

การศึกษาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในกลุ่มดินร่วนปนทราย :
ชุดดินห้วยโป่ง

Studies on Proper Doses of Fertilize for Cassava planting in Loamy Soil :
Huai Pong Series

วัลลีย์ อมรพล^{1/} กอบเกียรติ โพศาลเจริญ^{2/} ศรีสุดา ทิพย์รักษ์^{3/} ศุภกาญจน์ ล้วนมณี^{4/}

จินณจาร์ หาญเศรษฐสุข^{1/} ประพิศ วงงเทียม^{1/} สมพงษ์ ทองช่วย^{1/}

Wanlee Amonpon^{1/} Kobkiet Paisanchroen^{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 to cassava yield. Rayong 9 gave the highest yield at 6,274 fresh weight kg/rai and 1,990 starch kg/rai

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

^{1/} Rayong Field Crop Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Huai Pong , Muang District, Rayong Province 21150

^{2/} สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

^{2/} Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchark, Bangkok 10900

^{3/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

^{3/} Khon Kaen Field Crop Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Khon Kaen Province.

^{4/} ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

^{4/} Nakhonsawan Field Crop Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Nakhonsawan Province.

followed by CMR46-47-137 provided 5,982 fresh weight kg/rai and 1,791 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. Cassava production at yield 6,065 kg/rai was required 2.72, 5.56 and 17.07 of N-P-K (kg/rai) uptake or input fertilizer at 2.72, 12.73 and 20.48 of N-P₂O₅-K₂O (kg/rai).

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

บทคัดย่อ

การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจำเป็นต้องมีการจัดการธาตุอาหารพืชและมีความเฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ ได้ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในพื้นที่ดินร่วน เพื่อใช้เป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในพื้นที่ดินทรายปนร่วนของภาคตะวันออกเฉียงใต้ ทำการทดลองในชุดดินห้วยโป่ง (Hp) อ.เมือง จ.ระยอง ในฤดูฝนปี พ.ศ.2554/2555 และปี พ.ศ. 2555/2556 วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCB จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลักประกอบด้วย มันสำปะหลัง

3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 และสายพันธุ์ 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 1,990 กก./ไร่ รองลงมาคือพันธุ์ CMR46-47-137 ซึ่งให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง 5,982 และ 1,791 กก./ไร่ พันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งต่ำสุด 5,941 และ 1,777 กก./ไร่ ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยเคมีมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังอย่างชัดเจน คือการใช้ปุ๋ย 16-8-24 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งสูงสุด 7,216 และ 2,210 กก./ไร่ ทำให้มีรายได้และให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 13,586 บาท/ไร่ มันสำปะหลัง ทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูดใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วน สูงกว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยพันธุ์ระยอง 11 มีการดูดใช้ไนโตรเจนและโพแทสเซียมไปสะสมในหัวต่อต้นผลผลิตสูงสุด การปลูกมันสำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 6,065 กก./ไร่ มีการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ติดไปกับผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 2.72, 5.56 และ 17.07 กก.N-P-K ต่อไร่ หรือเทียบเท่าปุ๋ยเคมี 2.72-12.73-20.48 กก./N-P₂O₅-K₂O/ไร่

คำหลัก: มันสำปะหลัง การจัดการธาตุอาหาร ดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากจะเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่น ๆ แล้ว ยังใช้เป็นวัตถุดิบมีศักยภาพสูงในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ในปี พ.ศ. 2558/2559 มีพื้นที่ปลูก 9.15 ล้านไร่ กระจายอยู่ตามภาคต่าง ๆ ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกประมาณ 4.72 ล้านไร่ หรือ 51.6 % ภาคกลางประมาณ 0.94 ล้านไร่ หรือ 10.0 % ภาคเหนือประมาณ 2.01 ล้านไร่ หรือ 22.0 % ส่วนภาคตะวันออกประมาณ 1.48 ล้านไร่ หรือ 16.4 % โดยมีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ย 3,561 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

ในปัจจุบันการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงไป เกษตรกรต้องการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิต และมีรายได้สูงขึ้น โดยมีการปลูกมันสำปะหลังกันหลากหลายแบบ ทั้งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงสูง ทำให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันไป พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทราย ประกอบด้วย 2 กลุ่มดินที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มดิน Paleustals ที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และมีการสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่าง เช่น ชุดดินโคราช (Kt) วาริน (Wn) ยโสธร (Yt) ห้วยโป่ง (Hp) มาบบอน (Mb) และกลุ่มดิน Quartsipsamments เช่น ชุดดินสัดหีบ (Sh) พัทยา (Pu) น้ำพอง (Ng) ซึ่งเป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินทรายลึก เป็นดินเกิดใหม่มีการแบ่งชั้น หากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ดังกล่าวติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน จะทำให้ดินเสื่อมโทรม (ชุมพล, 2550) จึงต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีกรมวิชาการเกษตรแนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูก

มันสำปะหลังในดินทราย และดินร่วนปนทราย โดยให้ใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตราที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น หรือได้ผลผลิตไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

ชุดดินห้วยโป่ง เป็นดินร่วนปนทรายเกิดจากวัตถุดิบกำเนิดดินที่เป็นหินแกรนิต ดินลึก มีการระบายน้ำดี มีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนเทา ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) มีข้อจำกัด คือ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2528) จึงจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการที่ดี เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต ให้ได้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 5 ตัน/ไร่ ตามเป้าหมายของรัฐบาล ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ปลูก มีการจัดการธาตุอาหารอย่างเหมาะสมตรงตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และตามความต้องการของมันสำปะหลัง จึงดำเนินการวิจัยหาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ในดินร่วนปนทราย ชุดดินห้วยโป่ง (Hp) สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวิเคราะห์คุณลักษณะของดินชุดดินห้วยโป่ง
ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จ.ระยอง พื้นที่ทดลองเป็นชุดดินห้วยโป่ง พิกัดแปลง 732160E 1409096N โซน 47 มีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย ก่อนเริ่มการทดลองเก็บตัวอย่างดินรวม (Composite Sample) ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20-50 ซม. และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

และปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ พีเอช (pH) วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 ตามวิธีการของ Peech (1965) อินทรีย์วัตถุ วิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Walkley and Black (1965) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยสกัด ดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้ Spectrophotometer (Bray and Kurtz, 1945) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate, pH 7 แล้ววัดด้วย Flame Spectrophotometer (Schollenberger and Simon, 1945) และวัดเนื้อดินด้วย วิธี Hydrometer method

2. การตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการใส่ปุ๋ย อัตราต่าง ๆ

มันสำปะหลังที่นำมาทดสอบ 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์ CMR46-47-137 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46 % N) ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18 % N และ 46 % P₂O₅) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 % K₂O) วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB มี 3 ซ้ำ Main plot ประกอบด้วย มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ Sub plot ประกอบด้วย การใช้ปุ๋ย 10 กรรมวิธี ดังนี้

- 1) 0-0-0
- 2) 0-8-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่
- 3) 8-8-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่
- 4) 16-8-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่
- 5) 24-8-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่
- 6) 16-0-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่

7) 16-16-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่

8) 16-8-0 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่

9) 16-8-8 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่

10) 16-8-24 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่

ปลูกมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ แบบตั้งตรง

ในขนาดแปลงทดลองย่อย 7x8 ม. และระยะปลูก 0.70 x 1.0 ม. ปลูกมันสำปะหลังปีที่ 1 เมื่อวันที่ 9 มีนาคม ปี พ.ศ. 2554 และปีที่ 2 วันที่ 9 มีนาคม ปี พ.ศ. 2555 เมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี โดยใส่สองข้างต้น มันสำปะหลังแล้วกลบปุ๋ย กำจัดวัชพืชตามความจำเป็น ไม่ปล่อยให้วัชพืชมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง เก็บเกี่ยวมัน สำปะหลังในปีที่ 1 วันที่ 29 กุมภาพันธ์ ปีพ.ศ. 2555 และปีที่ 2 เก็บเกี่ยว วันที่ 7 มีนาคม ปี พ.ศ. 2556 พื้นที่เก็บเกี่ยว 5.6 x 6 ม. บันทึก ความสูงของต้น เก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสด คำนวณ ผลผลิต/ไร่ และเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน ในปีแรกเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุ อาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในใบ ต้น เหง้า และหัว จากนั้นคำนวณการดูดใช้ ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ดังสูตรคำนวณดังนี้

$$NU \text{ (kg nutrients/rai)} = \frac{NC \times DM}{100}$$

NU = การดูดใช้ธาตุอาหาร (Nutrientsuptake)

NC = ปริมาณธาตุอาหาร (Nutrients constance)

DM = น้ำหนักแห้ง (Dry mater)

สุ่มเก็บตัวอย่างหัวสด 5 กก./แปลง ทดลองย่อย นำมาหาปริมาณแป้งในหัวสด ด้วย เครื่องวัดแบบ Riemann scale แล้วนำมา คำนวณผลผลิตแป้งโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ผลผลิตแป้ง (กก./ไร่)} = \text{ผลผลิตหัวสด} \times (\text{ปริมาณแป้งในหัวสด}) / 100$$

วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT (Anon,1984)

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของอาร์นิตและธรรักษ์ (2534) โดยมีหลักเกณฑ์ว่า การลงทุนมีความคุ้มค่า เมื่อค่า MRR เท่ากับหรือมากกว่า 100 % ตามสูตรดังนี้

$$\text{MRR (\%)} = \frac{\text{กำไรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย}}{\text{ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย}} \times 100$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณลักษณะของดินชุดดินห้วยโป่ง

ดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20 - 50 ซม. มีค่า pH 4.5 และ 4.7 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.0 และ 0.95 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 100 และ 105 มก./กก. ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 44 และ 46 มก./กก. ตามลำดับ (Table 1) ลักษณะของดินภายในหน้าตัด เป็นดินทรายปนร่วน ที่ระดับความลึก 0-150 ซม. สีดินบน ที่ระดับความลึก 0-37 ซม. เป็นสีน้ำตาล (10YR7/3) ที่ระดับความลึก 37-101 ซม. เป็นสีเทาอ่อน (10YR7/2) ที่ระดับความลึก

101-127 ซม. เป็นสีน้ำตาล (10YR8/4) และที่ระดับความลึก 127-150 ซม. ลงไป เป็นสีเหลือง (10YR7/6) ดินที่ใช้ในการทดลองมีค่า pH ต่ำกว่าค่าวิกฤติ ซึ่งระดับวิกฤติของ pH ในการปลูกมันสำปะหลังคือ 4.6 (CIAT, 1979) ขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนสูงกว่าค่าวิกฤติ ซึ่งระดับวิกฤติของอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 0.80 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ 7 และ 30 มก./กก. ตามลำดับ (โชติ, 2539)

2. การตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ

2.1 ความสูง

ผลการทดลองไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ที่มีต่อความสูงที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน โดยพันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ CMR46-47-137 และพันธุ์ระยอง 11 มีความสูงเฉลี่ย 219 212 และ 203 ซม. ตามลำดับ และพบว่า การใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-24 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีความสูงมากที่สุด 239 ซม. และมีค่าไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ย 24-8-16 N-P₂O₅-K₂O /ไร่ (234 ซม.) และ 16-16-16 กก. N-P₂O₅-K₂O /ไร่ (229 ซม.) แต่มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ย 16-0-16, 8-8-16, 0-8-16, 16-8-0, 16-8-8 และ 16-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 193 -

Table 1 Characteristics of Huai Pong soil series at Rayong province before planting cassava in 2011/2012

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

Table 2 Height of cassava varieties (12 months old) at Huai Pong soil series in rainy season during 2011/2012 – 2012/2013 at Rayong field crop research Center, Rayong province

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

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

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT
 ** : Highly Significant difference, NS: Not significant

220 ซม. และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความสูงต่ำสุด 168 ซม. (Table 2)

2.2 ผลผลิตหัวสด

การใช้พันธุ์และอัตราปุ๋ยที่แตกต่างกันให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยแตกต่างกัน พันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 6,274 กก./ไร่ แตกต่างกับพันธุ์ CMR 46-47-137 และพันธุ์ระยอง 11 ที่ให้ผลผลิตหัวสด 5,982 และ 5,941 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ย 16-8-24 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ พบว่า ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 7,216 กก./ไร่ ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ย 24-8-16, 16-8-16 และ 16-16-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตหัวสด 6,784 - 7,199 กก./ไร่ แต่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยกรรมวิธีอื่น ๆ ที่ให้ผลผลิตหัวสด 5,191-6,092 กก./ไร่ กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตหัวสดต่ำสุด 3,904 กก./ไร่ แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และ

การใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ที่มีต่อการให้ผลผลิตหัวสด (Table 3)

2.3 เปอร์เซ็นต์แป้ง

ผลการทดลองเฉลี่ย 2 ปี (2554/2555 - 2555/2556) พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด 31.4 % แตกต่างกับพันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์ CMR 46-47-137 ที่ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 30.0 และ 29.8 % การใส่ปุ๋ยที่อัตราต่าง ๆ กันกับมันสำปะหลัง ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 29.8-31.2 % และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับการใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ที่มีต่อการให้เปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง (Table 4)

2.4 ผลผลิตแป้ง

การตอบสนองของพันธุ์มีผลทำให้ผลผลิตแป้งแตกต่างกัน โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9

Table 3 Fresh yield of cassava varieties at Huai Pong soil series in rainy season during 2011/2012 – 2012/2013 at Rayong field crop research center, Rayong province

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

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

** : Highly significant at 1% level of probability, NS: Not significant

Table 4 Percent starch of cassava varieties at Huai Pong soil series in rainy season during 2011/2012 – 2012/2013 at Rayong field crop research center, Rayong province

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

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

** : Highly significant at 1% level, NS: Not significant

ให้ผลผลิตแป้งสูงสุด 1,990 กก./ไร่ แตกต่างกับ พันธุ์ CMR 46-47-137 และพันธุ์ระยอง 11 ที่ให้ผลผลิตแป้ง 1,791 และ 1,777 ขณะที่ การใส่ปุ๋ย 16-8-24 กก.N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลผลิตแป้งสูงสุด 2,209 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ย 24-8-16, 16-8-16 และ 16-16-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ที่ให้ผลผลิตแป้ง 2,046 - 2,168 กก./ไร่ แต่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ย 16-0-16, 16-8-8, 8-8-16, 16-8-0 และ 0-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ที่ให้ผลผลิตแป้ง 1,599 - 1,900 กก./ไร่ และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตแป้งต่ำสุด 1,191 กก./ไร่ และการตอบสนองของพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์กับการใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ส่งผลให้ผลผลิตแป้งแตกต่างกัน (Table 5)

2.5 การดูใช้ธาตุอาหาร

การดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง โดยเฉลี่ยทั้ง 2 ปี พบว่า มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ คือ ระยอง 9 ระยอง 11 และ CMR46-47-137 มีการดูใช้ในโตรเจนรวมทั้งหมด 15.33 17.08 และ 17.48 กก. N /ไร่ ตามลำดับ และการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีการดูใช้ในโตรเจนรวมทุกส่วน 13.44 - 21.25 กก. N/ไร่ (Table 6) มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วน 8.41- 9.41 กก. P/ไร่ และการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีการดูใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วน 7.99 - 9.81 กก. P/ไร่ และมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วน 22.90 - 24.96 กก. K/ไร่ การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีการดูใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วนอยู่ระหว่าง 16.09 - 30.06 กก. K/ไร่

Table 5 Starch yield (kg./rai) of cassava varieties at Huai Pong soil series in rainy season during 2011/2012 -2012/2013 at Rayong field crop research center, Rayong province

Fertilizer (kg.N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/rai)	Varieties			Average
	Rayong 9	Rayong 11	CMR46-47-137	
0-0-0	1,458 d	1,099 e	1,204 e	1,254
0-8-16	1,749 cd	1,412 d	1,636 cd	1,599
8-8-16	2,003 abc	1,601 cd	1,752 bcd	1,785
16-8-16	2,112 ab	2,122 a	1,933 abc	2,056
24-8-16	2,297 a	2,160 a	2,048 ab	2,168
16-0-16	1,856 bc	1,945 ab	1,900 abc	1,900
16-16-16	2,296 a	2,001 ab	1,841 bc	2,046
16-8-0	1,759 cd	1,544 cd	1,524 d	1,609
16-8-8	2,039 abc	1,762 bc	1,892 abc	1,897
16-8-24	2,318 a	2,127 a	2,184 a	2,209
Average	1,990	1,777	1,791	1,846
Varieties (A) = **, Fertilizer(B) = **, A x B = ** CV (a) = 11.3 % CV (b) = 9.3 %				

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

** : Highly significant difference

Table 6 Nutrients uptake by 12 months old cassava at Huai Pong (Hp) loamy sand soil during 2011/2012-2012/2013

Treatments	Yield (kg/rai)			Leaf (kg nutrient/rai)			Stem (kg nutrient/rai)			Stalk (kg nutrient/rai)			Root (kg nutrient/rai)			Total uptake (kg nutrient/ton yield)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Rayong 9	6,274 A	7.19	0.95	1.73	4.26	1.05	2.01	3.14	1.14	3.14	2.91	5.30	16.29	17.48 (2.79)	8.41 (1.34)	24.96 (3.98)		
Rayong 11	5,941 B	7.55	1.23	1.82	3.18	1.18	1.84	2.89	1.08	3.62	3.48	5.51	18.29	17.08 (3.16)	8.99 (1.52)	24.54 (4.13)		
CMR46-47-137	5,982 B	7.04	0.92	1.64	3.68	1.48	1.94	2.86	1.19	3.35	1.78	5.86	17.12	15.33 (2.57)	9.41 (1.58)	22.90 (3.83)		
Average	6,065	7.26	1.03	1.73	3.70	1.24	1.93	2.96	1.14	3.37	2.72	5.56	17.07	18.4	8.94	24.13		
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (F)																		
0-8-16	5,191 e	5.87	0.9	1.64	2.8	1.17	1.86	2.29	1.02	3.26	2.47	4.89	16.22	13.44 (2.59)	7.99 (1.54)	22.89 (4.41)		
8-8-16	5,909 c	6.62	0.97	1.57	3.12	1.26	1.81	2.71	1.14	3.12	2.82	5.57	17.23	15.26 (2.59)	8.93 (1.52)	23.84 (4.04)		
16-8-16	6,801 ab	7.85	1.22	1.89	3.8	1.5	2.12	3.07	1.22	3.59	5.47	6.11	19.42	20.17 (2.97)	9.81 (1.45)	26.76 (3.94)		
24-8-16	7,199 a	8.58	1.16	2.08	4.72	1.1	2.21	3.28	1.12	3.67	4.64	6.18	19.5	21.25 (2.96)	9.55 (1.33)	27.67 (3.85)		
16-0-16	6,190 bc	6.81	0.9	1.68	3.18	1.11	2.08	2.93	1.14	3.86	6.16	5.21	16.9	19.04 (3.13)	8.31 (1.37)	24.50 (4.02)		
16-16-16	6,784 ab	7.27	1.08	1.68	4.13	1.17	1.88	3.41	1.21	3.48	4.75	5.75	18.23	19.56 (2.89)	9.06 (1.34)	25.90 (3.82)		
16-8-0	5,495 d	7.75	1.14	1.61	3.44	1.51	1.28	3.12	1.11	2.18	4.3	4.81	11.01	18.62 (3.39)	8.80 (1.61)	16.09 (2.93)		
16-8-8	6,067 bc	6.5	0.88	1.33	3.54	1.05	1.39	2.74	1.04	2.83	4.93	5.37	13.98	17.69 (2.92)	8.33 (1.38)	19.51 (3.22)		
16-8-24	7,216 a	8.06	1.03	2.08	4.59	1.25	2.72	3.26	1.27	4.35	4.66	6.18	20.93	20.56 (2.92)	9.71 (1.38)	30.06 (4.26)		
Uptake (%)		72.46	10.28	17.27	53.86	18.05	28.09	39.63	15.26	45.11	16.49	20.52	62.99	35.75	17.37	46.88		

() = Nutrient uptake (kg Nutrient/ton yield)

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

ดังนั้นการปลูกมันสำปะหลังที่ได้ผลผลิตเฉลี่ย 6,065 กก./ไร่ มีการดูค่าใช้จ่ายไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปสะสมในใบ ต้น เหง้า และหัว รวมกันเท่ากับ 18.40, 8.94 และ 24.13 กก. N-P-K/ไร่ หรือมีการดูค่าใช้จ่ายอาหารรวมทุกส่วน เฉลี่ย 35.75, 17.37 และ 46.88 % ตามลำดับ (Table 6)

ในด้านการสูญเสียธาตุอาหารเมื่อมีการนำส่วนของหัวออกไปจากพื้นที่โดยไม่รวมส่วนของใบ ต้น และเหง้าที่ตกลงดิน พบว่า มีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 2.72, 5.56 และ 17.07 กก. N-P-K/ไร่ หรือมีการสูญเสียธาตุอาหารติดไปกับผลผลิตเฉลี่ย 16.49, 20.52 และ 62.99 % ตามลำดับ เทียบเท่ากับ ปุ๋ยเคมีเท่ากับ 2.72-12.73-20.48 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ (Table 6) จะเห็นว่าโพแทสเซียมสะสมอยู่ในหัวมันสำปะหลังมากกว่าธาตุอาหารหลักอื่น ๆ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ จึงทำให้ธาตุอาหารในดินลดลงอย่างรวดเร็ว จาก การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 พบว่า ดินส่วนบนมี ค่า pH เฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.3 และดินล่างมีค่า pH เฉลี่ยลดลง 0.1 มีอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยลดลงในดินบนและดินล่าง 0.03 และ 0.27 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยลดลง 22 และ 52 มก./กก. และ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยลดลง 23 และ 28 มก./กก. ตามลำดับ (Table 7) ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกจากพื้นที่ ขึ้นอยู่กับปริมาณของผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Phutthacharoen *et al.* (1998) และ Howeler (2002)

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การปลูกมันสำปะหลังในดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง จ. ระยอง พบว่า โดยเฉลี่ย 2 ปี

มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 10,372 บาท/ไร่ รองลงมาคือพันธุ์ CMR46-47-137 และพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งกำไรสุทธิ 9,757 และ 9,671 บาท/ไร่ การใส่ปุ๋ย 16-8-24 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 13,586 บาท/ไร่ รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ย 24-8-16, 16-8-16 และ 16-16-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 13,565, 12,979 และ 12,653 บาท/ไร่ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยใน ดินทรายปนร่วน ที่มีความอุดมสมบูรณ์ หากมีเงินลงทุนมาก แนะนำปุ๋ย 16-8-24 หรือ 24-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ และหากมีเงินลงทุนน้อย แนะนำให้ใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ จะให้ผลตอบแทนมากกว่า 100 % (Table 8)

สรุปผลการทดลอง

การปลูกมันสำปะหลังในดินร่วนปนทราย ชุดดินห้วยโป่ง พันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง ผลผลิตแป้ง และกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ CMR46-47-137 และพันธุ์ระยอง 11 โดยให้ผลผลิตหัวสด 6,274, 5,982 และ 5,941 กก./ไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 31.4, 29.8 และ 30.0 % ให้ผลผลิตแป้ง 1,990, 1,791 และ 1,777 กก./ไร่ ตามลำดับ การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 มีการดูค่าใช้จ่ายไนโตรเจน และโพแทสเซียมรวมทุก ส่วนต่อต้นผลผลิต สูงกว่าพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ CMR46-47-137 แต่มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูค่าใช้จ่ายฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนใกล้เคียงกัน เมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ (หัว) จะสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 2.72, 5.56 และ 17.07 กก. N-P-K ต่อไร่ ตาม ลำดับ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 2.72-12.73-20.48 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ เมื่อคิดผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า มันสำปะหลัง

Table 7 Characteristics of Huai Pong soil Series at Rayong Province after 2 years 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 8 Analysis of Marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements at Huai Pong soil series during 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	5,495 cd	755	10,546	-
0-8-16	5,191 d	944	9,957	D
16-0-16	6,190 b	1,031	11,763	441
16-8-8	6,067 b	1,039	11,701	D
8-8-16	5,909 bc	1,068	11,341	D
16-8-16	6,801 a	1,303	12,979	447
24-8-16	7,199 a	1,551	13,565	236
16-8-24	7,216 a	1,567	13,586	131
16-16-16	6,784 a	1,594	12,653	D

D is dominated treatment.

Cassava price = 2.10 baht/kg. in 2013

plant fertilizer 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

พันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ CMR46-47-137 และ พันธุ์ระยอง 11 มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 10,372, 9,757 และ 9,671 บาท/ไร่ ตามลำดับ ถ้ามีเงินลงทุนมากควรใช้ปุ๋ย 16-8-24 หรือ 24-8-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ จะทำให้ได้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตแป้ง และผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และหากมีเงินลงทุนน้อยสามารถเลือกใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน 2528. รายงานการสำรวจดินจังหวัดระยอง. รายงานการสำรวจความ

เหมาะสมของดิน ฉบับที่ 363. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 168 น.

กรมวิชาการเกษตร 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 121 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2557/2558. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 199 หน้า แหล่งข้อมูล : [www.http://oae.go.th](http://www.oae.go.th) สืบค้นเมื่อ: 27 มกราคม 2559

- ชุมพล นาควิโรจน์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ
โอภาษ บุญเสียง สมาน รุ่งเรือง อนุศาสตร์
สุ่มมาตย์ วัลลีย์ อมรพล สันติ อีราภรณ์
ดิศพันธ์ุ ธรรมาภิรมย์ และฉัตรชนก
นพพรพร. 2550. การพัฒนาเทคโนโลยี
การผลิตมันสำปะหลัง หน้า 156 -176. ใน
รายงานการประชุมผลงานวิจัย เพื่อพิจารณา
เป็นผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี 2549 กรม
วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์. 6 - 8 มิถุนายน 2550 ณ
โรงแรมรามารการ์เด็น กรุงเทพฯ.
- โชติ สิทธิบุศย์. 2539. แนวทางพัฒนาระบบการ
ให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่. กรมวิชา
การเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
119 หน้า.
- อาร์นัต พัฒโนทัย และธนรัชช์ เมฆขยาย. 2534.
ข้อมูลผลการทดลองสู่คำแนะนำเกษตรกร.
คู่มือการอบรมทางเศรษฐศาสตร์ ฝ่าย
เศรษฐศาสตร์ ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพด
และข้าวสาลีนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร.
88 หน้า.
- Anonymous. 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. Page
115-147. In: *Hillocks, R.J., J.M.
Thresh and A.C. Bellotti (eds.),
Cassava: Biology, Production and
Utilization*. International Center for
Tropical Agriculture. (CIAT) 1979.
- Cassava program. page A-1-A-100.
In: *Annual report 1978*. Cali,
Colombai
- 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 CROP RES.* 57, 113-
126p.
- Peech, M. 1965. Soil pH by grass
electrode pH meter, pages 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 Propertics, 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.