

การตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในกลุ่มดินร่วน : ชุดดินห้วยโป่ง

Response of Cassava to Nutrient Management on Loamy Soil : Huai Pong Series

วัลลีย์ อมรพล^{1/} กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ^{2/} ศรีสุดา ทิพย์รักษ์^{3/} สุภกานจน์ ล้วนมณี^{4/}

จินนजार หานูเศรษฐสุข^{1/} ประพิศ วงเทียม^{1/} สมพงษ์ ทองช่วย^{1/}

Wanlee Amonpon^{1/} Kobkiet Paisancharoen^{2/} Srisuda Thippayarugs^{3/} Suphakarn Luanmanee^{4/}

Jinnajar Hansethasuk^{1/} Prapit Wongtiem^{1/} Sompong Thongchuay^{1/}

ABSTRACT

To increase cassava production in present situation of costly chemical fertilizer, perform good nutrient management which is specified to production area should be determined. Therefore, the response of cassava to nutrient management in loamy soil in eastern part of Thailand had been investigated. This research was aimed to get the most effectively recommendation of fertilizer application for cassava grown in loamy soil. The experiment was conducted on Huai Pong Soil Series (Hp) loamy soil, at Muang District, Rayong Province during 2011 to 2013. The experimental design was a split-plot with three replications. Main plot consisted of three cassava varieties: Rayong 9, Rayong 11 and CMR46-47-137. Sub-plot was implemented with ten procedures of fertilizer application: 0-0-0, 16-8-16, 16-8-0, 0-8-16, 16-0-16, 16-8-8, 8-8-16, 24-8-16, 16-8-24 and 16-16-16 kg (N-P₂O₅-K₂O)/rai. Results showed that variety and fertilizer were significantly affected on cassava yield. Rayong 9 gave the highest yield at 6,274 fresh weight kg/rai and 1,970 starch kg/rai followed by CMR46-47-137 provided 5,982 fresh weight kg/rai and 1,792 starch kg/rai. While, Rayong 11 gave the lowest yield at 5,941 fresh weight kg/rai and 1,777 starch kg/rai. Using fertilizer of 16-8-24 kg (N-P₂O₅-K₂O)/rai gave the most benefit and net income (13,586 baht/rai), suited for economic return. All three cassava varieties showed potassium uptake higher than nitrogen and phosphorus uptake. Rayong 11 showed the highest nitrogen and potassium uptake. Generally, cassava production at yield 6,065 kg/rai has been required 4.47, 5.56 and 17.07 of N-P-K (kg/rai) uptake or input fertilizer at 4.47, 12.73 and 20.48 of N-P₂O₅-K₂O (kg/rai).

Key words : Cassava, nutrient management, loamy soil and Huai Pong Soil Series (Hp)

รหัสการทดลอง 01-07-54-02-01-02-03-54

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ต. ห้วยโป่ง อ. เมือง จ. ระยอง 21150, 038-681515

^{2/} สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

^{3/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

^{4/} ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร



บทคัดย่อ

การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจำเป็นต้องมีการจัดการธาตุอาหารพืชที่มีประสิทธิภาพและมีความเฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ เนื่องจากปุ๋ยเคมีที่ใช้มีราคาแพง จึงได้ศึกษาการตอบสนองของ มันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในพื้นที่ดินร่วน เพื่อใช้เป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับ มันสำปะหลังให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ในพื้นที่ดินทรายปนร่วน ภาคตะวันออก โดยทำการทดลองใน ชุดดินห้วยโป่ง (Hp) อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ฤดูฝนปี 2554/2555 และปี 2555/2556 วางแผนการ ทดลองแบบ split plot 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์ระยอง 9 2) พันธุ์ระยอง 11 และ 3) สายพันธุ์ CMR 46-47-137 ปัจจัยรอง คืออัตราปุ๋ย 10 กรรมวิธี ได้แก่ 1) 0-0-0 2) 0-8-16 3) 8-8-16 4) 16-8-16 5) 24-8-16 6) 16-0-16 7) 16-16-16 8) 16-8-0 9) 16-8-8 10) 16-8-24 กก.N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ผลการทดลอง พบว่า การใช้พันธุ์และปุ๋ยเคมี ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งสูงสุด 6,274 และ 1,970 กิโลกรัม ต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ CMR46-47-137 ซึ่งให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง 5,982 และ 1,792 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งต่ำสุด 5,941 และ 1,777 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยเคมี มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งของมัน สำปะหลังอย่างชัดเจน คือการใช้ปุ๋ย 16-8-24 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง สูงสุด 7,216 และ 2,210 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีรายได้และให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 13,586 บาท/ไร่ มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูดใช้โพแทสเซียมรวม ทุกส่วน สูงกว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยพันธุ์ระยอง 11 มีการดูดใช้ในไนโตรเจนและ โพแทสเซียมไปสะสมในหัวต่อต้นผลผลิตสูงสุด การปลูกมันสำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 6,065 กิโลกรัมต่อไร่ มีการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิตออกไปจากพื้นที่ เฉลี่ยเท่ากับ 4.47, 5.56 และ 17.07 กก.N-P-Kต่อไร่ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 4.47-12.73-20.48 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่

คำหลัก : มันสำปะหลัง การจัดการธาตุอาหาร ดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง



คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้ว ยังมีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลสูงเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยสามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งรูปหัวสด และมันเส้น ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ในปี พ.ศ. 2558/2559 มีพื้นที่ปลูก 9.15 ล้านไร่ กระจายอยู่ตามภาคต่างๆ คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกประมาณ 4.72 ล้านไร่ หรือ 51.6 เปอร์เซ็นต์ ภาคกลางประมาณ 0.94 ล้านไร่ หรือ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ภาคเหนือประมาณ 2.01 ล้านไร่ หรือ 22.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนภาคตะวันออกประมาณ 1.48 ล้านไร่ หรือ 16.4 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ย 3,561 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งปัจจุบันการผลิตมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรต้องการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตและมีรายได้สูงขึ้น โดยมีการปลูกมันสำปะหลังกันหลากหลาย ทั้งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงสูง จึงต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันไป ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตราที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทราย ประกอบด้วย 2 กลุ่มดินที่สำคัญได้แก่ กลุ่มดิน Paleustals ที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และมีการสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่าง เช่น ชุดดินโคราช (Kt) วาริน (Wn) ยโสธร (Yt) ห้วยโป่ง (Hp) มาบบอน (Mb) และกลุ่มดิน Quartsipsammments เช่น ชุดดินสัตหีบ (Sh) พัทยา (Pu) น้ำพอง (Ng) ซึ่งเป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินทรายลึก เป็นดินเกิดใหม่ยังมีการแบ่งชั้น หากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้ดินเสื่อมโทรม (ชุมพล, 2550) จึงต้องมีการใช้ ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันไป ขณะที่กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในดินทราย และดินร่วนทราย ให้ใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตรา ที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น หรือได้ผลผลิตไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งชุดดินห้วยโป่ง เกิดจากวัตถุดิบกำเนิดดินที่เป็นหินแกรนิต เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนเทา ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) มีข้อจำกัดเล็กน้อย คือ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กองสำรวจดิน, 2528) จึงมีความจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการที่ดี เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต ให้ได้ผลผลิต 5 ตัน/ไร่ ตามเป้าหมายของรัฐบาล ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมกับแต่ละพันธุ์ การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการจัดการธาตุอาหารอย่างแม่นยำ ตรงตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความต้องการของมันสำปะหลัง จึงดำเนินการวิจัยหาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังในดินทรายปนร่วนชุดดินห้วยโป่ง (Hp) สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำ การใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับแนะนำเกษตรกรต่อไป



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์ CMR46-47-137
2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46 % N) ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18 % N และ 46 % P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 % K_2O)
3. อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับเก็บตัวอย่างพืช เช่น ถังกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่างพืช
4. เครื่องวัดหาปริมาณแป้งแบบ Riemann scale
5. เครื่องมือต่าง ๆ สำหรับวิเคราะห์ดินและพืช ได้แก่ Spectrophotometer pH meter และ

Flame Photometer

6. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ

Main plot ประกอบด้วย มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ คือ

- 1) พันธุ์ระยอง 9
- 2) พันธุ์ระยอง 11
- 3) พันธุ์ CMR46-47-137

Sub plot ประกอบด้วย การใช้ปุ๋ย 10 กรรมวิธี ดังนี้

- 1) 0-0-0
- 2) 0-8-16 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่
- 3) 8-8-16 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่
- 4) 16-8-16 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่
- 5) 24-8-16 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่
- 6) 16-0-16 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่
- 7) 16-16-16 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่
- 8) 16-8-0 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่
- 9) 16-8-8 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่
- 10) 16-8-24 กก.N- P_2O_5 - K_2O /ไร่

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการทดลองในชุดดินห้วยโป่ง (Hp) Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiodults พิกัดแปลง UTM 47 P 0732160^E 1409096^N ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ก่อนเริ่มการทดลองเก็บตัวอย่างดินรวม (Composite Sample) ก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ



20 - 50 เซนติเมตร และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ พีเอช (pH) วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน: น้ำ เท่ากับ 1:1 อินทรีย์วัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Walkley and Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้ Spectrophotometer โฟแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate, pH 7 และวัดด้วย Flame Spectrophotometer แล้วทำการปลูกมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์แบบตั้งตรง ในดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยอง ขนาดแปลงทดลองย่อย 7 x 8 เมตร และระยะปลูก 0.70 x 1.0 เมตร ปลูกมันสำปะหลังปีที่ 1 และปีที่ 2 เมื่อ 9 มีนาคม 2554 และ 9 มีนาคม 2555 ใส่น้ำปุ๋ยตาม กรรมวิธี โดยผสมปุ๋ยรวมกันตามตำราการทดลอง ใส่น้ำปุ๋ยที่อายุ 1 เดือน โดยใส่สองข้างต้นของมันสำปะหลังแล้วกลบปุ๋ย กำจัดวัชพืชตามความจำเป็น ไม่ปล่อยให้วัชพืชมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในปีที่ 1 เมื่อ 29 กุมภาพันธ์ 2555 และปีที่ 2 เมื่อ 7 มีนาคม 2556 ในพื้นที่ 5.6 x 6 เมตร วัดปริมาณแป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Riemann scale คำนวณผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง เก็บตัวอย่างมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน ในปีแรกเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในใบ ต้น เหง้า และหัว คำนวณการดูดใช้ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

$$\text{การดูดใช้ธาตุอาหาร} = \text{ปริมาณธาตุอาหาร} \times \text{น้ำหนักแห้ง} / 100$$

วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT (Anon, 1984) และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของอาร์นัตและธนรักษ์ (2534) ดังนี้

$$\text{MRR (เปอร์เซ็นต์)} = (\text{กำไรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย} \div \text{ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย}) \times 100$$

โดยมีหลักเกณฑ์ว่า การลงทุนมีความคุ้มค่า เมื่อค่า MRR เท่ากับหรือมากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีอากาศเกษตรห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง
2. ผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 20 – 50 เซนติเมตร ก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 วิเคราะห์หาระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
3. บันทึกความสูง เก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสดในพื้นที่ 5.6 x 6 เมตร คำนวณผลผลิต/ไร่ และสุ่มตัวอย่างหัวสดมา 5 กิโลกรัมต่อแปลงทดลองย่อย เพื่อหาปริมาณแป้งในหัวสด โดยเครื่องวัดแบบ Riemann scale เมื่อทราบปริมาณแป้งในหัวสด สามารถคำนวณผลผลิตแป้งโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ผลผลิตแป้ง (กิโลกรัมต่อไร่)} = \text{ผลผลิตหัวสด} \times (\text{ปริมาณแป้งในหัวสด}) / 100$$

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

- แปลงทดลอง และห้องปฏิบัติการดินและพืช ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยอง
- ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ตุลาคม 2553 – กันยายน 2556



ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพแวดล้อม และสมบัติของดินชุดดินห้วยโป่ง

1.1 ปริมาณน้ำฝน

ฤดูปลูกปี 2554/2555 (9 มีนาคม 2554 - 29 กุมภาพันธ์ 2555) มีการกระจายตัวของฝนตลอดฤดูปลูกค่อนข้างสม่ำเสมอ มีปริมาณฝนสูงสุดเดือนสิงหาคม (6 เดือนหลังปลูก) ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดฤดูปลูก 1,721.7 มิลลิเมตร ฤดูปลูกปี 2555/2556 (9 มีนาคม 2555 - 7 มีนาคม 2556) มีการกระจายตัวของฝนตลอดฤดูปลูกค่อนข้างสม่ำเสมอ มีปริมาณฝนสูงสุดเดือนสิงหาคม (6 เดือนหลังปลูก) ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดฤดูปลูก 1,660.4 มิลลิเมตร (Figure 1)

1.2 สมบัติของดินชุดดินห้วยโป่ง

ดินในพื้นที่ทดลองเป็นชุดดินห้วยโป่ง พิกัดแปลง UTM 47 P 0732160^E 1409096^N ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 20-50 เซนติเมตร ในดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง มีค่า pH 4.5 และ pH 4.7 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.0 และ 0.95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 100 และ 105 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 44 และ 46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 1) ลักษณะของดินภายในหน้าตัด พบว่า เป็นดินทรายปนร่วนที่ระดับความลึก 0-150 เซนติเมตร สีดินบน ที่ระดับความลึก 0-37 เซนติเมตร สีน้ำตาล (10YR7/3) ที่ระดับความลึก 37-101 เซนติเมตร เป็นสีเทาอ่อน (10YR7/2) ที่ระดับความลึก 101-127 เซนติเมตร เป็นสีน้ำตาล (10YR8/4) และที่ระดับความลึก 127-150 เซนติเมตรลงไป เป็นสีเหลือง (10YR7/6) ดินที่ใช้ในการทดลองมี พีเอชต่ำกว่าค่าวิกฤติ ซึ่งระดับวิกฤติของพีเอชมีในการปลูกมันสำปะหลังคือ 4.6 (CIAT, 1979) ขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนสูงกว่าค่าวิกฤติ ระดับวิกฤติของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 7 และ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ; โชติ 2539) และเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 พบว่าดินบนมีพีเอชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.3 และดินล่างมีพีเอชเฉลี่ยลดลง 0.1 มีอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยลดลงในดินบนและดินล่าง 0.03 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยลดลง 22 และ 52 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยลดลง 23 และ 28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2)

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

2.1 การเจริญเติบโต

ปี 2554/2555 - 2555/2556 ความสูงมันสำปะหลังที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือนโดยเฉลี่ยทั้ง 2 ปี พบว่าพันธุ์ระยอง 9 มีความสูงมากที่สุด 219 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับพันธุ์ CMR46-47-137 ที่มีความสูง 212 เซนติเมตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งมีความสูง 203 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ย 16-8-24 กก.N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ พบว่า มีความสูงมากที่สุด 239 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับการ



ใส่ปุ๋ย 24-8-16, 16-16-16, 16-8-8 และ 16-8-16 กก.N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ซึ่งมีความสูงอยู่ระหว่าง 220 - 234 เซนติเมตร แต่แตกต่างกันมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 16-0-16, 8-8-16, 0-8-16 และ 16-8-0 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 193 - 215 เซนติเมตร และการไม่ใส่ปุ๋ยมีความสูงต่ำสุด 168 เซนติเมตร และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆที่มีต่อความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน (Table 3)

2.2 ผลผลิตหัวสด

ปี 2554/2555 - 2555/2556 การเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังในปีแรก เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2555 และเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2 เดือนมีนาคม 2556 เฉลี่ยทั้ง 2 ปี พบว่า การใช้พันธุ์และอัตราปุ๋ยที่แตกต่างกันให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน คือมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 6,274 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับพันธุ์ CMR 46-47-137 และพันธุ์ระยอง 11 ที่ให้ผลผลิตหัวสด 5,982 และ 5,941 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ย 16-8-24 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ พบว่า ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 7,216 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ย 24-8-16, 16-8-16 และ 16-16-16 กก.N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสดอยู่ระหว่าง 6,784 - 7,199 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างกันมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยกรรมวิธีอื่น ๆ ที่ให้ผลผลิตหัวสดอยู่ระหว่าง 5,191-6,092 กิโลกรัมต่อไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตหัวสดต่ำสุด 3,904 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆที่มีต่อการให้ผลผลิตหัวสด (Table 3)

2.3 เปอร์เซนต์แป้ง

ปี 2554/2555-2555/2556 เฉลี่ยทั้ง 2 ปี พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้เปอร์เซนต์แป้งสูงสุด 31.4 เปอร์เซนต์ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับพันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์ CMR 46-47-137 ที่ให้เปอร์เซนต์แป้ง 30.0 และ 29.8 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยที่ต่างกันให้เปอร์เซนต์แป้งไม่แตกต่างกันอยู่ระหว่าง 29.8 - 31.2 เปอร์เซนต์ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆที่มีต่อการให้เปอร์เซนต์แป้งของมันสำปะหลัง (Table 4)

2.4 ผลผลิตแป้ง

ปี 2554/2555-2555/2556 เฉลี่ยทั้ง 2 ปี พบว่า การใช้พันธุ์และปุ๋ย ให้ผลผลิตแป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตแป้งสูงสุด 1,970 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับพันธุ์ CMR 46-47-137 และพันธุ์ระยอง 11 ที่ให้ผลผลิตแป้ง 1,791 และ 1,777 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การใส่ปุ๋ย 16-8-24 กก.N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลผลิตแป้งสูงสุด 2,210 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ย 24-8-16, 16-8-16 และ 16-16-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ที่ให้ผลผลิตแป้งอยู่ระหว่าง 2,047 - 2,169 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างกันมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 16-0-16, 16-8-8, 8-8-16, 16-8-0 และ 0-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ที่ให้ผลผลิตแป้งอยู่ระหว่าง 1,599 - 1,900 กิโลกรัมต่อไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตแป้งต่ำสุด 1,191 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆที่มีต่อการให้ผลผลิตแป้ง (Table 4)



3. การดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง

การดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง โดยเฉลี่ยทั้ง 2 ปี พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์ CMR46-47-137 มีการดูใช้ในโตรเจนรวมทุกส่วนอยู่ระหว่าง 15.33 - 17.48 กก. N ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีการดูใช้ในโตรเจนรวมทุกส่วนกันอยู่ระหว่าง 13.44 - 21.25 กก. N ต่อไร่ การดูใช้ฟอสฟอรัส พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนอยู่ระหว่าง 8.41- 9.41 กก. P ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีการดูใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนอยู่ระหว่าง 7.99 - 9.81 กก. P ต่อไร่ และมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์มีการดูใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วนอยู่ระหว่าง 22.90 - 24.96 กก. K ต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีการดูใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วนอยู่ระหว่าง 16.09 - 30.06 กก. K ต่อไร่ ดังนั้นการปลูกมันสำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 6,065 กิโลกรัมต่อไร่ มีการดูใช้ธาตุในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปสะสมในใบ ต้น เหง้า และหัวรวมกันเท่ากับ 18.40, 8.94 และ 24.13 กก. N-P-K ต่อไร่ หรือมีการดูใช้ธาตุอาหารรวมทุกส่วนเฉลี่ย 35.75, 17.37 และ 46.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 7-8) ในด้านการสูญเสียธาตุอาหารเมื่อมีการนำส่วนของหัวออกไปจากพื้นที่โดยไม่รวมส่วนของใบ ต้น และเหง้าที่ไถกลบลงดิน พบว่า มีการสูญเสียในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 2.72, 5.56 และ 17.07 กก. N-P-K ต่อไร่ หรือมีการสูญเสียธาตุอาหารติดไปกับผลผลิตเฉลี่ย 16.49, 20.52 และ 62.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 2.72-12.73-20.48 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ (Table 8) จะเห็นว่าโพแทสเซียมสะสมอยู่ในหัวมันสำปะหลังมากกว่าธาตุอาหารหลักอื่นๆ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ จึงทำให้ธาตุอาหารในดินลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างการปลูกมันสำปะหลังซ้ำในพื้นที่เดิม อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกจากพื้นที่ ขึ้นอยู่กับปริมาณของผลผลิตซึ่งสอดคล้องกับ Phutthacharoen *et al.* (1998) และ Howeler (2002) ส่วนประสิทธิภาพการดูใช้ธาตุอาหารเพื่อสร้างผลผลิต พบว่า การใส่ปุ๋ยในโตรเจน 1 กิโลกรัม มันสำปะหลังพันธุ์ CMR46-47-137 สามารถสร้างผลผลิตได้ 390 กิโลกรัม ขณะที่พันธุ์ระยอง 9 และระยอง 11 สามารถสร้างผลผลิตได้ 359 และ 348 กิโลกรัม และพบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และปุ๋ยโพแทสเซียม 1 กิโลกรัมธาตุอาหาร สามารถสร้างผลผลิตได้มากกว่าพันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์ CMR 46-47-137 (Table 9)

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

ปี 2554/2555-2555/2556 การปลูกมันสำปะหลังในดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง พบว่าโดยเฉลี่ย 2 ปี มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 10,372 บาทต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ CMR46-47-137 และพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งกำไรสุทธิ 9,757 และ 9,671 บาทต่อไร่ การใส่ปุ๋ย 16-8-24 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 13,586 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ย 24-8-16, 16-8-16 และ 16-0-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีกำไร



สุทธิเฉลี่ย 13,565, 12,979 และ 11,763 บาท/ไร่ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยในดินทรายปนร่วน ที่มีความอุดมสมบูรณ์ หากมีเงินลงทุนมากจึงแนะนำปุ๋ย 16-8-24 หรือ 24-8-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ และหากมีเงินลงทุนน้อย แนะนำให้ใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนมากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 10)

สรุปผลการทดลอง

การปลูกมันสำปะหลังในดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง ที่มีความอุดมสมบูรณ์ เมื่อใช้พันธุ์ ระยะของ 9 พบว่าให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง ผลผลิตแป้ง และกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ CMR46-47-137 และพันธุ์ระยะของ 11 โดยให้ผลผลิตหัวสด 6,274, 5,982 และ 5,941 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 31.4, 29.8 และ 30.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตแป้ง 1,970, 1,792 และ 1,777 กิโลกรัมต่อไร่ และมีกำไรสุทธิเฉลี่ย 10,372, 9,757 และ 9,671 บาท/ไร่ ตามลำดับ หากมีเงินลงทุนมากควรใช้ปุ๋ย 16-8-24 หรือ 24-8-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตแป้ง และผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และหากมีเงินลงทุนน้อยสามารถเลือกใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน โดยการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยะของ 11 มีการดูใช้ในโตรเจน และโพแทสเซียมรวมทุกส่วนต่อต้นผลผลิต สูงกว่าพันธุ์ระยะของ 9 และพันธุ์ CMR46-47-137 แต่มันสำปะหลัง ทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนใกล้เคียงกัน และเมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ (หัว) มีการสูญเสียในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 2.72, 5.56 และ 17.07 กก. N-P-K ต่อไร่ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 2.72-12.73-20.48 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่

การนำไปใช้ประโยชน์

การตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารในดินทรายปนร่วน ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังในกลุ่มดินร่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการประเมินปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้กับมันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิต และให้ผลตอบแทนคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ตามลักษณะเนื้อดิน

นอกจากนี้ยังสามารถเป็นแนวทางในการนำไปขยายผล หรือประยุกต์ใช้กับกลุ่มดินอื่น หรือชุดดินอื่น เพื่อให้ได้ข้อมูลเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมเฉพาะพื้นที่ ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วย เป็นประโยชน์กับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง และนักวิชาการเกษตรสามารถให้คำแนะนำการจัดการธาตุอาหารในดินและการใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสำหรับเกษตรกรได้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 121 หน้า

กองสำรวจดิน. 2528. รายงานการสำรวจดินจังหวัดระยอง. รายงานการสำรวจความเหมาะสมของดิน



- ฉบับที่ 363. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 168 น.
- ชุมพล นาควิโรจน์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ โอภาส บุญเส็ง สมาน รุ่งเรือง อนุศาสตร์ สุ่มมดัย วลัยย์ อมรพล
สันติ ชีราภรณ์ ดิสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ และฉัตรชนก นพพรพร. 2550. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต
มันสำปะหลัง หน้า 156-176. ใน รายงานการประชุมผลงานวิจัยเพื่อพิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี
2549 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 6-8 มิถุนายน 2550 ณ โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพฯ
โชติ สิทธิบุศย์. 2539. แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ISBN 974-7465-15-9. 119 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2557/2558. กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 199 หน้า [www.http://oae.go.th](http://oae.go.th)
- อรันต์ พัฒนโทษ และธนรัช เมฆขยาย. 2534. จากข้อมูลผลการทดลองสู่คำแนะนำเกษตรกร คู่มือ
การอบรมทาง เศรษฐศาสตร์ ฝ่ายเศรษฐศาสตร์ ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพด และข้าว
สาลีนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร. 88 หน้า.
- Anon. 1984. Annual Report for 1983. Los Bonos, Laguna, Philippines. 450 p.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus
in soils. Soil Sci. 59: 39-45.
- Howeler, R.H. 2002. Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. In Hillocks, R.J., J.M. Thresh and
A.C. Bellotti (eds.), Cassava: Biology, Production and Utilization, 115-147p.
- International Center for Tropical Agriculture.(CIAT) 1979. Cassava program. In: Annual report
1978.Cali,Colombai pp. A-1-A-100.
- Lizarraga- Paulin, E. G., I. Torres- Pacheco , E. Moreno- Martinez and S. P. Miranda – Castro.
2011. Chitosan application in maize (Zea mays) to counteract the effects of abiotic stress
at seedling level. Afr. J. Biotechnol., 10: 6439-6446.
- Putthacharoen, S., R.H. Howeler, S. Jantawat, and V. Vichukit. 1998. Nutrient uptake and soil
erosion losses in cassava and six other crops in a Psamment in eastern Thailand. Field
Crops Research. 57, 113-126p.
- Peech,M. 1965. Soil pH by grass electrode pH meter,pp. 914-925. In C.A. Black ,D.D.Evans,R.L.
White,L.E.Ensminger,F.E. Clark,and R.C.Dinsuer (eds). Method of soil Analysis Part 2 :
Physical and menerological Properties, Inching Statistics of Measurement and Sampling
American Society of Agronomy Inc., Pubisher Madison,USA.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter
and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-37.



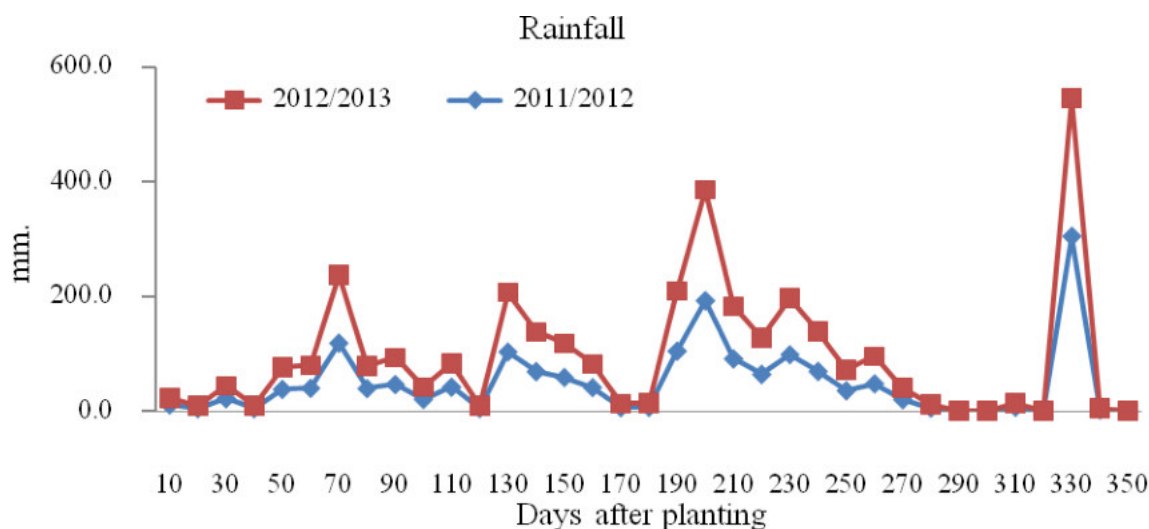


Figure 1 10 days rainfall(mm.) in 2011/2012 (9th March 2011-29th February 2012), 1,721.7 mm.
in 2012/2013 (9th March 2012 - 7th March 2013), 1,660.4 mm.

Source : Meteorological Station, Agriculture Huay Pong, Rayong.

Table 1 Characteristics of Huai Pong soil series at Rayong Province before planting Cassava in 2011/2012.

Soil depth (cm)	pH ¹ (soil: water 1:1)	OM ² (%)	Avai.P ³ (mg/kg)	Exch.K ⁴ (mg/kg)	Texture ⁵
0-20	4.5	1.00	100	44	Loamy sand
20-50	4.7	0.95	105	46	Loamy sand

¹ Peech (1965) soil : water = 1:1 ² Walkley and Black (1965)

³ Bray and Kurtz (1945) ⁴ Schollenberger and Simon (1945) ⁵ Hydrometer method



Table 2 Characteristics of Huai Pong soil Series at Rayong Province after planting Cassava in 2012/2013.

Treatments	Soil depth (cm)	pH ¹ (soil:water 1:1)	OM ² (%)	Avai.P ³ (mg/kg)	Exch.K ⁴ (mg/kg)
Varieties (V)					
Rayong 9	0-20	4.7	1.02	57	22
	20-50	4.5	0.68	46	17
Rayong 11	0-20	4.7	0.91	80	20
	20-50	4.6	0.64	51	18
CMR46-47-137	0-20	4.9	0.97	98	22
	20-50	4.9	0.73	62	20
Average	0-20	4.8	0.97	78	21
	20-50	4.6	0.68	53	18
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (F)					
0-0-0	0-20	4.8	1.00	85	19
	20-50	4.6	0.65	66	19
0-8-16	0-20	4.7	0.94	101	26
	20-50	4.5	0.71	53	17
8-8-16	0-20	4.8	0.99	77	21
	20-50	4.6	0.66	63	18
16-8-16	0-20	4.8	0.96	88	21
	20-50	4.5	0.69	49	23
24-8-16	0-20	4.7	1.03	79	25
	20-50	4.7	0.64	57	19
16-0-16	0-20	4.7	0.97	50	23
	20-50	4.8	0.70	35	19
16-16-16	0-20	4.7	0.91	65	21
	20-50	4.5	0.67	53	18
16-8-0	0-20	4.8	0.96	103	15
	20-50	4.8	0.71	62	13
16-8-8	0-20	4.8	0.98	74	19
	20-50	4.6	0.65	44	16
16-8-24	0-20	4.8	0.92	61	23
	20-50	4.8	0.73	45	21



Table 3 Height of Cassava varieties on Huai Pong (Hp), in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Fertilizer (kg.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Varieties (CM)			Average
	Rayong 9	Rayong 11	CMR46-47-137	
0-0-0	163	168	173	168 f
0-8-16	213	196	184	197 e
8-8-16	221	191	196	203 de
16-8-16	224	222	215	220 bc
24-8-16	242	211	249	234 ab
16-0-16	222	208	214	215 cd
16-16-16	243	215	228	229 abc
16-8-0	202	191	187	193 e
16-8-8	224	206	220	217 cd
16-8-24	236	225	255	239 a
Average	219 A	203 B	212 A	211

A = **, B = **, A x B = NS CV (a) = 10.0 % CV (b) = 2.5 %

Remark : Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability

using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, NS: Not significant

Table 4 Fresh Yield of Cassava varieties on Huai Pong (Hp), in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Fertilizer (kg.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Varieties (Kg/rai)			Average
	Rayong 9	Rayong 11	CMR46-47-137	
0-0-0	4,120	3,596	3,999	3,905 e
0-8-16	5,543	4,614	5,417	5,191 d
8-8-16	6,421	5,365	5,940	5,909 bc
16-8-16	6,786	7,082	6,535	6,801 a
24-8-16	7,298	7,347	6,951	7,199 a
16-0-16	5,883	6,360	6,326	6,190 b
16-16-16	7,196	6,863	6,294	6,784 a
16-8-0	5,958	5,219	5,307	5,495 cd
16-8-8	6,086	5,823	6,292	6,067 b
16-8-24	7,449	7,137	7,061	7,216 a
Average	6,274 A	5,941 B	5,982 B	6,065

A = **, B = *, A x B = NS CV (a) = 8.7 % CV (b) = 9.3 %

Remark : Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability

using Duncan Multiple Range Test (DMRT), *, ** : Significant at 5, 1% level of probability, NS: Not significant



Table 5 Starch of Cassava varieties on Huai Pong (Hp), in rainy season 2011/2012 – 2012/2013

Fertilizer (kg.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Varieties (%)			Average
	Rayong 9	Rayong 11	CMR46-47-137	
0-0-0	30.8	30.5	29.3	30.2
0-8-16	31.6	30.6	30.3	30.8
8-8-16	31.2	29.8	29.5	30.2
16-8-16	31.1	30.0	29.5	30.2
24-8-16	31.4	29.5	29.4	30.1
16-0-16	31.6	30.6	31.3	31.2
16-16-16	31.9	29.1	29.2	30.0
16-8-0	31.2	29.6	28.4	29.8
16-8-8	31.7	30.3	29.9	30.6
16-8-24	31.1	29.8	30.8	30.6
Average	31.4 A	30.0 B	29.8 B	30.3

A = **, B = NS, A x B = NS CV (a) = 4.9 % CV (b) = 2.2 %

Remark : Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability

using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, NS: Not significant

Table 6 Starch Yield of Cassava varieties on Huai Pong (Hp), in rainy season 2011/2012 -2012/2013

Fertilizer (kg.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Varieties (Kg/rai)			Average
	Rayong 9	Rayong 11	CMR46-47-137	
0-0-0	1,458 d	1,099 e	1,204 e	1,254 e
0-8-16	1,749 cd	1,412 d	1,636 cd	1,599 d
8-8-16	2,003 abc	1,601 cd	1,752 bcd	1,785 c
16-8-16	2,112 ab	2,122 a	1,933 abc	2,056 ab
24-8-16	2,297 a	2,160 a	2,048 ab	2,168 a
16-0-16	1,856 bc	1,945 ab	1,900 abc	1,900 bc
16-16-16	2,296 a	2,001 ab	1,841 bc	2,046 ab
16-8-0	1,759 cd	1,544 cd	1,524 d	1,609 d
16-8-8	2,039 abc	1,762 bc	1,892 abc	1,897 bc
16-8-24	2,318 a	2,127 a	2,184 a	2,209 a
Average	1,990 A	1,777 B	1,791 B	1,846

A = **, B = **, A x B = NS CV (a) = 11.3 % CV (b) = 9.3 %

Remark : Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability

using Duncan Multiple Range Test (DMRT), ** : Significant at 1% level of probability, NS: Not significant



Table 7 Nutrients uptake (kg nutrient/rai) by cassava at 12 months on Huai Pong (Hp) Loamy sand soil in rainy season 2011/2012-2012/2013

Treatments	Leaf (kg nutrient/rai)			Stem (kg nutrient/rai)			Stalk (kg nutrient/rai)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Rayong 9	7.19	0.95	1.73	4.26	1.05	2.01	3.14	1.14	3.14
Rayong 11	7.55	1.23	1.82	3.18	1.18	1.84	2.89	1.08	3.62
CMR46-47-137	7.04	0.92	1.64	3.68	1.48	1.94	2.86	1.19	3.35
Average	7.26	1.03	1.73	3.70	1.24	1.93	2.96	1.14	3.37
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (F)									
0-8-16	5.87	0.9	1.64	2.8	1.17	1.86	2.29	1.02	3.26
8-8-16	6.62	0.97	1.57	3.12	1.26	1.81	2.71	1.14	3.12
16-8-16	7.85	1.22	1.89	3.8	1.5	2.12	3.07	1.22	3.59
24-8-16	8.58	1.16	2.08	4.72	1.1	2.21	3.28	1.12	3.67
16-0-16	6.81	0.9	1.68	3.18	1.11	2.08	2.93	1.14	3.86
16-16-16	7.27	1.08	1.68	4.13	1.17	1.88	3.41	1.21	3.48
16-8-0	7.75	1.14	1.61	3.44	1.51	1.28	3.12	1.11	2.18
16-8-8	6.5	0.88	1.33	3.54	1.05	1.39	2.74	1.04	2.83
16-8-24	8.06	1.03	2.08	4.59	1.25	2.72	3.26	1.27	4.35
Uptake (%)	72.46	10.28	17.27	53.86	18.05	28.09	39.63	15.26	45.11

Table 8 Nutrients uptake (kg nutrient/rai) by cassava at 12 months on Huai Pong (Hp) Loamy sand soil in rainy season 2011/2012-2012/2013

Treatments	Root			Total uptake			Yield
	(kg nutrient/rai)			(kg nutrient/rai)			(kg/rai)
	N	P	K	N	P	K	
Rayong 9	2.91	5.30	16.29	17.48 (2.79)	8.41 (1.34)	24.96 (3.98)	6,274 A
Rayong 11	3.48	5.51	18.29	17.08 (3.16)	8.99 (1.52)	24.54 (4.13)	5,941 B
CMR46-47-137	1.78	5.86	17.12	15.33 (2.57)	9.41 (1.58)	22.90 (3.83)	5,982 B
Average	2.72	5.56	17.07	18.4	8.94	24.13	6,065
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (F)							
0-8-16	2.47	4.89	16.22	13.44 (2.59)	7.99 (1.54)	22.89 (4.41)	5,191 e
8-8-16	2.82	5.57	17.23	15.26 (2.59)	8.93 (1.52)	23.84 (4.04)	5,909 c
16-8-16	5.47	6.11	19.42	20.17 (2.97)	9.81 (1.45)	26.76 (3.94)	6,801 ab
24-8-16	4.64	6.18	19.5	21.25 (2.96)	9.55 (1.33)	27.67(3.85)	7,199 a
16-0-16	6.16	5.21	16.9	19.04 (3.13)	8.31 (1.37)	24.50 (4.02)	6,190 bc
16-16-16	4.75	5.75	18.23	19.56 (2.89)	9.06 (1.34)	25.90 (3.82)	6,784 ab
16-8-0	4.3	4.81	11.01	18.62 (3.39)	8.80 (1.61)	16.09 (2.93)	5,495 d
16-8-8	4.93	5.37	13.98	17.69 (2.92)	8.33 (1.38)	19.51 (3.22)	6,067 bc
16-8-24	4.66	6.18	20.93	20.56 (2.92)	9.71 (1.38)	30.06 (4.26)	7,216 a
Uptake (%)	16.49	20.52	62.99	35.75	17.37	46.88	

() = Nutrient uptake Kg/ton yield



Table 9 Nutrients used efficiency (kg nutrient/rai) by cassava at 12 months on Huai Pong (Hp) Loamy sand soil in rainy season 2011/2012-2012/2013

Treatments	Yield	Total uptake (kg nutrient/rai)			Nutrients used efficiency (kg nutrient/rai)		
		N	P	K	N	P	K
Rayong 9	6,274 A	17.48	8.41	24.96	359	746	271
Rayong 11	5,941 B	17.08	8.99	24.54	348	661	242
CMR46-47-137	5,982 B	15.33	9.41	22.90	390	636	249
Average	6,065	18.4	8.94	24.13	330	678	254
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (F)							
0-8-16	5,191 d	13.44	7.99	22.89	386	650	227
8-8-16	5,909 bc	15.26	8.93	23.84	387	662	248
16-8-16	6,801 a	20.17	9.81	26.76	337	693	254
24-8-16	7,199 a	21.25	9.55	27.67	339	754	260
16-0-16	6,190 b	19.04	8.31	24.50	325	745	253
16-16-16	6,784 a	19.56	9.06	25.90	347	749	262
16-8-0	5,495 cd	18.62	8.80	16.09	295	624	342
16-8-8	6,067 b	17.69	8.33	19.51	343	728	311
16-8-24	7,216 a	20.56	9.71	30.06	351	743	240
Uptake (%)		35.75	17.37	46.88			

() = Nutrient uptake Kg/ton yield

Table 10 Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements on Huai Pong (Hp) in rainy season 2011/2012-2012/2013

Treatments	Yield (Kg/rai)	Total cost (Bath/rai)	Benefit (Bath/rai)	MRR (%)
Rayong 9	6,274	2,805	10,372	-
Rayong 11	5,941	2,805	9,671	-
CMR46-47-137	5,982	2,805	9,757	-
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O				
16-8-0	5,191 d	755	10,546	-
0-8-16	5,909 bc	944	9,957	D
16-0-16	6,801 a	1,031	11,763	441
16-8-8	7,199 a	1,039	11,701	D
8-8-16	6,190 b	1,068	11,341	D
16-8-16	6,784 a	1,303	12,979	447
24-8-16	5,495 cd	1,551	13,565	236
16-8-24	6,067 b	1,567	13,586	131
16-16-16	7,216 a	1,594	12,653	D

D is dominated treatment.

2011-2012 cassava price 2.10 baht/kg.

The fertilizer plant and the maintenance of 2,805 baht/rai.

46-0-0 fertilizer price 11.80 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 20.00 baht/kg

0-46-0 fertilizer price 27.00 baht/kg 0-0-60 fertilizer price 18.30 baht/kg

