การแก้ไขปัญหาชั้นดานไถพรวนเพื่อการปลูกมันสำปะหลัง

Alleviation of plough pan problem for growing cassava

สัมฤทธิ์ ริยาพันธ์[1], ศุภิณา ธนะจิตต์[1*], สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม[1], อัญชลี สุทธิประการ[1] และปรีชา เพชรประไพ[2]

Sumritre Riyaphan[1], Suphicha Thanachit[1*], Somchai Anusontpornperm[1], Anchalee Suddhiprakarn[1] and Preecha Petprapai[2]

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการไถระเบิดดานและชนิดของวัสดุปรับปรุงดินต่อการแก้ไขปัญหาชั้นดานไถพรวนในดิน Typic Paleustult ที่พบชั้นดานไถพรวนที่ความลึกตั้งแต่ 20-70 ซม. จากผิวดินซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นชั้นที่มีความหนาแน่นรวมค่อนข้างสูง และสภาพนำน้ำขณะอิ่มตัวด้วยน้ำช้า ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ split-plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ แปลงหลัก (main plot) ประกอบด้วยการไถระเบิดดาน (P1) และไม่ไถระเบิดดาน (P2) ก่อนการเตรียมดินแบบปกติ (ไถเปิดดินด้วยผาล 3 และพรวนด้วยผาล 7 ก่อนยกร่องปลูกขวางความลาดเท) แต่ละแปลงหลักมีการใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ดังนี้ ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (T1) ใส่ยิปซัม (T2) และหินฝุ่น (T3) ทั้งสองในอัตรา 200 กก./ไร่ และใส่มูลไก่อัตรา 1,000 กก./ไร่ (T4) ผลการศึกษา พบว่า การไถระเบิดดานให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงกว่าการไม่ไถระเบิดดานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2.92 เปรียบเทียบกับ 2.58 ตัน/ไร่) ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตหัวมันสด แต่ทำให้ได้น้ำหนักส่วนเหนือดินแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่มูลไก่ให้น้ำหนักส่วนเหนือดินสูงที่สุดเท่ากับ 2.82 ตัน/ไร่ และมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุดเท่ากับ 3.1 ตัน/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน รวมทั้งการใส่ยิปซัม และหินฝุ่นทั้งในกรณีที่มีการไถหรือไม่ไถระเบิดดาน อย่างไรก็ตาม การใส่มูลไก่ร่วมกับการไถระเบิดดานทำให้มีการสะสมปริมาณแป้งในหัวมันต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 21.7

คำสำคัญ: ชั้นดานไถพรวน, มันสำปะหลัง, ยิปซัม, หินฝุ่น, มูลไก่

ABSTRACT: Effect of deep ripping and soil amendments on plough pan alleviation in a Typic Paleusult where plough pan was found between depths of 20-70 cm from soil surface. This pan restricted plant growth due to its moderately high bulk density and slow saturated hydraulic conductivity. Split-plot in randomized complete block design with four replications was employed. Main plot consisted of deep ripping using ripper (P1) and no ripping (P2) before conventional land preparation (3 disc followed by 7 disc plough and contour ridging). Each main plot was composed of four factors as follow; no soil amendment (T1), amended with 200 kg/rai of gypsum (T2) and limestone dust (T3), and 1,000 kg/rai of chicken manure application (T4). Deep ripping gave significantly the higher fresh tuber yield than did the other without ripping (2.92 compared to 2.58 tonne/rai). Types of soil amendments showed no effect on the fresh tuber yield but above ground biomass. Chicken manuring significantly gave the highest above ground biomass of 2.82 tonne/rai and tended to give the highest fresh tuber yield (3.1 tonne/rai) compared to non-soil amendment treatment, and applications of gypsum and limestone dust whether with or without deep ripping. However, deep ripping combined with the addition of chicken manure tended to give the lowest starch content percentage of 21.7.

Keywords: plough pan, cassava, gypsum, limestone dust, chicken manure

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[2] สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง (ห้วยบง) 131 หมู่ 5 ต. ห้วยบง อ. ด่านขุนทด จ. นครราชสีมา 30210
Tapioca Development Institute (TDI) (at Huay Bong), 131 Moo 5 Huaybong Dankhuntod Nakhon Ratchasima 30210

[*] Corresponding author: agrspc@ku.ac.th

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีการปรับตัวได้ดีในเกือบทุกสภาพแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นดินทราย ดินร่วนปนทราย ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำการปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการพักดินและการปรับปรุงบำรุงดินอย่างเหมาะสม มีผลทำให้ดินที่ปลูกมันสำปะหลังนั้นเสื่อมโทรมลง (ปิยะ, 2546) พันธุ์มันสำปะหลังที่ผ่านการคัดเลือกในปัจจุบันมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงถึง 5-10 ตัน/ไร่ ภายใต้การดูแลและการจัดการที่เหมาะสม แต่ผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเพียง 1-3 ตัน/ไร่ (วิจารณ์, 2546) เจริญศักดิ์ และคณะ (2547) ได้สรุปไว้ว่า การเสื่อมโทรมของดินทางกายภาพเป็นปัญหาอันดับหนึ่งของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง โดยเฉพาะในดินเนื้อหยาบ การเตรียมดินเพื่อปลูกมันสำปะหลังโดยทั่วไปจะทำการไถพรวนด้วยไถจานผาล 3 ตามด้วยผาล 7 หรือผาล 7 ทั้งสองครั้งแล้วยกร่องปลูก (สมพงษ์ และ อนุชิต, 2547) ซึ่งจะมีการเตรียมดินในลักษณะนี้ติดต่อกันเป็นเวลานาน ร่วมกับการไถพรวนในขณะที่ดินมีความชื้นมากเกินไปเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดชั้นดานไถพรวนขึ้นได้ในพื้นที่ที่ปลูกมันสำปะหลัง ชั้นดานนี้เป็นข้อจำกัดต่อการแทงหัวของมันสำปะหลังทำให้ได้หัวมันที่มีขนาดเล็ก และมีลักษณะคอดคด (อรุณี, 2547) นอกจากนี้ชั้นดานยังมีผลต่อการเคลื่อนย้ายอากาศและน้ำใต้ดินหรืออาจทำให้เกิดชั้นน้ำใต้ดินชั่วคราว (temporary water table) ขึ้นในฤดูฝนได้ (Coelho *et al.*, 2000) ซึ่งส่งผลให้หัวมันสำปะหลังเน่าได้ (McDanial *et al.*, 2008)

แนวทางในการแก้ไขชั้นดานไถพรวน ได้แก่ วิธีเชิงกล การใส่วัสดุปรับปรุงดิน และวิธีการทางชีวภาพ อย่างไรก็ตามการใช้ไถระเบิดดินล่าง จะทำให้ชั้นดานแตกตัวแต่เป็นการแก้ไขได้เพียงช่วงเวลาสั้นๆ เท่านั้น เนื่องจากดินเหล่านี้สามารถกลับมาอัดตัวแน่นเหมือนเดิมได้อีก (Hakanssan et al., 1996; Van Doren and Triplett, 1979) สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการศึกษาพบว่า ดินในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่พบชั้นดานไถพรวนอยู่ใต้ชั้นไถพรวน ที่ระดับความลึกแตกต่างกันออกไป และมีความหนาของชั้นแตกต่างกันด้วย (เอกราช, 2552; Anusontpornperm *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตาม แนวทางการจัดการชั้นดานไถพรวนที่เหมาะสมเพื่อการปลูกมันสำปะหลังยังไม่มีการศึกษามากนัก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการไถระเบิดดาน รวมทั้งชนิดวัสดุปรับปรุงดินเมื่อใช้ร่วมกับการไถระเบิดดานต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตหัวมันสำปะหลัง ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหาชั้นดานไถพรวนอย่างยั่งยืนเพื่อทำให้ดินกลับมามีผลิตภาพดีดังเดิม และสามารถปลูกมันสำปะหลังให้ได้ผลผลิตเป็นที่น่าพึงพอใจสำหรับเกษตรกร

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในพื้นที่แปลงของเกษตรกรบริเวณบ้านกุดม่วง ตำบลตะเคียน อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา โดยเป็นดินชุดดินยโสธร (Yasothon, Yt) ที่พบชั้นดานไถพรวนอยู่ข้างใต้ชั้นดินบนของการไถพรวนในทุกบริเวณตามลำดับภูมิประเทศ (เอกราช, 2552) เริ่มทำการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 วางแผนการทดลองแบบ split-plot in randomized complete block จำนวน 4 ซ้ำ โดยแปลงทดลองหลัก (main plot) ประกอบด้วยการไถระเบิดดาน (ripper) ลึกประมาณ 40 ซม. (P1) และไม่มีการไถระเบิดดาน (P2) ก่อนการเตรียมดินแบบปกติที่ใช้ปลูกมันสำปะหลัง โดยทำการไถเปิดดินด้วยผาล 3 พรวนด้วยผาล 7 และยกร่องปลูกขวางความลาดเท ในแต่ละแปลงหลัก ประกอบด้วยตำรับการทดลองจำนวน 4 ตำรับ ดังนี้ ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (T1) ใส่ยิปซัม (T2) และหินฝุ่น (T3) ทั้งสองในอัตรา 200 กก./ไร่ และใส่มูลไก่อัตรา 1,000 กก./ไร่ (T4) (ผลการวิเคราะห์วัสดุปรับปรุงที่ใช้ในการศึกษาแสดงใน **Table 1**) ระยะปลูกที่ใช้เท่ากับ 0.80 x 1.2 ม. ปุ๋ยหลักที่ใช้ได้แก่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ใส่ข้างต้นมันสำปะหลังครั้งละ 50 กก./ไร่ เมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 2 และ 4 เดือนตามลำดับ

Table 1 Properties of soil amendments used in the experiment.

Properties	Gypsum	Limestone dust	Chicken manure
OM (%)	nd	nd	40.60
CEC (cmol/kg)	nd	nd	65.08
Total N (%)	nd	nd	4.69
Total P (%)	nd	nd	0.76
Total K (%)	nd	nd	1.76
Total Ca (%)	25.3	35.9	2.62
Total Mg (%)	nd	2.64	0.32
Total S (%)	18.0	nd	nd
Total Fe (mg/kg)	nd	nd	250
Total Zn (mg/kg)	nd	nd	470
Total Cu (mg/kg)	nd	nd	4.0
Total Mn (mg/kg)	nd	nd	470

nd = not determined

การเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 1) การเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของดิน 2) จัดทำข้อมูลลักษณะดินตัวแทนในพื้นที่ (site characterization) (เอิบ, 2547) 3) เก็บตัวอย่างดินก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังประมาณ 1 เดือน โดยทำการเก็บในทุกแปลงย่อย ประกอบด้วย ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (disturbed soil sample) และตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed soil sample) โดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil core) เก็บที่ 5 ระดับความลึก ได้แก่ 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 ซม. ตำแหน่งที่เก็บได้แก่บนสันร่องบริเวณกึ่งกลางระหว่างต้นเพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน สภาพนำน้ำของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ และปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน และ 4) เก็บข้อมูลผลผลิตพืช ทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุประมาณ 10 เดือน โดยการบันทึกข้อมูลน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (น้ำหนักต้น เหง้า กิ่งก้าน และใบ) น้ำหนักหัวมันสด และร้อยละการสะสมแป้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะและสมบัติดินตัวแทนพื้นที่ทดลอง

ดินที่ทำการศึกษาถูกจำแนกอยู่ในกลุ่มดินย่อย Typic Paleustult (Soil Survey Staff, 2006) พบในพื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 3 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างของหินทรายสีแดง เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี และมีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก ดินบนหนา 20 ซม. ดินมีสีแดงปนเหลืองจนถึงสีแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ถึงเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5) ในดินบนถึงเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 4.2-4.0) ในดินล่าง โดยพบชั้นดานไถพรวนที่ระดับความลึก 20 ซม. จากชั้นผิวดินลงไป

ดินมีการกระจายอนุภาคขนาดทรายในชั้นดินบนมากกว่าในชั้นดินล่าง และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามความลึก ซึ่งมีลักษณะตรงกันข้ามกับการกระจายของอนุภาคดินเหนียวที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก สำหรับอนุภาคขนาดทรายแป้ง พบว่า มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นบริเวณใต้ชั้นไถพรวน ชั้นดานไถพรวนพบที่ที่ระดับความลึกประมาณ 20-70 ซม. มีความหนาแน่นรวมสูงถึง 1.8 เม.ก./ม.^{3} และค่าสภาพการนำน้ำของ

ดินที่อยู่ในระดับที่ช้ามาก น้อยกว่า 1 ซม./ชม. ซึ่งแตกต่างกับชั้นดินข้างบนและชั้นดินที่อยู่ข้างใต้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าชั้นดังกล่าวจำกัดการเคลื่อนที่ขึ้นของน้ำใต้ดิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งส่งผลให้พืชขาดน้ำได้ง่าย และยังจำกัดการเคลื่อนที่น้ำภายในหน้าตัดดินซึ่งส่งผลให้เกิดน้ำใต้ดินชั่วคราวโดยเฉพาะในช่วงที่มีฝนตกหนัก (Petersen *et al.*, 2004) รวมทั้งจำกัดการชอนไชและการเจริญเติบโตของรากพืชได้ (Tongglum *et al.*, 2000; Petersen *et al.*, 2004) ซึ่งจะส่งผลต่อการแทงหัวของมันสำปะหลังได้ เช่นเดียวกับการส่งเสริมให้เกิดการสะสมของน้ำที่ไหลบ่าไปตามผิวดินซึ่งมีผลทำให้เกิดการกร่อนดิน (Troeh *et al.*, 1999)

สมบัติดินก่อนปลูก

ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้งดินบนและดินล่าง (**Table 2**) ดินบนที่ระดับความลึก 0-18/20 ซม. พบว่า ดินเป็นกรดจัด (pH 5.1) มีปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนรวม โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีค่าเท่ากับ 4.15 ก./กก. 0.28 ก./กก. 25.39 มก./กก. และ 2.32 เซนติโมล/กก. ตามลำดับ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำเท่ากับ 3.60 มก./กก. และ 3.6 เซนติโมล/กก. ตามลำดับ

ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด

การไถระเบิดดานส่งผลให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงกว่าการไม่ไถระเบิดดานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 2.92 และ 2.58 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (**Table 3**) ทั้งนี้เนื่องจากการไถระเบิดดานจะช่วยให้การไหลซึมของน้ำและการถ่ายเทอากาศในดินดีขึ้น ส่งผลให้ช่องว่างในดินมีความต่อเนื่องมากขึ้น การเคลื่อนที่ของน้ำในแนวดิ่งภายในหน้าตัดดินเพิ่มมากขึ้นทั้งการเคลื่อนที่ขึ้นและการเคลื่อนที่ลง เช่นเดียวกับในกรณีที่มีฝนตกหนัก จะช่วยลดการสะสมของน้ำบริเวณชั้นดินบน และน้ำไหลบ่าหน้าผิวดินได้อีกด้วย (Petersen *et al.*, 2004)

Table 2 Fertility level of a studied soil.

Depth (cm)	OM[1/] (g/kg)	Avail. P[2/] (mg/kg)	Avail. K[3/] (mg/kg)	CEC[4/] ($cmol_c$/kg)	BS[5/] (%)	Total score[6/]	Fertility level
0-18/20	4.2 (1)	3.60 (1)	25.39 (1)	3.60 (1)	13.24 (1)	5	low
18/20-60	3.3 (1)	4.91 (1)	24.80 (1)	4.30 (1)	24.32 (1)	5	low

Scoring is used for the assessment of fertility level (the score is presented in blanket within the table)

[1/] OM = 15 or less, level's low (1); is between 15-35, level's medium (2); 35 or more, level's high (3)

[2/] Avail. P = 10 or less, level's low (1); is between 10-20, level's medium (2); 20 or more, level's high (3)

[3/] Avail. K = 60 or less, level's low (1); is between 60-90, level's medium (2); 90 or more, level's high (3)

[4/] CEC = 10 or less, level's low (1); is between 10-20, level's medium (2); 20 or more, level's high (3)

[5/] BS = 35 or less, level's low (1); is between 35-75, level's medium (2); 75 or more, level's high (3)

[6/] If total score = 7 or less, fertility level's low; is between 8-12, fertility level's moderate; 13 or more, fertility level's high

ในขณะที่ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด แต่อย่างไรก็ตาม การใส่มูลไก่ที่อัตรา 1000 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงที่สุดเท่ากับ 3.10 ตัน/ไร่ รองลงมาได้แก่ การใส่หินฝุ่น และยิปซัมซึ่งได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเท่ากับ 2.67 และ 2.66 ตัน/ไร่ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดินมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำสุดเท่ากับ 2.57 ตัน/ไร่ เมื่อพิจารณาถึงผลร่วมระหว่างการไถระเบิดดานกับการใส่วัสดุปรับปรุงดิน พบว่า ไม่มีผลต่อผลผลิตหัวมันสด แต่อย่างไรก็ตาม การใส่มูลไก่ร่วมกับการไถระเบิดดานมีแนวโน้มทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสดสูงที่สุดเท่ากับ 3.17 ตัน/ไร่ ขณะที่การใส่ยิปซัมร่วมกับการไม่ไถระเบิดดานมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำสุดเท่ากับ 2.31 ตัน/ไร่ ซึ่งมีแนวโน้มต่ำกว่าตำรับควบคุมที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินและไม่มีการไถระเบิดดาน (2.39 ตัน/ไร่) (**Table 3**)

น้ำหนักส่วนเหนือดิน

น้ำหนักสดของมันสำปะหลังส่วนเหนือดินทั้งหมดประกอบด้วย น้ำหนักเหง้า ลำต้น กิ่งก้านและใบมันสำปะหลัง ผลการศึกษา พบว่า การไถระเบิดดานมีผลทำให้พืชสร้างน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงกว่าการไม่ไถระเบิดดานอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยให้น้ำหนักเหง้าสด น้ำหนักลำต้นสด และน้ำหนักกิ่งก้านและใบสดมันสำปะหลังเท่ากับ 452, 920 และ 380 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่การไม่ไถระเบิดดานทำให้ได้น้ำหนักของส่วนต่างๆ ข้างต้นเท่ากับ 429, 782 และ 292 กก./ไร่ ตามลำดับ (**Table 3**)

Table 3 Effect of deep ripping and soil amendments on fresh tuber yield, above ground biomass and starch percentage.

Treatment	Tuber weight (tonne/rai)	Rhizome weight	Stem weight	Leaf and branch weight	Above ground biomass weight (tonne/rai)	Starch (%)
		(----------kg/rai----------)				
P1	2.92 a	452	920	380	1.75 a	24.7
P2	2.58 b	429	782	292	1.50 b	25.9
F-test	*	ns	ns	ns	**	ns
T1	2.57	429 b	678 b	157 b	1.27 b	26.3
T2	2.66	379 b	709 b	143 b	1.23 b	25.3
T3	2.67	383	b	663 b	149 b	1.20 b25.7
T4	3.10	570 a	1355 a	894 a	2.82 a	24.1
F-test	ns	**	**	**	**	ns
P1T1	2.74	444	713	165	1.32	26.6 a
P1T2	3.02	393	786	159	1.34	26.1 a
P1T3	2.76	394	706	159	1.26	24.5 a
P1T4	3.17	578	1478	1036	3.09	21.7 b
P2T1	2.39	415	645	148	1.21	26.0 a
P2T2	2.31	367	632	128	1.13	24.6 a
P2T3	2.59	373	621	140	1.13	26.8 a
P2T4	3.03	563	1234	751	2.55	26.4 a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	**

*, ** = significant difference at 95% and 99% level of confidence, respectively; ns = no statistical difference; Mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT.

P1: Ripper; P2: No ripper, T1: No soil amendment; T2: Gypsum; T3: Limestone dust; T4: Chicken manure

การใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกัน (**Table 3**) โดยการใส่มูลไก่ อัตรา 1000 กก./ไร่ ส่งผลให้น้ำหนักเหง้าสด น้ำหนักลำต้นสด และน้ำหนักกิ่งก้านและใบสดมันสำปะหลังสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 570, 1355 และ 894 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการใส่ยิปซัม การใส่หินฝุ่น และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ยิปซัมมีแนวโน้มให้น้ำหนักเหง้าสด กิ่งก้านและใบสดต่ำที่สุด (379 และ 143 กก./ไร่) ขณะที่การใส่หินฝุ่นมีแนวโน้มให้น้ำหนักลำต้นสดต่ำที่สุด (633 กก./ไร่) น้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 1.20 ตัน/ไร่

การใส่และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินร่วมกับการไถระเบิดดานและไม่ไถระเบิดดานไม่มีผลต่อน้ำหนักส่วนเหนือดิน (**Table 3**) แต่อย่างไรก็ตาม การใส่มูลไก่ร่วมกับการไถระเบิดดาน มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักสดของเหง้า ลำต้น และกิ่งก้านและใบสูงที่สุดเท่ากับ 578, 1478 และ 1036 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยการใส่ยิปซัมร่วมกับการไม่ไถระเบิดดานมีแนวโน้มให้น้ำหนักส่วนเหนือดินตามลำดับดังกล่าวต่ำสุดเท่ากับ 367, 632 และ 128 กก./ไร่

โดยภาพรวม พบว่า การใส่มูลไก่อัตรา 1000 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงสุดไม่ว่าจะมีการไถระเบิดดานหรือไม่ก็ตาม โดยจะให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินสูงกว่าการใส่วัสดุปรับปรุงดินอื่นๆ อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสดที่ได้ก็สูงที่สุดด้วย ทั้งนี้เนื่องจากมูลไก่มีปริมาณธาตุอาหารต่างๆ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลักและจุลธาตุอาหารสูงกว่าวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่นๆ จึงเป็นการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง (Materechera and Mkhabela, 2002) แต่อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่พบว่าการให้มูลไก่ในอัตราสูงจะทำให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าการสร้างหัว (ประภาส และคณะ, 2550)

ร้อยละของการสะสมแป้ง

การไถระเบิดดานและชนิดของวัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง อย่างไรก็ตาม การไถระเบิดดานมีผลให้พืชมีร้อยละการสะสมแป้งเท่ากับ 24.7 ซึ่งน้อยกว่าการไม่ระเบิดดาน (25.9%) ขณะที่การไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีแนวโน้มทำให้มันสำปะหลังมีการสะสมแป้งที่หัวมันสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 26.3 ส่วนการใส่มูลไก่ส่งผลให้มีการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 24.1 โดยอิทธิพลร่วมทำให้ร้อยละของการสะสมแป้งในหัวมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งการไถระเบิดดานร่วมกับการใส่มูลไก่ส่งผลให้มีร้อยละของการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังต่ำสุดเท่ากับ 21.7 (**Table 3**) ทั้งนี้เนื่องจากมูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนสูง ซึ่งมีรายงานว่าเมื่อมันสำปะหลังได้รับไนโตรเจนที่มากเกินไป จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตทางส่วนเหนือดินมากกว่าการสะสมแป้งในราก จึงส่งผลให้น้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นแต่การสะสมของแป้งในรากจะต่ำลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

การแทงหัวของมันสำปะหลัง

ผลของการไถระเบิดดานและชนิดของวัสดุปรับปรุงดินที่มีต่อลักษณะการแทงของหัวมันสำปะหลังไม่ค่อยชัดเจนมากนัก (**Figure 1**) ในกรณีที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน พบว่า หัวมันสำปะหลังในแปลงที่มีการไถและไม่ไถระเบิดดาน จะมีขนาดของหัวมันสำปะหลังค่อนข้างเล็ก และเรียวยาว มีทิศทางการแทงของหัวมันสำปะหลังขนานกับพื้นมากกว่าในแนวดิ่ง อย่างไรตาม หัวมันสำปะหลังในแปลงที่ไม่มีการระเบิดดานทิศทางของการแทงหัวจะขนานกับพื้นดินมากกว่าในกรณีของการไถระเบิดดินดาน นอกจากนี้ยังพบลักษณะหัวมันคอด แสดงให้เห็นลักษณะอาการขาดน้ำของมันสำปะหลัง (อรุณี, 2547) เมื่อพิจารณา

ถึงชนิดวัสดุปรับปรุงดินที่มีต่อการแทงของหัวมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการไถระเบิดดาน การแทงหัวของมันสำปะหลังเป็นไปในแนวดิ่งมากกว่าในแนวขนานกับพื้นดิน โดยพบว่า การใส่มูลไก่ หรือหินฝุ่น จะส่งผลให้มันสำปะหลังแทงหัวในทางดิ่งได้ดียิ่งขึ้น ในขณะที่การใส่ยิปซัมมีแนวโน้มให้ลักษณะของหัวมันและการแทงหัวคล้ายคลึงกับการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ในขณะที่แปลงที่ไม่มีการไถระเบิดดาน พบว่า การแทงหัวมันสำปะหลังส่วนใหญ่ขนานกับผิวดิน ยกเว้นในกรณีของการใส่ยิปซัม แต่อย่างไรก็ตามการใส่วัสดุปรับปรุงดินมีแนวโน้มให้หัวมันสำปะหลังมีขนาดใหญ่กว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยเฉพาะการใส่มูลไก่

ความหนาแน่นรวมของดิน

การวิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นของดินดำเนินการก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นการเปรียบเทียบอิทธิพลของการไถระเบิดดานและวัสดุปรับปรุงดินที่มีต่อสมบัติต่างๆ ของดิน ผลการศึกษา พบว่า การไถระเบิดดาน ชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน และอิทธิพลร่วมระหว่างการไถระเบิดดานร่วมกับชนิดของวัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-50 ซม. อย่างไรก็ตาม การไถระเบิดดานมีแนวโน้มให้ความหนาแน่นรวมของดินต่ำกว่าการไม่มีการไถระเบิดดาน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1.49-1.77 เม.ก./ม.^{3} เมื่อมีการไถระเบิดดาน และ 1.50-1.72 เม.ก./ม.^{3} เมื่อไม่มีการไถระเบิดดาน ความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามความลึกในทั้งสองกรณี ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Raper *et al.* (1998) ที่พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติภายใต้การไถพรวนเฉพาะดินบนร่วมกับการไถระเบิดชั้นดาน การใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ส่งผลให้ดินมีความหนาแน่นรวมอยู่ในพิสัย 1.47-1.78 เม.ก./ม.^{3} โดยการใส่หินฝุ่นมีแนวโน้มให้ความหนาแน่นรวมต่ำที่สุดมีค่าอยู่ในพิสัย 1.50-1.72 เม.ก./ม.^{3} โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 0-30 ซม. สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างการไถระเบิดดานร่วมกับชนิดของวัสดุปรับปรุงดินมีผลให้ดินมีความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในพิสัยที่กว้างเท่ากับ 1.44-1.84 เม.ก./ม.^{3} ซึ่งการใส่ยิปซัมร่วมกับการไถระเบิดดานมีแนวโน้มให้ความหนาแน่นรวมต่ำที่สุด (1.47-1.74 เม.ก./ม.^{3})

Figure 1 Effect of deep ripping and soil amendments on tubulisation of cassava.

สภาพนำน้ำของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

ผลการศึกษา พบว่า การไถระเบิดดานมีผลต่อสภาพนำน้ำของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่ระดับความลึก 30-40 ซม. (**Figure 2**) เช่นเดียวกับชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน และอิทธิพลร่วมระหว่างการไถระเบิดดานร่วมกับชนิดของวัสดุปรับปรุงดินมีผลที่ระดับความลึก 20-30 และ 0-10 ซม. ตามลำดับ (**Figure 2**) การไถระเบิดดานมีแนวโน้มทำให้สภาพนำน้ำของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำเร็วกว่าการไม่ไถระเบิดดาน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 25-37 และ 20-31 ซม./ชม. ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการไถระเบิดดานช่วยเพิ่มความต่อเนื่องและปริมาณของช่องว่างในดินจึงช่วยส่งเสริมให้น้ำในดินเคลื่อนที่ในแนวดิ่งได้ดีขึ้น (Clark and Humphreys, 1996; Moffat and Boswell, 1996; Bateman and Chanasyk, 2001)

การใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ส่งผลให้ดินมีสภาพนำน้ำขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในพิสัย 16.91-53.82 ซม./ชม. และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามความลึก (**Figure 2**) การใส่หินฝุ่นมีผลทำให้ดินมีสภาพนำน้ำขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำสูงที่สุดที่ระดับความลึก 20-30 ซม. (37 ซม./ชม.) ขณะที่วัสดุอื่นและการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลทำให้ค่าสภาพนำน้ำของดินขณะดินอิ่มตัวด้วยน้ำแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากหินฝุ่นมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและสามารถปลดปล่อยออกมาในสารละลายดิน แคลเซียมเป็นแคตไอออนที่มีอำนาจในการแทนที่สูง และส่งผลให้อนุภาคดินเกิดการรวมตัวกันส่งเสริมโครงสร้างดินดีขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ความพรุนและความคงทนของเม็ดดินเพิ่มขึ้น การซาบซึมน้ำดีขึ้น ส่งเสริมให้น้ำเคลื่อนที่ลงไปในชั้นดินล่างได้ง่ายขึ้น (Brady and Weil, 2008)

การไถระเบิดดานร่วมกับชนิดของวัสดุปรับปรุงดินมีผลทำให้สภาพนำน้ำของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในพิสัย 14-55 ซม./ชม. และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามความลึก โดยการระเบิดดานร่วมกับการใส่ยิปซัม และการไม่ไถระเบิดดานร่วมกับการใส่มูลไก่มีแนวโน้มทำให้ดินมีสภาพนำน้ำขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำดินสูงที่สุด ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Hamza and Anderson (2003) ที่ได้ทำการทดลองวิธีการในการแก้ไขปัญหาการอัดแน่นของดินในการปลูกพืชไร่ พบว่า การเตรียมดินด้วยวิธีที่มีการไถระเบิดดินล่าง ร่วมกับการใช้ยิปซัมอัตรา 2.5 ตัน/เฮกตาร์ ทำให้อัตราการแทรกซึมน้ำในดินเร็วที่สุด

ปริมาณไนโตรเจนรวม

การไถระเบิดดาน ชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน และอิทธิพลร่วมระหว่างการไถระเบิดดานร่วมกับชนิดของวัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนรวมของดินที่ระดับความลึกต่างๆ โดยพบในปริมาณที่ต่ำมากในพิสัยเท่ากับ 0.37-0.41 และ 0.34-0.39 ก./กก. สำหรับการไถและไม่ไถระเบิดดานตามลำดับ การใส่มูลไก่มีแนวโน้มให้ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินสูงที่สุด (0.36-0.44 ก./กก.) และเมื่อใส่มูลไก่ร่วมกับการไถระเบิดดานมีแนวโน้มทำให้มีปริมาณไนโตรเจนรวมหลงเหลืออยู่ในดินสูงที่สุดโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.33-0.43 ก./กก. การที่ดินมีปริมาณไนโตรเจนหลงเหลืออยู่น้อย เนื่องจากส่วนใหญ่นอกจากจะถูกดูดใช้โดยพืชปลูกแล้ว จะเกิดการสูญหายไปโดยเฉพาะจากการชะละลาย (leaching) ประกอบกับลักษณะโดยทั่วไปของเขตร้อนจะส่งเสริมให้อินทรียวัตถุสลายตัวอย่างรวดเร็ว จึงส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวมหลงเหลืออยู่ในดินต่ำ (Okamoto and Okada, 2007)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การไถระเบิดดานทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 0-10 ซม. หลงเหลืออยู่ในดินสูงกว่าการไม่ไถระเบิดดานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 25.75 และ 10.89 มก./กก. ตามลำดับ ในทาง

ตรงกันข้ามที่ระดับความลึกอื่นๆ กลับพบว่า การไถระเบิดดานมีแนวโน้มให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าการไม่ไถระเบิดดาน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.04-10.81 มก./กก. เปรียบเทียบกับ 3.42-13.09 มก./กก. ในตำรับที่ไม่มีการไถระเบิดดาน (**Figure 3**)

ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 0-30 ซม. มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่มูลไก่ส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลงเหลืออยู่ในดินสูงที่สุด เท่ากับ 45.58, 24.72 และ 12.20 มก./กก. ที่ระดับความลึก 10, 20 และ 30 ซม. ตามลำดับ ในขณะที่การใส่ยิปซัม การใส่หินฝุ่น และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน จะให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าและมีค่าใกล้เคียงกัน (6.51-7.49 มก./กก.) ซึ่งมูลไก่ที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.46 และมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง 41 ก./กก. (**Figure 3**) แสดงให้เห็นว่า ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะได้มาจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์จากรูปอินทรีย์ฟอสเฟตให้อยู่ในรูปอนินทรีย์ฟอสเฟตซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (Glendinning, 2000) ขณะที่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปจะเปลี่ยนมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น เนื่องจากการใส่มูลไก่ช่วยปรับค่าพีเอชให้สูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนให้แก่ดิน

อิทธิพลร่วมระหว่างการไถระเบิดดานร่วมกับชนิดของวัสดุปรับปรุงดินมีผลต่อการหลงเหลือของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ทุกระดับความลึก ยกเว้นที่ความลึกระหว่าง 20-30 ซม. โดยการใส่มูลไก่ทั้งในกรณีของการไถระเบิดดาน และไม่ไถระเบิดดินดานมีแนวโน้มทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลงเหลืออยู่สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ การใส่ยิปซัม การใส่หินฝุ่น และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

การไถระเบิดดาน ส่งผลให้ดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สะสมที่ระดับความลึก 0-30 ซม. สูงกว่าการไม่ไถระเบิดดานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณเท่ากับ 112, 80 และ 65 มก./กก. ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 ซม. ตามลำดับ (**Figure 4**)

ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินก็ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สะสมที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 ซม. มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่มูลไก่ทำให้ธาตุปุ๋ยนี้ในรูปที่เป็นประโยชน์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 158, 106 และ 81 มก./กก. ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีปริมาณการสะสมไม่แตกต่างกันเมื่อใส่ยิปซัม หินฝุ่น และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (**Figure 4**) ทั้งนี้เนื่องจากในมูลไก่นั้นมีประจุลบอยู่มากซึ่งมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้ดีกว่าแอนไอออน เมื่อใส่ลงไปในดินจึงช่วยในการดูดซับโพแทสเซียมไอออนไว้ ทำให้การสูญหายโดยการชะละลายลดน้อยลง ขณะที่ยิปซัมและหินฝุ่นนั้นมีแคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งมีอำนาจในการไล่ที่ จึงเข้าไปแทนที่โพแทสเซียม มีผลทำให้โพแทสเซียมไอออนไปอยู่ในสารละลายดิน ทำให้ง่ายต่อการสูญหายโดยการชะละลายของน้ำ (Mengel and Kirby, 1987)

อิทธิพลร่วมระหว่างการไถระเบิดดานร่วมกับชนิดของวัสดุปรับปรุงดินให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 39-205 มก./กก. และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดิน โดยการใส่มูลไก่ร่วมกับการไถระเบิดดานมีแนวโน้มให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สะสมอยู่ในดินสูงที่สุด

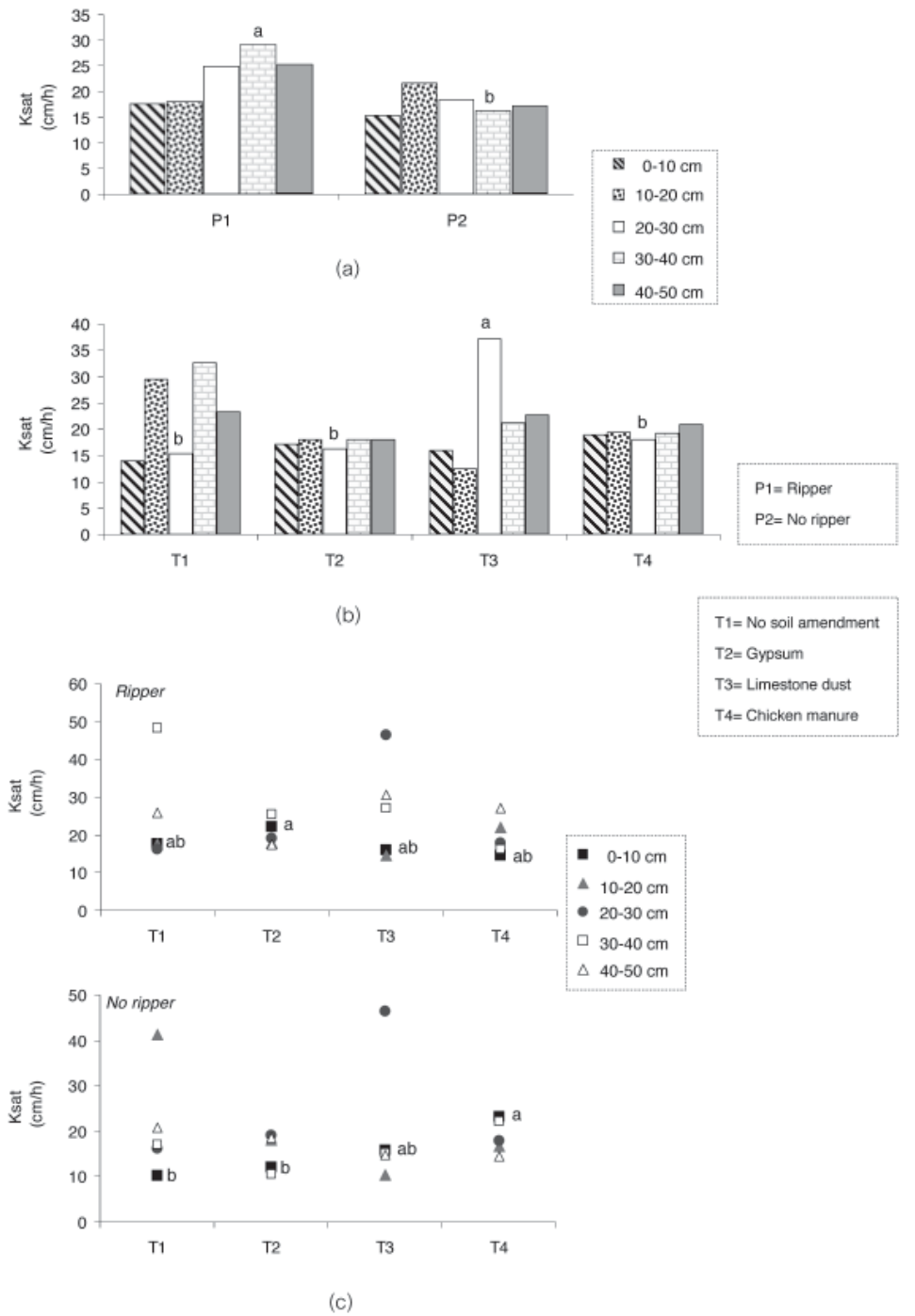

Figure 2 Effect of deep ripping (a), types of soil amendment (b), and combined effect of deep ripping and soil amendments on saturated hydraulic conductivity of soil at various depths between 0-50 cm. (Different letters in the graphs indicated significant difference at $P<0.05$.)

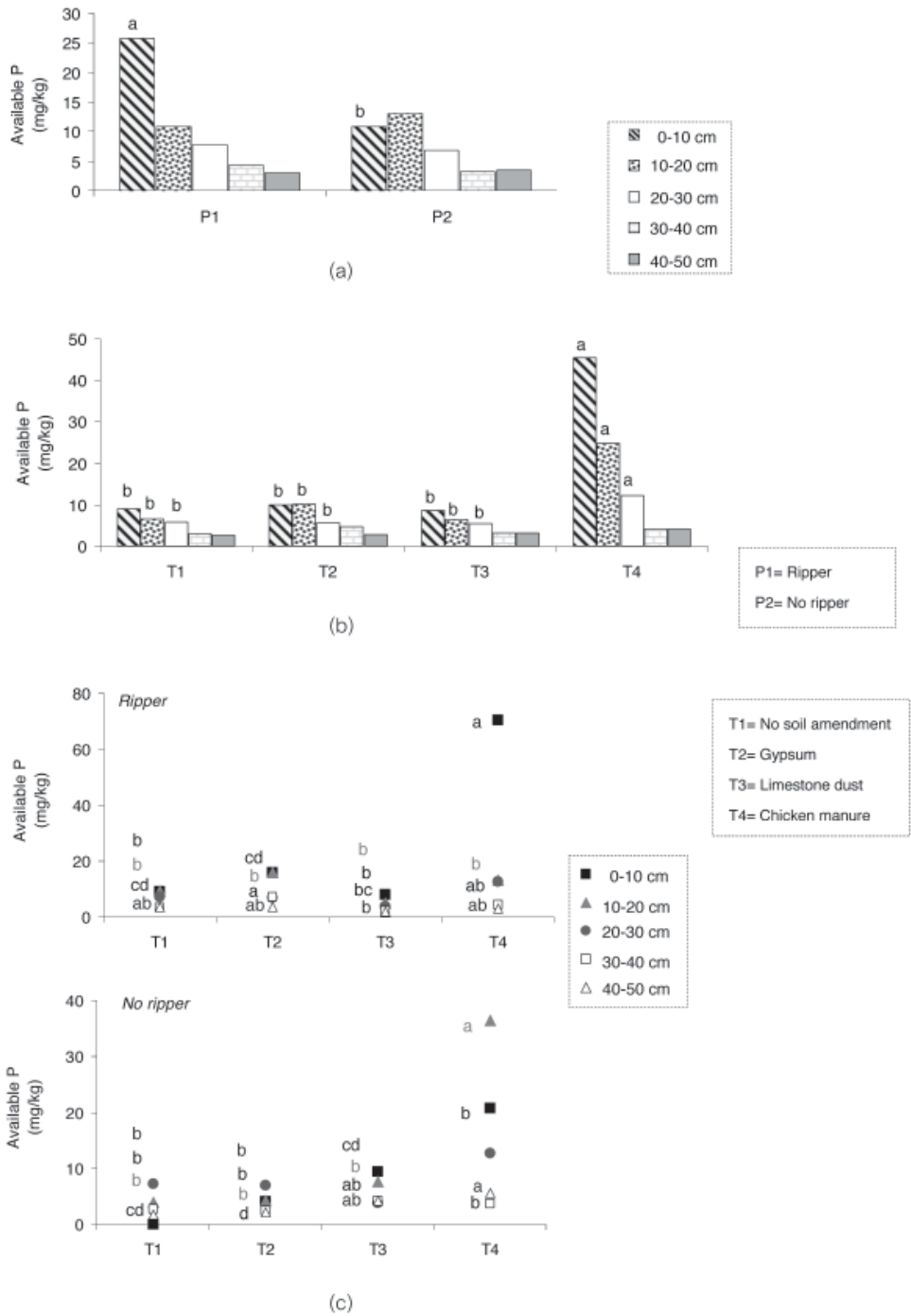

Figure 3 Effect of deep ripping (a), types of soil amendment (b), and combined effect of deep ripping and soil amendments on available phosphorus stored in soil at various depths between 0-50 cm. (Different letters in the graphs indicated significant difference at $P<0.05$.)

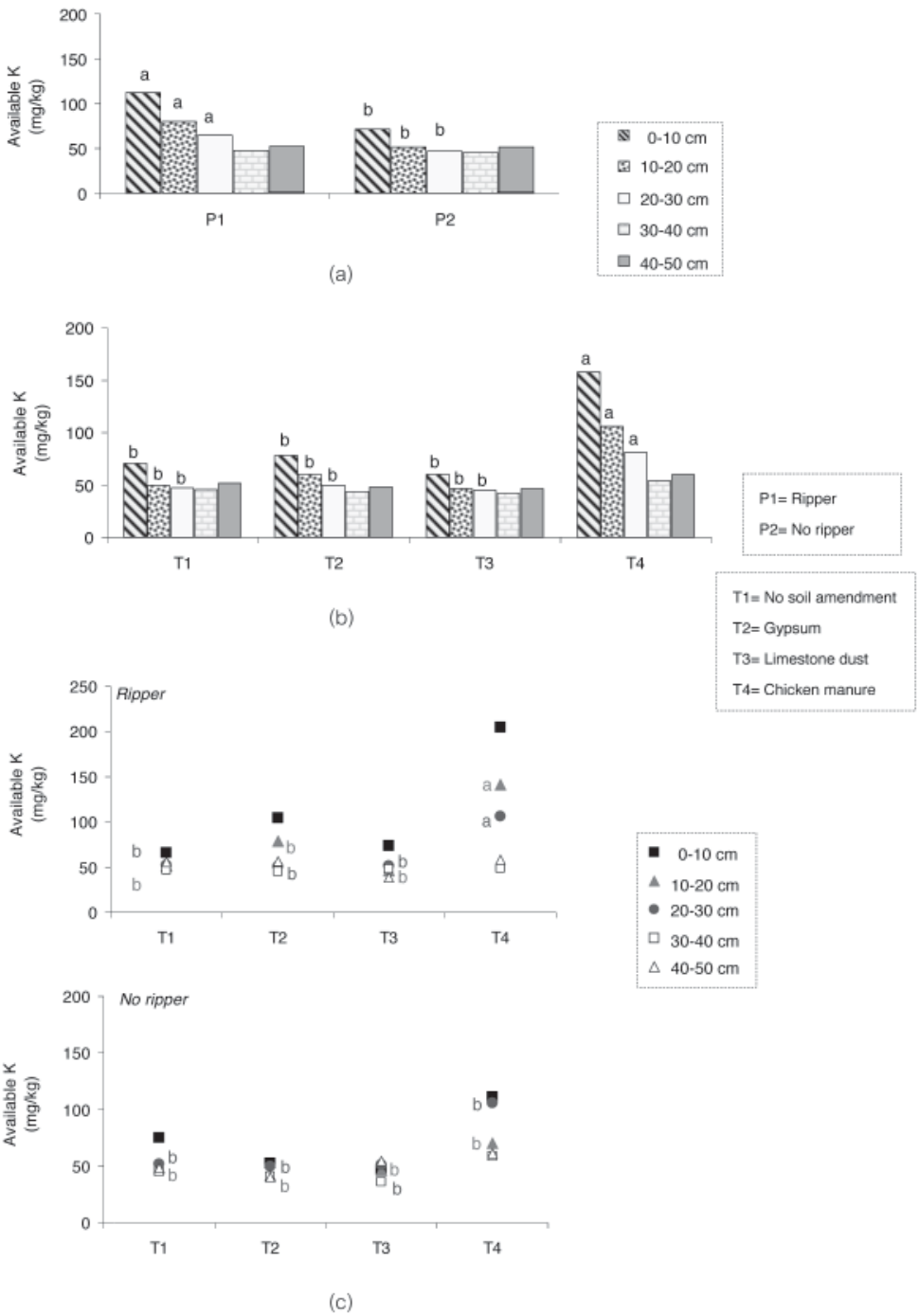

Figure 4 Effect of deep ripping (a), types of soil amendments (b), and combined effect of deep ripping and soil amendments (c) on available potassium stored in soil at various depths between 0-50 cm. (Different letters in the graphs indicated significant difference at $P<0.05$ and <0.01.)

สรุป

การไถระเบิดดานส่งผลให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และน้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงกว่าการไม่ไถระเบิดดาน ขณะที่ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินมีผลต่อน้ำหนักเหนือดินทั้งหมดเท่านั้น การใส่มูลไก่ทำให้ได้น้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงที่สุดและมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุดด้วย รองลงมาได้แก่การใส่หินฝุ่นยิปซัม และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินตามลำดับ แต่การไถระเบิดดานร่วมกับการใส่มูลไก่มีผลให้การสะสมแป้งในหัวสดต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม การแทงหัวของมันสำปะหลังในทุกวิธีของการจัดการดินมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยมีทิศทางที่ขนานกับผิวดินมากกว่าที่จะแทงลงไปตามแนวดิ่งภายในหน้าตัดดิน

การไถระเบิดดานและชนิดของวัสดุปรับปรุงดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินส่วนใหญ่ที่ระดับความลึกไม่เกิน 30 ซม. โดยการไถระเบิดดานทำให้สภาพนำน้ำของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำเร็วกว่าการไม่ไถระเบิดดาน และการใส่หินฝุ่นทำให้ดินมีสภาพนำน้ำขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำสูงที่สุด ขณะที่การไถระเบิดดานร่วมกับการใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ จะส่งผลต่อสภาพนำน้ำของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่ผิวดินเท่านั้น ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลงเหลืออยู่ในดินเมื่อมีการไถระเบิดดานสูงกว่าการไม่ไถระเบิดดาน การใส่มูลไก่ทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลงเหลืออยู่สูงกว่าการใส่ยิปซัม หินฝุ่น และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่การไถระเบิดร่วมกับการใส่มูลไก่มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลงเหลืออยู่ในดินสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นรวมของดิน และปริมาณไนโตรเจนในดินไม่มีความแตกต่างกันเมื่อมีการจัดการดินข้างต้น

การไถระเบิดดานด้วยเครื่องมือชนิดที่ใช้ในการศึกษาช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาชั้นดานไถพรวนในดินนี้ได้โดยสมบูรณ์ เนื่องจากสมบัติทางกายภาพยังแสดงให้เห็นว่าดินยังคงมีการอัดตัวแน่นอยู่ แต่อย่างไรก็ตาม การใส่มูลไก่ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีความชัดเจนด้านการช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้โปร่งขึ้น แต่จะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในดินและมีแนวโน้มช่วยลดการสูญเสียธาตุปุ๋ยบางชนิดออกจากเขตรากพืช จึงมีแนวโน้มทำให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดีที่สุด เมื่อพิจารณาจากผลผลิตหัวมันสด ส่วนในกรณีของการใส่หินฝุ่นมีแนวโน้มว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงโครงสร้างของดินได้ดีกว่าวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น แต่ไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตของพืชนี้

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ต.ห้วยบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา ที่ได้อนุเคราะห์พันธุ์มันสำปะหลัง และบริษัท ดี เค ที จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์ยิปซัมสำหรับใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณ รศ.ดร. ก่อโชค จันทวรางกูร (หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา) เช่นเดียวกับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือด้านปฐพีศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. การจัดการดินและระบบการปลูกมันสำปะหลัง. แหล่งที่มา: www.ldd.go.th/new_hp/ vichakarn/manual/cassava/p3.html. ค้นเมื่อ 20 มกราคม 2553.

กองสำรวจดิน. 2523. คู่มือจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการเล่มที่ 28. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, วิจารณ์ วิชชุกิจ, บัญญัติ แหวนแก้ว และ ประภาส ช่างเหล็ก. 2547. ปัญหาการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร.วิทยาศาสตร์เกษตร 35: 115-120.

ประภาส ช่างเหล็ก, วิจารณ์ วิชชุกิจ, เอ็จ สโรบล, สุเมศ ทับเงิน, สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ, และ ปรีชา เพชรประไพ. 2550. ผลของยิปซั่ม ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝน, น. 546-554. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2546. ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง, น. 6-32. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมเพื่อสร้างวิทยากรมันสำปะหลังในท้องถิ่น, วันที่ 30 เมษายน-4 พฤษภาคม 2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิจารณ์ วิชชุกิจ. 2546. การเขตกรรมที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง, น. 1-29. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมเพื่อสร้างวิทยากรมันสำปะหลังในท้องถิ่น, วันที่ 30 เมษายน - 4 พฤษภาคม 2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ กาทอง และ อนุชิต ทองกล่ำ. 2547. การปลูกและการดูแลรักษา, น. 15-17. ใน เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง ลำดับที่ 7/2547. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เอกราช มีวาสนา. 2552. ลักษณะและปัญหาของชั้นดานไถพรวนในระบบการปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2547. การสำรวจดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรุณี วงษ์กอบรัษฎ์. 2547. โรค แมลง และศัตรูของมันสำปะหลัง, น. 58-64. ใน เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง ลำดับที่ 7/2547. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Anusontpornperm, S., S. Nortcliff and I. Kheoruenromne. 2005. Hardpan Formation of Some Coarse-textured Upland Soils in Thailand. Paper Presented at Management of Tropical Sandy Soils from Sustainable Agriculture, November 27-December 2, 2005. Khon Kaen, Thailand.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. 14th ed. Prentice Hall, NJ.

Bateman, J.C. and D.S. Chanasyk, D.S. 2001. Effects of deep ripping and organic matter amendments on Ap horizons of soil reconstructed after coal strip-mining. Can. J. Soil Sci. 8: 113-120.

Clark, R. and L. Humphreys. 1996. Impact compaction for reducing recharge from rice. Farmers' Newsl. Berrigan NSW Aust. 149: 20-23.

Coelho, M.B., L. Mateos and F.J. Villalobos. 2000. Influence of a compacted loam subsoil on growth and yield of irrigated cotton in southern Spain. Soil Till. Res. 57: 129-142.

Glendinning, J.S. 2000. Australian Soil Fertility Manual. CSIRO Publishing, Collingwood.

Hamza, M.A. and W.K. Anderson. 2003. Responses of soil properties and grain yields to deep ripping and gypsum application in a compacted loamy sand soil contrasted with a sandy clay loam soil in Western Australia. Aust. J. Agric. Res. 54: 273-282.

Hakanssan, I., T. Grath and H.J. Olsen. 1996. Influence of machinery traffic in Swedish farm fields on penetration resistance in the subsoil. Swedish J. Agric. Res. 26: 181-187.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. Soil Interpretation Handbook of Thailand. Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.

McDaniel, P.A., M.P. Regan, E. Brooks, J. Boll, S. Barndt, A. Falen, S.K. Young, and J.E. Hammel. 2008. Linking fragipans, perched water tables, and catchment-scale hydrological processes. Catena 73: 166-173

Materechera, S.A. and T.S. Mkhabela, 2002. The effectiveness of lime, chicken manure and leaf litter ash in ameliorating acidity in a soil previously under black wattle (*Acacia mearnsii*) plantation. Bioresource Technology 85: 9-16.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern, Switzerland.

Moffat, A.J. and R.C. Boswell. 1996. The effectiveness of cultivation using the winged tine on restored sand and gravel workings. Soil Till. Res. 40: 111-124.

Okamoto, M.and K. Okada. 2007. Available organic nitrogen in temperate, subtropical, and tropical soils extracted with different solutions. Biol. Fertil. Soils 44: 533-537

Petersen, M., P. Ayers and D. Westfall. 2004. Managing Soil Compaction. CSU Cooperative Extension Agriculture No: 0.519.

Raper, R.L., D.W. Reeves and E.C. Burt. 1998. Using in-row subsoiling to minimize soil compaction caused by traffic. J. Cotton Sci. 2: 130-135.

Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th ed. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, Washington, D.C.

Tongglum, A. P. Suriyapan and R.H. Howeler. 2000. Cassava agronomy research and adoption of improved Practices in Thailand-major achievemnet during the past 35 years, pp. 228-258. In R.H. Howeler, ed. Cassava's Potential in Asia in the 21st Century: Present Situation and Future Research and Development Needs. Proceeding of 6th Regional Workshop. Feb 21-25, 2000. Ho Chi Minh city.

Troeh, F.R., J.A. Hobbs and R.L. Donahue. 1999. Soil and Water Conservation: Productivity and Environmental Protection, 3rd ed. Prentice Hall, NJ.

Van Doren, D.M., Jr. and G.B. Triplett, Jr. 1979. Tillage systems for optimizing crop production, pp. 2-23. In R. Lal, ed. Soil Tillage and Crop Production. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria.