สมบัติของชั้นดานไถพรวนในดินปลูกมันสำปะหลังและอ้อย จังหวัดขอนแก่น

Properties of Plough Pan in Cassava and Sugarcane Growing Soils, Khon Kaen Province

อรพิน เกลี้ยกล่อม[1], ศุภิฌา ธนะจิตต์[1*], สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม[1], เอิบ เขียวรื่นรมณ์[1] และลลิดา ชัยเนตร[2]

Orapin Kliaklom[1], Suphicha Thanachit[1*], Somchai Anusontpornperm[1], Irb Kheoruenromne[1] and Lalida Chainet[2]

บทคัดย่อ: ทำการศึกษาสมบัติของชั้นดานไถพรวนในดินปลูกมันสำปะหลังและอ้อยจำนวน 5 บริเวณในจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ ดินคล้ายชุดดินสตึกที่มีเบสสูงในดินล่าง (PP-1; Ultic Haplustalf) ดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย (PP-2; Typic Plinthustult) ชุดดินยโสธร (PP-3; Typic Haplustult) และชุดดินสตึก (PP-4, PP-5; Typic Paleustults) ดินทั้งหมดเป็นดินลึก เป็นกรดรุนแรงถึงเป็นกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินอยู่ในกลุ่มเนื้อปานกลางยกเว้นดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทรายที่มีเนื้อหยาบตลอดหน้าตัดดิน พบชั้นดานไถพรวนในเกือบทุกดินยกเว้นในดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย โดยพบที่ความลึก 20-25 ซม. และมีความหนา 15-20 ซม. มีความหนาแน่นรวมของดินในพิสัย 1.69-1.85 เม.ก./ม.^{3} และค่าความแข็งในพิสัย 0.28-6.87 กก./ซม.^{2} ซึ่งมีค่าสูงกว่า แต่สภาพนำน้ำของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (0.03-1.20 ซม./ชม.) ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นดินบนและชั้นดินที่ถัดลงมาจากชั้นดาน ความต้านทานการแทงทะลุของดินในสนามของดินในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยมีค่าอยู่ในพิสัย 2-10 เมกะพาสคาล ชั้นดานไถพรวนในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังอยู่ตื้นกว่าในพื้นที่ปลูกอ้อย แต่สมบัติโดยรวมคล้ายคลึงกัน ยกเว้นความหนาแน่นรวมของชั้นดานไถพรวนในพื้นที่มันสำปะหลัง (1.70-1.83 เม.ก./ม.^{3}) ที่มีค่าสูงกว่าที่พบในแปลงอ้อย (1.56-1.80 เม.ก./ม.^{3}) ส่วนความแข็ง (0.43-2.79 กก./ซม.^{2}) กลับมีค่าต่ำกว่าชั้นดานไถพรวนในแปลงอ้อย (0.28-6.87 กก./ซม.^{2}) ส่วนการสะสมธาตุอาหารหลักและอินทรียวัตถุในตอนล่างของชั้นดินบนและตอนบนของชั้นดานไถพรวนไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ชั้นดานไถพรวน, ชั้นดินล่างอัดแน่น, มันสำปะหลัง, อ้อย

ABSTRACT: A study on properties of plough pan in cassava and sugarcane growing soils was carried out in five areas, all located in Khon Kaen Province. There were Satuk, high base subsoil variant soil (PP-1; Ultic Haplustalf), Phon Phisai, sandy variant soil (PP-2; Typic Plinthustult), Yasothon soil series (PP-3; Typic Haplustult) and Satuk soil series (PP-4, PP-5; Typic Paleustults). All soils were deep, having extremely acid to neutral soil reaction and low fertility level. They had gap-graded particle size distribution and medium textural class except for Phon Phisai,

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

[2] ส่วนวิจัยกายภาพดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ 10900
Soil Physics Research Section, Office of Science for Land Development, Land Development Department, Bangkok 10900

* Corresponding author: agrspc@ku.ac.th

sandy variant soil that had coarse textural class. Plough pan was found in all soils, starting at depths between 20-25 cm with the thickness of 15-20 cm, except Phon Phisai, sandy variant soil. Bulk density of these compacted layers ranged from 1.69-1.85 Mg/m^3 and soil strength varied between 0.28-6.87 kg/cm^2, which were higher than those of directly overlain and underlain layers while saturated hydraulic conductivity (0.03-1.20 cm/hr) being lower. Considering field penetration resistance both in cassava and sugarcane growing soils, the values ranged from 2-10 MPa. Depths of plough pan found in cassava growing soils were shallower than those of sugarcane growing soils whereas general properties of plough pan were rather similar in soils used for growing both plants. There were an exception for bulk density that cassava growing soils had higher values (1.70-1.83 Mg/m^3) than did sugarcane growing soils (1.56-1.80 Mg/m^3) and for soil strength that the soils used for the former plant showed lower values (0.43-2.79 kg/cm^2) than did the soils (0.28-6.87 kg/cm^2) used for cultivating the latter plant. However, plant nutrient and organic matter contents at the bottom of topsoil and at the top of plough pan layer were rather similar.
Keyword: plough pan, subsoils compaction, cassava, sugarcane

บทนำ

เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการเกษตรอย่างต่อเนื่องโดยไม่ปล่อยให้มีการพักดินโดยเฉพาะการผลิตพืชไร่ ซึ่งมักใช้เครื่องจักรกลที่มีน้ำหนักมากในการเตรียมดินอยู่เสมอ และ/หรือมีการเขตกรรมที่ผิดวิธี จึงก่อให้เกิดการอัดแน่นของชั้นดินล่างใต้ชั้นไถพรวนที่ระดับความลึกประมาณ 30-40 ซม. เกิดเป็นชั้นดานไถพรวน (Balbuena et al., 2000) ดินที่มีแนวโน้มที่จะเกิดชั้นดานไถพรวนได้ส่วนใหญ่เป็นดินในกลุ่มเนื้อปานกลางถึงเนื้อค่อนข้างหยาบ มีปริมาณอนุภาคขนาดทรายละเอียดหรือทรายแป้งสูง โครงสร้างของดินถูกทำลายได้ง่าย ทนแรงกระทำจากการไถพรวนหรือการกดทับด้วยเครื่องจักรขนาดใหญ่ได้น้อย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) โดยส่วนใหญ่มักพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้ผลิตพืชไร่ที่สำคัญ ได้แก่ มันสำปะหลังและอ้อย ซึ่งจะมีการใช้เครื่องมือหนักในการเตรียมดินเป็นประจำ ยกตัวอย่างเช่น การใช้รถไถติดด้วยชุดไถจานที่เป็นผาล 3 เปิดหน้าดินและกำจัดวัชพืช การพรวนดินโดยใช้ไถจานที่เป็นผาล 7 การไถยกร่อง การใช้รถไถขนาดเล็กเข้ากำจัดวัชพืชในแปลง ทำแนวสำหรับการใส่ปุ๋ยและกลบปุ๋ย และเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งจากการปฏิบัติข้างต้น ล้อของรถไถที่ปฏิบัติงานในไร่จะกดทับผิวหน้าดิน ทำให้ดินบริเวณนั้นเกิดการถ่ายแรงลงไปยังชั้นดินที่ระดับความลึกต่างๆ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของเครื่องจักร และสภาพความชื้นของดินขณะนั้น มีผลให้เกิดการอัดตัวแน่นของดินตั้งแต่ผิวดินจนถึงชั้นดินล่าง อย่างไรก็ตาม ดินที่ชั้นผิวดินจะถูกรบกวนจากการปฏิบัติในไร่นาจึงมีโอกาสร่วนซุย แต่ดินที่อยู่ด้านล่างที่ลึกเกินกว่าที่ผาลไถจะปฏิบัติงานถึงเป็นบริเวณที่เกิดชั้นดานไถพรวน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548; Jorajuria and Draghi, 2000) ชั้นดานเป็นชั้นที่แน่นทึบจะขัดขวางการเจริญเติบโตและการชอนไชของรากพืช ระบบรากจะถูกยับยั้งให้รากแพร่กระจายอยู่บริเวณด้านบนของชั้นดาน (Bennie, 1991; Radford et al., 2000) ในฤดูแล้งดินจะแห้งมีความชื้นไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช และเมื่อฝนทิ้งช่วงพืชจะแสดงอาการเหี่ยว และตายเร็วกว่าปกติ เนื่องจากชั้นดานจะขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำไปยังรากพืช (Coelho et al., 2000) ในฤดูฝนจะเกิดชั้นน้ำใต้ดินชั่วคราว (McDanial et al., 2008) โดยน้ำที่ขังจะทำให้พืชเสียหายและตายในที่สุด (Singer, 1987) นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้เกิดการกร่อนดิน เนื่องจากน้ำไหลซึมลงในทางดิ่งได้ช้าทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำบริเวณผิวหน้าดิน หากพื้นที่มีความลาดชันการไหลบ่าของน้ำจะเร็วทำให้เกิดการกร่อนดินอย่างรุนแรง (กลุ่มมาตรฐาน, 2544; Boer, 1999) จากลักษณะที่เป็นปัญหาดังกล่าวนี้ การศึกษาถึงลักษณะของชั้นดานไถพรวน และข้อจำกัดทางการเกษตรในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยในจังหวัดขอนแก่นน่าจะเกิดประโยชน์ต่อการจัดการดินเพื่อแก้ไขชั้นดานเหล่านี้ เพื่อประโยชน์ต่อการปลูกพืชอย่างยั่งยืน

วิธีการศึกษา

การศึกษาภาคสนาม

คัดเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นแปลงเกษตรกรที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยที่อยู่ใกล้เคียงกันจำนวน 5 บริเวณในจังหวัดขอนแก่น เริ่มทำการศึกษาตั้งแต่เดือนเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 โดยมีพื้นที่อยู่ในอำเภอน้ำพอง จำนวน 3 บริเวณ ได้แก่ ดินคล้ายชุดดินสตึกที่มีเบสสูงในดินล่าง (PP-1; Ultic Haplustalf) ดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย (PP-2; Typic Plinthustult) และ ชุดดินยโสธร (PP-3; Typic Haplustult) และ ในอำเภอมัญจาคีรี จำนวน 2 บริเวณ ได้แก่ ชุดดินสตึก (PP-4 และ PP-5; Typic Paleustults)

ในแต่ละบริเวณที่ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างได้มีการจัดทำคำอธิบายลักษณะของหน้าตัดดินตัวแทนของพื้นที่ (site characterization) ตามวิธีมาตรฐาน (เอิบ, 2547, Soil Survey Division Staff, 2006) ขณะที่การศึกษาลักษณะและสมบัติของชั้นดานไถพรวน ดำเนินการโดย**ขุดหลุมขนาด** 60 × 60 × 60 ซม. ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยบริเวณละ 1 หลุม ทำการตกแต่งหน้าตัดดินให้สามารถมองเห็นสัณฐานวิทยาของดินได้ชัดเจนในด้านที่ขนานกับแนวปลูกพืช ทำการแบ่งชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ตรวจสอบสมบัติดินในแต่ละชั้น และทำคำบรรยายหน้าตัดดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินตามชั้นกำเนิดดิน และที่ชั้นหนา 5 ซม. ตอนล่างของดินบนและที่ความหนาเดียวกันในตอนบนของชั้นดานไถพรวน ทำการวัดค่าแรงต้านทานการแทงทะลุของดินในสนามในบริเวณที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อย โดยใช้เครื่องวัดความอัดแน่นของดิน (penetrometer) ที่ 10 ระดับความลึกโดยวัดทุกๆ 5 ซม. จากชั้นผิวดินจนถึงที่ระดับความลึก 50 ซม.

การวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคสนามมาผึ่งลมให้แห้ง (air dry) บด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. เพื่อใช้วิเคราะห์สมบัติของดินตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย (National Soil Survey Center, 1996) ได้แก่ การกระจายขนาดของอนุภาคดิน ความแข็งของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน สภาพนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ความจุน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้ พีเอชดินวัดในน้ำที่อัตราส่วน 1:1 ปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และปริมาณธาตุอาหารหลัก

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนามดิน

พื้นที่ศึกษาอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 177-195 ม. พบบนตะพักลุ่มน้ำตอนกลางและตอนล่าง (low and middle terrace) ผิวหน้าเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันร้อยละ 2-6 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่นและตะกอนล้างผิวดินที่วางตัวอยู่บนตะกอนตกค้างที่สลายตัวมาจากหินทราย ดินมีการระบายน้ำดี สภาพให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลางถึงเร็ว และการไหลบ่าของน้ำที่ผิวดินปานกลางถึงเร็ว ส่วนใหญ่พบที่ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 200 ซม. ในฤดูแล้ง ยกเว้นในชุดดินสตึก (PP-4 และ PP-5) **ที่พบน้ำใต้ดินขณะทำการศึกษาในสนามที่ระดับ** ความลึก 190 และ 160 ซม. ตามลำดับ

ดินทั้งหมดเป็นดินลึก มีการสะสมดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึกจากผิวหน้าดิน ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็น Ap-Btd-Bt-Btg, Ap-BE-Bt และ Ap-Btd-Bt **(Figure 1)** ดินบนหนา 20-36 ซม. มีสีน้ำตาลปนแดงถึงน้ำตาลปนเหลือง โครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดมากถึงละเอียด โครงสร้างไม่แข็งแรง การยึดตัวของดินเมื่อแห้งจะนุ่มและแตกออกจากกันได้ง่าย ดินล่างลึกมีสีแดงปนเหลืองถึงสีน้ำตาลเข้ม มีเพียงดินคล้ายชุดดินสตึกที่มีเบสสูงในดินล่าง (PP-1) ที่พบจุดประที่แสดงถึงลักษณะของการขังน้ำ สีแดงปนเหลืองและสีน้ำตาลเข้มที่ระดับความลึก 110 ซม. ลงไป ดินมีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน โครงสร้างมีความแข็งแรงปานกลางถึงแข็งแรงมาก การยึดตัวของดินเมื่อดินแห้ง ดินจะแข็งเล็กน้อยถึงแข็งมาก

ในทุกบริเวณพบการเคลือบของดินเหนียวบริเวณผิวหน้าเม็ดดิน และสะพานเชื่อมระหว่างเม็ดทรายอย่างชัดเจน

ดินทั้งหมด ยกเว้นในดินคลายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย (PP-2) พบชั้นดานไถพรวน (Btd) ที่ระดับความลึก 20-25 ซม. และมีความหนาประมาณ 15-20 ซม. โดยชั้นดินดังกล่าวมีความคงทนของโครงสร้างแข็งแรงกว่า การยึดตัวของดินเมื่อดินแห้งจะแข็งมากกว่า และมีจำนวนช่องว่างขนาดเล็กน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นดินที่อยู่ตอนบนและตอนล่างของชั้นดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ลักษณะทางสัณฐานวิทยาอื่นๆ ของชั้นดานไถพรวนที่นอกเหนือจากที่กล่าวไปข้างต้น จะมีความคล้ายคลึงกับลักษณะของชั้นดินล่าง เช่น มีสีแดงปนเหลืองถึงสีน้ำตาลเข้ม และการเคลือบของดินเหนียวที่ผิวหน้าเม็ดดิน

การกระจายขนาดอนุภาคของดิน

ดินที่ทำการศึกษาจัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบและกลุ่มเนื้อปานกลาง โดยมีชั้นเนื้อดินเป็นดินทราย ปนดินร่วน ดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียวปนทราย **(Figure 2)** มีปริมาณอนุภาคขนาดทรายอยู่ในพิสัย 539-811 ก./กก. อนุภาคขนาดทรายแป้งอยู่ในพิสัย 115-210 ก./กก. และอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่ในพิสัย 55-302 ก./กก. **(Figure 3)** โดยอนุภาคขนาดทรายมีแนวโน้มลดลงตามความลึก การแจกกระจายของอนุภาคขนาดทรายแป้งนั้นค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่ระดับความลึกประมาณ 20 ซม. จากนั้นจะมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้ชั้นดินที่ระดับความลึกดังกล่าวเกิดการอัดตัวแน่นเนื่องจากแรงกดทับได้ง่าย

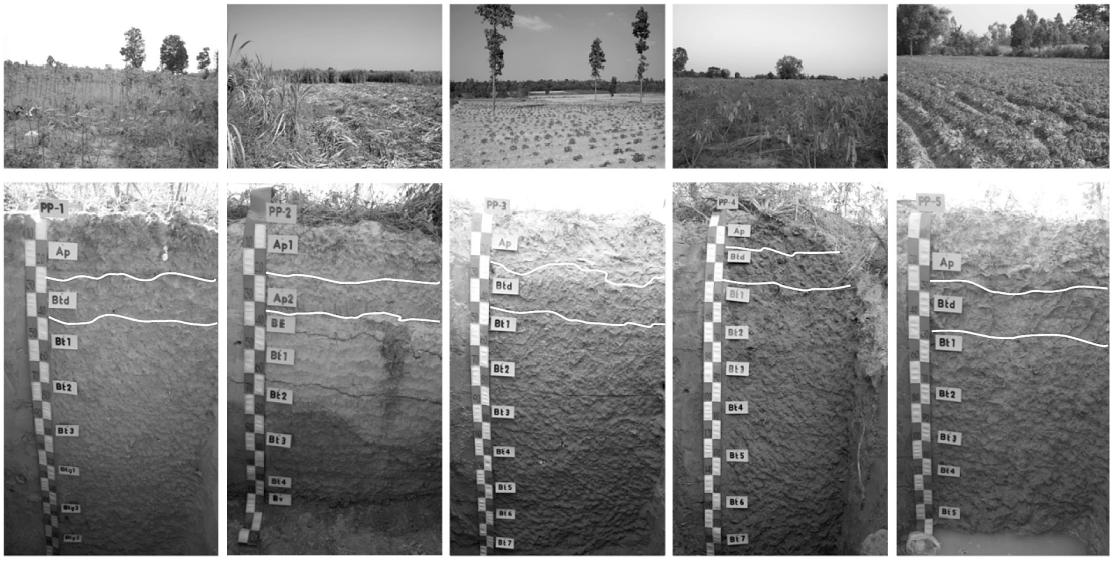


Figure 1 General environment, profile development and morphology of soils studied with the occurrence of plough pan.

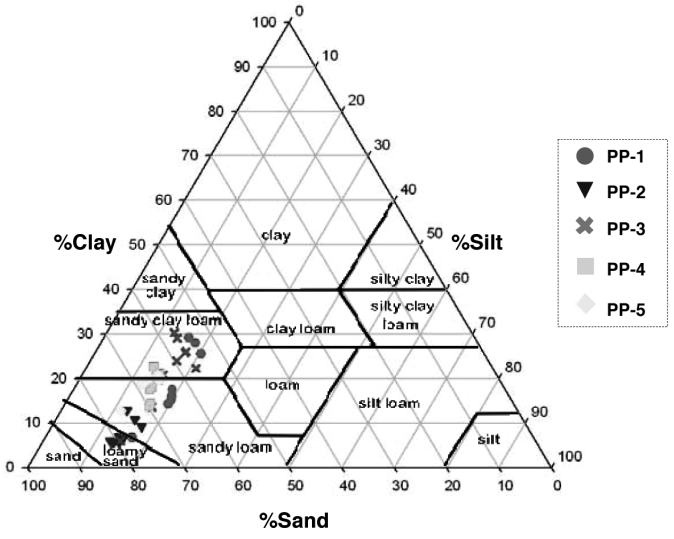
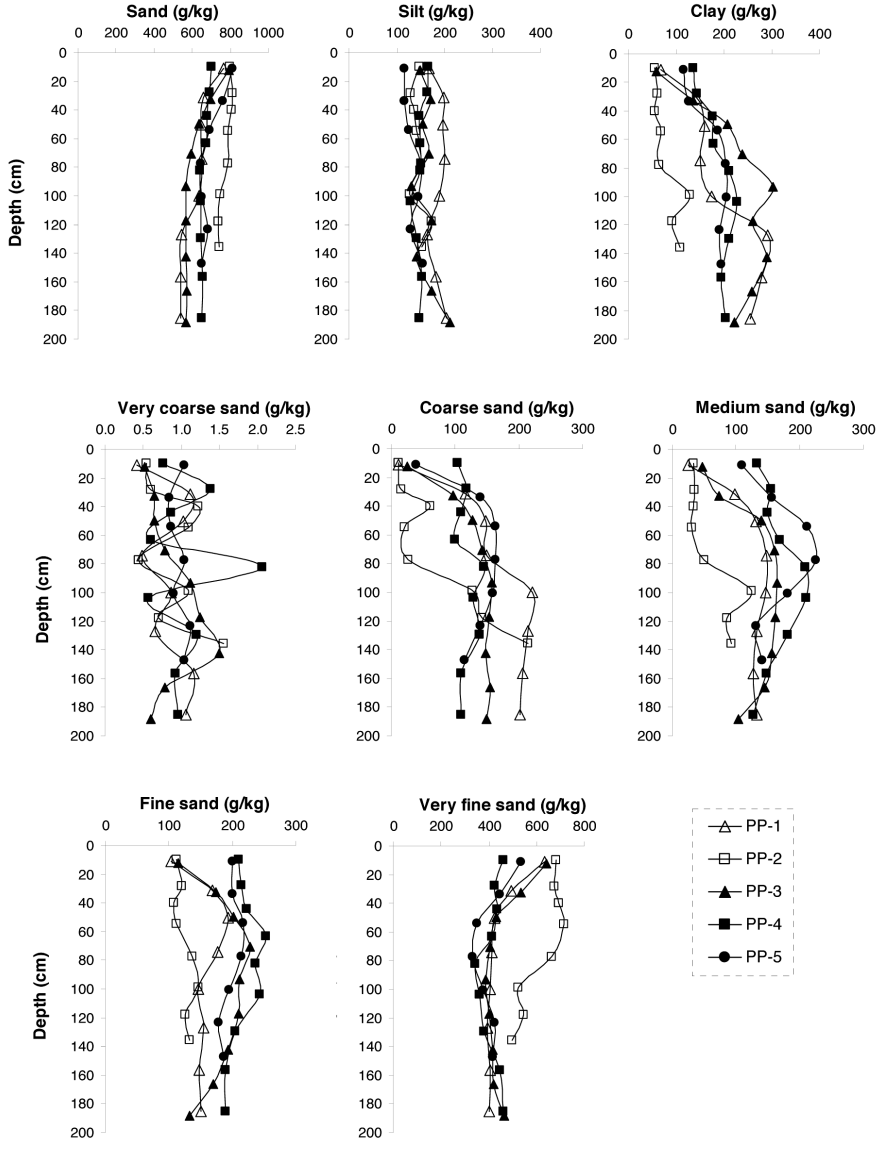


Figure 2 Textural class of plough pan bearing soils.

การแจกกระจายของอนุภาคขนาดทราย พบว่าดินทั้ง 5 บริเวณ ประกอบด้วยอนุภาคขนาดทรายละเอียดมากในปริมาณสูงที่สุด มีค่าอยู่ในพิสัย 333-714 ก./กก. รองลงมาได้แก่ อนุภาคขนาดทรายละเอียด (104-253 ก./กก.) และดินมีอนุภาคขนาดทรายหยาบต่ำที่สุดในทุกบริเวณ (Figure 3) ดินมีปริมาณทรายละเอียดมากและทรายละเอียดจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในชั้นดินที่อยู่ถัดมาจากชั้นดินบน จากนั้นจะเริ่มลดลงที่ระดับความลึกประมาณ 35 ซม. ซึ่งการที่มีปริมาณอนุภาคขนาดทรายละเอียดมาก ทรายละเอียด และทรายแป้งในบริเวณดังกล่าวภายในหน้าตัดดินสูงจะส่งเสริมให้ดินง่ายต่อการถูกอัดตัวแน่นและเกิดเป็นชั้นดานไถพรวนขึ้นใต้ชั้นไถพรวน (กลุ่มมาตรฐาน, 2544) โดยกระบวนการชะละลายของน้ำในแนวดิ่งจะพาอนุภาคดินที่มีขนาดเล็กเหล่านี้ลงไปอัดแน่นในช่องว่างขนาดใหญ่ของดินล่างใต้ชั้นไถพรวน (Chartres and Norton, 1994) แต่ในกรณีของดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย (PP-2) พบว่ามีอนุภาคขนาดทรายสูงกว่าดินอื่นๆ ทั้ง 4 บริเวณ โดยเฉพาะที่ความลึก 20-40 ซม. โดยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มขนาดทรายละเอียดมาก แต่กลับมีปริมาณดินเหนียวต่ำมาก แสดงให้เห็นว่าอนุภาคจะมีขนาดใกล้เคียงกัน ดังนั้นในกรณีที่ได้รับแรงกดทับจากเครื่องจักรกล ถึงแม้ว่าจะมีการจัดเรียงของอนุภาคใหม่ แต่อนุภาคขนาดละเอียดที่จะเคลื่อนที่ไปอยู่ในระหว่างช่องว่างจะเกิดขึ้นได้น้อย จึงไม่ส่งผลให้เกิดการอุดตันกลายเป็นชั้นดานไถพรวน

ลักษณะการแจกกระจายของอนุภาคขนาดต่างๆ แสดงให้เห็นว่าทุกชั้นดินของทุกบริเวณสามารถแบ่งกลุ่มของอนุภาคได้เป็น 3 กลุ่มขนาด (gap grade) ได้แก่ อนุภาคในกลุ่มขนาดใหญ่ (0.1-1.0 มม.) กลุ่มขนาดกลาง (0.07-0.1 มม.) และกลุ่มขนาดเล็ก (0.07-0.001 มม.) (Figure 4) ซึ่งเป็นลักษณะที่ง่ายต่อการถูกอัดตัวแน่นตั้งแต่ผิวดินลงไป เมื่อมีแรงกดทับไม่ว่าจะเป็นแรงกดทับจากเครื่องจักรกลที่เข้าปฏิบัติงานในแปลง หรือจากการตกกระทบของเม็ดฝน (Throeh et al., 1999) โดยกลุ่มอนุภาคขนาดกลางจะเคลื่อนที่ไปแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคขนาดใหญ่ และกลุ่มอนุภาคขนาดเล็กจะเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคขนาดใหญ่และอนุภาคขนาดกลาง ส่วนการร่วนซุยของดินบนจะเป็นผลเนื่องมาจากการปฏิบัติงานของผาลไถ จึงทำให้เกิดการอัดแน่นในชั้นดินด้านล่างของชั้นไถพรวนมากกว่าชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปจะประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กในปริมาณที่มากกว่า ซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่าช่องว่างของดิน จึงไม่เกิดการอัดแน่น

และนอกจากนี้การที่มีอนุภาคขนาดละเอียดในปริมาณมากจะส่งเสริมให้เกิดการรวมกันเป็นเม็ดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548; Jorajuria and Draghi, 2000) ในกรณีที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร ดินเหล่านี้ก็มีโอกาสเกิดอัดตัวแน่นได้ในธรรมชาติ เนื่องจากแรงตกกระทบของเม็ดฝนที่ผิวดิน เกิดเป็นแผ่นแข็งปิดผิวดิน (soil crust) ซึ่งจะยับยั้งการงอกของเมล็ดพืช และลดการแทรกซึมน้ำผ่านผิวดินลงไปในหน้าตัดดิน ส่งเสริมให้เกิดการกร่อนดินตามมา (Boer, 1999)



Remark: particle size classes as follow; clay (<0.002 mm); silt (0.05-0.002 mm); sand (2-0.05 mm), very coarse sand (2.00-1.00 mm), coarse sand (1.00-0.50 mm), medium (0.50-0.25 mm), fine sand (0.25-0.10 mm) and very fine sand (0.10-0.05 mm)

Figure 3 Depth functions of sand, silt and clay content of plough pan bearing soils.

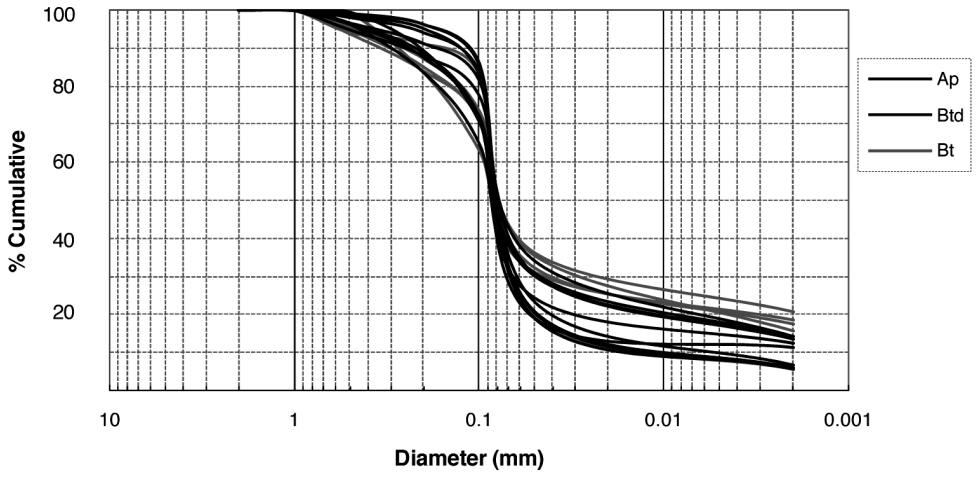
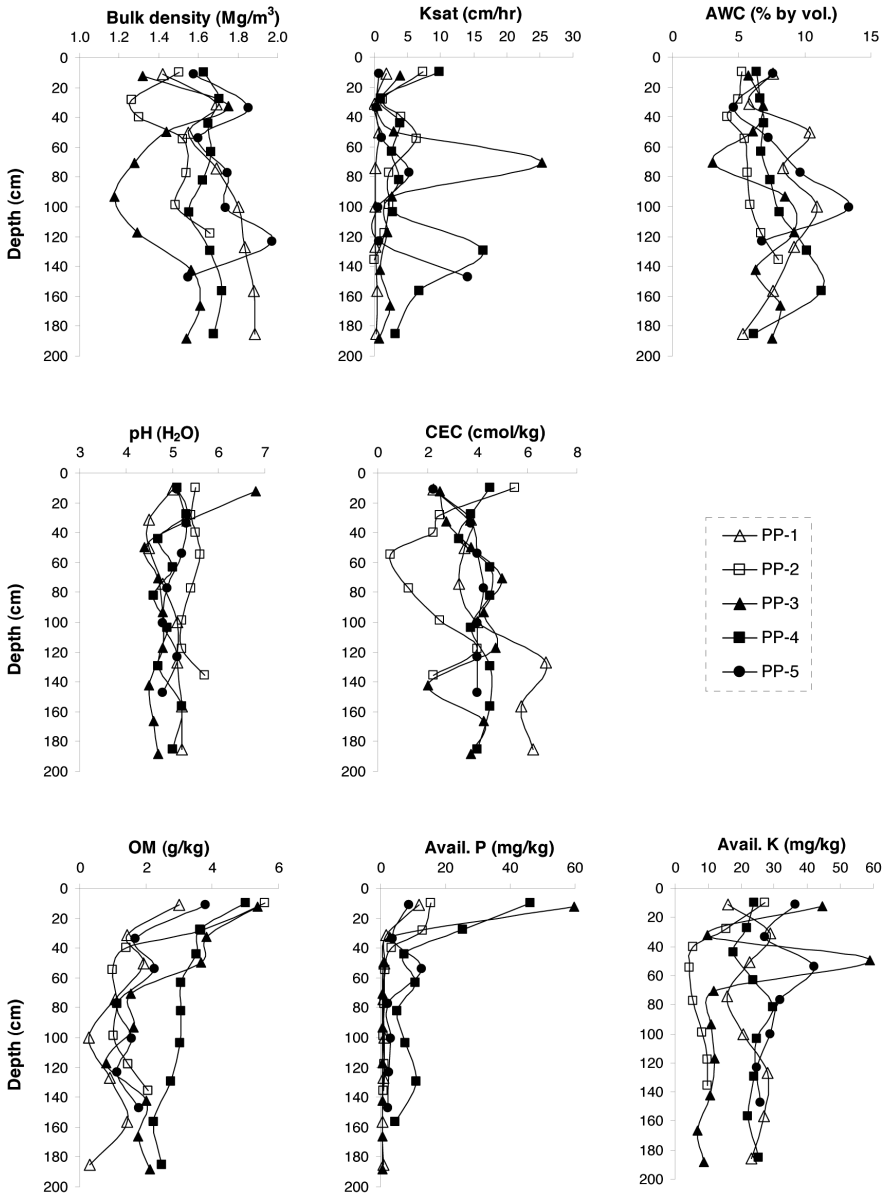


Figure 4 Particle size distribution of plough pan layers compared with overlain and underlain layers of soils studied.

สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

ดินมีความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับต่ำถึงสูงโดยอยู่ในพิสัย 1.17-1.97 เม.ก./ม.^{3} โดยชั้นดานไถพรวน (Btd) มีความหนาแน่นรวมสูงถึง 1.69-1.85 เม.ก./ม.^{3} ยกเว้นในดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย (PP-2) ที่มีความหนาแน่นรวมค่อนข้างต่ำ (1.26 เม.ก./ม.^{3}) โดยความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงในชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป **(Figure 5)** อย่างไรก็ตามความหนาแน่นรวมของชั้นดานไถพรวนมีค่าอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะในชุดดินสตึก (PP-5) โดย Coelho et al., (2000) รายงานว่าชั้นดินที่อัดแน่นจะมีค่าความหนาแน่นรวมสูงถึง 1.6-1.8 เม.ก./ม.^{3} ซึ่งส่งผลต่อการชอนไชของรากพืช เช่นเดียวกับสภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำของชั้นดินบน (Ap) ที่อยู่ในระดับช้าปานกลางถึงเร็วปานกลาง (0.68-9.78 ซม./ชม.) และอยู่ในระดับช้ามากถึงช้าปานกลางในชั้นดานไถพรวน (Btd) (0.03-1.20 ซม./ชม.) ในขณะที่ชั้นดินตอนล่างที่อยู่ลึกกว่าชั้นดานไถพรวนจะมี**สภาพการนำน้ำของดิน**ที่อิ่มตัวด้วยน้ำเร็วกว่าชั้นดานไถพรวน **(Figure 5)** แสดงให้เห็นว่า ชั้นดานไถพรวนเหล่านี้สามารถจำกัดการซาบซึมน้ำของดินและอาจชักนำให้เกิดน้ำใต้ดินชั่วคราวได้หากมีฝนตกหนัก และส่งเสริมให้เกิดการกร่อนดินและน้ำไหลบ่าไปตามผิวหน้าดิน (Coelho et al., 2000) นอกจากนี้ความจุน้ำที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ของชั้นดานไถพรวนมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 4.95-7.63 โดยปริมาตร ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าชั้นดินบนและชั้นดินที่อยู่ด้านล่างของชั้นดาน **(Figure 5)** แสดงให้เห็นว่า ชั้นดานไถพรวนจะจำกัดเคลื่อนที่ขึ้นของน้ำใต้ดินตามท่อแคพิลลารี ส่งผลให้พืชแสดงอาการขาดน้ำได้ง่ายโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง (กลุ่มมาตรฐาน, 2544; Boer, 1999) อย่างไรก็ตามดินทุกบริเวณมีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 4.12-13.43 โดยปริมาตร) โดยเฉพาะดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย (PP-2) เนื่องจากเป็นดินเนื้อหยาบจึงมีช่องว่างขนาดใหญ่ที่เป็นลักษณะของช่องระบายน้ำ (draining pores) เป็นส่วนใหญ่จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำได้อย่างรวดเร็ว



Remark: Rating levels of some soil properties based on Land Classification Division and FAO Project Staff (1973) and Soil Survey Division Staff (1993) as follow; bulk density (Mg/m^3) low = <1.4, medium = 1.4-1.6, high = >1.6; Ksat (cm/hr) slow = <2.00, moderate = 2-6.25, rapid = >6.25; OM (g/kg) low = <15, medium = 15-25, high = >25; CEC (cmol/kg) low = <10, medium = 10-15, high = >15; Available P (mgl/kg) low = <10, medium = 10-25, high = >25; Available K (mg/kg) low = <60, medium = 60-90, high = >90.

Figure 5 Depth functions of physio-chemical properties of plough pan bearing soils.

ดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกลาง (pH 4.4-6.8) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดินยกเว้นดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย (Figure 5) แสดงให้เห็นว่า ดินที่มีพัฒนาการค่อนข้างดี มีกระบวนการชะละลาย (leaching) เกิดขึ้นรุนแรง ทำให้เกิดการชะละลายไอออนบวกที่เป็นเบสออกไปจากหน้าตัดดิน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของดินที่พบทั่วไปในเขตร้อน (Sanchez, 1976; Eiumnoh et al., 1984) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (0.27-5.59 ก./กก.) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (Figure 5) เนื่องจากชิ้นส่วนที่หลงเหลือจากการเกษตรกรรมตลอดจนรากพืชที่ปกคลุมอยู่บนผิวดิน เมื่อสลายตัวจึงทำให้มีการสะสมอินทรียวัตถุในดินบน ดินในเขตร้อนส่วนใหญ่จะมีอัตราการย่อยสลายเร็วกว่าอัตราการสะสม เนื่องจากสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงและมีปริมาณน้ำฝนมาก ส่งผลให้อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินบนเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว การชะละลายลงไปสะสมในดินล่างจึงเกิดได้น้อย จึงทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินล่างต่ำ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และธาตุอาหารอื่นๆ ต่ำตามไปด้วย (Virgo and Holmes, 1997; Baize, 1993; Brady and Weil, 2008)

ความต้านทานการแทงทะลุ (penetration resistance)

การสำรวจความต้านทานในการแทงทะลุของดินในสนาม พบว่า ดินปลูกมันสำปะหลังจะพบชั้นดานไถพรวนที่ระดับความลึกประมาณ 10 ซม. ยกเว้นในบริเวณที่ 2 ซึ่งเป็นดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทรายที่ไม่พบชั้นดานไถพรวน โดยชั้นดานนี้มีความหนาอยู่ในประมาณ 10-20 ซม. และมีความต้านทานในการแทงทะลุอยู่ในพิสัย 4-10 เมกะพาสคาล ในกรณีของอ้อย จะพบชั้นดานไถพรวนอยู่ลึกกว่าดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลัง โดยพบที่ระดับความลึกประมาณ 20 ซม. เกือบทั้งหมด ยกเว้นบริเวณที่ 5 ที่เป็นดินชุดดินสตึกซึ่งพบที่ระดับความลึกมากกว่า (30 ซม.) ชั้นดานที่พบมีความหนาประมาณ 10-15 ซม. และมีความต้านทานในการแทงทะลุอยู่ในพิสัย 2-8 เมกะพาสคาล (Figure 6) โดยชั้นดานไถพรวนในพื้นที่ปลูกอ้อยมีความแข็งน้อยกว่าในแปลงมันสำปะหลัง ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการที่อ้อยมีเศษเหลือหลังจากการเก็บเกี่ยวมากกว่ามันสำปะหลัง ทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่า ส่งเสริมให้โครงสร้างดินแข็งแรงมากกว่า จึงทนทานต่อการอัดแน่นของเครื่องจักรกลทางการเกษตรได้สูงกว่า

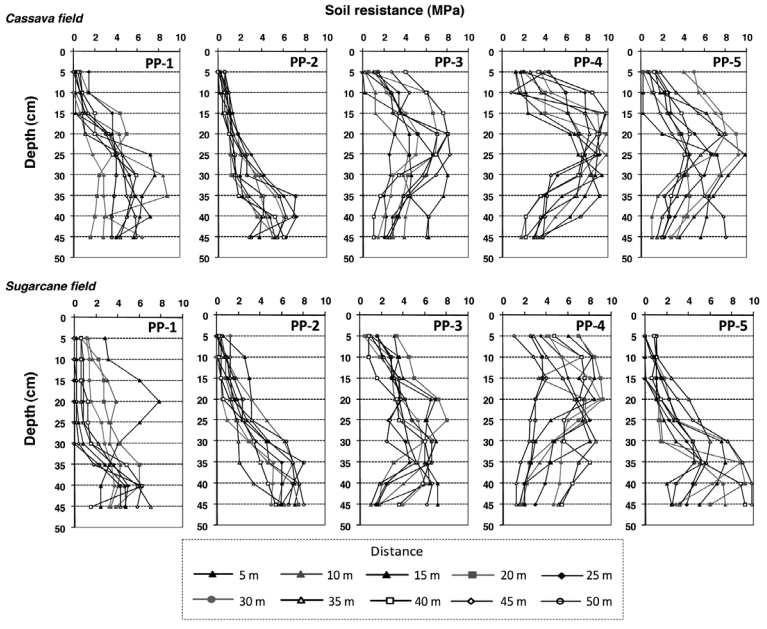


Figure 6 Soil resistance in between plant row of cassava and sugarcane growing soils.

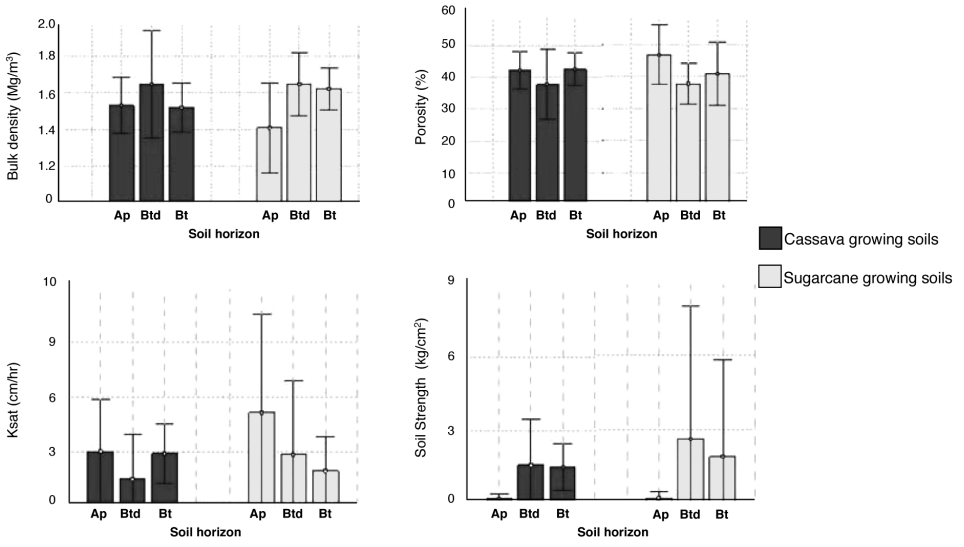


Figure 7 Physical properties of cassava and sugarcane growing soils.

สมบัติของดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังและอ้อย

ดินมีความหนาแน่นรวมอยู่ในพิสัย 1.24-1.86 และ 1.27-1.80 เม.ก./ม.^{3} **สำหรับดินที่ปลูกมันสำปะหลัง** และอ้อย ตามลำดับ โดยความหนาแน่นรวมจะมีค่าต่ำในชั้นดินบนและมีค่าเพิ่มขึ้นในชั้นดานไถพรวนที่อยู่ถัดลงมา จากนั้นมีแนวโน้มลดลงในชั้นดินที่ลึกลงไป (Figure 7) โดยชั้นดานไถพรวนของดินที่ใช้ปลูกพืชทั้งสองชนิดมีความหนาแน่นรวมใกล้เคียงกันโดยมีค่าประมาณ 1.65 เม.ก./ม.^{3} ยกเว้นดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทรายที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังที่มีความหนาแน่นรวมต่ำ (1.24 เม.ก./ม.^{3}) อย่างไรก็ตามชั้นดานที่พบมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่ออ้อยมากกว่ามันสำปะหลัง โดยมีรายงานว่าความหนาแน่นรวม 1.8-1.9 เม.ก./ม.^{3} เป็นค่าวิกฤตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากอ้อย (Hunsigi, 1993)

สภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ**อยู่ในพิสัย** 0.26-9.36 และ 0.03-11.7 ซม./ชม. สำหรับมันสำปะหลังและอ้อยตามลำดับ (Figure 7) โดยค่านี้ของดินบนจะเร็วมากกว่าและลดลงในชั้นดินล่างโดยเฉพาะในชั้นดานไถพรวน และเพิ่มขึ้นในชั้นที่อยู่ข้างใต้ชั้นดานไถพรวนโดยเฉพาะในกรณีของแปลงมันสำปะหลัง แสดงให้เห็นว่าชั้นดานไถพรวนในดินเหล่านี้จะไปจำกัดการเคลื่อนที่ของน้ำในแนวดิ่ง และมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน (Coelho et al., 2000) นอกจากนี้โดยทั่วไปแล้วแปลงมันสำปะหลังจะมีเศษพืชปกคลุมน้อยกว่าแปลงอ้อย ดังนั้นจึงส่งเสริมให้เกิดการกร่อนดินได้มากกว่าแปลงอ้อยด้วย

ความแข็งของดินมีค่าอยู่ในพิสัย 0-2.8 กก./ซม.^{2} และ 0-6.8 กก./ซม.^{2} สำหรับมันสำปะหลังและอ้อยตามลำดับ (Figure 7) โดยในดินชั้นบนมีความแข็งต่ำมากและบางบริเวณไม่สามารถวัดได้ เนื่องจากมีเนื้อดินค่อนข้างหยาบ โครงสร้างดินไม่แข็งแรง ดินไม่มีความสามารถในการเปลี่ยนรูป เมื่อแห้งดินจึงไม่สามารถจับตัวเป็นก้อนได้ ในขณะที่ชั้นดานไถพรวนจะมีความแข็งอยู่ในพิสัย 0.28-6.87 กก./ซม.^{2} ซึ่งมีค่าสูงกว่าชั้นดินบนและชั้นดินที่อยู่ข้างใต้ชั้นดาน อย่างไรก็ตาม ชั้นดานไถพรวนภายใต้การปลูกอ้อยจะมีความแข็งสูงถึง 6.87 กก./ซม.^{2} ซึ่งมีความแข็งมากกว่าดินที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลังซึ่งให้ผลสอดคล้องกับความหนาแน่นรวมของดิน ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่ใช้ในแปลงอ้อยส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนครั้งในการปฏิบัติการมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกมันสำปะหลัง

Table 1 Organic matter and plant nutrient contents in plough pan of cassava and sugarcane growing soils.

Site	Collected layer[1/]	Organic matter (g kg^{-1})		Total N (g kg^{-1})		Available P (mg kg^{-1})		Available K (mg kg^{-1})	
		Casssva	Sugarcane	Casssva	Sugarcane	Casssva	Sugarcane	Casssva	Sugarcane
PP-1	Ap-b	3.72	2.38	0.28	0.42	10.49	3.29	15.07	5.47
	Btd-t	1.92	1.86	0.56	0.35	6.44	2.48	26.55	4.38
PP-2	Ap-b	5.49	4.29	0.42	0.28	9.14	8.82	17.61	11.37
	Btd-t	3.21	4.29	0.35	0.28	3.70	6.19	13.25	14.94
PP-3	Ap-b	4.45	2.66	0.49	0.28	26.66	11.43	50.42	110.24
	Btd-t	2.60	2.50	0.35	0.21	14.91	6.44	56.86	24.63
PP-4	Ap-b	4.20	3.41	0.28	0.21	51.81	2.99	8.29	6.84
	Btd-t	5.08	3.56	0.21	0.14	28.28	7.16	11.62	8.14
PP-5	Ap-b	2.70	1.51	0.21	0.14	5.66	6.14	10.56	22.05
	Btd-t	1.91	1.78	0.21	0.14	5.90	3.83	8.15	14.23

[1/] Ap-b = 5 cm-thick layer at the bottom of topsoil, Btd-t = 5 cm-thick layer at the top of plough pan.

ปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารหลักส่วนใหญ่มีปริมาณใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบที่ชั้นความหนา 5 ซมตอนล่างของชั้นไถพรวนหรือชั้นดินบน (Ap-b) และตอนบนหนา 5 ซม. ของชั้นดานไถพรวน (Btd-t) ทั้งในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและพื้นที่ปลูกอ้อย โดยมีในตอนล่างของชั้นดานไถพรวนจะมีปริมาณสูงกว่าในตอนบนของชั้นดานไถพรวนเล็กน้อย (Table 1) แสดงให้เห็นว่าชั้นดานไถพรวนไม่ได้ช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชออกจากดิน หรืออีกนัยหนึ่งช่วยทำให้เกิดการสะสมบริเวณตอนบนของชั้นดานไถพรวน ซึ่งการที่ดินเหล่านี้มีปริมาณธาตุอาหารและอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำน่าจะเป็นผลมาจากการดูดใช้ของรากพืช การสูญเสียไปกับตะกอนดินที่ถูกกร่อน และ/หรือการชะละลายบางส่วน อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบแต่ละบริเวณแสดงถึงอิทธิพลของการจัดการโดยเกษตรกรในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน

สรุป

ดินเกือบทุกบริเวณพบชั้นดานไถพรวนยกเว้นดินคล้ายชุดดินโพนพิสัยที่เป็นดินทราย ชั้นดานไถพรวนที่พบอยู่ที่ระดับความลึก 20-25 ซม. และมีความหนาประมาณ 15-20 ซม. ชั้นดานไถพรวนมีค่าความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับสูงปานกลางถึงสูง **สภาพนำน้ำ**ของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในระดับต่ำปานกลางถึงต่ำ และปริมาณความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้อยู่ในระดับต่ำมาก ความต้านทานในการแทงทะลุของดินในพื้นที่ปลูกอ้อยมีค่าต่ำกว่าในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง อย่างไรก็ตามพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังจะพบชั้นดานไถพรวนอยู่ตื้นกว่าพื้นที่ปลูกอ้อย นอกจากนี้ชั้นดานไถพรวนในดินที่ปลูกมันสำปะหลังมีความหนาแน่นรวมสูงกว่าแต่มีความแข็งต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ใช้ปลูกอ้อย อย่างไรก็ตามชั้นดานไม่ได้มีผลต่อการสะสมธาตุอาหารพืชและปริมาณอินทรียวัตถุในตอนบนของชั้นนี้หรือในช่วงต่อระหว่างชั้นดินบนและชั้นดานไถพรวน

ปัญหาของชั้นดานไถพรวนในดินที่ทำการศึกษาต่อการเจริญเติบโตของพืชมีความรุนแรงไม่มากนัก โดยจะมีผลบ้างต่อการจำกัดการชอนไชของรากพืชและการแทงหัวของมันสำปะหลัง และการลดปริมาณน้ำใช้ประโยชน์ได้ในดินเหล่านี้ โดยจะเป็นปัญหามากขึ้นในฤดูแล้ง แต่อย่างไรก็ตามชั้นดานไม่มีผลต่อการสะสมธาตุอาหารพืชในตอนบนของชั้นตามที่มีรายงานมา และมีความเป็นไปได้สูงที่ชั้นดานไถพรวนนี้จะไปส่งเสริมให้เกิดการกร่อนดิน เนื่องจากเป็นชั้นที่ชะลอการซาบซึมน้ำ ทำให้เกิดการสะสมน้ำที่ดินบนส่งเสริมให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าผิวดินในเฉพาะในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเนื่องจากมีสิ่งปกคลุมผิวดินน้อยกว่าพื้นที่ปลูกอ้อย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ รศ.ดร.ก่อโชค จันทวรางกูร (หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา) เช่นเดียวกับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือด้านปฐพีศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. อ้อย. เอกสารวิชาการ. กลุ่มวิจัยอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการจัดการที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กลุ่มมาตรฐาน. 2544. ชั้นดาน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 481. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2547. การสำรวจดิน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Baize, D. 1993. Soil Science Analysis: A Guide to Current Use. John Wiley and Sons, Ltd., England.

Balbuena, R.H., A.M.Terminiello, J.A. Claverie, J.P. Casado, and R. Marlats. 2000. Soil compaction by forestry harvester operation: Evolution of physical properties. Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental 4: 453-459

Bennie, A.T.P. 1991. Growth and mechanical impedance, pp. 393-414. In Y. Waisels, A. Eshel and U. Kafkafi, eds. Plant Roots: The Hidden Half. Marcel Dekker Inc., NY.

Boer, M.M. 1999. Assessment of Dry Land Degradation: Linking Theory and Practice Through Site Water Balance Modeling. Ph.D. Thesis, University Utrecht.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. 15th ed. Prentice Hall, Inc., NJ.

Chartres, C.J. and L.D. Norton. 1994. Micromorphological and chemical properties of Australian soils with hardsetting and duric horizons, pp. 825-834. In A.J. Ringrose-Voase and G.S. Humphreys, eds. Soil Micromorphology. Developments in Soil Science. Elsevier, Amsterdam.

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.

Eiumnoh, A. 1984. Application of soil taxonomy to fertility capability classification of problem soils in the Southeast Coast of Thailand, pp. 169-190. In Ecology and Management of Problem Soils in Asia. FFTC Book Series No. 27. Taipei, Taiwan.

Hunsigi, G. 1993. Production of Sugarcane. Theory and Practice. Springer-Verlag., Berlin.

Jorajuria, D. and L. Draghi, 2000. Sobrecompactacion del suelo agricola: influencia diferencial del pesoy del numero de pasadas. Revista Brasileira de Engenharia Agricolae Ambiental 4: 445-452.

Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soils. Soil Sci. 68: 15-24.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. Soil Interpretation Handbook for Thailand. Dept. of Land Development, Ministry of Agri. and Coop., Bangkok.

McDanial, P.A., M.P. Regan, E. Brooks, J. Boll, S. Barndt, A. Falen, S.K. Young and J.E. Hamel. 2008. Linking fragipans, perched water table and catchments scale hydrological process.

National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Method Manual. Soil Survey Investigation. Report No. 42, Version 3.0. National Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.

Radford, B.J., B.J. Bridge, R.J. Davis, D. McGarry, U.P. Pillai, J.F. Rickman, P.A. Walsh, and D.F. Yule. 2000. Changes in the properties of a Vertisol and responses of wheat after compaction with harvester traffic. Soil Till. Res. 54: 155–170.

Sanchez, P.A. 1976. Properties and Management of Soil in the Tropics. John Wiley and Son Inc., NY.

Singer, M.J. 1987. Soil: An Introduction. Macmillan Publishing Company, Division of Macmillan, Inc., NY.

Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. US. Dep. of Agric. Handbook No. 18, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.

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

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

Virgo, K.J. and D.A. Holmes. 1977. Soils and landform features of mountainous terrain in South Thailand. Geoderma 18: 207-225.