# การเปรียบเทียบรูปแบบการไถพรวนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและผลผลิตมันสำปะหลัง

# Comparison of tillage practices on the change of soil properties and cassava yield

**นัทธมน อภัยรี[1], สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม[1*], เอิบ เขียวรื่นรมณ์[1] และ ศุภิฌา ธนะจิตต์[1]**

**Natthamon Apairee[1], Somchai Anusontpornperm[1*], Irb Kheoruenromne[1] and Suphicha Tanachit[1]**

**บทคัดย่อ:** ทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการไถพรวนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและผลผลิตมันสำปะหลัง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ต.ห้วยบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา เพื่อศึกษาอิทธิพลของการไถพรวนที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 และการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ทรีทเมนต์การทดลอง 4 ซ้ำ ประกอบด้วยทรีทเมนต์ที่ 1 ไถด้วยผาล 3 ตามด้วยผาล 7 ปลูกแบบไม่ยกร่อง ทรีทเมนต์ที่ 2 ไถด้วยผาล 3 ผาล 7 และไถยกร่องปลูก ทรีทเมนต์ที่ 3 ไถด้วยผาลหัวหมูตามด้วยผาล 7 ปลูกแบบไม่ยกร่อง และทรีทเมนต์สุดท้าย ไถด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียว ปลูกแบบไม่ยกร่อง ดินในพื้นที่ทดลองจำแนกได้เป็น Kanhaplic Haplustult ที่เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในพิสัย 1.2-1.8 เมกะกรัม/ม.$^3$ สภาพนำน้ำของดินอยู่ในระดับที่ช้ามาก และความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับต่ำทั้งในดินบนและดินล่าง ผลการทดลอง พบว่า วิธีการไถพรวนดินรูปแบบต่างๆ ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด (เก็บเกี่ยวที่อายุประมาณ 10 เดือน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การใช้ผาล 3 เปิดดิน ไถพรวนด้วยผาล 7 และยกร่องปลูกมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงสุดเท่ากับ 2.61 ตัน/ไร่ ส่วนน้ำหนักสดส่วนเหนือดินมีแนวโน้มสูงสุดเท่ากับ 2.54 ตัน/ไร่ ได้จากการไถด้วยผาลหัวหมูแล้วตามด้วยผาล 7 ขณะที่เมื่อแบ่งย่อยเป็นส่วนต่างๆ ของพืชก็ยังคงมีแนวโน้มสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่นๆ เปอร์เซ็นต์แป้งจากทรีทเมนต์ที่ให้ผลผลิตหัวมันสดสูงสุดซึ่งมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 26% ซึ่งต่ำกว่าทรีทเมนต์อื่น (30-31%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การไถพรวนด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียวมีผลทำให้ดินที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-40 ซม. ที่ระยะห่างจากต้น 20 และ 40 ซม. มีแนวโน้มทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยสูงสุด เช่นเดียวกับมีผลทำให้ดินแน่นทึบขึ้นและสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวค่อนข้างช้ากว่าโดยเฉพาะในดินชั้นบน ขณะที่ทรีทเมนต์ที่มีจำนวนครั้งของการไถพรวนมากที่สุดมีแนวโน้มให้ผลในทางตรงกันข้ามในกรณีของสมบัติทางกายภาพ

**คำสำคัญ:** การไถพรวน, มันสำปะหลัง, คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

**ABSTRACT:** A study on comparison of tillage practices on the change of soil properties and cassava yield was conducted in the area of Tapioca Development Institute, Huai Bong subdistrict, Dankhunthod District, Nakhon Ratchasima province to investigate the impact of tillage types on soil properties and yield of cassava Huai Bong 80 variety. Randomized Complete Block Design was used for the experiment, employing four treatments with four replications as follow; three- followed by seven-disc plough with no ridge, three- followed by seven-disc plough and

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding author: somchai.a@ku.ac.th

ridging, mouldboard followed by seven-disc plough with no ridge, and only seven-disc plough with no ridge. Representative soil in the experimental area was classified as Kanhaplic Haplustult, having sandy loam texture, high bulk density (1.2-1.8 Mg $m^{-3}$), slow saturated hydraulic conductivity (lower than 1 cm $hr^{-1}$), and low fertility level both in top and subsoil layers. Result showed that there was no statistical difference in obtained fresh tuber yield (harvested at approximately 10 months of age) among treatments. The use of three-disc followed by seven-disc for land preparation with cassava grown on the ridge tended the give the highest yield of 2.61 tonne $rai^{-1}$. Using mouldboard followed by seven-disc had a tendency of giving the highest above ground biomass (leave, stem base and stem) in total of 2.45 tonne $rai^{-1}$. Statistically, the starch percentage of cassava tuber gained from that of the highest one (26%) was significantly lower than that of other treatments (30-31%). Changes of soil properties as affected by tillage practices at depths between 0-20 and 20-40 cm within 20 and 40 cm from the plant indicated that a single plough using seven-disc was likely to have greater amounts of OM, total N, available P and K left in soils than to do other treatments. It, however, caused slight compaction and slow saturated hydraulic conductivity, particularly in the topsoil layer while more trafficking as such a treatment using three- followed by seven-disc and ridging showed the contrary in the context of these physical properties. This is only one year experiment therefore the result might not be clearly conclusive. Longer term trial is recommended for more reliable outcome.
**Keywords:** tillage, cassava, soil physical property

## บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย โดยในปี 2551/52 มีพื้นที่ปลูกมากถึงประมาณ 8 ล้านไร่ ส่วนใหญ่มีการปลูกอย่างกว้างขวางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกของประเทศ และจากรายงานของมูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทยปี 2551/52 พบว่าพื้นที่ปลูกทั้งหมดประมาณ 3.7 ล้านไร่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 45 ของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งประเทศ การเตรียมดินสำหรับปลูกมันสำปะหลังโดยทั่วไปที่นิยมปฏิบัติกันในเขตจังหวัดนครราชสีมา จะใช้การไถพรวนด้วยผาล 3 จำนวน 1 ครั้ง และผาล 7 อีก 1 ครั้งก่อนทำการยกร่องปลูก (Tongglum et al., 2000) แต่การเตรียมดินโดยใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่อย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานาน เป็นสาเหตุให้ดินเกิดการอัดตัวแน่นหรือดินเกิดชั้นดานไถพรวน (plough pan) ที่ความลึกประมาณ 30-50 ซม. จากชั้นผิวดิน (Buckingham, 1976) เช่นเดียวกับที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Anusontpornperm et al., 2005) ชั้นดังกล่าวจะขัดขวางการชอนไชของรากพืช และการระบายน้ำของดิน ทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำไปตามผิวดินบนพื้นที่ที่มีความลาดชัน มีผลทำให้เกิดการกร่อนดินและสูญเสียหน้าดินออกไปจากพื้นที่ ส่งผลให้ดินเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว ในที่สุดทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดต่ำลง จากปัญหาดังกล่าว การศึกษาเรื่องรูปแบบการไถพรวนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและผลผลิตมันสำปะหลังจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อประโยชน์ทางด้านการอนุรักษ์ดิน และการลดปัญหาการเกิดชั้นดานซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัดการให้ผลผลิตของพืช

## วิธีการศึกษา

คัดเลือกพื้นที่แปลงทดลอง โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาอยู่ในบริเวณศูนย์วิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ต.ห้วยบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา เริ่มทำการวิจัยตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มี 4 ทรีทเมนต์ การทดลองจำนวน 4 ซ้ำ คือ 1) ไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 ขวางความลาดเทและปลูกมันสำปะหลังแบบไม่ยกร่อง 2) ไถเปิดดินด้วยผาล 3 ตามด้วยการไถพรวนดินด้วยผาล 7 และไถยกร่องขวางความลาดเทโดยปลูกมันสำปะหลังบนสันร่อง 3) ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมู ตามด้วยการไถพรวนด้วยผาล 7 ขวางความลาดเทและปลูกมันสำปะหลังแบบไม่ยกร่อง และ 4) ไถพรวนดินด้วยผาล 7 ขวางความลาดเทและปลูกมันสำปะหลังแบบไม่ยกร่อง ทำการปลูกเมื่อวันที่

10 มิถุนายน 2551 การปลูกใช้ ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 0.80 เมตร และระหว่างแถวเท่ากับ 1.20 เมตร ใช้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 เป็นพืชทดลอง สำหรับการใส่ปุ๋ยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้งครั้งละ 25 กก.ต่อไร่ ครั้งที่ 1 ใส่หลังปลูก 1 เดือน และครั้งที่ 2 เมื่อมันสำปะหลังอายุ 3 เดือน โดย โดยใส่ 2 จุดด้านข้างของต้นมันสำปะหลัง พื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝนในปีที่ทำการศึกษาเท่ากับ 1,137 มล.

การเก็บข้อมูล 1) ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อการวิเคราะห์ 2) จัดทำข้อมูลลักษณะดินตัวแทนในพื้นที่ (site characterization) (เอิบ, 2547) 3) เก็บตัวอย่างดินก่อนการเก็บเกี่ยวที่ 2 ระดับความลึก (0-20 และ 20-40 ซม.) ที่ระยะห่างจากต้นในแถวปลูกและระหว่างต้นที่ 2 ระยะ (20 และ 40 ซม.) เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ สภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว ความหนาแน่นรวม และการแจกกระจายของธาตุอาหารหลักในดิน และ 4) เก็บข้อมูลผลผลิตพืช ทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุประมาณ 10 เดือน เก็บข้อมูลน้ำหนักส่วนเหนือดิน (น้ำหนักต้น เหง้า และใบ) น้ำหนักผลผลิตหัวมันสด เปอร์เซ็นต์แป้ง ความสูงเฉลี่ย และจำนวนหัวต่อต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) และนำข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ขึ้นไป

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

### สภาพทั่วไปของพื้นที่และสัณฐานวิทยาสนามของดิน

ดินที่ทำการศึกษาจำแนกได้เป็น Kanhaplic Haplustult (Soil Survey Staff, 2006) พื้นที่มีความลาดเทประมาณร้อยละ 3 วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่น (local alluvium) ที่วางตัวอยู่บนวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นวัสดุตกค้าง (residuum) ของหินทรายแป้ง ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5) ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินเหนียว (clay) และดินเหนียวปนทราย (sandy clay) ปฏิกิริยาดินในสนามเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกลาง (pH 4.5-7.0)

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน พบว่าดินมีการกระจายอนุภาคขนาดทรายในดินชั้นบนมากกว่าในดินชั้นล่าง และมีปริมาณลดลงตามความลึก อนุภาคขนาดดินเหนียวมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความลึก ดินชั้นบนและล่างส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มดินร่วนเหนียวปนทราย ดินชั้นบนมีความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับปานกลาง และปานกลางถึงค่อนข้างสูงในดินชั้นล่าง สภาพการนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวในชั้นบนอยู่ในระดับช้าปานกลาง ส่วนชั้นล่างอยู่ในระดับช้ามากถึงช้าปานกลาง ส่วนสมบัติทางเคมีแสดงไว้ใน **Table 1**

**Table 1** Chemical properties of representative soils.

| Depth | Horizon | pH 1:1 | | OM | Total N | Avail. P | Avail.K | Extractable base | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $H_2O$ | KCl | | | | | Ca | Mg | K | Na |
| (cm) | | | | (-------g $kg^{-1}$-------) | | (-------mg $kg^{-1}$-------) | | (----------$cmol_c$ $kg^{-1}$----------) | | | |
| 0-30 | Ap | 4.8 | 5.4 | 6.4 | 0.2 | 6.6 | 81.1 | 3.2 | 0.9 | 0.3 | 0.4 |
| 30-50 | E | 5.3 | 6.4 | 0.7 | 0.1 | 0.8 | 21.9 | 2.3 | 0.5 | 0.1 | 0.4 |
| 50-78 | 2Bt | 3.2 | 4.0 | 2.0 | 0.2 | 0.02 | 57.1 | 2.7 | 3.8 | 0.2 | 0.5 |
| 78-99 | 2BCrtg1 | 3.2 | 4.0 | 2.8 | 0.5 | 0.3 | 62.3 | 1.8 | 4.3 | 0.2 | 0.5 |
| 99-135 | 2BCrtg2 | 3.3 | 4.1 | 0.7 | 0.2 | 0.5 | 67.3 | 2.5 | 4.9 | 0.2 | 0.6 |

**Table 2** Analytical value of soil samples collected before planting.

| Soil property | Analytical value | | Unit |
|---|---|---|---|
| | topsoil | subsoil | |
| Bulk density | 1.28 | 1.65 | $Mg/m^3$ |
| Saturated hydraulic conductivity | 0.24 | 0.11 | cm/hr. |
| Soil pH | 6.85 | 6.38 | |
| Organic matter | 7.70 | 2.65 | g/kg |
| Total nitrogen | 2.23 | 1.50 | g/kg |
| Available phosphorus | 0.17 | 0.10 | mg/kg |
| Available potassium | 85.7 | 54.9 | mg/kg |
| Extractable calcium | 4.5 | 3.8 | $cmol_c/kg$ |
| Extractable magnesium | 0.78 | 0.98 | $cmol_c/kg$ |
| Extractable potassium | 0.23 | 0.13 | $cmol_c/kg$ |
| Extractable sodium | 0.30 | 0.30 | $cmol_c/kg$ |
| Total bases | 5.8 | 5.2 | $cmol_c/kg$ |

**ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนปลูก**

ผลการวิเคราะห์ที่แสดงไว้ใน **Table 2** เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่เก็บมาจากแต่ละซ้ำของการทดลอง พบว่า ดินชั้นบน (0-20 ซม.) ก่อนการไถพรวนหรือก่อนเริ่มทำการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินต่ำ ขณะที่ดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 20-60 ซม. ดินมีความหนาแน่นรวมมากขึ้นมีสภาพนำน้ำของดินอิ่มตัวขณะอิ่มตัวช้าในดินบน ส่วนในดินชั้นล่างเนื่องจากดินมีความหนาแน่นรวมมากกว่าจึงทำให้มีสภาพนำน้ำของดินช้ากว่า ปฏิกิริยาดินที่วัดโดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ ในอัตรา 1:1 ของดินบนเป็นกลาง ส่วนดินล่างเป็นกรดเล็กน้อย

ดินชั้นบนจะมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำและลดลงในดินชั้นล่างโดยพบอยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนอยู่ในระดับปานกลางและต่ำในดินชั้นล่าง ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกับปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทั้งในดินชั้นบนและชั้นล่างอยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินชั้นบนอยู่ในระดับปานกลางและต่ำในดินล่าง ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินชั้นบนอยู่ในระดับต่ำและต่ำมากในดินชั้นล่าง ส่วนปริมาณแคลเซียม ปริมาณแมกนีเซียมและโซเดียมที่สกัดได้ของทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างพบอยู่ในระดับต่ำ ผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่า อยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งเป็นลักษณะและสมบัติของดินที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง โดยร้อยละ 80 ของพื้นที่จะเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ มีปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำถึงต่ำมาก (ชาญ และโชติ, 2537; ปิยะ และคณะ, 2542)

**ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด**

ผลการทดลอง พบว่า ผลผลิตหัวมันสดที่เก็บเกี่ยวได้จากทรีทเมนต์ที่มีการไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนด้วยผาล 7 และยกร่องปลูก (ทรีทเมนต์ที่ 2) มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.61 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ ทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนด้วยผาล 7 และทรีทเมนต์ที่ไถพรวนด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียว ขณะที่ทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนด้วยผาล 7 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด (**Table 3**) อย่างไรก็ตาม ผลผลิตหัวมันสดในทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานทดลองของ วัฒนะ (2549) ที่พบว่าการไถด้วยผาล 3 หนึ่งครั้ง ตามด้วยผาล 7 หนึ่งครั้ง และยกร่องขวางความลาดเทของพื้นที่ให้

**Table 3** Above ground biomass and fresh tuber yield (tonne rai$^{-1}$), starch percentage, plant height (cm) and number of tubers per plant compared among different treatments.

| Treatment | Above ground biomass | Fresh tuber yield | Starch percentage | Plant height | No. tuber/plant |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.85 | 1.76 | 30.5a | 164.2 | 13 |
| 2 | 1.59 | 2.61 | 26.6b | 165.2 | 14 |
| 3 | 2.45 | 2.30 | 30.2a | 178.8 | 15 |
| 4 | 1.98 | 2.26 | 30.9a | 173.0 | 14 |
| F-test | ns | ns | * | ns | ns |
| C.V. (%) | 29.3 | 17.4 | 3.3 | 15.3 | 6.4 |

[1/] Mean within the same column follow by the different letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.
ns = not significant * = significant at 5% level

ผลผลิตหัวสดสูงสุด กรณีที่ไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนด้วยผาล 7 และยกร่องปลูกมีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักสดของหัวมันสำปะหลังสูงกว่าอาจจะเป็นเพราะความหนาแน่นรวมของดินเมื่อมีการยกร่องต่ำกว่าทำให้หัวมันสำปะหลังสามารถขยายตัวได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตส่วนเหนือดิน ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป ในทรีทเมนต์ที่ 3 ที่ใช้ผาลหัวหมูสำหรับการเปิดดินแล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 มีขนาดลำต้นที่ใหญ่กว่า และมีปริมาณใบสดหลงเหลืออยู่มากกว่า แสดงให้เห็นว่ามันสำปะหลังในทรีทเมนต์นี้อาจจะยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ การเก็บเกี่ยวที่อายุประมาณ 11-12 เดือน จึงมีแนวโน้มที่น่าจะให้ผลผลิตสูงกว่านี้ และเมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายสำหรับการไถพรวนเพื่อการปลูกมันสำปะหลัง จะพบว่าทรีทเมนต์ที่ 2 ซึ่งมีการยกร่องปลูกจะเสียค่าใช้จ่ายมากที่สุด เนื่องจากต้องใช้รถแทรกเตอร์ไถเพื่อการเตรียมดินจำนวน 3 ครั้ง ขณะที่ทรีทเมนต์ที่มีการไถพรวนด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียวเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการจ้างรถแทรกเตอร์น้อยที่สุด ดังนั้น การตัดสินใจเลือกรูปแบบการไถพรวนจึงต้องพิจารณาจากผลผลิตที่ได้รับหักลบกับค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินดังกล่าว กล่าวโดยสรุปก็คือ หากราคาผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดค่อนข้างสูง ควรเลือกใช้ทรีทเมนต์ที่มีการยกร่องปลูก แต่หากราคาผลผลิตต่ำกว่า 1,500 บาท ต่อตัน ควรลดค่าใช้จ่ายด้านการไถพรวนลงเพื่อลดความเสี่ยงต่อการขาดทุน

**เปอร์เซ็นต์แป้ง**

ผลการทดลอง พบว่า เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังที่ได้จากทรีทเมนต์การทดลองต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**Table 3**) โดยทรีทเมนต์ที่ไถพรวนดินด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียวและทรีทเมนต์ที่มีการไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดเท่ากับ 31 รองลงมาได้แก่ ทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 ส่วนทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 โดยปลูกแบบยกร่องให้เปอร์เซ็นต์แป้งต่ำสุด สาเหตุที่ไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 โดยปลูกแบบยกร่องให้เปอร์เซ็นต์แป้งต่ำสุด น่าจะเกี่ยวข้องกับอิทธิพลการเจือจางของธาตุอาหาร (dilution effect) เป็นบางส่วน และบางส่วนอาจเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งพบว่าน่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารในดิน โดยเมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนรวมในดิน พบว่ามีปริมาณค่อนข้างต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ไม่มีการยกร่องปลูก ซึ่งในกรณีของการยกร่องอาจทำให้ปุ๋ยที่ใส่ไปถูกชะออกจากโซนรากพืชได้ง่ายกว่า เนื่องจากดินบริเวณสันร่องค่อนข้างร่วนซุย ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุที่ถูกเคลื่อนย้ายโดยการชะละลายได้ง่าย จึงมีความเป็นไปได้ที่รากมันสำปะหลังไม่สามารถดูดใช้ได้เต็มที่โดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต จึงน่าจะมีผลต่อ

การสร้างแป้งที่ในหัวมันสำปะหลัง ซึ่งยงยุทธ (2546) รายงานไว้ว่า ธาตุอาหารโพแทสเซียม ถือว่ามีบทบาทในการกระตุ้นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแป้ง คือ เอนไซม์ starch synthetase ซึ่งเร่งปฏิกิริยาการถ่ายโอนกลูโคสไปยังโมเลกุลของแป้ง

**น้ำหนักส่วนเหนือดิน**

ผลการทดลอง พบว่า น้ำหนักใบสด เหง้าสด และต้นมันสำปะหลังที่ได้จากทรีทเมนต์การทดลองต่างๆ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน โดยแปลงที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูตามด้วยการไถพรวนด้วยผาล 7 มีแนวโน้มให้น้ำหนักใบสด น้ำหนักเหง้าสด และน้ำหนักต้นมันสำปะหลังสูงสุด (Figure 1) ขณะที่การไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 และยกร่องปลูกมีแนวโน้มให้น้ำหนักใบสด น้ำหนักเหง้าสด และน้ำหนักต้นมันสำปะหลังต่ำสุด (Figure 1) เมื่อพิจารณาน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินทั้งหมด พบว่า การไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 มีแนวโน้มให้ค่าสูงสุด ขณะที่การไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 โดยปลูกแบบยกร่อง พืชมีแนวโน้มสร้างมวลสดเหนือดินต่ำสุด ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับผลผลิตน้ำหนักสดหัวมันสำปะหลัง ซึ่งในทรีทเมนต์นี้มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด แสดงให้เห็นว่า ทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูซึ่งสามารถกดผาลไถได้ลึกประมาณ 40 ซม. ซึ่งลึกกว่าการใช้ไถจาน (ผาล 3) ซึ่งผาลไถจะกดได้ลึกประมาณ 20-30 ซม. จากผิวดิน และลักษณะของการไถของผาลหัวหมูจะทำให้เศษซากพืชถูกไถกลบลงไปอยู่ในตอนล่างของรอยไถ ขณะที่ไถจานมักจะทำให้เศษซากพืชสะสมและกระจายอยู่ในระดับตื้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าในกรณีของการใช้ผาลหัวหมูไถเปิดดินจะทำให้ดินสามารถเก็บความชื้นที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ได้มากกว่าการใช้ไถจาน จึงทำให้พืชสามารถดูดความชื้นและธาตุอาหารขึ้นไปยังต้นส่วนเหนือดินได้ดีกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ ทำให้การเจริญของรากสะสมอาหารหรือหัวมันสำปะหลังช้ากว่า ซึ่งในกรณีของการศึกษานี้ ได้ทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุประมาณ 10 เดือนซึ่งอาจจะเร็วเกินไปในกรณีของการใช้ผาลหัวหมู จึงทำให้ได้ผลผลิตในส่วนเหนือดินสูงกว่าโดยหากเก็บเกี่ยวล่าช้าออกไปเล็กน้อย มีความเป็นไปได้ว่า การใช้ผาลหัวหมูสำหรับการเปิดดินอาจให้ผลผลิตน้ำหนักหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินที่ดีกว่า กล่าวคือ มีต้นขนาดใหญ่กว่าและยังคงมีใบยอดเหลือในปริมาณที่มากกว่า (Table 3)

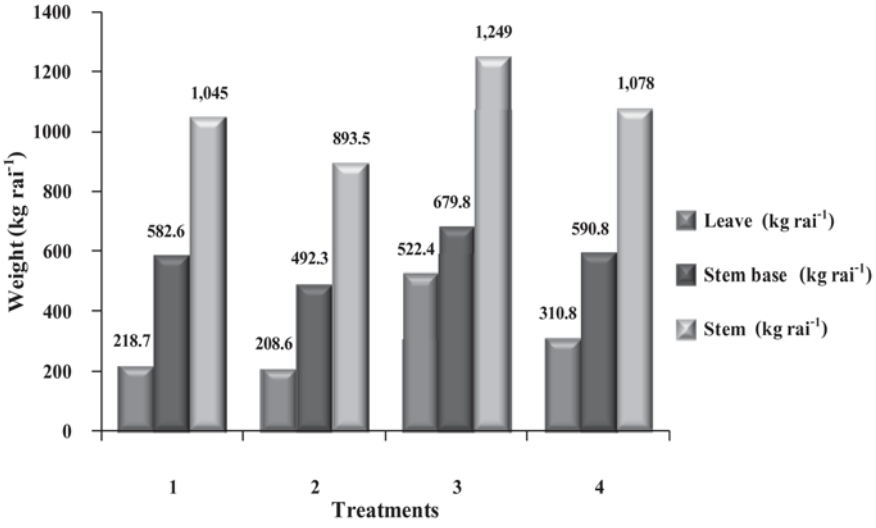


Figure 1 Effect of different tillage practices on cassava's above ground biomass.

**ความสูงและจำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้นมันสำปะหลัง**

ผลการทดลองเมื่อนำความสูงของต้นมันสำปะหลังที่ได้จากแต่ละทรีทเมนต์มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (**Table 3**) โดยทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 ต้นมันสำปะหลังมีแนวโน้มให้ความสูงเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน โดยมีความเป็นไปได้ว่าพืชน่าจะสามารถดูดธาตุอาหารขึ้นไปยังต้นส่วนเหนือดินได้ดีกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ โดยเฉพาะไนโตรเจนซึ่งบางส่วนน่าจะได้จากการสลายตัวของเศษซากพืชที่ถูกไถกลบลงไประหว่างการเตรียมดังที่ได้กล่าวมาบ้างแล้วข้างต้นจึงยังคงมีการเจริญเติบโตในส่วนเหนือดินอยู่ และพืชอาจจะแก่ช้ากว่าด้วยเนื่องจากพืชยังสามารถเจริญเติบโตทางยอดได้อยู่ สำหรับในกรณีของการไถพรวนด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียว อัตราการสลายตัวของซากพืชเป็นไปได้ช้ากว่าการไถพรวนมากครั้งกว่า ซึ่งการไถพรวนบ่อยครั้งเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้แก่ดิน จึงทำให้จุลินทรีย์ในดินสามารถย่อยสลายเศษซากพืชได้รวดเร็วกว่าดังในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ว่ามันสำปะหลังในทรีทเมนต์ดังกล่าวยังสามารถใช้ไนโตรเจนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของเศษอินทรียวัตถุในดินอย่างช้า ซึ่งตรงกับการศึกษาเกี่ยวกับการไม่ไถพรวน และการลดการไถพรวน ที่มีผลทำให้พืชสามารถใช้ไนโตรเจนจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม ผลผลิตน้ำหนักสดที่ได้รับมีปริมาณต่ำกว่า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการไถพรวนน้อยครั้งมักทำให้ความหนาแน่นรวมของดินสูง ทำให้การขยายหัวของมันสำปะหลังถูกจำกัด

สำหรับจำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้นที่ได้จากทรีทเมนต์ต่างๆ พบว่า แต่ละทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกัน (**Table 3**) โดยทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 ให้จำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้นสูงสุดเท่ากับ 15 หัวต่อต้น ขณะที่การยกร่องปลูกไม่มีผลต่อปริมาณหัวมันสำปะหลังต่อต้น เนื่องจากมีจำนวนหัวต่อต้นใกล้เคียงหรือเท่ากับการปลูกมันสำปะหลังแบบไม่ยกร่อง

**อิทธิพลของรูปแบบการไถพรวนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของดิน**

ความหนาแน่นรวมของดิน พบว่า จากการไถพรวนดินด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียวมีแนวโน้มที่จะให้ค่าความหนาแน่นรวม ที่ระยะห่างระหว่างต้นที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-40 ซม. และระยะห่างระหว่างแถวที่ระดับความลึก 0-20 ซม. สูงกว่าทรีทเมนต์อื่น ส่วนระยะห่างระหว่างแถวที่ระดับความลึก 20-40 ซม. พบว่า ตำรับที่ไถเปิดหน้าดินด้วยผาล 3 ตามด้วยไถพรวนดินด้วยผาล 7 แล้วไถยกร่องปลูก ความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มสูงสุด (**Table 4**) จากผลการศึกษาความหนาแน่นรวมของดินทั้ง 4 ทรีทเมนต์ เก็บระหว่างต้นและแถวจะมีความหนาแน่นรวมที่ระดับความลึก 0-20 ซม. มีค่าน้อยกว่าค่าความหนาแน่นรวมที่เก็บระดับความลึก 20-40 ซม. แสดงว่าความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นตามความลึก ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Anusontpornperm et al. (2005) ที่ได้ทำการศึกษาการเกิดชั้นดานไถพรวนภายใต้การปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าชั้นที่อยู่ข้างใต้ชั้นไถพรวนที่ระดับความลึกระหว่าง 30-50 ซม. จากผิวดิน ดินทุกบริเวณมีค่าความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้น สำหรับทรีทเมนต์ที่มีการไถพร้อมยกร่องปลูก ดินล่างมีแนวโน้มอัดตัวแน่นกว่าในทรีทเมนต์อื่น จากการทดลองจะเห็นได้ว่าทรีทเมนต์ที่ 2 นี้ มีการใช้รถแทรกเตอร์สำหรับการเตรียมดินมากครั้งกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ จึงสอดคล้องกับ Hassan et al. (2007) ที่ทำการศึกษาผลของการอัดตัวแน่นในดินชั้นล่าง โดยในการทดลองนี้จะทำให้ดินเกิดการอัดตัวแน่นด้วยรถที่ติดตั้งลูกกลิ้งทรงกระบอกผิวหน้าเรียบ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าจำนวนเที่ยวในการบดอัดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ดินชั้นล่างมีความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น ส่วนการไถด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียวซึ่งมีค่าความหนาแน่นรวมสูงที่สุด จะสอดคล้องกับงานทดลองของ Elder and Lal (2007) โดยทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองที่มีการไถพรวนในรูปแบบที่ต่างกัน พบว่า แปลงที่ไม่ไถพรวนกับแปลงที่ปล่อยว่างเปล่า มีความหนาแน่นของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไถด้วยผาลหัวหมู

ค่าสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวที่เก็บกึ่งกลางระหว่างต้นมันสำปะหลังและ 40 ซม. จากแถวมันสำปะหลังที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20-40 ซม. การไถพรวนดินด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียวมีแนวโน้มทำให้ดินมีสภาพนำน้ำช้าที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Miller et al. (1998) ที่ได้ทำการทดลองในประเทศแคนาดา โดยเปรียบเทียบความพรุนของดินในระยะยาวภายใต้รูปแบบการไถพรวนด้วยวิธีต่างๆ คือมีการไถพรวนตามปกติ ไถพรวนด้วยผาลหัวหมู และไม่มีการไถพรวน พบว่า ค่าสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวที่ได้จากแต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างกัน โดยแปลงที่ไม่มีการไถพรวนจะมีค่าสภาพการนำน้ำต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่นๆ ส่วนค่าสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวที่เก็บกึ่งกลางระหว่างต้นมันสำปะหลัง ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20-40 ซม. และ 40 ซม. จากแถวมันสำปะหลังที่เก็บที่ระดับความลึก 0-20 ซม. พบว่า การไถเปิดหน้าดินด้วยผาล 3 และไถพรวนดินด้วยผาล 7 พร้อมยกร่องปลูกมีแนวโน้มที่จะให้ค่าสูงกว่าทรีทเมนต์อื่น (**Table 4**) โดยเฉพาะในดินตอนบน ซึ่งน่าจะเกิดจากการพูนดินเพื่อขึ้นร่อง นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า สภาพนำน้ำของดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ที่อยู่ระหว่างแถวมันสำปะหลังมีค่าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากการใช้เครื่องมือกลเข้าปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นการใส่ปุ๋ย และการกำจัดวัชพืช ซึ่งทำให้เกิดน้ำหนักกดทับตามแนวร่องไถ

## อิทธิพลของรูปแบบการไถพรวนต่อการตกค้างของธาตุปุ๋ย

ทรีทเมนต์ที่มีการไถพรวนเพียงครั้งเดียวมีแนวโน้มทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุสะสมอยู่ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และ 20-40 ซม. สูงสุด ขณะที่ทรีทเมนต์ที่มีการไถพรวน 2 ครั้งและไถยกร่อง (ทรีทเมนต์ 2) มีค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียวัตถุหลงเหลืออยู่ต่ำสุด ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุทั้งสองจุดระหว่างแถว (ระยะห่าง 20 และ 40 ซม. จากต้น) พบว่า ทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 ปริมาณอินทรียวัตถุมีแนวโน้มสะสมอยู่ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. สูงสุด ขณะที่ทรีทเมนต์ที่มีการไถพรวน 2 ครั้งและไถยกร่องมีปริมาณอินทรียวัตถุหลงเหลืออยู่ต่ำสุด โดยได้ผลตรงกับการทดลองของ Havlin et al. (1990) และ Franzluebbers et al. (1995) ที่พบว่าการไม่ไถพรวนหรือลดการไถพรวน และทิ้งเศษซากพืชปกคลุมดินไว้ จะช่วยลดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน และชั้นผิวดินภายใต้สภาพที่ไม่มีการไถพรวนหรือลดการไถพรวนเป็นเวลานานจะมีปริมาณคาร์บอน-อินทรีย์สูงกว่าดินภายใต้สภาพที่มีการไถพรวนอย่างต่อเนื่อง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุของตัวอย่างดินที่เก็บที่ระดับความลึก 20-40 ซม. พบว่า มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ยกเว้นทรีทเมนต์ที่มีการใช้ผาลหัวหมูร่วมในการไถ มีปริมาณเพิ่มขึ้น สาเหตุน่าจะมาจากการที่ไถหัวหมูสามารถไถได้ลึกกว่าไถจานทั่วไป (เสมอขวัญ, 2550) จึงทำให้เศษซากพืชลงไปอยู่ข้างล่างได้มากกว่า (**Table 5**)

ทรีทเมนต์ที่มีการไถพรวนเพียงครั้งเดียวมีแนวโน้มให้ปริมาณไนโตรเจนสะสมอยู่ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. สูงสุด (**Table 6**) ขณะที่ทรีทเมนต์ที่มีการไถพรวน 2 ครั้งและไถยกร่อง (ทรีทเมนต์ 2) มีปริมาณไนโตรเจนหลงเหลืออยู่ต่ำสุด ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนที่ระดับความลึก 20-40 ซม. พบว่า การไถที่ใช้ผาลหัวหมูร่วมในการไถพรวนด้วยผาล 7 มีแนวโน้มทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเหลืออยู่สูงสุด ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ที่ระยะห่างจากต้น 20 และ 40 ซม. (ระหว่างต้น) จากการไถด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนด้วยผาล 7 จะมีแนวโน้มให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสะสมอยู่ในดินสูงกว่าทรีทเมนต์อื่น ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากลักษณะของผาลหัวหมู ที่สามารถพลิกกลบดินได้ดีกว่าไถจาน (Buckingham, 1976) จึงทำให้พวกเศษซากพืชต่างๆ ถูกพลิกกลบลงไปสู่ด้านล่างได้ดีกว่า ขณะเดียวกันการไถพรวนหลายครั้งจะเป็นตัวเร่งให้อินทรียวัตถุสลายตัวได้เร็วขึ้น จึงมีโอกาสที่จะทำให้ไนโตรเจนถูกปลดปล่อยออกมาได้ในอัตราที่เร็วกว่า และถูกใช้หรือสูญหายไปในรูปต่างๆ ได้ง่ายกว่า

**Table 4** Bulk density ($Mg/m^3$) and saturated hydraulic conductivity (cm/hr) of soil samples collected before harvesting from two distances between rows and plants at two different depths.

| | Bulk density | | | | Saturated hydraulic conductivity | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| treatment | 0-20 cm depth. | | 20-40 cm depth | | 0-20 cm depth. | | 20-40 cm depth | |
| | plant[1/] | row[1/] | plant[1/] | row[1/] | plant[1/] | row[1/] | plant[1/] | row[1/] |
| 1 | 1.51 | 1.50 | 1.65 | 1.68 | 1.58 | 1.35 | 1.18 | 0.57 |
| 2 | 1.53 | 1.49 | 1.73 | 1.78 | 1.60 | 1.75 | 1.20 | 0.45 |
| 3 | 1.52 | 1.53 | 1.67 | 1.75 | 1.34 | 1.53 | 0.69 | 2.17 |
| 4 | 1.56 | 1.55 | 1.73 | 1.72 | 0.66 | 0.92 | 0.17 | 0.27 |

[1/] The distance from cassava (cm)

**Table 5** Total amounts of organic matter (g/kg) of soil samples collected before harvesting from two distances between rows and plants at two different depths.

| treatment | 0-20 cm depth | | | | | | 20-40 cm depth | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | plant[1/] (cm) | | | Row[1/] (cm) | | | plant[1/] (cm) | | | Row[1/] (cm) | | |
| | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. |
| 1 | 5.67 | 7.13 | 6.40 | 5.56 | 6.73 | 6.15 | 4.93 | 3.09 | 4.01 | 4.33 | 5.60 | 4.97 |
| 2 | 4.03 | 6.60 | 5.32 | 6.04 | 5.75 | 5.90 | 3.47 | 2.60 | 3.04 | 3.77 | 6.13 | 4.95 |
| 3 | 6.06 | 5.28 | 5.67 | 7.07 | 7.38 | 7.23 | 4.31 | 5.45 | 4.88 | 5.78 | 5.06 | 5.42 |
| 4 | 6.58 | 7.65 | 7.12 | 6.94 | 5.97 | 6.46 | 5.11 | 5.65 | 5.38 | 5.79 | 5.73 | 5.76 |

[1/] The distance from cassava (cm)

**Table 6** Total amounts of nitrogen (g/kg) of soil samples collected before harvesting from two distances between rows and plants at two different depths.

| treatment | 0-20 cm depth | | | | | | 20-40 cm depth | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | plant[1/] (cm) | | | Row[1/] (cm) | | | plant[1/] (cm) | | | Row[1/] (cm) | | |
| | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. |
| 1 | 0.23 | 0.25 | 0.24 | 0.20 | 0.36 | 0.28 | 0.16 | 0.22 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.22 |
| 2 | 0.18 | 0.28 | 0.23 | 0.32 | 0.26 | 0.29 | 0.26 | 0.21 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.18 |
| 3 | 0.27 | 0.22 | 0.24 | 0.24 | 0.35 | 0.29 | 0.31 | 0.32 | 0.32 | 0.18 | 0.16 | 0.17 |
| 4 | 0.22 | 0.37 | 0.29 | 0.36 | 0.28 | 0.31 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.21 | 0.21 | 0.21 |

[1/] The distance from cassava (cm)

**Table 7** Total amounts of available phosphorus (mg $kg^{-1}$) of soil samples collected before harvesting from two distances between rows and plants at two different depths.

| treatment | 0-20 cm depth | | | | | | 20-40 cm depth | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | plant[1/] (cm) | | | Row[1/] (cm) | | | plant[1/] (cm) | | | Row[1/] (cm) | | |
| | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | |
| 1 | 18.80 | 10.70 | 14.75 | 18.41 | 10.22 | 14.32 | 5.75 | 4.65 | 5.20 | 8.29 | 5.99 | 7.14 |
| 2 | 25.06 | 13.09 | 19.08 | 23.07 | 14.23 | 18.65 | 14.77 | 14.14 | 14.45 | 7.05 | 9.47 | 8.26 |
| 3 | 31.30 | 14.67 | 22.98 | 22.26 | 18.49 | 20.37 | 14.11 | 19.48 | 16.80 | 20.59 | 14.15 | 17.37 |
| 4 | 56.09 | 18.22 | 37.16 | 59.01 | 23.32 | 41.16 | 15.48 | 13.64 | 14.56 | 16.87 | 48.57 | 32.72 |

[1/] The distance from cassava (cm)

**Table 8** Total amounts of available potassium (mg/kg) of soil samples collected before harvesting from two distances between rows and plants at two different depths.

| treatment | 0-20 cm depth | | | | | | 20-40 cm depth | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | plant[1/] (cm) | | | Row[1/] (cm) | | | plant[1/] (cm) | | | Row[1/] (cm) | | |
| | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | Avg. | 20 | 40 | |
| 1 | 72.0 | 60.6 | 66.28 | 71.8 | 65.7 | 68.73 | 52.1 | 46.6 | 49.35 | 54.4 | 50.7 | 52.53 |
| 2 | 77.1 | 63.9 | 70.52 | 73.7 | 57.8 | 65.75 | 57.9 | 67.1 | 62.50 | 62.4 | 60.0 | 61.21 |
| 3 | 69.1 | 68.0 | 68.58 | 79.3 | 69.6 | 74.41 | 54.4 | 51.6 | 53.01 | 55.2 | 54.8 | 55.01 |
| 4 | 77.4 | 79.9 | 78.64 | 79.1 | 69.1 | 74.10 | 63.2 | 61.0 | 62.11 | 61.3 | 63.3 | 62.31 |

[1/] The distance from cassava (cm)

ทรีทเมนต์ที่มีการไถพรวนเพียงครั้งเดียวมีแนวโน้มให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. สูงสุด ขณะที่ทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาล 3 และไถพรวนด้วยผาล 7 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยต่ำสุด ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 20-40 ซม. พบว่า การไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมู แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 มีแนวโน้มให้ค่าสูงสุด ขณะที่ทรีทเมนต์ที่ไถพรวน 2 ครั้งด้วยผาล 3 และผาล 7 ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด (**Table 7**) ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ที่ได้จากการไถพรวนด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียว มีแนวโน้มจะเหลือปุ๋ยฟอสฟอรัสนี้มากกว่าในทรีทเมนต์อื่นๆ แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยด้านข้างต้นมันสำปะหลังที่อยู่ระหว่างแถว พืชไม่สามารถใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสได้หมด ทำให้เหลือตกค้างอยู่ดังกล่าว สอดคล้องกับการทดลองของ Duiker and Beegle (2006) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยแบบแถบจะทำให้เกิดการสะสมฟอสฟอรัสที่ระยะห่างจากแถวปลูกประมาณ 10-20 ซม. ที่ระดับความลึก 0-5 ซม.

ทรีทเมนต์ที่มีการไถพรวนด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียวมีแนวโน้มทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สะสมอยู่ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. สูงสุด ขณะที่การไถเปิดดินด้วยผาล 3 และไถพรวนด้วยผาล 7 มีปริมาณเฉลี่ยเหลือต่ำสุด ส่วนที่ระดับความลึก 20-40 ซม. พบว่า การไถเปิดหน้าดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 และยกร่องมีแนวโน้มให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยสูงสุด ขณะที่การไถเปิดหน้าดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนด้วยผาล 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (**Table 8**) เมื่อพิจารณาทรีทเมนต์ที่มีการไถด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียว พบว่าจะมีแนวโน้มให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลงเหลือสูงกว่าการไถรูปแบบอื่นๆ ซึ่งมีทิศทางไปในทางเดียวกันกับปริมาณฟอสฟอรัส คือมีแนวโน้มที่จะเหลือปุ๋ยโพแทสเซียมสูงสุด และเมื่อดูที่ระยะห่างต่างๆ ระหว่างแถว พบว่า มีแนวโน้มการสะสมปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มากกว่าระยะห่างระหว่างต้น โดยจะสอดคล้องกับรายงานการทดลองของ Duiker and Beegle (2006) คือ ปริมาณโพแทสเซียมที่ระดับความลึก 0-5 ซม. จะมีปริมาณสูงในบริเวณแถวปลูก ซึ่งสาเหตุอาจจะเกิดมาจากการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากเศษซากพืชต่างๆ ที่สลายตัว

## สรุป

แปลงมันสำปะหลังที่ทำการศึกษาทดลองอยู่ในบริเวณที่เป็นดินในกลุ่มดินย่อย Kanhaplic Haplustult ทรีทเมนต์ที่มีการไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนด้วยผาล 7 และยกร่องปลูก มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด ขณะที่ทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนด้วยผาล 7 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด การไถเปิดดินด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 และยกร่องปลูก ให้น้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดต่ำสุด ส่วนแปลงที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนด้วยผาล 7 ให้น้ำหนักรวมส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงสุด ซึ่งหาก

เก็บเกี่ยวล่าช้าออกไปเล็กน้อย มีความเป็นไปได้ว่าการใช้ผาลหัวหมูสำหรับการเปิดดินอาจให้ผลผลิตน้ำหนักหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินที่ดีกว่า กล่าวคือ มีต้นขนาดใหญ่กว่าและยังคงมีใบยอดเหลือในปริมาณที่มากกว่า ส่วนลำต้นยังคงมีสีเขียวเรื่อๆ อยู่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพืชอาจจะยังไม่แก่เต็มที่เนื่องจากยังคงมีการเจริญเติบโตทางส่วนเหนือดินอยู่ เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังที่ได้จากการไถพรวนด้วยผาล 7 เพียงครั้งเดียวเช่นเดียวกับการไถเปิดดินด้วยด้วยผาล 3 แล้วไถพรวนด้วยผาล 7 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด ส่วนทรีทเมนต์ที่ไถด้วยผาล 3 ตามด้วยผาล 7 และยกร่องให้เปอร์เซ็นต์แป้งต่ำสุด ซึ่งน่าจะเกิดจากการให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดสูงสุดทำให้ธาตุอาหารที่ถูกใช้มีความเจือจางกว่าความสูงและจำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้นมันสำปะหลัง ทรีทเมนต์ที่ไถเปิดดินด้วยผาลหัวหมูแล้วไถพรวนดินด้วยผาล 7 ต้นมันสำปะหลังมีแนวโน้มให้ความสูงเฉลี่ยสูงสุด การไถพรวนน้อยครั้งกว่ามีแนวโน้มทำให้ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลงเหลืออยู่ในดินมากกว่า ในทางตรงข้าม กลับทำให้ความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่า และทำให้สภาพการไหลซึมในทางดิ่งของน้ำเกิดขึ้นได้ช้ากว่า ซึ่งอาจเป็นการช่วยส่งเสริมให้เกิดการสะสมของน้ำที่ไหลบ่าไปตามหน้า ที่จะก่อให้เกิดปัญหาการกร่อนดินได้โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดชัน

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัย สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง ต.ห้วยบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา สำหรับพื้นที่ทดลอง การเตรียมพื้นที่ และพันธุ์มันสำปะหลัง รศ.ดร.วิจารณ์ วิชชุกิจ คณบดีคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ สำหรับการให้การช่วยเหลือด้านการประสานงานและคำแนะนำต่างๆ รศ.ดร.อัญชลี สุทธิประการ (หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยาขณะทำการศึกษา) สำหรับคำแนะนำและการช่วยเหลือด้านห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน นางดาเรศร์ กิตติโยภาส ผู้อำนวยการกองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร และเจ้าหน้าที่ กรมส่งเสริมการเกษตร สำหรับรถแทรกเตอร์และอุปกรณ์การไถพรวนดิน คุณพิษณุ เดชโยธิน และคุณปรีชา เพชรประไพ เจ้าหน้าที่สถาบันพัฒนามันสำปะหลังสำหรับการติดต่อประสานงานการดูแลแปลงทดลอง

## เอกสารอ้างอิง

ปิยะวุฒิ พูลสงวน, วิจารณ์ วิชชุกิจ, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, เอ็จ สโรบล, ปิยะ ดวงพัตรา จำลอง เจียมจำนรรจา และวัชรี เลิศมงคล. 2542. เทคนิคในการเพิ่มผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 4. โครงการเพื่อบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2551. รายงานคณะสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลัง ปี 2550/2551. แหล่งที่มา: http://www.tapiocathai.org/L2.1.html, ค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2551.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัฒนะ วัฒนานนท์, เสาวรี ตังสกุล, ปรีชา เพชรประไพ, สมเจตน์ จันทวัฒน์, นพสูญ สมุทรทอง และไรน์ฮาร์ด เฮาเลอร์. 2549. วิธีการเตรียมดินชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ ในเขตจังหวัดนครราชสีมาและฉะเชิงเทรา, น. 32-41. ใน: เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 44 (สาขาพืช). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โสภณ สินธุประมา. 2526. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์, น. 9-16. ใน: มันสำปะหลัง เอกสารวิชาการ เล่มที่ 7. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เสมอขวัญ ตันติกุล. 2550. เครื่องทุ่นแรงในฟาร์ม. The Knowledge Center, กรุงเทพฯ.

ชาญ ถิรพร และโชติ สิทธิบุศย์. 2537. ดินและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพกับมันสำปะหลัง. ใน: ศูนย์วิจัยพืชไร่, รวบรวม. มันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2542. คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

Buckingham, F. 1976. Fundamentals of Machine Operation-Tillage. John Deere. Moline, IL.

Duiker, S.W. and D.B. Beegle. 2006. Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk system. Soil Till. Res. 88: 30-41.

Elder, J.W. and R. Lal. 2007. Tillage effects on physical properties of agricultural organic soils of North Central Ohio. Soil Till. Res. 98: 208-210.

Franzluebbers, A.J., F.M. Hons and D.A. Zuberer. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass, and mineralizable carbon and nitrogen in sorghum. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 460-466.

Hassan, F.U., M. Ahmad, N. Ahmad and M. Kaleem Abbasi. 2007. Effects of subsoil compaction on yield and yield attributes of wheat in the sub-humid region of Pakistan. Soil Till. Res. 96: 361-366.

Havlin, J.L., D.E. Kissel, L.D. Maddux, M.M. Claassen and J.H. Lang. 1990. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 448-452.

Miller, J.J., E.G. Kokko and G.C. Kozub. 1998. Comparison of porosity in a chernozemic clay loam soil under long-term conventional tillage and no-till. Can. J. Soil Sci. 78 (4): 619-629.

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.