

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาวิธีการเกษตรกรรมมันสำปะหลัง
2. โครงการวิจัย : การวิจัยและพัฒนาการจัดการด้านดิน น้ำ และปุ๋ยอ้อย
กิจกรรมที่ 2 : ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตต่อการผลิตของพันธุ์
มันสำปะหลัง
กิจกรรมย่อยที่ 2.2 : ศึกษาวิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานในการผลิต
มันสำปะหลัง
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ผลของไนโตรเจน แคลเซียมและแมกนีเซียมที่มีต่อการผลิต
มันสำปะหลังในระบบปลูกพืชที่ต่างกันระยะยาว
4. ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Effect of Nitrogen, Calcium and Magnesium on
Cassava Production under Long-term of Different Cropping Systems
5. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
ผู้ร่วมงาน : ศรีสุดา ทิพย์รักษ์^{1/} ศุภกาญจน์ ล้วนมณี^{2/}
ชยันต์ ภัคดีไทย^{1/} วลัย อมรพล^{3/} และ
เหรียญทอง พานสายตา^{1/}
6. บทคัดย่อ

ศึกษาผลของไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมที่มีต่อการปลูกมันสำปะหลังในระบบปลูกพืช
ต่างกันในพื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนทรายชุดดินยโสธรซึ่งมีธาตุอาหารดั้งเดิมของดินอยู่ในเกณฑ์ต่ำ และ การปลูกมัน
สำปะหลังต่อเนื่องกันนานกว่า 35 ปี ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตั้งแต่ปี 2555 ถึง 2558 ระยะเวลา 3 ปี วางแผน
ทดลองแบบ Group balanced block design มี 4 ซ้ำ จำนวน 8 วิธี ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (ระบบปลูกพืช) คือ
1) มันสำปะหลังเดี่ยว และ 2) มันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม แต่ละระบบปลูกพืช มีการใช้ปุ๋ย 4 ตำรับ ดังนี้ 1) 0-
8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ 2) 8-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O /ไร่ 3) 16-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O /ไร่ 4) 16-8-

1/ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

2/ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอดงพญาเย็น จังหวัดนครสวรรค์

3/ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง

16 กก. N-P₂O₅-K₂O /ไร่+โดโลไมท์ อัตรา 50 กก./ไร่ ผลการทดลองพบว่า การปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม ไม่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงแตกต่างกับมันสำปะหลังในระบบมันสำปะหลังเดี่ยวแต่อย่างใด และตอบสนองต่ออัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด ประมาณ 8 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่มันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 16 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเฉพาะมันสำปะหลังในวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนของระบบปลูกพืชแซมให้ผลผลิตสูงกว่าระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยว ร้อยละ 60.2 เนื่องจากการเจริญเติบโต (ความสูง) และดัชนีการเก็บเกี่ยว สูงกว่าร้อยละ 72.2 และ 8.5 ตามลำดับ ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมจากการใช้โดโลไมท์ มีแนวโน้มทำให้ความสูงของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นทั้งสองระบบปลูกพืช และมีเปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้นเฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างไรก็ตาม การใส่โดโลไมท์อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงโดยเฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว อย่างไรก็ตามระบบปลูกมันแซมด้วยถั่วพุ่มจะได้ผลผลิตถั่วพุ่ม เฉลี่ย 29.3 กิโลกรัมต่อไร่ และได้มวลชีวภาพที่มีไนโตรเจนเป็นธาตุประกอบหลักไว้บนดินดีกว่าระบบมันสำปะหลังเดี่ยว

Abstract

Field experiment was conducted to evaluate nitrogen, calcium and magnesium nutrients use in long-term over 35 consecutive years of cassava field under different cropping systems at Khon Kaen Field Crops Research Center during 2012 to 2015. Soil class was identified to Yasothon soil series which had originally an infertile soil in Northeast Thailand. A group balanced block with four replications and eight treatments was designed. Eight treatments were divided into 2 blocks of group I as cassava monocrop, and group II nominated of cassava intercropped with cowpea, each consisted of 1) without N fertilizer (0 kg N/rai) 2) with a half of N fertilizer recommendation rate (8 kg N/rai) 3) with N fertilizer recommendation rate (16 kg N/rai) and 4) with N fertilizer recommendation rate and dolomite at 50 kg/rai. All of treatments were sufficiently applied of phosphate and potash at 8 kg P₂O₅ and 16 kg K₂O per rai. The results showed that cassava intercropped gave the equivalent of cassava yield to cassava monocrop, by obtaining an average of 3,039 kilograms of the highest fresh root yield at 8 kgN application while monocrop gave 3.535 kg rai⁻¹ at 16 kgN application rate, respectively. For advantages of cassava intercropped, Its gave cowpea seed yield account for 29.3 kg⁻¹rai⁻¹yr⁻¹. Beside of biomass of cowpea could be left in the field to maintain fertility status of that soil. It was clarified evidence in without N fertilizer treatment, gave an average 60.2 percent higher root yield than monocrop. Because of the better of cassava height and harvest index value itself. Dolomitic application could accelerated growth rate of cassava height in both system, had a higher starch content than control (16 kgN) treatment in monocrop. However, Dolomite could

not effectively increase cassava root yield when compared to the control especially, in cassava monocrop.

7. คำนำ :

ดินที่เกษตรกรปลูกมันสำปะหลัง ส่วนใหญ่ประมาณ ร้อยละ 80 เป็นดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายถึงร่วนปนทราย นอกนั้นจะเป็นดินที่มีเนื้อดินร่วนถึงร่วนเหนียว การเขตกรรมปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานๆ มีแนวโน้มทำให้ดินเสื่อมโทรมลงทุกๆปี (โชติ, 2539; Wongwivatchai *et al* 2002; Paisanchaen *et al*, 2008) สาเหตุเนื่องจากทรัพยากรดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยธรรมชาติ มีธาตุอาหารน้อย เช่น ชุดดินน้ำพอง กำบง บ้านไผ่ และมหาสารคาม มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีเนื้อดินบนเป็นทรายจัด ชุดดินเหล่านี้มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังต่ำ เนื่องจากมีปริมาณแร่ดินเหนียวน้อย และเป็นประเภทดินเหนียวชนิด 1:1 เช่น คาโอลิไนต์ (kaolinite) เป็นส่วนใหญ่ กอบเกียรติ และคณะ(2548) พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี NPK ในอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถช่วยลดการสูญเสียหน้าดิน (โดยน้ำหนักแห้ง) ในดินร่วนปนทรายชุดแม่ริม (Mr): Loamy-skeletal, mixed *Oxic Paleustults* ที่ไร่กสิกร จังหวัดกาฬสินธุ์ ประมาณ ร้อยละ 33-42 สอดคล้องการทดลองของ Jantawat *et al* (1991) ซึ่งได้ดำเนินการในไร่ทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดชลบุรี ซึ่งสามารถลดการสูญเสียหน้าดิน ถึงร้อยละ 60 เมื่อเปรียบกับวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย

การปลูกพืชตระกูลถั่วที่เหมาะสมในระบบปลูกพืชร่วมกับมันสำปะหลัง เช่น การปลูกแซมในแถวมันสำปะหลัง นอกจากเกษตรกรมีรายได้ตอบแทนเพิ่มขึ้น สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ โดยพืชตระกูลถั่วซึ่งเป็นพืชบำรุงดินแล้ว ยังช่วยลดการสูญเสียหน้าดินและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อีกด้วย เช่น การใช้ถั่วพุ่มปลูกแซมมันสำปะหลังในดินชุดแม่ริม สามารถลดการสูญเสียดินถึงร้อยละ 47 และ ร้อยละ 28 ในดินทราย จังหวัดระยอง (กอบเกียรติและคณะ, 2548) ทำนองเดียวกัน การใช้ถั่วลิสงปลูกแซมมันสำปะหลังในดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถลดการสูญเสีย ประมาณ ร้อยละ 40-44 (Jantawat *et al*, 1991 and Tongglum *et al*, 1990)

ศรีสุตา และคณะ, 2554. รายงานว่าการปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกปีนาน 31 ปี ยังคงรักษาผลผลิตอยู่ในระดับสูงได้เมื่อใส่ปุ๋ยเคมี การปลูกถั่วลิสงแซมระหว่างแถวมันสำปะหลัง ถั่วลิสงให้ผลผลิตไม่ด้อยแต่รักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินได้มากกว่าปลูกต่อเนื่อง

จากรายงานของกองปฐพีวิทยาตั้งแต่ พ.ศ. 2506-2539 พบว่า มันสำปะหลังมีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเด่นชัดในการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตต่อไร่ มีการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทช ที่ระดับ 8-16 กิโลกรัมต่อไร่ จากการปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันมากกว่า 3 ปี ในดินร่วนปนทราย แต่ไม่พบการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตเลย

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยด้านการจัดการดินและธาตุอาหารพืชในระบบปลูกมันสำปะหลังระยะยาว ยังมีไม่มากนักและยังเป็นแบบแยกส่วน ซึ่งต้องการความชัดเจนของปัจจัยการจัดการดินต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อผลผลิตและความเสื่อมโทรมของดินมากกว่านี้

8. วิธีดำเนินการ :

8.1 สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

- ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ยูเรีย (46% N) ทริเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (46% P₂O₅) โพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K₂O) และปุ๋ยเชิงประกอบ 16-8-8
- วัสดุปรับปรุงดิน โดโลไมท์ (CaMg(CO₃)₂) ซึ่งเป็นแหล่งแคลเซียม (30.4% CaO) และแมกนีเซียม (21.8% MgO) ราคาถูก
- ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเกษตรศาสตร์ 50
- เมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่มอุบลราชธานี
- สว่านเก็บตัวอย่างดิน และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

8.2 วิธีการ

1.แบบแผนการทดลอง

วางแผนทดลองแบบ Group balanced block design มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก มี 2 ระบบปลูกพืช คือ 1) มันสำปะหลังเดี่ยว และ 2) มันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม ปัจจัยรอง คือ การใช้ปุ๋ย 4 ตำรับ ดังนี้ 1) 0-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ 2) 8-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O /ไร่ 3) 16-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O /ไร่ 4) 16-8-16 กก. N-P₂O₅-K₂O /ไร่+โดโลไมท์ อัตรา 50 กก./ไร่

2.ขนาดของแปลง

แปลงทดลองพื้นที่ 2.2 ไร่ (40x88 เมตร) แบ่งแปลงโดยเว้นระยะระหว่างซ้ำ 2 เมตร และระหว่างแปลงย่อย 1 เมตร ชุดครุระบายน้ำระหว่างแปลง มีขนาดแปลงย่อย 9x10 เมตร จำนวน 32 แปลงย่อย

3.วิธีการปลูก การใส่ปุ๋ย และการดูแลรักษา

1) ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยกรรมวิธีที่ 1 2 3 และ 4 ในระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยว (Monocrop) ใช้ระยะปลูก 1.00 x 1.00 เมตร 1 ต้นต่อหลุม (ประชากร 1,600 ต้น/ไร่) และระยะปลูก 1.50 x 0.50 เมตร ในกรรมวิธีที่ 5 6 7 และ 8 ปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม (ประชากร 2,133 ต้น/ไร่) ใช้ถั่วพุ่มเมล็ดดำพันธุ์อุบลราชธานี โดยปลูกถั่วพุ่มหลังปลูกมันสำปะหลัง 1 เดือน เป็นแถวคู่แซมระหว่างแถวมันสำปะหลัง มีระยะห่างของต้น 0.20 เมตร โดยห่างจากแถวมันสำปะหลัง 0.50 เมตร ใส่ปุ๋ยเป็นแถวเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน ห่างจากต้นประมาณ 10 เซนติเมตร

2) การใส่ปุ๋ย

- ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต และโพแทชตามกรรมวิธีแบบโรยรองกันแถวก่อนปลูกถั่วพุ่ม
- ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทชตามกรรมวิธีแบบโรยข้างแถวปลูก เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือนหลังปลูก และโดโลไมท์โรยข้างแถวปลูก ด้านตรงข้ามกับปุ๋ยเคมี
- รายละเอียดการใส่ปุ๋ยของทั้งสองระบบปลูกพืชเท่ากัน ดังต่อไปนี้

กรรมวิธีทดลอง	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/ (กก./ไร่)	CaO :MgO (กก./ไร่)	มันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม		มันสำปะหลังเดี่ยว
			ถั่วพุ่ม	มันสำปะหลัง	มันสำปะหลัง
1.ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (N0)	0-8-16	-	0-4-4	0-4-12	0-8-16

2.ปุ๋ยไนโตรเจน (N8)	8-8-16	-	0-4-4	8-4-12	8-8-16
3.ปุ๋ยไนโตรเจน (N16)	16-8-16	-	0-4-4	16-4-12	16-8-16
4.ปุ๋ยไนโตรเจน (N16)+ โดโลไมท์ (D50)	16-8-16	15.2 :	0-4-4	16-4-12+D50	16-8-16+D50
		10.9			

3) การกำจัดวัชพืช

กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 -3 เดือนหลังปลูก

4) การเก็บเกี่ยว

(1) เก็บเกี่ยวหัวพุ่มเมื่ออายุ 80 วัน และทิ้งซากต้นไปหัวพุ่มไว้ในแปลงเดิม

(2) เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 11-12 เดือน

4. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1) เก็บตัวอย่างดินรวม (Composite sampling) ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร ก่อนปลูก

2) วิเคราะห์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) อินทรีย์วัตถุ ด้วยวิธีของ Walkley and Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (วิธี Bray II) โปแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยการสกัดด้วยน้ำยา 1N Ammonium Acetate, pH 7.0 และวัดปริมาณที่สกัดได้ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

3) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ความสูง ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง

4) บันทึกปริมาณน้ำฝน และการกระจายของน้ำฝน

5) ประเมินประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนของทั้งสองระบบการปลูกพืช และการจัดการปุ๋ยจากกรรมวิธีที่ทดลอง

6) วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทางสถิติ

8.3 เวลาและสถานที่

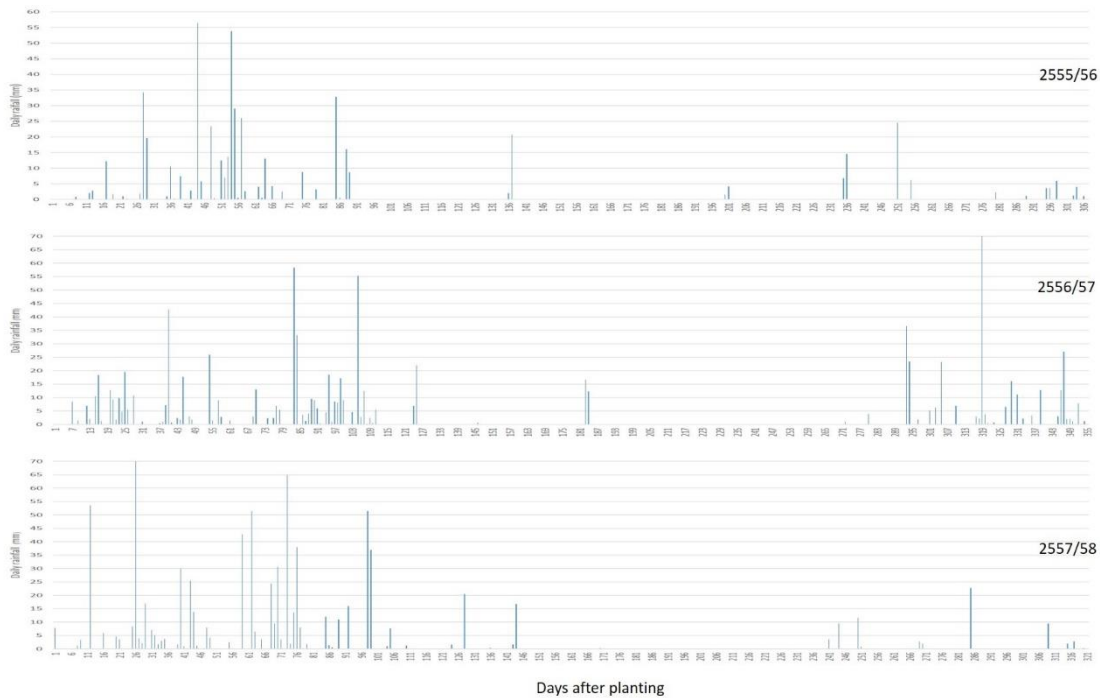
ดำเนินการทดลองตั้งแต่ มิถุนายน พ.ศ. 2555 ถึง พฤษภาคม พ.ศ.2558 ณ ไร่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นชุดดินยโสธร (Yasothon soil series: Fine-loamy, siliceous Typic Paleustults) และเป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องกันมานาน 35 ปี

9. ผลการทดลองและวิจารณ์

9.1 สภาพแวดล้อมการผลิตมันสำปะหลัง

สภาพภูมิอากาศของแปลงทดลองทั้งสามปี อยู่ในเขตฝนเฉลี่ย 1000-1200 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งแต่ละปีมีความแปรปรวนทั้งปริมาณและการกระจายของฝนแตกต่างกัน เฉลี่ยตั้งแต่ 824 ถึง 1,174 มิลลิเมตรต่อปี โดยพืชที่ปลูกจะได้รับปริมาณน้ำฝนจริง ตั้งแต่ 528 861 และ 940 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันฝนตกแตกต่างกัน ตั้งแต่ 55 65 และ 95 วัน ในปีฤดูปลูกที่ 1 3 และ 2 ตามลำดับ ดังนั้นสภาพฝนใช้งานซึ่ง

เหมาะกับการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุด คือ ปีฤดูปลูกที่ 2 รองลงมาได้แก่ ปีฤดูปลูกที่ 3 และปีฤดูปลูกที่ 1 ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ปริมาณและการกระจายของฝนรายวัน ของฤดูกาลปลูกปี 2555/56 ถึง 2557/58

ดินที่ทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ โดยมีอินทรีย์วัตถุและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับต่ำมาก แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับต่ำ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับปานกลาง และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับสูง (ตารางที่ 1) จากข้อมูลนี้จึงได้คำนวณ และกำหนดวิธีการศึกษาผลของไนโตรเจน แคลเซียม และ แมกนีเซียมบนพื้นฐานข้อมูลจาก Howler (1986) ที่รวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์การดูดใช้ธาตุอาหารจาก Amarasiri,1975 และ ข้อมูลของประเทศไทยจาก Sittibusaya โดยให้ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชกับมันสำปะหลังอย่างเพียงพอ

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกในดินร่วนปนทรายชุดดินยโสธร จังหวัดขอนแก่น ปี 2555/56

Depth (cm)	pH	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
0-20	4.7	0.39	36	69	61	9
20-50	4.2	0.39	26	59	55	9
Status ¹	Medium	Very low	High	Medium	Low	Very low

pH in H₂O; OM by method of Walkley and Black; P in Bray 11; K, Ca, Mg and Na in IN NH₄-acetate

¹ เกณฑ์อ้างอิงจาก Howler (1981) และ Howler (2014)

9.2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปีที่ทำการทดลองและตำรับทดลองที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตพืช (เฉลี่ย 3 ปี)

1. ความสูงของมันสำปะหลัง เมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก

การเจริญเติบโต (ความสูง) ของมันสำปะหลัง เมื่ออายุ 3 เดือน ของระบบมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม ไม่แตกต่างกับมันสำปะหลังในระบบมันสำปะหลังเดี่ยว และพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทุกอัตรา ไม่ทำให้ความสูงมันสำปะหลังแตกต่างกัน แต่ทุกตำรับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างจากวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่โดโลไมท์ไม่ทำให้ความสูงมันสำปะหลังทั้งสองระบบปลูกพืชเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16) อย่างไรก็ตาม ปีที่ทำการทดลองมีอิทธิพลต่อความสูงของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยปีที่ 1 ให้ความสูงมันสำปะหลังเฉลี่ยเพียง 73 เซนติเมตร เท่านั้น(ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณและการกระจายของฝนไม่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 ปี (ภาพที่ 1)

การเจริญเติบโต (ความสูง) ของมันสำปะหลัง เมื่ออายุเก็บเกี่ยว (11 เดือน) ของระบบมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม ไม่แตกต่างกับมันสำปะหลังในระบบมันสำปะหลังเดี่ยว และพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทุกอัตรา ไม่ทำให้ความสูงมันสำปะหลังแตกต่างกัน แต่ทุกตำรับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างจากวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย เช่นเดียวกับเมื่ออายุ 3 เดือน แต่การใส่โดโลไมท์มีแนวโน้มทำให้ความสูงมันสำปะหลังทั้งสองระบบปลูกพืชเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16) อย่างไรก็ตาม ปีที่ทำการทดลองมีอิทธิพลต่อความสูงของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยปีที่ 3 ให้ความสูงมันสำปะหลังเฉลี่ยเพียง 181 เซนติเมตร เท่านั้น ใกล้เคียงกับปีที่ 1 (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณและการกระจายของฝนหลังเก็บเกี่ยวถั่วพุ่มไม่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 ปี (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ในวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากระบบการปลูกถั่วพุ่มแซมมันสำปะหลัง มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความสูงมันสำปะหลังมากกว่าในระบบปลูกพืชมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับความสูงของมันสำปะหลังเมื่ออายุ 3 เดือน

2. มวลชีวภาพ และผลผลิตถั่วพุ่มในระบบปลูกพืชแซม

มวลชีวภาพของถั่วพุ่มที่ปลูกแซมมันสำปะหลังนอกจากขึ้นกับปริมาณ และการกระจายของฝนในแต่ละปีแล้วยังมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังด้วย ปี 2557/58 ให้มวลชีวภาพถั่วพุ่มสูงสุด 359 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปี 2556/57 และ 2555/56 ตามลำดับ และไม่พบอิทธิพลผลตกค้างของปุ๋ยที่ให้กับมันสำปะหลัง โดยให้มวลชีวภาพถั่วพุ่มใกล้เคียงกัน ระหว่าง 188-198 กิโลกรัมต่อไร่

ผลผลิตถั่วพุ่มสัมพันธ์กับมวลชีวภาพโดยตรงและผกผันกับการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังด้วย ซึ่งวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยให้กับมันสำปะหลัง ให้ผลผลิตถั่วพุ่มสูงสุด เฉลี่ย 46.3 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกับวิธีการใส่ปุ๋ยทุกวิธี โดยปีที่ 1 ให้ผลผลิตถั่วพุ่มสูงสุด เฉลี่ย 46.4 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปีที่ 3 และให้ผลผลิตต่ำสุด เฉลี่ย 9.3 กิโลกรัมต่อไร่ในปีที่ 2 (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม ระบบมันสำปะหลังแซมถั่วพุ่มให้ผลผลิตถั่วพุ่มเพิ่มขึ้น เฉลี่ย

29.3 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากปริมาณไนโตรเจนในมวลชีวภาพจากตรึงของไรโซเบียม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบมันสำปะหลังเดี่ยว

ตารางที่ 2 ผลของปุ๋ยไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังและ
ถั่วพุ่มที่ปลูกบนชุดดินยโสธร จ.ขอนแก่น 2555 ถึง 2558

ปีที่ทดลอง/ ระบบพืช	ธาตุอาหารพืช		ความสูง (ซม.) มันสำปะหลัง อายุ 3 เดือน	ถั่วพุ่ม	
	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Ca & Mg		มวลชีวภาพ	เมล็ด
	(กก./ไร่)		(กก./ไร่)		
1 (2555)			73 b	124 b	46.4 a
2 (2556)			89 a	99 c	9.3 c
3 (2557)			91 a	359 a	32.1b
มันสำปะหลังเดี่ยว			88	-	-
มันสำปะหลังแซม ด้วยถั่วพุ่ม			81	194	29.3
มันสำปะหลังเดี่ยว.	0-8-16	-	78.0 bc	-	-
	8-8-16	-	91.8 a	-	-
	16-8-16	-	92.6 a	-	-
	16-8-16	โดโลไมท์	90.6 a	-	-
มันสำปะหลังแซม ด้วยถั่วพุ่ม.	0-8-16	-	73.1 c	197	46.3 a
	8-8-16	-	86.2 ab	194	24.8 b
	16-8-16	-	80.7 b	198	23.6 b
	16-8-16	โดโลไมท์	84.8 ab	188	22.4 b
F-test (Y)			*	**	**
F-test (C)			ns	-	-
F-test (Y x C)			ns	-	-
F-test (F in C1)			**	-	-
F-test (F in C2)			**	ns	**
F-test (Y x (F in C1))			**	-	-
F-test (Y x (F in C2))			**	ns	**
CVa (%)			14.6	13.4	36.3
CVb (%)			22.4	-	-
CVc (%)			10.0	18.0	24.8

^{1/}ค่าเฉลี่ยของปุ๋ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. ผลผลิตหัวมันสด

ผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลัง เมื่ออายุเก็บเกี่ยว (11 เดือน) ของระบบมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม ไม่แตกต่างกับมันสำปะหลังในระบบมันสำปะหลังเดี่ยว และพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทุกอัตรา ไม่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังแตกต่างกัน แต่ทุกตำรับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างจากวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่โดโลไมท์มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังทั้งสองระบบปลูกพืชลดลง โดยเฉพาะระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16) อย่างไรก็ตาม ปีที่ทำการทดลองมีอิทธิพลต่อผลผลิตของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยปีที่ 2 ให้หัวมันสดมันสำปะหลัง สูงสุด เฉลี่ย 4,548 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ในปีที่ 3 และในปีที่ 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณ และการกระจายของฝนตลอดฤดูที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 ปี (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ในวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากระบบการปลูกถั่วพุ่มแซมมันสำปะหลัง มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าในระบบปลูกพืชมันสำปะหลังเดี่ยว มีการตอบสนองต่อการปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยวตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น คือ 16 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมันสำปะหลังในระบบปลูกมันสำปะหลังแซมถั่วพุ่ม มีการชดเชยการใช้ไนโตรเจนจากการตรึงไนโตรเจนของถั่วพุ่ม

4. ดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง (Harvest Index; HI)

ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปีที่ทดลอง ระบบปลูกพืชและตำรับปุ๋ยทดลองต่อดัชนีการเก็บเกี่ยว

ดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังของระบบมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม ไม่แตกต่างกับมันสำปะหลังในระบบมันสำปะหลังเดี่ยว และพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทุกอัตรา ไม่ทำให้ผลผลิตดัชนีการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน แต่ทุกตำรับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างจากวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่โดโลไมท์มีแนวโน้มทำให้มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวทั้งสองระบบปลูกพืชลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16) อย่างไรก็ตาม โดยเฉพาะระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยว ปีที่ทำการทดลองมีอิทธิพลต่อค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยในปีที่ 3 มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุด เฉลี่ย 0.63 รองลงมาได้แก่ ในปีที่ 2 และ ปีที่ 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณ และการกระจายของฝนในช่วง 3-4 เดือนหลังปลูกมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 ปี (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ในวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจากระบบการปลูกถั่วพุ่มแซมมันสำปะหลัง มีแนวโน้มทำให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวมากกว่าในระบบปลูกพืชมันสำปะหลังเดี่ยว อย่างไรก็ตาม ในระบบปลูกมันเดี่ยวมีการตอบใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มีแนวโน้มทำให้มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกัน ระหว่าง ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 8 ถึง 16 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใส่โดโลไมท์มีแนวโน้มทำให้ดัชนีการเก็บเกี่ยวลดลง ทั้งสองระบบปลูกพืช (ตารางที่ 3) อาจเนื่องจากพืชดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นปฏิปักษ์ทำให้มันสำปะหลังดูดใช้โพแทสเซียมลดลง เพราะโพแทสเซียมมีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสะสมเป็นแป้งในหัวมันสำปะหลัง

5. เปอร์เซ็นต์แป้ง

ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปีที่ทดลอง ระบบปลูกพืช และตำรับปุ๋ยทดลองต่อเปอร์เซ็นต์แป้งในระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยว ยกเว้น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปีที่ทดลองกับตำรับปุ๋ยทดลอง

เปอร์เซ็นต์แป้งของมันเป็นสำปะหลังของระบบมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม ไม่แตกต่างกับมันเป็นสำปะหลังในระบบมันสำปะหลังเดี่ยว และพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทุกอัตรา มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งลดลง จากวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย ยกเว้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 8 กิโลกรัมในระบบปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่ม และการใส่โดโลไมท์มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งของมันเป็นสำปะหลังเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16) อาจเนื่องจากพืชได้รับแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น จากเดิมซึ่งในดินมีไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม ปีที่ทำการทดลองมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์แป้งของมันเป็นสำปะหลังแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยในปีที่ 2 มีค่าเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด เฉลี่ย 24.9 รองลงมาได้แก่ ในปีที่ 3 และ ปีที่ 1 ตามลำดับ สอดคล้องกับปริมาณผลผลิต (ตารางที่ 3) ทั้งเนื่องมาจากปริมาณ และการกระจายของฝนตลอดฤดูที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 ปี (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 3 ผลของปุ๋ยไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังในระบบปลูกพืชต่างกันที่ปลูกบนชุดดินยโสธร จ.ขอนแก่น 2555 ถึง 2558

ปีที่ทดลอง (Y)/ ระบบพืช (C)	ธาตุอาหารพืช (F)		มันสำปะหลัง			
	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (กก./ไร่)	Ca & Mg	ความสูง (ซม.)	หัวสด (กก./ไร่)	HI	แป้ง %
1 (2555)			183 b	1,194 c	0.43 b	13.4 b
2 (2556)			256 a	4,548 a	0.55ab	24.9 a
3 (2557)			181 b	2,191 b	0.63 a	17.8ab
มันสำปะหลัง (C1)			208	2,663	0.55	19.0
มันสำปะหลังแซม ด้วยถั่วพุ่ม (C2)			205	2,625	0.52	18.5
มันสำปะหลัง (C1).	0-8-16	-	166 c	1,149 c	0.47 b	19.5 a
	8-8-16	-	209 b	3,260 a	0.60 a	18.4ab
	16-8-16	-	227 a	3,535 a	0.61 a	18.3ab
	16-8-16	โดโลไมท์	232 a	2,710ab	0.53ab	19.7 a
มันสำปะหลังแซม ด้วยถั่วพุ่ม.(C2)	0-8-16	-	178bc	1,843 b	0.51ab	19.4 a
	8-8-16	-	215ab	3,039 a	0.52ab	19.4 a
	16-8-16	-	207 b	2,931ab	0.53ab	17.8 b
	16-8-16	โดโลไมท์	226 a	2,689ab	0.51ab	17.5 b
F-test (Y)			**	**	*	**
F-test (C)			ns	ns	ns	ns
F-test (Y x C)			ns	ns	ns	ns

F-test (F in C1)	**	**	*	ns
F-test (F in C2)	**	**	ns	*
F-test (Y x (F in C1))	*	ns	ns	ns
F-test (Y x (F in C2))	*	ns	ns	*
CVa (%)	9.50	8.57	17.1	12.1
CVb (%)	12.0	51.7	20.0	11.2
CVc (%)	9.95	23.6	13.0	11.0

^{1/}ค่าเฉลี่ยของวิธีการตามหลังด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

10. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยนี้ แม้ว่าดินที่ทำการทดลองจะมีคุณภาพต่อการผลิตมันสำปะหลังค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นดินร่วนปนทรายธาตุอาหารดั้งเดิมของดินก็อยู่ในเกณฑ์ต่ำ และ การปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องกันนานกว่า 30 ปี แม้จะใส่ปุ๋ยเคมีก็มีเพียงไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จนมีสถานะภาพของดินเสื่อมโทรมเสี่ยงต่อการขาดไนโตรเจน และแมกนีเซียมอย่างรุนแรง รองลงมาได้แก่ แคลเซียม จากผลการทดลองชี้ชัดว่า การปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วพุ่มโดยปลูกถั่วพุ่มหลังจากปลูกมันสำปะหลังประมาณ 1 เดือน ไม่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงแตกต่างกับมันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวแต่อย่างใด และตอบสนองอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุดประมาณ 8 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่มันสำปะหลังระบบมันสำปะหลังเดี่ยวตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 16 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเฉพาะมันสำปะหลังในวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-8-16 กิโลกรัมต่อไร่) ของระบบปลูกพืชแซมให้ผลผลิตสูงกว่าระบบปลูกมันสำปะหลังเดี่ยว ร้อยละ 60.2 เนื่องจากมีการเจริญเติบโต (ความสูง) และดัชนีการเก็บเกี่ยว สูงกว่าร้อยละ 72.2 และ 8.5 ตามลำดับ ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมจากการใส่โดโลไมท์ มีแนวโน้มทำให้มันสำปะหลังมีความสูงเพิ่มขึ้นทั้งสองระบบปลูกพืช และมีเปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้นเฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ (16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างไรก็ตาม การใส่โดโลไมท์อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงโดยเฉพาะระบบมันสำปะหลังเดี่ยว ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารเพื่อหาสมดุลธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมและติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินสำหรับเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับงานวิจัยการปลูกมันสำปะหลังได้อย่างยั่งยืน

11. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

นักวิชาการเกษตรใช้เป็นข้อมูล และแนะนำแก่เกษตรกร และผู้เกี่ยวข้อง เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน

12. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :

13. เอกสารอ้างอิง :

- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ชุมพล นาควิโรจน์ และสุพิน สุวรรณ. 2548. การจัดการดินและปุ๋ยในระบบปลูกพืชมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.
- โชติ สิทธิบุศย์. 2539. แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศรีสุดา ทิพย์รักษ์ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และเจิม จาบประโคน. 2554. ศึกษาถึงสาเหตุผลระยะยาวของระบบปลูกพืชและใส่ปุ๋ยผสมผสานต่อการผลิตมันสำปะหลังและความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- Howeler, R.H. 1981. Mineral Nutrition and fertilization of Cassava. Cali, Colombia, Centro International de Agricultura Tropical (CIAT). 52p.
- Howlever, R. H. 2014. Sustainable Soil and Crop Management of Cassava in Asia: A reference manual. International Center for Tropical Agriculture (CIAT) and The Nippon Foundation in Tokyo, Japan. 280p.
- Jantawat, S., V. Vichukit, S. Putthacharoen and R.H. Howeler. 1991. Cultural practices for erosion control in cassava, pp. 201-205. In M. Schnepf (ed.). Proc. Intern. Workshop on Conservation Farming on Hill Slopes. March 20-29, 1989. Taichung Taiwan.
- Paisancharoen, K., C. Nakaviroj and W. Amornpol. 2008. Thirty Two Years of Soil fertility Research for Cassava in Thailand. Proceeding of the Eighth Regional Workshop held in Vientiane, Lao PDR (2008) : 246-262.
- Tongglum, A., V. Vichukit, S. Jantawat, C. Sittibusaya, Tiraporn C., S. Sinthuprama and R.H. Howeler. 1990. Recent progress in cassava agronomy research in Thailand. In Cassava Breeding, Agronomy and Utilization Research in Asia, pp: 199-223. Proceedings of the 3th Regional Workshop, Oct. 22-27. 1990. Malang, Indonesia.
- Walkley, A. and J.A. Black. 1934. An examination of the Degtjarett method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. J. Soil Sci. 37: 29-38.
- Wongwiwatchai, C., K. Paisancharoen and C. Kogrum. 2002. Soil Fertility Improvement through Manures and Cropping Systems and The Effect on Cassava Productivity in Thailand. 7th Regional Cassava Workshop October 28 – November 1, 2002 Rama Garden Hotel, Bangkok, Thailand.

14. ภาคผนวก :

