECTS OF GRANULAR ORGANIC FERTILIZER, CHEMICAL AND GRANULAR ORGANIC FERTILIZER WITH HORMONE MIXED FORMULA (HO), AND CHEMICAL FERTILIZER ON GROWTH AND BIOMASS ACCUMULATION OF CASSAVA

Received: 19 March 2023

Revised : 24 July 2023

Accepted : 26 July 2023

Chawalit Raksarikorn^{1*} and Pumisak Intanon¹,

¹Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment,
Naresuan University, Phitsanulok

*Corresponding author e-mail: chawalitra59@nu.ac.th

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the effects of granular organic fertilizer, chemical, granular organic fertilizer with hormone mixed formula (HO), and chemical fertilizer on effects within soil properties, growth, and biomass accumulation of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). The study examined the effects of four types of fertilizers: 1) organic granular fertilizer (ORG), 2) chemical and organic granular fertilizer with hormone mixed formula (HO-1), 3) chemical and organic granular fertilizer with hormone mixed formula (HO-2), and 4) chemical fertilizer (CHEM) with a grade of 15-15-15, applied at the rates of 50 and 100 kilograms per rai. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with 9 treatments, 4 replications. The results indicated that the soil before the study had low fertility. However, after the study, it was found that the application of HO-1 (T5) and HO-2 (T7) at a rate of 100 kilograms per rai increased the overall plant nutrient content of the soil and improved some physical properties such as bulk density (BD), porosity (E), and field capacity (FC) compared to chemical and granular organic fertilizers. Regarding the growth of cassava, it was observed that the application of HO-1 at a rate of 100 kilograms per rai (T5) resulting in better stem size (diameter), canopy size, and leaf chlorophyll content compared to other treatments. As for the biomass accumulation of cassava at 8 months of age, it was found to be highest in the trunk, branch, leaf, root, and leaf stalk respectively. It was found that the use of HO-1 (T5) and HO-2 (T7) had the highest dry weight accumulation in the tubers (starch content) at 34.5% and 34.3%, respectively, which was higher than other treatments. Based on the results of this study, chemical and organic granular fertilizer with hormone mixed formula (HO) can be considered as an alternative option for soil and fertilizer management in the cultivation of other varieties of cassava to achieve higher quantity and quality.

Keywords: Rates of fertilizer, Organic granular fertilizer (ORG), Chemical and organic granular fertilizer with hormone mixed formula (HO), Biomass accumulation

บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยพบว่า ปี 2564 มีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 43,215 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.97 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดของจังหวัด (สำนักงานเกษตรจังหวัดอุดรดิตถ์, 2564) ได้แก่ อำเภอทองแสนขัน อำเภอตรอน อำเภอน้ำป่าด อำเภอฟากท่า อำเภอบ้านโคก และอำเภอเมืองบางส่วน ลักษณะดินที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นดินทรายปนดินร่วน ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ เมื่อเกษตรกรปลูกติดต่อกันเป็นระยะเวลานานและขาดการจัดการดิน และปุ๋ยที่ถูกต้องมีผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านสรีรวิทยาของมันสำปะหลัง เช่น การสะสมมวลชีวภาพในส่วนต่างๆ การเจริญเติบโต ซึ่งอาจทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตต่อพื้นที่ลดลงได้ (สุพัตรา ชาววงจักร และคนอื่นๆ, 2566, น.117) จากข้อมูลแนวทางการจัดทำเขตส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2565, น.126) พบว่าปริมาณผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเฉลี่ยต่อไร่ในประเทศไทยอยู่ที่ 3.5 ตันต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 29.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณผลผลิต และคุณภาพผลผลิตตามลักษณะประจำพันธุ์ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ระบุไว้ ดังนี้ ปริมาณผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด 4.9 ตันต่อไร่ เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด 31 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร, 2566) แสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังยังขาดวิธีการจัดการด้านดินและปุ๋ยที่เหมาะสม ดังนั้น ปัญหาด้านการจัดการดินและปุ๋ยของมันสำปะหลังจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ และหากเกษตรกรไม่มีการจัดการดินและปุ๋ยในแปลงปลูกที่เหมาะสมเป็นระยะเวลานาน เช่น การเลือกใช้ชนิดของปุ๋ย ปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน และการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน อันจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต เช่น จำนวนใบ จำนวนกิ่ง แผ่นใบ และการยึดของลำต้นไม่ดีเท่าที่ควร และสุดท้ายส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลังที่ลดลงนั่นเอง (วัลลีย์ อมรพล และคนอื่นๆ, 2560, น.160) งานวิจัยนี้จะช่วยเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการหาแนวทางการใช้ปุ๋ยเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน ต่อการเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลังในจังหวัดอุดรดิตถ์และในประเทศให้สูงขึ้น ทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ และเทคโนโลยีในการจัดการปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถเป็นทางเลือกแก่เกษตรกรในการจัดการดินและปุ๋ยที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณผลผลิต และคุณภาพเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังได้อีกหนึ่งทาง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ปุ๋ยเคมีต่อการปรับปรุงสมบัติของดินในแปลงปลูกมันสำปะหลัง การเจริญเติบโต และการสะสมมวลชีวภาพของมันสำปะหลัง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. นิยามศัพท์เฉพาะ

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม(HO) (Chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula) หรือ ปุ๋ย HO หมายถึง นวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยที่นำวัสดุแบบผสมผสานที่ให้ธาตุอาหารพืชทั้ง 16 ธาตุ ที่พืชต้องการและจำเป็นในปริมาณที่เหมาะสมนำมาผสมกับวัสดุอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) ฮอร์โมนอินทรีย์น้ำ สารเสริมภูมิคุ้มกัน สารสกัดสมุนไพรป้องกันโรคและแมลงหลายชนิดเข้าไว้ภายในเม็ดเดียวกันแล้วควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นปุ๋ยละลายช้า ผลิตเป็นปุ๋ยเฉพาะพืช (ขวลิต รักษาภิรมณ์ และคนอื่นๆ, 2555, น.19-20)

2. การวางแผนการทดลอง ครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ปุ๋ยเคมี และอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงสมบัติของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการสะสมมวลชีวภาพของมันสำปะหลัง โดยการทดสอบครั้งนี้ใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากในพื้นที่เป็นพืชทดสอบ สถานที่ทดลองตำบลป่าเซ่า อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ RCBD ทั้งหมด 9 กรรมวิธี ละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 แปลง ประกอบด้วยกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้ T1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control), T2 ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด (ORG) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่, T3 ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด (ORG) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, T4 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 1 (HO-1) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่, T5 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 (HO-2) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, T6 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 (HO-2) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่, T7 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 2 (HO-2) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, T8 ปุ๋ยเคมี 15-15-15 (CHEM) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ T9 ปุ๋ยเคมี 15-15-15 (CHEM) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

3. การเตรียมแปลงทดลอง โดยการไถครั้งที่ 1 (ไถตะ) เพื่อทำลายวัชพืชและกำจัดเชื้อโรคทางดิน และครั้งที่ 2 (ไถแปร) ทำการยกร่องปลูกมันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* L.) โดยมีระยะปลูกระหว่างแถว 120 ระหว่างต้น 80 เซนติเมตร

ในแปลงทดลองขนาด 7.8 x 10 เมตร (78 ตารางเมตร) แปลงละ 50 ต้น รวม 1,800 ต้น โดยใช้ท่อนพันธุ์ยาว 25 เซนติเมตร เป็นต้นพันธุ์ในแปลงปลูก

4. การจัดการปุ๋ย การกำจัดวัชพืช และการดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังจากปลูกมันสำปะหลัง 2 สัปดาห์ ด้วยวิธีการหว่านและทำการพรวนดินกลบ โดยแบ่งใส่ครึ่งหนึ่งของน้ำหนักปุ๋ยแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ในแต่ละกรรมวิธี สำหรับครั้งที่ 2 จะทำการใส่ปุ๋ยอีกครั้งหนึ่งหลังจากปลูกมันสำปะหลัง 3 เดือน ตามวิธีการและช่วงเวลาที่เหมาะสมปฏิบัติ เช่น การใส่ปุ๋ย การป้องกันกำจัดศัตรูพืช และการจัดการน้ำโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ

5. การผลิตปุ๋ยสูตรฮอร์โมนบีเอ็มดีสูตรผสม(HO)

การผลิตปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มดีสูตรผสม(HO) เป็นการนำแร่ธาตุ วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ปุ๋ยน้ำชีวภาพจากเศษปลา และฮอร์โมนอินทรีย์น้ำจากผลไม้โดยทำการผลิตขึ้นรูปเม็ดปุ๋ยบนจานบีเอ็มดีปุ๋ย ซึ่งมีขั้นตอนและกระบวนการผลิต (ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2555) ดังนี้

5.1 สูตรเร่งการเจริญเติบโต (HO-1) โดยชั่งปุ๋ยสูตร 46-0-0 ร้อยละ 30 สารปรับปรุงบำรุงดินร้อยละ 30 แร่ธาตุร้อยละ 30 มาเคลือบด้วยปุ๋ยน้ำชีวภาพจากเศษปลาและฮอร์โมนอินทรีย์น้ำจากผลไม้ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักแล้วนำวัสดุทั้งหมดเข้ากระบวนการบีเอ็มดีตามข้อที่ 3

5.2 สูตรเร่งผลผลิต (HO-2) ชั่งปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร้อยละ 30 สารปรับปรุงบำรุงดินร้อยละ 30 แร่ธาตุร้อยละ 30 ตามสัดส่วนของแต่ละสูตรมาเคลือบด้วยปุ๋ยน้ำชีวภาพจากเศษปลาและฮอร์โมนอินทรีย์น้ำจากผลไม้ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักแล้วนำวัสดุทั้งหมดเข้ากระบวนการบีเอ็มดีตามข้อที่ 3

5.3 นำเม็ดฮอร์โมนในข้อ 1 หรือ 2 มาพรมด้วยฮอร์โมนอินทรีย์น้ำบนจานบีเอ็มดีอีกครั้งแล้วปั้นขึ้นเม็ดโดยใส่จุลธาตุอาหารชนิดผงบนจานบีเอ็มดีแล้วผึ่งลมให้แห้ง

5.4 นำเม็ดปุ๋ยฮอร์โมนในข้อ 3 มาพรมด้วยฮอร์โมนอินทรีย์น้ำอีกครั้งแล้วปั้นขึ้นเม็ดโดยวัสดุปรับปรุงความเป็นกรดเป็นด่างของดินบนจานบีเอ็มดีแล้วผึ่งลมให้แห้ง

5.5 นำเม็ดปุ๋ยฮอร์โมนในข้อ 4 มาเคลือบด้วยสารควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารแล้วนำไปกลิ้งบนจานบีเอ็มดีเพื่อให้เม็ดปั้นตัวแน่นคงรูปร่างกลมดีขึ้นแล้วผึ่งลมให้แห้ง

5.6 นำปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มดีที่แห้งแล้วเข้าเครื่องคัดแยกขนาดแล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติก โดยมีประเภทของวัตถุุดิบและสัดส่วนโดยร้อยละของน้ำหนักเพื่อใช้ในการผลิตปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มดีสูตรผสม(HO) ทั้ง 2 สูตร ดังตาราง 1

ตาราง 1 วัตถุุดิบและส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มดีสูตรผสม(HO)

สูตรปุ๋ย	วัตถุุดิบและส่วนประกอบของปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มดีสูตรผสม(HO) (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)						Total 100
	A	B	C	D	E	F	
ปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มดีสูตรผสม HO-1	30	-	30	30	5	5	100
ปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มดีสูตรผสม HO-2	-	30	30	30	5	5	100

หมายเหตุ A = ปุ๋ยเคมีสูตร 46 - 0 - 0
 B = ปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 - 15
 C = สารปรับปรุงบำรุงดิน และผงปุ๋ยหมักอินทรีย์คุณภาพสูง
 D = ผงแร่ประกอบด้วย ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม
 E = ปุ๋ยน้ำชีวภาพจากเศษปลา
 F = ปุ๋ยฮอร์โมนอินทรีย์น้ำจากผลไม้

6. การบันทึกข้อมูล

6.1 สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงปลูกจากสถานีตรวจอากาศอำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ กรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสะสม

6.2 สมบัติของดินบางประการทั้งก่อนและหลังการทดลองตามวิธีการวิเคราะห์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองวิเคราะห์ดิน, 2540) ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจน โดยวิธี Micro-Kjeldahl method ฟอสฟอรัส โดยวิธี Bray. II และโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมกำมะถัน เหล็ก และแมงกานีส โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) เป็นต้น สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (BD) ความพรุนรวม (E) และความจุความชื้นสนาม (FC) เป็นต้น และสมบัติทางเคมี ได้แก่ อินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ความเป็นกรดต่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้าในดิน (EC) เป็นต้น

6.3 สมบัติของปุ๋ยบางประการในปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ไนโตรเจน โดยวิธี Micro-Kjedahl method ฟอสฟอรัส โดยวิธี Bray. II โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีส โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) และ โบรอน โดยวิธี In house method based on DOA 2/2552 และ อินทรีย์วัตถุ โดยวิธี Walkley and black method เป็นต้น

6.4 การเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิต ได้แก่ ความสูง ขนาดลำต้น ขนาดทรงพุ่ม ค่าความเขียวใบของมันสำปะหลังที่อายุ 180 วัน ก่อนทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้เครื่อง SPAD 502 ทำการวัดใบล่างสุดไปจนถึงใบที่อยู่เรือนยอดของลำต้นและทำการเฉลี่ย การการสะสมมวลชีวภาพ (Biomass) ในส่วนต่างๆ ของต้นมันสำปะหลังอายุ 8 เดือน โดยวิธีการแยกส่วนและนำไปเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักหลังอบคงที่ และนำมาคำนวณหาผลผลิตชีวภาพ (Biomass)

6.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

1. ผลของชนิดและอัตราของปุ๋ยอินทรีย์ป็นเม็ด ปุ๋ยฮอร์โมนป็นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมีต่อการปรับปรุงสมบัติของดินในแปลงปลูกมันสำปะหลัง สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงปลูกจากสถานีตรวจอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่าอุณหภูมิช่วงที่ทำการทดลอง อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 7.78 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสะสม 1,365 มิลลิเมตร โดยอุณหภูมิบริเวณแปลงทดลอง และปริมาณน้ำฝนไม่มีอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี สมบัติของดินก่อนการทดลอง พบว่าเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam) โดยมีอนุภาคทรายร้อยละ 20–50 อนุภาคทรายแป้งร้อยละ 85–90 และอนุภาคดินเหนียวร้อยละ 60-100 โดยดินก่อนการทดลอง มีปริมาณธาตุไนโตรเจนวิเคราะห์โดยวิธี Micro-Kjedahl method มีปริมาณต่ำ (N 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุฟอสฟอรัสวิเคราะห์โดยวิธี Bray. II มีปริมาณสูงมาก (3,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุโพแทสเซียมวิเคราะห์โดยวิธี AAS มีปริมาณสูงมาก (300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อินทรีย์วัตถุระดับต่ำมาก (OM 0.23 เปอร์เซ็นต์) ความเป็นกรดต่างระดับกรดเล็กน้อย (pH 6.3) ค่าการนำไฟฟ้าในดินระดับค่อนน้อยมาก (EC 0.56 มิลลิซีเมนตต่อเซนติเมตร) ค่าความหนาแน่นของดินระดับสูงมาก (Bd 1.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ค่าความพรุนของดินระดับน้อยมาก (E 26.58 เปอร์เซ็นต์) ค่าความจุความชื้นภาคสนามระดับต่ำ (FC 22.19 เปอร์เซ็นต์) (ตาราง 2) สมบัติของดินหลังการทดลองพบว่า ระดับธาตุอาหารหลักในดินมีปริมาณสูงขึ้นในทุกกรรมวิธี ยกเว้น T1 (ควบคุม) โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน (N) มีปริมาณสูงสุดใน T7 (12,600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุฟอสฟอรัส (P) มีปริมาณสูงสุดใน T5 (19,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุโพแทสเซียม (K) มีปริมาณสูงสุดใน T7 (20,700 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S) และธาตุอาหารเสริมบางประการ (Fe, Mn) ในดิน พบว่าเพิ่มสูงขึ้นในกรรมวิธีที่มีการใช้ ปุ๋ย HO-1, ปุ๋ย HO-2 และปุ๋ยอินทรีย์ป็นเม็ดตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นสูงสุด T3 (0.93 เปอร์เซ็นต์) ใกล้เคียงกับ T7 (0.89 เปอร์เซ็นต์) และ T5 (0.85 เปอร์เซ็นต์) ค่าความเป็นกรดต่างของดินพบว่า T1–T7 อยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อย (Slightly acid) pH 6.0–6.5 แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี T8–T9 ที่ทำให้สภาพของดินมีแนวโน้มเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งแสดงผลอยู่ในระดับกรดจัด (Strongly Acid) pH 5.1–5.5 ค่าการนำไฟฟ้าในดิน (Electric conductivity) ในเนื้อดินร่วนปนทรายแป้งพบว่าทุกกรรมวิธีอยู่ในระดับค่อนปานกลาง 0.81–1.60 มิลลิซีเมนตต่อเซนติเมตร ไม่มีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) หลังการทดลองพบว่า T2–T7 มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลง อยู่ในระดับ 1.24–1.32 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าเมื่อดินมีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลง ก็จะทำให้ดินมีความพรุนมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความจุความชื้นภาคสนาม

(Field capacity) ในดินหลังการทดลอง พบว่า T7 (26.75 เปอร์เซ็นต์) และ T5 (26.40 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าความจุความชื้นสนามสูงกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองในทุกๆ กรรมวิธี ซึ่งค่า (FC) จะสามารถบ่งบอกได้ถึงปริมาณการดูดซับน้ำเนื่องจากโครงสร้างดินได้รับการปรับปรุงให้มีความหนาแน่นลดลง และมีความพรุนเพิ่มมากขึ้นประกอบกับอินทรีย์วัตถุที่มีสมบัติในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดีกว่าอนุภาคดินที่เกิดจากหินและแร่ ทำให้พืชใช้น้ำและธาตุอาหารในดินไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์โดยรวมเพิ่มขึ้น (ตาราง 2) สมบัติของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง ผลการวิเคราะห์ปุ๋ย พบว่าปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N P K) รวมสูงสุดคือปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รวม 450,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (T8, T9) แต่ไม่พบธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดสูตรผสม (HO) แล้วพบว่า HO-2 มีธาตุอาหารหลัก (148,100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ธาตุอาหารรอง (44,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และธาตุอาหารเสริม (690 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รวมสูงสุดที่ใช้ในกรรมวิธี (T6, T7) ในขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ด (T2, T3) มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในระดับต่ำกว่าปุ๋ย HO-1 และปุ๋ย HO-2 แต่ก็พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด 5.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าปุ๋ย HO-1 และปุ๋ย HO-2 ตามลำดับ (ตาราง 3)

ตาราง 2 สมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง

สมบัติของดิน		ก่อน		หลังทดลอง								
		ทดลอง	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
ธาตุอาหารหลัก												
Total N	มก./กก.	100	-	1,000	2,200	11,200	11,100	12,000	12,600	11,900	14,200	
Available P	มก./กก.	3,200	1,500	2,000	2,100	14,400	19,800	11,600	12,400	11,500	12,700	
Exchange K	มก./กก.	300	100	2,300	6,900	10,200	19,800	13,500	20,700	14,700	16,800	
ธาตุอาหารรอง												
Exchange Ca	มก./กก.	650	300	950	1,760	2,330	2,220	1,790	2,270	440	420	
Exchange Mg	มก./กก.	1,240	1,740	2,460	2,950	3,350	4,210	2,780	4,810	1,240	1,350	
Available S	มก./กก.	120	10	110	930	450	770	230	990	110	410	
ธาตุอาหารเสริม												
Fe	มก./กก.	70	60	190	260	190	260	180	320	70	80	
Mn	มก./กก.	520	590	690	1,110	1,560	1,350	1,200	1,910	1,070	1,380	
อินทรีย์วัตถุ (%)		0.23	0.28	0.84	0.97	0.65	0.72	0.67	0.75	0.27	0.28	
ความเป็นกรดต่าง		6.3	6.6	6.5	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	5.8	5.7	
การนำไฟฟ้า (ms/cm)		0.56	0.33	0.83	1.03	1.33	1.54	1.41	1.63	1.33	1.35	
ความหนาแน่นรวม (ก./ลบ.ซม.)		1.45	1.44	1.28	1.25	1.32	1.30	1.26	1.24	1.40	1.42	
ความพรุน (%)		26.58	26.09	34.45	35.06	38.05	39.50	39.15	41.50	28.45	28.55	
จุลความชื้นภาคสนาม (%)		22.19	22.15	23.15	23.90	25.15	26.40	25.54	26.75	22.65	22.63	

หมายเหตุ มก./กก. = มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 % = เปอร์เซ็นต์
 ms/cm = มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร
 ก./ลบ.ซม. = กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ตาราง 3 สมบัติบางประการของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติของปุ๋ย	วิธีวิเคราะห์	ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง				
		ORG	HO-1	HO-2	CHEM	
ธาตุอาหารหลัก	N มก./กก.	Micro Kjeldahl Method	24,300	25,500	26,500	150,000
	P มก./กก.	Bray. II	16,500	14,400	16,200	150,000
	K มก./กก.	AAS.	19,800	102,900	105,400	150,000
	Total มก./กก.	-	60,600	142,800	148,100	450,000
ธาตุอาหารรอง	Ca มก./กก.	AAS.	1,200	19,900	21,400	-
	Mg มก./กก.	AAS.	3,400	11,100	13,600	-
	S มก./กก.	AAS.	24,500	7,500	9,200	-
	Total มก./กก.	-	29,100	38,500	44,200	
ธาตุอาหารเสริม (บางชนิด)	Fe มก./กก.	AAS.	200	140	180	-
	Cu มก./กก.	AAS.	50	40	50	-
	Zn มก./กก.	AAS.	150	140	160	-
	Mn มก./กก.	AAS.	90	250	270	-
	B มก./กก.	AAS.	50	30	30	-
	Total มก./กก.	-	540	600	690	
อินทรีย์วัตถุ; OM (%)		Walkley Black Method	5.3	1.13	1.20	-

หมายเหตุ มก./กก. = มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, % = เปอร์เซ็นต์

2. ผลการศึกษาอิทธิพลของชนิดและอัตราของปุ๋ยอินทรีย์ป็นเม็ด ปุ๋ยฮอร์โมนป็นเม็ดสูตรผสม (HO) และ ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และการสะสมมวลชีวภาพของมันสำปะหลัง ผลการเจริญเติบโตด้านความสูงของมันสำปะหลังในช่วง 1-2 เดือนแรกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อมันสำปะหลังอายุ 3-6 เดือน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติกันอย่างเด่นชัด โดยกรรมวิธีที่มีความสูงมากที่สุดในมันสำปะหลังอายุ 6 เดือน ได้แก่ T6 เฉลี่ย 290.1 เซนติเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ กับกรรมวิธีอื่นๆ (ตาราง 4) ด้านขนาดลำต้นของมันสำปะหลังในช่วง 1 เดือนแรกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่ออายุ 2-6 เดือน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติกันอย่างเด่นชัดโดยกรรมวิธีที่มีขนาดลำต้นมากที่สุดในมันสำปะหลังอายุ 6 เดือน ได้แก่ T5 เฉลี่ย 4.5 เซนติเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ กับกรรมวิธีอื่นๆ (ตาราง 5) ด้านขนาดทรงพุ่มของมันสำปะหลังในช่วง 1-2 เดือนแรกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่ออายุ 2-6 เดือน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติกันอย่างเด่นชัดโดยกรรมวิธีที่มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุดในมันสำปะหลังอายุ 6 เดือน ได้แก่ T5 เฉลี่ย 163.6 เซนติเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ กับกรรมวิธีอื่นๆ (ตาราง 6) ค่าความเขียวใบเฉลี่ยภายในช่วงอายุ 180 วันหลังปลูก พบว่ากรรมวิธีที่มีค่าความเขียวใบมากที่สุดได้แก่ T5, T7, T8, T4, T6 และ T9 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 52.2, 51.4, 51.3, 51.2, 51.0 และ 50.9 Unit ตามลำดับ แตกต่างกับกรรมวิธี T3, T1 และ T2 กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 7) การการสะสมมวลชีวภาพ (Biomass) อายุ 8 เดือน พบว่าทุกกรรมวิธีมีการสะสมมวลชีวภาพในส่วน ลำต้น กิ่ง ใบ ราก และ ก้านใบมากที่สุดตามลำดับ กรรมวิธีที่มีการสะสมมวลชีวภาพในลำต้นมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ T1, T6 และ T4 ดังนี้ 82.7, 73.5 และ 69.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในกิ่งมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ T7, T5 และ T9 ดังนี้ 54.3, 47.9 และ 47.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบใบมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ T2, T1 และ T9 ดังนี้ 45.1, 44.8 และ 44.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในรากมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ T5, T7 และ T4 ดังนี้ และ การสะสมมวลชีวภาพในก้านใบมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ T5, T8, T3 และ T1 ดังนี้ 34.3, 32.9, 30.0 และ 30.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 8)

ตาราง 4 การเจริญเติบโตทางด้านความสูง

กรรมวิธี	อายุมันสำปะหลัง (เดือน)						หน่วย : (เซนติเมตร)
	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	
T1 Control	18.8b	51.4b	102.4de	165.1e	170.1e	173.6e	
T2 ORG อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	20.7ab	52.8ab	117.3cde	264.7b	269.7b	273.2b	
T3 ORG อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	24.8ab	50.8a	123.2cd	238.6c	243.6c	247.1c	
T4 HO-1 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	26.0a	60.5ab	114.6cde	169.2e	174.2e	177.7e	
T5 HO-1 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	23.6ab	65.4a	125.8cd	260.0b	265.0b	268.5b	
T6 HO-2 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	23.7ab	53.3ab	138.4bc	281.6a	286.6a	290.1a	
T7 HO-2 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	24.8ab	48.2b	93.7e	181.5d	188.0d	191.0d	
T8 CHEM อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	22.3ab	57.4ab	171.8a	267.4b	272.4b	275.9b	
T9 CHEM อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	23.1ab	60.3ab	158.5ab	230.2c	235.2c	238.7c	
F – Test	ns	ns	**	**	**	**	
CV (เปอร์เซ็นต์)	28.30	26.12	25.40	5.16	5.01	4.93	

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, ... ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอักษร a จะกำกับเลขที่มีค่ามากที่สุด และไล่ลำดับตัวอักษรไปจนถึงเลขที่มีค่าน้อยที่สุด, ตัวอักษรที่กำกับไว้ในแถว F-Test มีความหมายในแต่ละคอลัมน์ ดังนี้
 ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ,
 ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.01$)

ตาราง 5 การเจริญเติบโตทางด้านขนาดลำต้น

กรรมวิธี	อายุมันสำปะหลัง (เดือน)						หน่วย : (เซนติเมตร)
	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	
T1 Control	0.6	0.8b	1.5cd	2.4bc	2.8d	3.4d	
T2 ORG อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	0.6	0.9b	1.6bcd	2.4bc	2.8d	3.5cd	
T3 ORG อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	0.6	0.9b	1.6cd	2.5bc	3.0cd	3.9b	
T4 HO-1 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	0.6	0.9b	1.4d	2.0d	3.0cd	3.9b	
T5 HO-1 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	0.6	0.9b	1.7bc	2.6ab	3.2a	4.5a	
T6 HO-2 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	0.3	1.2a	1.8ab	2.7ab	3.4b	3.4d	
T7 HO-2 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	0.5	1.0ab	1.7bc	2.2cd	2.4e	2.7e	
T8 CHEM อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	0.4	1.0ab	2.0a	2.7ab	3.4b	3.8bc	
T9 CHEM อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	0.5	1.0ab	2.0a	2.9a	3.8bc	3.4d	
F – Test	ns	*	**	**	**	**	
CV (เปอร์เซ็นต์)	52.66	29.32	14.4	15.83	12.74	10.85	

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, ... ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอักษร a จะกำกับเลขที่มีค่ามากที่สุด และไล่ลำดับตัวอักษรไปจนถึงเลขที่มีค่าน้อยที่สุด, ตัวอักษรที่กำกับไว้ในแถว F-Test มีความหมายในแต่ละคอลัมน์ ดังนี้
 ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ,
 * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$),
 ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.01$)

ตาราง 6 การเจริญเติบโตทางด้านขนาดทรงพุ่ม

กรรมวิธี	อายุมันสำปะหลัง (เดือน)						หน่วย : (เซนติเมตร)
	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	
T1 Control	19.6	62.5	82.3b	100.3g	103.3g	105.3g	
T2 ORG อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	16.7	51.8	86.1ab	108.0fg	111.0f	114.0f	
T3 ORG อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	18.8	54.5	92.3ab	119.6de	122.6de	125.6de	
T4 HO-1 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	19.2	48.7	80.1b	115.5ef	118.5ef	121.5ef	
T5 HO-1 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	19.6	50.5	92.4ab	157.6a	160.6a	163.6a	
T6 HO-2 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	21.6	61.9	97.8ab	144.8b	147.8b	151.8b	
T7 HO-2 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	16.8	43.4	79.1b	128.1c	133.1c	136.1c	
T8 CHEM อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	18.7	54.3	88.0ab	123.7cd	126.7cd	129.7ab	
T9 CHEM อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	18.7	54.7	90.5ab	127.8c	130.8c	133.8c	
F – Test	ns	ns	*	**	**	**	
CV (เปอร์เซ็นต์)	26.91	33.23	16.60	7.65	7.46	7.29	

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, ... ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอักษร a จะกำกับเลขที่มีค่ามากที่สุด และไล่ลำดับตัวอักษรไปจนถึงเลขที่มีค่าน้อยที่สุด, ตัวอักษรที่กำกับไว้ในแถว F-Test มีความหมายในแต่ละคอลัมน์ ดังนี้
ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ,
* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$),
** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.01$)

ตาราง 7 ค่าความเขียว (Chlorophylls for Leaf SPAD)

กรรมวิธี	ค่าความเขียวใบ Chlorophylls for Leaf SPAD (หน่วย: Unit)
T1 Control	46.7b
T2 ORG อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	46.6b
T3 ORG อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	47.9b
T4 HO-1 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	51.2a
T5 HO-1 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	52.2a
T6 HO-2 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	51.0a
T7 HO-2 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	51.4a
T8 CHEM อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	51.3a
T9 CHEM อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	50.9a
F – Test	**
CV (เปอร์เซ็นต์)	8.50

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c, ... ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอักษร a จะกำกับเลขที่มีค่ามากที่สุด และไล่ลำดับตัวอักษรไปจนถึงเลขที่มีค่าน้อยที่สุด, ตัวอักษรที่กำกับไว้ในแถว F-Test มีความหมายในแต่ละคอลัมน์ ดังนี้
ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ,
** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.01$)

ตาราง 8 การการสะสมมวลชีวภาพของมันสำปะหลังอายุ 8 เดือน

กรรมวิธี	การการสะสมมวลชีวภาพ (Biomass)			(หน่วย: เปอร์เซ็นต์)	
	ใบ	ก้านใบ	กิ่ง	ลำต้น	ราก (หัว)
T1 Control	44.8	30.0	34.8	82.7	27.5
T2 ORG อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	45.1	27.9	36.7	59.0	29.3
T3 ORG อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	34.8	30.0	43.7	57.2	31.8
T4 HO-1 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	38.4	24.9	46.6	69.5	33.8
T5 HO-1 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	30.9	34.3	47.9	52.0	34.5
T6 HO-2 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	35.3	26.6	45.2	73.5	32.2
T7 HO-2 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	31.1	26.9	54.3	56.8	34.3
T8 CHEM อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่	29.5	32.9	41.1	59.5	31.2
T9 CHEM อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่	44.1	24.3	47.9	47.0	31.9
เฉลี่ย	37.1	28.6	44.2	61.9	31.8

อภิปรายผลการวิจัย

1. อิทธิพลของปุ๋ยต่อการปรับปรุงสมบัติของดินในแปลงปลูกมันสำปะหลัง สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงปลูกไม่เป็นอุปสรรคต่อการทดลอง เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชวันสั้นต้องการช่วงแสงสั้น และทนต่อสภาพอากาศแล้งหรือสภาพแปลงปลูกที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวได้ดีในจังหวัดอุตรดิตถ์ (สมลักษณ์ จูฑังคะ, 2551) ดินก่อนการทดลองมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแข็ง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินหลังการทดลองมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น พบว่าในกลุ่มของปุ๋ย HO มีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N P K) น้อยกว่าปุ๋ยเคมีแต่สูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ด อย่างไรก็ตามปุ๋ย HO มีปริมาณของธาตุอาหารรองเสริมอยู่ในระดับเหมาะสมและครบถ้วนกว่าปุ๋ยเคมี เช่นธาตุอาหารที่เป็นประจุบวก ได้แก่ Fe, Zn และ Mn เป็นต้น (ชาติประชา สอนกลิ่น, 2563) เมื่อใส่ปุ๋ย HO ลงไปในดินทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น เทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ถึงแม้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สูงกว่าปุ๋ย HO ก็ตาม แต่ปริมาณธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมอยู่ในระดับต่ำกว่าปุ๋ย HO ซึ่งมีองค์ประกอบมาจากอินทรีย์วัตถุ และนำหมักชีวภาพที่มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ จึงช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของปุ๋ย วัตถุประสงค์เหล่านี้เมื่อใส่ลงไปในดินจะมีผลทำให้เม็ดดินจับกันมากขึ้น (Aggregation) โครงสร้างดินได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น (วิชาญ ชุ่มมัน และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2559, น.273) ในขณะเดียวกันการใช้ปุ๋ย HO มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางด้านเคมีได้แก่ pH และ EC ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตมันสำปะหลัง อีกทั้งทำให้สมบัติทางด้านกายภาพ เช่น ความหนาแน่นของดิน (BD) ลดลงจาก 1.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อยู่ในระหว่าง 1.24–1.32 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนของดิน (E) เพิ่มขึ้นจาก 26.58 เปอร์เซ็นต์ เป็น 34.45–41.50 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งมีแนวโน้มทำให้ดิน มีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดินจึงเหมาะต่อการเจริญเติบโต และการขยายรากของมันสำปะหลัง จากผลการทดลองสามารถกล่าวได้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดสูตรผสม HO-1 และ HO-2 อัตรา 50–100 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลัก รองเสริม ในดินเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังมีสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้า (วิชาญ ชุ่มมัน และภูมิศักดิ์ อินทนนท์, 2559, น.267) อีกทั้งมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืชแบบสมดุลอยู่ในเม็ดปุ๋ยประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ธาตุอาหารเหล่านี้จะค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ จึงหลงเหลืออยู่ในดินมากกว่าในดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี (วิภาวรรณ สายคำยศ และคนอื่นๆ, 2561, น.200) จึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้ปุ๋ย HO สามารถปรับปรุงสมบัติของดินในแง่ของความอุดมสมบูรณ์ในแปลงปลูกมันสำปะหลังได้ดีกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ด และปุ๋ยเคมี สมบัติของปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองผลการวิเคราะห์ปุ๋ย พบว่า ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N P K) รวมสูงสุดคือปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รวม 45 เปอร์เซ็นต์ (T8,T9) แต่ไม่พบธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม อีกทั้งสมบัติของปุ๋ยเคมีที่ปลดปล่อยธาตุอาหารเร็วจึงทำให้ธาตุอาหารสูญเสียไปจากดินได้ง่ายกว่าการใช้ปุ๋ย HO (วิภาวรรณ สายคำยศ และคนอื่นๆ, 2561, น.202)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็นเม็ดสูตรผสม (HO) แล้วพบว่า มีธาตุอาหารหลัก (14.81 เปอร์เซ็นต์) ธาตุอาหารรอง (4.42 เปอร์เซ็นต์) และธาตุอาหารเสริม (0.069 เปอร์เซ็นต์) รวมสูงสุดใน HO-2 (T6,T7) ในขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์บีเอ็นเม็ด (T2,T3) มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในระดับต่ำกว่าปุ๋ย HO-1 และปุ๋ย HO-2 แต่ที่พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด 5.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าปุ๋ย HO-1 และปุ๋ย HO-2 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามวัตถุประสงค์พบว่า การใช้ปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็นเม็ดสูตรผสม HO-1 สูตรเร่งการเจริญเติบโต อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็นเม็ดสูตรผสม HO-2 สูตรเร่งผลผลิต อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อการปรับปรุงสมบัติของดินทางด้านเคมี และด้านกายภาพของดินได้ดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์บีเอ็นเม็ดในทุกๆ รายการที่สำคัญ

2. อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต และการสะสมมวลชีวภาพของมันสำปะหลัง ด้านการเจริญเติบโต พบว่า การใช้ปุ๋ย HO-1 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่ดีที่สุดในด้านขนาดลำต้น (4.5 เซนติเมตร) ขนาดทรงพุ่ม (163 เซนติเมตร) และค่าความเขียวใบของมันสำปะหลัง (52.2 Unit) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (เอนกพงศ์ จำปา และวิทยา ตรีโลเกศ, 2561, น.58) อาจกล่าวได้ว่า การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบของต้นมันสำปะหลังที่ได้รับปุ๋ยในช่วงอายุที่มีการเจริญเติบโต ระยะ 1-4 เดือนแรก ซึ่งเป็นช่วงระยะที่เรียกว่า Exponential Phase เป็นระยะที่พืชมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Intanon et al, 2017) เพราะในช่วงนี้พืชมีความต้องการใช้ธาตุอาหารหลัก รอง เสริม ไปใช้ในกระบวนการสร้างการเจริญเติบโตที่สูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็นเม็ดสูตรผสมที่มีมาก และครบถ้วน ในขณะที่ปุ๋ยเคมีมีธาตุอาหารหลักเพียงอย่างเดียว และในปุ๋ยอินทรีย์บีเอ็นเม็ดมีปริมาณธาตุอาหารในระดับต่ำ ที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตถึงแม้จะใส่ในปริมาณมากก็ตาม การที่ T5 แสดงผลการเจริญเติบโตออกมาดีที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรปุ๋ย HO-1 ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อตอบสนองต่อการเจริญเติบโตของพืชมีองค์ประกอบของผงแร่ที่มีธาตุอาหารสูงในสูตรปุ๋ยสูงกว่าปุ๋ย HO-2 ทำให้มันสำปะหลังได้รับธาตุอาหารอย่างครบถ้วน โดยเฉพาะธาตุ N P K ที่มีความสมดุลและเพียงพอต่อการเจริญเติบโต เมื่อมันสำปะหลังได้รับธาตุอาหารเหล่านี้จะทำให้มีผลต่อการแบ่งเซลล์ตามยาว และการขยายขนาดของเซลล์ซึ่งสอดคล้องกับ ธาตุโพแทสเซียมที่พืชซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างเนื้อไม้ และส่วนของลำต้น และช่วยเพิ่มขนาดของลำต้น และหัวมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี (พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี, 2560) ในขณะที่ T8 และ T9 การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ที่มีสมบัติเป็นปุ๋ยละลายเร็ว ทำให้ธาตุโพแทสเซียมละลายออกมาเร็วหรือสูญเสียไปจากดินได้ง่าย เมื่อถึงอายุของมันสำปะหลังที่ต้องการนำไปใช้ในการสะสมแป้งที่อายุ 180 วันขึ้นไป ทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมในผลผลิตหัวมันสำปะหลังได้ดีกว่าการใช้ปุ๋ย HO และพบว่าค่าความเขียวใบ (Chlorophylls for leaf) ที่มีผลจากปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีความสำคัญต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่งผลถึงการสังเคราะห์แสงบริเวณปากใบและเหนี่ยวนำให้เกิดการดูดน้ำและธาตุอาหารในดินมาใช้ได้มากขึ้น (Intanon, 2013, p.16) ทำให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตที่ดีในทุกๆ ด้าน ซึ่งดีกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และการไม่ใส่ปุ๋ยตามลำดับ การการสะสมมวลชีวภาพ (Biomass) อายุ 8 เดือน พบว่าทุกกรรมวิธีมีการสะสมมวลชีวภาพในส่วน ลำต้น กิ่ง ใบ ราก และก้านใบมากที่สุดตามลำดับ เนื่องจากมีการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลจากส่วนต่างๆ เช่น ใบ ก้านใบ และลำต้นของมันสำปะหลังไปยังรากเมื่ออายุ 180-300 วัน หลังปลูก สารอาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงถูกเร่งกระตุ้นและส่งจากส่วนบนดินไปสะสมในบริเวณรากที่พัฒนาไปเป็นหัว (Tuber) ทำให้ขนาดของหัวมีขนาดใหญ่ขึ้น ในขณะที่ใบแก่ของมันสำปะหลังร่วงเร็วขึ้น ลำต้น และต้นตอ มีการสะสมของลิกนินมากขึ้น (สมลักษณ์ จูทั่งคะ, 2551, น.31) อัตราการเจริญเติบโตด้าน ความสูง ขนาดลำต้นคงที่ แต่จำนวนใบลดลงไม่มีการพัฒนาการด้านจำนวนใบเนื่องจากมันสำปะหลังมีการสะสมแป้งและน้ำตาลไว้ที่บริเวณราก ด้วยเหตุนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าในกรรมวิธีควบคุม (T1) จึงมีการสะสมมวลชีวภาพในลำต้นมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าเมื่อพืชไม่ได้รับธาตุอาหาร หรือได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ นั้นจะทำให้พืชมีการสะสมน้ำหรือธาตุอาหารจากดินในส่วนต่างๆ ของลำต้น น้อยกว่ากรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยชนิดต่างๆ โดยเมื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชมาทำการอบแห้งให้เหลือความชื้น (ของเหลว) ที่ศูนย์เปอร์เซ็นต์จึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์ของมวลชีวภาพ (ของแข็ง) สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในขณะที่มันสำปะหลังอายุ 8 เดือน จะนำธาตุอาหารที่มีอยู่อย่างจำกัดไปใช้ในกระบวนการสะสมแป้งและน้ำตาลยังส่วนราก (หัว) มีผลทำให้ลักษณะทางกายภาพของต้นมันสำปะหลังที่ไม่ได้รับปุ๋ยมีลักษณะ ลำต้น ต้นตอ มีขนาดเล็กและแคระแกร็น เนื่องจากการสะสมของลิกนินมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในส่วนที่เป็นราก (Root) ที่พัฒนาไปเป็นหัว (Tuber) โดยปกติแล้วมันสำปะหลังจะมีการสะสมน้ำและธาตุอาหารอยู่ในส่วนที่เป็นหัว ซึ่งมีของเหลว 60-65 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นของแข็งในส่วนของราก ได้แก่ แป้ง และเนื้อแป้ง (Starch) 30-35 เปอร์เซ็นต์ (บุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2553, น.21) เมื่อวิเคราะห์

ค่ามวลชีวภาพในส่วนที่เป็นหัวมันสำปะหลัง อายุ 8 เดือน พบว่าการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มเอสสูตรผสม (HO-1 และ HO-2) ที่อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ T5 (34.5 เปอร์เซ็นต์) และ T7 (34.3 เปอร์เซ็นต์) มีผลทำให้มันสำปะหลังมีการสะสมมวลชีวภาพหรือเปอร์เซ็นต์แป้ง (Starch) ในหัวสูงที่สุด และดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์บีเอ็มเอส ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากเป็นดินร่วนปนทรายแห้ง ซึ่งง่ายต่อการสูญเสียธาตุอาหารพืช ทำให้การใส่ปุ๋ย HO ที่มีสารเคลือบสารที่ควบคุมการละลาย ส่งผลต่อมวลชีวภาพหรือเปอร์เซ็นต์แป้ง (Starch) ของมันสำปะหลังในระยะยาวเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การใช้ปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มเอสสูตรผสม HO-1 และ HO-2 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อการปรับปรุงสมบัติด้านเคมี ได้แก่ ธาตุอาหารพืช เช่น P, K, Ca, Mg, S, Fe และ Mn ตามลำดับ อินทรีย์วัตถุ และความเป็นกรดต่าง (pH) เป็นต้น และด้านกายภาพของดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (BD) ความพรุนรวม (E) และความจุความชื้นสนาม (FC) เป็นต้น ซึ่งดีกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์บีเอ็มเอส และปุ๋ยเคมี ที่อัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับการใช้ฮอร์โมนบีเอ็มเอสสูตรผสม (HO) มีผลทำให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตทางด้านขนาดลำต้น ขนาดทรงพุ่ม และค่าความเขียวใบ เฉลี่ยสูงสุด ดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์บีเอ็มเอส ในขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้การสะสมมวลชีวภาพในส่วนประกอบต่างๆ ของมันสำปะหลังอายุ 8 เดือน มีการสะสมมวลชีวภาพในส่วน ลำต้น กิ่ง ใบ ราก และ ก้านใบมากที่สุด ตามลำดับ การที่ปุ๋ยเคมีแสดงผลด้านการสะสมมวลชีวภาพด้านลำต้นและใบออกมาดีที่สุด เนื่องจากที่มีสมบัติปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืชได้รวดเร็วทำให้พืชนำธาตุอาหารไปใช้ในการสะสมมวลชีวภาพในส่วนดังกล่าวได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ มีผลทำให้เกษตรกรนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะเห็นในเชิงประจักษ์ ในขณะที่ปุ๋ย HO เป็นปุ๋ยที่ละลายช้า และค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชซึ่งสอดคล้องกับค่าความเขียวใบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการใช้ปุ๋ย HO ที่อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ จึงทำให้มันสำปะหลังนำธาตุอาหารที่ค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาในดินไปใช้ได้เป็นระยะเวลานานกว่า และเพียงพอในช่วงที่มีการพัฒนาของรากไปเป็นหัว มันสำปะหลัง

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในส่วนที่เป็นหัวมันสำปะหลัง (Tuber) อายุ 8 เดือน หรือช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต การใช้ปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มเอสสูตรผสม HO-1 สูตรเร่งการเจริญเติบโตอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มเอสสูตรผสม HO-2 สูตรเร่งผลผลิตอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งในหัวมันสำปะหลัง (เปอร์เซ็นต์แป้ง) สูงสุด 34.5 และ 34.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าการใช้ปุ๋ยชนิดอื่นๆ โดยมีข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ และการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ย HO เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงบำรุงดินต่อการปลูกมันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ผลการศึกษานี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของการวิจัย ซึ่งมีผลจากการใช้ปุ๋ย HO มีแนวโน้มทำให้ข้อมูลด้านองค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพผลผลิตบางรายการที่สำคัญดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์บีเอ็มเอส และสูงกว่าลักษณะประจำพันธุ์ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่กรมวิชาการเกษตรระบุไว้อย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การทดสอบปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มเอสสูตรผสมเพื่อเพิ่มปริมาณ และคุณภาพผลผลิตให้สูงขึ้นกับมันสำปะหลังพันธุ์อื่นๆ ที่นิยมปลูกมากในจังหวัดอุตรดิตถ์
2. การใช้ปุ๋ยฮอร์โมนบีเอ็มเอสสูตรผสมร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อพื้นที่ในการปลูกมันสำปะหลัง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยทางผู้วิจัยจึงขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่ได้สนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- กองวิเคราะห้ดิน. (2540). *คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินกับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ*. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ขวลิต รักษาภิรมณ์, พรทิพย์ ภาชี, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). อิทธิพลของปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพารา. *Naresuan University Journal: Science and Technology (NUJST)*, 20(3), 18-28.
- ชาติประชา สอนกลิ่น. (2563). *อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) ที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพดาวเรือง*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทชั้นโท มหาวิทยาลัยนครสวรรค์].
- บุญรัตน์ ประทุมชาติ. (2553). ผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารกึ่งต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเปลี่ยน ความถี่ในการลอกคราบ อัตราการรอดและดัชนีตัวของกุ้งขาวแวนนาเม (Litopenaeus vannamei). *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 15(2), 29-36.
- พิทักษ์พงศ์ ป้อมปรานี. (2560). *ธาตุอาหารพืช* (เอกสารประกอบการสอน รายวิชา ปฐพีวิทยา). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). *เทคโนโลยีปุ๋ย*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- วัลลีย์ อมรพล, กอบเกียรติ ไพบูลย์เจริญ, ศรีสุดา ทิพย์รักษ์, ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, จิณณจารี หาญเศรษฐ์สุข, ประพิศ ว่องเทียม, และสมพงษ์ ทองช่วย. (2560). การศึกษาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในกลุ่มดินร่วนปนทราย : ชุดดินห้วยโป่ง. *วารสารวิชาการเกษตร*, 35(2), 151-163.
- วิชาญ ชุ่มมัน และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2559). อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต และส่งผลกระทบต่อปริมาณการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. *วารสารแก่นเกษตร*, 44(2), 265-274.
- วิภาวรรณ สายคายศ, จันท์เพ็ญ ชุมแสง, และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2561). อิทธิพลของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (HO) และปุ๋ยเคมีที่ใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อสมบัติของดินและผลผลิตปาล์มน้ำมัน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(19 พิเศษ), 199-206.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร. (2566). *การจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง*. กรมวิชาการเกษตร. <https://at.doa.go.th/cassvar/varR9.html>
- สมลักษณ์ จุฑังคะ. (2551). *เอกสารวิชาการ เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง*. กรมวิชาการเกษตร.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดอุดรธานี. (2564). *แผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ของจังหวัดอุดรธานี (พ.ศ. 2561 – 2565) ฉบับ ทบทวน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564*. <https://www.opsmoac.go.th/uttaradit-strategic-files-441991791797>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). *แนวทางการจัดทำเขตส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2565/Guidelineseconomiccrops2565.pdf>
- สุพัตรา ชาววงจักร, นิมิตร วงศ์สุวรรณ, ศศิธร ประพรม, และนฤทัย วรสถิตย์. (2566). ลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีและเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง ด้วยเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยในแหล่งปลูก จังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารแก่นเกษตร*, 51(suppl. 1), 116 – 123.
- เอนกพงศ์ จำปา และวิทยา ตรีโลกศ. (2561). การประยุกต์ใช้อัตราและสูตรปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน ในการปลูกมันสำปะหลัง KU 50 ในดินทราย. *วารสารดินและปุ๋ย*, 40(1), 55-64.
- Intanon, P. (2013). The influence of different types of fertilizers on productivity and quality of maize in the area of Kwaew Noi Bamrungdan Dam, Phitsanulok province, Thailand. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 4(2), 15-20. https://doi.org/10.32115/ijerd.4.2_15
- Intanon, P., Keteku, A. K., & Intanon, R., (2017, December 12-15). *Effect of different materials on soil pH improvement, soil properties, growth, yield and quality of sugarcane* [Conference]. 13th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies, Pattaya, Thailand.