

การจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมเพื่อการผลิตมันสำปะหลังในดินทรายชุดดินลัดทีบ
**Optimal Crop Nutrient Management for Cassava Production
on Sandy Soil Sattahip Series**

วัลลีย์ อมรพล^{1/}

เทอดศักดิ์ อนาคต^{1/}

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี^{2/}

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ^{3/}

Wanlee Amonpon^{1/}

Therdsak Anakad^{1/}

Suphakarn Luanmanee^{2/}

Kobkiet Paisancharoen^{3/}

ABSTRACT

To increase cassava production in present situation of costly chemical fertilizer, it should perform good nutrient management which is specified to production area. Therefore, the response of cassava to nutrient management in sandy soil Sattahip series in the eastern of Thailand had been investigated. The aims are to get the most effectively recommendation of fertilizer application for cassava grown on sandy soils. The experiment was conducted on Sattahip (Sh) sandy soil, at Muaeng district, Rayong province. The experimental design was a split-plot with 3 replications. Main plot consisted of 3 varieties of cassava namely Rayong 9, Rayong 11 and CMR46-39-42(Rayong 84-13). Sub-plot consisted of 10 procedures of fertilizer application namely 1) 0-0-0, 2) 16-8-16, 3) 16-8-0, 4) 0-8-16, 5) 16-0-16, 6) 16-8-8, 7) 8-8-16, 8) 24-8-16, 9) 16-8-24 and 10) 16-16-16 kg N-P₂O₅-K₂O/rai. Results showed that variety and fertilizer affected cassava yield with significant differences. The cassava CMR46-39-42 varieties gave the highest yield of 6,255 fresh weight kg /rai and 2,579 starch yield kg /rai followed by Rayong 9 5,332 fresh

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร อ. เมือง จ. ระยอง 21150

^{1/} Rayong Field Crops Research Centre, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, Department of Agriculture, Maueng district, Rayong province 21150

^{2/} ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร อ. ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

^{2/} Nakhon Sawan Field Crops Research Centre, Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Tak Fa district, Nakhon Sawan province, 60190

^{3/} สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

^{3/} Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

weight kg /rai and 2,180 starch yield kg/rai while Rayong 11 gave the lowest yielding of 4,809 fresh weight kg /rai and 1,918 starch yield kg/rai cassava produced high yield and starch yield at level of nitrogen 24 kg N/rai, phosphorus 8 kg P_2O_5 /rai and potassium 16 kg K_2O /rai. The 3 cassava varieties differed from nitrogen and potassium uptakes except phosphorus. Use of nitrogen fertilizer at 24-8-16 kg $N-P_2O_5-K_2O$ /rai were the most benefit with the highest average net income 12,454 baht/rai which suited to the economic return.

Key-words: cassava, nutrient management, sandy soil, Sattahip soil series

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาแพง การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจำเป็นต้องมีการจัดการธาตุอาหารพืชที่มีประสิทธิภาพและมีความเฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ จึงได้ศึกษาการตอบสนองของมันสำปะหลังต่อการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในพื้นที่ดินทราย เพื่อใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลัง ที่ปลูกในพื้นที่ดินทรายภาคตะวันออกเฉียงใต้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำการทดลองในดินทรายชุดดินลัดทึบ (Sh) (sand, isohyperthermic, coated typic quartzipsamments) อ.เมือง จ.ระยอง ฤดูฝนปี พ.ศ. 2555/2556 วางแผนการทดลองแบบ split

plot ประกอบด้วย 3 ซ้ำและ 10 กรรมวิธี ปัจจัยหลักคือ มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์ระยอง 9 2) พันธุ์ระยอง 11 และ 3) พันธุ์ CMR46-39-42 (ระยอง 84-13) ปัจจัยรองคือ การใส่ปุ๋ย 10 กรรมวิธี ได้แก่ 1) 0-0-0 2) 16-8-16 3) 16-8-0 4) 0-8-16 5) 16-0-16 6) 16-8-8 7) 8-8-16 8) 24-8-16 9) 16-8-24 และ 10) 16-16-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ ผลการทดลองพบว่า การใช้พันธุ์และใช้ปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์ CMR46-39-42 ให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 6,255 และ 2,579 กก./ไร่ รองลงมาคือพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ย 5,332 และ 2,180 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์ระยอง 11 ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ยต่ำสุด 4,809 และ 1,918 กก./ไร่ การใช้ปุ๋ยเคมี 24-8-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ มีผลต่อการเพิ่มผลผลิต และผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังอย่างชัดเจน มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มีการดูดใช้ในโตรเจนและโพแทสเซียมแตกต่างกัน แต่ดูดใช้ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน โดยมันสำปะหลังมีการดูดใช้โพแทสเซียมเพื่อการสร้างผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือการใช้ในโตรเจน และมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสต่ำสุด การใช้ปุ๋ย 24-8-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด โดยมีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 12,454 บาท/ไร่

คำหลัก: มันสำปะหลัง การจัดการธาตุอาหาร ดินทราย ชุดดินสัดหีบ

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ นอกจากเป็นพืชอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้ว ยังมีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลสูงเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยสามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้ทั้งรูปหัวสดและมันเส้น ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทราย ประกอบด้วย 2 กลุ่มดินที่สำคัญได้แก่ 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 เป็นดินเกิดใหม่ยังมีการแบ่งชั้น สำหรับชุดดินที่พบในการปลูกมันสำปะหลัง ส่วนมากได้แก่ชุดดินโคราช และชุดดินสัดหีบ ซึ่งเป็นตัวแทนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก หากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้ดินเสื่อมโทรม (ซุมพล, 2550) จึงต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันไป ขณะที่กรมวิชาการเกษตร (2548) แนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในดินทราย และดินร่วนทราย ให้ใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตราที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น จึงมี

ความจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการที่ดีเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตให้ได้ผลผลิต 5 ตัน/ไร่ ตามเป้าหมายของรัฐบาล ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมกับแต่ละพันธุ์ การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการจัดการธาตุอาหารอย่างแม่นยำตรงตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความต้องการของมันสำปะหลัง จึงดำเนินการวิจัยหาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังในกลุ่มดินทราย ชุดดินสัดหีบ (Sh) สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อแนะนำเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองในชุดดินสัดหีบ (Sh) (sand, isohyperthermic, coated typic quartzipsamments) พิกัดแปลงทดลอง UTM 47 P 0732512E 1409270N ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ.ระยอง วางแผนการทดลองแบบ split plot มี 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก (main-plot) ประกอบด้วย มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์ระยอง 9 2) พันธุ์ระยอง 11 และ 3) พันธุ์ CMR46-39-42 (ระยอง84-13) ปัจจัยรอง (subplot) คือการใส่ปุ๋ย 10 กรรมวิธี ได้แก่ 1) 0-0-0 2) 16-8-16 3) 16-8-0 4) 0-8-16 5) 16-0-16 6) 16-8-8 7) 8-8-16 8) 24-8-16 9) 16-8-24 และ 10) 16-16-16 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ /ไร่ ทำการเตรียมแปลงโดยไถพรวน 3 และพรวน 7 แล้วทำการยกร่อง ขนาดแปลงย่อย

7 x 8 ม. ปลูกมันสำปะหลังเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 ใช้ระยะปลูก 0.7 x 1 ม. ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก โดยผสมปุ๋ยรวมกันตามกรรมวิธีการทดลอง ใส่ปุ๋ยสองข้างต้นของมันสำปะหลังแล้วกลบปุ๋ย กำจัดวัชพืชครั้งแรกโดยใช้แรงงานคน ส่วนครั้งที่ 2-4 ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช โดยครั้งที่ 2 ใช้พาราควอตอัตรา 400 มล./น้ำ 80 ล. ฉีดพ่นในพื้นที่ 1 ไร่ ที่อายุ 3 เดือน ครั้งที่ 3-4 ใช้ไกลโคเซตอัตรา 400 มล./น้ำ 80 ล. ฉีดพ่นในพื้นที่ 1 ไร่ ที่อายุ 6 และ 10 เดือน เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 12 เดือน ในพื้นที่ 5.6 x 6 ม. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต วัดปริมาณแป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Riemann scale คำนวณผลผลิตหัวสด ผลผลิตแป้งและค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวดังนี้

$$\text{ผลผลิตแป้ง (starch yield)} = \frac{\text{ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่)} \times \text{เปอร์เซ็นต์แป้ง}}{100}$$

ดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index, HI) = อัตราส่วนระหว่างผลผลิตหัวสดกับผลผลิตทั้งหมด(คำนวณโดยรวมน้ำหนักของใบ ต้น เหง้า และหัว) เก็บตัวอย่างมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในต้น ใบ หัว และเหง้า คำนวณการดูดใช้ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

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

วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยใช้

โปรแกรม IRRISTAT (Anon,1984) และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของอาร์นัตและธรรักษ์ (2534) ดังนี้ MRR (%)

$$= \frac{\text{กำไรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย}}{\text{ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย}} \times 100$$

โดยมีหลักเกณฑ์ว่า การลงทุนมีความคุ้มค่า เมื่อค่า MRR เท่ากับหรือมากกว่า 100 % และเก็บตัวอย่างดินรวม (composite sample) ก่อนปลูกที่ระดับ 0-20 และ 20-50 ซม. นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ pH วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน: น้ำ เท่ากับ 1:1 อินทรีย์วัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธีการของ Walkley และ Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้ spectrophotometer โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 1N ammonium acetate, pH 7 และวัดด้วย flame spectrophotometer และเก็บตัวอย่างดินอีกครั้งหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพแวดล้อมในการทดลอง

ดินในพื้นที่ทดลองเป็นชุดดินลัดทึบ ดินบนและดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินทราย มีความหนาแน่นค่อนข้างสูงในชั้นดินล่าง มีค่าความหนาแน่นรวมของดินบนและดินล่าง 1.63 และ 1.84 ก./ซม.³ เป็นกรดจัดทั้งดินบนและดินล่างมี pH 4.9 และ 4.8 และจากการวิเคราะห์ธาตุ

อาหารในดิน พบว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก โดยดินบนและดินล่างมีอินทรีย์วัตถุ 0.70 และ 0.36 % ซึ่งต่ำกว่าค่าวิกฤติในการปลูกมันสำปะหลัง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ต่อพืช 20 และ 21 มก./กก. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากันคือ 16 มก./กก. (Table 1) ดินที่ใช้ในการทดลองมี pH และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าค่าวิกฤติ ขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนต่ำกว่าค่าวิกฤติ ซึ่งระดับวิกฤติของ pH มีในการปลูกมันสำปะหลังคือ 4.6 (Anon, 1979) ระดับวิกฤติของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.80 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 7 และ

30 มก./กก. ตามลำดับ (โชติ, 2539) และเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าดินบนและดินล่างมีพีเอชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.18 และ 0.21 มีอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยลดลง 0.17 และ 0.01 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5.97 และ 11.96 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนเฉลี่ยลดลง 0.90 และ 2.00 มก./กก. ตามลำดับ (Table 2) ฤดูปลูกปี พ.ศ. 2555/2556 มีการกระจายตัวของฝนตลอดฤดูปลูกค่อนข้างสม่ำเสมอ มีปริมาณฝนสูงสุดเดือนกันยายน (7 เดือนหลังปลูก) และมีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดฤดูปลูก 1,654.2 มม. (Figure 1)

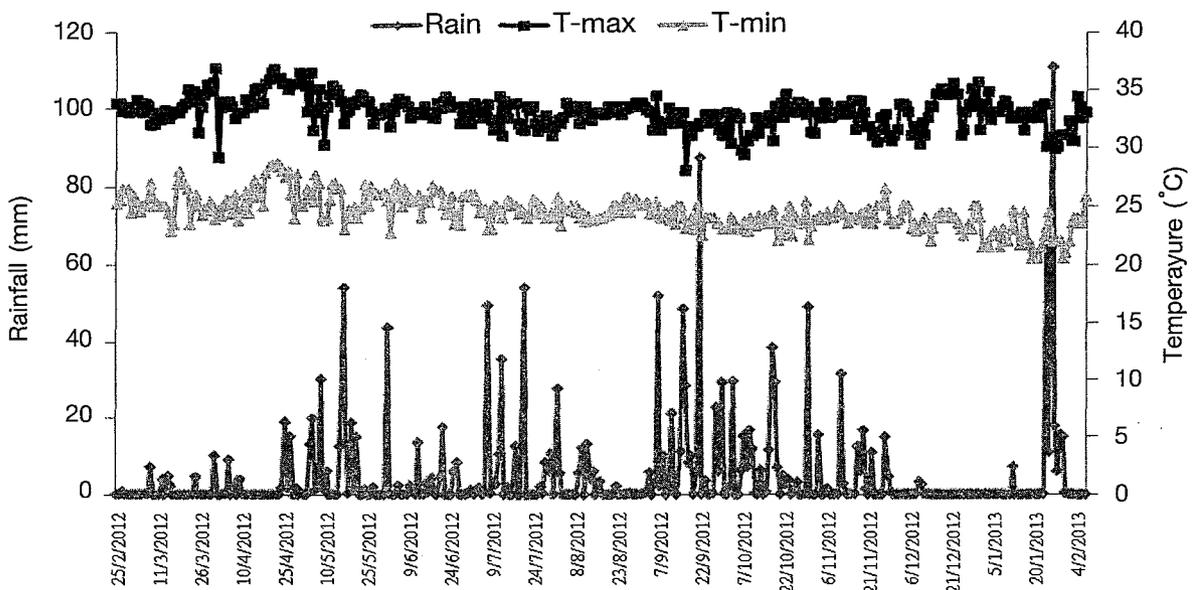


Figure 1. T-max, -T-min ($^{\circ}$ C) and daily rainfall (mm) in 2012/2013 (25 February 2012 - 7 February 2013) (Source: Meteorological Station, Agricultural Huay Pong, Rayong)

Table 1. Characteristics of Sattahip soil series at Rayong province before planting cassava in 2012/2013

Soil depth (cm)	pH (soil: water = 1:1)	Organic matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	Bulk density (g/cm ³)	Textural class
0-20	4.9	0.70	20	16	1.63	Sand
20-50	4.8	0.36	21	16	1.84	Sand

Table 2. Characteristics of Sattahip soil series at Rayong province after planting cassava in 2012/2013

Treatment	Soil depth (cm)	pH (soil: water = 1:1)	Organic matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
Variety (V)					
Rayong 9	0-20	4.90	0.51	20.80	14.10
	20-50	4.82	0.34	32.20	13.50
Rayong 11	0-20	4.92	0.50	24.80	14.20
	20-50	4.91	0.34	30.70	13.90
CMR46-39-42	0-20	5.42	0.55	32.30	17.00
	20-50	5.30	0.36	32.97	14.60
Mean	0-20	5.08	0.52	25.97	15.10
	20-50	5.01	0.35	31.96	14.00
N-P₂O₅-K₂O (F)					
0-0-0	0-20	4.80	0.50	18.33	15.33
	20-50	4.97	0.38	27.33	12.33
0-8-16	0-20	4.83	0.41	25.00	16.67
	20-50	4.80	0.42	23.00	16.00
8-8-16	0-20	4.97	0.51	17.00	14.67
	20-50	4.90	0.31	27.67	14.00
16-8-16	0-20	5.47	0.60	38.00	14.67
	20-50	5.23	0.35	30.00	12.67
24-8-16	0-20	5.00	0.47	21.67	13.33
	20-50	4.97	0.29	31.33	17.00
16-0-16	0-20	5.20	0.58	30.00	16.00
	20-50	5.10	0.34	32.00	11.33
16-16-16	0-20	4.97	0.52	23.00	13.67
	20-50	4.93	0.30	37.00	14.67
16-8-0	0-20	5.57	0.56	29.67	16.67
	20-50	5.60	0.39	37.33	11.33
16-8-8	0-20	5.03	0.55	34.67	13.33
	20-50	4.83	0.38	40.67	13.33
16-8-24	0-20	4.97	0.51	22.33	16.67
	20-50	4.77	0.32	33.23	17.33

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง

ชุดดินลัดทึบเป็นดินทรายที่เป็นกรดจัด และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก หากใช้พื้นที่ดังกล่าวปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 พันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์ CMR46-39-42 พบว่าให้ ความสูง ผลผลิต ผลผลิตแป้ง และดัชนีการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์ CMR46-39-42 (ระยอง 84-13) ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 6,255 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ระยอง 11 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 5,332 และ 4,809 กก./ไร่ การใส่

ปุ๋ย 24-8-16 กก./ไร่ N-P₂O₅-K₂O/ไร่ มันสำปะหลัง ให้ผลผลิตสูงสุด 6,255 กก./ไร่ ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ย 16-8-24 16-8-16 และ 16-16-16 กก./ไร่ N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการใส่ปุ๋ยกรรมวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าค่าวิกฤติ มันสำปะหลังจึงตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยในอัตราสูง (ค่าวิกฤติของอินทรีย์วัตถุ 0.80 %, โชติ, 2539) และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง

Table 3. Yield and yield components of cassava varieties, in rainy season 2012/2013

Treatment	Yield (kg/rai)	Height (cm)	Starch (%)	Starch yield (kg/rai)	Harvest index
Varieties (V)					
Rayong 9	5,332 B	191 A	30.7	2,180 B	0.74 BC
Rayong 11	4,809 C	175 B	30.0	1,918 C	0.73 C
CMR46-39-42	6,255 A	200 A	30.6	2,579 A	0.77 A
F-test	**	**	NS	**	**
CV. (%)	9.1	7.1	5.7	15.7	5.1
N-P₂O₅-K₂O (F)					
0-0-0	3,514 f	157 e	30.6	763 f	0.73 c
16-8-16	6,312 ab	201 ab	30.8	2,983 b	0.76 ab
0-8-16	4,360 e	177 d	30.7	1,134 e	0.73 c
8-8-16	5,055 cd	184 cd	30.3	1,800 d	0.74 bc
24-8-16	6,669 a	209 a	29.9	3,347 a	0.77 a
16-0-16	5,732 c	190 bc	30.5	2,434 c	0.73 c
16-16-16	6,343 ab	198 b	30.6	2,797 b	0.75 abc
16-8-0	4,820 d	184 cd	30.6	1,766 d	0.73 c
16-8-8	5,453 c	193 bc	30.4	2,281 c	0.73 c
16-8-24	6,397 a	195 bc	29.8	2,950 b	0.74 bc
Mean	5,466	189	30.4	2,226	0.75
F-test	**	**	NS	**	**
CV. (%)	7.5	5.7	2.6	16.9	3.6
V x F	NS	NS	NS	NS	NS

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

NS = not statistically significant difference ; ** = highly statistic significant difference

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบผลผลิตของ
มันสำปะหลัง พบว่าพันธุ์CMR46-39-42 ให้
ผลผลิตแป้ง และดัชนีการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ระยอง 9 และ
พันธุ์ระยอง 11 แต่มีความสูงใกล้เคียงกับพันธุ์
ระยอง 9 การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเพิ่มความสูง
ผลผลิตแป้ง และดัชนีการเก็บเกี่ยวของมัน
สำปะหลังอย่างชัดเจน คือการใช้ปุ๋ยสูตร 24-8-16
กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ให้ความสูง ผลผลิตแป้ง
และดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุด อย่างไรก็ตามการ
ปลูกมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ และการใส่ปุ๋ยทุก
กรรมวิธี ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง
(Table 3) ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้
ในการทดลองเป็นกลุ่มพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์สูง
(อัจฉรา, 2554)

การดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง

การดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง
ทั้ง 3 พันธุ์ที่ปลูกในดินทราย ชุดดินลัดทึบพบว่า
มีการดูใช้ธาตุไนโตรเจนมากที่สุดในส่วนของใบ
การดูใช้ธาตุฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ ของมันสำ
ปะหลังมีค่าใกล้เคียงกัน และการดูใช้ธาตุ
โพแทสเซียมพบมากในหัวมันสำปะหลัง การเพิ่ม
ระดับของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟตและโพแทช มี
ผลต่อการดูใช้ธาตุอาหารของพืช ผลการ
ทดลอง พบว่ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 พันธุ์
ระยอง 11 และพันธุ์ CMR46-39-42 มีปริมาณ
การดูใช้ในโตรเจน และโพแทสเซียมรวมทุก
ส่วนแตกต่างกัน และมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์มี
การดูใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนไม่แตกต่างกัน

อยู่ระหว่าง 6.53 - 6.59 กก.P/ไร่ การปลูกมัน
สำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 5.466 กก./ไร่ มีการ
ดูใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม
ไปสะสมในใบ ต้น เหง้าและหัวรวม 19.47, 6.57
และ 23.03 กก.N-P-K/ไร่ และเมื่อมีการเคลื่อน
ย้ายผลผลิตออกไปจากพื้นที่จะมีประมาณธาตุ
ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมติดไปกับ
ผลผลิต 7.12, 3.68 และ 15.26 กก. N-P-K /ไร่
แสดงว่าโพแทสเซียมสะสมอยู่ในหัวมันสำปะหลัง
มากกว่าธาตุอาหารหลักอื่นๆ เมื่อมีการ
เคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ จึงทำให้ธาตุ
อาหารในดินลดลงอย่างรวดเร็ว ดินขาดความ
อุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูก
มันสำปะหลังซ้ำในพื้นที่เดิม อย่างไรก็ตาม
ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกจากดิน ขึ้นอยู่
กับปริมาณของผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับ
Phutthacharoen และคณะ (1998) ทดลอง
ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1 ในชุดดินลัดทึบ
เนื้อดินเป็นดินร่วนทราย ใน จ.ชลบุรี พบว่า
หัวมันสำปะหลัง 582.4 กก./ไร่ (น้ำหนักแห้ง)
ดูใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม
4.8 0.75 และ 7.2 กก./ไร่ ตามลำดับ และ
Howeler (2002) พบว่าปริมาณธาตุ N P และ
K ที่สูญเสียออกจากดิน ขึ้นอยู่กับปริมาณของ
ผลผลิต (Tables 4, 5)

สมดุธาตุอาหารพืชในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

การจัดการธาตุอาหารพืชอย่างเหมาะสม
ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง นอกจากพิจารณา
การตอบสนองต่อธาตุอาหารของมันสำปะหลัง

Table 4. Nutrients uptake by cassava at 12 months on Sattahip (Sh) sandy soil in rainy season 2012/2013

Treatment	Leaf (kg nutrient/rai)			Stem (kg nutrient/rai)			Stalk (kg nutrient/rai)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Rayong 9	7.82 B	0.70 B	2.23 B	2.00 AB	1.09 B	2.56 A	1.83	1.05	2.92 B
Rayong 11	9.98 A	1.13 A	2.55 A	1.63 B	1.15 A	2.86 B	1.69	0.93	3.61 A
CMR46-39-42	7.56 B	0.76 B	2.12 B	2.68 A	0.86 A	1.69 B	1.92	0.98	2.75 B
F-test	**	**	**	**	*	**	NS	NS	**
CV (%)	8.0	21.4	16.9	3.2	9.6	16.1	30.3	17.9	24.3
N-P₂O₅-K₂O (F)									
0-8-16	7.01 c	0.76 ab	2.14 ab	1.07 e	1.08	2.34 bc	1.28 d	0.82 c	2.74 bc
8-8-16	7.38 bc	0.75 ab	2.26 ab	1.73 cd	0.93	2.83 a	1.39 cd	0.82 c	3.00 abc
16-8-16	9.65 ab	0.97 a	2.43 ab	2.34 bc	1.08	2.26 bc	2.31 a	1.08 ab	3.47 bc
24-8-16	10.48 a	0.98 a	2.80 a	3.11 a	1.07	2.85 a	2.15 ab	1.08 ab	3.44 ab
16-0-16	8.93 abc	0.94 ab	2.61 ab	2.09 bcd	1.05	2.75 a	1.58 bcd	0.87 bc	3.15 abc
16-16-16	8.86 abc	0.95 ab	2.31 ab	2.56 bc	1.12	2.60 ab	1.96 abc	1.04 ab	3.26 abc
16-8-0	8.61 abc	0.92 ab	2.01 b	1.46 de	1.11	1.37 c	2.11 ab	1.16 a	2.71 bc
16-8-8	7.85 bc	0.81 ab	1.95 b	2.30 bc	0.96	1.89 bc	1.90 a-d	1.03 ab	2.42 c
16-8-24	7.31 bc	0.69 b	2.19 ab	2.56 ab	0.91	2.53 ab	1.66 bcd	0.98 abc	3.62 a
Mean	8.45	0.86	2.30	2.10	1.03	2.37	1.81	0.99	3.09
F-test	*	NS	**	**	NS	**	**	**	*
CV(%)	20.8	23.6	22.6	24.6	23.5	23.9	25.9	16.2	20.4

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

* = statistically significant difference, ** = highly statistic significant difference, NS = not statistically significant difference

แล้ว จำเป็นต้องทราบถึงสมดุลของธาตุอาหารในพื้นที่นั้นด้วย ทั้งนี้เพื่อรักษาศักยภาพการผลิตพืชของดินให้ได้อย่างยั่งยืน โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้ธาตุอาหารที่สูญเสียออกไปจากพื้นที่มาจากการการนำส่วนของหัวออกไปจากพื้นที่เท่านั้น ในขณะที่ใบ เหน้งาและต้นที่เหลือจากการปลูกจะไถกลบลงดิน จากการศึกษาพบว่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัสแลโพแทสเซียมที่สูญเสีย

ไปจากพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเฉลี่ย 7.12 3.68 และ 15.26 กก. N-P-K/ไร่ ตามลำดับ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมี 7.12-8.43-18.31 กก. N-P₂O₅-K₂O/ ไร่ ทำให้มีสมดุลของไนโตรเจนในพื้นที่เกินดุลเฉลี่ย 7.10 กก.N/ไร่ โดยไนโตรเจนที่เกินดุลนี้ก็คือส่วนที่จะตกค้างอยู่ในดิน ในขณะที่สมดุลของฟอสฟอรัสมีค่าขาดดุลเล็กน้อยเฉลี่ย 0.19 กก.P/ไร่ ส่วนสมดุลของโพแทสเซียมมีค่า

Table 5. Nutrients uptake by cassava at 12 months on Sattahip (Sh) sandy soil in rainy season 2012/2013

Treatments	Root (kg nutrient/rai)			Total (kg nutrient/rai)			yield
	N	P	K	N	P	K	Kg/rai
Rayong 9	7.00	3.73	13.60 B	18.65 B	6.58	21.33 B	5,332 B
Rayong 11	6.54	3.39	15.10 B	19.84 A	6.59	24.11 A	4,809 C
CMR46-39-42	7.82	3.93	17.09 A	19.98 A	6.53	23.64 A	6,255 A
F-test	NS	NS	**	*	NS	**	**
CV.(%)	25.9	18.8	8.5	8.4	5.5	9.0	9.1
N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (F)							
0-8-16	4.70 f	3.00 d	12.04 cd	14.06 e	5.67 e	19.25 d	4,360 e
8-8-16	6.21 e	3.55 bc	17.27 ab	16.71 de	6.05 de	25.35 abc	5,055 cd
16-8-16	8.14 abc	3.94 ab	16.04 ab	22.44 b	7.08 abc	24.20 abc	6,312 ab
24-8-16	9.18 a	4.11 a	18.34 a	24.92 a	7.23 ab	27.42 a	6,669 a
16-0-16	6.69 de	3.52 bc	14.60 bc	19.29 cd	6.38 b-e	23.08 bc	5,732 c
16-16-16	8.24 ab	4.21 a	16.52 ab	21.62 bc	7.30 a	24.68 abc	6,343 ab
16-8-0	6.47 de	3.22 cd	8.92 d	18.65 cd	6.40 b-e	15.00 e	4,820 d
16-8-8	6.92 cde	3.48 c	15.78 ab	18.97 cd	6.30 cde	22.05 cd	5,453 c
16-8-24	7.52 bcd	4.12 a	17.87 ab	19.05 cd	6.68 a-d	26.22 ab	6,397 a
Mean	7.12	3.68	15.26	19.49	6.57	23.03	5,466
F-test	**	**	**	**	**	**	**
CV(%)	13.8	9.7	17.7	11.9	10.1	11.4	7.5

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

** = highly statistical significant difference

ขาดดุลเฉลี่ย 3.41 กก./ไร่ ซึ่งหากใส่ธาตุอาหารไม่สมดุลกับปริมาณที่มีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ ทำให้ธาตุอาหารในดินลดลงอย่างรวดเร็ว ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างการปลูกมันสำปะหลังซ้ำในพื้นที่เดิม

และหากใส่มากเกินไปเกินจุดนั้นคือต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ย (Table 6)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิต

Table 6. Nutrient balances in cassava fields under different nutrient managements and cassava varieties in rainy season 2012/2013

Treatment	Inputs (kg nutrient/rai)			Losses (kg nutrient/rai)			Balances (kg nutrient/rai)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Varieties (V)									
Rayong 9	14.22	3.50	11.85	7.00	3.73	13.60	7.67	-0.24	-1.38
Rayong 11	14.22	3.50	11.85	6.54	3.39	15.10	8.13	0.10	-2.88
CMR46-39-42	14.22	3.50	11.85	7.82	3.93	17.09	6.85	-0.44	-4.87
Mean	14.22	3.50	11.85	7.12	3.68	15.26	7.10	-0.19	-3.41
N-P₂O₅-K₂O (F)									
0-8-16	0.00	3.50	13.33	4.70	3.00	12.04	-4.70	0.49	1.29
8-8-16	8.00	3.50	13.33	6.21	3.55	17.27	1.79	-0.06	-3.94
16-8-16	16.00	3.50	13.33	8.14	3.94	16.04	7.86	-0.45	-2.71
24-8-16	24.00	3.50	13.33	9.18	4.11	18.34	14.82	-0.62	-5.01
16-0-16	16.00	0.00	13.33	6.69	3.52	14.60	9.31	-3.52	-1.27
16-16-16	16.00	7.00	13.33	8.24	4.21	16.52	7.76	2.78	-3.19
16-8-0	16.00	3.50	0.00	6.47	3.22	8.92	9.53	0.28	-8.92
16-8-8	16.00	3.50	6.67	6.92	3.48	15.78	9.08	0.01	-9.12
16-8-24	16.00	3.49	20.00	7.52	4.12	17.87	8.48	-0.62	2.13

สูง จำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีและมีการลงทุนเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น ปุ๋ยอัตราสูงให้ผลผลิตสูง แต่อาจไม่ใช่อัตราที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้พันธุ์และอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม การปลูกมันสำปะหลังในดินทรายชุดดินสัดหีบจ.ระยอง พบว่าการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ CMR46-39-42 ทำให้ได้กำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 10,331 บาท/ไร่ รองลงมาคือพันธุ์ระยอง 9 มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 8,392 บาท/ไร่ ส่วนพันธุ์ระยอง 11 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่ำสุด 7,294 บาท/ไร่ การใส่ปุ๋ยที่ให้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal

rate of return, MRR) สูงสุดคือ การใส่ปุ๋ย 24-8-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด โดยมีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 12,454 บาท/ไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ย 16-8-16 และ 16-0-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 11,053 และ 11,005 บาท/ไร่ (Table 7)

สรุปผลการทดลอง

การปลูกมันสำปะหลังในดินทราย ชุดดิน สัดหีบ ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เมื่อมีการใช้พันธุ์ CMR46-39-42 ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และ

Table 7. Analysis of marginal rate of return of cassava production under different nutrient managements in rainy season 2012/2013

Treatment	Yield (kg./rai)	Total cost (bath/ rai)	Income (bath/rai)	Benefit (bath/rai)	Marginal cost (bath/rai)	Marginal return (bath/rai)	MRR (%)
Varieties							
Rayong 9	5,332	2,805	11,197	8,392	-	-	-
Rayong 11	4,809	2,805	10,099	7,294	-	-	-
CMR46-39-42	6,255	2,805	13,136	10,331	-	-	-
N-P₂O₅-K₂O							
16-8-0	4,820	755	10,121	9,367	-	-	-
0-8-16	4,360	944	9,155	8,211 D	276	1638	593
16-0-16	5,732	1,031	12,037	11,005			
16-8-8	5,453	1,039	11,451	10,412 D			
8-8-16	5,054	1,068	10,614	9,546 D	272	948	349
16-8-16	6,312	1,303	13,256	11,953			
24-8-16	6,669	1,551	14,005	12,454	248	501	202
16-8-24	6,398	1,567	13,435	11,868 D			
16-16-16	6,343	1,594	13,320	11,726 D			

D is dominated treatment

Cassava price 2.10 baht/kg in 2013

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

มีกำไรสูงกว่าพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์ระยอง 11 โดยการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ CMR46-39-42 และพันธุ์ระยอง 11 มีการดูใช้ในโตรเจน และโพแทสเซียมรวมทุกส่วนสูงกว่าพันธุ์ระยอง 9 แต่มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์มีการดูใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนไม่ต่างกัน การปลูกมันสำปะหลังในดินทราย ชุดดินลัดทึบ จ.ระยอง

หากมีเงินลงทุนมากควรใส่ปุ๋ย 24-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิต ผลผลิตแบ่งและผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด และหากมีเงินลงทุนน้อย สามารถเลือกใส่ปุ๋ย 16-8-16 กก.N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ซึ่งให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน

เอกสารอ้างอิง

- ชุมพล นาควิโรจน์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ
โอภาส บุญเลี้ยง สมาน รุ่งเรือง อนุศาสตร์
สุ่มมาตย์ วลัยชัย อมรพล ลันติ อีราภรณ์
ติสพันธ์ ธรรมมาภิรมย์ และฉัตรชนก
นพพรพร. 2550. การพัฒนาเทคโนโลยี
การผลิตมันสำปะหลัง. หน้า 156 - 176.
ใน: รายงานการประชุมผลงานวิจัยเพื่อ
พิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี
2549. 6 - 8 มิถุนายน 2550 ณ
โรงแรมรามารการ์เด็น กรุงเทพฯ.
- โชติ สิทธิบุศย์. 2539. แนวทางพัฒนาระบบการ
ให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่. กรมวิชา
การเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
119 หน้า.
- นิรนาม. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืช
เศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์. 121 หน้า.
- อัจฉรา ลีมศิลา. 2554. สรุปรายงานโครงการ
วิจัยการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง
ปีงบประมาณ 2549-2553. ศูนย์วิจัยพืช
ไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร. 74 หน้า.
- อารันต์ พัฒโนทัย และธนรักษ์ เมฆขยาย. 2534.
คู่มือการอบรมทางเศรษฐศาสตร์. ข้อมูล
ผลการทดลองสู่คำแนะนำเกษตรกร
ฝ่ายเศรษฐศาสตร์ ศูนย์วิจัยการปรับปรุง
ข้าวโพด และข้าวสาลีนานาชาติ
กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
- Anon. 1979. Cassava program. Pages A-
1-A-100. In: *Annual Report 1978*.
Cali, Colombai.
- Anon. 1984. *Annual Report for 1983*.
International Rice Research
Institute (IRRI) 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*. Pages
115-117. In: *Cassava: Biology,
Production and Utilization*, Hillocks,
R.J., J.M. Thresh and A.C. Bellotti
(eds.).
- 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 Res.* 57, 113-
126.
- Peech, M. 1965. Soil pH by grass
electrode pH meter, Pages 914-
925. In: *Method of Soil Analysis
Part 2 : Physical and Menerological
Propertics, Inching Statistics of
Measurement and Sampling*. Black,
C.A., D.D.Evans, R.L. White,
L.E.Ensminger, F.E. Clark and
R.C.Dinsuer (eds), Am. Soc. of
Agron. 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.