



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

.....
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

.....
ปริญญา

.....
ปฐพีวิทยา

.....
สาขา

.....
ปฐพีวิทยา

.....
ภาควิชา

เรื่อง ลักษณะและปัญหาของชั้นดินไถพรวนในระบบการปลูกมันสำปะหลัง
จังหวัดนครราชสีมา

Characteristics and Problem of Plough Pan in Cassava Production Areas,
Nakhon Ratchasima Province

นามผู้วิจัย นายเอกราช มีวาสนา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(..... อาจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(..... ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรัตน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(..... รองศาสตราจารย์อัญชลี สุทธิประการ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิบูลย์ กิ่งแสง, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(..... รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

.....
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ลักษณะและปัญหาของชั้นดินไถพรวนในระบบการปลูกมันสำปะหลัง
จังหวัดนครราชสีมา

Characteristics and Problem of Plough Pan in Cassava Production Areas,
Nakhon Ratchasima Province

โดย

นายเอกราช มีวาสนา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อคความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
พ.ศ. 2552

เอกสาร มีวาสนา 2552: ลักษณะและปัญหาของชั้นดานไถพรวนในระบบการปลูกมันสำปะหลัง
จังหวัดนครราชสีมา ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชา
ปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D. 117 หน้า

การศึกษาลักษณะและปัญหาของชั้นดานไถพรวนภายใต้ระบบการปลูกมันสำปะหลังในจังหวัด
นครราชสีมาใน 3 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินวารินและชุดดินยโสธรใน อำเภอด่านขุนทด และชุดดินสติ๊กใน อำเภอ
เสิงสาง โดยการเก็บตัวอย่างดินตามลำดับภูมิประเทศบริเวณละ 4-5 จุด เพื่อศึกษาลักษณะทั่วไป สัณฐานวิทยา
ของดินในสนาม สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดชั้นดินดานไถ
พรวนกับลักษณะดินที่พบ

ผลการศึกษา พบว่า ดินมีพัฒนาการมาจากวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นวัสดุตกค้างที่สลายตัวมาจากหินทราย
และหินทรายแป้ง โดยบางบริเวณถูกทับถมด้วยตะกอนน้ำลำฝิวดิน และตะกอนน้ำพาท้องถิ่น เนื้อดินส่วนใหญ่
เป็นดินร่วนปนทราย และดินทรายปนดินร่วน ชุดดินวารินมีสีน้ำตาลในดินบนถึงเป็นสีแดงปนเหลืองในดินล่าง
ชุดดินยโสธรมีสีแดงในดินบนและสีแดงเข้มในดินล่าง ส่วนชุดดินสติ๊กจะมีสีน้ำตาลเข้มในดินบนและสีแดงปน
เหลืองในดินล่างแต่ละมีสีคล้ำกว่าชุดดินวาริน ชั้นดานไถพรวนเกิดขึ้นในทุกตำแหน่งตามลำดับภูมิประเทศ โดย
พบชั้นดานนี้เริ่มต้นที่ความลึกตั้งแต่ 15-25 เซนติเมตรจากผิวดิน มีความหนาของชั้นระหว่าง 13-32 เซนติเมตร
ชั้นดานไถพรวนส่วนใหญ่มีค่าความหนาแน่นรวมสูงกว่า 1.60 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชุดดินยโสธรมี
แนวโน้มเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.83 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชั้นดินบนและชั้นดินล่างใต้ชั้นดานไถพรวนมีค่า
ความหนาแน่นรวมต่ำกว่าชั้นดานไถพรวนในทุกบริเวณ ส่วนค่าความแข็งของชั้นดานไถพรวนมีค่าอยู่ในพิสัย
0.34-5.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สภาพน้ำขังของชั้นดินดานไถพรวนขณะอิ่มตัวอยู่ในพิสัย 0.2-3.4
เซนติเมตรต่อชั่วโมง โดยมีค่าลดลงตามความหนาแน่นรวมที่เพิ่มขึ้น ในชุดดินสติ๊กมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เนื่องจากมี
ปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งมากกว่าทำให้ช่องว่างในดินมีขนาดเล็กกว่า ความจุความชื้นใช้ประโยชน์ได้ของ
ชั้นดานไถพรวนทั้งหมดมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 3.17 โดยชุดดินยโสธรมีปริมาณต่ำสุด (ร้อยละ 2.36 โดยปริมาตร)
ความลึกและความหนาของชั้นดานไถพรวนรวมถึงสมบัติกายภาพอื่น ไม่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งตามลำดับ
ภูมิประเทศ ขณะที่ชั้นนี้ไม่มีผลต่อสมบัติทางเคมีของดิน การที่ชั้นนี้มีความแข็งมากเมื่อแห้ง ความหนาแน่นรวม
สูง สภาพน้ำขัง และความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ต่ำส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

ลายมือชื่อนิติติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Ekkarach Meewassana 2009: Characteristics and Problem of Plough Pan in Cassava Production Areas, Nakhon Ratchasima Province. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Mr. Somchai Anusornpornperm, Ph.D. 117 pages.

The investigation on characteristics and problems of plough pan in cassava production areas, Nakhon Ratchasima Province was undertaken in three soil series, namely Warin and Yasothon in Dankhunthod district, and Satuk soil series in Serng Sang district. Samples collection and soil miniprofile characterization were done along toposequence at each site, objectively to acquire specific information of the sites and to examine soil physical and chemical property along with determining relationship between an occurrence of plough pan and soil characteristics.

The results revealed that the soils studied were developed from residuum of sandstone and siltstone with some areas being overlaid by local alluvium and wash materials. They had loamy sand to sandy loam texture. The plough pan occurred on every position of the landscapes, starting at the depth of 15-25 cm from soil surface with thickness of the layer ranging between 13-32 cm. Plough pan layer had high bulk density ($>1.6 \text{ Mg m}^{-3}$) with the highest value of 1.83 Mg m^{-3} being in Yasothon series. Layers directly overlying and underlying plough pan layer was clearly less dense than this compacted layer in all locations. Dry soil strength of plough pan layers varied between $0.34\text{-}5.23 \text{ kg cm}^{-2}$. This pan had low saturated hydraulic conductivity ($0.2\text{-}3.4 \text{ cm hr}^{-1}$) and got slower as bulk density increased. Plough pan found in Satuk series tended to have lower saturated hydraulic conductivity than did other two because this soil comprised higher content of silt particle which resulted in smaller soil pores. Available moisture capacity of plough pan in all soils was lower than 3.17% by volume with the lowest amount (2.36% by volume) being in Yasothon series. Depth where plough pan started to form and its thickness, including other soil physical properties had no relationship with positions within the same toposequence whereas soil chemical property was not affected by the occurrence of this pan. Properties of plough pan such as very hard when dry, high bulk density, low hydraulic conductivity and low available water capacity were considered harmful to the growth of cassava.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร. สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
หลัก ศ.ดร. เอิบ เขียวรื่นรมณ์ และ รศ.ดร. อัญชลี สุทธิประการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาทั้งในด้านการเรียน การวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จ
สมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ดร. วันเพ็ญ วิริยะกิจนทีกุล ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และ รศ.ดร. จง-
รักษ์ จันทร์เจริญสุข ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไข
วิทยานิพนธ์เพิ่มเติมจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาปรัชญา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดจนครู
บาอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอนวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำ
ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปรัชญา และกรมพัฒนาที่ดินทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือด้วยดี
มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ พี่ธรรณท์ เจริญชาศรี พี่ชนัญญาดา พันธุ์เมือง คุณนันทมน อภัยวี คุณกรรณิการ์
เพชรมาศ คุณวิทยา จินดาหลวง คุณวรรณชัย อันสำราญและที่สำคัญ คุณยุพเยาว์ หัสจรรย์ ที่
ช่วยเหลือการปฏิบัติงานในภาคสนามและการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการด้วยดีเสมอมา รวมทั้ง
เพื่อน พี่ น้อง ชาวปรัชญาวิทยาทุกท่าน

ท้ายสุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย และครอบครัวมีวาสนาและ
ครอบครัวนาโคทุกท่าน ที่ได้อบรมเลี้ยงดูสั่งสอนข้าพเจ้า เป็นกำลังใจ และคอยสนับสนุนใน
การศึกษาตลอดมา

เอกราช มีวาสนา

เมษายน 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	21
ผลการศึกษาและวิจารณ์	25
สรุป	72
ข้อเสนอแนะ	73
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	74
ภาคผนวก	83
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่ปลูกและผลผลิตหัวมันสดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ปี พ.ศ. 2549 -2551	15
2	ลักษณะสภาพภูมิประเทศของบริเวณที่ศึกษา	29
3	ลักษณะสัณฐานวิทยาของหน้าตัดดินในบริเวณที่ทำการศึกษา	30
4	ปริมาณการแจกกระจายอนุภาคขนาดทรายของดิน	40
5	ร้อยละ โดยน้ำหนักของปริมาณความชื้นที่ระดับแรงดันต่างๆ ของดินที่ทำการศึกษา	49
ตารางผนวกที่		
1	สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา	102
2	การดูดซับความชื้นของดินที่ระดับความดันต่างๆ	105
3	สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา	107
4	การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน	111
5	ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	112
6	เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้	115
7	เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน	116
8	ระดับชั้นของค่าสภาพน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ	116

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	บริเวณเก็บตัวอย่างดินที่ทำการศึกษา	25
2	แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินตามลำดับภูมิประเทศ ในชุดดินวาริน	26
3	แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินตามลำดับภูมิประเทศ ในชุดดินยโสธร	26
4	แสดงจุดเก็บตัวอย่างดินตามลำดับภูมิประเทศ ในชุดดินสติก	27
5	ลักษณะภูมิประเทศและสัณฐานวิทยาสนามของชุดดินวาริน	33
6	ลักษณะภูมิประเทศและสัณฐานวิทยาสนามของชุดดินยโสธร	34
7	ลักษณะภูมิประเทศและสัณฐานวิทยาสนามของชุดดินสติก	35
8	ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และ อนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) ตามความลึกในชุดดินวาริน	37
9	ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และ อนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) ตามความลึกในชุดดินยโสธร	38
10	ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และ อนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) ตามความลึกในชุดดินสติก	38
11	การจำแนกประเภทเนื้อดิน ตามสัดส่วนโดยมวลของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ของดินที่ทำการศึกษา	39
12	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดินกับความลึกใน 3 บริเวณชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสติก (ค)	43
13	ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำกับชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสติก (ค)	44
14	ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของดินในแต่ละชุดดิน	45
15	ลักษณะการดูดซับน้ำของดินที่ระดับความดันต่างๆ ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสติก (ค)	47
16	ความสัมพันธ์ระหว่างความจุความชื้นสนาม (ก) จุดเหี่ยวถาวร (ข) และความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ (ค) กับระดับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับความลึกของดินบริเวณชุดดินวาริน	52
18	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับความลึกของดินบริเวณชุดดินยโสธร	52
19	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับความลึกของดินบริเวณชุดดินสตึก	53
20	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุกับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)	54
21	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนรวมกับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)	55
22	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับความลึกของดิน ในดินวาริน (ก) ดินยโสธร (ข) และดินสตึก (ค)	57
23	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์กับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)	58
24	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้กับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)	59
25	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้กับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)	60
26	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้กับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)	61
27	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมที่สกัดได้กับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)	62
28	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้กับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)	63

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดที่สกัดได้กับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตี๊ก (ค)	64
30	ความสัมพันธ์ระหว่างความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนกับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตี๊ก (ค)	66
31	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราย่อยละความอิ่มตัวเบสกับความลึกของดิน ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตี๊ก (ค)	67

ลักษณะและปัญหาของชั้นดานไถพรวนในระบบการปลูกมันสำปะหลังจังหวัด นครราชสีมา

Characteristics and Problem of Plough Pan in Cassava Production Areas, Nakhon Ratchasima Province

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในปี 2551 ประมาณ 7,302,960 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 27,618,763 ตัน แหล่งที่ปลูกมันสำปะหลังที่ใหญ่ที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ปลูกประมาณร้อยละ 60 ของเนื้อที่ปลูกทั้งหมด ส่วนในภาคตะวันออกมีพื้นที่ปลูกประมาณร้อยละ 30 ของเนื้อที่ปลูกทั้งหมด โดยจังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังประมาณ 1,888,499 ไร่

ในพื้นที่เกษตรกรรมในหลาย ๆ พื้นที่ มักพบปัญหาการเกิดชั้นดาน (pan) ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งของการปลูกพืชที่ดอน ชั้นดานที่พบในดินจะทำให้เกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากมีผลต่อการกระจายของรากพืชในดิน โดยการเจริญแนวตั้งของรากจะถูกจำกัดระบบรากจะถูกยับยั้งให้อยู่เฉพาะบริเวณตอนบนของชั้นดาน และจะส่งผลเสียอย่างรุนแรง ถ้าผิวดินแห้งและปริมาณน้ำมีจำกัด เนื่องจากพืชไม่สามารถใช้น้ำและอาหารตั้งแต่ส่วนที่เป็นชั้นดานลงไปได้ นอกจากนี้ ชั้นดานยังไปจำกัดการไหลซึมผ่านของน้ำและอากาศไปยังรากพืช รวมถึงการทำให้เกิดชั้นน้ำใต้ดินชั่วคราวขึ้นในฤดูฝน โดยน้ำที่ขังอยู่จะทำให้พืชได้รับความเสียหายและตายในที่สุด ส่วนในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน ชั้นดานจะทำให้การไหลซึมผ่านของน้ำลงสู่ส่วนลึกของหน้าตัดดินลดลง ทำให้เกิดการสะสมของน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน ซึ่งก็จะเร่งให้เกิดปัญหาการกร่อนดินได้รุนแรงขึ้น และทำให้น้ำที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง

การอัดตัวแน่นของดินเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญต่อการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในจังหวัดนครราชสีมาซึ่งเป็นแหล่งปลูกหลักของภาค เนื่องจากเกษตรกรทำการไถพรวนอย่างต่อเนื่องปีละหลาย ๆ ครั้ง เช่น การไถเตรียมดินก่อนการปลูกมันสำปะหลังด้วยพล 3 และพล 7 การไถเพื่อการยกร่อง และการไถเพื่อการกำจัดวัชพืช ขณะที่ดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังมักมีเนื้อปานกลาง และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ การใช้เครื่องจักรกลมาก

เกินไป มีการปลูกพืชชนิดเดิมซ้ำบนพื้นที่อย่างต่อเนื่อง และ/หรือมีการเกษตรกรรมที่ผิดวิธี จึงก่อให้เกิดปัญหานี้ การศึกษาถึงปัญหาและลักษณะของชั้นดินดานที่เกิดจากการไถพรวนในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงน่าจะเกิดประโยชน์ต่อการวางแผนการอนุรักษ์และการจัดการดินเพื่อการกำจัดชั้นดินดานเหล่านี้ รวมถึงเป็นการลดปัญหาการเสื่อมโทรมของดินที่เป็นผลมาจากชั้นดินดานที่ช่วยเร่งให้เกิดการกร่อนดิน และช่วยทำให้เกษตรกรสามารถปลูกมันสำปะหลังได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะและสมบัติของชั้นดินไทรพรวนในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของจังหวัดนครราชสีมา
2. เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดชั้นดินกับลักษณะดินตามสภาพภูมิประเทศในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง
3. เพื่อใช้ข้อมูล ลักษณะ และสมบัติของชั้นดินไทรพรวน เพื่อใช้ประเมินปัญหาต่อการปลูกมันสำปะหลัง

การตรวจเอกสาร

1. ความหมายและลักษณะของชั้นดาน

ชั้นดาน หมายถึง ชั้นใต้ดินบนที่เกิดตามธรรมชาติซึ่งมีสภาพน้ำน้ำต่ำหรือต่ำมาก และมีสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างจากชั้นด้านบนและชั้นด้านล่างมาก หรือชั้นใต้ดินบนที่มีความหนาแน่นรวมสูงกว่า และความพรุนต่ำกว่าชั้นด้านบนและชั้นด้านล่าง เป็นผลมาจากการอัดตัวกันของดินซึ่งเกิดจากการไถพรวนตามปกติ หรือการกระทำอื่นๆของมนุษย์ (คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา, 2551) หรือชั้นดินล่างที่อนุภาคของดินมีการเชื่อมตัวกันหรืออัดตัวกันแน่นทึบ และแข็ง (กลุ่มมาตรฐาน, 2544; Brady and Weil, 2008) หรือชั้นที่มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่มาก (Miller and Duane, 2001) เป็นชั้นที่มีความพรุนต่ำ ประกอบด้วยช่องว่างขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ชั้นดานมีความหนาแน่นรวมและความแข็งแรง (strength) สูง (Russell and Goss, 1974)

ดินที่พบชั้นดานมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากชั้นดานมีผลต่อการกระจายของรากในหน้าตัดดิน โดยการเจริญทางตั้งของรากจะช้า ระบบรากจะถูกยับยั้งให้อยู่เฉพาะบริเวณด้านบนของชั้นดาน (Bennie, 1991) การยับยั้งรากพืชจะมีผลรุนแรง ถ้าผิวดินแห้งและปริมาณน้ำมีจำกัด เนื่องจากพืชไม่สามารถใช้น้ำและอาหารตั้งแต่ส่วนที่เป็นชั้นดานลงไปได้ (Voorhees, 1992) ชั้นดานจำกัดการไหลซึมผ่านของน้ำและอากาศไปยังรากพืช (Coelho *et al.*, 2000) แต่กลับทำให้เกิดชั้นน้ำใต้ดินชั่วคราวขึ้นในฤดูฝน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) โดยน้ำที่ขังอยู่จะทำให้พืชได้รับความเสียหายและตายในที่สุด (Singer, 1987) ในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน ชั้นดานจะทำให้การไหลซึมผ่านของน้ำลดลง ปริมาณน้ำที่ไหลบ่าจะเกิดการสะสมได้ง่ายและมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการกร่อนดินอย่างรุนแรงได้ และน้ำที่มีประโยชน์ในดินก็จะลดลงด้วย (Albaladejo, 1990; Boer, 1999) เนื่องจากจะสูญเสียไปกับน้ำที่ไหลบ่าไปตามผิวดินเหล่านี้

2. ชนิดของชั้นดาน

ชั้นดานแบ่งตามลักษณะที่มีหรือไม่มี การเชื่อมของอนุภาค ได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ชั้นดานเปราะ (fragipan) และชั้นดานแข็ง (hardpan) ชั้นดานทั้ง 2 ชนิดมีลักษณะสำคัญ การเกิดและกระบวนการที่เกี่ยวข้องแตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ชั้นดานเปราะ

2.1.1 ลักษณะของชั้นดานเปราะ

ชั้นดานเปราะเป็นชั้นดินล่างที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ชั้นนี้จะจำกัดการไหลซึมผ่านของน้ำและการซบตัวของรากพืช ชั้นดานเปราะไม่จำเป็นต้องอยู่ข้างใต้ชั้นดินล่างวินิจฉัยอาร์จิลลิก (argillic) แคมบิก (cambic) อัลบิก (albic) หรือสปอดิก (spodic) แต่โดยทั่วไปจะพบอยู่ภายในชั้นดินล่างวินิจฉัยอาร์จิลลิกและอัลบิก ปกติชั้นดานเปราะจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและค่าความหนาแน่นรวม (bulk density) สูงกว่าชั้นดินที่อยู่ด้านบน และมีสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated hydraulic conductivity) ต่ำถึงต่ำมาก (Soil Survey Staff, 1999) ชั้นดานเปราะหลายบริเวณมีสีซีด ผิวหน้าในแนวตั้งมักไม่เรียบ ชั้นดานเปราะเป็นชั้นที่ขนานกับผิวดิน และมักพบขอบเขตบนของชั้นดานเปราะอยู่ระหว่าง 50-100 เซนติเมตรจากผิวดิน เนื้อดินมักเป็นดินร่วนที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้งและดินเหนียวอยู่ในปริมาณมาก และจะพบชั้นดานเปราะในพื้นที่ที่มีพืชพรรณที่เป็นป่าธรรมชาติมากที่สุด (กลุ่มมาตรฐาน, 2544; Soil Survey Staff, 1999)

2.1.2 ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกชั้นดานเปราะ

ลักษณะของชั้นที่ต่อเนื่อง ซึ่งจำกัดการเคลื่อนที่ของน้ำและการเจริญเติบโตของรากพืช และการใช้ทางด้านวิศวกรรมของชั้นดานเปราะนี้ เป็นลักษณะที่ใช้ในการจำแนกดินและการแปลผลทางการเกษตร ลักษณะที่สำคัญในการวินิจฉัยชั้นดานเปราะ คือ ความลึก โดยจะพิจารณาชั้นดานที่มีขอบเขตบนอยู่ภายใน 100 เซนติเมตร จากผิวดินแรก (เอิบ, 2542; Soil Survey Staff, 1999) โดยชั้นดานเปราะจะต้องมีลักษณะทั้งหมดดังต่อไปนี้

- 1) ชั้นดานเปราะ จะต้องมีความหนาน้อย 15 เซนติเมตร และ

2) มีลักษณะที่แสดงการเกิดโดยกระบวนการทางดิน (pedogenesis) ภายในชั้น
อย่างน้อยแสดงบนผิวหน้าของหน่วยโครงสร้าง และ

3) โครงสร้างเป็นแบบแท่งหัวเหลี่ยม แท่งหัวมน หรือแบบก้อนเหลี่ยมที่มี
ขนาดใหญ่ และมีความคงทนแตกต่างกัน ได้ หรือมีโครงสร้างอ่อน (weak structure) ขนาดใดก็ได้
หรืออาจจะจับตัวกันแบบเนื้อสमानแน่น (massive) ความห่างของแนวแยกออกจากกันได้ของ
โครงสร้าง ซึ่งรากพืชจะแทรกหรือซอนไซได้มีค่าเฉลี่ยประมาณช่วงละอย่างน้อย 10 เซนติเมตร
ในแนวราบ และ

4) ชั้นส่วนของชั้นที่ฝังแห้งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 เซนติเมตร เมื่อจุ่ม
ลงในน้ำจะละลายได้มากกว่า ร้อยละ 50 ของปริมาตรของทั้งชั้น และ

5) ปริมาตรตั้งแต่ร้อยละ 60 ของวัสดุในชั้นมีการยึดตัวแบบคงทน (firm) ขึ้นไป
แต่จะเปราะเมื่อสภาพความชื้น ใกล้ความจุความชื้นสนาม (field capacity) และมักไม่พบว่ามียาก
พืชในชั้นนี้

การเกิดของชั้นดานเปราะยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่เข้าใจว่าชั้นดินนี้เกิดภายใต้สภาพ
ภูมิอากาศและพืชพรรณธรรมชาติที่มีลักษณะเฉพาะ ชั้นดานเปราะแสดงกระบวนการทางดินหลาย
ลักษณะ โดยนอกจากจะมีลักษณะแน่นและเปราะแล้ว ยังพบการจัดเรียงตัวของดินเหนียวตาม
ผิวหน้าเม็ดดินและลักษณะที่แสดงถึงการมีสภาพออกซิเดชัน-รีดักชัน ความหนาแน่นและความ
เปราะของชั้นดานเปราะนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผลของกระบวนการยึดตัวทางกายภาพ (physical
ripening) กระบวนการแช่แข็งถาวร และเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นสมัยไพลสโตซีน (Pleistocene:
0.01-1.8 ล้านปี) และสมบัติบางประการของชั้นดานเปราะมาจากดินบรรพกาลที่ถูกฝัง (Soil Survey
Staff, 1999)

ชั้นดานเปราะเกิดจากทั้งกระบวนการทางกายภาพและเคมี (Singer, 1987) กระบวนการที่
สำคัญของการเกิดชั้นดานเปราะคือ การอัดตัวกัน เกิดขึ้นเมื่อมีน้ำหนักกดทับ บนผิวดินเพิ่มขึ้น โดย
น้ำหนักกดทับจะส่งผ่านไปยังอนุภาคที่รับแรงทำให้เกิดการจัดเรียงตัวใหม่ของอนุภาคดินที่ติดกัน
และมีความแน่นมากขึ้น สัดส่วนของมวลดินต่อปริมาตรจะเพิ่มขึ้น ดินที่อัดตัวกันแน่นมากจะมี
ปริมาณดินเหนียวน้อยเกินกว่าจะรวมกันเป็นเม็ดดิน (aggregate) ได้ ดังนั้นอนุภาคขนาดละเอียดจะ

ถูกจัดเรียงอยู่แต่ในช่องว่างดินและช่องว่างอนุภาคขนาดใหญ่ และการไหลซึมผ่านของน้ำจะพา บางส่วนของอนุภาคบนผิวดินบางส่วนเคลื่อนที่ลงมาสะสมในช่องว่างทำให้เกิดการอุดตันขึ้น โดยมากลักษณะแน่นทึบของชั้นดานเกิดจากการอัดตัวแน่นของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง ขณะที่อนุภาคขนาดดินเหนียวมีจำกัด (Chartres and Norton, 1994) แต่ถ้าดินมีชั้นวินิจฉัยอาร์จิลิก วางตัวอยู่บนชั้นดานเพราะ ดินเหนียวจะมีการเคลื่อนที่ลงมาสะสมด้านล่างได้มากขึ้น โดยจะสะสม เป็นชั้นหนาที่บริเวณส่วนต่ำของหน่วยโครงสร้าง นอกจากนี้ในบริเวณที่มีการสะสมอนุภาค ละเอียดในชั้นดานเพราะยังอาจเกิดรอยแตกที่มาจากการยึด-หดตัวเล็กน้อยเมื่ออยู่ในสภาพเปียก- แห้งได้ โดยอนุภาคขนาดทรายละเอียดมาก ทรายแป้ง และดินเหนียวสามารถจะแทรกตัวเข้าไปอยู่ ในระหว่างรอยแตกนี้ได้ในช่วงแห้ง หลังจากนั้นเมื่อชั้นดานเพราะกลับมาชื้นอีกครั้ง การขยายตัวจะ เกิดได้น้อยลง และแรงของการขยายตัวจะช่วยให้วัสดุละเอียดเหล่านั้นแทรกตัวเข้าไปอยู่ในรอย แตกได้ลึกขึ้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการอัดตัวกันของอนุภาคดิน (Soil Survey Staff, 1999)

ลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของชั้นดานเพราะจะแสดง โครงสร้างเป็นแท่งหัวเหลี่ยมที่มีการเรียงตัวใกล้ชิดกันของเม็ดแร่ และการจัดเรียงตัวของดินเหนียว ทำให้ชั้นดานเพราะมีความ หนาแน่นรวมที่สูงกว่าชั้นดินที่อยู่ด้านบน (Soil Survey Staff, 1999) ชั้นดานเพราะประกอบด้วยเม็ด ควอตซ์ขนาดทรายและมีอนุภาคขนาดดินเหนียวเป็นสะพานเชื่อมระหว่างเม็ดทรายขนาดใหญ่ (Neyde *et al.*, 2002) และ Mullins (1989) ได้แสดงให้เห็นว่าวัสดุขนาดละเอียดจำพวกดินเหนียว และทรายแป้งจะทำให้ดินแข็งขึ้นเมื่อแห้ง โดยจะทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างเม็ดทราย ลักษณะของชั้นที่อัดตัวกันมักมีอนุภาคขนาดใหญ่เป็นองค์ประกอบมากนั้น Duley (1939) ยังพบว่า วัสดุขนาดดินเหนียวและทรายแป้งนี้จะอยู่ในสภาพแขวนลอยในน้ำที่ไหลบ่าลงมาจากริมบนของ พื้นที่แล้วมาสะสมยังบริเวณพื้นที่ด้านล่าง และผลการศึกษาของ Chen *et al.* (1980) พบว่า ชั้นดาน เพราะมักจะเกิดขึ้นหลังจากมีการกร่อนดินเกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียง West *et al.* (1990) และ Radchiff *et al.* (1991) พบว่า ชั้นดานเพราะมักจะเกิดขึ้นสภาพพื้นที่ที่เป็นแอ่งเล็กน้อย เนื่องจาก พบว่ามีการทับถมของวัสดุขนาดเล็กโดยสะสมในลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ (Bresson and Boiffin, 1990)

ชั้นดานเพราะ จะเกิดการอัดตัวแน่นมากเมื่อแห้งทำให้เกิดความแข็งขึ้นแต่การสะสม อนุภาคขนาดละเอียดอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้ชั้นดานมีลักษณะเพราะเมื่อชื้นได้ ความเพราะ อาจเป็นผลมาจากพันธะเคมีของสารเชื่อมอย่างอ่อน ๆ ซึ่งมีได้หลายชนิด และลักษณะการเพราะ ตามธรรมชาติของชั้นดานเพราะทั่วไป ส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการที่อนุภาคถูกเชื่อมโดยซิลิกา

(Norton *et al.*, 1984) เป็นไปในทำนองเดียวกับการศึกษาดินที่มีชั้นดานในประเทศออสเตรเลียของ Chartres and Norton (1994) และ Franzmeier *et al.*, (1996) ที่พบว่า การอัดตัวกันในชั้นดานเปราะอาจมีสาเหตุมาจากการเชื่อมตัวทางเคมีอย่างชั่วคราวของซิลิกาอสัณฐานในลักษณะที่เป็นสารตัวกลาง (intermediate) ซึ่งอาจจะปะปนอยู่กับเหล็กออกไซด์

2.2 ชั้นดานแข็ง

2.2.1 ลักษณะของชั้นดานแข็ง

ชั้นดานแข็ง (hardpan) เป็นชั้นดินที่มีการเชื่อมตัว การพบชั้นดานแข็งในดินมีความสำคัญต่อการใช้ดินอย่างมาก เนื่องจากมีดินหลายชนิดที่สามารถพบชั้นที่แน่นทึบ แข็ง และมีการเชื่อมตัว ซึ่งสารเชื่อมมีด้วยกันหลายชนิด เช่น ซิลิกา ซิลิกาพร้อมกับคาร์บอนเฮลติก และเหล็ก ร่วมกับอินทรีย์วัตถุ ชั้นดานแข็งมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปตามชนิดของสารเชื่อม ระดับความยากง่ายที่จะขจัดอิทธิพลของชั้นดานแข็งและการจัดการทางการเกษตร นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารเชื่อมและลักษณะของการเชื่อมในตัวดิน แต่ชั้นดินที่มีการเชื่อมตัวเช่นนี้มักเป็นลักษณะที่ตกค้างมาจากอดีต อาจจะไม่มีความสัมพันธ์ใดใดกับผลรวมที่เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยการเกิดดินในปัจจุบันก็ได้ ชั้นดานแข็งที่พบในบริเวณต่าง ๆ หลาย ๆ พื้นที่ของโลก เป็นชั้นดานที่มีการเชื่อมตัวโดยซิลิกา (เอิบ, 2542) และโดยทั่วไปหากกล่าวถึงชั้นดานแข็งก็มักจะหมายถึงชั้นดานแข็งที่มีสารเชื่อมเป็นซิลิกา ผลการศึกษาของ Chartres *et al.* (1990) พบว่าซิลิกาอสัณฐานมักเป็นสารเชื่อมหลักในดินที่มีชั้นดานแข็งซึ่งชั้นดานซิลิกา (duripan) ที่ให้คำนิยามไว้ในระบบอนุกรมวิธานดิน หมายถึง ชั้นดินล่างที่มีการเชื่อมตัวโดยซิลิกาซึ่งเคลื่อนย้ายมาสะสม (illuvial silica) โดยมีระดับการเชื่อมตัวแตกต่างกัน และอาจมีสารเชื่อมชนิดอื่นปะปนอยู่ได้ ปกติชั้นดานแข็งมีชั้นของการยึดตัวตั้งแต่เป็นแบบแน่นมาก (very firm) ขึ้นไป (Soil Survey Staff, 1999)

2.2.2 ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกชั้นดานแข็ง

การวินิจฉัยชั้นดานแข็งจะต้องพิจารณาลักษณะที่สำคัญทั้งหมดดังต่อไปนี้ (เอิบ, 2542; Soil Survey Staff, 1999)

1) ชั้นดานมีการเชื่อมตัว หรือแข็งมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาตรในบางชั้นย่อย และ

2) ชั้นดานแสดงร่องรอยของการสะสมโอพอลหรือซิลิการูปอื่น ๆ เช่น เป็นแผ่นปิด เป็นสารเคลือบรูปเลนส์ เป็นสารแทรกในช่องว่าง เป็นสะพานระหว่างเม็ดทรายและผิวเคลือบ ชั้นส่วนของหินหรือชั้นส่วนต่าง ๆ ที่แข็ง และ

3) น้อยกว่าร้อยละ 50 ของปริมาตรของชั้นส่วนที่เริ่มแข็ง จะละลายเมื่อแช่ในกรดเกลือ (1M HCl) เป็นเวลานาน แต่มากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาตรจะละลายในโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น หรือเมื่อแช่ในกรดและด่างสลับกัน และ

4) มีความต่อเนื่องในแนวราบ ทำให้รากพืชไม่สามารถแทรกผ่านได้นอกจากตามรอยแตกในแนวดิ่ง ซึ่งมีช่วงห่างกันระหว่างรอยแตกอย่างน้อย 10 เซนติเมตร การสะสมสารเชื่อมของชั้นดินที่มีการเชื่อมตัว พบมากบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงเป็นครั้งคราว และต้องมีบางช่วงเวลาที่ระดับน้ำใต้ดินสูงนานพอสมควร โดยลักษณะที่เกิดขึ้นขณะระดับน้ำใต้ดินสูงจะคงอยู่แม้ว่าระดับน้ำจะลดลงแล้วก็ตาม ชั้นที่มีการเชื่อมตัวจะมีอิทธิพลต่อการระบายน้ำของดิน โดยชั้นดานที่ไม่มีรอยแตกจะจำกัดการไหลซึมผ่านของน้ำเกือบทั้งหมด ขณะที่ชั้นที่มีรอยแตกหรือช่องว่างที่เกิดจากการละลายจะจำกัดการไหลซึมผ่านของน้ำน้อยกว่า (เอิบ, 2542ก)

ชั้นดานแข็งส่วนมากเกิดในดินที่มีสภาพความชื้นแบบเซอริก (xeric) หรือเอริดิก (aridic) ซึ่งเป็นสภาพที่ดินมีช่วงแห้งเป็นส่วนใหญ่ ดินส่วนมากที่มีชั้นดานซิลิกา จะพบในสภาพความชื้นที่เหมาะสมต่อการละลายได้ของซิลิกา จากนั้นซิลิกาก็จะเคลื่อนที่ไปสะสมยังชั้นดินที่อยู่ต่ำลงไป (Soil Survey Staff, 1999)

Thiry and Simon-Coinçon (1996) พบว่า บริเวณที่จะเกิดชั้นดานแข็งเป็นพื้นที่กว้างใหญ่ได้นั้น จะต้องมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมที่ซิลิกาจะสามารถละลายและเคลื่อนย้ายลงไปตามด้านล่างของหน้าตัดดินได้สภาพแวดล้อมที่วนี่เกี่ยวข้องกับค่าพีเอช (pH) และระบอบน้ำ (water regime) โดยอิทธิพลของค่าพีเอชต่อการละลายของซิลิกา พบว่าความสามารถในการละลายของซิลิการูปต่าง ๆ ในธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงตาม โครงสร้างและระดับการตกผลึก โดยซิลิกาอสังฐานจะละลายได้

สูงที่สุด และการละลายได้ของซิลิกาจะคงที่หากค่าพีเอชน้อยกว่า 9 โดยจะอยู่ในรูป โมเลกุลเดี่ยวของกรดซิลิซิก (H_4SiO_4) ซึ่งถือว่าเป็นสารละลายที่แท้จริง (true solution) (Krauskopf, 1956; Millot, 1970) ส่วนระบอบน้ำกับการเกิดชั้นดานแข็ง พบว่า เมื่อวัสดุพืงสลายตัวแล้วเคลื่อนย้ายลงมาด้านล่าง ลักษณะนี้จะเกี่ยวข้องกับระบอบน้ำหรือการมีน้ำอยู่ในดิน คือเมื่อฝนตกลงมาน้ำที่แทรกซึมลงไปใ้ดินก็จะชะเอาวัสดุพวกนี้ลงไปด้านล่างด้วย โดยวัสดุขนาดใหญ่จะตกทับถมก่อนคล้ายกับลำรางแคบ ๆ ลักษณะของโครงสร้างที่เกิดการเคลื่อนย้ายมาสะสมที่พบว่ามีกรทับถมหลาย ๆ ชั้นสามารถใช้ชี้ถึงลักษณะของการแทรกซึมที่ไม่สม่ำเสมอ และเมื่อการเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ จากส่วนบนลงสู่ส่วนล่างของหน้าตัดมากขึ้นก็จะเกิดขบวนการเคลื่อนที่ของน้ำลงสู่ด้านล่างในที่สุด (Thiry and Simon-Coinçon, 1996)

2.3 ชั้นดานไถพรวน

ชั้นดานไถพรวน (plough pan หรือ plow pan) หมายถึง ชั้นดินแน่นที่บที่เกิดจากการไถพรวนเนื่องจากน้ำหนักล้อรถแทรกเตอร์ที่เคลื่อนที่ไปในร่องระหว่างการไถพรวน โดยไถที่ระดับความลึกเดียวกันตลอดทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมสูง (คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา, 2551.)

ชั้นดานไถพรวน เป็นชั้นดานที่เกิดจากการอัดแน่นของอนุภาคขนาดทรายแป้งซึ่งดินที่มีโอกาสเกิดชั้นดานไถพรวนได้แก่ ดินที่มีอนุภาคขนาดทรายแป้ง หรือ ทรายละเอียดมาก (very fine sand) อยู่ในหน้าตัดดินในปริมาณมาก ได้แก่ ชุดดินต่าง ๆ ที่มีชั้นขนาดอนุภาคดินร่วนละเอียดปนทรายแป้ง (fine-silty) ดินร่วนหยาบปนทรายแป้ง (coarse-silty) (กลุ่มมาตรฐาน, 2544)

ปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยเฉพาะการไถพรวนเพื่อปลูกพืชอยู่ตลอดเวลาและมีการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง และ อ้อย ซึ่งมีการใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ลงไปเหยียบย้ำในแปลงและมีการเขตรกรรมที่ผิดวิธี เช่น การไถพรวนบ่อยครั้งและไม่เหมาะสม การไถพรวนที่ระดับความลึกเดียวกันเป็นเวลานานหลายปีซึ่ง จะทำให้ดินข้างใต้มีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การปลูกข้าวโพดเพียงชนิดเดียวติดต่อกันเป็นเวลานานจะมีผลทำให้โครงสร้างบริเวณพื้นที่ที่ถูกเปลี่ยนแปลงไป ผิวหน้าดินจะแข็งขึ้น จนทำให้เกิดการกร่อนหน้าดินหรือเกิดภาวะดินชั้นล่างแข็ง เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนระดับการเจริญโตของ

ราก (ราเชนทร์, 2539) ส่วนชั้นดานที่เกิดในไร้อ้อยมักเกิดจากการปลุกอ้อยมาเป็นระยะเวลาาน โดยสาเหตุจากล้อยแทรกเตอร์ที่ปฏิบัติงานในไร้ได้กดอัดดิน ในระหว่างปฏิบัติงาน ทำให้ดินส่วนนั้น อัดตัวกันแน่นมากกว่าส่วนอื่น ๆ ซึ่งการอัดตัวของดินจะเกิดขึ้นตั้งแต่ผิวดินจนถึงชั้นดินส่วนล่าง ดินที่อัดตัวกันส่วนบนจะถูกพรวนและไถจนร่วน แต่ดินส่วนล่างซึ่งอยู่ลึกเกินกว่าพาดไถจะ ปฏิบัติการถึงจะเป็นบริเวณที่เกิดชั้นดาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ส่วนในมันสำปะหลัง พบว่า เกษตรกรมีการไถพรวนที่ระดับความลึกเดียวกันเป็นประจำหรือไถพรวนในช่วงที่ไม่เหมาะสมทำให้เกิดชั้นดานแข็ง เมื่อฝนตกหรือมีการให้น้ำ น้ำไม่สามารถซึมผ่านลงไปในระดับลึกได้ทำให้เกิด การท่วมขังในลักษณะของน้ำใต้ดินชั่วคราว (perched ground water) ในบริเวณ โชนรากพืชซึ่งทำให้ หัวมันสำปะหลังเน่าได้ (McDanial *et al.*, 2008)

3. สาเหตุที่ทำให้เกิดชั้นดาน

การอัดตัวแน่นของดินหรือการเกิดชั้นดานมีทั้งเกิดตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำ ของมนุษย์ โดยมีสาเหตุมาจาก การทำการเกษตรที่ผิดวิธี การใช้ประโยชน์ที่ดิน การไถพรวน บ่อยครั้งและไม่ถูกวิธี การไถพรวนที่ระดับความลึกเดียวกันนานๆหลายปี การใช้เครื่องจักรกล ขนาดใหญ่เข้าไปในแปลงและชั้นดานที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

ถ้าพบชั้นดานอยู่ตื้น (50 เซนติเมตรจากผิวดิน) จะมีผลต่อการปลุกพืชเป็นอย่างมาก หาก จะใช้ทางการเกษตร พืชที่ปลูกควรเป็นพืชรากสั้น ถ้าชั้นดานอยู่ลึกปานกลาง (50-100 เซนติเมตร) สามารถปลุกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้นได้ แต่ต้องมีการจัดการที่ดี (กลุ่มมาตรฐาน, 2544)

Anusontpomperm *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษาการเกิดชั้นดานไถพรวนภายใต้การปลุก มันสำปะหลัง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยทำการศึกษาดิน 9 บริเวณที่ใช้ปลุกมันสำปะหลัง พบว่า ชั้นที่อยู่ข้างใต้ชั้นไถพรวนที่ระดับความลึกระหว่าง 30-50 เซนติเมตรจากผิวดิน ดินทุก บริเวณมีค่าความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้น ขณะที่ในชั้นดังกล่าว ความพรุนรวมมีค่าลดลงอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นดินบนและชั้นดินข้างใต้ และสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวก็มีค่าลดลงอย่าง ชัดเจน โดยในทุกดินชั้นนี้จะมีค่าน้อยกว่า 2 เซนติเมตรต่อชั่วโมง

Sindhuseen *et al.* (2008) ทำการศึกษาดินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ไทย พบว่าดินที่นำมาศึกษา รากพืชจะถูกจำกัดอยู่ที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร. เนื่องจากดินมีการอัดตัว

แน่น จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบดินต้นแบบ (ชั้น E) กับดินที่ทำให้มีความร่วนซุย (E_{slot}) โดยดู ความพรุนรวมของดินและช่องว่างในดิน ผลการศึกษาพบว่า ความพรุนรวมของชั้น E และ E_{slot} มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ชั้น E จะประกอบด้วยช่องว่างขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งทำให้รู้ว่ามีกระจาย ของช่องว่างเพียงเล็กน้อย ส่วนในชั้น E_{slot} ช่องว่างจะมีขนาดใหญ่กว่าและมีการกระจายที่มากกว่า ช่องว่างที่อยู่ใน E_{slot} จะทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้ดีกว่า

Hassan *et al.* (2004) ทำการศึกษาผลของการอัดตัวแน่นของดินล่างที่มีผลต่อผลผลิตของ ข้าวฟ่างในประเทศปากีสถาน โดยทำให้มีการอัดตัวแน่นของดินล่าง โดยใช้วิธีวงบอัด ผลการ ทดลองพบว่า การอัดตัวแน่น ในดินล่างทำให้ค่าความหนาแน่นรวมเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนครั้งที่บด โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.72 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรเมื่อใช้รถวงผ่าน 6 ครั้ง ขณะที่ความพรุนรวม ของดินมีค่าลดลงจากร้อยละ 47.3 เมื่อไม่มีการใช้รถบดอัดเป็นร้อยละ 34.5 เมื่อใช้รถวงผ่าน 6 ครั้ง และผลผลิตของข้าวฟ่างลดลงเมื่อดินมีการอัดตัวแน่นของดินมากขึ้น

Charreau and Nicou (1971) ได้ทำการศึกษาเรื่องความแตกต่างของความหนาแน่นรวม ของดินทรายในอันดับแอลฟีซอลท์ในประเทศเซเนกัลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ ถั่ว ลิสงและข้าวฟ่าง พบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงจะลดลงเมื่อความหนาแน่นรวมของ ดินเพิ่มขึ้นจาก 1.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรเป็น 1.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรและในทำนอง เดียวกันการเจริญเติบโตของรากและผลผลิตข้าวฟ่างจะลดลงเมื่อความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น จาก 1.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 1.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

Stiegler (2000) ได้ทำการศึกษาการอัดตัวแน่นของดินในโอคลาโฮมา พบว่า ปริมาณ ความชื้นในดินมีอิทธิพลที่สำคัญมากต่อการเกิดการอัดตัวแน่นของดิน โดยการกดทับ น้ำจะทำ หน้าที่เป็นสารหล่อลื่นในดิน ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของอนุภาคดินขึ้นใหม่ถ้ามีการกดทับหรืออัด ตัวกันของอนุภาคดิน ซึ่งจะเกิดในสภาพเปียกมากกว่าสภาพแห้ง การอัดตัวแน่นของดินเกิดขึ้น ได้ มากที่สุดที่ความชื้นของดินมีค่าใกล้เคียงกับค่าความชื้นสนามในที่ปริมาณความชื้นมาก การกดทับ เพียงเล็กน้อยก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดการอัดตัวแน่นของดินได้ ในที่ปริมาณความชื้นน้อยก็เกิดการ อัดตัวแน่นของดินได้ถ้ามีน้ำหนักมากกดทับ

4. ผลกระทบจากการเกิดชั้นดาน

4.1 พีชเจริญเติบโตผิดปกติ

ดินที่มีความโปร่ง ร่วนซุย การระบายน้ำและการระบายอากาศดีเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพีช แต่ถ้าโครงสร้างของดินถูกทำลายจะทำให้เกิดการอัดตัวแน่นที่บของดินหรือการเกิดดินดาน ซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการซอนไซของรากพีช รากพีชไม่สามารถแทงทะลุลงไปข้างล่างได้ รากเจริญเติบโตได้น้อย รากพีชจะหดสั้นหรือม้วนกลับทำให้พีชดูดน้ำและธาตุอาหารได้น้อยลงเกิดอาการแคระแกร็น (ปรีชา, 2542)

4.2 เกิดการกร่อนดิน

ดินที่แน่นที่บทำให้น้ำไม่สามารถซึมลงไปดินลึกได้ เมื่อฝนตกหนักจะเกิดการไหลบ่ากัดกร่อนผิวหน้าดินและชะล้างปุ๋ยที่มีความอุดมสมบูรณ์ออกไป พื้นที่ที่เป็นชั้นดานเมื่อฝนตกดินข้างใต้ที่อัดตัวแน่นจะทำให้ดินตอนบนอึดตัวได้ง่าย น้ำฝนไม่สามารถที่จะไหลลงสู่ดินชั้นล่างได้ น้ำฝนก็จะไหลบ่าบริเวณผิวดินไปสู่ที่ต่ำได้ง่ายและรวดเร็ว ถ้าหากน้ำมากขึ้นก็จะไหลแรงขึ้นจะทำให้เกิดการกร่อนของดินมากขึ้นและทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน

4.3 พีชแสดงอาการเหี่ยวเฉา

เมื่อเกิดความแห้งแล้งหรือฝนทิ้งช่วงพีชจะแสดงอาการเหี่ยวเฉา เนื่องจากรากพีชไม่สามารถซอนไซผ่านชั้นดินดานลงไปด้านล่างเพื่อดูดน้ำและธาตุอาหารได้ ประกอบกับดินที่อยู่บริเวณเหนือชั้นดานไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้เพราะเกิดการสูญเสียจากดินได้ง่ายโดยการระเหยน้ำจากใต้ดินไม่สามารถเคลื่อนตัวตามท่อแคพิลลารีหรือระเหยผ่านชั้นดินดานขึ้นมาให้พีชใช้ได้ เพราะน้ำที่เคลื่อนตัวหรือระเหยขึ้นมาจากใต้ดินจะไปติดอยู่ที่ชั้นดาน

4.4 เกิดชั้นน้ำใต้ดินชั่วคราว

ชั้นดานเป็นชั้นที่มีความพรุนต่ำประกอบด้วยช่องว่างขนาดเล็ก ชั้นดินแข็งจะยับยั้งการไหลซึมผ่าน (percolation) ของน้ำทำให้เกิดชั้นน้ำใต้ดินชั่วคราว (perched water table) ขึ้นในฤดูฝน

5. มันสำปะหลัง

5.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังจัดเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งมีชื่อสามัญหลายชื่อด้วยกัน ได้แก่ cassava, yucca, mandioca, manioc, madioc, tapioca เป็นต้น โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta (L.) crantz* จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกา โดยเฉพาะทางอเมริกาใต้ แถบประเทศเปรู เม็กซิโก กัวเตมาลา และฮอนดูรัส ต่อมาได้ขยายไปทั่วเขตร้อนของทวีปอเมริกา และได้ขยายไปสู่แหล่งอื่น ๆ ของโลก

มันสำปะหลังเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน โดยทั่วไปพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร และสามารถปรับตัวได้ดีในเขตที่มีฝนตกอยู่ระหว่าง 1,000-1,300 มิลลิเมตรต่อปี แต่ทั้งนี้ในพื้นที่ที่ฝนตกชุก จะต้องมีการระบายน้ำดีเพราะหากมีน้ำท่วมเพียงวันเดียวอาจทำให้เสียหายได้ (Cock, 1985) มันสำปะหลังเป็นพืชทนแล้งได้ดี หลังจากปลูกและเมื่อต้นมันสำปะหลังตั้งตัวได้แล้ว แม้จะขาดฝนเป็นระยะเวลาานติดต่อกัน 3-4 เดือน ก็ยังสามารถทนอยู่ได้โดยไม่ตาย มันสำปะหลังจึงเป็นพืชที่สำคัญในเขตที่มีฤดูแล้งยาวนานถึง 6 เดือนต่อปี ทั้งนี้ต้องเป็นบริเวณที่มีฝนตกไม่ต่ำกว่า 600 มิลลิเมตรต่อปี (เจริญศักดิ์, 2532) นอกจากนี้ มันสำปะหลังยังทนทานต่อสภาพความเป็นกรดหรือด่างได้ดี โดยสามารถปลูกได้ในดินที่มีค่าพีเอชอยู่ในพิสัย 3.8-8.0 (Kawano, 1980; Kawano and Jennings, 1983) อุณหภูมิที่มันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตได้พบตั้งแต่ 13-35 องศาเซลเซียส และสามารถปลูกได้ตั้งแต่ความสูงจากระดับทะเลปานกลางจนถึง 2,000 เมตรเหนือระดับทะเลปานกลาง (Jones, 1959)

5.2 ฤดูกาลปลูกมันสำปะหลัง

การปลูกมันสำปะหลังจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นของดิน สำหรับประเทศไทยการปลูกมันสำปะหลังไม่ถูกจำกัดโดยฤดูกาลปลูก แต่การปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูง ลดต้นทุนการผลิตและเป็นการอนุรักษ์ดิน ควรมีการปลูกในช่วงฤดูแล้งและปลายฤดูฝน ซึ่งเจริญศักดิ์ และคณะ (2530) ได้ศึกษาฤดูกาลปลูกมันสำปะหลังในดินสัดหีบ จังหวัดชลบุรี โดยเปรียบเทียบการปลูกมันสำปะหลังในช่วงฤดูแล้ง คือปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมและกุมภาพันธ์ กับการปลูกมันสำปะหลังในช่วงต้นฤดูฝน คือปลูกในเดือนพฤษภาคม ผลการทดลอง

พบว่าผลผลิตน้ำหนักรวมของมันสำปะหลังจะสูงสุดเมื่อปลูกในเดือนพฤศจิกายน รองลงมาคือ กุมภาพันธ์และพฤษภาคมตามลำดับ (Poolsanguan, 1992)

5.3 พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตมันสำปะหลัง

พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย พบว่า สามารถปลูกได้ตั้งแต่ใต้สุดจนถึงเหนือสุดของประเทศ (โสภณ, 2526) โดยในปี 2550-2551 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 7,302,960 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 27,618,763 ตัน (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2551) แหล่งที่ปลูกมันสำปะหลังที่ใหญ่ที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ปลูกประมาณร้อยละ 60 ของเนื้อที่ปลูกทั้งหมด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกและผลผลิตหัวมันสดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ปี พ.ศ. 2549-2551

จังหวัด	ปี 2549/2550		ปี 2550/2551	
	พื้นที่ปลูก	ผลผลิต	พื้นที่ปลูก	ผลผลิต
	(ไร่)	(กก./ไร่)	(ไร่)	(กก./ไร่)
นครราชสีมา	1,834,290	3,739	1,888,499	3,846
ชัยภูมิ	370,292	3,518	376,122	3,536
บุรีรัมย์	196,435	3,639	191,321	3,821
มหาสารคาม	120,996	3,354	123,704	3,505
สุรินทร์	36,747	3,307	43,806	3,471
อุบลราชธานี	97,981	3,598	101,576	3,612
ศรีสะเกษ	78,592	3,488	74,930	3,704
ขอนแก่น	212,671	3,663	213,521	3,564
ร้อยเอ็ด	105,357	3,403	112,420	3,618
กาฬสินธุ์	264,962	3,735	262,365	3,846

ที่มา: มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย (2551)

แหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะอยู่ทางตอนล่างของภาค ครอบคลุมพื้นที่ 10 จังหวัด ได้แก่ จังหวัด นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ มหาสารคาม สุรินทร์ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ ขอนแก่น ร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์ โดยมีพื้นที่ปลูกคิดเป็นร้อยละ 45 ของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งประเทศ สำหรับผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะหลัง โดยมีค่าเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2549/2550 อยู่ระหว่าง 3,307-3,739 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในปี พ.ศ. 2550/2551 มีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 3,471-3,846 กิโลกรัมต่อไร่

สภาพทั่วไปของบริเวณที่ทำการศึกษา

1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งอยู่บนที่ราบสูงโคราช ระหว่างละติจูด 15 องศาเหนือ และลองจิจูด 102 องศาตะวันออก อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ย 187 เมตร ตัวจังหวัดอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร โดยทางรถยนต์ 255 กิโลเมตร และโดยทางรถไฟ 264 กิโลเมตร มีพื้นที่ 20,493.964 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 12,808,728 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12.12 ของพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดขอนแก่น

ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดนครนายก และจังหวัดสระแก้ว

ทิศตะวันออก ติดต่อกับจังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดขอนแก่น

ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี

2. สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศของจังหวัดมีทั้งที่เป็นภูเขาสูง ที่ราบลุ่ม พื้นที่ที่ถูกคลื่นลอนตื้นและพื้นที่ที่ถูกคลื่นลอนลึก ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 บริเวณ คือ

2.1 บริเวณเทือกเขาและที่สูงทางตอนใต้ของจังหวัดมีความสูงจากระดับทะเลปานกลางมากกว่า 250 เมตร ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ของอำเภอปากช่อง อำเภอปักธงชัย อำเภอวังน้ำเขียว อำเภอครบุรีและอำเภอเสิงสาง เทือกเขานี้เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำลำธารหลายสายที่ไหลไปทางตะวันออกของภาค ได้แก่ แม่น้ำมูล ลำแซะ ลำพระเพลิง และลำปลายมาศ พื้นที่ระหว่างเทือกเขาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลึกและลูกคลื่นลอนตื้น ตอนล่างของหุบเขามีความลาดชันค่อนข้างมาก ทำให้มีการกร่อนของหน้าดินในบริเวณนี้ค่อนข้างสูง

2.2 บริเวณที่สูงทางตอนกลางของจังหวัดมีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 200-250 เมตร อยู่ในเขตอำเภอด่านขุนทด สีคิ้ว เทพารักษ์ พระทองคำ ตอนล่างของอำเภอ โนนไทย ขามทะเลสอ เมือง สูงเนิน ตอนบนของอำเภอ ปักธงชัย ครบุรี โชกชัย หนองบุญมาก จักราช และอำเภอเสิงสาง ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นลูกคลื่นลอนตื้นยกเว้นบริเวณใกล้เชิงเขาที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลึก พื้นที่บางส่วนเป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำ ซึ่งไหลผ่านหลายสาย ได้แก่ ลำแซะ ลำพระเพลิง ลำตะคอง และแม่น้ำมูล

2.3 พื้นที่ลูกคลื่นทางตอนเหนือของจังหวัดมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 200 เมตร อยู่ในเขตอำเภอขามสะแกแสง ตอนบนของอำเภอ โนนไทย คง ทางทิศตะวันตกของอำเภอบัวใหญ่ บ้านเหลื่อม ห้วยแถลง ชุมพวง และอำเภอลำทะเมนชัย มีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้นที่สูงสลับที่นา บางตอนเป็นพื้นที่ราบลุ่มบริเวณริมฝั่งแม่น้ำลำเชียงไกร และลำปลายมาศ

2.4 บริเวณที่ราบลุ่มทางตอนเหนือของจังหวัด มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางน้อยกว่า 200 เมตร อยู่ในเขตอำเภอบัวใหญ่ คง โนนสูง ประทาย พิมาย สีดา บัวลาย และอำเภอเมืองยาง มีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้น และมีที่ราบลุ่มบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ

3. สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะอากาศทั่วไปของจังหวัดนครราชสีมาอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน ซึ่งพัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากแหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทย ทำให้บริเวณจังหวัด

นครราชสีมาประสบกับภาวะอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งโดยทั่วไป ส่วนมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้และเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตร พัดพาเอามวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทย ทำให้บริเวณจังหวัดนครราชสีมามีเมฆมากและฝนตกชุกโดยทั่วไป (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551)

ฤดูกาลของจังหวัดนครราชสีมา เมื่อพิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมจังหวัดนครราชสีมาตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ในช่วงกลางเดือนตุลาคม มีระยะเวลาหนาว 1-2 สัปดาห์ เป็นช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว อากาศแปรปรวนไม่แน่นอน อาจเริ่มมีอากาศเย็นหรืออาจยังมีฝนฟ้าคะนอง ในบางปีฤดูหนาวอาจเริ่มต้นช้ากว่ากำหนดนี้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทย ถ้าแผ่มาช้าฤดูหนาวจะเริ่มประมาณปลายเดือนตุลาคมเป็นต้นไป

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระยะที่ขั้วโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะเดือนเมษายนบริเวณจังหวัดนครราชสีมา ดวงอาทิตย์อยู่ตรงศีรษะในเวลาเที่ยงวัน ทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ สภาวะอากาศจึงร้อนอบอ้าวทั่วไป ในฤดูนี้แม้ว่าโดยทั่วไปจะมีอากาศร้อนและแห้งแล้ง แต่บางครั้งอาจมีมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมถึงประเทศไทยตอนบน ทำให้เกิดการปะทะกันของมวลอากาศเย็นกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองและลมกระโชกแรงหรืออาจมีลูกเห็บตกก่อให้เกิดความเสียหายได้ พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูนี้มักเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “พายุฤดูร้อน”

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นลมร้อนและชื้นจากมหาสมุทรอินเดีย พัดปกคลุมประเทศไทย และร่องความกดอากาศต่ำ (ร่องฝน) ที่พาดผ่านบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยจะเลื่อนขึ้นมาพาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบน ทำให้จังหวัดนครราชสีมามีฝนตกชุกทั่วไป และประมาณปลายเดือนมิถุนายนร่อง

ความกดอากาศต่ำ (ร่องฝน) จะพัดผ่านบริเวณประเทศจีนตอนใต้ ทำให้ฝนลดลงระยะหนึ่งและเรียกว่าเป็นช่วงฝนทิ้ง ซึ่งอาจนานประมาณ 1-2 สัปดาห์ หรือบางปีอาจเกิดขึ้นรุนแรงและมีฝนน้อยนานนับเดือน ในเดือนกรกฎาคมปกติร่องความกดอากาศ (ร่องฝน) จะเลื่อนกลับลงมาทางใต้พัดผ่านบริเวณจังหวัดนครราชสีมาอีกครั้งหนึ่งทำให้มีฝนตกชุกต่อเนื่องอีกจนกระทั่งมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือพัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยแทนที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณกลางเดือนตุลาคม ประเทศไทยตอนบนจะเริ่มมีอากาศเย็นและฝนลดลง

จากผลการตรวจอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา อ.เมือง จ.นครราชสีมาพอสรุปข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญได้ดังนี้

1) อุณหภูมิ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนครราชสีมาเป็นพื้นที่ราบสูง มีป่าและทิวเขาสูงกั้นเขตแดนเป็นแนวยาว อากาศจึงค่อนข้างร้อนอบอ้าวมากในฤดูร้อน และในฤดูหนาวก็ค่อนข้างหนาวเย็นโดยอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียส

2) ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์กับมวลอากาศและอิทธิพลของลมมรสุมเป็นสำคัญในช่วงฤดูหนาวซึ่งเป็นระยะที่มรสุมตะวันตกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย อากาศในจังหวัดนครราชสีมา จะแห้งแล้งและหนาวเย็น ตอนรุ่งเช้าอากาศจะชุ่มชื้นความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงและจะลดต่ำลงอย่างรวดเร็วในตอนบ่ายถึงเย็น ส่วนในช่วงฤดูร้อน อากาศจะแห้งแล้งและร้อนอบอ้าวมาก ความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำมากและความชื้นสัมพัทธ์จะค่อย ๆ สูงขึ้นเมื่อเริ่มเข้าฤดูฝน คือเมื่อมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยลมนี้เป็นลมที่พัดจากทะเลจึงพัดพาเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นมาด้วย ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นเป็นลำดับตลอดฤดูฝน โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปีร้อยละ 71 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 89 ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 49 และค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดตรวจวัดได้ร้อยละ 12

3) ฝน ฝนที่ตกในจังหวัดนครราชสีมาส่วนใหญ่เป็นฝนเนื่องจากพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนตัวจากทะเลจีนใต้ ผ่านประเทศเวียดนามเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ถ้าปีใดพายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้เข้ามาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้น้อย ในปีนั้นบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและจังหวัดนครราชสีมาจะมีความแห้งแล้ง มีปริมาณฝนตกน้อย แต่โดยปกติแล้วพายุดีเปรสชันจะเคลื่อนผ่านเข้ามาในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณปีละ 2-3 ลูกทำให้ปริมาณฝนอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนฝนที่เกิดจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นั้นมีปริมาณน้อย เพราะ

จังหวัดนครราชสีมา มีเทือกเขาเพชรบูรณ์กับเทือกเขาคงพญาเย็นอยู่ทางตะวันตกและเทือกเขาสันกำแพงกับเทือกเขาพนมดงรักอยู่ทางใต้เป็นเครื่องกีดขวางมิให้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้ามาถึงโดยสะดวก จึงทำให้มีฝนตกน้อยสำหรับปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีได้ประมาณ 1,019.2 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 105 วัน เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 202.3 มิลลิเมตร ปริมาณฝนสูงสุดใน 24 ชั่วโมง ตรวจวัดได้ 143.7 มิลลิเมตร

4) ลม ระบบการพัดเวียนของลมในจังหวัดนครราชสีมา โดยในฤดูหนาวมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดปกคลุมประเทศไทยในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ลมส่วนใหญ่เป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังเฉลี่ยประมาณ 4-6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และในตอนต้นฤดูร้อนลมพัดแปรปรวน มีกำลังอ่อนจนถึงเดือนเมษายนลมจะเปลี่ยนเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้ กำลังเฉลี่ยประมาณ 4-6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน ลมยังคงพัดทิศตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังเฉลี่ยประมาณ 6-7 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน ลมเปลี่ยนเป็นทิศตะวันตก มีกำลังลมเฉลี่ยประมาณ 4-7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับกำลังลมสูงที่สุดที่เคยตรวจได้ในฤดูต่าง ๆ มีดังนี้ ฤดูหนาว ตรวจวัดลมสูงสุดได้ 81 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันออก ในเดือนพฤศจิกายน ฤดูร้อนตรวจวัดลมสูงสุดได้ 98 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทิศใต้ในเดือนเมษายน ส่วนในฤดูฝนตรวจวัดลมสูงสุดได้ 107 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเป็นลมที่พัดแรงที่สุดในทิศตะวันตกเฉียงใต้ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 (กรมแผนที่ทหาร, 2547)
2. แผนที่ดินจังหวัดนครราชสีมา มาตราส่วน 1:100,000 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2527)
3. เครื่องมือการสำรวจดิน ในภาคสนามแบบมาตรฐาน (เอิบ, 2542ข; Soil Survey Division Staff, 1993)
4. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของดิน
5. Penetrometer

วิธีการ

1. การศึกษาภาคสนามและเก็บตัวอย่างดิน

ทำการสำรวจดินในภาคสนาม ซึ่งพื้นที่ทำการศึกษายู่ในจังหวัดนครราชสีมา บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การเก็บตัวอย่าง ขุดหน้าตัดดินขนาดย่อม (miniprofile) ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้โดยมีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร ลึก 60 เซนติเมตร ตกแต่งหน้าตัดดินให้สามารถมองเห็น สันฐาน วิทยาของดิน ได้ชัดเจน แบ่งชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ตรวจสอบสมบัติดินในแต่ละชั้น ทำคำบรรยายหน้าตัดดิน

2. ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตามวิธีการมาตรฐาน

2.1 ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (disturbed soil samples) เก็บดินทุกชั้น ตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ที่ได้แบ่งไว้ตลอดหน้าตัดดิน ชั้นละประมาณ 1-2 กิโลกรัม

2.2 เก็บตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed soil samples) เลือกเก็บเฉพาะชั้นที่ต้องการนำมาศึกษาสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว (saturated hydraulic conductivity) โดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่าง (core)

2.3 ใช้ penetrometer วัดความแข็งของดิน โดยวัดตั้งแต่ชั้นดินบนลงไปจนถึงชั้นดินข้างใต้ชั้นดินดาน ไถพรวนภายในหน้าตัดดิน

3. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

3.1.1 การกระจายขนาดของอนุภาคดิน (Soil particle size distribution) โดยวิธีแยกด้วยตะแกรง (sieving method) ในขนาดอนุภาคทรายและโดยวิธีไปเป็ด (pipette method) (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) ในขนาดอนุภาคทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียว ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Survey Division Staff, 1993)

3.1.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินที่ไม่ทำลายโครงสร้าง (core method) (Blake and Hartge, 1986)

3.1.3 สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว (Saturated hydraulic conductivity) โดยใช้พลังงานขับน้ำผันแปร (variable head method) (Klute, 1965)

3.1.4 ทดสอบความต้านทานการแทงทะลุ (penetration resistance) โดยใช้เครื่องมือ penetrometer (Bradford, 1986)

3.1.5 ความแข็งของดิน (Soil strength)

3.1.6 การหากราฟดูขีดความชื้น โดยการแช่ดินให้อิ่มตัวด้วยน้ำแล้วไล่น้ำออกจากดิน ด้วยแรงดันอากาศ ที่ระดับต่างๆ ได้แก่ระดับแรงดันที่ -0.1, -10, -33, -100 และ -1500 กิโลพาสคัล (Klute, 1986)

3.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

3.2.1 ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction) โดยใช้เครื่องมือวัดพีเอชดิน (pH meter) ใช้ อัตราส่วนดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย 1M KCl เท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996)

3.2.2 ปริมาณไนโตรเจนรวม โดยวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965)

3.2.3 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945)

3.2.4 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยใช้ 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Pratt, 1965)

3.2.5 อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)

3.2.6 เบสรวมที่สกัดได้ (Extractable bases) ซึ่งประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม โดยสกัดด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Peech, 1945) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

3.2.7 สภาพกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธีแบเรียมคลอไรด์ ไตรเอทธานโกลามีน (barium chloride-triethanolamine) pH 8.2 (Peech, 1965)

3.2.8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity) โดยใช้ในการชะล้าง แคตไอออนด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) และแทนที่แคตไอออนของ

แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (10%) ในสภาพที่เป็นกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์แล้วคำนวณหาค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

3.2.9 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation percentage) โดยการคำนวณจากค่าเบสรวมที่สกัดได้ (sum bases) และสภาพกรดที่สกัดได้ (extractable acidity) (National Soil Survey Center, 1996) จากสูตร

$$\% \text{ BS} = \frac{\text{sum bases}}{\text{extractable bases} + \text{extractable acidity}} \times 100$$

สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

1. สถานที่

1.1 การปฏิบัติงานในภาคสนาม ทำการศึกษาที่แปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร ในอำเภอคำชะอี จังหวัดนครราชสีมา

1.2 การวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ใช้ห้องปฏิบัติการของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

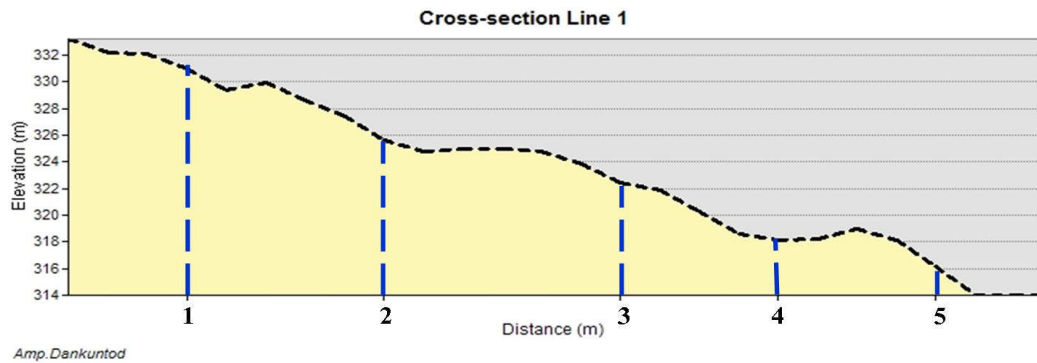
1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพบางประการ ใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดิน สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ

1.4 วัดความแข็งของดิน ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

2. ระยะเวลาในการทำวิจัย

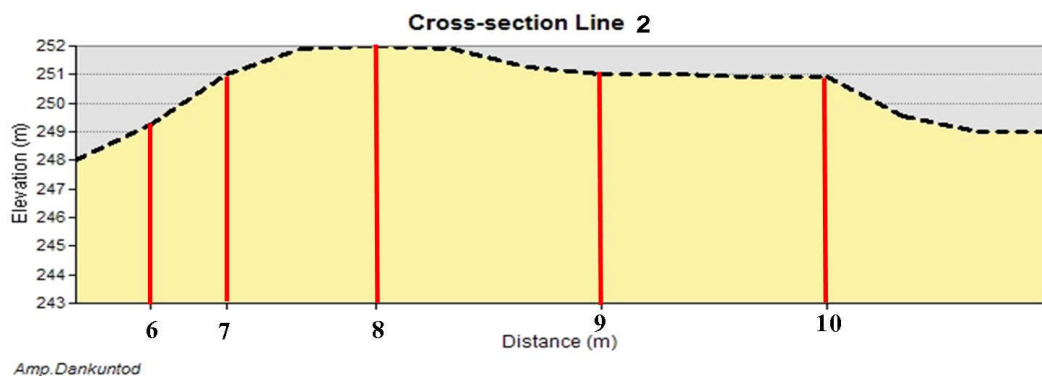
เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2552

1) บริเวณแปลงเกษตรกร ตำบลห้วยขบง อำเภอด่านขุนทด ซึ่งเป็นชุดดินวาริน (Warin series: Wn) เก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 บริเวณตามลำดับภูมิประเทศ (ภาพที่ 2)



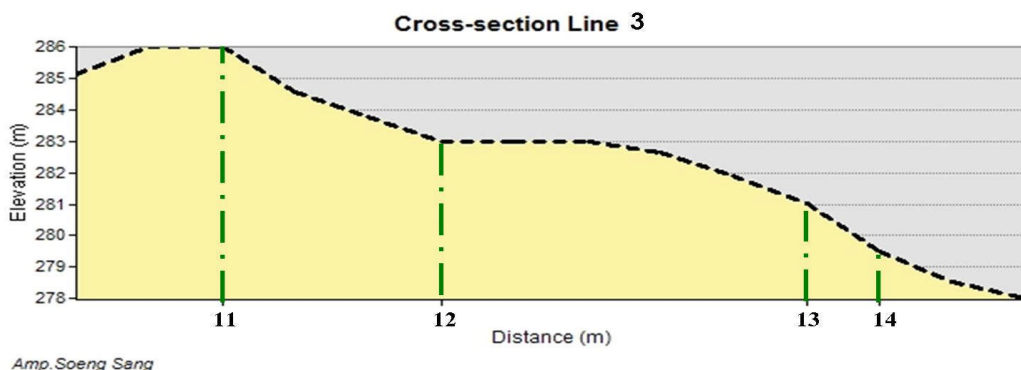
ภาพที่ 2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างของชุดดินวารินตามลำดับภูมิประเทศที่มีความสัมพันธ์กับความสูงจากระดับทะเลปานกลาง

2) บริเวณแปลงเกษตรกร ตำบลตะเคียน อำเภอด่านขุนทด ซึ่งเป็นชุดดินยโสธร (Yasothon series: Yt) เก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 บริเวณตามลำดับภูมิประเทศ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แสดงจุดเก็บตัวอย่างของชุดดินยโสธรตามลำดับภูมิประเทศที่มีความสัมพันธ์กับความสูงจากระดับทะเลปานกลาง

3) บริเวณแปลงเกษตรกร ตำบลโนนสมบูรณ์ อำเภอเสิงสาง ซึ่งเป็นชุดดินสตึก (Satuk series: Suk) เก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 บริเวณตามลำดับภูมิประเทศ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 แสดงจุดเก็บตัวอย่างของชุดดินสติกตามลำดับภูมิประเทศที่มีความสัมพันธ์กับความสูงจากระดับทะเลปานกลาง

1. ลักษณะทั่วไปและสัณฐานวิทยาสนามของดิน

ลักษณะทั่วไปและสัณฐานวิทยาสนามของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ แสดงไว้ในคำอธิบายหน้าตัดดินในภาคผนวก และในตารางที่ 2, 3 และ 4

บริเวณที่ 1 ชุดดินวาริน ศึกษาและเก็บตัวอย่างดิน 5 บริเวณตามลำดับภูมิประเทศ (ภาพที่ 5) สามารถแบ่งชั้นดินได้ 3 ชั้นคือ Ap-Btd-Bt1 ยกเว้นบริเวณที่ 1 ที่สามารถแบ่งชั้นดินได้ 4 ชั้น คือ Ap1-Ap2-Btd-Bt1 (ตารางที่ 3) ดินทั้ง 5 บริเวณอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 313-332 เมตร สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดเทประมาณร้อยละ 3-5 ดินมีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ดินบนมีสีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.5-7.0) มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ส่วนดินล่างมีสีแดงปนเหลืองถึงสีน้ำตาลเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายและดินทรายปนดินร่วน มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) พบการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวที่เคลื่อนย้ายจากชั้นดินบนที่เห็นได้ชัดเจนตั้งแต่ระดับความลึก 18-40 เซนติเมตรลงไป วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนล้าผิวดินทับถมอยู่บนวัสดุตกค้างที่สลายตัวมาจากหินทราย

บริเวณที่ 2 ชุดดินยโสธร ศึกษาและเก็บตัวอย่างดินจำนวน 5 บริเวณตามลำดับสภาพภูมิประเทศ (ภาพที่ 6) สามารถแบ่งชั้นดินได้ 3 ชั้นคือ Ap-Btd-Bt1 ยกเว้นบริเวณสุดท้ายที่สามารถแบ่ง

ชั้นดินได้ 4 ชั้น คือ Ap1-Ap2-Btd-Bt1 (ตารางที่ 3) พื้นที่อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 245-250 เมตร สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดจนถึงเกือบราบ มีความลาดเทตั้งแต่ร้อยละ 1-5 ดินมีการระบายน้ำดีมาก ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลางถึงเร็ว ดินบนมีสีแดงถึงสีน้ำตาลแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายและดินทรายปนดินร่วน ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0) มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ส่วนดินล่างมีสีแดงจนถึงสีน้ำตาลปนเหลืองเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายที่มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัดมาก (pH 4.0-4.5) พบว่ามีการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวที่เคลื่อนย้ายจากชั้นดินบน ซึ่งเห็นได้ชัดเจนตั้งแต่ระดับความลึก 18-31 เซนติเมตรลงไป วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่นทับถมอยู่บน วัสดุตกค้างของหินทราย

บริเวณที่ 3 ชุดดินสติศึกษาและเก็บตัวอย่างจำนวน 4 บริเวณตามลำดับภูมิประเทศ (ภาพที่ 7) สามารถแบ่งชั้นดินได้ 3 ชั้นคือ Ap-Btd-Bt1 (ตารางที่ 3) พบอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 264-276 เมตร สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดเทตั้งแต่ประมาณร้อยละ 4-6 ดินมีการระบายน้ำดีมาก ความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ดินบนมีสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินทรายปนดินร่วน และดินร่วนเหนียวปนทราย ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.0) มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ส่วนดินล่างมีสีแดงปนเหลืองถึงสีน้ำตาลเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย และดินเหนียวปนทรายที่มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.5) พบการเคลือบของอนุภาคดินเหนียวที่เคลื่อนย้ายจากชั้นดินบน ซึ่งเห็นได้ชัดเจนตั้งแต่ระดับความลึก 17-25 เซนติเมตรลงไป วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างที่สลายตัวมาจากหินทรายเป็ง

ตารางที่ 2 ลักษณะสภาพภูมิประเทศของบริเวณที่ศึกษา

Site	Slope (%)	Elevation (m)	Relief	ลักษณะภูมิประเทศ (Landform)	Parent Material
Wn 1	3	332	Undulating	Upper middle erosional surface of low hill	Wash over residuum derived from sandstone
Wn 2	3	328	Undulating	Middle erosional surface of low hill	Wash over residuum derived from sandstone
Wn 3	4	323	Undulating	Lower middle erosional surface of low hill	Wash over residuum derived from sandstone
Wn 4	5	323	Undulating	Middle surface of low hill	Wash over residuum derived from sandstone
Wn 5	3	313	Undulating	Lower middle surface of low hill	Wash over residuum derived from sandstone
Yt 1	5	245	Undulating	Residual plain	Local alluvium over residuum of sandstone
Yt 2	2	250	Undulating	Residual plain	Local alluvium over residuum of sandstone
Yt 3	3	245	Undulating	Residual plain	Local alluvium over residuum of sandstone
Yt 4	1	248	Nearly flat	Residual plain	Local alluvium over residuum of sandstone
Yt 5	2	243	Undulating	Residual plain	Local alluvium over residuum of sandstone
Suk 1	4	276	Undulating	Upper part of undulating erosional surface	Residuum derived from siltstone
Suk 2	5	271	Undulating	Upper part of undulating erosional surface	Residuum derived from siltstone
Suk 3	6	267	Undulating	Middle part of undulating erosional surface	Residuum derived from siltstone
Suk 4	5	264	Undulating	Lower part of undulating erosional surface	Residuum derived from siltstone

ตารางที่ 3 ลักษณะดินฐานวิทยาของดินในบริเวณที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Soil color Mottle	Texture	Structure	Consistence Dry , Moist, Wet	Boundary	Field pH
Wn-1: Typic Kandistult							
0-20	Ap1	7.5YR4/4	LS	1FSBK	L, VFri, NS/NP	Clear, smooth	6.0
20-38	Ap2	7.5YR4/4	LS	1,2FSBK	S, Fri, NS/NP	Abrupt, smooth	5.5
38-50	Btd	5YR6/6	SL	1,2FMSBK	H, F, SS/NP	Gradual, smooth	5.5
50-70	Bt1	5YR5/8	SL	1,2FMSBK	S, F, SS/NP		6.0
Wn-2: Typic Kandistult							
0-10/15	Ap	7.5YR4/3	LS	1FMSBK	S, VFri, NS/NP	Abrupt, smooth	6.0
15-30	Btd	7.5YR4/6	LS	1,2FMSBK	S, F, NS/NP	Clear, smooth	5.5
30-50	Bt1	5YR4/6	LS	1,2FSBK	S, VFri, NS/NP		5.5
Wn-3: Typic Kandistult							
0-18	Ap	7.5YR3/3	LS	1FMSBK	S, Fri, NS/NP	Clear, smooth	7.0
18-35	Btd	7.5YR4/4	LS	1,2FMSBK	SH, F, NS/NP	Gradual, smooth	6.5
35-50	Bt1	7.5YR4/6	LS	1FMSBK	S, VFri, NS/NP		6.5
Wn-4: Typic Kandistult							
0-20	Ap	7.5YR4/4	LS	1FSBK	S, VFri, NS/NP	Clear, smooth	6.0
20-40	Btd	7.5YR4/3	LS	1,2FSBK	SH, Fri, NS/NP	Abrupt, smooth	6.0
40-60	Bt1	7.5YR4/6	LS	1FSBK	S, VFri, NS/NP		6.5
Wn-5: Typic Kandistult							
0-20	Ap	7.5YR5/3	LS	1FSBK	S, VFri, NS/NP	Abrupt, smooth	6.0
20-38	Btd	7.5YR5/6	LS	1,2FMSBK	H, Fri, NS/NP	Clear, smooth	6.0
38-50	Bt1	10YR5/6	SL	1,2SBK	SH, Fri, SS/NP		4.5
Yt-1: Typic Paleustult							
0-18	Ap	2.5YR4/8	SL	2FMSBK	S, VFri, NS/NP	Gradual, smooth	5.0
18-35	Btd	2.5YR3/6	SL	2FMSBK	H, F, SS/NP	Diffuse, smooth	4.5
35-50	Bt1	2.5YR3/6	SL	2FMSBK	S, F, SS/NP		4.5
Yt-2: Typic Paleustult							
0-21	Ap	2.5YR4/6	SL	1VFFSBK	L, VFri, SS/NP	Gradual, smooth	4.5
21-40	Btd	2.5YR3/6	SL	1FSBK	H, Fri, NS/NP	Gradual, smooth	4.0
40-60	Bt1	10R4/6	SL	1FMSBK	SH, Fri, SS/NP		4.0

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	Soil color Mottle	Texture	Structure	Consistence Dry , Moist, Wet	Boundary	Field pH
Yt-3: Typic Paleustult							
0-22	Ap	2.5YR4/4	LS	1VFFSBK	SH, Fri, SS/NP	Gradual, smooth	4.5
22-40	Btd	2.5YR4/4	SL	1VFFSBK	H, VFri, SS/NP	Gradual, smooth	4.5
40-60	Bt1	10R4/6	SL	1FMSBK	H, Fri, SS/NP		4.5
Yt-4: Typic Paleustult							
0-27	Ap	5YR4/4	LS	1,2FSBK	S, VFri, NS/NP	Clear, smooth	4.5
27-45	Btd	2.5YR4/6	SL	2FMSBK	S, Fri, NS/NP	Gradual, smooth	5.0
45-60	Bt1	2.5YR3/6	SL	2FSBK	S, Fri, NS/NP		4.5
Yt-5: Typic Paleustult							
0-20	Ap1	5YR3/4	LS	2FMSBK	S, VFri, NS/NP	Gradual, smooth	4.5
20-31	Ap2	5YR4/6	LS	2FMSBK	SH, Fri, NS/NP	Clear, smooth	4.5
31-50	Btd	2.5YR3/6	SL	2FSBK	S, Fri, NS/NP	Gradual,smooth	4.0
50-70	Bt1	2.5YR3/6	SL	2FSBK	SH, Fri, NS/SP		4.0
Suk-1: Typic Paleustult							
0-12/15	Ap	7.5YR3/3	SL	3FMSBK	SH, Fri, SS/SP	Abrupt, wavy	6.5
15-35	Btd	5YR4/6	SCL	3FMSBK	VH, Fri, SS/MP	Gradual, smooth	6.5
35-50	Bt1	5YR4/8	SCL	2FMSBK	SH, Fri, SS/MP		6.0
Suk-2: Typic Paleustult							
0-20	Ap	7.5YR3/3	SL	2FMSBK	VH, Fri, SS/SP	Clear, smooth	6.0
20-35	Btd	5YR4/6	SCL	3FMSBK	SH, F, SS/VP	Gradual, smooth	6.5
35-50	Bt1	5YR4/6	SCL	3FMSBK	SH, F, SS/VP		6.5
Suk-3: Typic Paleustult							
0-18	Ap	10YR3/3	SCL	3FMSBK	H, Fri, SS/VP	Clear, smooth	7.0
18-30	Btd	7.5YR4/4	SL	3FMSBK	VH, F, MS/VP	Gradual, smooth	6.5
30-50	Bt1	7.5YR4/6	SC	3FMSBK	VH, F, MS/VP		6.5
Suk-4: Typic Paleustult							
0-25	Ap	7.5YR4/3	LS	2FMSBK	SH, Fri, NS/NP	Clear, smooth	6.0
25-38	Btd	10YR5/4	SL	3FMSBK	SH, F, SS/SP	Clear, smooth	5.0
38-55	Bt1	7.5YR5/6	SCL	2FMSBK	H, Fri, SS/MP		5.0

ตารางที่ 3 (ต่อ)

หมายเหตุ

เนื้อดิน (Texture)

SL	=	Sandy loam
SCL	=	Sandy clay loam
LS	=	Loamy sand
VGSC	=	Very gravelly sandy clay
CL	=	Clay loam
C	=	Clay
FSCL	=	Fine sandy clay loam
FSC	=	Fine sandy clay
SC	=	Sandy clay
SGSCL	=	Sandy gravelly sandy clay loam

โครงสร้าง (Structure)

1	=	Weak
2	=	Moderate
3	=	Strong
c	=	Coarse
f	=	Fine
m	=	Medium
abk	=	Angular blocky
sbk	=	Subangular blocky
semi-abk	=	Semi- angular blocky

การบีบตัว (Consistence)

แห้ง (Dry)

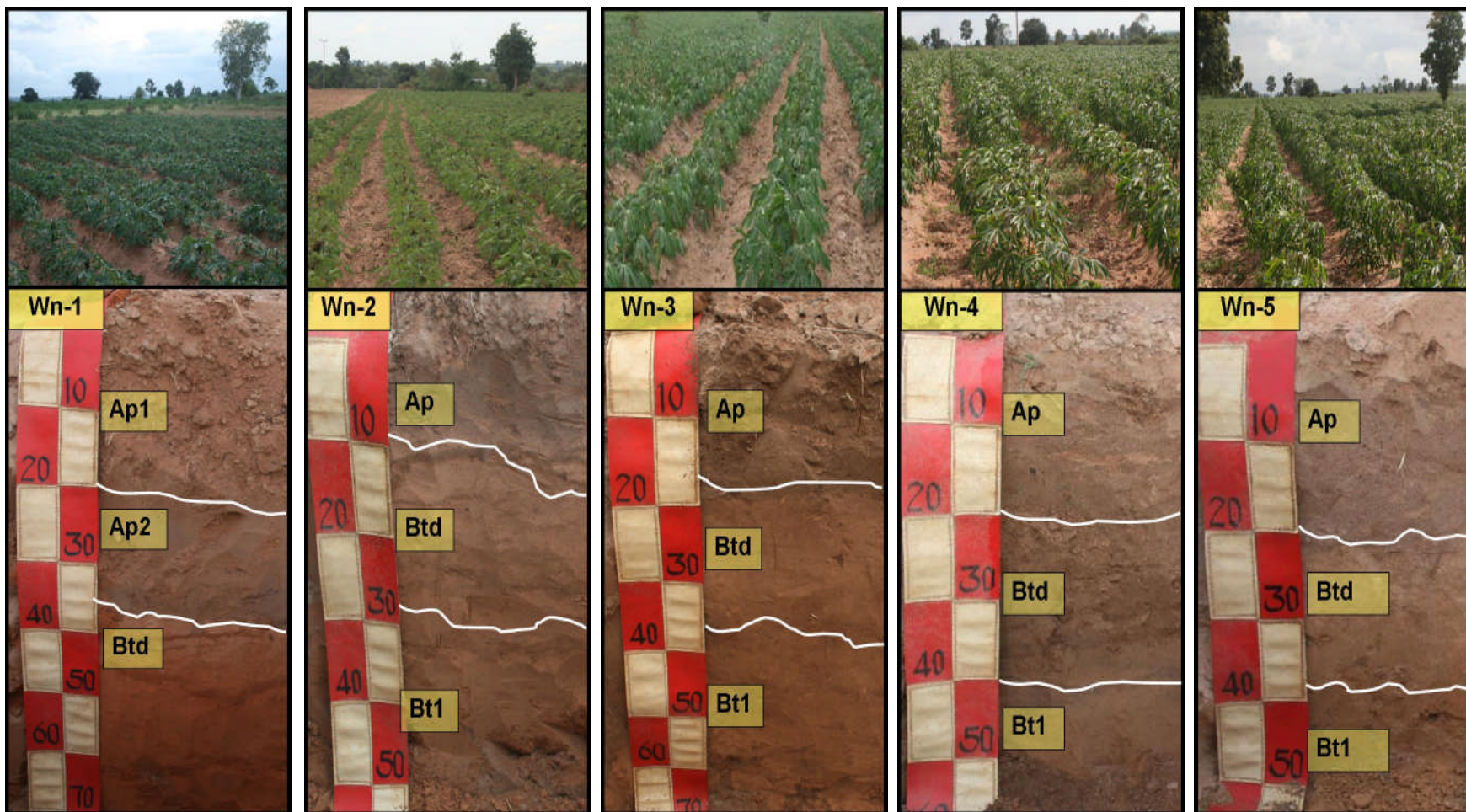
SH	=	Slightly hard
H	=	Hard
VH	=	Very hard
S	=	Soft
L	=	Loose

ชื้น (Moist)

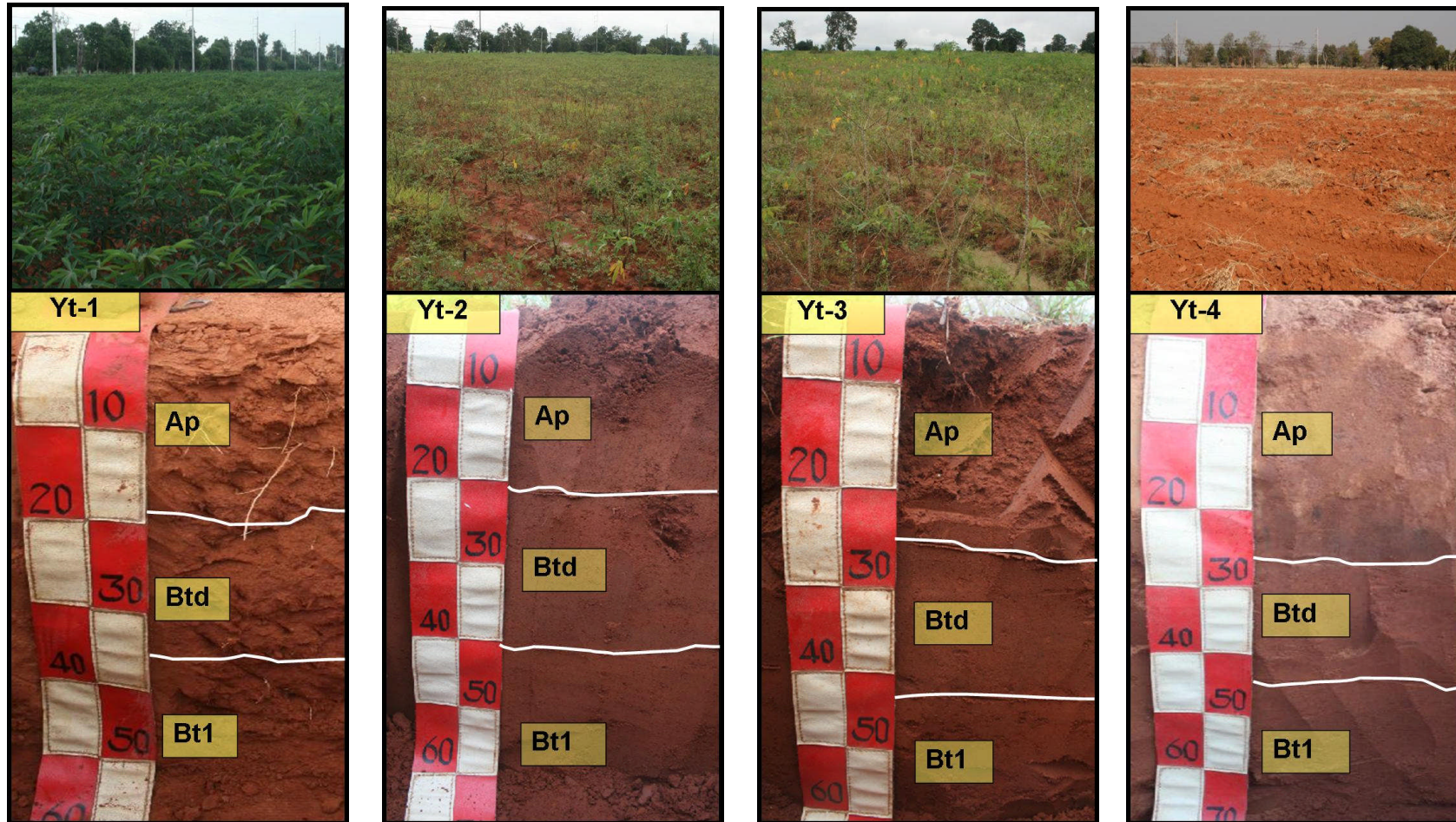
Fri	=	Friable
SF	=	Slightly friable
F	=	Firm
VF	=	Very firm

เปียก (Wet)

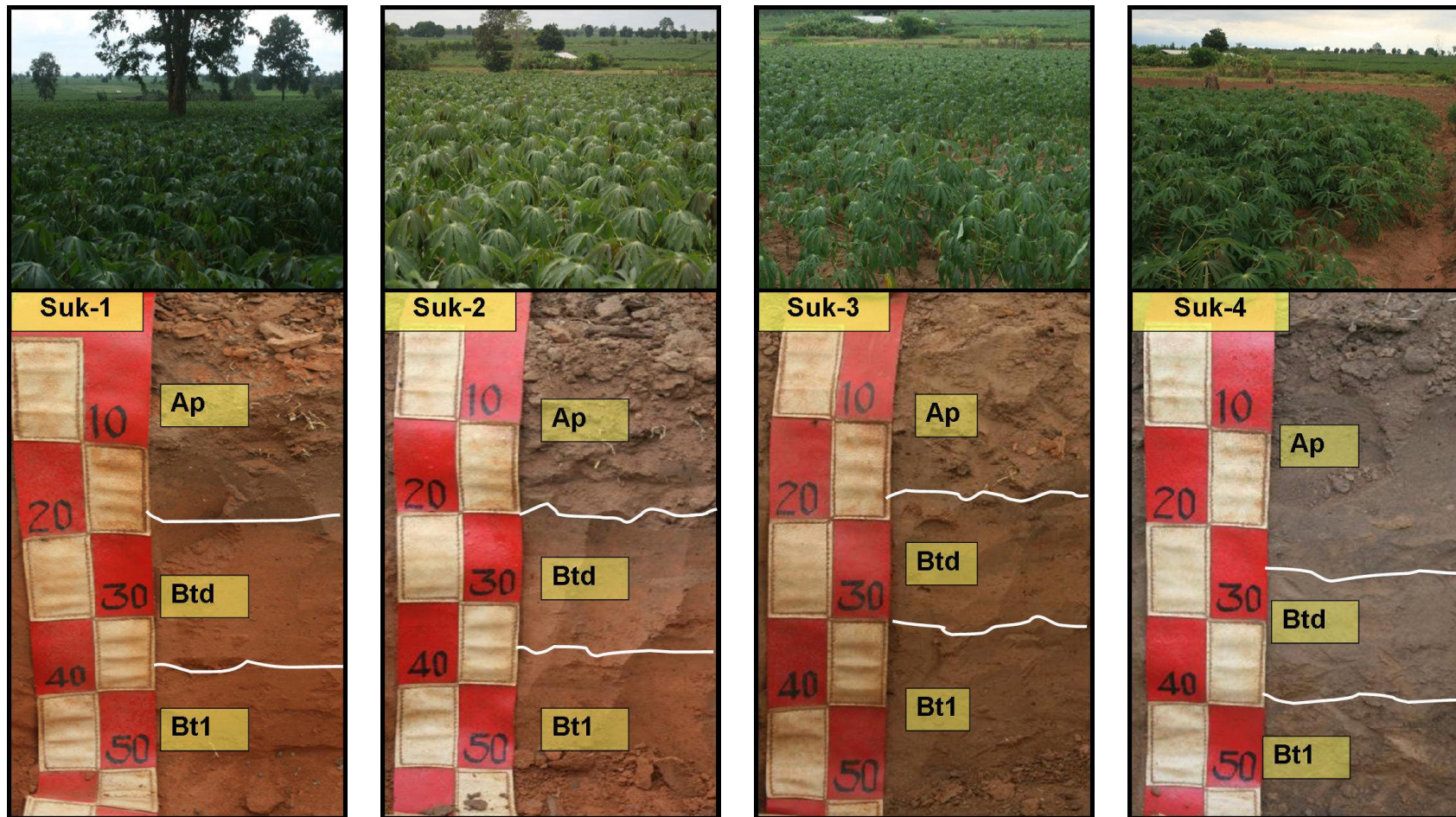
NS	=	Nonsticky
NP	=	Nonplastic
SS	=	Slightly sticky
SP	=	Slightly plastic
MS	=	Moderately sticky
MP	=	Moderately plastic
VS	=	Very sticky
VP	=	Very plastic



ภาพที่ 5 ลักษณะภูมิประเทศและสัณฐานวิทยาสนามของชุดดินวาริน



ภาพที่ 6 ลักษณะภูมิประเทศและสัณฐานวิทยาสนามของชุดดินยโสธร



ภาพที่ 7 ลักษณะภูมิประเทศและสัณฐานวิทยาสนามของชุดดินสตี้ก

2. สมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา 3 บริเวณ ประกอบด้วย การกระจายของอนุภาคและชั้นเนื้อดิน การแจกกระจายขนาดอนุภาคขนาดทราย ความหนาแน่นรวมของดิน และสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ตามตารางผนวกที่ 1 และใช้เกณฑ์แบ่งระดับค่าวิเคราะห์ตามตารางผนวกที่ 7 และ 8

2.1 การแจกกระจายของอนุภาคและชั้นเนื้อดิน

ผลการวิเคราะห์การแจกกระจายของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวของดินบริเวณที่ศึกษาทั้ง 3 บริเวณ โดยเปรียบเทียบการแจกกระจายของอนุภาคดินกับเกณฑ์การจำแนกชั้นของเนื้อดินหลักของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (เอิบ, 2542; Soil Survey Division Staff, 1993) สามารถสรุปได้ดังนี้ (ตารางภาคผนวกที่ 1)

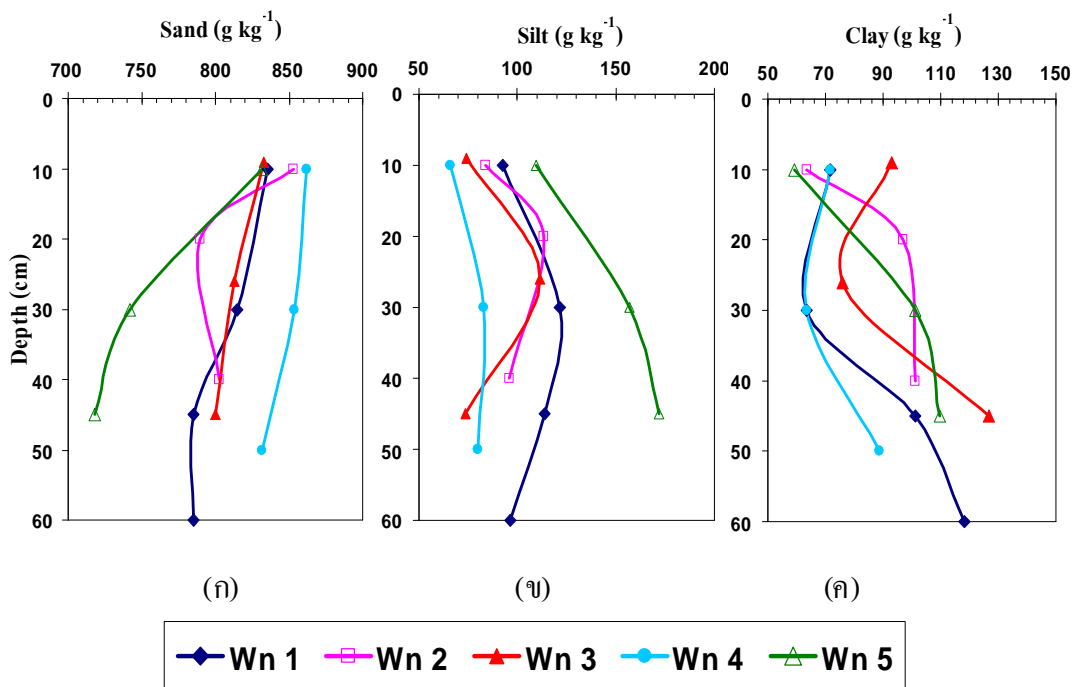
ผลจากการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ในชุดดินวารินมีการแจกกระจายอนุภาคขนาดทรายอยู่ในพิสัย 718-862 กรัมต่อกิโลกรัม การแจกกระจายอนุภาคขนาดทรายแป้งอยู่ในพิสัย 66-172 กรัมต่อกิโลกรัม และการแจกกระจายอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่ในพิสัย 59-126 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 8) ในชุดดินยโสธรมีการแจกกระจายอนุภาคขนาดทรายอยู่ในพิสัย 657-748 กรัมต่อกิโลกรัม การแจกกระจายอนุภาคขนาดทรายแป้งอยู่ในพิสัย 104-174 กรัมต่อกิโลกรัม และการแจกกระจายอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่ในพิสัย 135-194 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 9) ในชุดดินสตึกมีการแจกกระจายอนุภาคขนาดทรายอยู่ในพิสัย 439-780 กรัมต่อกิโลกรัม การแจกกระจายอนุภาคขนาดทรายแป้งอยู่ในพิสัย 52-126 กรัมต่อกิโลกรัม และการแจกกระจายอนุภาคขนาดดินเหนียวอยู่ในพิสัย 435-122 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 10)

การเปรียบเทียบการแจกกระจายของอนุภาคขนาดทราย อนุภาคขนาดทรายแป้ง และอนุภาคขนาดดินเหนียว พบว่า ดินมีปริมาณสัดส่วนของอนุภาคขนาดทรายมากกว่าอนุภาคขนาดอื่นๆ โดยมีอนุภาคขนาดทรายอยู่ในพิสัย 439-862 กรัมต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกในทุกบริเวณ

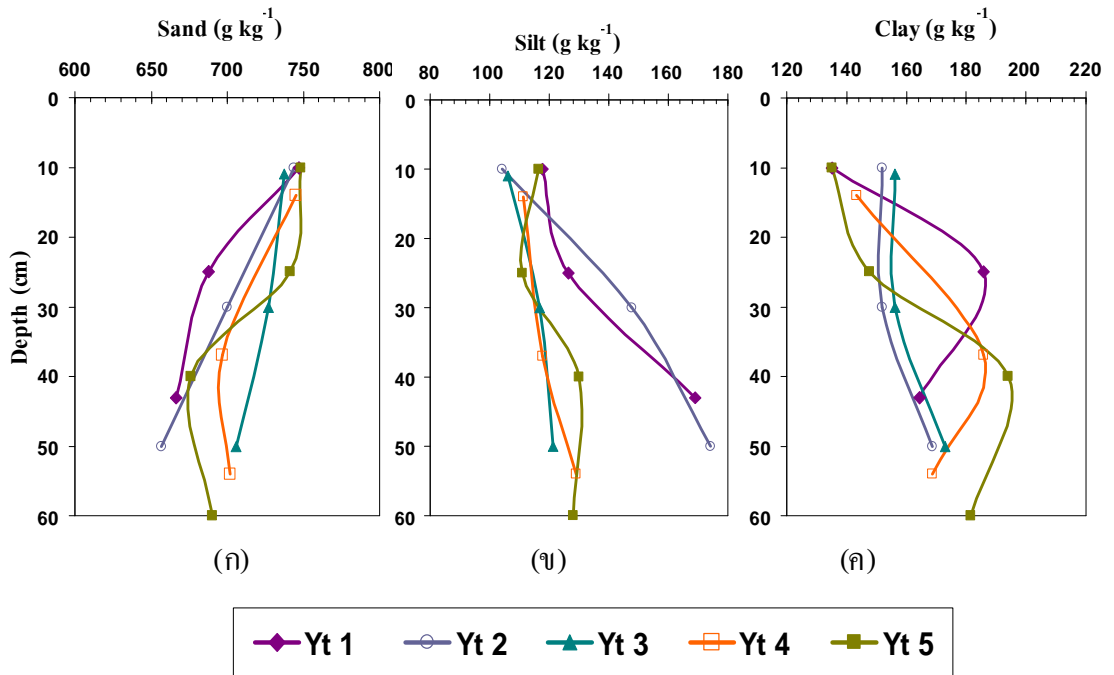
การแจกกระจายของอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินที่ทำการศึกษาทั้งหมด พบว่าอยู่ในพิสัย 52-174 กรัมต่อกิโลกรัม โดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกในทุกบริเวณ

การแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินที่ทำการศึกษาทั้งหมด พบว่าอยู่ในช่วงพิสัย 59-435 กรัมต่อกิโลกรัม โดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกในทุกบริเวณ

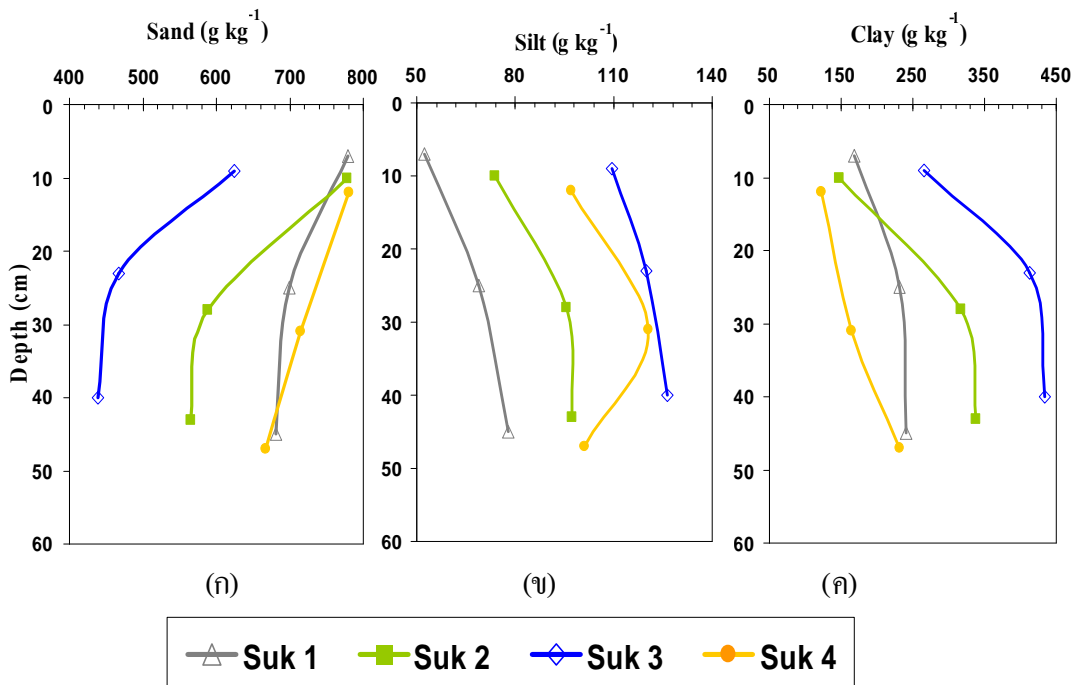
ลักษณะการแจกกระจายของอนุภาคขนาดต่าง ๆ ตามความลึกโดยเฉพาะอนุภาคขนาดดินเหนียวมีลักษณะคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่ คือ มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ดินส่วนใหญ่เป็นดินที่มีพัฒนาการสูง โดยได้รับอิทธิพลจากการเคลื่อนย้ายเชิงกล (lessivage) ของอนุภาคขนาดเล็ก และกระบวนการเคลื่อนย้ายวัสดุจากชั้นดินบน (eluviation) ไปสะสมในชั้นดินล่าง ทำให้ชั้นดินตอนบนมีอนุภาคขนาดใหญ่เหลืออยู่มาก (Buol *et al.*, 2003; Soil Survey Staff, 1999) และพบลักษณะผิวเคลือบดินเหนียวตามธรรมชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนย้ายมาสะสมของอนุภาคดินเหนียวกลายเป็นชั้นสะสมดินเหนียว (อภิสัทธี, 2527; Buol *et al.* 2003; Soil Survey Staff, 1999)



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และ อนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับระดับความลึกในชุดดิน วาริน

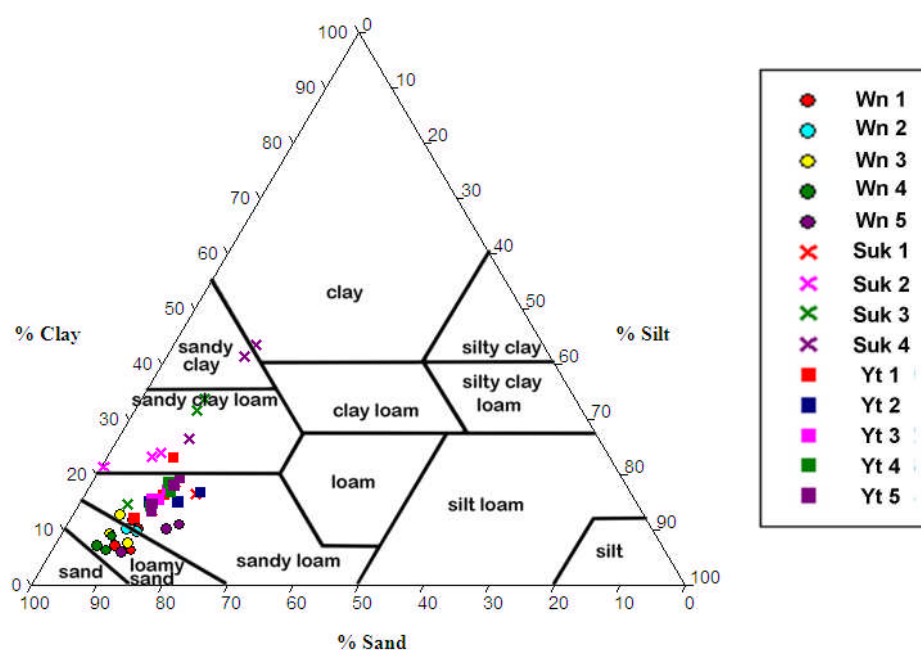


ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคขนาดทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และ อนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับระดับความลึกในชุดดินยโสธร



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคทราย (ก) อนุภาคขนาดทรายแป้ง (ข) และ อนุภาคขนาดดินเหนียว (ค) กับระดับความลึกในชุดดินสตึก

เมื่อนำค่าวิเคราะห์ไปเทียบหาประเภทชั้นเนื้อดินจากตารางสามเหลี่ยมแสดงความสัมพันธ์ของอนุภาคดิน โดยใช้เกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (เอิบ, 2542; Soil Survey Staff, 2006) พบว่า ดินที่ทำการศึกษามาก่อนใหญ่อยู่ในกลุ่มดินทราย โดยชั้นเนื้อดินส่วนใหญ่จะเกาะกลุ่มอยู่ในชั้นเนื้อดินที่เป็นดินทรายร่วน และดินร่วนปนทราย ขณะที่ชั้นเนื้อดินที่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย และดินเหนียวปนทรายส่วนใหญ่จะเป็นชั้นเนื้อดินของดินในบริเวณที่เป็นชุดดินสติก ซึ่งมีหินต้นกำเนิดที่เป็นหินทรายแข็งซึ่งมีเนื้อละเอียดกว่าบริเวณที่เป็นชุดดินวาริน และชุดดินยโสธร



ภาพที่ 11 การจำแนกประเภทเนื้อดิน ตามสัดส่วน โดยมวลของอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ของดินที่ทำการศึกษา

2.2 ปริมาณการแจกกระจายอนุภาคขนาดทราย

ผลการศึกษาพบว่า ดินทั้ง 3 ชุดดินมีปริมาณอนุภาคทรายละเอียดอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าอนุภาคขนาดอื่น ๆ รองลงมาจะเป็นอนุภาคขนาดทรายละเอียดมาก โดยอนุภาคทรายละเอียดอยู่ในพิสัย 327-529 กรัมต่อกิโลกรัม และอนุภาคทรายละเอียดมากอยู่ในพิสัย 68-238 กรัมต่อกิโลกรัม(ตารางที่ 4) ซึ่งการที่มีอนุภาคขนาดทรายละเอียดและทรายละเอียดมากอยู่สูง ทำให้เกิดชั้นดานไถพรวนได้ง่าย (กลุ่มมาตรฐาน, 2544) เนื่องจาก การซึมชะลงไปดินโดยน้ำตามแนวตั้ง ซึ่งก็จะพาอนุภาคทรายเหล่านี้ลงไปกับน้ำด้วย และไปอุดตันอยู่ตามช่องว่างขนาดใหญ่

ตารางที่ 4 ปริมาณการแจกกระจายอนุภาคขนาดทรายของดิน

Depth (cm)	Horizon	Sand (g kg ⁻¹ soil)	Sand fraction (g)				
			VC	C	M	F	VF
Wn-1: Typic Kandistult							
0-20	Ap1	854.46	2.00	12.99	101.96	526.79	210.72
20-38	Ap2	846.81	0.00	10.99	93.93	515.64	226.24
38-50	Btd	836.31	0.00	7.99	84.94	519.64	223.74
50-70	Bt1	825.12	0.00	9.99	91.94	516.64	206.56
Wn-2: Typic Kandistult							
0-10/15	Ap	861.04	2.00	20.99	141.96	528.84	167.25
15-30	Btd	828.39	3.00	112.94	128.94	485.76	97.75
30-50	Bt1	809.10	2.00	17.00	112.00	453.00	225.10
Wn-3: Typic Kandistult							
0-18	Ap	858.73	3.00	24.00	170.97	473.91	186.86
18-35	Btd	850.11	2.00	24.00	166.98	484.95	172.18
35-50	Bt1	790.08	2.00	34.99	186.93	440.82	125.35
Wn-4: Typic Kandistult							
0-20	Ap	861.73	5.00	25.99	161.97	487.90	180.86
20-40	Btd	824.65	4.00	24.99	152.95	474.86	167.85
40-60	Bt1	824.84	4.00	32.99	200.96	439.91	146.97
Wn-5: Typic Kandistult							
0-20	Ap	837.03	7.99	48.96	216.83	412.67	150.58
20-38	Btd	730.82	5.00	33.97	162.87	367.71	161.27
38-50	Bt1	708.63	3.00	38.97	176.86	367.71	122.10
Yt-1: Typic Paleustult							
0-18	Ap	783.89	5.00	27.99	132.95	376.85	241.10
18-35	Btd	690.15	7.00	39.98	136.93	326.84	179.41
35-50	Bt1	758.25	10.00	32.99	138.97	347.93	228.35
Yt-2: Typic Paleustult							
0-21	Ap	750.70	3.00	36.99	151.94	362.85	195.92
21-40	Btd	716.98	8.00	41.99	146.96	335.90	184.14
40-60	Bt1	710.32	6.00	37.98	143.94	329.87	192.52

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	Sand (g kg ⁻¹ soil)	Sand fraction (g)				
			VC	C	M	F	VF
Yt-3: Typic Paleustult							
0-22	Ap	768.80	5.00	38.00	161.00	368.00	196.80
22-40	Btd	739.10	6.00	41.00	160.00	361.00	171.10
40-60	Bt1	732.20	6.00	40.00	159.00	357.00	170.20
Yt-4: Typic Paleustult							
0-27	Ap	742.75	7.00	48.99	174.97	353.93	157.87
27-45	Btd	709.27	6.00	46.97	167.90	330.80	157.61
45-60	Bt1	721.99	7.99	54.96	178.87	334.77	145.40
Yt-5: Typic Paleustult							
0-20	Ap1	759.22	3.00	46.00	188.98	357.96	163.28
20-31	Ap2	744.03	6.00	51.99	188.98	344.97	152.08
31-50	Btd	716.77	4.00	40.98	159.90	336.80	175.09
50-70	Bt1	728.24	4.00	55.97	181.91	337.83	148.53
Suk-1: Typic Paleustult							
0-12/15	Ap	838.62	7.00	179.98	125.99	457.95	67.69
15-35	Btd	728.08	3.00	15.00	120.96	424.87	164.25
35-50	Bt1	813.12	3.00	22.00	135.99	428.96	223.18
Suk-2: Typic Paleustult							
0-20	Ap	834.90	4.00	15.00	132.00	478.00	205.90
20-35	Btd	760.80	10.00	24.00	129.00	397.00	200.80
35-50	Bt1	734.10	6.00	15.00	106.00	392.00	215.10
Suk-3: Typic Paleustult							
0-18	Ap	788.80	13.00	17.00	102.00	419.00	237.80
18-30	Btd	726.20	11.00	26.00	118.00	374.00	197.20
30-50	Bt1	679.10	10.00	28.00	113.00	355.00	173.10
Suk-4: Typic Paleustult							
0-25	Ap	840.06	8.00	16.99	148.94	470.81	195.32
25-38	Btd	797.62	8.00	17.00	135.99	434.96	201.68
38-55	Bt1	815.86	6.00	23.99	175.95	434.87	175.05

หมายเหตุ : VC = very coarse, C = coarse, M = medium, F = fine, VF = very fine

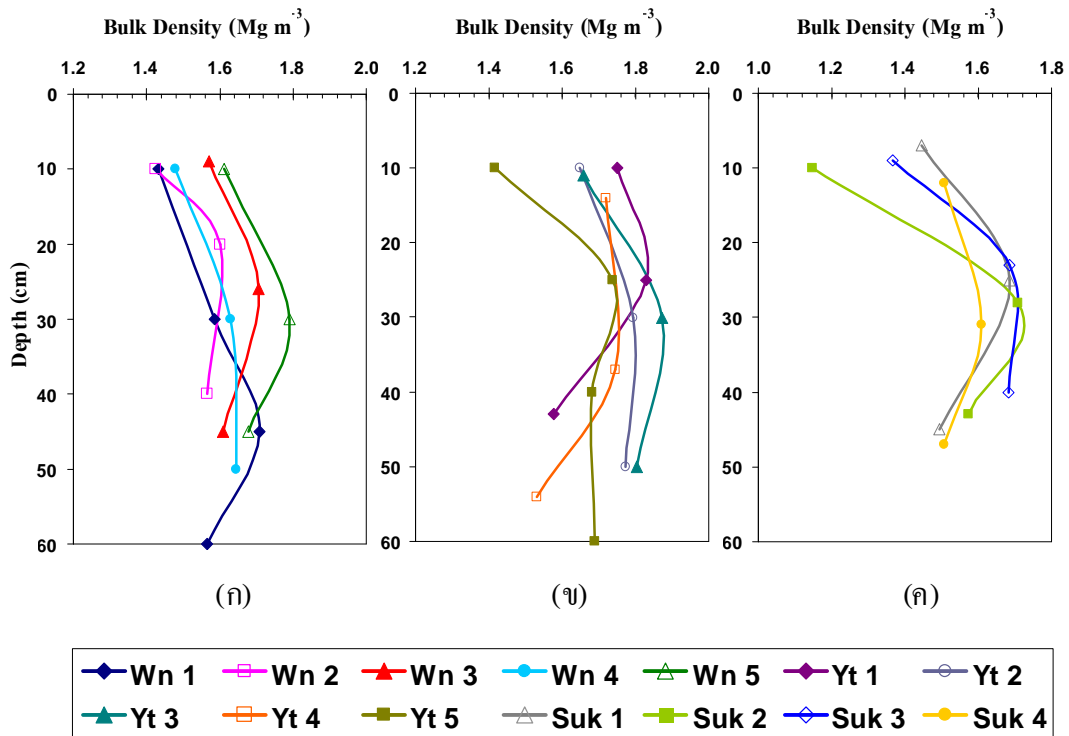
2.3 ความหนาแน่นรวมของดิน

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดินในบริเวณที่ทำการศึกษากับความลึกของดิน โดยวิธี core method แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 1 และใช้เกณฑ์การประเมินความหนาแน่นรวม (นงคราญ, 2529) ตามตารางผนวกที่ 6

ความหนาแน่นรวมของดินในชุดดินวารินอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (1.43-1.79 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในชุดดินยโสธรค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (1.42-1.87 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และในชุดดินสตีค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก (1.15-1.71 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) (ภาพที่ 12)

โดยค่าความหนาแน่นรวมของดินจะมีค่าสูงในชั้นดานไถพรวน (Btd) ซึ่งมีค่าสูงกว่าในชั้นดินบน (Ap) และชั้นดินที่อยู่ข้างใต้ชั้นดานไถพรวน (Bt) ดังกล่าว ซึ่งโดยปกติแล้วชั้นดินล่างที่อยู่ข้างใต้มักจะมีความหนาแน่นสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นดินที่อยู่ข้างบน เนื่องจากการที่ดินมีปริมาณดินเหนียวที่สูงกว่า (ตารางผนวกที่ 1) ในทุกบริเวณ สำหรับค่าความหนาแน่นรวมของชั้นดานไถพรวนในชุดดินวารินมีค่าอยู่ในพิสัย 1.60-1.79 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชุดดินยโสธรมีค่าอยู่ในพิสัย 1.74-1.87 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และชุดดินสตีมีค่าอยู่ในพิสัย 1.61-1.71 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

การที่ค่าความหนาแน่นรวมของดินส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก เนื่องจากดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าในดินล่าง รวมถึงมีการเคลื่อนย้ายอนุภาคดินเหนียวลงไปสะสมในชั้นดินล่าง ทำให้อนุภาคขนาดเล็กของดินเหนียวไปแทรกตามช่องว่างของดิน ทำให้ดินแน่นทึบขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Foth, 1990) และดินมีแนวโน้มอัดตัวกันแน่นมากขึ้นตามความลึกของดินที่เพิ่มขึ้นและช่องว่างขนาดใหญ่มีปริมาณลดลงเนื่องจากการอัดตัวแน่นของดิน (Calvert *et al.*, 1980; Potichan, 1991; Brady and Weil, 2008)



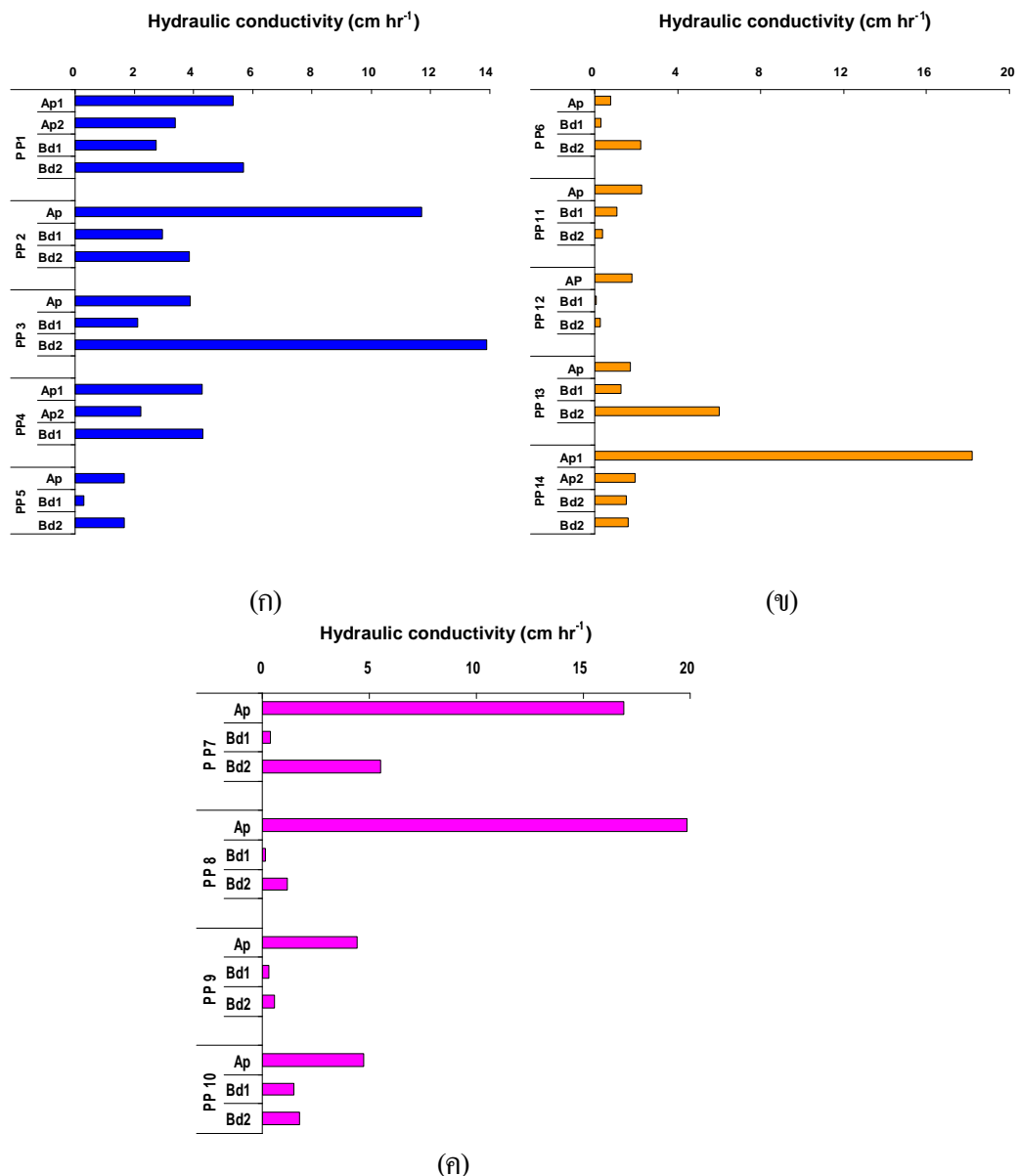
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดินกับระดับความลึก ของชุดดิน วาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสดีก (ค)

เมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นรวมของดินแล้วชั้นดินส่วนใหญ่ โดยเฉพาะชั้นดานมีค่าอยู่ในระดับไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช Coelho *et al.*, (2000) พบว่าชั้นที่อัดตัวกัน จะมีค่าความหนาแน่นรวมประมาณ 1.6-1.7 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งค่าความหนาแน่นรวมของชั้นนี้ทั้งหมดที่ทำการศึกษา พบอยู่ในพิสัย 1.60-1.87 เมกะกรัม แสดงให้เห็นว่า ชั้นดิน Btd ที่เกิดจากการอัดตัวแน่นเนื่องจากอิทธิพลของการไถพรวน ในการศึกษา นี้ น่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืช หรือในทางอ้อมมีผลต่อการเคลื่อนย้ายของน้ำในดิน (Brady and Weil, 2008)

2.4 สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว

บริเวณที่ 1 ที่เป็นชุดดินวาริน พบว่า ดินมีสภาพน้ำขณะอิ่มตัวอยู่ในระดับช้าถึงเร็ว (0.29-13.90 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) บริเวณที่ 2 ซึ่งเป็นชุดดินยโสธรสภาพน้ำขณะอิ่มตัวอยู่ในระดับช้ามากถึงเร็ว (0.09-18.21 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) และบริเวณสุดท้ายที่เป็นชุดดินสดีก พบว่าดินมีสภาพน้ำขณะอิ่มตัวอยู่ในระดับช้าถึงเร็ว (0.16-19.83 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) สำหรับชั้นดิน

ดาน ไถพรวนที่พบในชุดดินสติกสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวมีค่าโดยเฉลี่ยต่ำกว่าที่พบในอีกสองชุดดิน เนื่องจากมีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทรายแข็ง ทำให้ช่องว่างในดินมีขนาดเล็กกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะว่าสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของดิน ชนิดของเนื้อดิน ขนาดรูปร่าง การเชื่อมโยง ความต่อเนื่อง ความคงทน การแจกกระจายของช่องว่างในดิน และชนิดของไอออนที่จะทำให้ดินฟุ้งกระจาย (Iwata *et al.*, 1995; Hillel, 1998; Juma, 2001) (ภาพที่ 13)

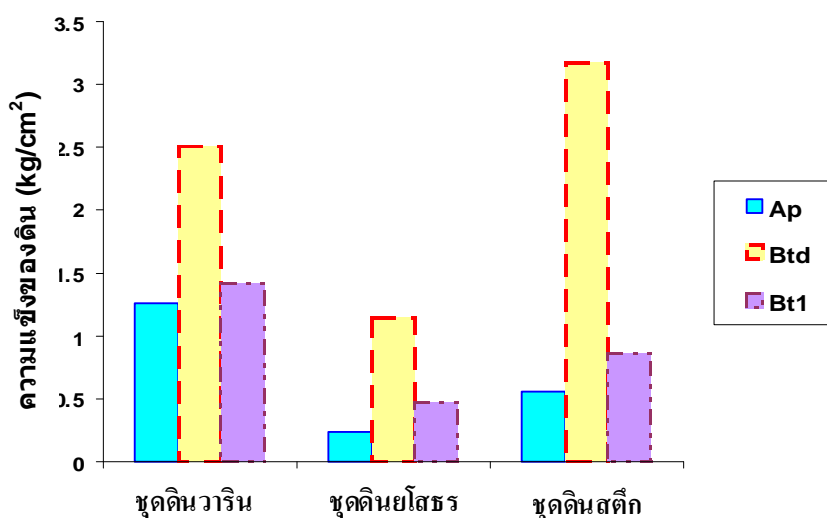


ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวกับระดับความลึกของชุดดิน
วาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสติก (ค)

ดินที่ทำการศึกษาล้วนใหญ่มีแนวโน้มของสภาพน้ำขังอะมัตัวในดินบนสูงกว่าดินชั้นล่าง เนื่องจากดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินล่าง ทำให้โครงสร้างของดินดี จึงมีช่องว่างมากกว่าและทำให้ความหนาแน่นรวมของดินบนต่ำกว่าดินล่าง (สุนทรี, 2529; Brady and Weil, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาค่าความหนาแน่นรวมของดิน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาเนื้อดิน ที่ดินล่างมีแนวโน้มละเอียดกว่าดินบน การแจกกระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในดินชั้นล่าง มีผลให้ช่องว่างขนาดใหญ่ของดินลดลงตามความลึก (สุนทรี, 2529; Richie, 1981) ส่งผลให้การซบซึมน้ำของดินบนดีกว่าดินล่างอีกทั้ง ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณพบบนพื้นที่ที่มีความลาดชันพอสมควร และมีความยาวของความลาดชันค่อนข้างมาก ดังนั้น อนุภาคละเอียดในชั้นดินบนมักจะสูญเสียไปกับการกร่อนดิน ทำให้เนื้อดินชั้นบนค่อนข้างหยาบกว่า น้ำจึงมักจะซึมผ่านได้เร็วกว่า (Troeh *et al.*, 1999; Morgan, 1995) สำหรับผลการศึกษาให้ผลตรงกับการศึกษาโดย Anusontpornperm *et al.*, (2005) ที่ทำการศึกษาดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังใน 9 บริเวณ ซึ่งดินทั้งหมดพบชั้นดาน ไถพรวนอยู่ใต้ชั้นดินบน และดินมีสภาพน้ำขังอะมัตัวในชั้นดังกล่าวต่ำกว่าในชั้นดินบนและชั้นดินที่อยู่ข้างใต้เช่นกัน

2.5 ค่าความแข็งของดิน

ผลการศึกษา พบว่า ค่าความแข็งของชั้นดาน ไถพรวนอยู่ในพิสัย 1.15-3.18 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่ามากกว่าชั้นด้านล่างที่อยู่ในพิสัย 0.47-1.42 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยชั้นดานในชุดดินยโสธรจะมีค่าสูงที่สุด (ภาพที่ 14)

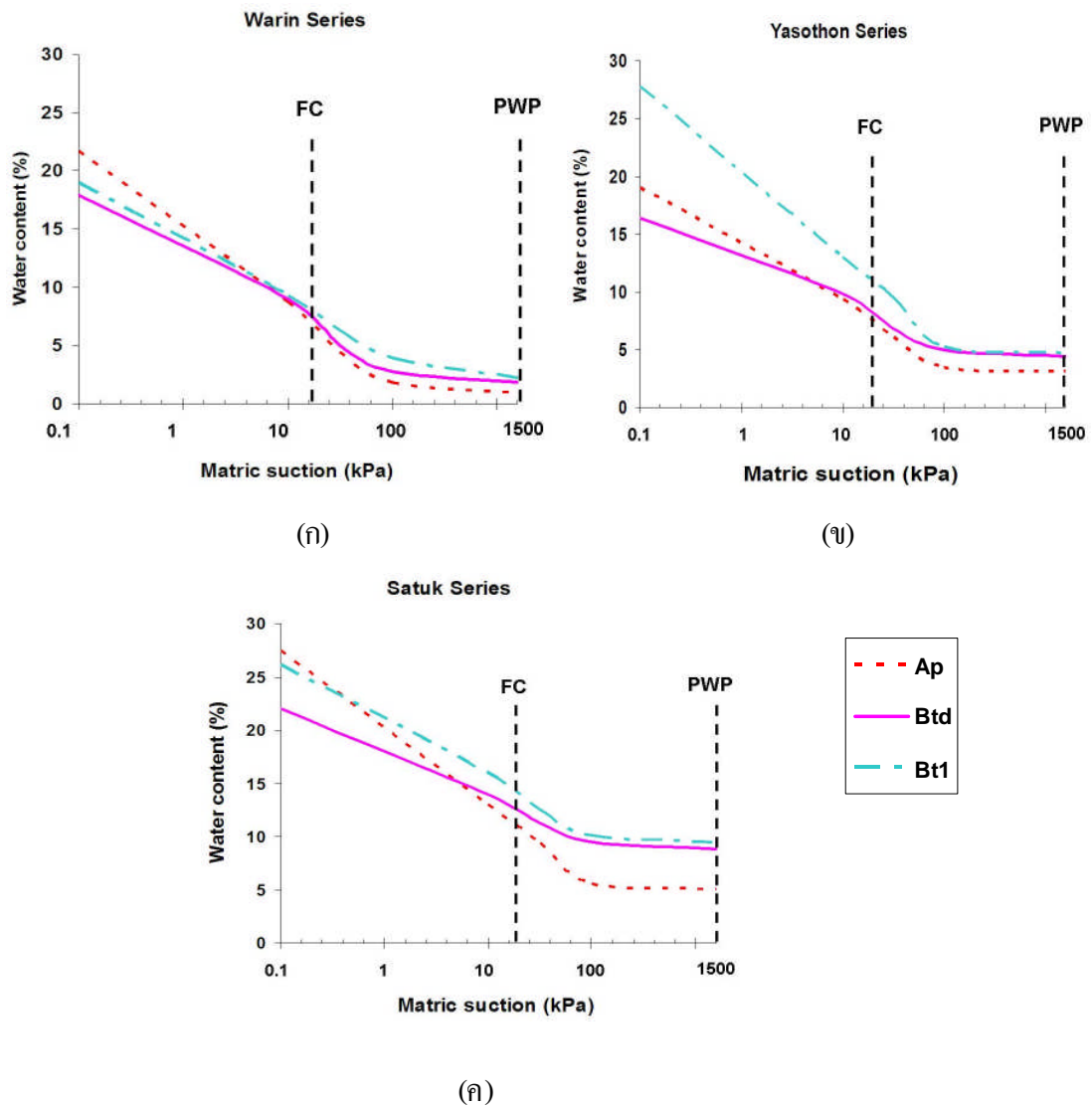


ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของดิน ในแต่ละชั้นดินของดินที่ทำการ ศึกษา

2.6 ลักษณะการดูดซับน้ำของดิน

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำในดิน ที่ระดับของพลังงานกำกับกอนดินต่าง ๆ ของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ลักษณะของกราฟการดูดซับน้ำของดินทั้ง 3 บริเวณ มีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ในช่วงแรกที่ดินมีพลังงานกำกับกอนดินต่ำ คือตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.1 กิโลพาสคัล ซึ่งสัมพันธ์กับแรงดึงน้ำของดินในช่องว่างขนาดกลางและช่องว่างขนาดใหญ่ที่เป็นช่องว่างระหว่างเม็ดดิน (Tawornpruek *et al.*, 2005) ลักษณะของเส้นกราฟค่อนข้างมีความชันสูง (เปรียบเทียบแกนแรงดันที่ใช้ในการดูดน้ำ แสดงว่าปริมาณน้ำในดินที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากเมื่อค่าพลังงานกำกับกอนดินเปลี่ยนแปลงไปหนึ่งหน่วย ทั้งนี้เนื่องจาก น้ำส่วนใหญ่อยู่ในพิสัยของพลังงานกำกับกอนดินนี้บรรจุอยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่ซึ่งมีศักย์วัสดุพื้น (matric potential) ต่ำ ทำให้น้ำถูกปลดปล่อยออกจากช่องว่างเหล่านี้ได้ง่าย

ช่วงที่สองเส้นกราฟจะมีความชันเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเฉพาะในช่วงพลังงานกำกับกอนดิน ที่ 0.1 ถึง 33.0 กิโลพาสคัล ซึ่งอยู่ในช่วงแรงดึงน้ำของดินในช่องว่างขนาดเล็ก (micropore) ปริมาณน้ำในดินจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับหนึ่งหน่วยของพลังงานกำกับกอนดินที่เปลี่ยนแปลงไป ส่วนในช่วงสุดท้ายคือที่มีค่าพลังงานกำกับกอนดิน 300 ไปจนถึง 1500 กิโลพาสคัล ปริมาณน้ำในดินมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เนื่องจากเป็นแรงดึงน้ำที่ออกจากช่องว่างภายในเม็ดดิน (intraaggregate pore) ซึ่งเป็นช่องว่างขนาดเล็กมาก จากลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า กราฟดูดซับความชื้น มีลักษณะของเส้นกราฟเป็นแบบคินทราย ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์การแจกกระจายขนาดของอนุภาคดินที่พบปริมาณอนุภาคขนาดทรายมากที่สุด จากลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ดินประกอบไปด้วยช่องขนาดใหญ่ (macropores >100 ไมโครเมตร) ในสัดส่วนที่มากกว่าช่องขนาดปานกลาง (mesopores, 50-100 ไมโครเมตร) และช่องขนาดเล็ก (micropores, < 50 ไมโครเมตร) จึงมีผลทำให้ดินมีการระบายน้ำและการระบายอากาศดี แต่ดินอุ้มน้ำได้น้อย ทำให้ดินมีน้ำใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ส่งผลให้ดิน ในบริเวณเหล่านี้มีโอกาสขาดน้ำได้ง่ายในฤดูแล้ง (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 ลักษณะการดูดซับน้ำของดินที่ระดับความดันต่างๆ ในชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสติก (ค) (ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นของดินในแต่ละชุดดินที่ทำการศึกษา)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะการดูดซับน้ำของชั้นดินบน (Ap) ชั้นดานไถพรวน (Btd) และชั้นดินด้านล่าง(Bt1) พบว่า ทั้งสามดินมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ชั้นดินบนของชุดดินวารินมีความจุน้ำทั้งหมดสูงสุดเท่ากับร้อยละ 27.5 โดยปริมาตร รองลงมาได้แก่ ชั้นดินบนของชุดดินวารินซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 21.7 โดยปริมาตร ส่วนชั้นดินบนของชุดดินยโสธรมีปริมาณต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 19 โดยปริมาตร ส่วนชั้นดานไถพรวน (Btd) พบว่า ชุดดินสติกมีความจุน้ำ

ทั้งหมดสูงสุดเท่ากับร้อยละ 22.1 โดยปริมาตร รองลงมาได้แก่ ชุดดินวารินซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 17.9 โดยปริมาตร ส่วนชั้นดานไถพรวนของชุดดินยโสธรมีปริมาณค่าสุดเท่ากับร้อยละ 16.4 โดยปริมาตรขณะที่ชั้นดินที่อยู่ข้างใต้ชั้นดานไถพรวน (Bt1) พบว่า ชุดดินยโสธรมีความจุน้ำทั้งหมดสูงสุดเท่ากับร้อยละ 27.8 โดยปริมาตร รองลงมาได้แก่ ชุดดินสติกซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 26.1 โดยปริมาตร ส่วนชุดดินวารินมีความจุน้ำทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 20 โดยปริมาตร

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพของดิน อาทิเช่น เนื้อดิน โครงสร้าง ความหนาแน่นรวม และสภาพน้ำน้ำของดินกับลักษณะของเส้นกราฟและความจุความชื้น แต่ละบริเวณที่ทำการศึกษา มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างชัดเจน โดยในชุดดินวารินที่มีปริมาณอนุภาคขนาดทรายมากกว่าดินอื่น จึงมีช่องว่างขนาดใหญ่กว่าทำให้ความจุน้ำทั้งหมดมีค่าต่ำกว่า เพราะปริมาตรรวมของช่องว่างมีน้อยกว่า และน้ำส่วนใหญ่บรรจุอยู่ในช่องระบายน้ำ ขณะที่ชุดดินสติกซึ่งมีเนื้อละเอียดกว่า ก็จะมีปริมาตรรวมของช่องว่างสูงกว่าทำให้ความจุความชื้นรวมมีค่าสูงสุด และน้ำในส่วนที่อยู่ในช่องว่างขนาดเล็กก็จะมีมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสองดิน ส่วน โครงสร้างของดินก็มีผลต่อลักษณะของน้ำในดินที่ทำการศึกษาเช่นกัน โดยพบว่า ชุดดินยโสธรซึ่งเป็นดินสีแดงเนื่องจากมีเหล็กออกไซด์ อาทิ ฮีมาไทต์ในปริมาณที่สูง ชั้นดินล่าง (Bt1) มีโครงสร้างที่โปร่ง และมีช่องว่างต่อเนื่อง เนื่องจากอิทธิพลของเหล็กออกไซด์ดังกล่าว จึงมีผลทำให้ดินมีการระบายน้ำดี เพราะฉะนั้น ทำให้น้ำส่วนใหญ่บรรจุอยู่ในช่องระบายน้ำ จึงทำให้เส้นกราฟความชื้นของดินชั้นนี้ อยู่เหนือเส้นกราฟของชั้นอื่น ๆ ภายในหน้าตัดดินเดียวกัน และมีความชันระหว่างจุดที่มีศักย์วัสดุพื้นที่เท่ากับ -1 กิโลพาสคัล ไปจนถึงจุดที่ศักย์วัสดุพื้นที่เท่ากับ -33 กิโลพาสคัล หรือจุควมจุความชื้นสนาม

สำหรับความหนาแน่นรวม และสภาพน้ำน้ำของดินก็ส่งผลต่อลักษณะของเส้นกราฟคือ ชั้นดินที่มีการอัดตัวแน่นหรือมีความหนาแน่นรวมสูงเนื่องจากปริมาตรของช่องว่างถูกแทนที่ด้วยวัสดุที่เป็นของแข็ง ซึ่งก็จะทำให้สภาพน้ำน้ำของดินขณะอิ่มตัวมีอัตราที่ช้า ลักษณะของเส้นกราฟก็จะมีความชันน้อยกว่า ทั้งในช่วงชั้นที่มีศักย์วัสดุพื้นที่จนถึงจุดที่มีศักย์ดังกล่าวสูง ซึ่งในกรณีหลังหากเส้นกราฟมีความชันน้อยมากตั้งแต่จุดความจุความชื้นสนามไปยังจุดเหี่ยวถาวร ก็จะแสดงให้เห็นว่าดินในชั้นดังกล่าวมีปริมาณน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำ

ตารางที่ 5 ร้อยละโดยน้ำหนักของปริมาณความชื้นที่ระดับแรงดันต่าง ๆ ของดินที่ทำการศึกษา

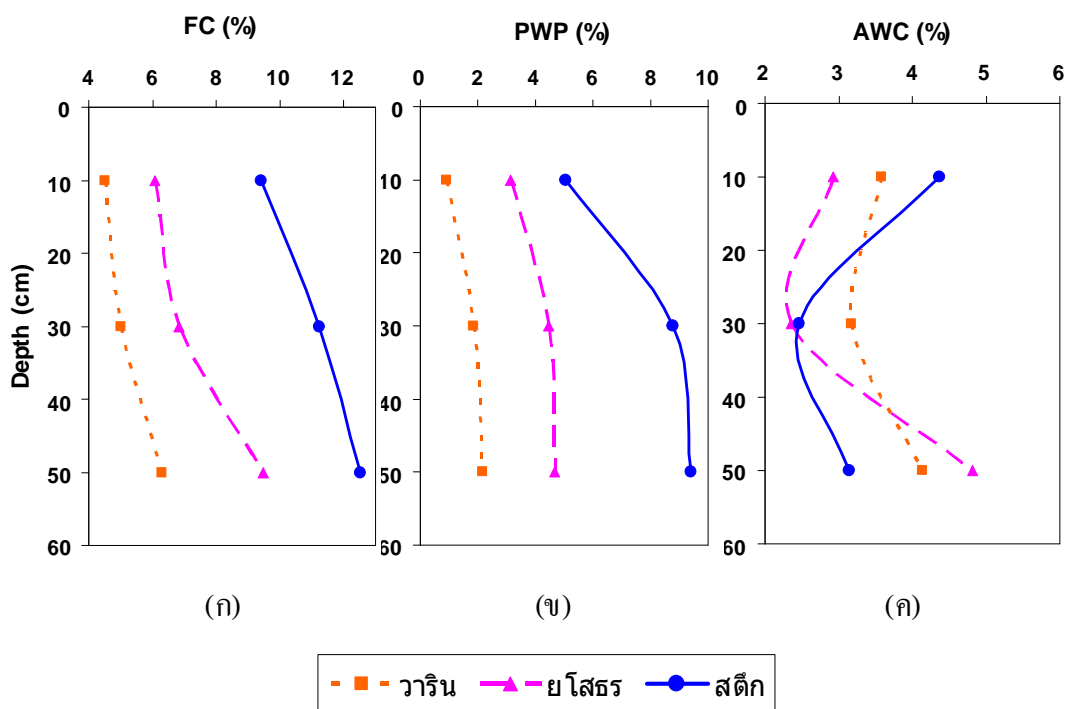
Horizon	Water content at matric potential (weight, %)					AWC (%)
	-0.1 kPa	-10 kPa	-33 kPa	-100 kPa	-1500 kPa	
ชุดดินวาริน						
Ap	21.71	8.74	4.49	1.75	0.92	3.58
Btd	17.93	8.97	5.02	2.73	1.85	3.17
Bt1	18.98	9.29	6.30	3.88	2.16	4.14
ชุดดินยโสธร						
Ap	19.02	9.31	6.07	3.47	3.14	2.93
Btd	16.37	9.83	6.82	5.02	4.46	2.36
Bt1	27.79	13.05	9.49	5.23	4.67	4.82
ชุดดินสติ๊ก						
Ap	27.49	13.06	9.42	5.51	5.05	4.37
Btd	22.05	13.99	11.25	9.49	8.79	2.46
Bt1	26.13	15.94	12.54	10.06	9.39	3.15

2.7 ความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ (available water capacity)

สำหรับปริมาณความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ (available water capacity, AWC) ในดินทั้งสามดิน โดยคำนวณจากปริมาณน้ำที่ความจุความชื้นสนาม (field capacity, FC) ที่แรงดึงน้ำเท่ากับ 33 กิโลพาสคัลหักลบด้วยปริมาณน้ำที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) ที่แรงดึงน้ำเท่ากับ 1500 กิโลพาสคัล พบว่า ในดินบนของชุดดินสติ๊กมีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้สูงสุดโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 4.4 โดยปริมาตร รองลงมาคือชุดดินวารินซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.6 โดยปริมาตร และในชุดดินยโสธรมีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ในดินบนน้อยที่สุด ที่ร้อยละ 2.9 โดยปริมาตร

ส่วนในชั้นดานไถพรวน(Btd) ค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของชุดดินวารินมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 3.2 โดยปริมาตร รองลงมาได้แก่ ชุดดินสติ๊กซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.5 โดยปริมาตร และในชุดดินยโสธรมีค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้น้อยที่สุดที่ร้อยละ 2.4 โดยปริมาตร ส่วนชั้นใต้ชั้นดานไถพรวน ค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของชุดดินยโสธรมีค่าสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ

4.8 โดยปริมาตร รองลงมาได้แก่ ชุดดินวารินซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.1 โดยปริมาตร และในชุดดินสติ๊กมีค่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของชั้นใต้ชั้นดานไถพรวนน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.15 โดยปริมาตร



ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุความชื้นสนาม (ก) จุดเหี่ยวถาวร (ข) และความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ (ค) กับระดับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของชั้นดานไถพรวน(Btd) ของทุกชุดดินมีค่าน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นด้านบนและชั้นด้านล่าง เนื่องจากการอัดตัวของดินที่เกิดจากการไถพรวนทำให้ช่องว่างมีขนาดเล็กลง ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Sindhusen *et al.*, (2008) ที่พบว่า รากพืชจะถูกจำกัดอยู่ที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร. เนื่องจากดินมีการอัดตัวแน่น จากลักษณะดังกล่าว ทำให้น้ำที่นำจะนำไปใช้ประโยชน์ได้นี้ พืชไม่สามารถใช้ได้อีกต่อไป หรือสามารถเคลื่อนขึ้นมาที่ชั้นดินบนในลักษณะการเคลื่อนที่ตามท่อแคพิลลารีที่ลดน้อยลงด้วย โดยในชั้นดานไถพรวนของชุดดินวารินมีปริมาณมากกว่าครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 1.85 โดยปริมาตร) ของความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ ในชุดดินยโสธรชั้นดานดังกล่าวมีน้ำในส่วนนี้เกือบเท่าตัวของความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ (ร้อยละ 4.46 โดยปริมาตร) และในชุดดินสติ๊กพบว่า มีปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดเล็กที่ถูก

ลดขนาดลงมาจากเนื่องจากการกดอัดโดยเครื่องมือกลทางการเกษตรมากกว่าความจุ้่น้ำใช้ประโยชน์ได้ประมาณสามเท่า (ร้อยละ 9.15 โดยปริมาตร)

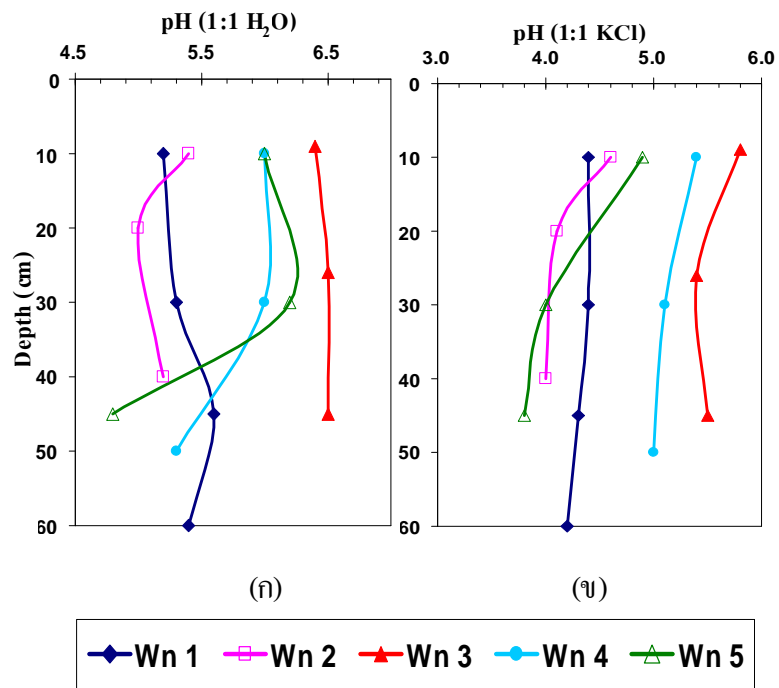
3. สมบัติทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในบริเวณ ที่ทำการศึกษา แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 5 โดยใช้เกณฑ์การแบ่งระดับค่าวิเคราะห์ต่างๆ ตามตารางภาคผนวกที่ 2 (นงคราญ, 2529; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

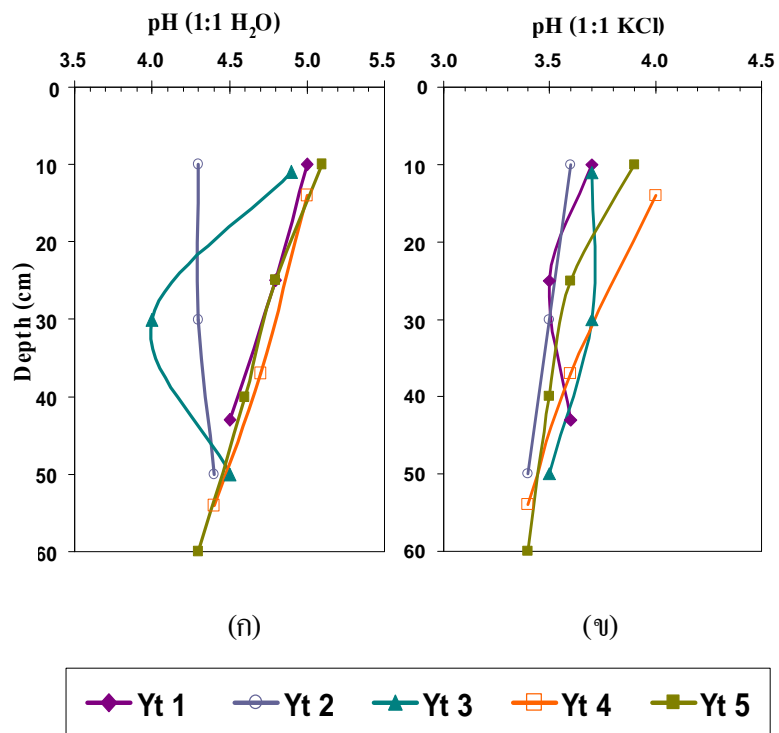
3.1 ปฏิกริยาดิน

ผลการวิเคราะห์ปฏิกริยาดินในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ดินต่อน้ำอัตราส่วน 1:1 พบว่าปฏิกริยาดินส่วนใหญ่เป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย โดยในพื้นที่ที่เป็นชุดดินวาริน ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อยมีค่าพีเอชอยู่ในพิสัย 4.8-6.5 (ภาพที่ 17) ชุดดินยโสธรปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดแก่มีค่าอยู่ในพิสัย 4.0-5.1 (ภาพที่ 18) และชุดดินสตึกปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อยมีค่าอยู่ในพิสัย 4.6-6.5 (ภาพที่ 19) การที่ดินมีปฏิกริยาเป็นกรดแสดงให้เห็นว่าดินที่ทำการศึกษาทั้งหมดเป็นลักษณะของดินทั่วไปในเขตร้อนที่มีพัฒนาการค่อนข้างดี และมีการชะละลายสูง (Sanchez, 1976 and Eiumnoh *et al.*, 1984) โดยการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเปรียบเทียบระหว่างชั้นดินดานไทรพรวนกับชั้นดินบนและชั้นดินที่อยู่ข้างล่างไม่มีความสัมพันธ์กันแต่อย่างใด โดยการลดลงของค่าพีเอชตามความลึกจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางดิน (Brady and Weil, 2008 and Buol *et al.*, 2003)

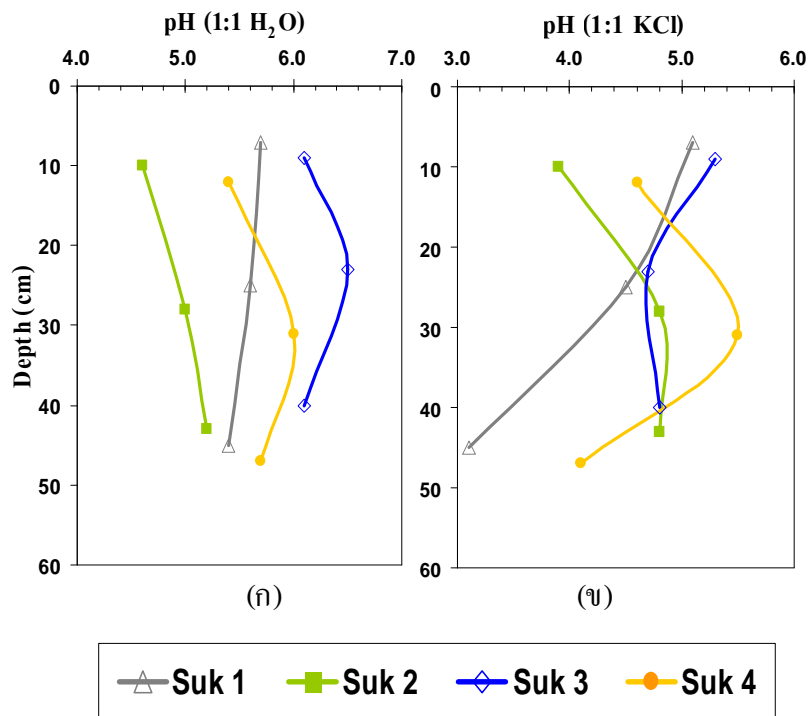
ปฏิกริยาดินสามารถบ่งบอกถึงสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง ระดับการผูกพันอยู่กับที่ ปริมาณการชะละลาย ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด และสภาพความเป็นพิษของดินต่อพืช



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับระดับความลึกของชุดดินวาริน



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับระดับความลึกของชุดดินยโสธร



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าพีเอชดินที่วัดในโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับระดับความลึกของชุดดินสติก

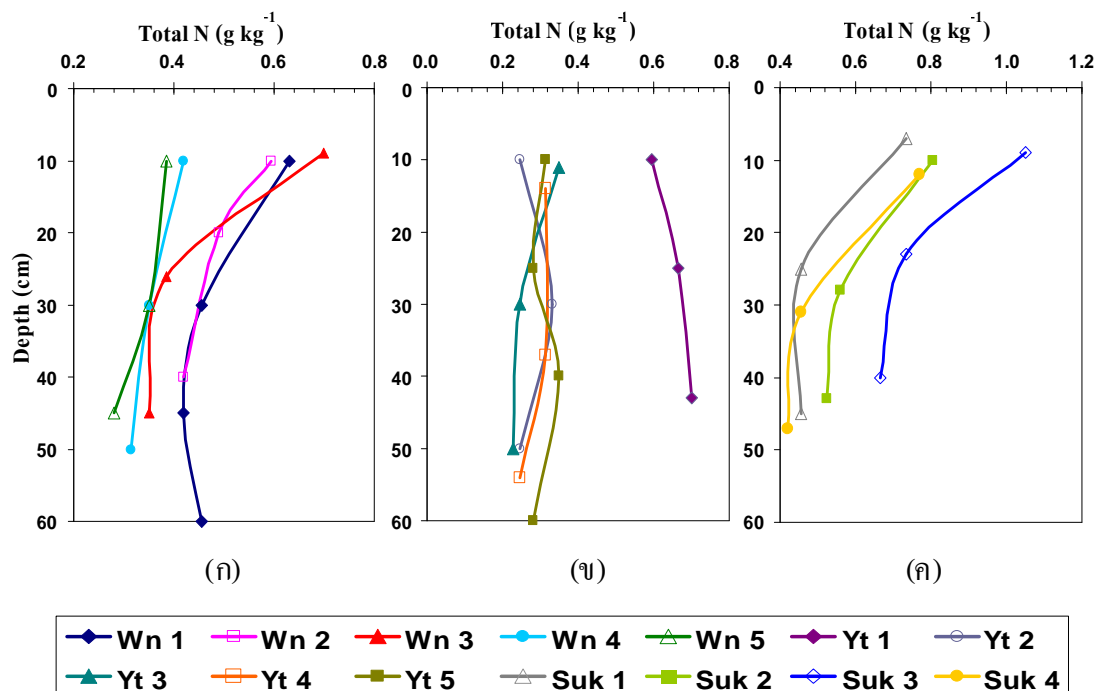
ค่าพีเอชดินที่วัดด้วยน้ำมีค่าสูงกว่าที่วัดด้วยสารละลาย 1 M KCl ทำให้ผลต่างของค่าพีเอชของดินมีค่าเป็นลบ แสดงให้เห็นถึงการที่ดินมีระบบดินที่มีประจุสุทธิ (net charge) เป็นลบทำให้ดินมีระบบที่เน้นการแลกเปลี่ยนประจุบวกหรือไอออนบวก ซึ่งเป็นธรรมชาติของระบบที่ถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของแร่ดินเหนียวซิลิเกตกับออกไซด์ และโดยทั่วไปมีสารเคลือบส่วนใหญ่เป็นพวกเซสควิกออกไซด์ (Sanchez, 1976) ค่าพีเอชของดินในทุกบริเวณมีค่าเป็นกรด ซึ่งเป็นผลมาจากการชะละลายไอออนบวกที่เป็นเบสออกไปจากหน้าตัดดิน ทำให้เกิดการสะสมไฮโดรเจนไอออนที่มีอิทธิพลดินเหนียวในปริมาณมาก

3.2 อินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ อยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างต่ำ โดยในชุดดินวารินอยู่ในพิสัย 0.51-7.55 กรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินยโสธรอยู่ในพิสัย 0.86-4.28 กรัมต่อกิโลกรัม และชุดดินสติกอยู่ในพิสัย 2.06-11.83 กรัมต่อกิโลกรัม โดยในทุกบริเวณมี

3.3 ไนโตรเจนรวม

ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ (ภาพที่ 21) พบว่า ชุดดินวาริน มีปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำมีค่าอยู่ในพิสัย 0.28-0.70 กรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินยโสธร อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำมีค่าอยู่ในพิสัย 0.23-0.7 กรัมต่อกิโลกรัม และชุดดินสตึกอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ มีค่าอยู่ในพิสัย 0.42-1.05 กรัมต่อกิโลกรัม ลักษณะการแจกกระจายของปริมาณไนโตรเจนเปรียบเทียบดินทั้งสาม และภายในหน้าตัดดินของดินแต่ละชุดดิน พบว่า ชุดดินสตึกมีปริมาณไนโตรเจนรวมโดยเฉลี่ยสูงสุดโดยเฉพาะในชั้นดินบน โดยส่วนใหญ่ดินบนมีปริมาณมีปริมาณไนโตรเจนรวมสูงกว่าชั้นดินล่าง ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Brady and Weil, 2008) เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งปลดปล่อยไนโตรเจนที่สำคัญให้แก่ดิน และจากการศึกษาไม่พบว่ามีหินหรือแร่ธาตุใดที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ดังนั้น ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจึงขึ้นอยู่กับเปลี่ยนแปลงรูปของอินทรีย์ไนโตรเจนเป็น อนินทรีย์ไนโตรเจนเท่านั้น การที่มีปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำมากในดินเกิดจากการนำไปใช้ของพืชและจุลินทรีย์ในดิน และเกิดจากกระบวนการชะละลาย และมีบางส่วนสูญหายไปในรูปแบบของแก๊ส (ไพบูลย์, 2528; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; Kononova, 1966; Buol *et al.*, 2003)



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ ไนโตรเจนรวมกับระดับความลึกของชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)

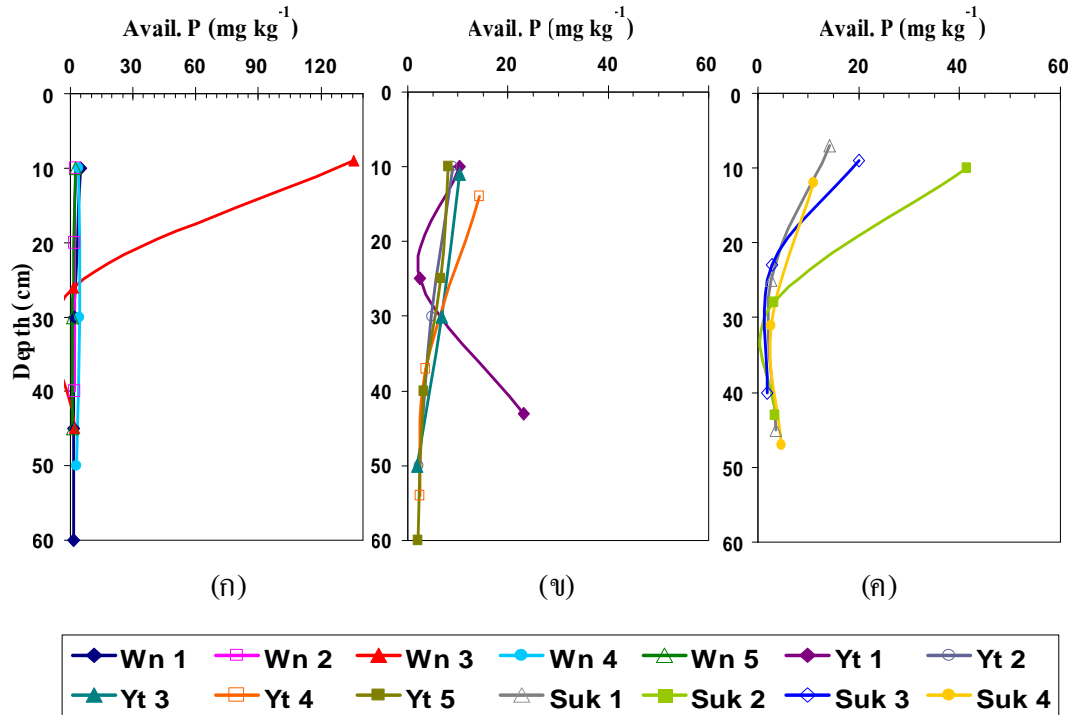
อย่างไรก็ตาม สัดส่วนของปริมาณไนโตรเจนรวมต่ออินทรีย์วัตถุโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินตอนบนของหน้าตัดดินมีค่าน้อยมาก แสดงให้เห็นว่า การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุแล้วปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาอยู่ในระดับต่ำ และเมื่อพิจารณาถึงข้อจำกัดเรื่องธาตุอาหารพืชพบว่าปริมาณไนโตรเจนในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังนั้น การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนจึงมีความจำเป็นและจะต้องคำนึงถึงปริมาณที่ใช้ให้เหมาะสมด้วย

3.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ทำการศึกษาคือของดินทั้ง 3 บริเวณ (ภาพที่ 22) พบว่า ชุดดินวารินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สะสมอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก (1.1-135.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ชุดดินยโสธรอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง (2.0-23.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และชุดดินสติ๊กอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง (1.8-41.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 21) อย่างไรก็ตามในกรณีของดินวารินมีเพียงดินในจุดที่ 3 (Wn3) เท่านั้นที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก น่าจะเกิดจากการสะสมของปุ๋ยฟอสฟอรัสในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างเนื่องจาก จุดอื่น ๆ ที่ทำการศึกษาในลำดับภูมิภาคนี้มีปริมาณของธาตุนี้ต่ำมากทั้งในดินบนและดินล่าง แสดงให้เห็นว่า ชุดดินวารินที่ทำการศึกษาซึ่งมีเนื้อค่อนข้างหยาบ โดยเฉพาะในดินบนฟอสฟอรัสไม่สามารถสะสมอยู่ในระบบดินได้เนื่องจากอิทธิพลของการชะละลาย การดูดใช้ของมันเป็นสำปะหลัง หรือเกษตรกรอาจจะใส่ปุ๋ยนี้ในปริมาณน้อย ขณะที่ชุดดินสติ๊กมีปริมาณการสะสมสูงกว่า เนื่องจาก ดินในบริเวณดังกล่าวมีเนื้อค่อนข้างละเอียดกว่าจึงน่าจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียออกไปได้น้อยกว่า ส่วนชุดดินยโสธรซึ่งเป็นดินสีแดง ฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในรูปแบบของปุ๋ยเคมีบางส่วนน่าจะถูกตรึงด้วยเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์ทำให้ฟอสฟอรัสในรูปแบบที่เป็นประโยชน์มีไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับชุดดินสติ๊ก อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่มีความสัมพันธ์กับการพบชั้นดานไถพรวนในการศึกษานี้

ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสทั้ง 3 บริเวณ มีปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างสูงถึงสูงมากในดินบน และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกนั้น แสดงว่าฟอสฟอรัสในชั้นดินบนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปฟอสเฟตอินทรีย์ซึ่งมีแนวโน้มมากหรือน้อยตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน และผลตกค้างจากปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไป ส่วนในดินล่างฟอสเฟตที่มีจะเป็นในรูปแบบของฟอสเฟตอนินทรีย์ที่มาจากแร่ในดินที่ผุพัง และเนื่องมาจากปฏิกิริยาในดินบางบริเวณมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นตามความลึก ทำให้เหล็กไฮดรอกไซด์หรืออะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ทำปฏิกิริยาจับฟอสเฟตไอออนเกิดเป็น

เหล็กฟอสเฟตหรืออะลูมิเนียมฟอสเฟตที่ละลายยากขึ้น(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548: Landon, 1991) นอกจากนี้ เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อความต้องการของพืชทุกชนิด การจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงเป็นสิ่งจำเป็น และจะต้องพิจารณาเลือกชนิดปุ๋ย และวิธีการใส่ที่เหมาะสม ควบคู่ไปกับการปรับปรุงค่าปฏิบัติการดินที่ส่วนใหญ่ค่อนข้างเป็นกรดเพื่อลดปัญหาการตรึง

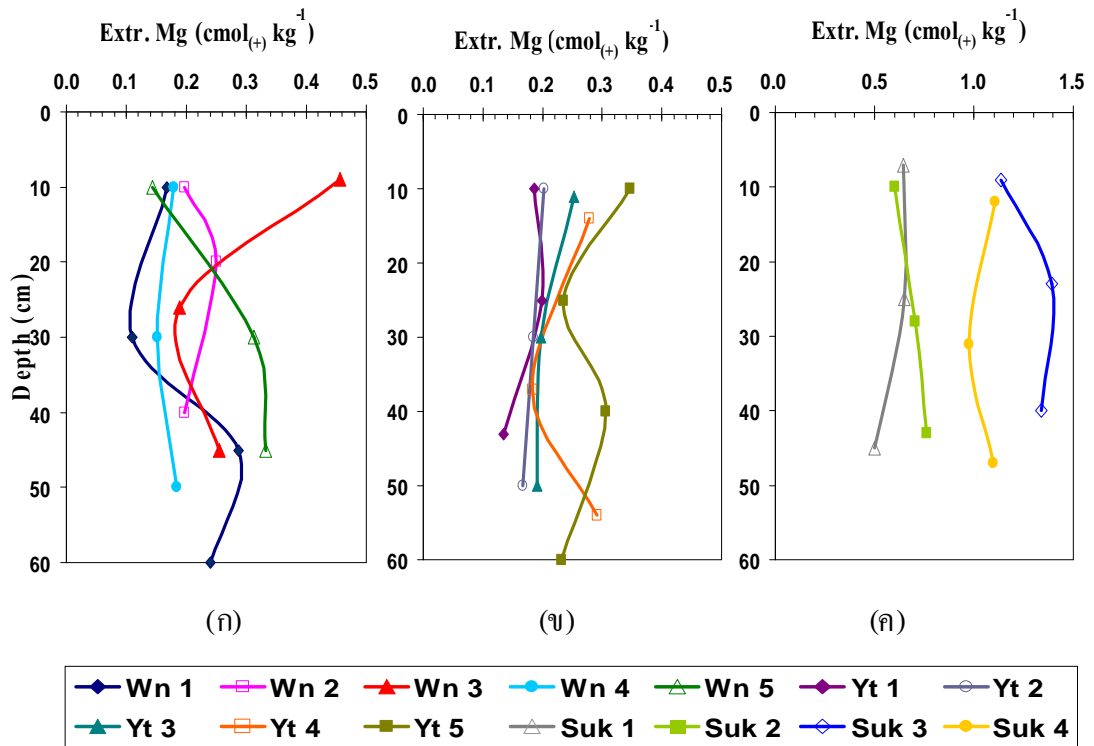


ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับระดับความลึก ของชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสขี (ค)

3.5 โปแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ปริมาณโปแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่าในชุดดินวารินมีปริมาณโปแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (10.8-37.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในชุดดินยโสธรอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (12.1-59.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และชุดดินสขีก็อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (5.7-51.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 23) โดยในชุดดินยโสธรมีแนวโน้มการสะสมโปแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินล่างมากกว่าอีกสองบริเวณเล็กน้อย

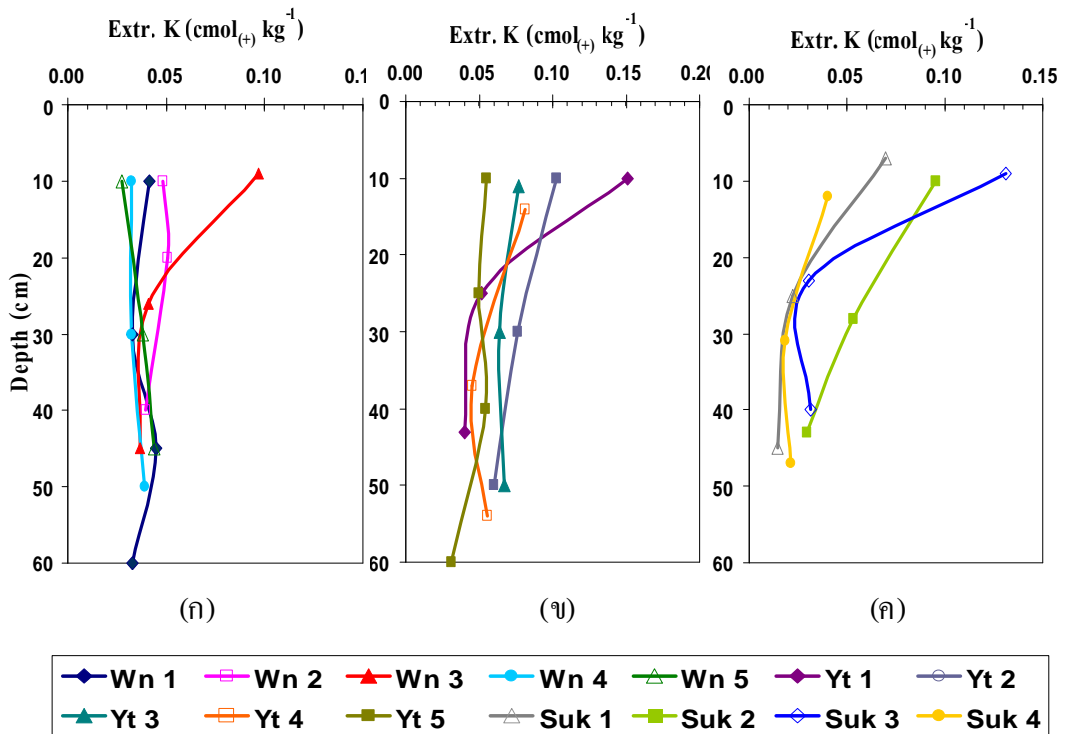
1.4 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) โดยปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก ยกเว้นในพีคตอนที่ 4,5 และ 8 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (ภาพที่ 25) ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ภายในระดับความลึกไม่เกิน 60 เซนติเมตรจากชั้นผิวดินมีค่าค่อนข้างแปรปรวนเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละจุดของแต่ละบริเวณ แต่ในชุดดินสติกมีแนวโน้มการสะสมของธาตุนี้ในปริมาณที่สูงกว่าอีกสองดินตลอดชั้นความลึกที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 25 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้กับระดับความลึก ของชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสติก (ค)

3) โปแทสเซียมที่สกัดได้

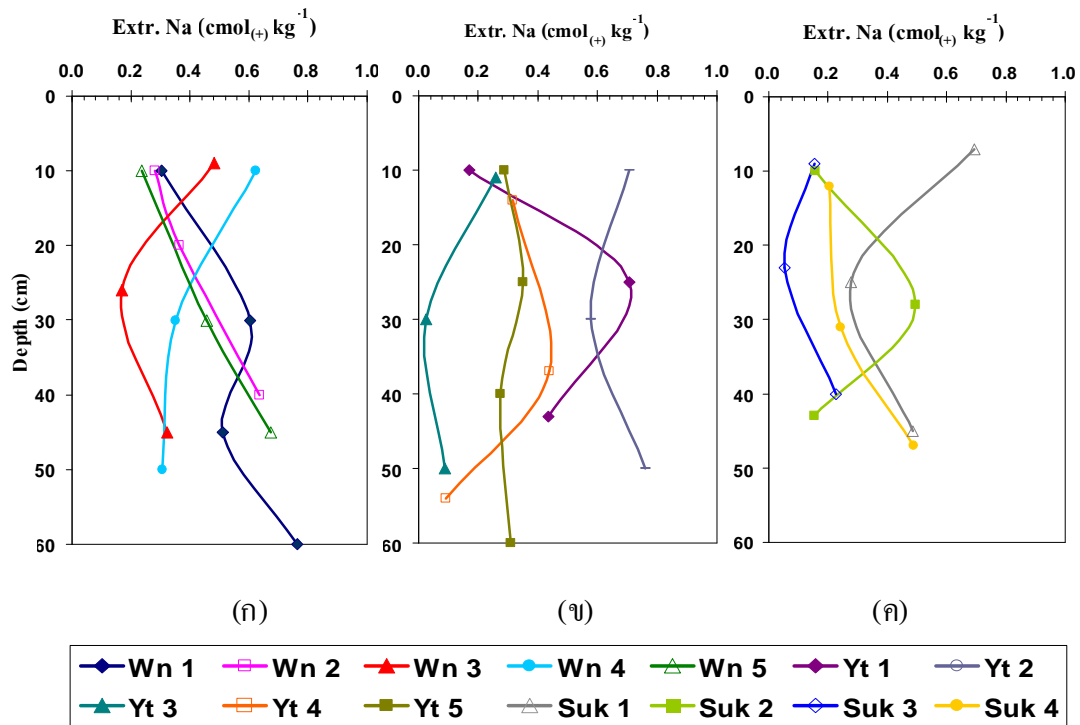
โปแทสเซียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ดินในทุกบริเวณ มีปริมาณโปแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก (0.015-0.15 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ส่วนใหญ่ในชั้นดินบนจะมีค่ามากกว่าชั้นดินตื้นเล็กน้อยและมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 26) และไม่มีความสัมพันธ์กับชั้นดินปนทรายที่พบ



ภาพที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ โพแทสเซียมที่สกัดได้กับระดับความลึก ของชุดดินวาริน
(ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)

4) โขเคียมที่สกัดได้

โขเคียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ในชุดดินวารินมีปริมาณ โขเคียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงสูง(0.17-0.76 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ในชุดดินยโสธรอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง (0.05-0.76 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และในชุดดินสตึกอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (0.05-0.69 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณ โขเคียมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดินพบว่า มีแนวโน้มผันแปรมากในทุกบริเวณ เนื่องจาก โขเคียมสามารถละลายและเคลื่อนที่ไปกับน้ำได้ง่าย (Brady and Weil, 2008) (ภาพที่ 27) และไม่มี ความสัมพันธ์กับชั้นดานไถพรวนที่พบ



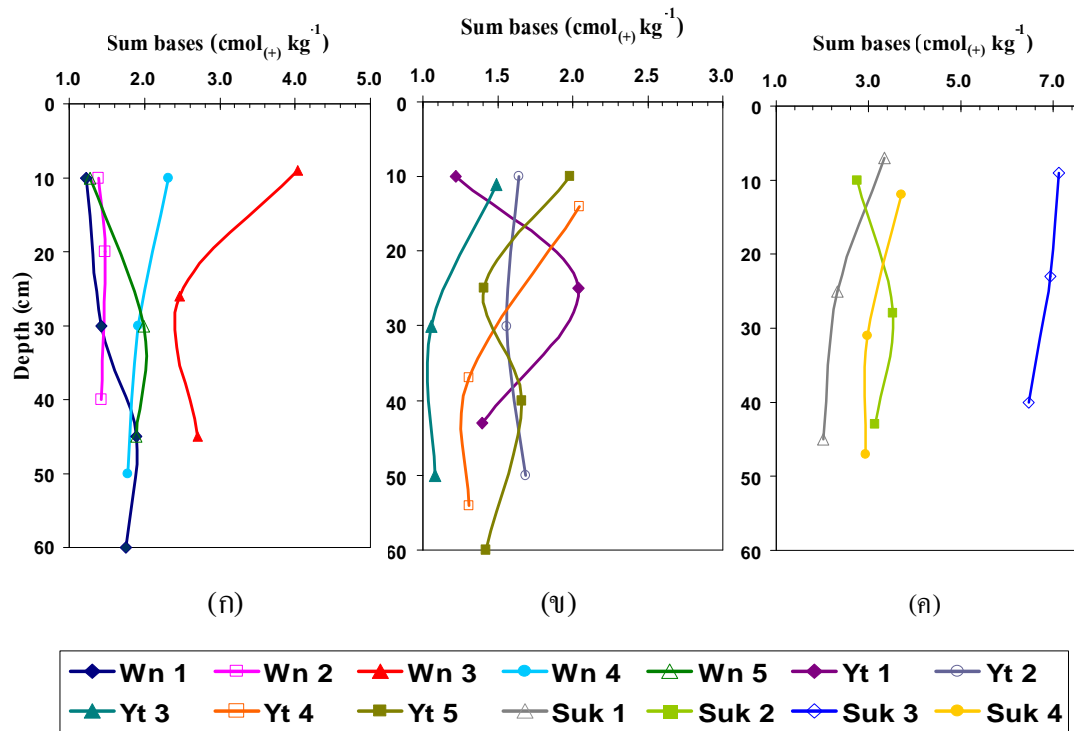
ภาพที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ โซเดียมที่สกัด ได้กับระดับความลึก ของดินชุดดิน วาริน
(ก) ดินย โสธร (ข) และดินสติก (ค)

ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และ โพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินในบริเวณที่ทำการศึกษาล้วนส่วนใหญ่ที่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก เนื่องจากชั้นดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าในดินล่าง จึงทำให้ชั้นดินบนมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงกว่า ทำให้ไอออนบวกที่เป็นเบสเหล่านี้ บางส่วนถูกจับอยู่ที่ผิวของอินทรีย์วัตถุ อย่างไรก็ตาม ดินที่ทำการศึกษาเป็นดินที่มีพัฒนาการดี ซึ่งโดยทั่วไปดินจะมีปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และ โซเดียมที่สกัดได้ต่ำ (Buol *et al.*, 2003) ซึ่งในแต่ละพืดอนมีความแตกต่างกัน และมีความแปรปรวนบ้างในหน้าตัดดิน เป็นผลมาจากความไม่สม่ำเสมอของวัตถุต้นกำเนิดดิน และอัตราการชะละลายที่ไม่เท่ากันในแต่ละหน้าตัดดิน (Sanchez *et al.*, 1983; Brady and Weil, 2008)

3.7 เบสรวมที่สกัดได้

เบสรวมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ชุดดิน วารินมีปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (1.2-4.0 เซนติ โมลต่อกิ โลกรัม) ชุดดินย โสธรอยู่ในระดับต่ำมาก (1.1-2.0 เซนติ โมลต่อกิ โลกรัม) และชุดดิน สติกอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (2.0-7.1 เซน

ติโมลต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเบสรวมที่สกัดได้กับความลึกแต่ละหน้าตัดดิน พบว่า ส่วนใหญ่มีความแปรปรวนเล็กน้อยและมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดิน (ภาพที่ 28) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดดิน พบว่า ชุดดินสติกมีปริมาณเบสรวมที่สกัดได้สูงกว่าชุดดินยโสธร และชุดดินวารินตลอดชั้นความลึกที่ทำการศึกษา อย่างไรก็ตาม ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้นี้ไม่มีความสัมพันธ์กับชั้นดินไทรพรวนที่พบแต่อย่างใด

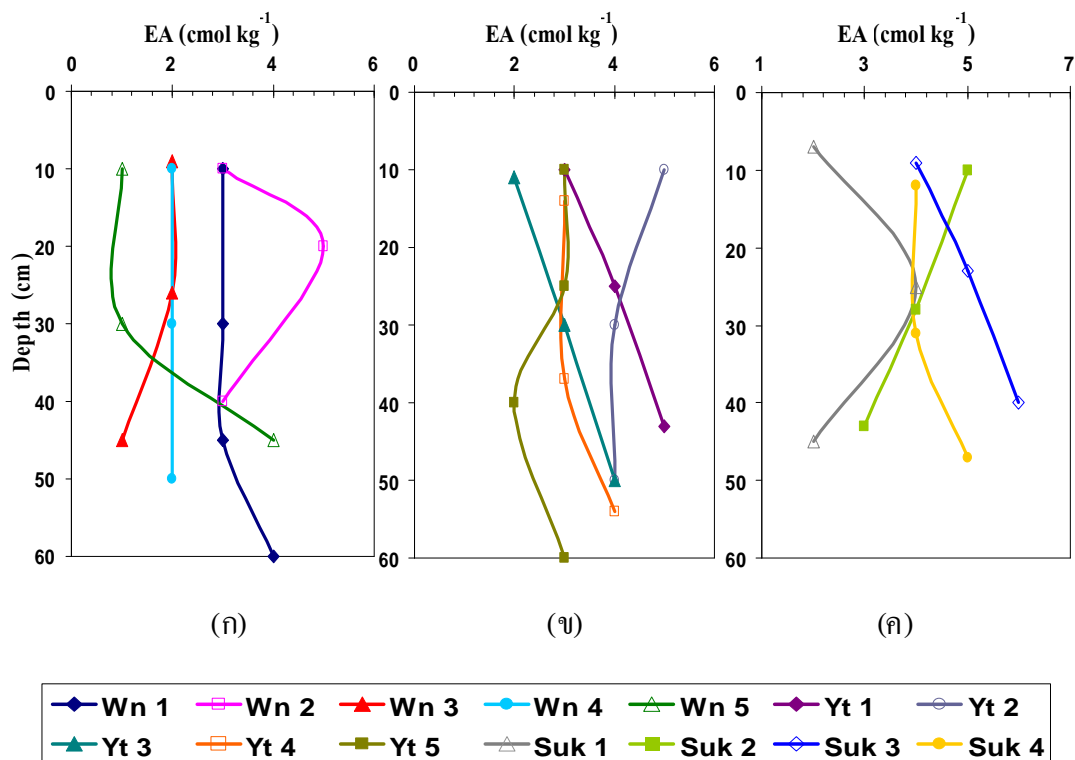


ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้กับความลึก ของชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสติก (ค)

ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ส่วนใหญ่ ในชั้นดินบนมีปริมาณสูงกว่าชั้นดินล่าง เนื่องจากชั้นดินบนมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าชั้นดินล่าง ทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของชั้นดินบนสูงกว่าและมีปริมาณเบสรวมที่สกัดได้สูงกว่าชั้นดินล่าง (Brady and Weil, 2008) โดยแนวโน้มที่ค่อนข้างแปรปรวนเล็กน้อย และบางบริเวณลดลงตามความลึกของดิน อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของการชะละลายที่ไม่รุนแรงมาก และไม่สม่ำเสมอมากพอที่จะชะละลายแคตไอออนที่เป็นเบสให้ออกไปจากหน้าตัดดินได้ (Thompson and Troeh, 1978)

3.8 ปริมาณกรดที่สกัดได้

ปริมาณกรดที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ชุดดินวารินมีปริมาณกรดที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (1.0-5.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ชุดดินยโสธรอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (2.0-5.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และชุดดินสตึกอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (2.0-6.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ปริมาณกรดที่สกัดได้ของดินมีแนวโน้มลดลงตามความลึกในบางบริเวณ แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของการชะละลายที่ยังมีไม่มากนักยังคงมีแคตไอออนที่เป็นเบสเหลืออยู่ (ไพบูลย์, 2546) ส่วนในบริเวณที่มีแนวโน้มของปริมาณกรดที่สกัดได้ของดินเพิ่มขึ้นตามความลึกนั้น แสดงว่าดินมีการชะละลายมากกว่าทำให้เกิดการแทนที่ของไอออนบวกต่าง ๆ ด้วยไฮโดรเจนไอออนได้มาก (Brady and Weil, 2008) (ภาพที่ 29)

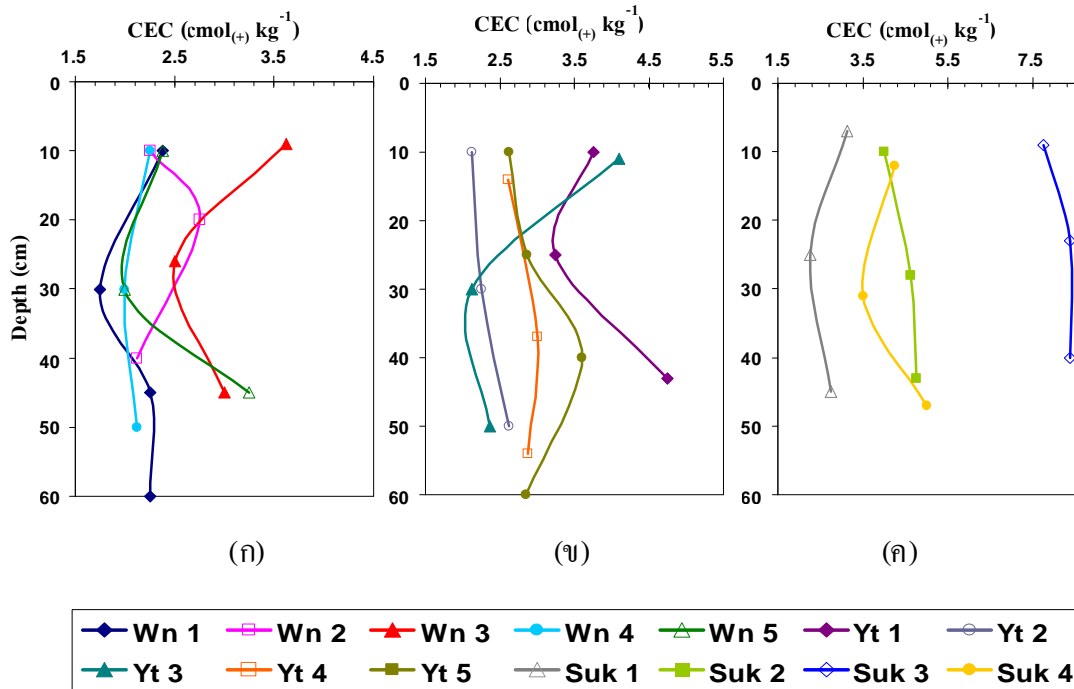


ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดที่สกัดได้กับระดับความลึกของดินชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตึก (ค)

3.9 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ชุดดินวาริน มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (1.8-3.6 เซนติโมลต่อกิโกรัม) ชุดดินยโสธรอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (2.1-4.8 เซนติโมลต่อกิโกรัม) ชุดดินสติกอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างต่ำ (2.3-8.4 เซนติโมลต่อกิโกรัม) (ภาพที่ 30) เช่นเดียวกับสมบัติเคมีอื่น ๆ ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนไม่มีความสัมพันธ์กับชั้นดินไทรพอนที่พบในการศึกษานี้ โดยที่ชุดดินสติกมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าดินยโสธร ส่วนชุดดินวารินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนโดยเฉลี่ยต่ำสุด

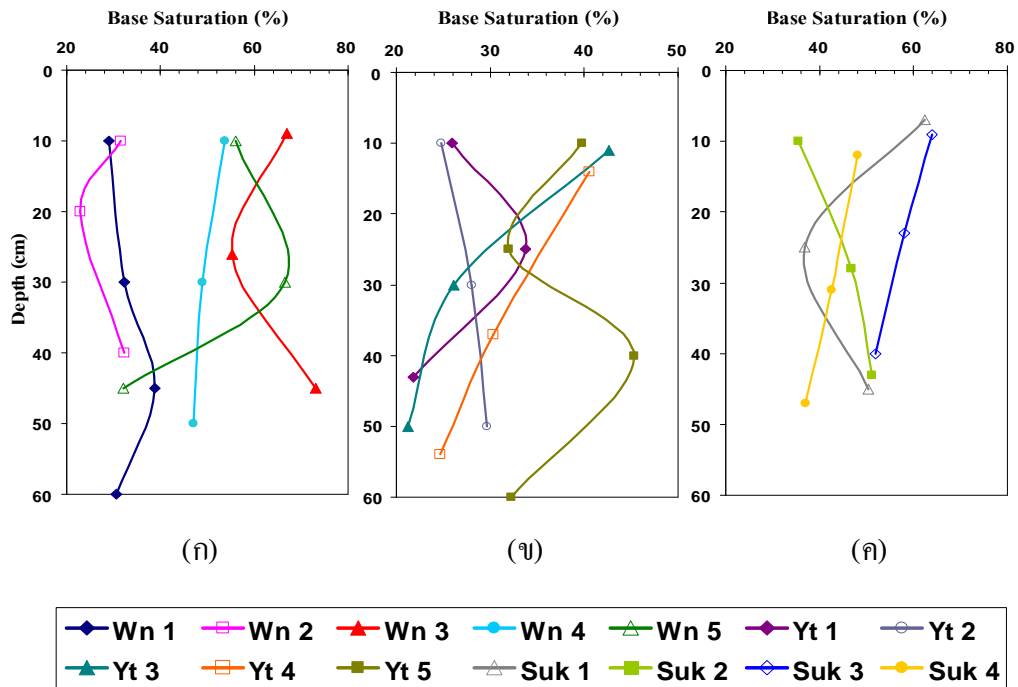
ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีความสัมพันธ์กับปฏิกิริยาดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และชนิดของแร่ดินเหนียว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Sanchez, 1976; Young, 1976; Brady, 1990; Brady and Weil, 2008) สำหรับดินที่ทำการศึกษาล้วนส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างต่ำ ประกอบกับดินเป็นดินเนื้อหยาบ จึงทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างต่ำ ซึ่งค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่อยู่ในระดับต่ำนี้จะมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้มีธาตุต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในรูปไอออนบวกในปริมาณต่ำด้วย (Foth and Schafer, 1980) และการที่ดินบนในบางบริเวณมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบนน้อย ส่วนในดินล่างมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงกว่าดินบน น่าจะเป็นผลจากอิทธิพลของการเพิ่มขึ้นของปริมาณอนุภาคดินเหนียวในดินล่าง (Sanchez, 1976; Young, 1976; Brady and Weil, 2008)



ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนกับระดับความลึก ของชุดดิน วาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดิน สดึก (ค)

3.10 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส

อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ในชุดดินวารินมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (ร้อยละ 32.3-73.1) ชุดดินยโสธรอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 36.8-64.0) และชุดดินสดึกอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (ร้อยละ 21.3-32.2) (ภาพที่ 31) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสกับความลึกแต่ละหน้าตัดดินพบว่า ส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่ผันแปร อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของการชะละลายที่ไม่รุนแรงมากพอ และไม่สม่ำเสมอในหน้าตัดดิน (Thomson and Troeh, 1978; Sanchez *et al.* 1983; Brady and Weil, 2008) การที่อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินสูงกว่าร้อยละ 35 นั้นแสดงถึงมีการชะละลายยังไม่เต็มที่ ทำให้ดินยังคงมีธาตุที่เป็นค้างเหลืออยู่มาก โดยเฉพาะในดินล่างตอนบน ส่วนในบริเวณที่มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินต่ำกว่าร้อยละ 35 แสดงให้เห็นถึงการที่ดินมีพัฒนาการค่อนข้างสูงถึงสูง ผ่านการชะละลายอย่างมาก ทำให้แคตไอออนที่เป็นเบสเหลืออยู่น้อยในดิน (Bear, 1967; Lgwe *et al.* 1999; Brady and Weil, 2008)



ภาพที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตรา ร้อยละความอิ่มตัวเบสกับความลึก ของชุดดินวาริน (ก) ชุดดินยโสธร (ข) และชุดดินสตี๊ก (ค)

แนวโน้มค่าอัตรา ร้อยละความอิ่มตัวเบสที่สูงขึ้นหรือลดลงอย่างไม่เป็นระบบนั้น เนื่องจากดินส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบ มีการสะสมดินเหนียวน้อย และแร่ดินเหนียวส่วนใหญ่เป็นแร่เคโอลิไนต์ ค่าจึง ไม่มีแนวโน้มไปทางใดทางหนึ่งอย่างชัดเจน อัตรา ร้อยละความอิ่มตัวเบสมีความสัมพันธ์กับวัตถุต้นกำเนิด เนื่องจากวัตถุต้นกำเนิดมีเบสเป็นองค์ประกอบต่ำ เมื่อสลายตัวจึงปลดปล่อยไอออนบวกมาสู่ดินได้น้อยแต่สูญเสียไปโดยการชะละลายออกจากหน้าตัดดินได้ง่าย ส่งผลให้ค่าอัตรา ร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำไปด้วย

4 สมบัติของชั้นดานไถพรวนที่ทำการศึกษา

4.1 ลักษณะและสมบัติของชั้นดานไถพรวน

ลักษณะและสมบัติชั้นดานไถพรวนของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมของชั้นดานไถพรวนอยู่ในระดับค่อนข้างสูงในทุกบริเวณ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นด้านบนและชั้นด้านล่างแล้ว พบว่าชั้นดานไถพรวนมีความหนาแน่นรวมมากกว่าทั้งสองชั้น

อย่างชัดเจน ค่าสภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวของชั้นดาน ไถพรวนอยู่ในระดับต่ำมากถึงช้าปานกลางในทุกบริเวณ เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นด้านบนและชั้นด้านล่างแล้ว พบว่าชั้นดาน ไถพรวนมีค่าน้อยกว่าทั้งสองชั้น ดินทั้ง 3 บริเวณ มีปริมาณอนุภาคขนาดทรายละเอียดอยู่มากกว่าอนุภาคทรายขนาดอื่น ๆ ในทุกชั้นดิน ค่าความแข็งของดินในชั้นดาน ไถพรวนมีค่าสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสองชั้นดินทั้งด้านบนและด้านล่าง ลักษณะการดูดยึดน้ำของดินทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ในชั้นดาน ไถพรวนมีความจุความชื้นสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ น้อยกว่าชั้นด้านบนและชั้นด้านล่าง ส่วนสมบัติทางเคมีของชั้นดาน ไถพรวนทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ไม่มีผลต่อความสัมพันธ์กับชั้นด้านบนและด้านล่างแต่อย่างใด

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดชั้นดาน ไถพรวนกับลักษณะดินตามสภาพภูมิประเทศ

ดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณ พบว่า อยู่ในบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด ซึ่งชั้นดาน ไถพรวนแจกกระจายอยู่ในบริเวณพื้นที่เหล่านี้ทั้งหมด โดยในชุดดินวาริน มีความลาดชันผิวหน้าแตกต่างกันตั้งแต่ร้อยละ 3-5 และอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 313-332 เมตร พบชั้นดาน ไถพรวนที่ระดับความลึกตั้งแต่ 15-40 เซนติเมตร โดยขอบเขตบนของชั้นนี้อยู่ในพิสัย 15-20 เซนติเมตร และมีความหนาของชั้นอยู่ในพิสัย 15-20 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม ตำแหน่งในสภาพภูมิประเทศไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความลึกหรือความลึกที่พบชั้นดาน ไถพรวนและความหนาของชั้นดาน ไถพรวนของชุดดินวาริน ขณะที่สมบัติทางกายภาพอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นรวมของชั้นดาน ไถพรวนนี้มีค่าอยู่ในพิสัย 1.60-1.79 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่ามากกว่าชั้นด้านบนที่อยู่ในพิสัย 1.43-1.61 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และชั้นด้านล่างที่อยู่ในพิสัย 1.57-1.68 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวของชั้นดาน ไถพรวนมีค่าอยู่ในพิสัย 0.29-2.95 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าชั้นด้านบนที่อยู่ในพิสัย 1.67-11.68 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และชั้นด้านล่างที่อยู่ในพิสัย 1.67-13.90 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ส่วนความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของชั้นดาน ไถพรวนมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.17 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นด้านบนและด้านล่าง จะพบว่า มีค่าน้อยกว่าชั้นด้านบนและชั้นด้านล่าง โดยชั้นด้านบนมีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้เท่ากับร้อยละ 3.58 และชั้นด้านล่างมีอยู่ร้อยละ 4.14

ชุดดินยโสธรมีความลาดชันผิวหน้าแตกต่างกันตั้งแต่ร้อยละ 1-5 และอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 243-250 เมตร พบชั้นดาน ไถพรวนที่ระดับความลึก 18-45 เซนติเมตร โดยขอบเขตบนของชั้นนี้อยู่ในพิสัย 18-27 เซนติเมตร และมีความหนาของชั้นอยู่ในพิสัย 17-20

เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม ตำแหน่งในสภาพภูมิประเทศไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความลึกหรือความลึกที่พบชั้นดานไถพรวนและความหนาของชั้นดานไถพรวนของชุดคินย โสธร ขณะที่สมบัติทางกายภาพอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นรวมของชั้นดานไถพรวนนี้มีค่าอยู่ในพิสัย 1.68-1.87 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่ามากกว่าชั้นด้านบนที่อยู่ในพิสัย 1.42-1.75 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และชั้นด้านล่างที่อยู่ในพิสัย 1.53-1.80 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวของชั้นดานไถพรวนมีค่าอยู่ในพิสัย 0.09-1.53 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าชั้นด้านบนที่อยู่ในพิสัย 2.26-18.21 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และชั้นด้านล่างที่อยู่ในพิสัย 0.28-6.01 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ส่วนความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของชั้นดานไถพรวนมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.36 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นด้านบนและด้านล่าง จะพบว่า มีค่าน้อยกว่าชั้นด้านบนและชั้นด้านล่าง โดยชั้นด้านบนมีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้เท่ากับร้อยละ 2.93 และชั้นด้านล่างมีอยู่ร้อยละ 4.82

ชุดคินสติกมีความลาดชันแตกต่างกันตั้งแต่ร้อยละ 4-6 และอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 264-276 เมตร โดยในทุกบริเวณจะเกิดชั้นดานไถพรวน ตั้งแต่ความลึก 15-40 เซนติเมตรจากผิวดินลงไป อย่างไรก็ตาม ตำแหน่งในสภาพภูมิประเทศไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความลึกหรือความลึกที่พบชั้นดานไถพรวนและความหนาของชั้นดานไถพรวนของชุดคินสติก ขณะที่สมบัติทางกายภาพอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นรวมของชั้นดานไถพรวนนี้มีค่าอยู่ในพิสัย 1.61-1.71 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่ามากกว่าชั้นด้านบนที่อยู่ในพิสัย 1.15-1.51 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และชั้นด้านล่างที่อยู่ในพิสัย 1.50-1.68 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวของชั้นดานไถพรวนมีค่าอยู่ในพิสัย 0.16-1.48 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าชั้นด้านบนที่อยู่ในพิสัย 4.44-19.83 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และชั้นด้านล่างที่อยู่ในพิสัย 0.56-5.53 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ส่วนความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของชั้นดานไถพรวนมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.46 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นด้านบนและด้านล่าง จะพบว่า มีค่าน้อยกว่าชั้นด้านบนและชั้นด้านล่าง โดยชั้นด้านบนมีความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้เท่ากับร้อยละ 4.37 และชั้นด้านล่างมีอยู่ร้อยละ 3.15

4.3 ปัญหาของชั้นดานไถพรวนต่อการปลูกมันสำปะหลัง

เมื่อพิจารณาจากสมบัติต่าง ๆ ของดินในชั้นดานไถพรวน พบว่า ชั้นนี้จะมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังได้ในหลายกรณี ดังนี้

1) ปัญหาการกร่อนดิน เนื่องจาก ชั้นดานไถพรวนเป็นชั้นที่มีความหนาแน่นรวมสูง มีสภาพน้ำน้ำต่ำ การไหลซึมลงตามแนวตั้งก็จะช้ากว่าปกติ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน จึงทำให้เกิดการสะสมของน้ำที่ผิวดิน ทำให้มีการไหลบ่าไปตามผิวดิน และเกิดการกร่อนดินอย่างรุนแรงในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั่วไป นอกจากนี้ ในหลาย ๆ พื้นที่ที่มีความลาดชันพอสมควรรวมถึงลักษณะของสภาพภูมิประเทศในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของจังหวัดนครราชสีมาที่เป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดที่มีความยาวของความลาดชันค่อนข้างมาก ประกอบกับเกษตรกรมักปลูกมันสำปะหลัง โดยการยกร่องขึ้นลงตามความลาดเท จึงมีผลทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำที่ผิวดินที่มีความเร็วสูง เกิดการรวมตัวของน้ำไหลบ่าเป็นปริมาณมากในตอนกลางของความลาดเท จึงทำให้เกิดการกร่อนดินในลักษณะของการกร่อนแบบแผ่นในตอนบนของสภาพภูมิประเทศ และแบบริ้วในตอนกลางถึงตอนล่างของสภาพภูมิประเทศ และอาจพบร่องรอยของการกร่อนแบบร่องลึกในตอนปลายของพื้นที่ นอกจากนี้ หากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังโดยการยกร่องปลูกขวางความลาดเท การที่ดินมีชั้นดานไถพรวนข้างใต้ เมื่อน้ำไหลบ่าตามผิวดินมารวมตัวกัน ก็จะทำให้ร่องปลูกที่ขุดไว้ถูกทำลาย ทำให้ต้นพืชได้รับความเสียหายได้เช่นกัน

2) การสูญเสียธาตุอาหารพืชไปกับน้ำ เนื่องจากชั้นดานไถพรวนไปจำกัดการซึมของน้ำ จึงทำให้ธาตุอาหารหรือปุ๋ยที่ใส่ลงไปเกิดการสะสมอยู่เฉพาะในชั้นบาง ๆ ของชั้นดินบนเท่านั้น เมื่อเกิดปัญหาน้ำไหลบ่าไปตามผิวดิน หรือการไหลไปในลักษณะของน้ำใต้ดินชั่วคราว (perched groundwater) โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณที่เป็นชุดดินสติก และชุดดินวาริน ที่มีความลาดเทค่อนข้างสม่ำเสมอ ธาตุอาหารพืชเหล่านี้ก็จะสูญเสียไปกับน้ำที่ไหลลงสู่ส่วนต่ำดังกล่าวได้ง่าย หรือสูญหายไปกับตะกอนที่ถูกพัดพาไปโดยการกร่อนดิน นอกจากนี้ จากการศึกษาเหล่านี้มีเนื้อหยาบ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ และมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ความสามารถของดินในการกักเก็บธาตุอาหารจึงต่ำไปด้วย ก็ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดการสูญเสียได้ง่ายขึ้น

3) การเคลื่อนที่ของน้ำและความชุ่มชื้นที่ประโยชน์ได้ ชั้นดานไถพรวนจะไปกีดขวางไม่ให้น้ำฝนที่ตกลงมาไหลซึมลงสู่ด้านล่าง เพราะฉะนั้น น้ำส่วนใหญ่จึงสูญหายไปกับน้ำที่ไหลบ่าไปตามผิวดิน ในขณะเดียวกันในช่วงฤดูแล้ง น้ำที่อยู่ด้านล่างจะเคลื่อนขึ้นมาข้างบนตามท่อแคพิลลารีได้ยาก เนื่องจากชั้นดานไถพรวนมีค่าความหนาแน่นรวมสูง สภาพน้ำน้ำต่ำเพราะการอัดตัวแน่น เพราะฉะนั้นจึงไม่เกิดความต่อเนื่องของระบบน้ำในดิน ประกอบกับชั้นดินบนมีความชุ่มชื้นที่ประโยชน์ได้ต่ำ ซึ่งก็จะทำให้มันสำปะหลังขาดน้ำได้ง่าย ขณะเดียวกันในชั้นดานดังกล่าวก็มีน้ำใช้ประโยชน์ได้ต่ำ และมีความแข็งค่อนข้างสูง รากมันสำปะหลังจึงไม่ค่อยกระจายลงไปในพื้นที่

ดังกล่าวด้วย ซึ่งก็จะเป็นผลเสียต่อการดูดใช้ธาตุอาหารพืชในส่วนนั้น และไม่สามารถใช้น้ำที่อยู่ในส่วนลึกของหน้าตัดดินได้ ซึ่งลักษณะที่กล่าวมานี้ เป็นเหตุผลที่ชักจูงให้เกษตรกรปลูกมันสำปะหลังแบบกร่อง เพื่อเพิ่มพื้นที่การขยายของหัวมันสำปะหลัง เช่นเดียวกับผิวสัมผัสกับดินเพื่อประโยชน์ในการดูดใช้น้ำ

4) ปัญหาการเน่าของหัวมันสำปะหลัง ในกรณีนี้มักจะเกิดในดินที่พบบนความลาดเทไม่มากนัก หรือ พบบนพื้นที่ที่มีความยาวของความลาดเท ไม่มาก ดังเช่น ในชุดดินยโสธร เนื่องจากชั้นดานไทรพรวนไปกีดขวางการไหลของน้ำทำให้เกิดการสะสมน้ำในชั้นดินบน แต่จากการที่พื้นที่มีความลาดชันไม่มาก หรือความยาวของความลาดเท ไม่มากพอทำให้เกิดปัญหาการสะสมน้ำในโซนรากพืชซึ่งอยู่ลึกประมาณ 0-30 เซนติเมตร ปัญหานี้จะส่งผลเสียอย่างรุนแรงเมื่อมันสำปะหลังเริ่มมีการสะสมแป้งในราก หรือหลังจากที่เริ่มมีการสร้างหัว ซึ่งการแข่งขังของน้ำในดอนบนของชั้นดานไทรพรวนเพียงไม่กี่วันจะทำให้หัวมันสำปะหลังเน่าได้ง่าย

สรุป

การศึกษาลักษณะและปัญหาของชั้นดานไถพรวนในระบบการปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา ทำการศึกษาใน 3 บริเวณที่เป็นชุดดินวาริน ชุดดินยโสธร และชุดดินสติ๊ก โดยการเก็บตัวอย่างดินและศึกษาสมบัติที่เกี่ยวข้องในภาคสนามบริเวณละ 4-5 จุดตามลำดับภูมิประเทศ พบว่าสภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปมีความลาดชันในพิสัยร้อยละ 1-6 อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 243-332 เมตร ชุดดินวารินมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนลี้่งผิวดินทับถมอยู่บนตะกอนตกร้างที่สลายตัวมาจากหินทราย ชุดดินยโสธรมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่นทับถมอยู่บนตะกอนตกร้าง และชุดดินสติ๊กมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนตกร้างที่สลายตัวมาจากหินทรายแข็ง ดินมีอนุภาคขนาดทรายในปริมาณมากที่สุด และส่วนใหญ่เป็นอนุภาคขนาดทรายละเอียด โดยมีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนและดินร่วนปนทราย

ชั้นดานที่พบในดินทุกบริเวณที่ทำการศึกษา ไม่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในสภาพภูมิประเทศ เช่นเดียวกับความหนาของชั้นและความลึกจากผิวดิน ชั้นดานไถพรวนมีความหนาแน่นรวมในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง และสูงกว่าชั้นดินบนและชั้นดินล่างที่อยู่ข้างใต้ โดยค่าความหนาแน่นรวมในชุดดินยโสธรเฉลี่ยมีค่าสูงสุด สภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวชุ่มมากถึงปานกลาง และซึ่กว่าชั้นดินบนและชั้นดินล่างที่อยู่ข้างใต้ โดยค่าสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวในชุดดินสติ๊กเฉลี่ยซึ่ที่สุด ความแข็งของดินเมื่อแห้ง พบว่า ในชั้นดานไถพรวนมีค่าสูงสุด และชุดดินยโสธรเมื่อแห้งจะแข็งที่สุด ความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของชั้นดินดานไถพรวนมีปริมาณต่ำมาก และค่าต่ำกว่าชั้นดินบนและชั้นดินล่างที่อยู่ข้างใต้ในทุกดิน โดยค่าเฉลี่ยต่ำสุดพบในชั้นดานไถพรวนของชุดดินยโสธร สำหรับสมบัติทางเคมีมีความแตกต่างเนื่องจากกระบวนการทางดินมากกว่าที่จะเกิดจากอิทธิพลของชั้นดานไถพรวน

เมื่อพิจารณาจากสมบัติที่ทำการศึกษา พบว่า ชั้นดานไถพรวนมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ดังต่อไปนี้ 1) ปัญหาการกร่อนดิน 2) การสูญเสียธาตุอาหารพืชไปกับน้ำ 3) การเคลื่อนที่ของน้ำและความจุน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้ และ 4) ปัญหาการเน่าของหัวมันสำปะหลัง

ข้อเสนอแนะ

ชั้นदान ไถพรวนเป็นชั้นที่จำกัดการซอนไชของรากพืช การเคลื่อนที่ของน้ำและอากาศในดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง โดยตรง ดังนั้นการใช้พื้นที่ที่มีชั้นदान ไถพรวนมาทำการเกษตรจึงต้องมีการจัดการที่เหมาะสม ดังนี้

1. มีการไถลึกเพื่อระเบิดดินดานและการไถพรวนดินเพื่อเตรียมพื้นที่ก่อนการเพาะปลูก ไม่ควรมีการไถบ่อยครั้งเกินไป
2. ไม่ไถพรวน หรือเดินรถผ่านแปลงในขณะดินชื้นเกินไป หากเป็นไปได้ควรใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์น้ำหนักเบา ใช้ยางหน้ากว้างหรือใช้ล้อคู่เพื่อกระจายน้ำหนัก
3. ปลูกหญ้าแฝก เพื่อรักษาความชื้น ป้องกันการกร่อนดิน และรากยังสามารถซอนไชลงไปชั้นदान น่าจะช่วยลดปัญหาการขังน้ำชั่วคราวและการสะสมน้ำที่ไหลบ่าไปตามผิวดินได้
4. เนื่องจากดินที่ทำการศึกษามีส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบ ทำให้เสี่ยงต่อการขาดความชื้นในฤดูเพาะปลูก ขาดความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร และเกิดการกร่อนดินได้ง่าย การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน โดยวิธีการต่าง ๆ เช่นเดียวกับการเหลือเศษวัสดุพืชไว้คลุมดินน่าจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

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

กลุ่มมาตรฐาน. 2544. **ชั้นดิน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 481. กองสำรวจและจำแนกดิน กรม
พัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา. 2551. **พจนานุกรมปฐพีวิทยา**. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรุงสิทธิ์ ลิ้มศิลาและอัจฉรา ลิ้มศิลา. 2537. **การผลิตและการตลาด**. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยะของ
รวบรวม. มั่นสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2532. **มันสำปะหลัง การปลูก อุตสาหกรรมแปรรูปและการใช้
ประโยชน์**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____., จำลอง เขียมจันรรจา, สมยศ พุทธเจริญ, ปิยะวุฒิ พูลสงวน และวิทยา แสงแก้วสุข.
2530. การศึกษาคุณภาพมันสำปะหลัง. **วิทยาสารเกษตรศาสตร์** 21(2): 199-125.

ชวลิต นวลโคกสูง, อติสร ใจชื่น และอารีรัตน์ ดอกเข็ม. 2548. **แนวทางการใช้ประโยชน์บนพื้นที่ดินดาน**. เอกสารวิชาการเลขที่ 05/01/48. ส่วนวางแผนพัฒนาพื้นที่ร้าง พื้นที่แล้งซ้ำซาก
และดินดาน. สถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเดือนกัญ. กรม
พัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- คณัย ศุภอาหาร. 2537. พฤกษศาสตร์และพันธุศาสตร์ของมันสำปะหลัง, น. 14-28. ใน **มันสำปะหลัง**. เอกสารวิชาการศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ
- นฤกมล จันทร์จิราวดีกุล. 2546. การกำเนิดและสมบัติของดินที่มีชั้นดาน บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ไพบุลย์ ประพฤติธรรม. 2528. **เคมีของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปรีชา พรหมมณี. 2542. **การจัดการดินและการใช้ปุ๋ยในไร่อ้อย**. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. สำนักวิจัยและพัฒนาเกษตรเขต 5 ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, สุพรรณบุรี.
- มรกต ทัพพะกุล ณ อุทยา. 2532. **จุลสัตตฐานวิทยาของดิน**. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2551. **ห้วยบง60**. แหล่งที่มา: <http://www.tapiocathai.org/k3.html>, 23 สิงหาคม 2551.
- ราเชนทร์ ธีราพร. 2539. **ข้าวโพด (การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิโรจน์ อิมพิทักษ์. 2531. **การจัดการดิน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิทยา จินดาหลวง. 2551. **การวิเคราะห์ปัจจัยทางดินที่มีผลต่อการผลิตพืชในพื้นที่อินทนนท์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สติระ อุดมศรี. 2544. **ชั้นดาน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 481. กองสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ

โศภณ สิ้นธุประมา. 2526. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์**. น. 9-16. ใน เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง เล่มที่ 7. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อัญชลี สุทธิประการ. 2534. **แร่ในดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

เอิบ เขียวรัตน์มณ. 2533. **ดินของประเทศไทย**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2542. **การสำรวจดิน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Albaladejo, J. 1990. Impact of the degradation processes on soil quality in arid Mediterranean environments., pp. 193–215. In J.L. Rubio and J. Rickson, eds. **Strategies to Combat Desertification in Mediterranean Europe**. Commission of the European Communities.

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

Bear, F.E. 1967. **Chemistry of Soil**. Reinhold Publishing Cooperation, New York.

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., New York.

Blake, G.R. and H. Hartage. 1986. Bulk density, pp. 363-375. In A. Klute, ed. **Methods of Soil Analysis: Part I: Physical Method 2nd ed.** Am. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.

- Boer, M.M. 1999. **Assessment of Dryland Degradation: Linking Theory and Practice Through Site Water Balance Modelling**. Ph.D. Thesis, Universiteit Utrecht.
- Bradford, J.M. 1986. Penetrability, pp. 463-477. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I: Physical Method**. Agronomy No. 9. Am. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 14th ed. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Bresson, L.M. and J. Boiffin. 1990. Morphological characterization of soil crust development stages on an experimental field. **Geoderma** 47: 301-325.
- Brewer, R. 1976. **Fabric and Mineral Analysis of Soils**. R.E. Krieger Publishing Company, Huntington, New York.
- Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham and P.A. McDaniel. 2003. **Soil Genesis and Classification**. The Iowa State Univ. Press., Amer. Iowa.
- Chartres, C.J., J.M. Kirby and M. Raupach. 1990. Poorly ordered silica and aluminosilicate as temporary cementing agents in hard-setting soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 54: 1060-1067.
- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II: Chemical and Mineralogical Methods**. Monograph No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.

- Chen, Y., Tarchitzky, J. Brouwer, J. Morin and A. Banin. 1980. Scanning electron microscope observations on soil crusts and their formation. **Soil Sci.** 130: 49-55.
- Cock, J.H. 1985. **Cassava New Potential for a Neglected Crop.** Westview Press, Inc., Boulder and London.
- 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.
- Day, D.R. 1965. Particle fraction and particle size analysis, pp. 546-566. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I: Physical Method.** Agronomy No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Duley, F.L. 1939. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 3: 60-64.
- Franzmeier, D.P., L.D. Norton and G.C. Steinhardt. 1996. Fragipan formation in loess of the midwestern United States, pp. 69-97. *In* N.E. Smeck and E.J. Chiolkosz, eds. **Fragipans; Their Occurrence, Classification and Genesis.** Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. No. 24, Madison, Wisconsin.
- Greenland, D.J. and J.M.L. Kowel. 1960. Nutrient content of the most tropical forest of Ghana. **Plant and Soil** 12: 154-174.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advanced Course.** Department of Soils, University of Wisconsin.
- Jones, W.O. 1959. **Manioc in Africa.** Stanford Univ. Press, Stanford, California.
- Kawano, K. 1980. Cassava. **Crop Sci.** 20: 225-233.

- Kawano, K. and R.R. Jennings. 1983. Tropical crop breeding achievements and challenges, pp. 81-99. *In Symposium on Potential Environments*. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soils. **Soil Sci.** 68: 15-24.
- Klute, A. 1965. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soils, pp. 210-220. *In* C. A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis, Part I: Physical Method**. Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Kononova, M.M. 1966. **Soil Organic Matter**. Permonon Press, New York.
- Krauskopf. 1956. Dissolution and precipitation of silica at low temperatures. **Geochem. Cosmochim. Acta** 10: 1-27.
- Landon, J.R. 1991. **Booker Tropical Soil Manual: A handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in Tropics and Subtropics**. Paperback Edition. Booker Agriculture International Ltd., New York.
- Lgwe, C.A., F.O.R. Akamigbo and J.S.C. Mbagwu. 1999. Chemical and mineralogical properties of soil in southeastern Nigeria in relation to aggregate stability. **Geoderma** 92: 111-123.
- 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
- Miller, R.W. and T.G. Duane. 2001. **Soil in Our Environment**. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

- Morgan, R.P.C. 1995. **Soil Erosion and Conservation**. Longman Ltd., UK.
- Mullins, C.E. 1989. Hardsetting, pp. 109-128. In R. Lal, W.H. Blum, C. Valentine and B.A. Stewart, eds. **Methods for Assessment of Soil Degradation**. Adv. Soil Sci. CRC Press, New York.
- 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.
- Neyde, F., B. Giarola, A.P. Silva, S. Imhoff and A.R. Dexter. 2003. Contribution of natural soil compaction on hardsetting behavior. **Geoderma** 113: 95-108.
- Norton, L.D. 1994. Micromorphology of silica cementation in soils, pp. 811-824. In A.J. Ringrose-Voase and G.S. Humphreys, eds. **Soil Micromorphology**. Development in Soil Science. Elsevier, Amsterdam.
- Norton, L.D., G.F. Hall, N.E. Smeck and J.M. Bigam. 1984. Fragipan bonding in a late-Wisconsinan loess-derived soil East-central Ohio. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 48: 1360-1366.
- Millot, G. 1970. **Geology of Clays**. Springer-Verlag, New York.
- Peech, M. 1945. **Determination of Exchangeable Cation and Exchange Capacity of Soil Rapid**. Micromethod No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.
- _____. 1965. Exchange acidity, pp. 905-913. In C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II: Chemical and Mineralogical Methods**. Monograph No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.

- Poolsanguan, P. 1992. **Growth and Performances of New Cassava Varieties under Native and Fertilized Soils**. M.Sc. Thesis, Kasetsart Univ., Bangkok, Thailand.
- Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II: Chemical and Mineralogical Methods**. Agronomy No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Radcliff, D.E., L.T. West, R.K. Hubbard and L.E. Asmussen. 1991. Surface sealing in coastal plains loamy sands. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 53: 223-227.
- Russell, R.S. and M.J. Goss. 1974. Physical aspects of soil fertility: the response of roots to mechanical impedance. **Neth. J. Agric. Sci.** 22: 305-318.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- _____. J.H. Villachuca and D.E. Bandy. 1983. Soil Fertility Dynamic After Cleaning A Tropical Rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47: 1171-1178.
- Sindhusen, P., C. Hartmann, G. Lesturgez, S. Ratana-Aanupap, V. Hallaire, A. Bruand and R. Poss. 2008. Consequence of slotting on the pore characteristics of a sandy soil in northeast Thailand. **Soil Use and Management** 24: 100-107
- Singer, M.J. 1987. **Soil: An Introduction**. Macmillan Publishing Company, a Division of Macmillan, Inc., New York.
- Soil Survey Staff, 1999. **Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys**. 2nd ed. Natural Resource Conservation Service. United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook No. 436. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.

- Tawornpruek, S., I. Kheoruenromne, A. Suddhiprakarn and R.J. Gilkes. 2005. **Microstructure and water retention of Oxisols in Thailand**. *Austr. J. Soil Res.* 43: 973-986
- Thiry, M. and R. Simon-Coinçon. 1996. Tertiary paleoweatherings and silcrete in the southern Paris Basin. *Catena* 26: 1-26.
- Thomson, L.M. and F.R. Troeh, 1978. **Soil and Soil Fertility**. 4th ed. McGraw-Hill Inc., New York.
- Troeh, F.R., J.A. Hobbs and R.L. Donahue. 1999. **Soil and Water Conservation: Productivity and Environmental Protection**. 3rd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Virgo, K.J. and D.A. Holmes. 1977. Soil and landform features of mountainous terrain in South Thailand. *Geoderma* 18: 207-225.
- Voorhees, W.B. 1992. Wheel-induced soil physical limitation to root growth, pp. 73-95. *In* J.L. Hatfield and B. Stewart, eds. **Advances in Soil Science** Vol. 19. Springer-Verlag, New York.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of degtijareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-35.
- West, L.T., J.M. Bradford and L.D. Norton. 1990. Crust morphology and infiltrability in surface soils from the southeast and midwest USA, pp. 107-113. *In* L.A. Douglas, ed. **Soil Micromorphology: A Basic and Applied Science Proc.** VIII Int. Working Meeting on Soil Micromorphology, San Antonio, Texas, July 1988. *Developments in Soil Science* 19, Elsevier, Amsterdam.
- Young, A. 1976. **Tropical Soil and Soil Survey**. Cambridge Univ. Press, London

ภาคผนวก

คำอธิบายหน้าตัดดิน (Soil profile description)

Warin 1

I Information on the site

Profile symbol	: Wn 1
Soil name	: Wn 1
Classification	: Typic Kandiuult
Date of examination	: July 30, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattana Onsamran
Location	: Ban Non Somboon Tambon Huai Bong Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 332 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0769156 ^E , 1671463 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper middle erosional terrace
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : 29 Azimuth
Land use	: Cassava grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Wash over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: More than 70 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-20	Brown (7.5YR 4/4); loamy sand; weak fine subangular blocky structure, mainly breaking into single grains; loose dry, very friable moist, non sticky and non plastic; common very fine variegated sands; many very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.0; clear and smooth boundary to Ap2

Ap2	20-38	Brown (7.5YR 4/4); loamy sand; moderately weak fine subangular blocky structure; soft dry, friable moist, non sticky and non plastic; common very fine variegated sands; common very fine and few fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 5.5; abrupt and smooth boundary to Bt1
Btd	38-50	Yellowish red (5YR 4/6); sandy loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine variegated sands; common very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 5.5; gradual and smooth boundary to Bt2
Bt1	50-70	Yellowish red (5YR 5/8); sandy loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, firm moist, slightly sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine variegated sands; common very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.0

Warin 2

I Information on the site

Profile symbol	: Wn 2
Soil name	: Wn 2
Classification	: Typic Kandiuult
Date of examination	: July 30, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattanai Onsamran
Location	: Ban Non Somboon Tambon Huai Bong Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 328 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0769274 ^E , 1671626 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Middle erosional terrace
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : 39 Azimuth
Land use	: Cassava approximately three years old grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Wash over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: More than 50 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-10/15	Brown (7.5YR 4/3); loamy sand; weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine variegated sands; many very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.0; abrupt and smooth boundary to Bt1
Btd	15-30	Strong brown (7.5YR 4/6); loamy sand; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, firm moist, non sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine variegated sands; common very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 5.5; clear and smooth boundary to Bt2
Bt1	30-50	Yellowish red (5YR 4/6); loamy sand; moderately weak fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine variegated sands; many very fine and vesicular and few fine simple tabular pores; very few and very fine roots; field pH 5.5

Warin 3

I Information on the site

Profile symbol	: Wn 3
Soil name	: Wn 3
Classification	: Typic Kandiuult
Date of examination	: July 31, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattanaï Onsamran
Location	: Ban Non Somboon Tambon Huai Bong Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 323 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0769431 ^E , 1671777 ^N

Landform

1. Physiographic position	: Lower middle erosional terrace
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 4% Aspect : 29 Azimuth
Land use	: Cassava grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Wash over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: More than 50 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-18	Dark brown (7.5YR 3/3); loamy sand; weak fine and medium subangular blocky structure, partly breaking into single grains; soft dry, friable moist, non sticky and non plastic; many very fine variegated sands; many very fine and vesicular pores; very few medium and common very fine roots; field pH 7.0; clear and smooth boundary to Bt1
Btd	18-35	Brown (7.5YR 4/4); loamy sand; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, non sticky and non plastic; few faint clay coat on pores, ped faces and among sand grains; common very fine variegated sands; common very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.5; gradual and smooth boundary to Bt2
Bt1	35-50	Strong brown (7.5YR 4/6); loamy sand; weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay coat on pores, ped faces and among sand grains; common very fine variegated sands; common very fine and vesicular pores; very few very fine and fine roots; field pH 6.5

Warin 4**I Information on the site**

Profile symbol	: Wn 4
Soil name	: Wn 4
Classification	: Typic Kandiusult
Date of examination	: July 31, 2008

Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattanaï Onsamran
Location	: Ban Non Somboon Tambon Huai Bong Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 323 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0769525 ^E , 1671907 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Middle terrace
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 5% Aspect : 30 Azimuth
Land use	: Cassava grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Wash over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: More than 60 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-20	Brown (7.5YR 4/4); loamy sand; weak fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine variegated sands; many very fine and vesicular pores; few very fine and fine roots; field pH 6.0; clear and smooth boundary to Bt1
Btd	20-40	Brown (7.5YR 4/3); loamy sand; moderately weak fine subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, non sticky and non plastic; common very fine variegated sands; common very fine and vesicular pores; few and very fine roots; field pH 6.0; abrupt and smooth boundary to Bt2
Bt1	40-60	Strong brown (7.5YR 4/6); loamy sand; weak fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; common very fine variegated sands; common very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.5

Warin 5

I Information on the site

Profile symbol	: Wn 5
Soil name	: Wn 5
Classification	: Typic Kandiuult
Date of examination	: July 31, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattanaï Onsamran
Location	: Ban Non Somboon Tambon Huai Bong Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 313 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0769628 ^E , 1672021 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Lower middle terrace
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : 29 Azimuth
Land use	: Cassava grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Wash over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: More than 50 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-20	Brown (7.5YR 5/3); loamy sand; weak fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine variegated sands; many very fine and vesicular pores; few very fine and fine roots; field pH 6.0; abrupt and smooth boundary to Bt1
Btd	20-38	Strong brown (7.5YR 5/6); loamy sand; moderately weak fine and medium subangular blocky structure, partly with platy structure; hard dry, friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay coating on face of peds and clay bridges between sand grains;

		common very fine variegated sands; common very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.0; clear and smooth boundary to Bt2
Bt1	38-50	Yellowish brown (10YR 5/6); sandy loam; moderately weak subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and non plastic; common faint clay coating on face of peds and clay bridges between sand grains; common fine variegated sands; many very fine and vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 4.5

Yasothon 1

I Information on the site

Profile symbol	: Yt 1
Soil name	: Yt 1
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: July 31, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattanai Onsamran
Location	: Ban Goodmaung Tambon Takean Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 245 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0793951 ^E , 1675802 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Crestal slope of lowhill
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 5% Aspect : 270° Azimuth
Land use	: Cassava grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Local alluvium over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: More than 50 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-18	Red (2.5YR 4/8); sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few fine variegated sands; many very fine and few fine vesicular pores; common very fine and fine roots; field pH 5.0; gradual and smooth boundary to Bt1
Btd	18-35	Dark red (2.5YR 3/6); sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds; few fine variegated sands; few very fine and fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 4.5; diffuse and smooth boundary to Bt2
Bt1	35-50	Dark red (2.5YR 3/6); sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; soft dry, firm moist, slightly sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains ; few very fine variegated sands; many very fine vesicular pores; few and very fine roots; field pH 4.5;

Yasothon 2**I Information on the site**

Profile symbol	: Yt 2
Soil name	: Yt 2
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: November 5, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Satta Boonrod, Nattamon Aphairee
Location	: Ban Goodmaung Tambon Takean Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 250 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0793678 ^E , 1676101 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: High terrace
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 2% Aspect : 250° Azimuth
Land use	: Cassava grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Local alluvium over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: More than 60 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-21	Red (2.5YR 4/6); sandy loam; weak very fine and fine subangular blocky structure; loose dry, very friable moist, slightly sticky and non plastic; few very fine variegated sands; many very fine and common fine vesicular pores; common very fine and very few fine roots; field pH 4.5; gradual and smooth boundary to Bt1
Btd	21-40	Dark red(2.5YR 3/6); sandy loam; weak fine subangular blocky structure; hard dry, friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds; few very fine variegated sands and few traces of charcoal; few very fine vesicular pores; very few and very fine roots; few traces of dead root and organic debris; field pH 4.0; gradual and smooth boundary to Bt2
Bt1	40-60	Dark yellowish brown (10R 4/6); sandy loam; weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and non plastic; common faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine variegated sands; common very fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 4.0

Yasothon 3

I Information on the site

Profile symbol	: Yt 3
Soil name	: Yt 3
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: November 5, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Satha Boonrod, Nattamon Aphairee
Location	: Ban Goodmaung Tambon Takean Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 245 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0793744 ^E , 1676095 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: High terrace

2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : 269° Azimuth
Land use	: Cassava grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Local alluvium over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: More than 60 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-22	Reddish brown (2.5YR 4/4); loamy sand; weak very fine and fine subangular blocky structure; loose dry, very friable moist, slightly sticky and non plastic; common very fine variegated sands; many very fine and common fine vesicular pores; common very fine and fine roots; field pH 4.5; gradual and smooth boundary to Bt1
Btd	22-40	Reddish brown (2.5YR 4/4); sandy loam; weak very fine and fine subangular blocky structure; hard dry, very friable moist, slightly sticky and non plastic; common faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine variegated sands; common very fine and few fine vesicular pores; very few and very fine roots; few traces of charcoal ; field pH 4.5; gradual and smooth boundary to Bt2
Bt1	40-60	Dark yellowish brown (10R 4/6); sandy loam; weak fine and medium subangular blocky structure; hard dry, friable moist, slightly sticky and non plastic; common faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine variegated sands; common very fine and few fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 4.5

Yasothon 4

I Information on the site

Profile symbol	: Yt 4
Soil name	: Yt 4
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: January 22, 2009
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit,

Ekkarach Meewassana, Nattapol Sriampai, Nattamon
Aphairee

Location	: Ban Goodmaung Tambon Takean Amphoe Dan Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 248 m (MSL)
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0793849 ^E , 1676112 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: High terrace
2. Surrounding landform	: Nearly flat
3. Slope on which profile site	: 1% Aspect : 88° Azimuth
Land use	: Cassava grown on the ridge along the slope
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Local alluvium over residuum derived from sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: More than 70 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-27	Reddish brown (5YR 4/4); loamy sand; moderately weak fine subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine coated sands; common very fine vesicular pores; very few and very fine roots; few traces of charcoal; field pH 4.5; clear and smooth boundary to Bt1
Btd	27-45	Red (2.5YR 4/6); sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, non sticky and non plastic; many distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; many very fine coated sands; few very fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 5.0; gradual and smooth boundary to Bt2
Bt1	45-60+	Dark red (2.5YR 3/6); sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; soft dry, friable moist, non sticky and non plastic; many distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; few very fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 4.5

Yasothon 5**I Information on the site**

Profile symbol : Yt 5
 Soil name : Yt 5
 Classification : Typic Paleustult
 Date of examination : January 22, 2009
 Described by : Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit,
 Ekkarach Meewassana, Nattapol Sriampai, Nattamon
 Aphairee

Location : Ban Goodmaung Tambon Takean Amphoe Dan
 Khun Thod Changwat Nakhon Ratchasima

Elevation : Approximately 243 m (MSL)

Map sheet number : 5339 III Coordination : 47P 0793945^E, 1676106^N

Landform

1. Physiographic position : High terrace
 2. Surrounding landform : Slightly undulating
 3. Slope on which profile site : 2% Aspect : 52° Azimuth
 Land use : Cassava grown on the ridge along the slope
 Annual rainfall : Approximately 1029 mm
 Mean temperature : Approximately 27 °C
 Climate : Tropical savanna
 Others : -

II General information on the soil

Parent material : Local alluvium over residuum derived from sandstone
 Drainage : Well drained
 Permeability : Rapid
 Runoff : Moderate
 Depth of ground water : More than 60 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-20	Dark reddish brown (5YR 3/4); loamy sand; moderate fine and medium subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; common very fine and fine coated sands; many very fine and few fine vesicular pores; very few very fine and fine roots; few traces of deadroots; field pH 4.5; gradual and smooth boundary to Ap2
Ap2	20-31	Yellowish red (5YR 4/6); loamy sand; moderate fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, non sticky and non plastic; many very fine coated sands; few very fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 4.5; clear and smooth

Btd	31-50	boundary to Bt1 Dark red (2.5YR 3/6); sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, non sticky and non plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine coated sands; common very fine vesicular pores; few and very fine roots; field pH 4.0; gradual and smooth boundary Bt2
Bt1	50-70	Dark red (2.5YR 3/6); sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, non sticky and slightly plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine and few fine coated sands; common very fine and few fine vesicular pores; few and very fine roots; field pH 4.0

Satuk 1

I Information on the site

Profile symbol	: Suk 1
Soil name	: Suk 1
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: August 1, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattanaei Onsamran
Location	: Tambon Non Somboon Amphoe Sueng Sang Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 276 m (MSL)
Map sheet number	: 5437 I Coordination : 48P 0221436 ^E , 1595414 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper part of undulating erosional surface
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 4% Aspect : 350° Azimuth
Land use	: Cassava with no ridge
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from siltstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Rapid

Depth of ground water : More than 50 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-12/15	Dark brown (7.5YR 3/3); sandy loam; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common very fine and very few fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; field pH 6.5; abrupt and wavy boundary to Bt1
Btd	15-35	Yellowish red (5YR 4/6); sandy clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure, partly mixed with strong medium platy structure; very hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.5; gradual and smooth boundary to Bt2
Bt1	35-50	Yellowish red (5YR 4/8); sandy clay loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.0

Satuk 2

I Information on the site

Profile symbol	: Suk 2
Soil name	: Suk 2
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: August 1, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattana Onsamran
Location	: Tambon Non Somboon Amphoe Sueng Sang Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 271 m (MSL)
Map sheet number	: 5437 I Coordination : 48P 0221570 ^E , 1595183 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper part of undulating erosional surface
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 5% Aspect : 350° Azimuth
Land use	: Cassava with no ridge

Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from siltstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: More than 50 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-20	Dark brown (7.5YR 3/3); sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; very hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common very fine and very few fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; field pH 6.0; clear and smooth boundary to Bt1
Btd	20-35	Yellowish red (5YR 4/6); sandy clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine and very few fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 6.5; gradual and smooth boundary to Bt2
Bt1	35-50	Yellowish red (5YR 4/6); sandy clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine vesicular pores, few very fine and fine simple tabular pores; very few and very fine roots; field pH 6.5

Satuk 3

I Information on the site

Profile symbol	: Suk 3
Soil name	: Suk 3
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: August 1, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattanaï Onsamran

Location	: Tambon Non Somboon Amphoe Sueng Sang Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 267 m (MSL)
Map sheet number	: 5437 I Coordination : 48P 0221858 ^E , 1595299 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Middle part of undulating erosional surface
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 6% Aspect : 350° Azimuth
Land use	: Cassava with no ridge
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	:

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from siltstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: More than 50 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-18	Dark brown (10YR 3/3); sandy clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; common very fine and fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; field pH 7.0; clear and smooth boundary to Bt1
Btd	18-30	Brown (7.5YR 4/4); sandy loam; strong fine and medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; few very fine, common fine vesicular pores and few fine simple tabular pores; very few and very fine roots; field pH 6.5; gradual and smooth boundary to Bt2
Bt1	30-50	Strong brown (7.5YR 4/6); sandy clay; strong fine and medium subangular blocky structure; very hard dry, firm moist, moderately sticky and very plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; few very fine, fine vesicular pores and few very fine simple tabular pores; very few and very fine roots; field pH 6.5

Satuk 4

I Information on the site

Profile symbol	: Suk 4
Soil name	: Suk 4
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: August 1, 2008
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Tanachit, Ekkarach Meewassana, Chanitsada Panmaung, Kosol Kenta, Wittaya Jindaluang, Yooppayow Hussachan, Wattanaï Onsamran
Location	: Tambon Non Somboon Amphoe Sueng Sang Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 264 m (MSL)
Map sheet number	: 5437 I Coordination : 48P 0221864 ^E , 1595394 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Lower part of undulating erosional surface
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 5% Aspect : 350° Azimuth
Land use	: Cassava with no ridge
Annual rainfall	: Approximately 1029 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from siltstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: More than 50 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-25	Brown (7.5YR 4/3); loamy sand; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, non sticky and non plastic; few very fine variegated sands, few fine iron oxide nodules; common very fine and few fine vesicular pores; common very fine and few fine roots; field pH 6.0; clear and smooth boundary to Bt1
Btd	25-38	Yellowish brown (10YR 5/4); sandy loam; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common distinct clay coating on faces of

pedes and clay bridges between sand grains; few very fine vesicular pores; very few and very fine roots; field pH 5.0; clear and smooth boundary to Bt2

Bt1 38-55 Strong brown (7.5YR 5/6); sandy clay loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coating on faces of pedes and clay bridges between sand grains; common very fine vesicular pores and simple tabular pores; very few and fine roots; field pH 5.0

ตารางผนวกที่ 1 สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	horizon	Particle size distribution (g kg^{-1}) (USDA grading)			Textural class	Bulk density (Mg m^{-3})	Hydraulic conductivity (cm hr^{-1})
		sand	silt	clay			
Wn-1: Typic Kandustult							
0-20	Ap1	835.6	92.7	71.7	LS	1.43	5.33
20-38	Ap2	814.9	121.8	63.3	LS	1.59	3.38
38-50	Btd	785.0	113.7	101.3	SL	1.71	2.73
50-70	Bt1	785.3	96.6	118.1	SL	1.57	5.69
Wn-2: Typic Kandustult							
0-10/15	Ap	852.6	84.1	63.3	LS	1.43	11.68
15-30	Btd	789.8	113.2	97.0	LS	1.60	2.95
30-50	Bt1	802.6	96.1	101.3	LS	1.57	3.86
Wn-3: Typic Kandustult							
0-18	Ap	833.2	74.0	92.8	LS	1.57	3.89
18-35	Btd	812.8	111.3	75.9	LS	1.71	2.11
35-50	Bt1	799.9	73.5	126.6	LS	1.61	13.90
Wn-4: Typic Kandustult							
0-20	Ap	862.2	66.1	71.7	LS	1.48	4.29
20-40	Btd	853.8	82.9	63.3	LS	1.63	2.21
40-60	Bt1	831.6	79.8	88.6	LS	1.64	4.31
Wn-5: Typic Kandustult							
0-20	Ap	831.5	109.4	59.1	LS	1.61	1.67
20-38	Btd	742.0	156.7	101.3	LS	1.79	0.29
38-50	Bt1	718.2	172.1	109.7	SL	1.68	1.67
Yt-1: Typic Paleustult							
0-18	Ap	747.1	117.9	135.0	SL	1.75	0.77
18-35	Btd	687.8	126.5	185.7	SL	1.83	0.30
35-50	Bt1	666.3	169.1	164.6	SL	1.58	2.21
Yt-2: Typic Paleustult							
0-21	Ap	744.0	104.1	151.9	SL	1.65	2.26
21-40	Btd	700.2	147.9	151.9	SL	1.79	1.07
40-60	Bt1	657.0	174.2	168.8	SL	1.77	0.38

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Depth (cm)	horizon	Particle size distribution (g kg ⁻¹) (USDA grading)			Textural class	Bulk density (Mg m ⁻³)	Hydraulic conductivity (cm hr ⁻¹)
		sand	silt	clay			
Yt-3: Typic Paleustult							
0-22	Ap	737.6	106.3	156.1	LS	1.66	1.78
22-40	Btd	727.2	116.7	156.1	SL	1.87	0.09
40-60	Bt1	705.8	121.2	173.0	SL	1.80	0.28
Yt-4: Typic Paleustult							
0-27	Ap	745.2	111.3	143.5	LS	1.72	1.72
27-45	Btd	696.7	117.6	185.7	SL	1.74	1.24
45-60	Bt1	702.2	129.0	168.8	SL	1.53	6.01
Yt-5: Typic Paleustult							
0-20	Ap1	748.4	116.6	135.0	LS	1.42	18.21
20-31	Ap2	741.3	111.0	147.7	LS	1.74	1.96
31-50	Btd	676.0	129.9	194.1	SL	1.68	1.53
50-70	Bt1	690.6	128.0	181.4	SL	1.69	1.62
Suk-1: Typic Paleustult							
0-12/15	Ap	779.0	52.2	168.8	SL	1.45	16.89
15-35	Btd	699.1	68.8	232.1	SCL	1.69	0.37
35-50	Bt1	681.5	78.0	240.5	SCL	1.50	5.53
Suk-2: Typic Paleustult							
0-20	Ap	778.5	73.8	147.7	SL	1.15	19.83
20-35	Btd	588.0	95.5	316.5	SCL	1.71	0.16
35-50	Bt1	565.1	97.3	337.6	SCL	1.57	1.16
Suk-3: Typic Paleustult							
0-18	Ap	624.6	109.6	265.8	SCL	1.37	4.44
18-30	Btd	466.5	120.0	413.5	SL	1.69	0.30
30-50	Bt1	439.1	126.3	434.6	SC	1.68	0.56
Suk-4: Typic Paleustult							
0-25	Ap	780.7	96.9	122.4	LS	1.51	4.75
25-38	Btd	714.9	120.5	164.6	SL	1.61	1.48
38-55	Bt1	666.8	101.1	232.1	SCL	1.51	1.74

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

หมายเหตุ

Textural class

LS	=	Loamy sand
SL	=	Sandy loam
SCL	=	Sandy clay loam
SC	=	Sandy clay

ตารางผนวกที่ 2 การดูยึดความชื้นของดินที่ระดับความดันต่าง ๆ

Horizon	Water content at matric potential (weight, %)					AWC (%)
	-0.1 kPa	-10 kPa	-33 kPa	-100 kPa	-1500 kPa	
Wn-1						
Ap1	26.55	10.96	5.45	2.2	1.18	4.27
Ap2	22.9	9.34	4.57	1.9	1.05	3.52
Btd	21.44	9.51	4.63	3.74	2.3	2.33
Bbt1	21.34	8.87	5.29	3.17	2.35	2.94
Wn-2						
Ap	24.71	5.33	2.45	1.76	0.94	1.51
Btd	17.82	7.94	4.38	3.34	2.54	1.84
Bt1	19.32	8.83	6.2	2.82	2.12	4.08
Wn-3						
Ap	21.57	8.7	5.16	2.4	1.1	4.06
Btd	18.87	8.17	4.73	2.99	2.15	2.58
Bt1	19.06	9.78	6.68	6.68	2.56	4.12
Wn-4						
Ap	21.29	10.14	4.66	1.46	0.9	3.76
Btd	18.95	9.36	4.79	1.69	1.02	3.77
Bt1	19.55	8.64	4.95	2.14	1.38	3.57
Wn-5						
Ap	19.26	10.77	5.7	1.36	0.73	4.97
Btd	16.06	10.42	6.17	2.91	1.69	4.48
Bt1	17.98	9.92	7.35	3.86	2.56	4.79
Yt-1						
Ap	19.02	9.31	6.07	3.47	3.14	2.93
Btd	16.37	9.83	6.82	5.02	4.46	2.36
Bt1	27.79	13.05	9.49	5.23	4.67	4.82

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Horizon	Water content at matric potential (weight, %)					AWC (%)
	-0.1 kPa	-10 kPa	-33 kPa	-100 kPa	-1500 kPa	
Suk-1						
Ap	26.77	11.22	7.48	4.19	3.7	3.78
Btd	23.44	11.91	8.27	7.02	6.55	1.72
Bt1	25.82	13.93	10.16	7.22	6.91	3.25
Suk-2						
Ap	25.63	13.29	9.42	4.68	4.65	4.77
Btd	20.11	14.84	12.38	10.63	9.96	2.42
Bt1	28.05	17.68	13.48	10.38	9.92	3.56
Suk-3						
Ap	27.72	16.57	12.96	8.75	7.88	5.08
Btd	20.57	16.17	14.92	14.29	13.13	1.79
Bt1	26.68	20.04	17.82	15.17	13.89	3.93
Suk-4						
Ap	29.85	11.17	7.83	4.42	3.98	3.85
Btd	24.07	13.03	9.44	6.01	5.52	3.92
Bt1	23.95	12.09	8.69	7.48	6.85	1.84

ตารางผนวกที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		OM (-----g kg ⁻¹ -----)	Total N	Avai. P (-----mg kg ⁻¹ -----)	Avai. K (-----mg kg ⁻¹ -----)	Extractable bases				Sum bases	Extr. acidity	CEC		BS by sum (%)
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	Na	K			by sum	NH ₄ OAc	
Wn-1: Typic Kandiustults																
0-20	Ap1	5.2	4.4	4.46	0.63	4.64	16.14	0.72	0.17	0.30	0.04	1.23	3.0	4.23	2.38	29.10
20-38	Ap2	5.3	4.4	3.26	0.46	1.79	12.74	0.68	0.11	0.61	0.03	1.43	3.0	4.43	1.75	32.32
38-50	Btd	5.6	4.3	1.20	0.42	1.43	17.63	1.05	0.29	0.51	0.05	1.90	3.0	4.90	2.25	38.72
50-70	Bt1	5.4	4.2	0.86	0.46	1.43	12.91	0.72	0.24	0.76	0.03	1.76	4.0	5.76	2.25	30.51
Wn-2: Typic Kandiustults																
0-10/15	Ap	5.4	4.6	3.43	0.60	2.50	18.87	0.86	0.20	0.28	0.05	1.38	3.0	4.38	2.25	31.58
15-30	Btd	5	4.1	1.72	0.49	1.79	19.85	0.81	0.25	0.36	0.05	1.48	5.0	6.48	2.75	22.84
30-50	Bt1	5.2	4	0.86	0.42	1.79	15.52	0.55	0.20	0.64	0.04	1.43	3.0	4.43	2.13	32.25
Wn-3: Typic Kandiustults																
0-18	Ap	6.4	5.8	7.55	0.70	135.72	37.92	3.00	0.46	0.48	0.10	4.04	2.0	6.04	3.63	66.89
18-35	Btd	6.5	5.4	1.03	0.39	1.43	16.00	2.07	0.19	0.17	0.04	2.46	2.0	4.46	2.50	55.19
35-50	Bt1	6.5	5.5	1.72	0.35	1.79	14.42	2.09	0.26	0.32	0.04	2.71	1.0	3.71	3.00	73.01
Wn-4: Typic Kandiustults																
0-20	Ap	6	5.4	3.60	0.42	3.93	12.62	1.49	0.18	0.62	0.03	2.32	2.0	4.32	2.25	53.73
20-40	Btd	6	5.1	3.26	0.35	4.29	12.58	1.38	0.15	0.35	0.03	1.91	2.0	3.91	2.00	48.91
40-60	Bt1	5.3	5	1.72	0.32	2.86	15.34	1.25	0.18	0.31	0.04	1.78	2.0	3.78	2.13	47.12

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		OM (-----g kg ⁻¹ -----)	Total N	Avai. P	Avai. K	Extractable bases				Sum bases	Extr. acidity	CEC		BS by sum
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	Na	K			by sum	NH ₄ OAc	
Wn-5: Typic Kandistults																
0-20	Ap	6	4.9	3.09	0.39	2.50	10.80	0.87	0.14	0.24	0.03	1.28	1.0	2.28	2.38	56.05
20-38	Btd	6.2	4	0.51	0.35	1.07	14.84	1.19	0.31	0.46	0.04	1.99	1.0	2.99	2.00	66.59
38-50	Bt1	4.8	3.8	1.20	0.28	1.07	17.24	0.84	0.33	0.67	0.04	1.89	4.0	5.89	3.25	32.10
Yt-1: Typic Paleustults																
0-18	Ap	5	3.7	3.94	0.60	10.36	59.12	0.71	0.19	0.17	0.15	1.22	3.0	4.22	3.75	25.90
18-35	Btd	4.8	3.5	1.54	0.67	2.50	20.06	1.08	0.20	0.71	0.05	2.04	4.0	6.04	3.25	33.76
35-50	Bt1	4.5	3.6	1.72	0.70	23.21	15.67	0.78	0.14	0.44	0.04	1.39	5.0	6.39	4.75	21.80
Yt-2: Typic Paleustults																
0-21	Ap	4.3	3.6	3.59	0.25	9.00	40.03	0.63	0.20	0.71	0.10	1.64	5.0	6.64	2.12	24.75
21-40	Btd	4.3	3.5	2.74	0.33	4.62	29.71	0.72	0.18	0.58	0.08	1.56	4.0	5.56	2.25	28.03
40-60	Bt1	4.4	3.4	2.23	0.25	2.28	23.39	0.70	0.17	0.76	0.06	1.68	4.0	5.68	2.62	29.62
Yt-3: Typic Paleustults																
0-22	Ap	4.9	3.7	3.43	0.35	10.33	30.05	0.90	0.25	0.26	0.08	1.49	2.0	3.49	4.10	42.68
22-40	Btd	4	3.7	2.57	0.25	6.75	24.89	0.77	0.20	0.03	0.06	1.06	3.0	4.06	2.12	26.09
40-60	Bt1	4.5	3.5	1.71	0.23	1.96	26.25	0.73	0.19	0.09	0.07	1.08	4.0	5.08	2.37	21.27

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		OM (-----g kg ⁻¹ -----)	Total N	Avai. P	Avai. K	Extractable bases				Sum bases	Extr. acidity	CEC		BS by sum
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	Na	K			by sum	NH ₄ OAc	
Yt-4: Typic Paleustults																
0-27	Ap	5	4	4.11	0.32	14.20	31.74	1.37	0.28	0.32	0.08	2.05	3.0	5.05	2.61	40.55
27-45	Btd	4.7	3.6	2.40	0.32	3.57	17.68	0.64	0.18	0.44	0.05	1.31	3.0	4.31	3.00	30.34
45-60	Bt1	4.4	3.4	2.40	0.25	2.43	21.81	0.87	0.29	0.09	0.06	1.31	4.0	5.31	2.87	24.66
Yt-5: Typic Paleustults																
0-20	Ap1	5.1	3.9	4.28	0.32	8.18	21.34	1.30	0.35	0.29	0.05	1.98	3.0	4.98	2.62	39.80
20-31	Ap2	4.8	3.6	2.23	0.28	6.63	19.31	0.77	0.23	0.35	0.05	1.41	3.0	4.41	2.86	31.95
31-50	Btd	4.6	3.5	0.86	0.35	3.20	21.17	1.02	0.31	0.28	0.05	1.66	2.0	3.66	3.60	45.35
50-70	Bt1	4.3	3.4	2.40	0.28	2.09	12.08	0.85	0.23	0.31	0.03	1.42	3.0	4.42	2.85	32.18
Suk-1: Typic Paleustults																
0-12/15	Ap	5.7	5.1	7.37	0.74	14.29	27.27	1.93	0.65	0.69	0.07	3.34	2.0	5.34	3.13	62.51
15-35	Btd	5.6	4.5	2.40	0.46	2.68	8.67	1.38	0.65	0.28	0.02	2.33	4.0	6.33	2.25	36.84
35-50	Bt1	5.4	3.1	2.06	0.46	3.57	5.72	1.02	0.50	0.48	0.01	2.02	2.0	4.02	2.75	50.29
Suk-2: Typic Paleustults																
0-20	Ap	4.6	3.9	8.75	0.81	41.43	37.32	1.90	0.60	0.16	0.10	2.76	5.0	7.76	4.00	35.55
20-35	Btd	5	4.8	2.92	0.56	3.21	20.90	2.27	0.71	0.50	0.05	3.52	4.0	7.52	4.63	46.81
35-50	Bt1	5.2	4.8	2.06	0.53	3.39	11.45	2.19	0.76	0.15	0.03	3.14	3.0	6.14	4.75	51.12

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		OM (-----g kg ⁻¹ -----)	Total N	Avai. P (-----mg kg ⁻¹ -----)	Avai. K (-----mg kg ⁻¹ -----)	Extractable bases				Sum bases	Extr. acidity	CEC		BS by sum (%)
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	Na	K			by sum	NH ₄ OAc	
Suk-3: Typic Paleustults																
0-18	Ap	6.1	5.3	11.83	1.05	20.00	51.22	5.70	1.14	0.15	0.13	7.12	4.0	11.12	7.75	64.03
18-30	Btd	6.5	4.7	4.12	0.74	2.86	11.96	5.46	1.39	0.05	0.03	6.94	5.0	11.94	8.38	58.12
30-50	Bt1	6.1	4.8	3.77	0.67	1.79	12.27	4.86	1.34	0.23	0.03	6.46	6.0	12.46	8.38	51.85
Suk-4: Typic Paleustults																
0-25	Ap	5.4	4.6	9.26	0.77	11.07	15.78	2.35	1.11	0.21	0.04	3.71	4.0	7.71	4.25	48.09
25-38	Btd	6	5.5	3.09	0.46	2.68	7.22	1.74	0.97	0.24	0.02	2.97	4.0	6.97	3.50	42.64
38-55	Bt1	5.7	4.1	3.09	0.42	4.64	8.27	1.33	1.10	0.49	0.02	2.93	5.0	7.93	5.00	36.98

ตารางผนวกที่ 4 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน (เอิบ, 2542ข; Soil Survey Division Staff, 1993)

คำเรียกทั่วไป	ลักษณะเนื้อดิน	ชั้นเนื้อดินต่าง ๆ (Texture class)
ดินทราย (sandy soil)	เนื้อดินหยาบ (coarse texture)	ได้แก่ ทรายชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายละเอียดมาก) ทรายปนดินร่วน ชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบปนดินร่วน ทรายปนดินร่วน ทรายละเอียดปนดินร่วน และทรายละเอียดมากปนดินร่วน
ดินร่วน (loamy soil)	เนื้อหยาบปานกลาง (moderately coarse-textured)	ได้แก่ ดินร่วนปนทรายหยาบ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายละเอียด
	เนื้อปานกลาง (medium-textured)	ได้แก่ ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก ดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง และทรายแป้ง
	เนื้อละเอียดปานกลาง (moderately fine-textured)	ได้แก่ ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
ดินเหนียว (clayey soil)	เนื้อละเอียด (fine textured)	ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว

ตารางผนวกที่ 5 ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความ

อุดมสมบูรณ์ของดิน (Land Classification Division และ FAO Project Staff, 1973;
Soil Survey Division Staff, 1993)

1. ปฏิกิริยาของดิน (soil reaction), pH (ดิน : น้ำ = 1:1)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.4
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.5-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

2. อินทรีย์วัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)

ระดับ (rating)	พิสัย (g kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 5
ต่ำ (L)	5-10
ค่อนข้างต่ำ (ML)	10-15
ปานกลาง (M)	15-25
ค่อนข้างสูง (MH)	25-35
สูง (H)	35-45
สูงมาก (VH)	> 45

3. ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen) (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2535)

ระดับ (rating)	พิสัย (g kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 1.0
ต่ำ (L)	1.0-2.0
ปานกลาง (M)	2.0-5.0
สูง (H)	5.0-7.5
สูงมาก (VH)	> 7.5

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

ระดับ (rating)	พิสัย (mg kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 3
ต่ำ (L)	3-6
ค่อนข้างต่ำ (ML)	6-10
ปานกลาง (M)	10-15
ค่อนข้างสูง (MH)	15-25
สูง (H)	25-45
สูงมาก (VH)	> 45

5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH₄OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (mg kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 30
ต่ำ (L)	30-60
ปานกลาง (M)	60-90
สูง (H)	90-120
สูงมาก (VH)	> 120

6. ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (extractable bases) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย ($\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$)				
	extr. Ca	extr.Mg	extr.K	extr.Na	extr. bases
ต่ำมาก (VL)	< 2.0	< 0.3	< 0.2	< 0.1	< 2.6
ต่ำ (L)	2-5	0.3-1.0	0.2-0.3	0.1-0.3	2.6-6.6
ปานกลาง (M)	5-10	1.0-3.0	0.3-0.6	0.3-0.7	6.6-14.3
สูง (H)	10-20	3.0-8.0	0.6-1.2	0.7-2.0	14.3-31.2
สูงมาก (VH)	> 20	> 8.0	> 1.2	> 2.0	> 31.2

หมายเหตุ VL = ต่ำมาก (Very Low)

L = ต่ำ (Low)

ML = ค่อนข้างต่ำ (Moderately Low)

M = ปานกลาง (Medium)

MH = ค่อนข้างสูง (Moderately High)

H = สูง (High)

VH = สูงมาก (Very High)

7. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

ระดับ (rating)	พิสัย ($\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$)
ต่ำมาก (VL)	< 3
ต่ำ (L)	3-5
ค่อนข้างต่ำ (ML)	5-10
ปานกลาง (M)	10-15
ค่อนข้างสูง (MH)	15-20
สูง (H)	20-30
สูงมาก (VH)	> 30

8. ร้อยละความอิ่มตัวของเบส (base saturation)

ระดับ (rating)	พีสัย (%)
ต่ำ (L)	<35
ปานกลาง (M)	35-75
สูง (H)	>75

ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณสภาพกรดที่สกัดได้

ระดับ (rating)	ปริมาณสภาพกรดที่สกัดได้ (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 1.0
ต่ำ (L)	1.0-2.0
ปานกลาง (M)	2.0-5.0
ค่อนข้างสูง (MH)	5.0 10.0
สูง (H)	10.0-20.0
สูงมาก (VH)	> 20.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 7 เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน

ระดับ (rating)	ความหนาแน่นรวม (Mg m^{-3})
ต่ำ	< 1.2
ค่อนข้างต่ำ	1.2-1.4
ปานกลาง	1.4-1.6
ค่อนข้างสูง	1.6-1.8
สูง	1.8-2.0
สูงมาก	> 2.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 8 ระดับชั้นของค่าสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว

ระดับชั้น	ค่าสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว (cm hr^{-1})
ช้ามาก	< 0.125
ช้า	0.125-0.50
ช้าปานกลาง	0.50-2.00
ปานกลาง	2.00-6.25
เร็วปานกลาง	6.25-12.50
เร็ว	12.50-25.00
เร็วมาก	> 25.00

ที่มา: O' Neal (1952)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายเอกราช มีวาสนา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	11 พฤศจิกายน 2527
สถานที่เกิด	อำเภอ เมือง จังหวัด เพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-