



# วิทยานิพนธ์

ศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย

**POTENTIAL OF LONGAN GROWING SOILS IN NORTHERN  
THAILAND**

นายสิทธิธานต์ ชมภูแก้ว

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)  
ปริญญา

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา  
สาขา ภาควิชา

เรื่อง ศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย

Potential of Longan Growing Soils in Northern Thailand

นามผู้วิจัย นายสิทธิธานต์ ชมภูแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรัตน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์อัญชลี สุทธิประการ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อัญชลี สุทธิประการ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อองคหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 8 เดือน ๒๕๕๖ พ.ศ. ๒๕๕๖

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย

Potential of Longan Growing Soils in Northern Thailand

โดย

นายสิทธิพันธ์ ชมภูแก้ว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2551

สิทธิานต์ ชมภูแก้ว 2551: ศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย ปรินญา  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรัตน์, Ph.D. 122 หน้า

การศึกษาศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย ทำการศึกษาโดยใช้ดินเป็น  
ตัวแทนจำนวน 6 บริเวณ วิธีการศึกษาประกอบด้วยวิเคราะห์ตัวอย่างมาตรฐานวิทยาของดิน วิเคราะห์ดินใน  
ห้องปฏิบัติการทางกายภาพ ทางเคมี แร่วิทยา จุลชีววิทยา และประเมินสมบัติต่าง ๆ ของดินที่เกี่ยวข้องกับ  
ความต้องการของลำไย

ผลการศึกษาพบว่าดินเหล่านี้อยู่ในกลุ่มดิน Endoaqualfs, Paleustult, Plinthustult, Haplustoll และ  
Paleustalf เป็นดินลึกมาก ดินส่วนใหญ่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำพาค่อนข้างใหม่ ลักษณะทางจุล  
ชีววิทยาของดินแสดงว่าทุกหน้าตัดดินมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ ที่มีรูปร่างค่อนข้างเหลี่ยมถึง  
ค่อนข้างกลม และในบางบริเวณพบลักษณะการเคลือบผิวของดินเหนียวในดินล่าง เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วน  
ปนทราย ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงค่อนข้างสูง (1.19-1.62 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่า  
สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในระดับช้าปานกลางถึงเร็วมาก ผลวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า  
ปฏิกิริยาดินมีค่าอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงด่างปานกลาง (pH 4.2-8.0) ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าอยู่ในช่วง  
ต่ำมากถึงปานกลาง (6.6-21.2 กรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณไนโตรเจนรวมมีค่าต่ำมากถึงต่ำ (0.03-1.61 กรัมต่อ  
กิโลกรัม) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงสูงมาก (0.2-98.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณ  
โพแทสเซียมต่ำมากถึงสูงมาก (11.6-238.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณค่ารวมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในพิสัย 0.38-  
46.70 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ปริมาณกรดที่สกัดได้มีค่าอยู่ในพิสัย 1.0-8.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ความจุ  
แลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำมากถึงปานกลาง (1.0-19.6 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมิ  
ค่าอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (6-97%)

ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกลำไยที่ทำการศึกษาพบว่า ดินส่วนใหญ่มีความอุดม  
สมบูรณ์ปานกลาง และผลการประเมินศักยภาพของดิน โดยวิธีประเมินความเหมาะสมของดินพบว่า ดินที่  
ทำการศึกษาส่วนใหญ่มีความเหมาะสมปานกลาง และบางบริเวณมีความเหมาะสมมาก โดยมีความจุในการดูด  
ยึดธาตุอาหารเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการปลูกลำไย แนวทางการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสม คือ รักษาปริมาณ  
อินทรีย์วัตถุในดินและการจัดโปรแกรมการใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องเหมาะสม

  
ลายมือชื่อนิติ

  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

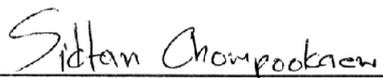
51 / 3 / 51

Sidtan Chompookaew 2008: Potential of Longan Growing Soils in Northern Thailand. Master of Science (Agriculture), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Professor Irb Kheoruenromne, Ph.D. 122 pages.

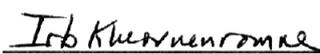
A study on potential of longan growing soils in Northern Thailand was carried out on six representative soil areas. Pedon analysis inclusive of field morphological analysis of the soils in the selected areas, laboratory analyses on their physico-chemical properties, mineralogical and micromorphological and characteristics, and assessment of their properties related to longan crop requirements were included in the study method.

Results of the study revealed that these soils are Endoaqualfs, Paleustult, Plinthustult, Haplustoll and Paleustalf. They are very deep soils developed mainly on semi-recent alluvium. Their micromorphological characteristics indicate subangular to subrounded quartz grains as major fabric component and with clay coatings in subsoils for some areas. Physical analysis of soils indicates that they mainly have sandy loam texture and their bulk density ranges from low to moderately high ( $1.19-1.65 \text{ Mg m}^{-3}$ ). Their saturated hydraulic conductivity ranges from moderately slow to very rapid. Chemical analysis of soils indicates their extremely acid to moderately alkaline conditions (pH 4.2-8.0). They have very low to medium organic matter content ( $6.6 - 22.2 \text{ g kg}^{-1}$ ), very low to low total nitrogen ( $0.03-1.61 \text{ g kg}^{-1}$ ), very low to very high available phosphorus ( $0.2-98.4 \text{ mg kg}^{-1}$ ) and very low to very high available potassium ( $11.6-238.8 \text{ mg kg}^{-1}$ ). The soils have very low to medium cation exchange capacity ( $1.0-19.6 \text{ cmol kg}^{-1}$ ) with the range of their sum of extractable bases of 0.38-46.70 centimoles per kilogram. Extractable acidity in these soils ranges from low to medium ( $1.0-8.8 \text{ cmol kg}^{-1}$ ) and their base saturation percentage varies from low to high (6-97%)

Fertility assessment results indicated that most of them are moderately fertile. Suitability assessment revealed that highly suited for longan growing. Their nutrient retention capacity is the major limitation for longan growing. The suitable soil management practice should include organic matter conservation and appropriate fertilizer application program.



Student's signature



Thesis Advisor's signature

31 / 3 / 08

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ศ.ดร.เอิบ เขียวรัตน์ และรศ.ดร. อัญชลี สุทธิประการ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยเหลือในด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์อย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คุณประมวลพงษ์ สิริสุขเสน ดร. วันเพ็ญ วิริยะกิจนทีกุล และเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน สำหรับความช่วยเหลือทางด้านเร่วิทยาและจุลสัณฐานวิทยา

ขอขอบคุณ ดร. สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม ดร. ศุภิมา ธนะจิตต์ คุณบรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในสนาม ขอบคุณ "พี่ เพื่อน น้อง ชาวปฐพีวิทยา" ทุกคน ที่ให้คำปรึกษาและความเป็นมิตร เสมอมา

ในที่สุดนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณพ่อและแม่ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจสำคัญยิ่ง ที่ทำให้ข้าพเจ้าก้าวเดินมาจนถึงวันแห่งความสำเร็จนี้

สิทธิธนต์ ชมภูแก้ว

มีนาคม 2551

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	25
สรุปและข้อเสนอแนะ	66
สรุป	66
ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	65
ภาคผนวก	73

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความเหมาะสมของค่าพิสัยของคุณภาพที่ดินสำหรับลำไย	11
2	แสดงลักษณะทั่วไปของดินที่ทำการศึกษา 6 หน้าตัดดิน	27
3	แสดงลักษณะพื้นฐานวิทยาของหน้าตัดดินที่ใช้ปลูกลำไยในบริเวณที่ศึกษา	28
4	แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงแร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียว และในอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 6 บริเวณ	58
5	แสดงการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ทำการศึกษา	64
6	ผลการประเมินศักยภาพดินที่ใช้ปลูกลำไยโดยวิธีการประเมินความเหมาะสมสำหรับพืชเศรษฐกิจ	65
<b>ตารางผนวกที่</b>		
1	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา	106
2	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา	108
3	การแบ่งกลุ่มเนื้อดิน	110
4	ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินสมบัติทางเคมีและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	111
5	เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้	114
6	เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน	115
7	ระดับชั้นของค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิมด้วยน้ำ	115
8	วิธีคาดคะเนระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน	116
9	X-ray diffraction spacing obtained from (001) planes of layer-silicate species as related to sample treatment	117
10	ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ	118

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงขอบเขตบริเวณที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่างดิน	20
2	แสดงลักษณะภูมิประเทศและหน้าตัดดินที่ทำการศึกษาพีคอน 1 ถึง 6	26
3	แสดงลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาของดินพีคอน 1 และ 2	38
4	แสดงลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาของดินพีคอน 2, 3, 5 และ 6	39
5	แสดงลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาของดินพีคอน 3, 4 และ 6	40
6	ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียวกับ ความลึกของดินที่ทำการศึกษา	44
7	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดินกับความลึกของดินที่ศึกษา	45
8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปฏิกิริยาดินที่วัดในน้ำ และค่าปฏิกิริยาดินที่วัดใน สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์กับความลึกของดินที่ศึกษา	47
9	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณ ไนโตรเจนรวมกับความลึก ของดินที่ทำการศึกษา	48
10	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์กับ ความลึกของดินที่ทำการศึกษา	49
11	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้กับความลึกของ ดินที่ทำการศึกษา	51
12	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมและโซเดียมที่สกัดได้กับความลึกของ ดินที่ทำการศึกษา	53
13	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้และปริมาณกรดที่สกัดได้กับความ ลึกของดินที่ทำการศึกษา	54
14	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและ อัตราย่อยละความอิ่มตัวเบสกับความลึกของดินที่ทำการศึกษา	56

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1	กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของหินฟืดอน 1 ชั้น Btg <sup>2</sup> ช่วงความลึก 50-71 เซนติเมตร	120
2	กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของหินฟืดอน 2 ชั้น Btg <sup>5</sup> ช่วงความลึก 110-136 เซนติเมตร	120
3	กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของหินฟืดอน 3 ชั้น Bt <sup>5</sup> ช่วงความลึก 126-145 เซนติเมตร	121
4	กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว ของหินฟืดอน 4 ชั้น 2Bt <sup>c1</sup> ช่วงความลึก 121-143 เซนติเมตร	121
5	กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว ของหินฟืดอน 6 ชั้น Bt <sup>3</sup> ช่วงความลึก 78-107 เซนติเมตร	122
6	กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง ของหินฟืดอน 1 ชั้น Btg <sup>2</sup> ช่วงความลึก 50-71 เซนติเมตร	122

## ศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย

### Potential of Longan Growing Soils in Northern Thailand

#### คำนำ

ลำไย (longan) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dimocarpus longans* Lour. เป็นไม้ผลเขตร้อนและกึ่ง-ร้อน มีลักษณะบางอย่างคล้ายลิ้นจี่และเงาะ อยู่ในวงศ์ Sapindaceae มีแหล่งกำเนิดในทางตอนใต้ของประเทศจีน (Menzel *et al.*, 1988) แหล่งผลิตลำไยของโลกคือประเทศจีน เวียดนาม ใต้หวัน ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา อิสราเอล และประเทศไทย โดยประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตและส่งออกลำไยเป็นอันดับหนึ่งของโลก มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศประมาณ 687,018 ไร่ มีผลผลิตรวมทั้งประเทศในปี 2547 จำนวน 634,414 ตัน ปริมาณผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยทั้งประเทศเท่ากับ 923 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547)

ในภาคเหนือของประเทศไทย แหล่งปลูกลำไยที่สำคัญคือ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำพูน จังหวัดเชียงราย และจังหวัดพะเยา ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เป็นรายจังหวัดมีความแตกต่างกัน ในปีเพาะปลูก 2547 จังหวัดเชียงใหม่ผลผลิตเฉลี่ย 1,042 กิโลกรัมต่อไร่ จังหวัดลำพูนผลผลิตเฉลี่ย 1,125 กิโลกรัมต่อไร่ จังหวัดเชียงรายผลผลิตเฉลี่ย 841 กิโลกรัมต่อไร่ และจังหวัดพะเยาผลผลิตเฉลี่ย 707 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) เป็นที่น่าสังเกตว่าผลผลิตเฉลี่ยที่ได้ในแหล่งที่ปลูกลำไยที่สำคัญนั้นมีความแตกต่างกัน ปัจจัยหนึ่งที่น่าจะทำให้ผลผลิตลำไยที่มีความแตกต่างกันนั้นคือ ชนิดและลักษณะของดิน ดังนั้นการศึกษาชนิดและลักษณะของดินที่แตกต่างกันจะทำให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดิน เพื่อประเมินศักยภาพของดินที่ปลูกลำไยและแนวทางในการจัดการดิน เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนาการปลูกลำไยให้มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีความยั่งยืนมากขึ้น

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางแร่วิทยาของดินที่ใช้ปลูกลำไยเป็นบริเวณกว้างขวางในภาคเหนือของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาและกำหนดลักษณะสำคัญของดินที่เป็นปัจจัยควบคุมผลผลิตของลำไยในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย
3. เพื่อประเมินศักยภาพของที่ดิน เปรียบเทียบในพื้นที่ที่มีการปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการจัดการดินตามศักยภาพ และรักษาสภาพแวดล้อมในการปลูกลำไย

## การตรวจเอกสาร

### 1. สภาพแวดล้อมและสัณฐานวิทยาของดินที่มีผลต่อการปลูกลำไย

1.1 สภาพพื้นที่ สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมกับการปลูกลำไย ควรเป็นพื้นที่ราบ หรือมีความลาดเอียงไม่เกินร้อยละ 15 (นิพนธ์ และ นันทรัตน์, 2547)

1.2 ความลึกของดิน ลำไยเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีหน้าดินลึก (Menzel, 1989) ดินควรมีหน้าดินลึกอย่างน้อย 50 เซนติเมตร (นิพนธ์ และ นันทรัตน์, 2547)

1.3 การระบายน้ำของดิน ดินที่ปลูกลำไยควรเป็นดินที่มีการระบายน้ำดี (นิพนธ์ และ นันทรัตน์, 2547; Menzel *et al.*, 1989; Phillips *et al.*, 1994)

1.4 อุณหภูมิ ลำไยสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 4 – 30 องศาเซลเซียส ต้องการอุณหภูมิช่วง 10 – 20 องศาเซลเซียส ในเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม เพื่อกระตุ้นให้ลำไยออกดอก (พาวิน, 2540)

1.5 ปริมาณน้ำ น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการปลูกลำไย โดยเฉพาะต้นเล็กหลังการปลูกใหม่ และช่วงหลังจากที่ลำไยติดผลแล้ว พื้นที่ปลูกควรมีปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,000 – 2,000 มิลลิเมตรต่อปี การกระจายของฝนประมาณ 100–150 วันต่อปี (นิพนธ์ และ นันทรัตน์, 2547) ในกรณีที่มีการปลูกลำไยในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 1,000 – 1,200 มิลลิเมตรต่อปี จำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทานช่วย (พาวิน, 2540)

1.6 ความชื้น ความชื้นในดินมีผลต่อลำไยคือ ถ้าความชื้นในดินมีน้อยก่อนการออกดอก ประกอบกับอากาศหนาวเย็น จะกระตุ้นให้ลำไยออกดอกได้ดี สภาพความชื้นในดินต่ำมีผลต่อการดูดน้ำของพืช ซึ่งจะเป็นการลดอัตราการดูดธาตุไนโตรเจนที่ละลายขึ้นไปกับน้ำน้อยลง เป็นที่ทราบกันว่าหากพืชดูดไนโตรเจนมากจะส่งเสริมการแตกใบและลดการออกดอก นอกจากนี้แล้วสภาพความชื้นต่ำมีผลต่อการสร้างฮอร์โมน Abscisic acid ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตจึงส่งผลต่อการลดการเจริญทางกิ่งใบ ทำให้โอกาสที่ลำไยจะออกดอกมีมากขึ้น (พาวิน, 2540)

1.7 ความสูงจากระดับน้ำทะเล พื้นที่ปลูกลำไยควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 1,000 เมตร (นิพัตน์ และ นันทรัตน์, 2547) พื้นที่ที่เหมาะสมควรมีความสูงอยู่ระหว่าง 300 ถึง 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Menzel *et al.*, 1989)

1.8 แสง แหล่งที่ปลูกลำไยต้องเป็นที่โล่ง มีแสงแดดส่องตลอดเวลา โดยที่แสงแดดมีผลต่อการเจริญของต้นลำไย เกี่ยวข้องกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตในต้น ซึ่งมีรายงานว่าก่อนการออกดอกของลำไย ปริมาณรวมของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate; TNC) ในยอดของลำไยจะสูง จากนั้น TNC จะลดลงเมื่อเริ่มแทงช่อดอก และมีแนวโน้มลดลงเรื่อยไปจนถึงช่วงของการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์อัตราส่วนระหว่าง TNC:TN (total nitrogen) ในช่วงก่อนการออกดอกพบว่าปีที่ออกดอกมากจะมี TNC:TN สูงกว่าปีที่ลำไยออกดอกน้อย (พาวิณ, 2540)

## 2. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกลำไย

### 2.1 สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลำไย ได้แก่

2.1.1 เนื้อดิน ลำไยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด แม้แต่ในดินลูกรัง แต่ดินที่เหมาะสมในการปลูกลำไย คือ ดินร่วนปนทราย (sandy loam) (พาวิณ, 2540) เนื้อดินที่เหมาะสมอยู่ในช่วงดินร่วน คือ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายแป้ง และดินร่วนเหนียว (Bastas, 2002)

### 2.2 สมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลำไย ได้แก่

2.2.1 ปฏิกริยาของดิน (soil reaction; pH) ค่าปฏิกริยาของดินที่เหมาะสมแก่การปลูกลำไยมีผู้รายงานไว้แตกต่างกัน ในออสเตรเลีย Menzel *et al.* (1989) รายงานว่าค่าปฏิกริยาของดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของลำไยอยู่ในช่วงค่า pH ตั้งแต่ 5.5 ถึง 6.0 พาวิณ (2540) รายงานว่าค่า

ปฏิกิริยาดินที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5.0 ถึง 7.5 แต่ที่ดีที่สุดคือ pH เท่ากับ 6 ส่วน ยุทธนา และคณะ (2543) รายงานว่าค่าปฏิกิริยาดินที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 6.5

2.2.2 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity: CEC) ค่า CEC ของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกลำไย คือ มีค่ามากกว่า 7.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (Menzel *et al.*, 1992)

2.2.3 ความเค็มของดิน ดินที่เหมาะสมสำหรับลำไย ควรมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 4 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (Menzel *et al.*, 1992)

### 3. ธาตุอาหารสำหรับลำไย

พาวิน (2540) รายงานว่าลำไยเป็นพืชที่เวลาออกดอกติดผลถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้เวลานาน 6-8 เดือน ทำให้มีการใช้อาหารจากต้นเพื่อการเจริญเติบโตของดอกและผลมาก นอกจากนี้เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตธาตุอาหารก็ต้องสูญเสียไปด้วย ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยตั้งแต่ ออกดอกถึงผลแก่ เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหาร พบว่าระยะแรกของการพัฒนาของผล ลำไย มีแนวโน้มที่ต้องการธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมากกว่าโพแทสเซียม ส่วนระยะผลใกล้สุก ลำไยต้องการธาตุโพแทสเซียมมากกว่าธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ส่วนในระยะที่ดอกลำไย เริ่มบานถึงผลแก่ มี การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบและก้านช่อดอก-ช่อผลเช่นในลำไยพันธุ์ดอ พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนลดลงตลอดช่วงพัฒนาการของผล ส่วนธาตุฟอสฟอรัสมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในขณะที่ธาตุโพแทสเซียมลดลงอย่างมากในระยะที่ผลลำไยสร้างเนื้อ และจากการศึกษาของ Menzel (2002) พบว่าเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตจะมีการสูญเสียธาตุอาหาร เมื่อคิด จากอัตราส่วนผลผลิต 50 กิโลกรัมต่อต้น จะมีการสูญเสีย ไนโตรเจน 98 กรัม ฟอสฟอรัส 22 กรัม โพแทสเซียม 120 กรัม แคลเซียม 12 กรัม แมกนีเซียม 21 กรัม แมงกานีส 0.3 กรัม สังกะสี 0.4 กรัม ทองแดง 0.9 กรัม โบรอน 0.2 กรัม และคลอรีน 28 กรัม แสดงว่าในระยะผลสุก ลำไยต้องการ โพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจน

อิทธิพลของธาตุอาหาร

#### 3.1 ธาตุอาหารหลัก

ไนโตรเจน ในดินที่ปลูกลำไยควรมีปริมาณไนโตรเจนในรูปไนเตรตอยู่ในช่วงตั้งแต่ 10 ถึง 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Menzel *et al.*, 1992)

ฟอสฟอรัส ระดับที่เหมาะสมของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสำหรับลำไย ควรอยู่ในช่วง 20 ถึง 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Menzel *et al.*, 1992) ส่วน ยุทธนา และคณะ (2543) รายงานว่าปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินควรอยู่ในช่วง 35 ถึง 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

โพแทสเซียม โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่เหมาะสมกับลำไยอยู่ระหว่าง 78 ถึง 195 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Menzel and Paston, 1987) ส่วน ยุทธนา และคณะ (2543) รายงานว่าปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินควรอยู่ในช่วง 100 ถึง 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

### 3.2 ธาตุอาหารรอง

ธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียม ในดินที่จะปลูกลำไยควรมีปริมาณ 1,200 ถึง 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 192 ถึง 384 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Menzel *et al.*, 1992) ส่วน ยุทธนา และคณะ (2543) รายงานว่าในดินที่ปลูกลำไยควรมีปริมาณแคลเซียม 800 ถึง 1500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียมในดิน 250 ถึง 450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

### 3.3 จุลธาตุ

จุลธาตุ พวก เหล็ก สังกะสี ทองแดง โบรอน แมงกานีส ในดินที่ปลูกลำไยควรมีปริมาณ 60-70, 3-15, 3-5, 4-6 และ 20-60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ยุทธนา และคณะ, 2543)

## 4. การปลูกและการจัดการพื้นที่ปลูกลำไย

### 4.1 การเตรียมพื้นที่

พื้นที่ลุ่ม เตรียมพื้นที่โดยการขุดร่องยกแปลงขึ้นมาเพื่อเป็นการระบายน้ำเพราะลำไยไม่ชอบดินปลูกที่แฉะน้ำ นอกจากนี้ยังสามารถใช้น้ำจากร่องระบายน้ำรดให้แก่ต้นลำไยในฤดูแล้ง

สำหรับความลึกของร่องอาจใช้ประมาณ 80-100 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1 เมตรหรืออาจจะขุดร่องตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจากความสูงต่ำของพื้นที่ และความกว้างของแปลงไม่ควรต่ำกว่า 5 เมตร ส่วนความยาวของแปลงปลูกก็สุดแล้วแต่ขนาดของพื้นที่ ส่วนพื้นที่ดอนเตรียมที่โดยการไถพรวนและปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ การเตรียมพื้นที่ในที่ดอนควรคำนึงถึงแหล่งน้ำที่จะใช้ด้วย พร้อมทั้งควรมีการปลูกพืชบังลมเพื่อป้องกันลม เนื่องจากพื้นที่ดอนโดยเฉพาะที่เชิงเขาจะมีลมพัดแรง ถ้าไม่มีการป้องกันจะทำให้ต้นลำไยเกิดการโค่นล้ม (สุเมษ, 2543)

#### 4.2 ระยะเวลาปลูก

ลำไยเป็นไม้ยืนต้นทรงพุ่มแผ่กว้าง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะสูง 10 ถึง 12 เมตร ระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมคือ  $8 \times 8$  เมตร  $10 \times 10$  เมตร หรือ  $12 \times 12$  เมตร การปลูกในปีแรกจะปลูกในระยะชิดกันโดยทำการปลูกในระยะ  $4 \times 4$  เมตร  $5 \times 5$  เมตร และ  $6 \times 6$  เมตร ในปีที่ 6 ถึง 7 จะทำการตัดต้นเว้นต้น ทำให้ได้ระยะปลูก  $8 \times 8$  เมตร  $10 \times 10$  เมตร หรือ  $12 \times 12$  เมตร (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542)

#### 4.3 ฤดูกาลปลูก

การปลูกลำไยสามารถปลูกได้ตลอดปี แต่ช่วงที่เหมาะสมคือ ปลายฤดูฝน (กันยายนถึงตุลาคม) ซึ่งมีความชื้นในดินและอากาศพอเหมาะ ลำไยจะเจริญเติบโตดีและไม่ค่อยมีโรคและแมลงรบกวน แต่จะต้องมีการให้น้ำบ้าง ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน มักนิยมปลูกในช่วงต้นฤดูฝนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม เป็นต้นไป เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการให้น้ำ แต่ต้องระวังเรื่องน้ำขังบริเวณหลุมปลูก (พาวิณ, 2540)

### 5. การปลูกลำไยในประเทศไทย

#### 5.1 พื้นที่ปลูกลำไย

พื้นที่ปลูกลำไยรวมทั้งประเทศในปีเพาะปลูก 2547 มีพื้นที่ 687,018 ไร่ มีผลผลิตรวมทั้งประเทศจำนวน 634,414 ตัน ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ทั่วประเทศ 923 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547)

## 5.2 พันธุ์ลำไยที่ใช้ปลูก และพันธุ์ลำไยที่นิยมปลูกในภาคเหนือ

พันธุ์ลำไยที่ปลูกกันในภาคเหนือ ได้แก่ พันธุ์อีดอ แห้ว สีชมพู และพันธุ์เบี้ยวเขียว (พงศักดิ์ และคณะ, 2542; พาวิณ, 2540; จำเนียร, 2546)

5.2.1 พันธุ์อีดอหรือพันธุ์อีด เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดี ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง ทรงพุ่มกว้าง ลำต้นแข็งแรง ไม่หักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง เป็นลำไยพันธุ์เบา ที่ออกดอกและเก็บเกี่ยวได้ก่อนพันธุ์อื่น คือ ออกดอกเดือนธันวาคมและเก็บเกี่ยวได้ปลายเดือนมิถุนายนหรือกรกฎาคม ใบย่อยมี 3 – 4 ใบ ใบแก่สีเขียวเข้ม ปลายใบค่อนข้างแหลม ขนาดผลกว้างประมาณ 2.7 เซนติเมตร เนื้อสีส้มและค่อนข้างเหนียว รสหวานปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20 บริกซ์ เมล็ดค่อนข้างใหญ่และแบนเล็กน้อย (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2546)

5.2.2 พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู มีลักษณะ ต้นสูงโปร่งและแตกกิ่งก้านสาขาดีพอสมควร กิ่งเปราะหักง่ายและไม่ทนแล้ง เปลือกลำต้นสีน้ำตาลอ่อน ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อน ใบแก่สีเขียวซีด ใบแคบค่อนข้างยาว ใบปลายแหลม ขอบใบเรียบ ใบรวมมีใบย่อย 4-5 คู่ ทำมุมฉากกับก้านใบรวม เป็นลำไยพันธุ์กลางที่ออกดอกปลายเดือนธันวาคมถึงต้นมกราคม และเก็บเกี่ยวผลกลางกรกฎาคมถึงต้นสิงหาคม ผลกลมแป้นและเบี้ยวเล็กน้อย ผลขนาดใหญ่ปานกลางกว้าง 2.8 เซนติเมตร เปลือกผลหนาสีน้ำตาลอ่อนปนเขียว เนื้อหนาปานกลาง เนื้ออ่อนไม่ละ สีชมพูเข้มแกมเข้มขึ้น รสหวานหอม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 21-22 บริกซ์ เมล็ดสีน้ำตาลแก่หรือดำเข้ม เมล็ดค่อนข้างเล็ก (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2546)

5.2.3 พันธุ์เบี้ยวเขียว ลำต้นมีทรงพุ่มค่อนข้างกลม เจริญเติบโตดี แต่มักอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ใบรวมประกอบด้วยใบย่อย 4 คู่ใบ ใบย่อยกว้าง 5 เซนติเมตรและยาว 16 เซนติเมตร ใบแก่สีเขียวเข้ม ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบและเป็นคลื่นเล็กน้อย มักออกดอกติดผลปีเว้นปี เป็นพันธุ์หนักที่ออกดอกปลายเดือนมกราคมและเก็บเกี่ยวกลางเดือนสิงหาคมหรือเดือนกันยายน ความยาวช่อดอก 15-30 เซนติเมตร การติดผลในช่อผลค่อนข้างห่าง ผลมีลักษณะกลมแป้นและเบี้ยว ผลขนาดใหญ่กว้าง 3.0 เซนติเมตร เมื่อผลแก่เต็มที่เปลือกสีเขียวอมน้ำตาล เปลือกหนาและเนื้อหนา เนื้อที่ขาวนวล ห้างกรอบและอ่อน รสหวานแหลม กลิ่นหอม ปริมาณของแข็ง

ที่ละลายน้ำได้ 22 บริกซ์ เมล็ดกลมสีดำค่อนข้างเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2546)

5.2.4 พันธุ์เหหัวหรืออีเหหัว มีลักษณะต้นทรงพุ่มกว้าง เจริญเติบโตแตกกิ่งก้านสาขาดี แต่ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะหักง่าย ทนแล้งได้ดี เปลือกลำต้นเรียบสีน้ำตาลปนเขียว ใบย่อยจำนวน 3-4 คู่ใบ ใบแกสีเขียวเข้มมี รูปร่างแบบใบหอก ปลายใบเรียวแหลมและฐานใบแบบลิ้ม ขอบใบเรียบและเป็นคลื่นเล็กน้อย เป็นลำใยพันธุ์หนัก คือออกดอกปลายเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเก็บเกี่ยวผลได้ประมาณกลางเดือนสิงหาคมถึงต้นเดือนกันยายน ความยาวช่อดอก 15-30 เซนติเมตร ผลกลมและเบี้ยว ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร เปลือกผลหนาสีน้ำตาล มีกระสีคล้ายกระจายทั่วผล เนื้อหนาสีขาวขุ่น แห้งและกรอบ รสหวานหอม เมล็ดกลมเป็นสีน้ำตาลดำ ขนาดค่อนข้างเล็ก (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2546)

พันธุ์ลำใยที่นิยมปลูกได้แก่พันธุ์ฮือดหรือพันธุ์ดอ เนื่องจากเป็นลำใยพันธุ์เบา เก็บเกี่ยวผลได้ก่อนทำให้ขายได้ราคาดี ให้ผลผลิตมาก ผลสดมีขนาดและคุณภาพเนื้อเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลสำหรับอบแห้ง เนื้อมีน้ำไม่มาก ทำให้ได้น้ำหนักดี เนื้อหนา เมื่ออบแล้วมีสีเหลืองทองเป็นที่นิยมของตลาด (เกศินี, 2546)

## 6. แหล่งที่ปลูกลำใยและผลผลิตลำใยในภาคเหนือ

ในภาคเหนือแหล่งที่ปลูกลำใยที่สำคัญ ได้แก่จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำพูน จังหวัดเชียงราย และจังหวัดพะเยา ในปีการเพาะปลูก 2547 จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูก จำนวน 200,377 ไร่ จังหวัดลำพูนมีพื้นที่ปลูก 195,027 ไร่ จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่ปลูก 85,097 ไร่ และจังหวัดพะเยามีพื้นที่ปลูก 33,499 ไร่ ให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยแต่ละจังหวัดเท่ากับ 1,042, 1,125, 841, และ 707 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547)

## 7. การประเมินศักยภาพการใช้ที่ดิน

การประเมินศักยภาพการใช้ที่ดิน เป็นการแปลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของดินเพื่อนำมาไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้หลายอย่างตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ อาจทำได้หลายระบบเช่น ระบบจำแนกสมรรถนะที่ดิน (Land Capability Classification) ซึ่งเป็นการแปลผลและรวมกลุ่มชนิดของที่ดิน เพื่อการเกษตรกรรมและสามารถนำที่ดินนั้นไปใช้ประโยชน์ตามความเหมาะสมของที่ดิน เน้นหนักถึงระบบการเพาะปลูกพืชที่ใช้เครื่องมือเชิงกล

(เอิบ, 2548) หรือระบบการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินตามศักยภาพหรือขีดความสามารถ (Land Suitability Classification) ซึ่งเป็นวิธีที่ปรับปรุงมาจากแนวทางการประเมินที่ดินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)) (FAO, 1983) ประเมินจากคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยนำเอาลักษณะทางเคมี ซึ่งประกอบไปด้วย ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และอัตราร้อยละความอิ่มตัวของดินมาใช้ในการประเมิน (ประทุมพร, 2523) หรืออาจใช้ระบบการจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility Capability Classification System; FCC) (Sanchez et al, 1982; Buol, 1987) ระบบการจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ดิน จะช่วยชี้ปัญหาของดินเฉพาะแบบได้ เช่น ปัญหาการอุ้มน้ำของดิน การกร่อนของดิน การขาดธาตุอาหารบางชนิด และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี (อภิสิทธิ์, 2527) ซึ่งในที่นี้จะใช้วิธีการประเมินศักยภาพของดินจากความเหมาะสมของดินต่อการปลูกกล้วยในตารางที่ 1 (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

## 8. สภาพแวดล้อมทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

### 8.1 ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ที่ศึกษา

ที่ตั้งและเนื้อที่อาณาเขต ภาคเหนือตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 องศา 56 ลิปดา ถึง 20 องศา 28 ลิปดา เหนือ และเส้นแวงที่ 97 องศา 23 ลิปดา ถึง 101 องศา 47 ลิปดา ตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 106,027,680 ไร่

#### อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ	จรดประเทศสหภาพพม่า และประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
ทิศใต้	จรดภาคกลาง
ทิศตะวันออก	จรดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
ทิศตะวันตก	จรดประเทศสหภาพพม่า

**ตารางที่ 1** แสดงความเหมาะสมของค่าพิสัยของคุณภาพที่ดินสำหรับลำไย

LAND-USE REQUIREMENT			FACTOR RATING			
LAND QUALITY	Diagnostic factor	Unit	S1	S2	S3	N
TEMPERATURE (t)	Mean temp. in	c	20 - 25	26 - 30	31 - 35	> 35
	growing period		19 - 16	13 - 15	< 13	
MOISTURE AVAILABILITY (m)	Ann. rainfall	mm	1,200-1,800	1,800-2,000	1,000-1,100	> 2,000
				1,100-1,200		< 1,000
OXYGEN AVAILABILITY (o)	Soil drainage*	class	4,5,6		3	1,2
NUTRIENT AVAILABILITY (s)	Total nitrogen	%	> 0.2	0.1 - 0.2	< 0.1	
	Phosphorus	mg kg <sup>-1</sup>	> 15	6 - 15	< 6	
	Potassium	mg kg <sup>-1</sup>	> 60	30 - 60	< 30	
	Organic matter	%	> 2.5	1.0 - 2.5	< 1.0	
	Nutrient status*	class	VH, H, M	L	VL	
	Reaction	pH	6.1 - 7.3	7.4 - 7.8	7.8 - 8.4	> 8.4
NUTRIENT RETENTION (n)	C.E.C.	cmol kg <sup>-1</sup>	> 10	5 - 10	< 5	
	B.S.	%	>35	< 35		
ROOTING CONDITIONS (r)	Effective soil depth	cm	> 150	100 - 150	50 - 100	< 50
	Water table depth	cm	> 150	100 - 150	50 - 100	< 50
	Root penetration*	class	1,2	3	4	
FLOOD HAZARD (f)	Frequency	yrs./time	10yrs/1	6-9yrs/1	3-5yrs/1	1-2yrs/1
EXCESS OF SALTS (x)	Ec Of saturation	dS m <sup>-1</sup>	< 2	2 - 4	4 - 8	> 8
SOIL WORKABILITY (k)	Workability class*	class	1,2	3	4	
POTENTIAL FOR MECHANIZATION (w)	Slope*	class	A ,B ,C	D	E	> E
	Rock out crop*	class	1,2	3	4	5
	Stoniness*	class	1	2	3	4
EROSION HAZARD (e)	Slope*	class	A ,B ,C	D	E	> E
	Soil loss	ton/rai/yr	< 2	2 - 4	4 - 12	> 12

Note: \* ข้อจำกัดของระดับความเหมาะสมแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 10

- Day length - day neutral
- Growing period - 300 – 365 days
- Critical period (moisture) - fruiting development
- Soil texture requirement of crops - Scl, Sicl, L
- Others - optimum temperature for flowering 10 – 12°C

ที่มา: กองวางแผนการใช้ที่ดิน (2539)

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่ว ๆ ไปของภาคเหนือส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาและทิวเขาสูงทอดยาวในแนวเหนือ - ใต้ ซึ่งเชื่อมต่อกันมาจากเทือกเขาหิมาลัยและเทือกเขาในแคว้นยูนนานของจีน และในบริเวณระหว่างแนวเขาเหล่านี้มีที่ราบระหว่างเขา เช่นที่ราบเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แพร่ และน่าน เป็นต้น ซึ่งเรียกกันโดยทั่ว ๆ ไปว่าแอ่ง โดยมีแม่น้ำสายสำคัญ ๆ ที่เกิดจากบริเวณทิวเขาสูงไหลผ่าน เช่น แม่น้ำกก กิง ปิง วัง ยม น่าน ป่าสัก และสาขา (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

## 8.2 ภูมิอากาศ

ภาคเหนือของประเทศไทย มีภูมิอากาศแบบเขตร้อน และมีระลอกอากาศเย็นจากประเทศจีนพัดผ่าน แต่อุณหภูมิก็ยิ่งสูงกว่าจุดเยือกแข็ง ยกเว้นตามยอดเขาสูง ๆ อาจเกิดเกล็ดน้ำแข็ง ปริมาณฝนอาจเปลี่ยนแปลงไปได้มากในแต่ละแห่ง มีฤดูแล้งที่ชัดเจน ฝนส่วนใหญ่เป็นฝนฟ้าคะนอง (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2548)

ภูมิอากาศของภาคเหนือ ขึ้นอยู่กับระบบของลมที่สำคัญซึ่งพัดตามฤดูกาล 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2548) ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึง กลางเดือนตุลาคม โดยมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ และเปลี่ยนเป็น ลมตะวันตกเฉียงใต้เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตร มรสุมนี้จะนำมวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดีย มาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนตกชุกทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณชายฝั่งทะเล และเทือกเขาด้านรับลมจะมีฝนมากกว่าบริเวณอื่น ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หลังจากหมดอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แล้ว ประมาณกลางเดือนตุลาคมจะมีมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน จึงพัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากแหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทย ทำให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้จะมีฝนชุกโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เนื่องจากมรสุมนี้นำความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2548)

### 8.2.1 ปริมาณและการแจกกระจายของฝน

จากสถิติข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะภูมิอากาศ โดยใช้ข้อมูลสถิติในคาบ 30 ปี (1971–2000) ของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีของภาคเหนือเฉลี่ยเท่ากับ 1,134.0 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณสูงสุดเฉลี่ยในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 224.4 มิลลิเมตร ส่วนเดือนมกราคมพบว่าเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 7.7 มิลลิเมตร สำหรับการกระจายของฝนพบว่าจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยในรอบปีเท่ากับ 116.1 วัน โดยในเดือนสิงหาคมมีฝนตกสูงสุด (21 วัน) ฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ (เฉลี่ย 1 วัน)

### 8.2.2 อุณหภูมิ

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของบริเวณภาคเหนือเท่ากับ 25.6 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ย เท่ากับ 31.9 และ 20.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

### 8.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์

ค่าปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีของภาคเหนือเท่ากับร้อยละ 71.0 โดยเดือนสิงหาคม กันยายน และตุลาคม มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด คือร้อยละ 93 และค่าต่ำสุดอยู่ในเดือนมีนาคม คือร้อยละ 31

### 8.2.4 ปริมาณการคายระเหยของน้ำ

ค่าปริมาณการคายระเหยของน้ำเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1,639.0 มิลลิเมตร โดยเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีค่าปริมาณการคายระเหยของน้ำเฉลี่ยสูงสุด (189.4 มิลลิเมตร) และเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีค่าปริมาณการคายระเหยน้ำเฉลี่ยต่ำสุด (98.3 มิลลิเมตร) (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2548)

## 9. สภาพทางธรณีวิทยา และธรณีสัณฐานวิทยา

ลักษณะธรณีวิทยาของภาคเหนือ ถูกจำแนกเป็นหมวดหมู่ตามชนิด ชั้นหิน และอายุ ประกอบด้วยหินตะกอน หินแปร และหินอัคนี ยุคต่าง ๆ โดยหินตะกอนและหินแปร จะเกิดในยุค ก่อนแคมเบรียน (PE) แคมเบรียน (E) ออร์โดวิเชียน (O) ไชลูเรียน (S) ดีโวเนียน (D) คาร์บอนิฟอรัส (C) ไทรแอสซิก (E) และควอเทอร์นารี (Q) โดยในยุคควอเทอร์นารี (Q) จะเป็นหินตะกอนทับถมใหม่ที่เกิดจากการทับถมของตะกอนบริเวณลำน้ำและชายหาด พบในลักษณะการทับถมของลานตะพักกลุ่มน้ำ (Qt) และพื้นที่น้ำท่วม (Qa) ส่วนหินอัคนี (gr) ส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต แอนดีไซต์ ไรโอไรต์ บะซอลต์ หินเนื้อดอกชนิดต่าง ๆ ที่เกิดในยุคคาร์บอนิฟอรัส (Mv) ยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (PFv) ส่วนในระหว่างปลายยุคเทอร์เชียรี จนถึงควอเทอร์นารี จะเป็นหินบะซอลต์ (B)

ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาของภาคเหนือ โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้ (Scholten and Siriphant, 1973)

ที่ราบน้ำท่วมจากตะกอนลำน้ำใหม่ (Floodplains of recent river alluvium) ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่มทางภาคเหนือตอนล่างติดต่อกับภาคกลาง บริเวณสองฝั่งแม่น้ำสายสำคัญ ๆ เช่น แม่น้ำปิง ยม น่าน และเจ้าพระยา ซึ่งในฤดูฝนเมื่อเกิดภาวะน้ำท่วมก็จะพัดพาตะกอนมาทับถมกันทุก ๆ ปี เกิดเป็นที่ราบกว้างใหญ่ ตะกอนเนื้อหยาบจะอยู่ใกล้ลำน้ำ ตะกอนเนื้อละเอียดถูกพัดพาไปในที่ลุ่มทำให้เกิดภูมิประเทศเป็นแบบสันดินริมน้ำ (levees) และที่ราบลุ่มหลังสันดินริมน้ำ (basin) ในส่วนของที่ราบลุ่มหลังสันดินริมน้ำ จะมีสภาพพื้นที่ที่เรียกว่าที่ลุ่มต้ำน้ำขัง (back swamp)

ตะพักกลุ่มน้ำระดับต่ำจากตะกอนน้ำพาใหม่และตะกอนน้ำพาเก่า (Low alluvial terraces of semi-recent and old alluvium) ขึ้นอยู่กับอายุของทางน้ำและอัตราการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ตะพักกลุ่มน้ำนี้จึงมีหลายระดับ ทั้งที่เป็นระดับสูงและระดับต่ำ ส่วนใหญ่ในภาคเหนือจะเป็นลานตะพักระดับต่ำ ในบริเวณที่สูงของตะพักกลุ่มน้ำระดับต่ำ วัตถุต้นกำเนิดดิน ส่วนใหญ่เป็นตะกอนน้ำพาเก่าที่มีเนื้อหยาบ สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของส่วนนี้เกือบราบเรียบจนถึงเป็นลูกคลื่นเล็กน้อย ความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 1-3

ตะพักกลุ่มน้ำระดับสูงและเนินตะกอนรูปพัดที่เกิดมาจากการทับถมของตะกอนน้ำพาเก่า และการทับถมของตะกอนคาตเชิงเขา (High alluvial terraces and fans of old alluvium and colluvium) เป็นบริเวณที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่มีอายุมากที่สุด ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศเป็นแบบลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน ความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 2 – 16 บางแห่งเกิดจากตะกอนที่ถูกพัดพาเอามาทับถมบริเวณปากทางของหุบเขาต่าง ๆ ทำให้เกิดสภาพพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายรูปพัดต่อเนื่องกัน สภาพพื้นที่นี้เกิดขึ้นอยู่โดยทั่วไปบริเวณแอ่งใหญ่ ๆ ที่มีการทับถมของตะกอนลำน้ำ ซึ่งจะมีปริมาณและการเรียงตัวแตกต่างกันออกไปในแต่ละแอ่ง

พื้นที่ผิวหน้าการกร่อนแบบซอยแบ่ง และที่ราบสูงโครงสร้างหิน (Dissected erosion surface and structural plateau on various rocks) เป็นสภาพพื้นที่ที่เกิดขึ้นบริเวณเนินเขา และภูเขา ซึ่งเป็นขอบของตะพักกลุ่มน้ำของแอ่งและหุบเขา ภูเขาโครงสร้างของหินชนิดต่าง ๆ เช่น หินแกรนิต หินไนส์ ไมกาชีสต์ หินทราย หินชนวน หินปูน สภาพภูมิประเทศทั้งสองแบบมีพื้นที่ผิวการกร่อนมากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันออกไป มีลักษณะพื้นที่เป็นทั้งลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน ความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 4 – 20

ที่ราบสูงจากลาวาและส่วนที่หลงเหลือจากภูเขาไฟ (Lava plateau and volcano remnants) เป็นสภาพพื้นที่ที่เกิดขึ้นจากการไหลของลาวาและชั้นของเถ้าถ่านภูเขาไฟ พื้นที่ลักษณะนี้มีความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 2 – 16 แต่มักจะไม่เกินร้อยละ 6 หินภูเขาไฟดังกล่าวประกอบด้วยหินบะซอลต์ แอนดีไซต์ และไรโอไรต์

บริเวณภูเขาหินปูน (Limestone outcrops) เป็นลักษณะภูมิประเทศในภูเขาและเทือกเขา ซึ่งมีความลาดชันสูงถึงสูงมากปกติจะมีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 ซึ่งจะพบเป็นลักษณะของภูเขาหินปูนปรากฏอยู่เป็นหย่อม ๆ มีพืชพรรณปกคลุมอยู่น้อย บางแห่งมีลักษณะเป็นเขาโดด

ภูเขาและเทือกเขา (Hills and mountains) เป็นบริเวณที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ในลักษณะภูเขาและทิวเขาสูงทอดยาวในแนวทิศเหนือ-ใต้ ยอดเขาบางแห่งสูงมากกว่า 2,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ยอดที่สูงที่สุด ได้แก่ ดอยอินทนนท์ สูงถึง 2,565 เมตร มีหินพื้นฐานอยู่หลายชนิดทั้งหินตะกอน และหินแกรนิต

## 10. ดินในภาคเหนือ

ในภาคเหนือดินที่พบประกอบด้วย ดินใน 6 อันดับ คือ เอ็นทิซอลล์ อินเซปทิซอลล์ เวอร์ทิซอลล์ มอลลิซอลล์ แอลฟีซอลล์ และอัลทิซอลล์ และมีรายงานว่า พบฮิสโทซอลล์ด้วย แต่เป็นบริเวณเล็กมาก (เอิบ, 2533)

แม้ว่าจะมีดินถึง 6 หรือ 7 อันดับ (หากนับรวมดินอินทรีย์ ซึ่งมีบริเวณเพียงเล็กน้อย) แจกกระจายอยู่ในภาคเหนือ ดินที่พบมาก และมีความสำคัญในพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรได้ มีอยู่ 2 อันดับ ได้แก่ดินอันดับ แอลฟีซอลล์ และอินเซปทิซอลล์ ดินทั้งสองอันดับนี้มีลักษณะเด่นคือมีพัฒนาการไม่มากนัก และยังคงมีแคตไอออนต่าง ๆ อยู่ในระดับที่ไม่ต่ำจนเกินไป จึงเป็นดินที่มีศักยภาพค่อนข้างสูงทางการเกษตร ดินอีกอันดับหนึ่งที่มีอยู่เป็นบริเวณพื้นที่กว้างขวางเช่นเดียวกัน คือ อัลทิซอลล์ซึ่งเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง และมีระดับความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับดินสองอันดับที่กล่าวมาแล้ว แต่เนื่องจากดินในอันดับอัลทิซอลล์ที่พบในภาคเหนือ เป็นดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่ การจัดการเกี่ยวกับปุ๋ย สามารถทำได้ในระดับที่ไม่ยุ่งยากจนเกินไป จึงทำให้ดินในอันดับนี้ของภาคเหนือมีศักยภาพในทางการเกษตร อยู่ในระดับปานกลางถึงดี เมื่อเลือกใช้ในการปลูกพืชที่เหมาะสม สำหรับดินในอันดับอื่น ๆ คือ มอลลิซอลล์ และเวอร์ทิซอลล์ นั้น จัดว่าเป็นดินที่มีศักยภาพสูงทางการเกษตรอยู่แล้ว แม้จะมีปริมาณไม่กว้างขวางแต่ก็เป็นพื้นที่ที่สามารถจะพัฒนาการเกษตรได้ สำหรับเอ็นทิซอลล์ ในภาคเหนือ นั้น มีลักษณะคละกันระหว่างดิน ที่มีศักยภาพค่อนข้างสูงกับค่อนข้างต่ำทางการเกษตร ในบริเวณที่เป็นดินในกลุ่มทรายจัด (Quartzipsamments, Ustipsamments) ต้องการการจัดการค่อนข้างมาก แต่กลุ่มดิน Ustifluvents สามารถใช้ในการเกษตรเป็นอย่างดี และมักจะอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ ที่ช่วยให้การจัดการในการปลูกพืชสะดวกขึ้นด้วย

โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่าทรัพยากรดินของภาคเหนือ โดยเฉพาะในบริเวณที่เป็นที่ราบหรือค่อนข้างราบนั้น มีศักยภาพทางการเกษตรอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง แต่ข้อจำกัดของพื้นที่ของภาคเหนือที่สำคัญก็คือ พื้นที่ภูเขาและเทือกเขาต่าง ๆ ที่จัดว่าเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) ที่มีความลาดชันตั้งแต่ร้อยละ 35 ขึ้นไป และมีสภาพภูมิประเทศซับซ้อน ไม่เหมาะสมกับการทำการเกษตรบริเวณดังกล่าวครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางมาก (86,434.79 กม.<sup>2</sup>) ดินในบริเวณนี้มีความแปรปรวนสูง และมีศักยภาพที่จะเกิดการกร่อนได้มาก จึงต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษในการใช้ที่ดิน (เอิบ, 2533)

## กลุ่มดินที่มีการปลูกถ่ายในภาคเหนือ

### กลุ่มดินที่มีการปลูกถ่ายในภาคเหนือ (นิพนธ์ และ ทวีศักดิ์, 2526)

กลุ่มดิน Endoaqualfs เป็นกลุ่มดินที่พบบริเวณตะพักกลุ่มน้ำต่ำ (low terraces) มีลักษณะผิวหน้าพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ความลาดชันไม่เกินร้อยละ 2 ลักษณะเนื้อดินละเอียดปานกลางหรือค่อนข้างละเอียด ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนดินเหนียว (clay loam) หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) มีสีน้ำตาลปนเทา เทาอ่อน มีจุดประเกิดขึ้นทั่วไป มีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างเล็กน้อย มีความสามารถอุ้มน้ำได้ดี มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงค่อนข้างสูง สภาพการระบายน้ำทั่วไปเร็วหรือค่อนข้างเร็ว

กลุ่มดิน Paleaquults เป็นกลุ่มดินที่พบในบริเวณตะพักกลุ่มน้ำต่ำเช่นเดียวกัน มีสภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ มีเนื้อดินละเอียดปานกลางถึงดินเหนียว มีสีพื้นเป็นสีเทาหรือเทาอ่อน มีจุดประสีแดง เหลือง หรือน้ำตาลตลอดชั้นดิน มีน้ำแช่ขังประมาณ 4 ถึง 5 เดือนในฤดูฝน มีปฏิกิริยาเป็นกรดแก่ถึงกรดปานกลาง มีค่าอัตราร้อยละการอิ่มตัวเบสต่ำกว่าร้อยละ 35 มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ การระบายน้ำเร็ว

กลุ่มดิน Paleustults เป็นกลุ่มดินที่เกิดมาจากทั้งตะกอนน้ำพาเก่า และเกิดจากการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดที่อยู่กับที่ ลักษณะที่สำคัญของกลุ่มดินนี้คือ เป็นดินดอน มีสภาพการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือค่อนข้างต่ำ เนื่องจากผ่านการสลายตัวอย่างรุนแรง

กลุ่มดิน Quartzipsamments ลักษณะเนื้อดินเป็นทรายจัดตลอดหน้าตัดดิน ลักษณะการเกิดขึ้นในหน้าตัดดินยังไม่ชัดเจน ดินชั้นบนมีสีเข้มกว่าดินชั้นล่างเล็กน้อย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีสภาพการระบายน้ำดี

กลุ่มดิน Ustifluvents เป็นกลุ่มดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำพาใหม่ (recent alluvium) พบเกิดบริเวณสันดินริมน้ำ มีความลาดชันร้อยละ 2-3 เป็นดินสีลักษณะเนื้อดินไม่แน่นอน แต่ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างหยาบถึงละเอียดปานกลาง สีน้ำตาล น้ำตาลปน

แดง หรือน้ำตาลปนเหลือง มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง มีปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ดีปานกลาง

## 11. สภาพการใช้ที่ดิน

สภาพการใช้ที่ดินของภาคเหนือแบบออกเป็น 5 กลุ่มซึ่งประกอบด้วยพื้นที่เกษตรกรรม ไร่ยะ 50.2 ป่าไม้ไร่ยะ 55.4 เมืองและชุมชนไร่ยะ 0.1 แหล่งน้ำไร่ยะ 0.9 และอื่น ๆ อีก ไร่ยะ 3.4 โดยพื้นที่เกษตรกรรมจะประกอบไปด้วย นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลและไม้ยืนต้น (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. แผนที่ดินของ จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน มาตรฐาน 1:100,000 (กองสำรวจดิน, 2519, 2524)
2. แผนที่ธรณีวิทยาของประเทศไทย ของกรมทรัพยากรธรณี ขนาดมาตรฐาน 1:500,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2526)
3. เครื่องมือสำรวจดินภาคสนามมาตรฐาน (เอิบ, 2530; Soil Survey Division Staff, 1993)
4. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินทางเคมี ทางกายภาพ ทางแร่วิทยา และทางจุลทรรศน์วิทยา

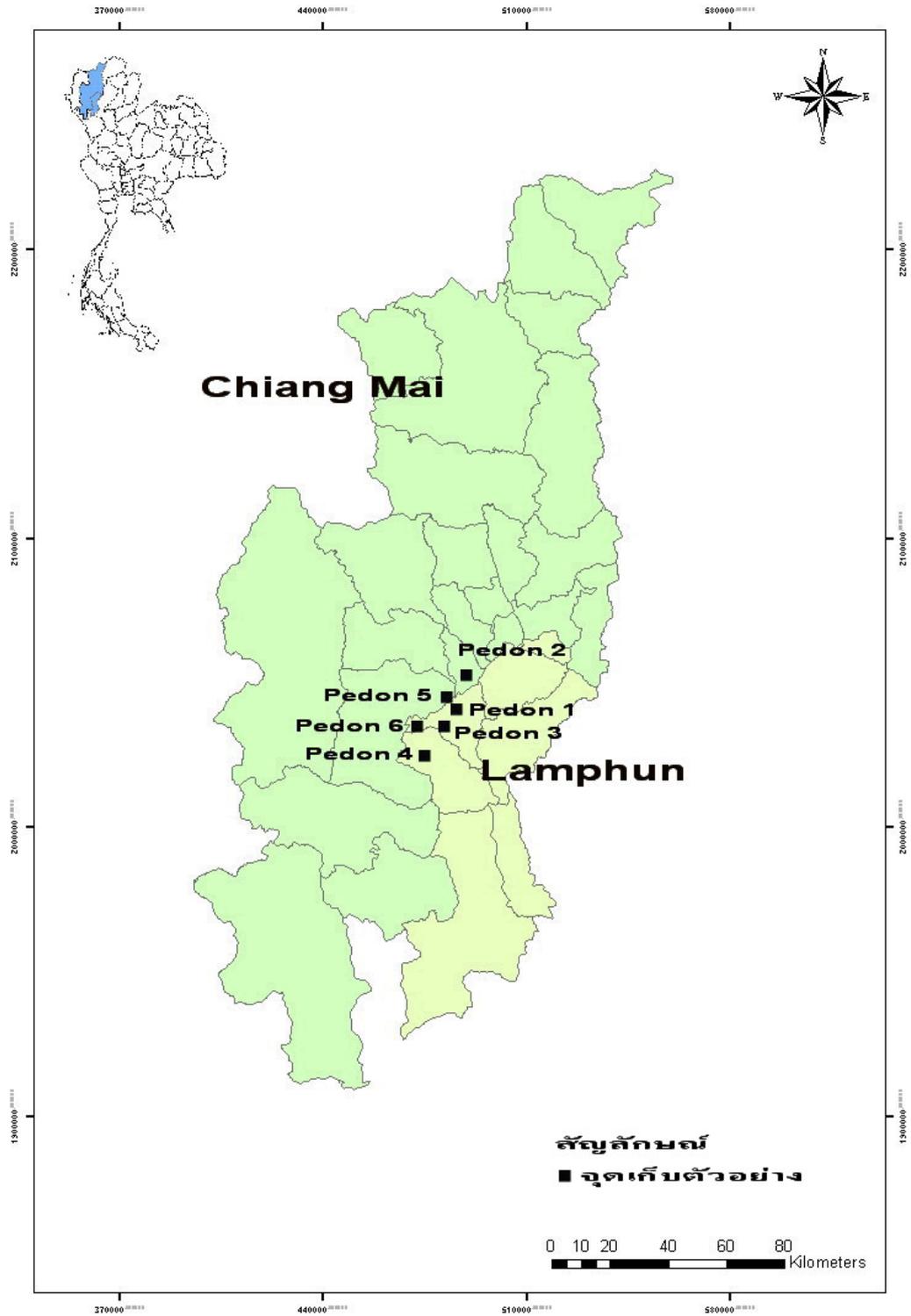
### วิธีการ

#### 1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น และการวางแผนก่อนออกสำรวจภาคสนาม

1.1 ศึกษาชนิด ปริมาณ และการแจกกระจายของดินในวงศ์ ในบริเวณที่ศึกษา โดยใช้แผนที่ดินมาตรฐาน 1:100,000 ของกองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยรวมขอบเขตของชุดดินที่อยู่ในวงศ์เดียวกันไว้ด้วยกัน

1.2 ออกสำรวจเบื้องต้น เพื่อหาบริเวณที่ปลูกลำไย แล้วทำการเลือกบริเวณที่ทำการศึกษา

1.3 ศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกลำไยในบริเวณที่ศึกษา แล้วคัดเลือกจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่างดินโดยกำหนดจุดลงในแผนที่ดิน มาตรฐาน 1:100,000 โดยเลือกตำแหน่งจุดหลุมหน้าตัดดินเพื่อที่จะศึกษาและเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงขอบเขตบริเวณที่ศึกษา และจุดเก็บตัวอย่างดิน

## 2. การปฏิบัติงานในภาคสนาม

2.1 ขุดหน้าดินที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยมีขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2 เมตร ตักแต่งหน้าตัดดินให้สามารถมองเห็นสัณฐานวิทยาของดินในสนาม ศึกษาสภาพแวดล้อมพร้อมทำคำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณนั้น (เอิบ, 2547)

2.2 เก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ แยกออกเป็น 2 วิธีคือ

2.2.1 ตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (Disturbed soil samples) เก็บดินทุกชั้น ตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ที่ได้แบ่งไว้ตลอดหน้าตัดดิน ชั้นละประมาณ 1 - 2 กิโลกรัม

2.2.2 เก็บตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (Undisturbed soil samples) เลือกเก็บเฉพาะชั้นที่ต้องการนำมาศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน (hydraulic conductivity) โดยใช้กระบอกลูกเต๋า (core) และชั้นที่ต้องการนำมาศึกษาจุลสัณฐานวิทยาของดิน (soil micromorphology) โดยใส่ในกล่องเก็บตัวอย่างดินคูเบียนา (Kubiena box) (เอิบ, 2548; Buol *et al.*, 2003)

## 3. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.1.1 การวิเคราะห์การกระจายของอนุภาคดิน (Soil particle size distribution) โดยวิธีไปเปต (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Survey Division Staff, 1993)

3.1.2 การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธี clod method (Soil Conservation Service, 1984; Blake and Hartge, 1986)

3.1.3 การวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated hydraulic conductivity) โดยใช้พลังงานขั้วน้ำผันแปร (variable head method) (Klute, 1965)

### 3.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

3.2.1 ปฏิกริยาดิน (Soil reaction: pH) วัดโดยใช้น้ำและสารละลาย 1N KCl ในอัตราส่วนดินต่อน้ำ หรือดินต่อสารละลายเท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996) วัดค่าโดยใช้เครื่องมือวัดปฏิกริยาดิน (pH meter)

3.2.2 อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) โดยวิธี Walkley-Black titration (Walkley and Black, 1934)

3.2.3 ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Black, 1965)

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

3.2.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) ใช้สกัดด้วยแอมโมเนียมอะซิเตต ความเข้มข้น 1 N ที่ pH 7 (Pratt, 1965) วัดปริมาณโดยใช้ atomic absorption spectrophotometer (AAS)

3.2.6 ปริมาณเบสที่สกัดได้ (Extractable bases) โดยการสกัดด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง (Peech, 1945)

3.2.7 ปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธี barium chloride-triethanolamine pH 8.2 (Peech, 1965)

3.2.8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity: CEC) โดยใช้การชะละลายแคตไอออนด้วยแอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง และแทนที่แอมโมเนียมไอออนด้วยโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 10 ในสภาพกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

3.2.9 ค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation percentage, %BS) โดยคำนวณจากค่าของปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ทั้งหมด และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC = extractable bases + extractable acidity) (National Soil Survey Center, 1996) จากสูตร

$$\%B.S. = \frac{\text{Extractable bases}}{\text{Extractable bases} + \text{Extractable acidity}} \times 100$$

### 3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ในดิน

3.3.1 การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียว (clay mineral) ที่มีขนาดอนุภาคดินเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร โดยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction analysis) (Jackson, 1965) โดยการทำอนุภาคขนาดดินเหนียวให้อิ่มตัวด้วยโพแทสเซียม โพแทสเซียมเพา (550 องศาเซลเซียส) แมกนีเซียม และแมกนีเซียมที่อิ่มตัวด้วย ethylene glycol นำสไลด์ไปเข้าเครื่องวิเคราะห์โดยการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffractometer) แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับชนิดของแร่มาตรฐาน (standard minerals) (Whittig, 1965) และประเมินหาปริมาณของแร่ชนิดต่าง ๆ โดยวิธี relative peak height (Jackson, 1965)

3.3.2 วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ ในอนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt fraction) ขนาด 2-50 ไมโครเมตร โดยวิธีเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (Jackson, 1965) นำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับชนิดของแร่มาตรฐานของ Brown (Brindley and Brown, 1980) แล้วประเมินหาปริมาณของแร่ชนิดต่าง ๆ โดยวิธี relative peak height (Jackson, 1965)

### 3.4 การวิเคราะห์ทางจุลทรรศน์วิทยา

นำตัวอย่างดินที่เก็บมาจากภาคสนามโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ทำให้แข็งตัวโดยการแทรกสาร (impregnation) ก่อนนำมาทำแผ่นตัดบาง (thin section) เพื่อศึกษาจุลทรรศน์วิทยาของดินโดยวิเคราะห์ผ่านกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ ชั้นแรกถ่ายดินออกจากกล้องจุลทรรศน์ลงในกล่องกระดาษซึ่งบุพลาสติกเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งเขียนรายละเอียดชื่อชุดดิน ชั้นดิน และทำลูกศรชี้ทิศทางของตัวอย่างดินที่เก็บ ซึ่งอบดินให้แห้งภายในตู้อบที่อุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำมาทำให้แข็ง โดยการแทรกสารประเภทพลาสติกเรซิน ซึ่งเป็นน้ำยาผสมของอัลโฟลิท

ยูพี 001 อี ที่ใช้เป็นสารเชื่อม เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ เป็นสารทำให้เกิดปฏิกิริยา และสไตรีนโมโนเมอร์ เป็นตัวทำเจือจาง เมื่อผสมน้ำยาดีแล้ว เทน้ำยาลงในกล่องตัวอย่างดินแล้วนำไปใส่ในตู้อบสูญญากาศ (vacuum drying oven) ที่ความดัน 60 เซนติเมตรปรอท ประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่ตู้ควั่นคอยเติมน้ำยาให้ท่วมอยู่เสมอ และค่อย ๆ เพิ่มความเข้มข้น และเพิ่มเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ทีละน้อยจนกว่าน้ำยาจะแข็งตัว แล้วนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 35-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาตัดด้วยเครื่องให้หนาประมาณ 5-8 มิลลิเมตร นำมาขัดผิวหน้าด้านใดด้านหนึ่งของตัวอย่าง โดยใช้ผงขัดซิลิคอนคาร์ไบด์ (silicon carbide powder) และน้ำมัน boyol 90 นำตัวอย่างดินที่ขัดและเซ็ดให้แห้งเรียบร้อยแล้ว อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาติดบนสไลด์ โดยใช้กาวที่มีส่วนผสมของอัลโพลิท ยูพี 001 อี กับไซโคลเฮกซะโนนเปอร์ออกไซด์ (cyclohexanone peroxide) และโคบอลต์ออกทีเอต (cobalt octeate) หลังจากติดตัวอย่างบนสไลด์เรียบร้อยแล้ว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วนำมาตัดด้วยเครื่องตัดบางและขัดด้วยผงขัดหยาบและละเอียดตามลำดับ จนกระทั่งตัวอย่างมีความหนาประมาณ 0.03 มิลลิเมตร (โดยสังเกตสีของแร่ควอตซ์ จะมีสีเทาหรือเทาปนเหลือง เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ในสภาพ x-nicols) จากนั้นปิดด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ (cover glass) นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ เพื่อศึกษาจุลลักษณะดิน (Berwer, 1964; Bullock *et al.*, 1985)

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และแร่วิทยาของดิน และปัจจัยที่ควบคุมลักษณะดินแต่ละชนิดที่มีการปลูกลำไยในบริเวณที่ศึกษา เพื่อนำมาประเมินลักษณะที่สำคัญของดิน ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของลำไย

## ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาดินที่ปลูกลำไยในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย โดยเน้นพื้นที่จังหวัด เชียงใหม่และจังหวัดลำพูน โดยใช้ดินเป็นตัวแทนทั้งหมด 6 บริเวณ ผลการศึกษาทั้งในภาคสนาม และในห้องปฏิบัติการ ประกอบไปด้วยสภาพทั่วไป สัณฐานวิทยาสนามของดิน ลักษณะทางจุล สัณฐานวิทยา สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีและลักษณะเชิงแร่วิทยาของดิน

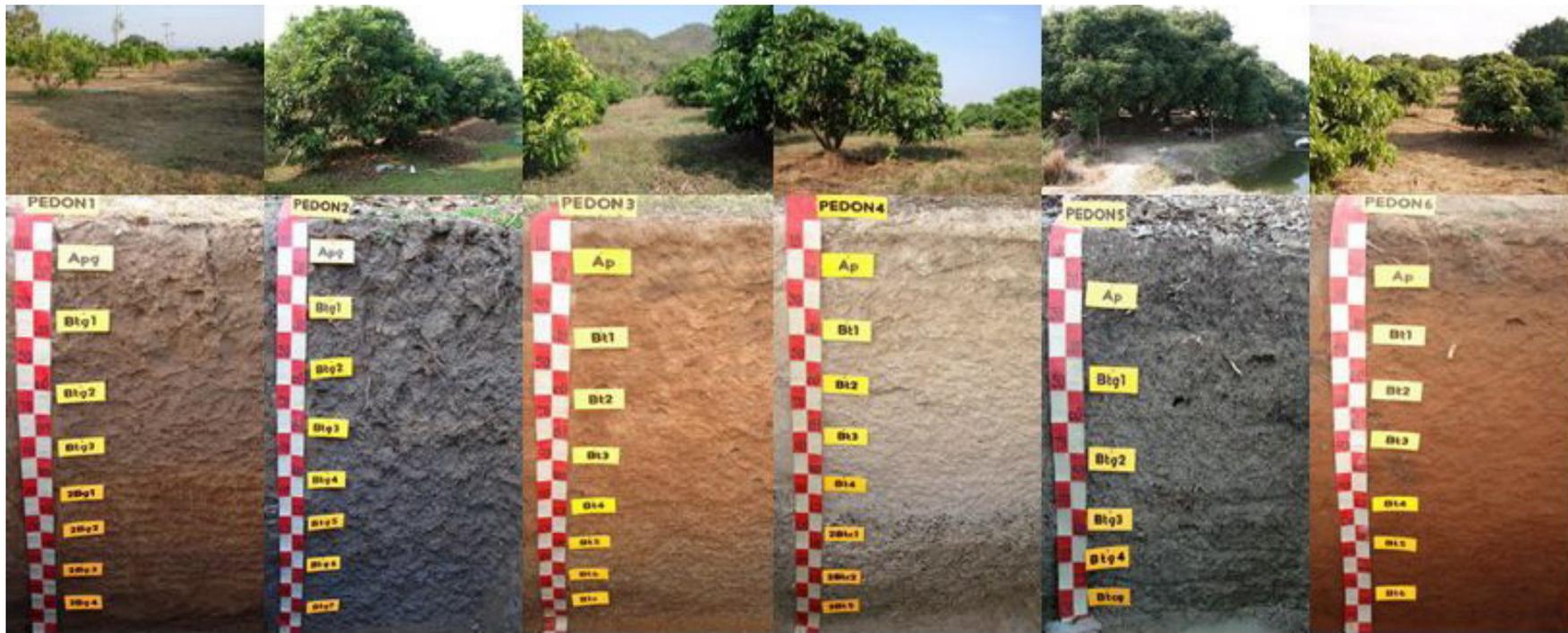
### 1. สภาพทั่วไปและสัณฐานวิทยาสนามของดิน

สภาพทั่วไปและสัณฐานวิทยาสนามของดินแสดงอยู่ใน ภาพที่ 3 ตารางที่ 2 และ 3

#### 1. พีค่อน 1

บริเวณบ้านแชน ตำบลม่วงน้อย อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน ดินมีพัฒนาการหน้าตัด ดินเป็นแบบ Apg-Btg-2Bg วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาค่อนข้างใหม่ (semi-recent alluvium) ดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง การซบซึมน้ำปานกลาง การไหลบ่าของน้ำช้า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึก กว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีสีน้ำตาลมีจุดประสีแดงปนเหลือง ดินล่างมีสีเหลืองปนแดง สีชมพูและสี เหลืองปนน้ำตาล มีจุดประสีน้ำตาลเข้ม ในดินตั้งแต่ความลึก 29 ถึง 99 เซนติเมตร พบการ สะสมของเหล็กและแมงกานีสปานกลาง และพบลักษณะการเคลือบของดินเหนียวเป็นชั้นบาง ปริมาณเล็กน้อย ตอนล่างพบทรายหลากสี (variegated sands) ปริมาณเล็กน้อย ปฏิกริยาสนามของ ดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0 – 7.0)



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะภูมิประเทศ และหน้าตัดดินที่ทำการศึกษาพีดอน 1 ถึง 6

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะทั่วไปของดินที่ทำการศึกษา 6 หน้าตัดดิน

ตัวอย่างดิน	ความหนาของชั้นดินบน (ซม.)	ความลึก (ซม.)	พัฒนาการของหน้าตัดดิน	ความลาดชัน (%)	สภาพภูมิประเทศ	สัณฐานภูมิประเทศ	วัตถุต้นกำเนิดดิน
Pedon 1	20	200+	Apg-Btg1-Btg2-Btg3-2Bg1-2Bg2-2Bg3-3Bg4	1	Gently undulating	Semi-recent terrace (low) on intermontane basin	Semi – recent alluvium
Pedon 2	21	200+	Apg-Btg1-Btg2-Btg3-Btg4-Btg5-Btg6-Btg7	1	Gently undulating	Intermontane basin floor	Semi – recent alluvium
Pedon 3	33	200	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bt6-Btc	5	Undulating	Upper part of dissected footslope	Colluvium and residuum derived from weathered granite
Pedon 4	26	190+	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-2Btc1-2Btc2-2Bt5	2	Undulating	Erosional terrace (middle) intermontane	Colluvium over residuum derived from weathered granite
Pedon 5	30	130+	Ap-Btg1-Btg2-Btg3-Btg4-Btcg	3	Gently undulating	Lower part of semi – recent terrace on intermontane basin	Semi – recent alluvium
Pedon 6	30	200+	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bt6	1	Undulating	Top of residual plain	Residuum derived from weathered granite

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะพื้นฐานวิทยาของหน้าตัดดินที่ใช้ปลูกลำไย ในบริเวณที่ศึกษา

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			ปฏิกิริยาของดินในสนาม	ขอบเขตชั้นดิน	ลักษณะอื่น ๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 1		Aeric Endoaqualf, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic								
Apg	0 – 20	10 YR 5/3 5 YR 4/6	SCL	3, f-m, sbk	VH	F	VS/VP	6.0	C and S	Common traces of dead roots
Btg1	21 - 50	10 YR 4/3 5 YR 3/4 , 7.5 YR 3/3	SCL	3, f-m, abk	VH	SF	SS/SP	6.5	C and S	Common iron – manganese soft accumulations
Btg2	50 – 71	10 YR 5/4 , 10 YR 5/2 7.5 YR 3/4 , 10 YR 4/6	SCL	3, f-m, semi abk	SH	F	MS/MP	6.5	C and S	Common dark Fe – Mn accumulations
Btg3	71 – 99	10 YR 5/4 , 10 YR 5/2 7.5 YR 3/4 , 10 YR 4/6	SCL	2, f-m, semi abk	SH	SF	SS/MP	6.5	A and S	Common dark Fe – Mn accumulations
2Bg1	99 – 120	Mixed 7.5 YR 6/6 , 10 YR 7/3 7.5 YR 5/6	SL	2-1, f-m, semi sbk	S	Fri	NS/NP	6.5	C and S	Common vestical sand streaks and few variegated sands
2Bg2	120 – 143	Mixed 7.5 YR 7/4 , 10 YR 7/3 7.5 YR 4/4	SL	2-1, f-m, semi sbk	S	Fri	NS/NP	7.0	C and S	Common vestical sand streaks and few variegated sands
2Bg3	143 – 171	Mixed 10 YR 6/6 , 10 YR 7/2 7.5 YR 4/4	LS	1, f-m, sbk	S	VFri	NS/NP	7.0	C and S	Few variegated sands
3Bg4	171 – 200+	Mixed 7.5 YR 5/6 , 10 YR 7/3 5 YR 4/4	LS	1, f-m, sbk	S	VFri	NS/NP	7.0	-	-

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สึดิน	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			ปฏิกิริยาของ ดินในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่น ๆ
		สีจุดประ			แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 2		Aeric Endoaqualf, fine, mixed, semiactive, isohyperthermic								
Apg	0 -21	10 YR 4/2	C	3, m, sbk	VH	VF	VS/VP	5.5	C and S	Common cracks from surface down to 40 cm
		5 YR 4/4								
Btg1	21 – 42	10 YR 4/2	C	3, f-m, semi abk	VH	VF	VS/VP	6.0	C and S	Few fine cracks and few traces of dead roots
		7.5 YR 4/4, 7.5 YR 2.5/1								
Btg2	42 – 67	10 YR 5/3, 10 YR 4/1	C	3, f-m, abk	VH	VF	VS/VP	6.5	C and S	Few traces of dead roots and few fine cracks
		5 YR 4/4, 7.5 YR 4/4								
Btg3	67 – 92	Mixed 10 YR 4/2 , 10 YR 4/1	C	3, f-m, abk	VH	VF	VS/VP	6.5	C and S	Few traces of dead roots and few fine cracks
		7.5 YR 4/4								
Btg4	92 – 110	10 YR 4/2	C	3, f-m, semi abk	H	VF	VS/VP	6.5	C and S	Few traces of dead roots and few fine cracks
		7.5 YR 4/3 , 7.5YR2.5/1								
Btg5	110 – 136	10 YR 5/1	C	3, f-m, semi abk	H	VF	VS/VP	6.5	G and S	Few traces of dead roots
		10 YR 4/4 , 10 YR 4/6								
Btg6	136 – 169	10 YR 5/1	C	3, f-m, semi abk	H	VF	VS/VP	6.5	C and S	Few traces of dead roots
		10 YR 4/4								
Btg7	169 – 200+	10 YR 5/1	C	3, f-m, semi abk	H	VF	VS/VP	6.5	-	Very few traces of dead roots
		10 YR 4/4								

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			ปฏิกิริยาของ ดินในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่น ๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 3		Typic Paleustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic								
Ap	0 – 33	Mixed 7.5 YR 4/3, 7.5 YR 4/6	SL	2, f-m, semi abk	SH	Fri	VS/NP	6.5	C and W	Few traces of dead roots
Bt1	33 – 46	5 YR 4/6	SL	3, f-m, sbk	SH	Fri	NS/NP	5.5	G and S	Few traces of dead roots
Bt2	46 – 69	5 YR 4/6	SL	3, f-m, semi sbk	SH	SF	NS/NP	6.0	C and S	Common traces of dead roots
Bt3	69 - 100	5 YR 3/3 5 YR 4/6	SL	2, f-m, semi abk	SH	SF	NS/NP	6.5	C and S	Few traces of dead roots
Bt4	100 – 126	5 YR 3/3 5 YR 4/6	SL	2, f-m, semi abk	SH	SF	SS/NP	6.5	C and S	Few traces of dead roots
Bt5	126 – 145	5 YR 3/3 , 10 YR 6/4 7.5 YR 6/6	SCL	2, f-m, sbk	H	F	SS/NP	7.0	C and S	Few traces of dead roots and common patches of Fe – oxide accumulations
Bt6	145 – 170	5 YR 4/6 , 5 YR 3/4 7.5 YR 6/6 , 7.5 YR 4/6	SCL	2, f-m, sbk	H	F	SS/SP	7.0	A and B	Few Fe – Mn nodules and concretions
Btc	170 – 200	5 YR 4/6 , 2.5 YR 3/6, 7.5 YR 2.5/1 Mixed 10 YR 6/3, 10 YR 5/1 7.5 YR 5/6 , 5 YR 4/6, 2.5 YR 3/6, 10 YR 6/8, 7.5 YR 2.5/2	SCL	2, f-m, sbk	H	F	MS/MP	7.0	-	Common Fe oxide and Fe – Mn oxide nodules and concretions

ตารางที่ 3\_ (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			ปฏิกิริยาของ ดินในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่น ๆ
		สีจุดประ			แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 4		Typic Plinthustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic								
Ap	0 – 26	Mixed 10 YR 6/3, 7.5 YR 5/2	SL	2, f-m, sbk	SH	Fri	S/P	6.5	C and S	Common traces of dead roots
Bt1	26 – 50	7.5 YR 6/3	SL	2, f-m, semi sbk	SH	SF	SS/SP	6.0	C and S	Common traces of dead roots
Bt2	50 – 72	7.5 YR 6/3	SL	2, f-m , sbk	SH	SF	SS/SP	6.0	C and S	Few Fe - oxide soft accumulations
Bt3	72 -94	10 YR 5/6 7.5 YR 6/3	SL	2, f-m , sbk	SH	SF	SS/SP	6.0	C and S	Very few Fe – oxide soft accumulations
Bt4	94 – 121	10 YR 5/4, 5 YR 5/8 10 YR 7/2	SL	2, f-m , sbk	SH	SF	SS/SP	5.5	A and S	Few iron oxide and Fe – Mn oxide accumulations
2Btc1	121 – 143	10 YR 6/8 Mixed 10 YR 7/2, 2.5 YR 6/2	SC	3, m-c, semi abk	VH	VF	VS/VP	5.0	G and S	Few fine cracks, common white silt patch and common Fe – Mn
2Btc2	143 – 170	10 YR 6/6 ,10 YR 2/1 Mixed 2.5 YR 7/3 , 2.5 YR 5/2	SC	3, m-c, semi abk	VH	VF	VS/VP	5.0	C and S	Few traces of dead roots and common white silt patches
2Bt5	170 – 190+	10 YR 6/6,10 YR 2/1 2.5 YR 6/2	SC	3, f-m, semi abk	H	F	VS/VP	5.0	-	Few white silt patches
		2.5 YR 4/4 ,5 YR 4/4,10 YR 2/1								

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			ปฏิกิริยาของ ดินในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่น ๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 5		Aquic Haplutoll, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic								
Ap	0 – 30	7.5 YR 4/2	SC	3, f-m, sbk	H	VF	VS/VP	7.0	A and S	Common traces of dead roots
Btg1	30 – 57	7.5 YR 6/6	SC	2, f-m, sbk	SH	VF	VS/VP	7.0	C and S	Few traces of dead roots
		7.5 YR 3/2								
Btg2	57 – 85	7.5 YR 6/6	SC	2, f-m, sbk	SH	SF	VS/VP	8.0	C and W	Common traces of dead roots and few quartz fragments
		7.5 YR 3/2								
Btg3	85 – 110	7.5 YR 6/6	SC	2, f-m, sbk	SH	SF	VS/VP	8.0	C and W	Few traces of dead roots
		7.5 YR 3/2								
Btg4	110 – 120	7.5 YR 5/6	SC	2, f-m, sbk	SH	SF	VS/VP	8.0	A and S	Few traces of dead roots
		7.5 YR 3/2								
Btcg	120 – 130+	7.5 YR 5/6	SC	2, f-m, sbk	SH	SF	VS/VP	8.0	-	Few traces of dead roots
		7.5 YR 3/2								

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชั้นดิน	ความลึก (ซม.)	สีดิน สีจุดประ	เนื้อดิน	โครงสร้าง	การยึดตัว			ปฏิกิริยาของ ดินในสนาม	ขอบเขต ชั้นดิน	ลักษณะอื่น ๆ
					แห้ง	ชื้น	เปียก			
Pedon 6		Typic Paleustalf, coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic								
Ap	0 – 30	10 YR 3/2	SL	2, f-m, semi abk	SH	Fri	SS/SP	7.0	A and W	Few charcoal fragments and few traces of dead roots
Bt1	30 – 50	Mixed 7.5 YR 4/6 , 7.5 YR 3/2	SL	2, f-m, semi abk	SH	Fri	SS/SP	7.0	C and S	Few small termite nests and few fine charcoal fragment
Bt2	50 – 78	7.5 YR 4/6	SCL	2, f-m, semi abk	SH	Fri	MS/SP	7.0	C and S	Some insect' s holes and large dark root hole slanting across part of horizon
Bt3	78 – 107	5 YR 4/6	SCL	2, f-m, semi abk	SH	Fri	MS/SP	7.0	G and S	Trace of dead roots and few incipient Fe-Mn oxide soft nodules
Bt4	107 – 133	5 YR 4/6	SCL	2, f-m, semi abk	SH	Fri	MS/MP	7.0	C and S	Few Fe-Mn oxide coats and few incipient Fe-Mn oxide soft nodules
Bt5	133 – 165	Mixed 5 YR 4/6 , 5 YR 3/1	SCL	2, f-m, semi abk	SH	Fri	MS/MP	7.0	G and S	Trace of dead roots and few incipient Fe-Mn oxide soft nodules
Bt6	165 – 200+	Mixed 5 YR 4/6, 5 YR 3/1	SCL	2, f-m, semi abk	SH	Fri	MS/MP	7.0	-	Few dark rock fragments and incipient Fe-Mn oxide soft nodules

\* คำย่อในตารางต่าง ๆ

เนื้อดิน		โครงสร้าง		การยึดตัว			ขอบเขตชั้นดิน		
S	= sand	1	= weak	แห้ง	SH	= slightly hard	เปียก	S = sticky	A = abrupt
LS	= loamy sand	2	= moderate		H	= hard		MS = moderately	C = clear
SL	= sandy loam	3	= strong		VH	= very hard		MP = sticky	G = gradual
SCL	= sand clay loam	abk	= angular blocky		S	= soft		NS = moderately	S = smooth
L	= loam	sbk	= subangular blocky	ชื้น	Fri	= friable		P = plastic	W = wavy
CL	= clay loam	c	= coarse		VFri	= very friable		SS = slightly sticky	
		m	= medium		SF	= slightly firm		SP = slightly plastic	
		f	= fine		F	= firm		VP = very plastic	
					VF	= very firm		VS = very sticky	

## 2. พืดอน 2

พืดอน 2 บริเวณบ้านต้นหว้า ตำบลยางเนิ้ง อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็นแบบ Apg-Btg วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาค่อนข้างใหม่ ดินมีการระบายน้ำเร็ว การซาบซึมน้ำและการไหลบ่าของน้ำช้า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีสีน้ำตาลปนเทาเข้ม สีน้ำตาลและสีเทา มีจุดประสีแดงปนเหลือง และน้ำตาลปนแดงเข้มในตอนบน ในดินล่างพบลักษณะการเคลือบของดินเหนียวเป็นชั้นบาง ๆ ที่ผนังช่องว่างดินปริมาณเล็กน้อยถึงปานกลาง พบออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีสที่ที่กำลังจะรวมตัวกัน ปฏิกริยาสนามของดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5 – 6.5)

## 3. พืดอน 3

พืดอน 3 บริเวณบ้านห้วยน้ำดิบ ตำบลบ้านโสัง อำเภอบ้านโสัง จังหวัดลำพูน ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็น Ap-Bt วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนคาคเซิงเขาและวัสดุตกค้างจากการผุพังอยู่กับที่ ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำและการไหลบ่าของน้ำปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีสีผสมระหว่างสีน้ำตาลและสีน้ำตาลเข้ม ดินล่างมีสีแดงปนเหลือง จุดประสีน้ำตาลปนแดงเข้ม พบลักษณะการเคลือบของดินเหนียวเป็นชั้นบาง ที่ผนังช่องว่างดินปริมาณและมีการเชื่อมตัวของดินเหนียวเป็นสะพานระหว่างเม็ดทรายปริมาณเล็กน้อย พบออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีสที่ที่กำลังจะรวมตัวกัน พบทรายหยากรสี ปริมาณเล็กน้อย ปฏิกริยาสนามของดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกลาง (pH 5.5 – 7.0)

## 4. พืดอน 4

พืดอน 4 บริเวณบ้านปางกอดัน ตำบลนครเจดีย์ อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็น เป็น Ap-Bt-2Btc-2Bt วัตถุต้นกำเนิดของดินเป็นตะกอนคาคเซิงเขาจาก

วัสดุตกค้างที่สลายตัวมาจากหินแกรนิต ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำและการไหลบ่าของน้ำปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนมีสีผสมระหว่างน้ำตาลอ่อนและสีน้ำตาล ดินล่างสีน้ำตาลอ่อน จุดประสีน้ำตาลปนเหลือง พบลักษณะการเคลือบของดินเหนียวเป็นชั้นบาง ที่ผนังช่องว่างดินและมีการเชื่อมตัวของดินเหนียวเป็นสะพานระหว่างเม็ดทรายปริมาณเล็กน้อย พบทรายหลากสี ปริมาณเล็กน้อย ที่ความลึก 143 ถึง 190 เซนติเมตร พบสารกอนกลมและมวลพอกของออกไซด์เหล็กและแมงกานีส ปฏิกิริยาสนามของดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5 – 6.5)

#### 5. พืดอน 5

พืดอน 5 บริเวณบ้านวัวลาย ตำบลหนองตอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็น Apg-Btg-Btcg วัตถุต้นกำเนิดของดินเป็นตะกอนน้ำพาค่อนข้างใหม่ (semi-recent alluvium) ดินมีการระบายน้ำเร็ว การซาบซึมน้ำและการไหลบ่าของน้ำช้า ระดับน้ำใต้ดินอยู่ที่ 0.8 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนสีน้ำตาล ส่วนดินสีน้ำตาลเข้ม พบลักษณะการเคลือบของดินเหนียวเป็นชั้นบาง ๆ ที่ผนังช่องว่างดินและผิวเม็ดดินปริมาณเล็กน้อย พบทรายหลากสี ปริมาณเล็กน้อย ที่ความลึก 57 เซนติเมตรลงไปพบสารกอนกลมของออกไซด์เหล็กและแมงกานีส และคาร์บอนเพิ่มขึ้นตามความลึก ปฏิกิริยาสนามของดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0 – 8.0)

#### 6. พืดอน 6

บริเวณบ้านบ้านเวียง ตำบลวังผาง กิ่งอำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน ดินมีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็น Ap-Bt วัตถุต้นกำเนิดของดินเป็นวัสดุตกค้างที่สลายตัวมาจากหินแกรนิต ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำและการไหลบ่าของน้ำปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตรขณะทำการศึกษา

ดินบนสีน้ำตาลปนเทาเข้มมาก ดินล่างมีสีน้ำตาลเข้ม และสีแดงปนเหลือง พบลักษณะการเคลือบของดินเหนียวเป็นชั้นบาง ๆ ที่ผนังช่องว่างดินและผิวเม็ดดินปริมาณเล็กน้อย พบทราย

หลากสี ปริมาณเล็กน้อยตามความลึก และที่ความลึก 78 เซนติเมตรลงไป พบสารก้อนกลมของ ออกไซด์เหล็กแมงกานีสปริมาณเล็กน้อย ปฏิกริยาในสนามของดินเป็นกลาง (pH 7)

จากการศึกษาดินทั้ง 6 หน้าตัดดิน พบว่าส่วนใหญ่เป็นดินลึกลับมาก ความหนาของชั้นดิน บน (ชั้น A) จะมีความสัมพันธ์กับอินทรีย์วัตถุ (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2544) ทำให้ดินมีสีคล้ำกว่า ดินล่าง และอิทธิพลของการไถพรวนทำให้มีการผสมคลุกเคล้าของอินทรีย์วัตถุ ความหนาของชั้น ดินบนในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 20 – 33 เซนติเมตร

ดินส่วนใหญ่มีสีน้ำตาล สีดินบนคล้ำกว่าดินล่าง เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่า (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2544) และการที่พื้นที่ที่ทำการศึกษาพบจุดประ มวลก้อนกลมและมวลสาร พอกของเหล็ก-แมงกานีสออกไซด์ในหน้าตัดดิน คาดว่าเกิดจากน้ำใต้ดินพาสารละลายเหล็ก- แมงกานีสมาสะสมในดิน และจากการที่น้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงระดับขึ้น-ลงอยู่เสมอทำให้อุณหภูมิเหล็ก-แมงกานีสที่ละลายอยู่ในน้ำเกิดสภาพออกซิเดชันและรีดักชัน เกิดเป็นจุดประ มวล ก้อนกลมและมวลสารพอกขึ้น (Brewer, 1964)

โครงสร้างดิน ดินมีโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน และก้อนเหลี่ยมมุมคม ขนาด ละเอียด และมีความคงทนของโครงสร้างปานกลางถึงแข็งแรง

ลักษณะเชิงสัณฐานวิทยาของพื้นที่ทำการศึกษทั้ง 6 บริเวณมีความคล้ายคลึงกัน มีการ แสดงพัฒนาการของหน้าตัดดินชัดเจน มีชั้นการสะสมดินเหนียว (Bt) ชัดเจนในชั้นดินล่าง มีความ หนาของชั้นดินบนประมาณ 20 เซนติเมตร มีปฏิกริยาของดินในสนาม มีค่าตั้งแต่กรดจัดถึงด่าง ปานกลาง (pH 5.5 – 8.0) ซึ่งจากสภาพทางสัณฐานวิทยาสนามของดินทั้ง 6 พืดอนภายในเขตราก พืชไม่เป็นอุปสรรคในการปลูกต้นไม้ (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

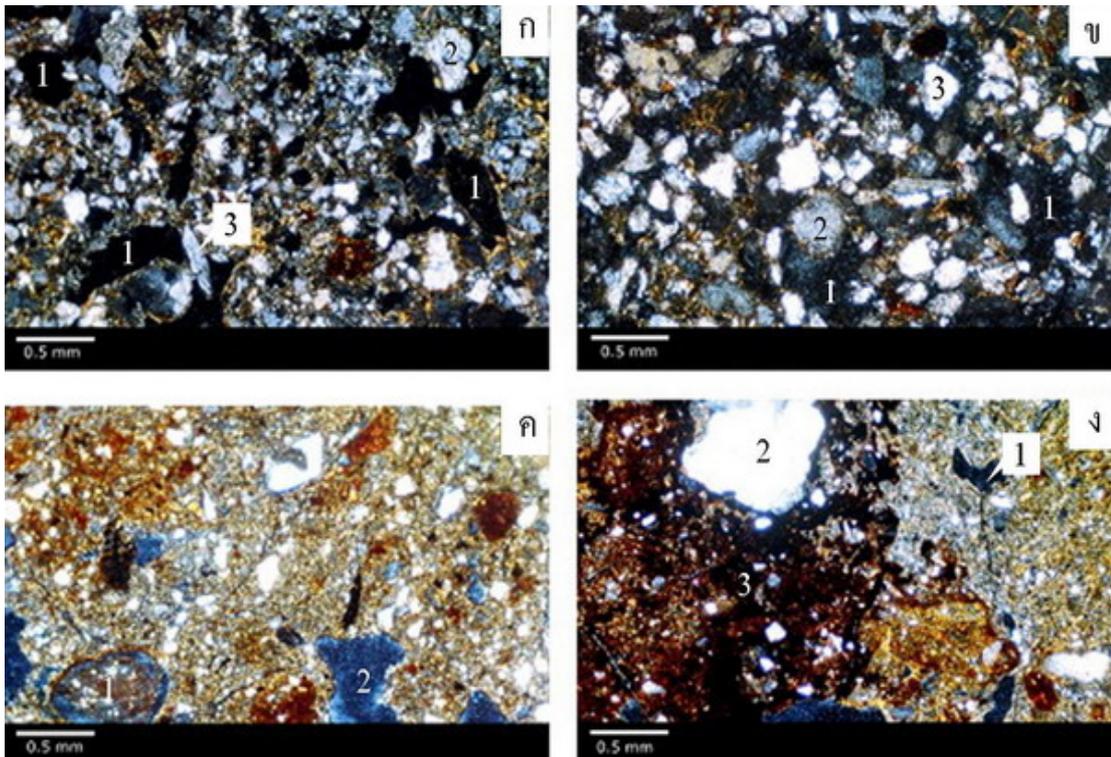
## 2. ลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาของดิน

ลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาของดินจำนวน 6 บริเวณ จากการวิเคราะห์แผ่นตัดบางโดยใช้ กล้องจุลทรรศน์ชนิดดูหีนและแร่ และอธิบายลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาตามแบบของ Bullock *et al.* (1985) แสดงไว้ในภาพที่ 3,4 และ 5

ลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของชั้นดินบนพีคอง 1 และ 2 มีโครงสร้างขนาดเล็กของดิน เป็นแบบช่องว่างขนาดใหญ่ที่มีการเกาะกันของอนุภาคดินอย่างต่อเนื่อง (vuggy structure) พีคอง 3 มีโครงสร้างที่เนื้อดินเกือบทั้งหมดเป็นอนุภาคทรายถูกเคลือบด้วยอนุภาคดินเหนียว (pellicular grain structure) พีคอง 4 และพีคอง 6 มีโครงสร้างที่เชื่อมกันด้วยอนุภาคดินเหนียว (bridged grain structure) และพีคอง 5 โครงสร้างขนาดเล็กของดินจะเป็นแบบที่เกิดจากการรวมตัวของอนุภาคดิน ขนาดต่าง ๆ กันเป็นก้อน และแยกออกจากกันด้วยช่องว่างที่เกิดจากการแยกตัวของเนื้อดิน (subangular blocky structure)

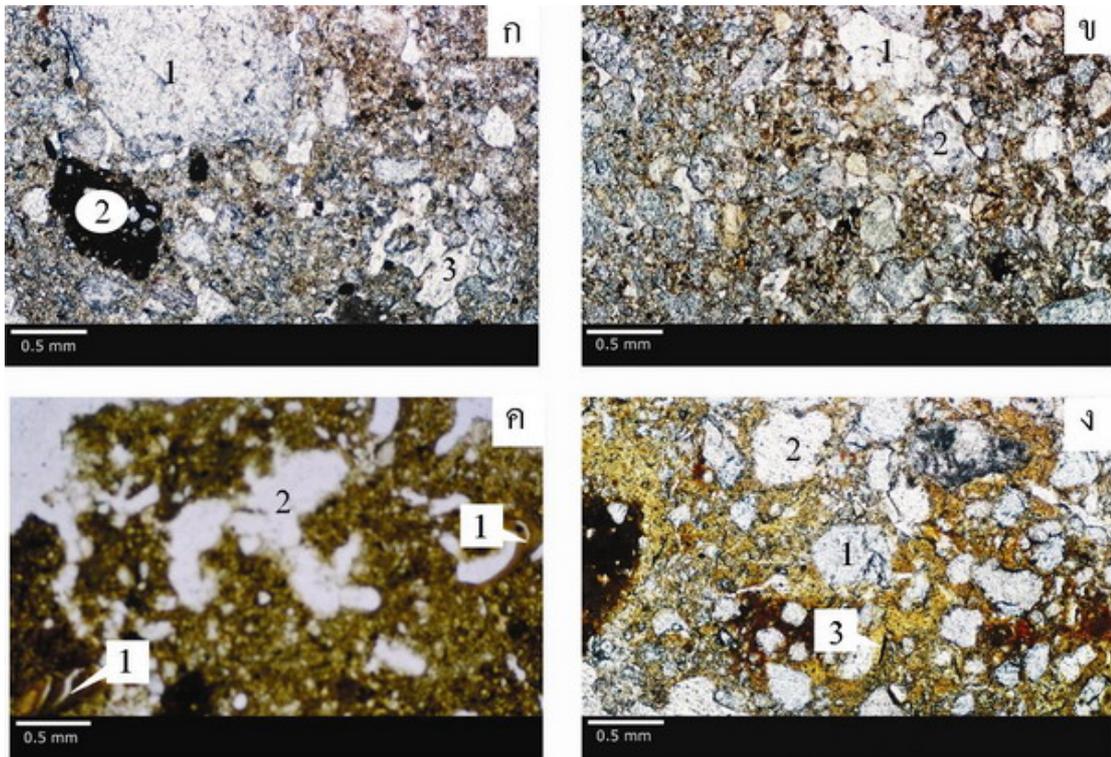
ช่องว่างในดิน พีคอง 1 และพีคอง 2 จะเป็นแบบช่องว่างมีรูปร่างไม่แน่นอน (sughs) พีคอง 3, 4 และ 6 ช่องว่างในดินมีปริมาณน้อยมากและเป็นช่องว่างระหว่างเม็ดทราย (simple packing voids) พีคอง 5 มีช่องว่างลักษณะแบนที่เกิดจากการหดตัวของเนื้อดิน (planar voids) ดินบนพีคอง 1 และพีคอง 2 มีอนุภาคหยาบต่ำกว่าอนุภาคละเอียด ส่วนในพีคอง 3, 4, 5 และ 6 มีอนุภาคละเอียดต่ำกว่าอนุภาคหยาบ ในอนุภาคหยาบจะพบควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก มีขนาดทรายแป้งละเอียดถึงทรายหยาบ มีรูปร่างค่อนข้างเหลี่ยม (subangular) ถึงค่อนข้างกลม (subrounded) นอกจากนี้ในพีคอง 2 พบชิ้นส่วนของหินควอร์ตไซต์ และแร่ไมกา ปริมาณน้อย พบเฟลด์สปาร์ ปริมาณน้อยมาก พีคอง 4 พบแร่ทัวร์มาลีน ปริมาณน้อยมาก พีคอง 6 พบชิ้นส่วนของหินแกรนิต ควอร์ตไซต์ และหินดินดาน ปริมาณน้อย และแร่ไมกาปริมาณน้อยมาก ส่วนอนุภาคละเอียดเป็นอนุภาคขนาดดินเหนียวถึงทรายแป้งละเอียด พีคอง 1 อนุภาคละเอียดสีน้ำตาล พีคอง 2 สีน้ำตาลเข้ม พีคอง 3 สีน้ำตาลปนเหลืองถึงน้ำตาล พีคอง 4 สีเหลืองอ่อนถึงน้ำตาลปนเหลือง พีคอง 5 สีเหลืองอ่อน และพีคอง 6 มีสีน้ำตาลปนเทา ปนอยู่กับอินทรีย์วัตถุขนาดเล็ก และพบเศษชิ้นส่วนของพืชในพีคอง 1, 2 และพีคอง 4

มวลพื้น (groundmass) ของดินบนในพีคอง 1, 2, 5 และพีคอง 6 จะเป็นแบบที่ องค์ประกอบเป็นแร่ดินเหนียว และอนุภาคดินเหนียวกระจุกกระจาย (stipple-speckled b-fabric) มวลก้อนกลมของเหล็กและแมงกานีสที่จับกันปานกลางถึงแน่นมาก (manganiferrous impregnative nodules) พีคอง 3 และพีคอง 4 เป็นแบบที่องค์ประกอบขนาดละเอียดของดินไม่แยกจากกัน (undifferentiated b-fabric) ดินบนมีความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับอนุภาคละเอียด เป็นแบบที่อนุภาคหยาบบรรจุอยู่ในเนื้อดินที่ต่อเนื่องกันของอนุภาคขนาดละเอียด (porphyric) ในพีคอง 1, 2, 5 และพีคอง 6 พีคอง 3 มีความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับอนุภาคละเอียดแบบที่



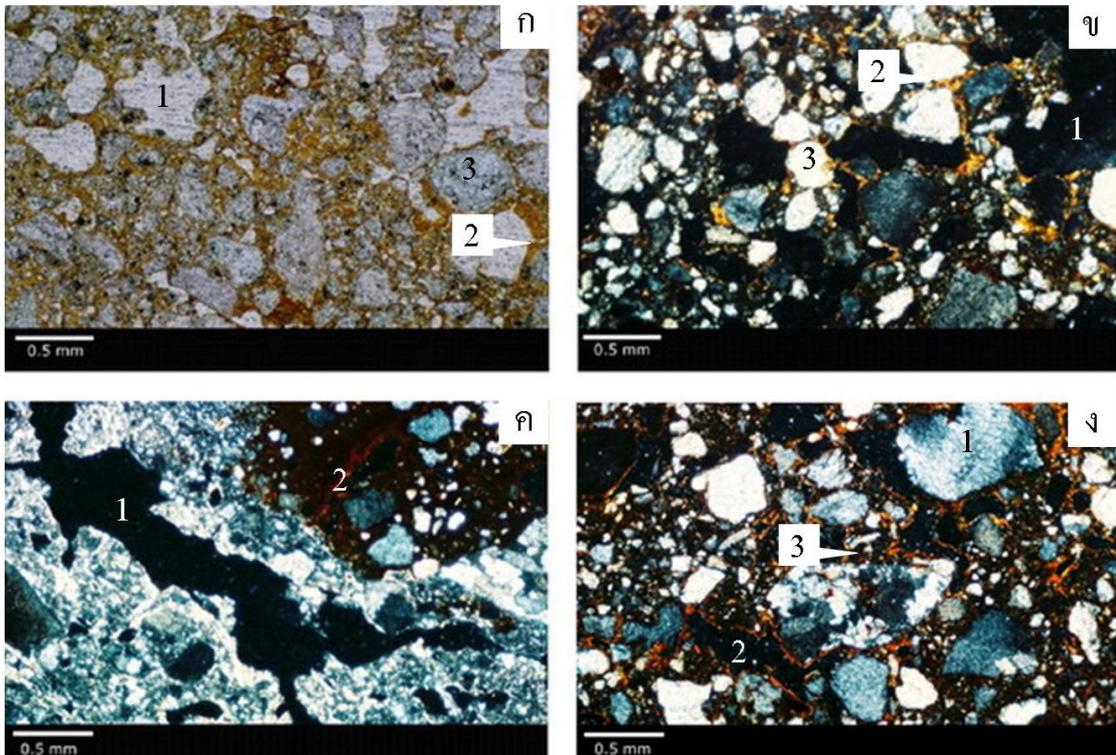
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของพืดอน 1 และ 2 ภายใต้สภาวะ cross nicols

- ก. ช่องว่างในดิน (1) subrounded quartz (2) subangular quartz (3) ของพืดอน 1  
ชั้น Ap ช่วงความลึก 0-20 เซนติเมตร
- ข. ช่องว่างในดิน (1) subrounded quartz (2) subangular quartz (3) ของพืดอน 1  
ชั้น 2Bg1 ช่วงความลึก 99-120 เซนติเมตร
- ค. เศษชิ้นส่วนของพีซ (1) ช่องว่างในดิน (2) ของพืดอน 2 ชั้น Ap ช่วงความ  
ลึก 0-20 เซนติเมตร
- ง. ช่องว่างในดิน (1) subrounded quartz (2) manganiferrous impregnative  
s-matrix (3) ของพืดอน 2 ชั้น Btg1 ช่วงความลึก 20-42 เซนติเมตร



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะทางจุลทรรศน์ฐานวิทยาของพีคอน 2, 3, 5 และ 6 ภายใต้สภาพ plane light

- ก. Subangular quartz (1) manganiferrous impregnative s-matrix (2) ช่องว่างในดิน (3) ของพีคอน 5 ชั้น Ap ช่วงความลึก 0-30 เซนติเมตร
- ข. ช่องว่างในดิน (1) subangular quartz (2) ของพีคอน 6 ชั้น Ap ช่วงความลึก 0-25/30 เซนติเมตร
- ค. Clay infilling (1) ช่องว่างในดิน (2) ของดินพีคอน 2 ชั้น Btg3 ช่วงความลึก 67-92 เซนติเมตร
- ง. Subrounded quartz (1) ช่องว่างในดิน (2) ดินเหนียวเคลือบที่ผนังช่องว่างดิน (3) ของพีคอน 3 ชั้น Btc ช่วงความลึก 170-200 เซนติเมตร



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะทางจุลทรรศน์ฐานวิทยาของพีดอน 3, 4 และ 6 ภายใต้สภาพ plane light และ cross nicols

- ก. ช่องว่างในดิน (1) การเคลือบของดินเหนียวตามผนังช่องว่าง (2) subrounded quartz (3) ของพีดอน 3 ชั้น Bt3 ช่วงความลึก 69–100 เซนติเมตร ภายใต้สภาพ plane light
- ข. ช่องว่างในดิน (1) สะพานเชื่อมดินเหนียวระหว่างแร่ควอตซ์ (2) subrounded quartz (3) ของพีดอน 3 ชั้น Bt5 ช่วงความลึก 126–145 เซนติเมตร ภายใต้สภาพ cross nicols
- ค. ช่องว่างในดิน (1) manganiferrous impregnative s-matrix (2) ของพีดอน 4 ชั้น 2Bt5 ช่วงความลึก 121–143 เซนติเมตร ภายใต้สภาพ cross nicols
- ง. Subrounded quartz (1) ช่องว่างในดิน (2) สะพานเชื่อมดินเหนียวระหว่างแร่ควอตซ์ (3) ของดินพีดอน 6 ชั้น Bt3 ช่วงความลึก 30–50 เซนติเมตร ภายใต้สภาพ cross nicols

อนุภาคเย็ดล้อมรอบอนุภาคหยาบ (chitonic) ส่วนพืดอน 4 มีมีความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับอนุภาคละเอียดแบบที่อนุภาคหยาบถูกยึดไว้ด้วยอนุภาคนาละเอียด (gefuric)

ลักษณะในพืดอน 1, 3 และ 6 ไม่พบสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเกิดทางดิน (pedofeature) พืดอน 2 พบมวลก้อนกลมของแมงกานีสรวมตัวกับเหล็กปานกลางถึงแน่นมาก ในพืดอน 4 พบพื้นเนื้อที่เกิดจากการรวมตัวกันปานกลางถึงแน่นมากของแมงกานีสและเหล็ก (manganiferrous impregnative s-matrix) พืดอน 5 พบพื้นเนื้อที่เกิดจากการรวมตัวกันปานกลางถึงแน่นมากของคาร์บอเนต (carbonate impregnated s-matrix) และพบการเคลือบของแมงกานีสออกไซด์บนมวลก้อนกลมของคาร์บอเนต

ชั้นดินล่างส่วนใหญ่จะมีลักษณะโครงสร้างขนาดเล็กคล้ายกับชั้นในดินบน ยกเว้นในพืดอน 1 ชั้น 2Bg1 และ 3Bg4 ที่มีโครงสร้างแบบที่เนื้อดินเป็นอนุภาคทรายเดี่ยว (single grain structure) เกือบทั้งหมด และมีอนุภาคดินเหนียวแทรกอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดทราย พืดอน 4 ชั้น 2Btc1 และ ชั้น 2Bt5 มีโครงสร้างแบบประเภทแตก (crack structure)

พืดอน 1 มีอนุภาคหยาบเพิ่มขึ้นตามความลึก ส่วนในพืดอนอื่น ๆ อนุภาคละเอียดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก สอดคล้องกับผลการศึกษาการแจกกระจายของอนุภาคดิน อนุภาคหยาบประกอบด้วยแร่ควอตซ์ ที่มีรูปร่างค่อนข้างเหลี่ยมถึงค่อนข้างกลมขนาดทรายแป้งถึงทรายนอกจากนี้ยังพบแร่เฟลด์สปาร์และไบโอไทต์ ปริมาณน้อยมากในพืดอน 1 อนุภาคละเอียดในชั้นดินล่าง พืดอน 1 อนุภาคละเอียดมีสีน้ำตาลปนเหลือง พืดอน 2 อนุภาคละเอียดมีสีน้ำตาล และสีน้ำตาลถึงน้ำตาลปนแดง ตั้งแต่ชั้น Btg5 ลงไปตามความลึก พืดอน 3 อนุภาคละเอียดมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลปนเหลือง พืดอน 4 อนุภาคละเอียดมีสีเหลืองอ่อนถึงน้ำตาลปนเหลือง มีสีน้ำตาลอ่อนตั้งแต่ชั้น 2Btc1 ลงไป พืดอน 5 อนุภาคละเอียดมีสีเหลืองอ่อน และพืดอน 6 อนุภาคละเอียดมีสีน้ำตาลปนเทา รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับอนุภาคละเอียดของดินส่วนใหญ่ เป็นแบบอนุภาคหยาบฝังตัวในอนุภาคละเอียดแบบเปิดถึงปิด (open to close porphyric) ยกเว้นพืดอน 1 ชั้น 2Bg1 เป็นแบบที่มีอนุภาคทรายเพียงอย่างเดียว (sand monic) และบางส่วนของอนุภาคหยาบจะถูกยึดด้วยอนุภาคละเอียด (gefuric) พืดอน 2 ชั้น Btg5 จะเป็นแบบที่พบอนุภาคดินเหนียวเพียงอย่างเดียว (clay monic) พืดอน 4 เป็นแบบอนุภาคหยาบถูกยึดด้วยอนุภาคละเอียด มวลพื้นส่วนใหญ่จะเป็นแบบที่องค์ประกอบเป็นแร่ดินเหนียว และอนุภาคดินเหนียวระจัดกระจาย ยกเว้นพืดอน 3 และพืดอน 4 เป็นแบบที่องค์ประกอบขนาดละเอียดของดินไม่แยกจากกัน

ในชั้นดินล่างพบการเคลื่อนย้ายดินเหนียวจากดินชั้นบนลงมาสะสมในดินชั้นล่าง เพิ่มขึ้นตามความลึก โดยพบการเคลือบของดินเหนียว (clay coatings) และการบรรจุ (infill) ในช่องว่าง และพบการเคลือบแบบขนาดเล็ก (microlaminated) ในพีคอน 4 ชั้น Bt1 ซึ่งจัดเป็นชั้นดินล่าง วินิจัยอาร์จิลิก (Buol *et al.*, 2003)

ในชั้นดินล่างพบมวลก้อนกลมของแมงกานีสรวมตัวกับเหล็กที่จับตัวกันปานกลางถึงแน่นมาก ในพีคอน 1 ชั้น 2Bg1 พบพื้นเนื้อที่รวมตัวกันปานกลางถึงแน่นมากของแมงกานีสและเหล็ก ในพีคอน 2 และของชั้น 2Btc1 พีคอน 4 พบพื้นเนื้อที่รวมตัวกันปานกลางถึงแน่นของคาร์บอเนต (carbonate impregnated s-matrix) ในชั้น Bt 1 พีคอน 5 และพีคอน 6 และพบมวลก้อนกลมของเหล็กออกไซด์ที่รวมตัวปานกลางถึงแน่นในชั้น Bt3 การที่พบมวลก้อนกลมของแมงกานีสและเหล็กในดิน แสดงว่าดินมีการขังน้ำและมีช่วงแห้งอย่างชัดเจน (Bullock *et al.*, 1985; Buol *et al.*, 2003)

จากการศึกษาลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาของดิน เมื่อพิจารณาพร้อมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนาม ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางแร่วิทยาของดิน พบว่าส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ในอนุภาคหยาบมีควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการแจกกระจายของอนุภาคดิน ควอตซ์ที่พบมีรูปร่างเหลี่ยมถึงค่อนข้างกลม แสดงว่าวัตถุดิบกำเนิดดินถูกเคลื่อนย้ายมาโดยอิทธิพลของน้ำ และถูกพัดพามาทับถมบริเวณที่ไม่ไกลจากแหล่งกำเนิดมากนัก (เอิบ, 2548; Buol *et al.*, 2003) และสอดคล้องกับผลการศึกษาทางแร่วิทยาของดินที่พบแร่ควอตซ์ในอนุภาคนขนาดดินเหนียวและในอนุภาคนขนาดทรายแป้ง

ลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนามของดิน และลักษณะทางกายภาพของดิน ที่พบไม่เป็นอุปสรรคต่อการปลูกถั่ว

### 3. สมบัติทางกายภาพของดินที่ศึกษา

#### 1. การแจกกระจายของขนาดอนุภาคและชั้นเนื้อดิน

ผลการศึกษาการแจกกระจายของอนุภาคนขนาดต่าง ๆ ดังภาพที่ 6 พบว่าดินส่วนใหญ่มีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบอยู่ในพิสัย 28 – 911 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพีคอน 1 ถึง พีคอน 6 มี

อนุภาคทรายอยู่ในพิสัย 282 – 911, 28 – 186, 550 – 789, 386 – 673, 112 – 316, และ 584 – 694 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และลักษณะการแจกกระจายของทรายมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ยกเว้นพีคอน 1 ที่การแจกกระจายของทรายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ในชั้นที่มีความไม่ต่อเนื่องทางธรณีวิทยา (lithologic discontinuity) (Soil Survey Division Staff, 1993)

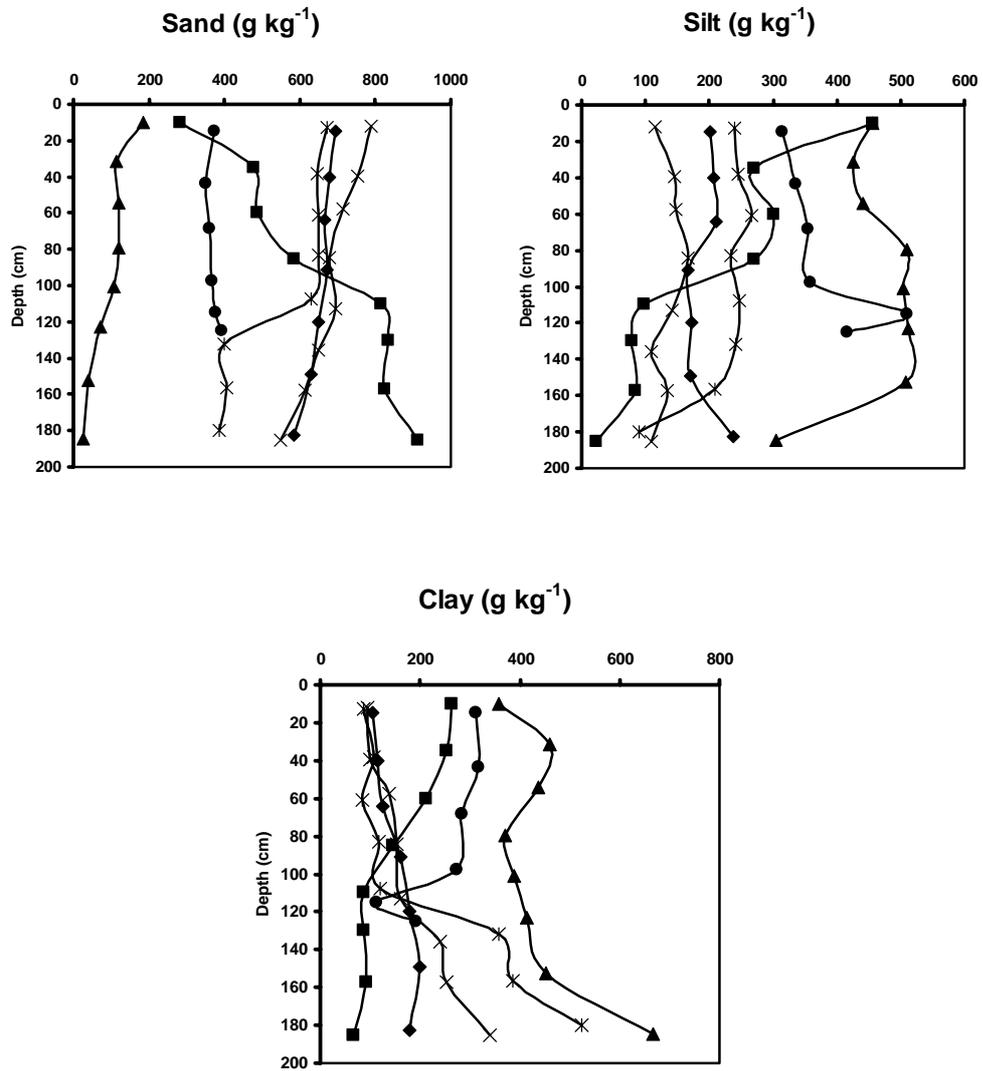
การแจกกระจายของอนุภาคขนาดทรายเป็งในชั้นดินต่าง ๆ ของดินที่ทำการศึกษา พบว่าอยู่ในพิสัย 23 – 512 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพีคอน 1 ถึง 6 มีค่า 23 – 456, 304 – 456, 110 – 167, 90 – 267, 314 – 510 และ 167 – 237 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ลักษณะการแจกกระจายของอนุภาคขนาดทรายเป็ง ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามความลึก

สำหรับการแจกกระจายของอนุภาคดินเหนียวของดินที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในพิสัย 66 – 668 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพีคอน 1 ถึง 6 มีค่าอยู่ในช่วง 66 – 262, 358 – 668, 96 – 341, 87 – 525, 112 – 316 และ 104 – 200 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แนวโน้มของอนุภาคดินเหนียวส่วนใหญ่ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ยกเว้น พีคอนที่ 1 และพีคอน 5 อนุภาคดินเหนียวมีแนวโน้มลดลงตามความลึก

ลักษณะการแจกกระจายของอนุภาคดินในบริเวณต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาพบว่าดินในพีคอน 2, 3, 4 และ 6 มีการเพิ่มขึ้นของดินเหนียวอย่างชัดเจนตามความลึก และมีปริมาณเพียงพอที่จะเป็นชั้นดินวินิจฉัยอาร์จิลิกได้ (Soil Survey Staff, 1996) ส่วนพีคอน 1 มีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบหลัก เนื้อดินเป็นดินทรายจนถึงดินร่วน ซึ่งเป็นให้ดินมีความจุในการอุ้มน้ำต่ำ เนื่องจากช่องว่างในดินเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ ทำให้การระบายน้ำและอากาศดี ทำให้ดินแห้งง่าย และดินมีคุณสมบัติในเชิงการแลกเปลี่ยนต่ำเนื่องจากในดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว และอินทรีย์วัตถุต่ำ (Brady, 1990)

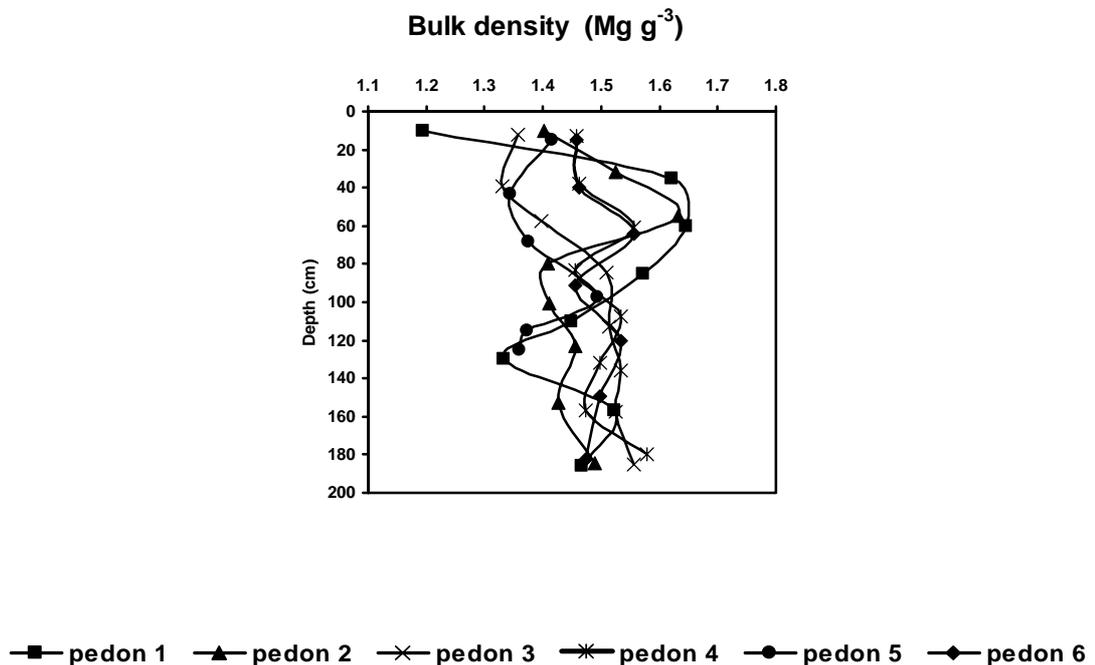
## 2. ความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินของดินที่ทำการศึกษา พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 1.19 – 1.65 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงค่อนข้างสูง (ภาพที่ 7)



—■— pedon 1    —▲— pedon 2    —×— pedon 3    —\*— pedon 4    —●— pedon 5    —◆— pedon 6

ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียวกับความลึกของดินที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดินกับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

ความหนาแน่นรวมของชั้นดินบนของดินที่ทำการศึกษาคือจะอยู่ในช่วง 1.19 – 1.46 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในชั้นดินล่างมีความหนาแน่นรวมสูงกว่าดินบนจะมีค่าอยู่ในช่วง 1.33 – 1.65 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งโดยทั่วไปดินบนมีความหนาแน่นรวมต่ำกว่าดินล่าง เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าและมีการเคลื่อนย้ายดินเหนียวสู่ดินล่าง รวมทั้งการที่ดินมีแนวโน้มที่จะอัดตัวมากขึ้นตามความลึกที่เพิ่มขึ้น (Adam, 1973; Marshall and Holmes, 1979; Brady, 1990)

### 3. ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ ทั้ง 6 พีดอน ซึ่งเป็นการศึกษาเฉพาะดินตอนบนพบว่ามีค่าตั้งแต่ 1.03 – 74.1 เซนติเมตรต่อชั่วโมง มีค่าอยู่ในระดับช้าปานกลางถึงเร็วมาก (O' Neal, 1952)

ดินที่มีเนื้อหยาบจะมีสภาพให้ซึมของน้ำสูงกว่าในดินเนื้อปานกลางหรือเนื้อละเอียด เนื่องจากดินเนื้อหยาบมีความพรุนต่ำ จะระบายน้ำและอากาศได้ดี แต่จะอุ้มน้ำได้น้อย ส่วนดินละเอียดที่มีความพรุนรวมสูงจะระบายน้ำและอากาศได้เร็ว อุ้มน้ำได้มาก (คณาจารย์ภาควิชา

ปฐพีวิทยา, 2544) และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวน้ำนั้นยังขึ้นอยู่กับ โครงสร้างของดิน ชนิดของเนื้อดิน ขนาด รูปร่าง การเชื่อมโยง ความต่อเนื่อง ความคดเคี้ยว ความคงทน และการแพร่กระจายของช่องว่างในดิน (Hillel, 1982)

ลักษณะกายภาพของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 6 บริเวณ เมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดิน จะพบว่าดินส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินบนมีความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับปานกลาง ดินสามารถอุ้มน้ำได้ดี สมบัติทางกายภาพของดินทั้ง 6 บริเวณไม่เป็นอุปสรรคต่อการผลิตลำไย (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

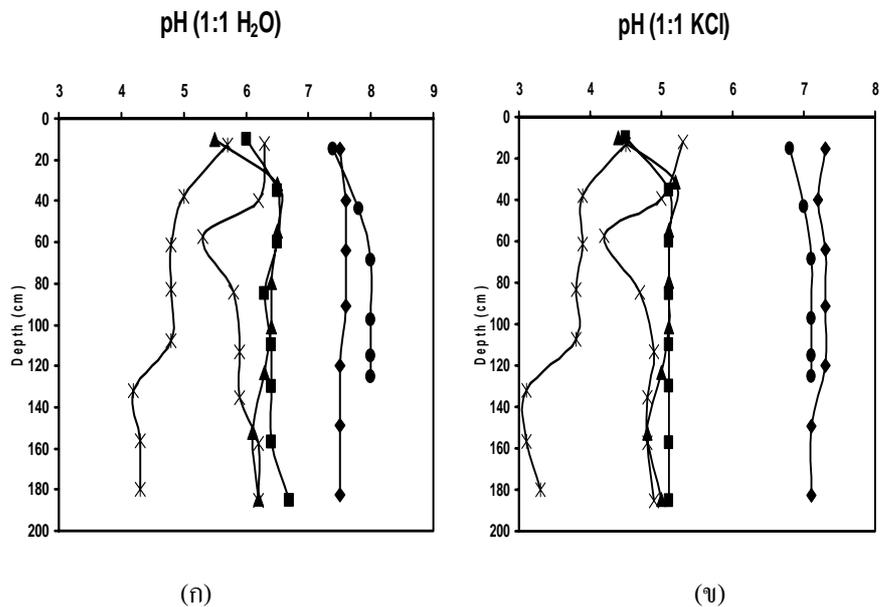
### 3. สมบัติทางเคมี

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา มีดังนี้

#### 1. ปฏิกริยาดิน (pH)

ปฏิกริยาของดินปลูกลำไยที่ทำการศึกษา เมื่อวัดโดยใช้ดินต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 และโดยใช้ดินต่อสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 1 : 1 มีค่าอยู่ในพิสัย 4.2 – 8 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นด่างปานกลาง และในพิสัย 3.1 – 7.1 มีค่าอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากที่สุดถึงเป็นกลาง (ภาพที่ 8 ก และ ข)

ผลการวิเคราะห์ค่าปฏิกริยาดินของดินที่ทำการศึกษาพบว่าดินชั้นบน ของทุกพีดอนมีค่าอยู่ในช่วงเป็นกรดจัดถึงเป็นด่างเล็กน้อย (5.5 – 7.5) ซึ่งระดับค่าของปฏิกริยาดินนี้ยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลำไย (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539) ค่าปฏิกริยาดินที่วัดโดยน้ำมีค่าสูงกว่าที่วัดโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์แสดงว่าดินมีผลลัพท์ของประจุในดินรวมเป็นลบ ซึ่งเป็นธรรมชาติของระบบดินที่ควบคุมโดยอิทธิพลของแร่ดินเหนียวซิลิเกต (Sanchez, 1976) ในพีดอน 6 มีผลต่างของค่าปฏิกริยาดินที่วัดโดยน้ำกับที่วัดโดยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์น้อยมากอาจเนื่องมาจากดินมีปริมาณของดินเหนียวในชั้นดินต่าง ๆ เหล่านี้ น้อย ส่วนพีดอน 3 มีปฏิกริยาดินเป็นกรดมากขึ้นตามความลึก แสดงว่าดินถูกชะละลายประจุบวกที่เป็นต่างออกไปจากหน้าตัดดิน (Buol *et al.*, 2003)



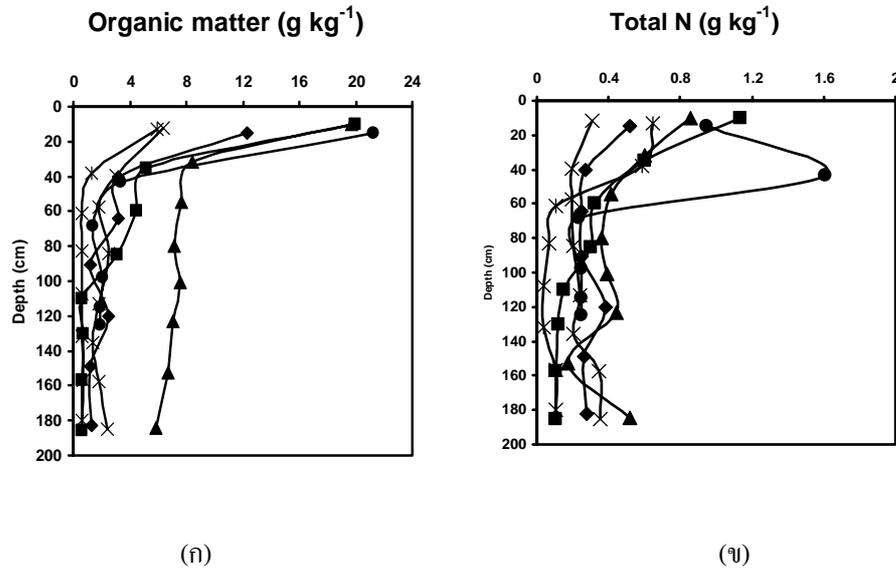
—■— pedon 1    —▲— pedon 2    —×— pedon 3    —\*— pedon 4    —●— pedon 5    —◆— pedon 6

ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปฏิกิริยาดินที่วัดในน้ำ (ก) และค่าปฏิกิริยาดินที่วัดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (ข) กับความลึกของดินที่ศึกษา

## 2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงปานกลาง โดยในดินบนมีค่าอยู่ในพิสัย 6.0 – 21.2 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนดินล่างมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 9 ก)

การที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในชั้นดินบนสูงกว่าดินล่าง เนื่องจากการทับถมของเศษพืชใบไม้ ตลอดจนรากพืช เมื่อสลายตัวจึงทำให้มีการสะสมอินทรีย์วัตถุในดินบน ส่วนในดินล่างมีการสะสมของเศษชิ้นส่วนของพืชน้อยจึงทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า (Virgo and Holmes, 1977)



—■— pedon 1 —▲— pedon 2 —×— pedon 3 —\*— pedon 4 —●— pedon 5 —◆— pedon 6

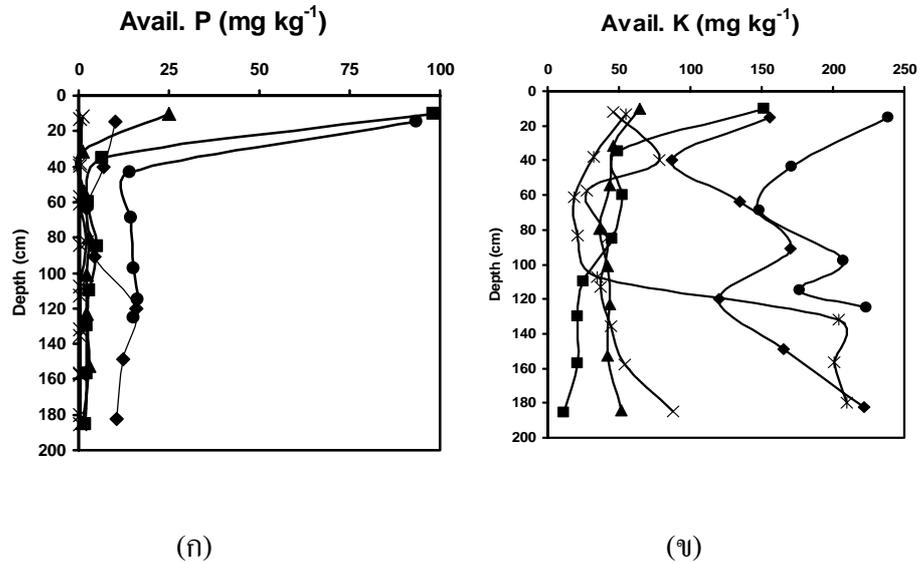
ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ก) และปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

### 3. ปริมาณไนโตรเจนรวม

ปริมาณไนโตรเจนรวมมีค่าต่ำมากถึงสูง โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.03 – 1.61 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 9 ข) ดินบนมีปริมาณไนโตรเจนรวมสูงกว่าดินล่าง และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Brady, 1990) ปริมาณไนโตรเจนรวมนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการปลูกกล้วย (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

### 4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 6 พืดอนพบว่ามีค่าผันแปรมาก มีค่าตั้งแต่ต่ำมากถึงสูงมาก (0.2 – 98.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยมีค่าสูงถึงสูงมากในดินบน และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 10 ก) ดินบนพืดอน 1 และ 5 มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก (98.4 และ 93.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พืดอน 2 มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง (25.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนพืดอน 3 และ 4 มีฟอสฟอรัสที่เป็น



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ก) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

ประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก ส่วนพีดอน 6 มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับดินล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (0.2 – 16.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในพื้นที่ทำการศึกษทั้ง 6 บริเวณมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงถึงสูงมากในดินบน และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกนั้น แสดงว่าฟอสฟอรัสในชั้นดินบนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปฟอสเฟตอินทรีย์ซึ่งมีแนวโน้มมากหรือน้อยตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนในชั้นดินล่างฟอสเฟตที่มีจะเป็นในรูปของฟอสเฟตอนินทรีย์ที่มาจากแร่ในดินที่ผุพัง และเนื่องมาจากระดับค่าปฏิกิริยาของดินในบางพีดอนมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นตามความลึก ทำให้ เหล็กไฮดรอกไซด์หรืออะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ทำปฏิกิริยาจับฟอสเฟตไอออนเกิดเป็นเหล็กฟอสเฟตหรืออะลูมิเนียมฟอสเฟตที่ละลายยากขึ้น (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2544: London, 1991) ในชั้นดินล่างจึงมีความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลำไย (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

## 5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินปลูกลำไยที่ทำการศึกษา อยู่ในระดับต่ำมาก ถึงสูงมาก (11.55 – 238.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในแต่ละหน้าตัดดิน พีดอน 1 และ 2 มีแนวโน้มลดลงตามความลึก พีดอน 3, 4, 5 และ 6 มีแนวโน้มลดลงในตอนกลางของหน้าตัดดินและเพิ่มขึ้นในตอนล่าง (ภาพที่ 10 ข)

ซึ่งการที่ดินที่ทำการศึกษาร่วมใหญ่ มีปริมาณโพแทสเซียมในชั้นดินบนสูงกว่าชั้นถัดลงไป เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุ ซึ่งมีอยู่มากกว่าชั้นถัดลงไป อินทรีย์วัตถุเป็นสารที่มีความสามารถในการดูดซับธาตุประจุบวกได้ในปริมาณสูง และการสลายตัวของอินทรีย์สารก็จะให้โพแทสเซียมบางส่วน (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2544; Brady, 1984; Greenland and Kowel, 1960; Sanchez *et al.*, 1983) ส่วนในพีดอน 3, 4, 5 และ 6 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นในตอนล่างของหน้าตัดดินเป็นผลมาจากประสิทธิภาพของการชะล้างยังไม่มากพอในดินเหล่านี้ (เอิบ, 2533) ซึ่งโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการปลูกลำไย (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

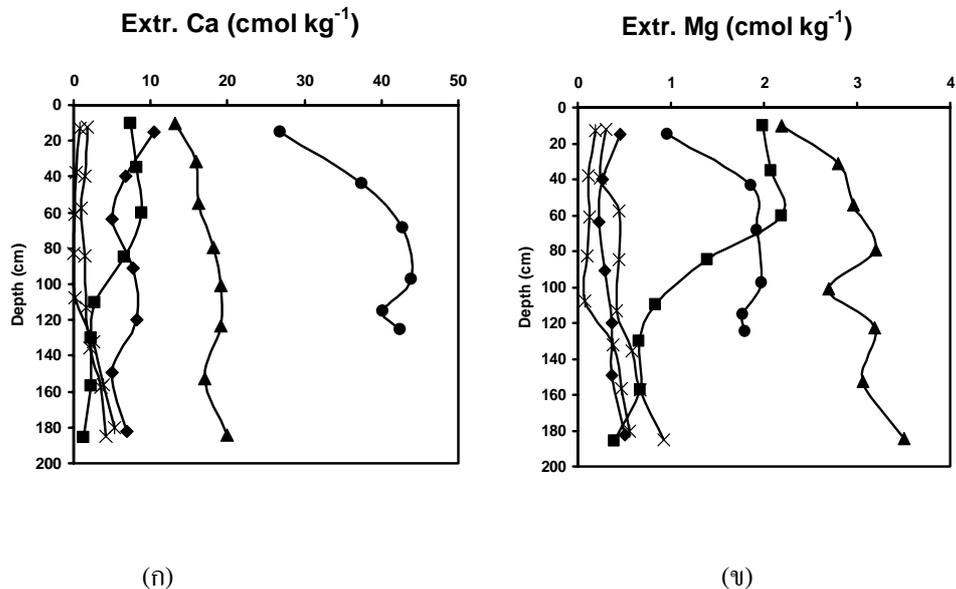
## 6. ปริมาณเบสที่สกัดได้

ปริมาณเบสที่สกัดได้ ได้แก่ธาตุประจุบวกที่เป็นค้างอยู่ในรูปที่สกัดได้ที่ทำการวิเคราะห์ ในการศึกษาครั้งนี้คือ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และโซเดียม

### แคลเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดินที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 0.06 – 43.90 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละหน้าตัดดินดังนี้

พีดอน 1 1.23 – 8.91 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 2 13.41 – 19.99 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 3 1.01 – 4.16 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 4 0.06 – 5.29 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 5 26.85 – 43.90 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และพีดอน 6 5.03 – 10.49 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้กับความลึกใน



—■— pedon 1 —▲— pedon 2 —×— pedon 3 —\*— pedon 4 —●— pedon 5 —◆— pedon 6

ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

แต่ละหน้าตัดดินพบว่า ส่วนใหญ่มีแนวโน้มคงที่ ยกเว้นพีดอน 2 และ 5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (ภาพที่ 11 ก)

จากการที่ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีแนวโน้มคงที่ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกนั้นเนื่องมาจากมีการชะละลายแคลเซียมไอออนในแนวระนาบ (lateral leaching) โดยน้ำ

(Buol *et al.*, 2003)

แมกนีเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.08 – 3.20 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละหน้าตัดดินดังนี้ พีดอน 1 0.39 – 2.19 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 2 2.70 – 3.51 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 3 0.24 – 0.93 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 4 0.08 - 0.55 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 5 0.96 – 1.97 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และพีดอน 6 0.27 – 0.51 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อ

พิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้กับความลึกในแต่ละหน้าตัดดินพบว่า ส่วนใหญ่มีแนวโน้มคงที่ ยกเว้นพีดอน 1 มีแนวโน้มลดลงตามความลึก และพีดอน 2 และ 5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 11 ข)

จากการที่ส่วนใหญ่ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีแนวโน้มคงที่และเพิ่มขึ้นตามความลึกนั้น เนื่องจากการชะละลายจากดินบนลงไปสะสมในดินล่างโดยน้ำ (Buol *et al.*, 2003)

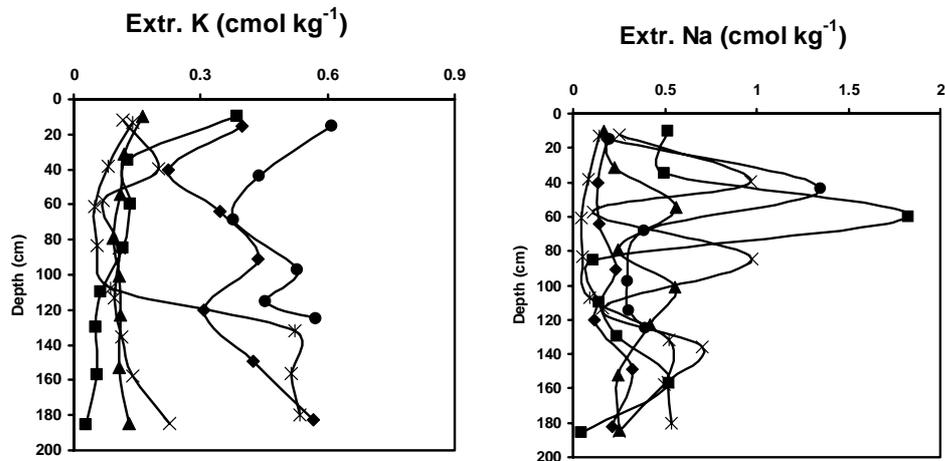
#### โพแทสเซียมที่สกัดได้

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในพิสัย 0.03 - 0.61 เซนติโมลต่อกิโลกรัม มีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงสูง โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละหน้าตัดดินดังนี้ พีดอน 1 0.03 - 0.39 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 2 0.09 - 0.16 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 3 0.09 - 0.20 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 4 0.05 - 0.54 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 5 0.38 - 0.61 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้กับความลึกในแต่ละหน้าตัดดินพบว่า มีแนวโน้มคงที่และเพิ่มขึ้นตามความลึก (ภาพที่ 12 ก)

จากการที่ส่วนใหญ่ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีแนวโน้มคงที่และเพิ่มขึ้นตามความลึกนั้น เนื่องจากการชะละลายจากดินบนลงไปสะสมในดินล่างโดยน้ำ เช่นเดียวกับปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Buol *et al.*, 2003)

#### ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้

ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในพิสัย 0.02 - 1.83 เซนติโมลต่อกิโลกรัม มีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงสูงมาก โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละหน้าตัดดินดังนี้ พีดอน 1 0.05 - 1.83 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 2 0.17 - 0.56 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 3 0.11 - 0.97 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 4 0.02 - 0.46 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พีดอน 5 0.20 - 1.35 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และพีดอน 6 0.12 - 0.23 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณโซเดียมที่สกัดได้กับความลึกในแต่ละหน้าตัดดินพบว่า มีแนวโน้มไม่แน่นอน เนื่องจากโซเดียมสามารถละลายและเคลื่อนที่ไปกับน้ำได้ง่าย (ภาพที่ 12 ข)



(ก)

(ข)

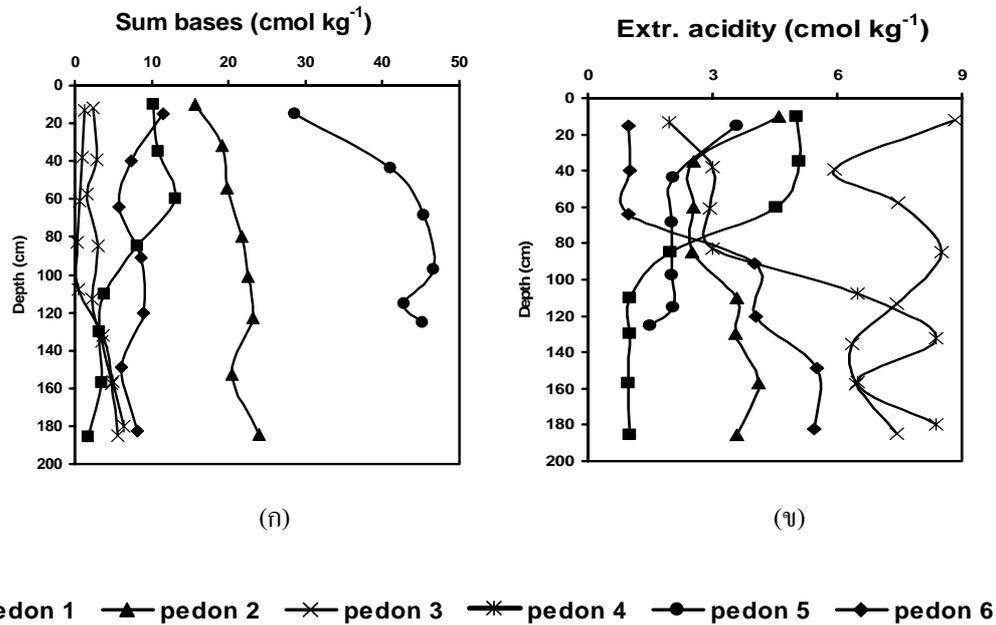
—■— pedon 1 —▲— pedon 2 —×— pedon 3 —\*— pedon 4 —●— pedon 5 —◆— pedon 6

ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา ซึ่งหาได้จากผลรวมของแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียมและโซเดียมที่สกัดได้ มีค่าอยู่ในช่วง 0.38 – 46.70 เซนติโมลต่อ กิโลกรัม ดินบนมีปริมาณเบสรวมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 1.21 – 28.62 เซนติโมลต่อกิโลกรัม

ส่วนดินล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.38 – 46.70 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยทั่วไปมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตามความลึก นอกจากพีดอน 2 และ 5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก (ภาพที่ 12ก)

การที่ในพีดอนที่ 2 และ 5 ปริมาณต่างรวมที่สกัดได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก อาจเนื่องมาจากอิทธิพลการชะละลายยังไม่เต็มที่ ทำให้มีการสะสมในตอนล่างของหน้าตัดดิน ส่วนในพีดอนที่มีปริมาณเบสรวมมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ เนื่องจากได้รับอิทธิพลของการชะละลายน้อย ทำให้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันในหน้าตัดดิน (Buol *et al.*, 2003)



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (ก) และปริมาณกรดที่สกัดได้ (ข) กับ ความลึกของดินที่ทำการศึกษา

### 7. ปริมาณกรดที่สกัดได้

ปริมาณกรดที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 1.0 - 8.8 เซนติโมลต่อ กิโลกรัม มีค่าอยู่ในพิสัยต่ำถึงค่อนข้างสูง โดยในพีดอนที่ 1, 2 และ 5 ปริมาณกรดที่สกัดได้มี แนวโน้มลดลงตามความลึก พีดอน 3 มีแนวโน้มไม่ชัดเจน พีดอน 4 และ 6 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามความลึก (ภาพที่ 12 ข)

ปริมาณกรดที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา ที่มีแนวโน้มลดลงตามความลึกนั้น แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของการชะลายยังมีไม่มากนัก ยังคงมีธาตุไอออนบวกที่เป็นค้างเหลืออยู่ (ไพบูลย์, 2546) ส่วนในพีดอนที่มีแนวโน้มของปริมาณกรดที่สกัดได้เพิ่มขึ้นตามความลึกนั้น แสดงว่าดินมีการชะล้างมากทำให้เกิดการแทนที่ของประจุบวกต่าง ๆ ด้วยไฮโดรเจนไอออนได้มาก (Brady, 1990)

## 8. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน โดยวิธีชะละลายประจุบวกด้วยสารละลาย 1N  $\text{NH}_4\text{OAc}$  (pH 7.0) (Chapman, 1965) ในดินที่ทำการศึกษาทั้ง 6 พืดอน มีค่า 1.00 – 19.61 เซนติโมลต่อกิโลกรัม มีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงปานกลาง โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละหน้าตัดดินดังนี้ พืดอน 1 1.00 – 10.93 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พืดอน 2 12.09 – 19.61 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พืดอน 3 1.99 – 5.93 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พืดอน 4 1.50 – 11.66 เซนติโมลต่อกิโลกรัม พืดอน 5 10.46 – 14.49 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และพืดอน 6 3.25 – 8.49 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 14 ก)

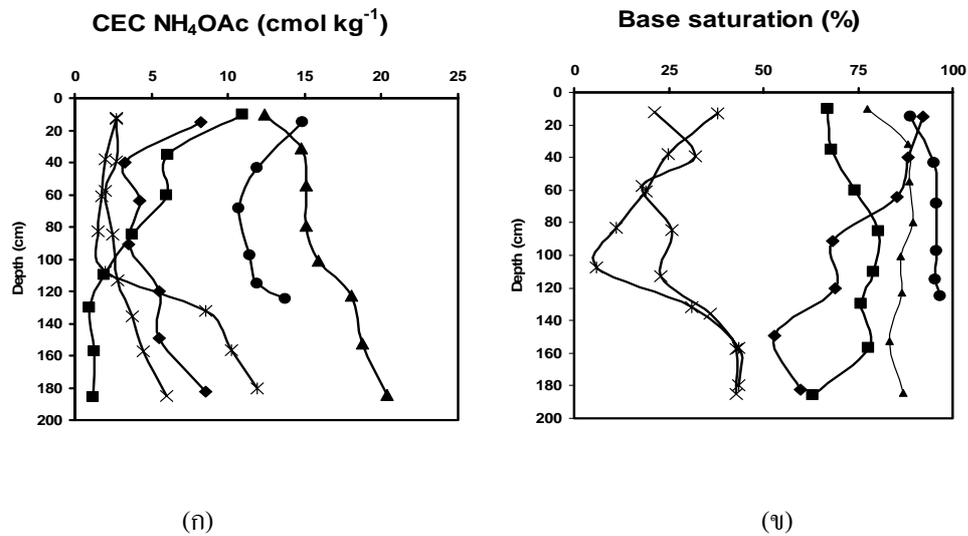
ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ยกเว้นพืดอน 1 มีแนวโน้มลดลงตามความลึก และพืดอน 2 และ 5 มีแนวโน้มลดลงในตอนกลาง แล้วเพิ่มขึ้นตามความลึก

การที่ดินบนในบางพืดอนที่ทำการศึกษามีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบนอยู่น้อย ส่วนในดินล่างมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงกว่าดินบน น่าจะเป็นผลจากอิทธิพลของการเพิ่มขึ้นของปริมาณอนุภาคดินเหนียวในดินล่าง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) และเนื่องจากความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุ และชนิดของแร่ดินเหนียว (Sanchez, 1976; Young, 1976; Brady, 1990)

## 9. อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส

อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสในดินที่ทำการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6 – 97 มีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงสูง โดยมีค่าต่ำสุดถึงสูงสุดในแต่ละหน้าตัดดินดังนี้ พืดอน 1 ร้อยละ 63 – 80 พืดอน 2 ร้อยละ 77 – 90 พืดอน 3 ร้อยละ 18 – 43 พืดอน 4 ร้อยละ 6 – 43 พืดอน 5 ร้อยละ 89 – 97 และพืดอน 6 ร้อยละ 53 – 92 ตามลำดับ (ภาพที่ 14 ข)

แนวโน้มอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินที่ศึกษา ส่วนใหญ่มีแนวโน้มคงที่ ยกเว้นพืดอน 3 มีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นในตอนล่างของหน้าตัดดิน ส่วนพืดอน 4 มีแนวโน้มแปรปรวน



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ก) และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ข) กับความลึกของดินที่ทำการศึกษา

การที่อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินที่ศึกษามีค่าสูงกว่าร้อยละ 35 นั้นแสดงถึงการชะละลายยังไม่เต็มที่ ทำให้ดินยังคงมีธาตุที่เป็นค้างเหลืออยู่มาก โดยเฉพาะในดินล่าง ส่วนในพีดอนที่มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำกว่าร้อยละ 35 นั้นแสดงถึงการเคลื่อนย้ายของธาตุประจุบวกออกไปจากชั้นดินโดยการชะละลาย และธาตุอาหารและองค์ประกอบที่มีกิจกรรมสูงต่าง ๆ จะจำกัดอยู่ในเขตรากพืชตอนบนเป็นส่วนใหญ่ (เอิบ, 2533; Buol *et al.*, 2003)

#### 4. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงแร่ของดิน

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณองค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว และอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินที่ศึกษาทั้ง 6 บริเวณ โดยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแร่มาตรฐาน ตามวิธีของ Jackson (1965) แสดงตารางที่ 4

##### 1. องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว

พืดอน 1 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์และอิลไลต์ ปริมาณปานกลาง (20-40%) ถึงสูง (40-60%) พบสเมกไทต์และแร่ควอตซ์ปริมาณเล็กน้อย ตลอดหน้าตัดดิน

พืดอน 2 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์ ปริมาณสูง (40-60%) แร่อิลไลต์และสเมกไทต์ ปริมาณน้อย และพบแร่ควอตซ์และแร่เฟลด์สปาร์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ตลอดหน้าตัดดิน

พืดอน 3 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียว ประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์และอิลไลต์ ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงปานกลาง (20-40%) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก และพบแร่ควอตซ์ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงสูง (40-60%) โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึก

พืดอน 4 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์และอิลไลต์ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงปานกลาง (20-40%) พบแร่สเมกไทต์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ในชั้น 2B<sub>15</sub> ที่ระดับความลึก 170-190 เซนติเมตร เพียงชั้นเดียว พบแร่ควอตซ์ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงเล็กน้อย (<5%) และพบแร่เฟลด์สปาร์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ทุกชั้นดินยกเว้นชั้น 2B<sub>15</sub> ไม่พบแร่เฟลด์สปาร์

พืดอน 5 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียวประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์ปริมาณปานกลาง (20-40%) ถึงสูง (40-60%) แร่อิลไลต์ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงปานกลาง (20-40%) พบแร่สเมกไทต์ปริมาณเล็กน้อยทุกชั้นยกเว้นชั้น Bt<sub>g1</sub> ที่ระดับความลึก 30-57 เซนติเมตร ไม่พบแร่สเมกไทต์ และพบแร่ควอตซ์ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงเล็กน้อย (<5%) โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึก นอกจากนี้พบแร่เฟลด์สปาร์ปริมาณเล็กน้อย (5%) ในชั้น Ap เพียงชั้นเดียว

พืดอน 6 องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียว ประกอบด้วย แร่เคโอลิไนต์ ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงปานกลาง (20-40%) แร่อิลไลต์ปริมาณน้อย (5-20%) ถึงสูง (40-60%) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก พบแร่ควอตซ์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) ถึงน้อย (5-20%) โดยมีแนวโน้มลดลงตามความลึก และพบแร่เฟลด์สปาร์ปริมาณเล็กน้อยทุกชั้นดินยกเว้นชั้น Bt<sub>6</sub> ไม่พบแร่เฟลด์สปาร์

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงแร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียว และในอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 6 บริเวณ

Depth (cm)	Horizon	Clay fraction					Silt fraction		
		Kao	Ill	Smec	Qtz	Fel	Qtz	Fel	Mi
Pedon 1	Aeric Endoaqualf, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic								
0 – 20	Apg	xxx	xxx	tr	tr	-	xxxx	tr	tr
50 – 71	Btg2	xxx	xx	tr	tr	-	xxxx	tr	-
99 – 120	2Bg1	xxx	xx	tr	tr	-	xxxx	tr	tr
171 – 200+	3Bg4	xx	xx	x	tr	-	xxxx	tr	-
Pedon 2	Aeric Endoaqualf, fine, mixed, semiactive, isohyperthermic								
0 – 21	Apg	xxx	x	x	tr	-	xxxx	tr	tr
21 – 42	Btg1	xxx	x	x	tr	-	xxxx	tr	-
67 – 92	Btg3	xxx	x	x	tr	-	xxxx	tr	tr
110 – 136	Btg5	xxx	x	x	tr	-	xxxx	tr	-
169 – 200+	Btg7	xxx	x	x	tr	-	xxxx	tr	-
Pedon 3	Typic Paleustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic								
0 – 33	Ap	x	x	-	xxx	-	xxxx	tr	-
33 – 46	Bt1	x	x	-	xxx	-	xxxx	tr	-
69 – 100	Bt3	xx	xx	-	xx	-	xxxx	tr	-
126 – 145	Bt5	xx	xx	-	x	-	xxxx	tr	-
170 – 200	Btc	xx	xx	-	x	-	xxxx	tr	-
Pedon 4	Typic Plinthustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic								
0 – 26	Ap	x	xx	-	x	tr	xxxx	-	-
26 – 50	Bt1	xx	x	-	x	tr	xxxx	-	-
72 – 94	Bt3	x	xx	-	xx	tr	xxxx	-	-
121 – 143	2Btc1	x	xx	-	x	tr	xxxx	-	-
170 – 190+	2Bt5	xx	xx	tr	tr	-	xxxx	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	Clay fraction					Silt fraction			
		Kao	Ill	Smec	Qtz	Fel	Qtz	Fel	Mi	
Pedon 5	Aquic Haplutoll, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic									
0 – 30	Ap	xx	x	tr	x	tr	xxxx	x	-	
30 – 57	Btg1	xxx	xx	-	tr	-	xxxx	x	-	
57 – 85	Btg2	xx	x	tr	tr	-	xxxx	x	-	
120 – 130+	Btgc	xx	x	tr	tr	-	xxxx	x	-	
Pedon 6	Typic Paleustalf, coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic									
0 – 30	Ap	xx	x	-	x	tr	xxxx	tr	-	
30 – 50	Bt1	x	x	-	x	tr	xxxx	tr	-	
78 – 107	Bt3	xx	xx	-	tr	tr	xxxx	tr	-	
133 – 165	Bt5	xx	xxx	-	tr	tr	xxxx	tr	-	
165 – 200+	Bt6	xx	xxx	-	tr	-	xxxx	tr	-	

หมายเหตุ

xxxx = dominant (>60%)    xxx = large (40–60%)    xx = moderate (20-40%)    x = small (5-20%)

tr = trace (<5%)                      - = not detected

Kao = Kaolinite, Smec = Smectite, Ill = Illite, Qtz = Quartz, Feld = Feldspar, Mi = Mica

## 2. องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคทรายแป้ง

แร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้งของดินที่ศึกษาทั้ง 6 พืดอนพบว่า มีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลักในทุกพืดอน และพบแร่เฟลด์สปาร์อยู่ในปริมาณเล็กน้อยทุกพืดอน ยกเว้นพืดอน 4 พบแร่ควอตซ์เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้พบไมกา ปริมาณเล็กน้อยในพืดอน 1 ชั้น Apg ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และชั้น 2Bg1 ที่ระดับความลึก 99-120 เซนติเมตร และพืดอน 2 ในชั้น Ap ที่ระดับความลึก 0-21 เซนติเมตร และชั้น Btg3 ที่ระดับความลึก 67-92 เซนติเมตร

จากผลการศึกษาเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับสมบัติทางเคมีและปริมาณของอนุภาคดินเหนียว พบว่าการที่พบแร่โอไลท์แสดงถึงการสลายตัวผู้พังที่ค่อนข้างรุนแรง ภายใต้สภาพเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัด (Bryant and Dixon, 1963; Fiskell and Perkins, 1970) และการที่พบแร่โอลิต แสดงว่า วัตถุต้นกำเนิดของดินเป็นหินตะกอน (Buol *et al.*, 2003) และดินยังมีลักษณะการสลายตัวผู้พังไม่มากนัก (Jackson, 1964) ส่วนในอนุภาคขนาดทรายแป้ง มีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลักทำให้ดินมีความร่วน มีการระบายน้ำดี (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2544; Duchaufour, 1998) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางจุลสัมฐานวิทยาของดินที่พบแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลักในอนุภาคหยาบ และสอดคล้องกับสมบัติทางกายภาพของดินที่มีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย แร่ควอตซ์นี้เป็นแร่ที่ทนต่อการสลายตัวสูง (อัญชลี, 2534, Buol *et al.*, 2003) และไม่มีผลต่อการดูดซับธาตุอาหารพืช เมื่อสลายตัวจึงไม่ทำให้ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อลำไยมัก

จะเห็นได้ว่าดินมีคุณสมบัติเชิงแร่วิทยาที่ไม่ส่งเสริมการเก็บกักธาตุอาหารพืชและการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารในดินมากนัก แต่ไม่เป็นอุปสรรคที่สำคัญมากนักต่อการปลูกลำไย (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539)

## 5. การจำแนกดิน

จากการศึกษาลักษณะทางสัมฐานวิทยา จุลสัมฐานวิทยา แร่วิทยา สมบัติทางการภาพและทางเคมีของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 6 บริเวณ สามารถจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Survey Staff, 1999) ดังนี้

## 1. การจำแนกชั้นสูง

พีคอน 1, 2 และ 6 จัดเป็นดินที่มีพัฒนาการของหน้าตัดดินดี มีชั้นดินวินิจัยอาร์จิลิก (argillic horizon) และมีอัตราความอิ่มตัวเบสสูงกว่าร้อยละ 35 จึงจัดอยู่ในอันดับแอลฟิซอลส์ พีคอน 3 และ 4 มีอัตราความอิ่มตัวเบสน้อยกว่าร้อยละ 35 จัดอยู่ในอันดับอัลทิสซอลส์ ส่วนพีคอน 5 จัดอยู่ในอันดับมอลลิซอลส์

การจำแนกในชั้นอันดับย่อย พบว่า พีคอน 1 และ พีคอน 2 มีระบอบความชื้นแบบแควิก (aquic) ในสภาพที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำช่วงระยะเวลาหนึ่ง มีจุดประสีต่าง ๆ ในชั้นดิน จึงจัดอยู่ในอันดับย่อย aqualfs ส่วนพีคอน 3, 4, 5 และ 6 มีระบอบความชื้นแบบอัสติก (ustic) จัดอยู่ในอันดับย่อย ustults ในพีคอน 3 และ 4 ส่วน พีคอน 5 จัดอยู่ในอันดับย่อย ustoll และพีคอน 6 จัดอยู่ในอันดับย่อย ustalf

การจำแนกกลุ่มดิน พบว่า พีคอน 1 และพีคอน 2 จำแนกเป็น Endoaqualfs พีคอน 3 จำแนกเป็น Paleustult พีคอน 4 จำแนกเป็น Plinthustult พีคอน 5 จำแนกเป็น Haplustoll และพีคอน 6 จำแนกเป็น Paleustalf

การจำแนกชั้นกลุ่มดินย่อย พีคอน 1 และ พีคอน 2 จำแนกเป็น Acric Endoaqualf พีคอน 3 จำแนกเป็น Typic Paleustult พีคอน 4 จำแนกเป็น Typic Plinthustult พีคอน 5 จำแนกเป็น Aquic Haplustoll และพีคอน 6 จำแนกเป็น Typic Paleustalf

## 2. การจำแนกชั้นต่ำ

การจำแนกชั้นเนื้อดินพบว่า พีคอน 1 และ พีคอน 5 อยู่ในชั้นเนื้อดิน “Fine loamy” เนื่องจากดินมีเนื้อหยาบแต่มีปริมาณดินเหนียว 18-30 % โดยน้ำหนัก พีคอน 2 อยู่ในชั้นเนื้อดิน “Fine” เนื่องจากมีดินเหนียวน้อยกว่า 60% โดยน้ำหนักในส่วนของดินเนื้อละเอียด ส่วนพีคอน 3, 4 และ 6 จัดอยู่ในชั้นเนื้อดิน “Coarse-loamy” เนื่องจากมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวต่ำกว่า 18% โดยน้ำหนักในส่วนที่เป็นดินเนื้อละเอียด

ชั้นแร่วิทยาจำแนกโดยคิดจากอนุภาคในกลุ่มขนาด 0.02-2 มิลลิเมตร โดยทุกพีคองไม่พบแร่ใดมีปริมาณมากพอจึงจัดเป็นชั้นแร่วิทยา “Mixed”

ชั้นกิจกรรมการแลกเปลี่ยน ไอออนบวก พีคอง 1, 2, 5 และ 6 จัดเป็น semiactive เนื่องจากอัตราส่วนระหว่างความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่อดินเหนียว (%W) มีค่าอยู่ในช่วง 0.24 ถึง 0.40 พีคอง 3 และ 4 จัดเป็น subactive เนื่องจากอัตราส่วนระหว่างความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่อดินเหนียว (%W) มีค่าต่ำกว่า 0.24

ชั้นอุณหภูมิดิน พบว่าทุกบริเวณที่ทำการศึกษามีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 22 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่าและมีความแตกต่างของค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนและฤดูหนาว แตกต่างกันไปไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส จึงจัดอยู่ในชั้นอุณหภูมิดิน Isohyperthermic

#### ชั้นอนุกรมวิธานของดิน

พีคอง 1	Aeric Endoaqualf, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic
พีคอง 2	Aeric Endoaqualf, fine, mixed, semiactive, isohyperthermic
พีคอง 3	Typic Paleustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic
พีคอง 4	Typic Plinthustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic
พีคอง 5	Aquic Haplutoll, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic
พีคอง 6	Typic Paleustalf, coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic

#### 6. ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ตารางที่ 5) โดยใช้หลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน ,2523; เอิบ, 2548) ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมีได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน โดยคิดจากค่าเฉลี่ยของชั้นดินบนและดินล่าง การคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินแสดงในตารางผนวกที่ 10 พบว่าดินที่ทำการศึกษาในดินบนที่ชั้นความลึก 0 – 30 เซนติเมตร พีคอง 1, 2 และ 6 มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง พีคอง 3 และ 4 มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ และในพีคอง 5 มีความอุดมสมบูรณ์สูง ส่วนในชั้นดินล่างที่ระดับความลึก 30

– 100 เซนติเมตร พีคอง 1, 3 และ 4 มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ส่วนพีคอง 2, 5 และ 6 มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

## 7. ผลการประเมินศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย

ข้อมูลจากการศึกษาสภาพทั่วไป ลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติทางกายภาพและเคมี ของดินในบริเวณศึกษา เมื่อนำมาแปลความหมายรวมกับการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ได้ชี้ความเหมาะสมของดินสำหรับการปลูกลำไย ตามวิธีการประเมินความเหมาะสมของดินตามแบบของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1) (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2539) ซึ่งพบว่าดินในพีคอง 1, 4 และ 6 มีความเหมาะสมปานกลาง พีคอง 3 มีความเหมาะสมเล็กน้อย และพีคอง 2 และ 5 มีความเหมาะสมมากในการปลูกลำไย

หน้าตัดดินที่มีความเหมาะสมปานกลางสำหรับลำไย ได้แก่ พีคอง 1, 4 และ 6 มีความจุในการดูดซับธาตุอาหารเป็นข้อจำกัดที่สำคัญ ซึ่งความจุในกาดูดซับธาตุอาหารพิจารณาจากอัตราร้อยละ ความอิ่มตัวเบส และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ส่วนพีคอง 3 มีความเหมาะสมเล็กน้อยต่อการปลูกลำไยโดยมี ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารและความจุในการดูดซับธาตุอาหารเป็นข้อจำกัด

ตารางที่ 5 แสดงการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ทำการศึกษา

พืดอน	ความลึก (cm)	OM		Avail. P		Avail. K		CEC		BS	รวมคะแนน	ระดับความอุดม สมบูรณ์ของดิน	
		g kg <sup>-1</sup>	( )	mg kg <sup>-1</sup>	( )	mg kg <sup>-1</sup>	( )	cmol kg <sup>-1</sup>	( )	%			
1	0 – 30	11.0	(1)	43.3	(3)	90.2	(3)	8.0	(1)	67.6	(2)	10	ปานกลาง
	30 - 100	4.2	(1)	4.9	(1)	48.6	(1)	5.2	(1)	74.3	(2)	6	ต่ำ
2	0 – 30	14.1	(1)	11.4	(2)	55.2	(1)	13.2	(2)	82.8	(3)	9	ปานกลาง
	30 - 100	7.7	(1)	2.0	(1)	41.9	(1)	14.8	(2)	88.9	(3)	8	ปานกลาง
3	0 – 30	6.3	(1)	11.4	(2)	45.8	(1)	11.2	(2)	21.4	(1)	7	ต่ำ
	30 - 100	2.4	(1)	0.2	(1)	44.0	(1)	2.4	(1)	25.3	(1)	4	ต่ำ
4	0 – 30	3.7	(1)	0.4	(1)	43.9	(1)	2.4	(1)	31.5	(1)	5	ต่ำ
	30 - 100	0.8	(1)	0.7	(1)	27.2	(1)	1.8	(1)	18.4	(1)	5	ต่ำ
5	0 – 30	21.2	(2)	93.5	(3)	238.8	(3)	14.5	(2)	88.9	(3)	13	สูง
	30 - 100	2.3	(1)	14.7	(2)	174.0	(3)	11.1	(2)	95.6	(3)	11	ปานกลาง
6	0 – 30	12.3	(1)	10.1	(2)	155.9	(3)	8.2	(1)	92.2	(3)	10	ปานกลาง
	30 - 100	2.4	(1)	4.3	(1)	136.0	(3)	3.7	(1)	80.5	(3)	9	ปานกลาง

หมายเหตุ OM = organic matter, Avail. P = available phosphorus, Avail. K = available potassium, CEC = cation exchange capacity, BS = bases saturation

วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้วิธีให้คะแนน (ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บ ถ้าคะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่าถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คะแนนอยู่ระหว่าง 8 – 12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีคะแนน 13 ถือว่ามีความอุดมสมบูรณ์สูง

ตารางที่ 6 ผลการประเมินศักยภาพดินที่ใช้ปลูกลำไยโดยวิธีการประเมินความเหมาะสมสำหรับพืชเศรษฐกิจ

พืดอน	ระดับความเหมาะสม	ข้อจำกัด
1	เหมาะสมปานกลาง	n
2	เหมาะสมมาก	
3	เหมาะสมเล็กน้อย	n,s
4	เหมาะสมปานกลาง	n
5	เหมาะสมมาก	
6	เหมาะสมปานกลาง	n

หมายเหตุ ข้อจำกัดของการใช้ที่ดิน

s: ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร

n: ความจุในการดูดซับธาตุอาหาร

ที่มา: กองวางแผนการใช้ที่ดิน (2539)

จากผลการประเมินความเหมาะสมของดินที่ใช้ปลูกลำไยพบว่าดินที่ใช้ปลูกลำไยที่มีความเหมาะสมมากนั้น ให้ผลผลิตได้มากกว่าร้อยละ 80 โดยไม่ต้องมีการจัดการดิน และดินที่มีความเหมาะสมปานกลาง นั้นคือดินที่มีความสามารถที่จะให้ผลผลิตอยู่ในช่วงร้อยละ 40 – 80 และถ้าต้องการให้ปริมาณผลผลิตสูงขึ้น จำเป็นต้องมีการจัดการซึ่งสามารถปฏิบัติได้ และมีความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ ส่วนดินที่มีความเหมาะสมเล็กน้อยนั้นถ้าต้องการให้ได้ผลผลิตมากกว่าร้อยละ 80 นั้นจำเป็นการจัดการดินและต้องคำนึงถึงความเหมาะสมด้านเศรษฐกิจ

จากข้อจำกัดต่าง ๆ พบว่าในดินส่วนใหญ่มีข้อจำกัด คือ ความจุในการดูดซับธาตุอาหาร เนื่องจากมีปริมาณดินเหนียวต่ำ รวมถึงดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ เป็นผลให้ดินมีความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ จึงทำให้มีความจุในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

การศึกษาศักยภาพของดินที่ใช้ปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทย ทำการศึกษาโดยใช้ดินเป็นตัวแทน 6 บริเวณ เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลของดินทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วยข้อมูลจากการวิเคราะห์ดินฐานวิทยาศาสตร์และจุลดินฐานวิทยาศาสตร์ ลักษณะเชิงแร่วิทยา สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

บริเวณที่ทำการศึกษา มีสภาพภูมิประเทศเกือบราบถึงลูกคลื่นลอนลาด วัตถุประสงค์กำเนิดดินส่วนใหญ่เป็นตะกอนน้ำพาค่อนข้างใหม่และวัสดุตกค้างจากการผุพังอยู่กับที่และสลายตัวมาจากหินแกรนิต

ดินที่ทำการศึกษาเป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำของดินช้าถึงปานกลาง ผลการศึกษาลักษณะทางจุลดินฐานวิทยาศาสตร์ของดินพบว่ามีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลักของอนุภาคหยาบ มีรูปร่างค่อนข้างเหลี่ยมถึงค่อนข้างกลม ในบางบริเวณพบลักษณะการเคลือบผิวของดินเหนียวในชั้นดินล่าง สมบัติทางกายภาพพบว่า ส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ในชั้นดินล่างจะมีปริมาณของอนุภาคแร่ดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาทางดินฐานวิทยาศาสตร์ของดิน ที่แสดงว่าดินมีพัฒนาการของหน้าตัดดินค่อนข้างดีถึงดี ค่าความหนาแน่นรวมของดินตอนบนมีค่าอยู่ในพิสัย 1.19 – 1.46 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 1.33 – 1.65 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในชั้นดินล่าง สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในระดับช้าปานกลางถึงเร็วมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 1.03 – 74.1 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินพบว่า ค่าปฏิกิริยาดินในเขตรากพืชส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลำไย ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าต่ำมากถึงปานกลาง (0.6 – 21.2 กรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณไนโตรเจนรวมมีค่าต่ำมากถึงต่ำ (0.03 – 1.61 กรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าต่ำมากถึงสูงมาก (0.2 – 98.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก (11.55 – 238.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก (0.06 – 43.90 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง (0.08 – 3.20 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงสูง (0.03 – 0.61 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในช่วงต่ำมาก

ถึงสูงมาก (0.02 – 1.83 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้มีค่าอยู่ในพิสัย 0.38 – 46.70 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ปริมาณกรดที่สกัดได้มีค่าอยู่ในพิสัยต่ำถึงค่อนข้างสูง (1.0 – 8.8 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีค่าอยู่ในช่วงต่ำมากถึงปานกลาง อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6 -97 และจากผลการศึกษาสมบัติทางแร่วิทยาของดิน พบว่าพีคอน 1 และ 2 ประกอบไปด้วยแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว คือ เคโอลิไนต์ อิลไลต์ สเมกไทต์ และควอตซ์ พีคอน 3 ประกอบไปด้วย เคโอลิไนต์ อิลไลต์และควอตซ์ พีคอน 4, 5 และ 6 ประกอบไปด้วย เคโอลิไนต์ อิลไลต์ ควอตซ์และเฟลด์สปาร์

ดินที่ทำการศึกษานี้จำแนกออกได้เป็น 3 อันดับคือ แอลฟิซอลล์ อัลทิซอลล์ และมอลลิซอลล์ โดยมีชั้นอนุกรมวิธานดังต่อไปนี้

พีคอน 1	Aeric Endoaqualf, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic
พีคอน 2	Aeric Endoaqualf, fine, mixed, semiactive, isohyperthermic
พีคอน 3	Typic Paleustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic
พีคอน 4	Typic Plinthustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic
พีคอน 5	Aquic Haplutoll, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic
พีคอน 6	Typic Paleustalf, coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic

ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่าดินส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ส่วนการประเมินศักยภาพของดินโดยวิธีประเมินความเหมาะสมของดินพบว่า ส่วนใหญ่มีความเหมาะสมปานกลางในการปลูกลำไย ยกเว้นพีคอน 2 และ 5 ที่มีความเหมาะสมมากในการปลูกลำไย

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาสมบัติต่าง ๆ ที่สำคัญของดินปลูกลำไย สามารถเสนอแนวทางในการจัดการดินดังนี้

จากการศึกษาดินที่ใช้ปลูกลำไยพบว่า มีข้อจำกัดที่สำคัญคือความจุในการดูดซับธาตุอาหาร และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร แนวทางในการจัดการดินที่เหมาะสมตามศักยภาพของดินนั้นควรจะเน้นการรักษาอินทรีย์วัตถุในชั้นดินบน ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีด้านดิน-ปุ๋ย โดยการใช้ปุ๋ยครบสูตร ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อีกทั้งในการให้ปุ๋ยแต่ละครั้งควรให้ในปริมาณที่น้อยแต่บ่อยครั้ง อีกทั้งต้องคำนึงถึงรูปปุ๋ยที่ใช้ควรอยู่ในรูปละลายช้าหรือปุ๋ยสูตรต่ำ เพื่อเป็นการปรับระดับความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยต่อพืชให้สูงขึ้นและลดระดับการสูญเสียปุ๋ยไป โดยที่พืชไม่สามารถใช้ได้ทันและควรจะมีการจัดการดินอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะรักษาและ/หรือเพิ่มศักยภาพในการผลิตลำไยต่อไป

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กองวางแผนการใช้ที่ดิน. 2536. **แผนที่การใช้ที่ดินภาคเหนือ**. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดิน. 2519. **แผนที่ดินจังหวัดเชียงใหม่** มาตรฐาน 1:100,000. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2524. **แผนที่ดินจังหวัดลำพูน** มาตรฐาน 1:100,000. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรธรณี. 2526. **แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย** มาตรฐาน 1:500,000. กรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ.

เกศินี ระมิงค์วงศ์. 2546. **การจัดจำแนกไม้ผล**. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คณาจารย์ปฐพีวิทยา. 2544. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ปรับปรุงครั้งที่ 9. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จำเนียร ทองพันชั่ง. 2546. **การปลูกลำไย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์เกษตรศาสตร์, นนทบุรี.

นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2529. **การศึกษาลักษณะวินิจฉัยที่สำคัญในพัฒนาการของดินและศักยภาพของดินอันดับอัลฟิซอลส์และอินเซปติซอลส์บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ และ นันทรัตน์ สุขกำเนิด. 2547. **การปลูกและดูแลรักษา**, น. 24-38. **เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 12/2547**. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิพนธ์ ช่อผกา และ ทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2526. การจำแนกและกำหนดลักษณะดินในภาคเหนือของประเทศไทย เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 42. กองสำรวจดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประทุมพร พันเพ็ญ. 2523. การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจากคุณสมบัติทางเคมีบางประการ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 32. กองสำรวจดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์, คุณภู ฌ ถ้ำปาง และ รำไพพรรณ อภิชาติพงษ์ชัย. 2542. **ลำไย: ไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพบุลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. **เคมีของดิน.** คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พาวิน มะโนชัย. 2540. **ลำไย.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กองเกษตรสัมพันธ์, กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พาวิน มะโนชัย และ วินัย วิริยะอลงกรณ์. 2543. พันธุ์ลำไย, น. 12-22. ใน นพดล จรัสสัมฤทธิ์, พาวิน มะโนชัย, นพมณี โทบุญญานนท์, ชีรนุช จันทรัชิต, วินัย วิริยะอลงกรณ์ และ พิชัย สมบูรณ์วงศ์, บรรณาธิการ. **การผลิตลำไย.** ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

ยุทธนา เขาสุมเรรุ ชิติ ศรีตันทิพย์ และ สันติ ช่างเจรจา. 2543. แนวทางการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการผลิตลำไย. **สารแม่ผล 5 (6):** 12-14.

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ. **สถิติภูมิอากาศของภาคเหนือในคาบ 30 ปี (1971–2000).** กองภูมิอากาศ, กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืช. 2546. **ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช: ลำไย.** กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2546/47.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/>, 6 เมษายน 2549.

สุเมธ เกตุวารภรณ์. 2543. การสร้างสวนลำไย, น. 1-5. ใน นพดล จรัสสัมฤทธิ์, พาวิน มะโนชัย, นพมณี โทบุญญานนท์, ชีรนุช จันทระจิต, วินัย วิริยะอลงกรณ์ และ พิชัย สมบูรณ์วงศ์, บรรณาธิการ. การผลิตลำไย. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่, ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2527. การกำเนิดและการจำแนกดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อัญชลี สุทธิประการ. 2534. แร่ในดินเล่มที่ 1, 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรีนรมณ์. 2533. ดินของประเทศไทย ลักษณะการกระจายและการใช้. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2547. บทปฏิบัติการ การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 5. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2548. การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Adam, W.A. 1973. The effect of organic matter on the bulk and true density of some uncultivated podzolic soils. **Soil Sci. J.** 24: 10 – 17.

Bastas, A.P. 2002. Tropical crops, pp. 11-21. In J. Marc and P. Jurgen, eds. **Fruit and Industry Crops** . Agricultural Science and Resource Management in the Tropics and Subtropics, Wintersemester 2002/03 Bonn, Germany.

- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-382. *In* A. Klute, ed. **Methods of soil Analysis. Part 1.** Physical and Mineralogical Methods. 2<sup>nd</sup> ed., Amer. Soc.of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Brady, N.C. 1984. **The Nature and Properties of Soils.** 2d ed., Macmillan Publishing Company, New York.
- \_\_\_\_\_. 1990. **The Nature and Properties of Soils.** 10<sup>th</sup> ed., Macmillan Publishing Company, New York.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Science** 59:39-45
- Brewer, R. 1964. **Fabric and Mineral Analysis of Soil.** John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brindley, G.W. and G. Brown. 1980. **Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification.** Mineralogical Society Monograph. No.5. Spottiswoode Ballantyne Ltd., London.
- Bryant, J.P. and J.B. Dixon. 1963. Clay mineralogy and weathering of red-yellow podzolic soil from quartz mica schist in the Alabama Piedmon. **Clays Clay Miner.** 12: 509-521.
- Bullock, P., N. Fedoroff, A. Jongerius, G. Stoops, T. Turisina, U. Babel, J. Agrilar, H.J. Altemuller, E.A. Fitzpatrick, S.T. Kowalinski, G.K. Rutherford and E.A. Yarilova. 1985. **Handbook for Soil Thin Section Description.** Waine Research, Albrighton, United Kingdom.
- Buol, S.W. 1987. Fertility capability classification system and its utilization, pp. 317-331. *In* International Board for Soil Research and Management (IBSRAM). **Soil Management under Humid Condition in Asia (ASIALAND).** Proceedings of the First Regional

Seminar on Soil Management under Humid Condition in Asia and the Pacific, Khon Kaen, Phisanulok, Thailand, October 13-20, 1986

Buol, S.W., R.J. Southard., R.C. Graham., and P.A. McDaniel. 2003. **Soil Genesis and Classification**, 5<sup>th</sup> ed., Iowa State Press, A Blackwell Publishing Company, Iowa.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. *In*. C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II**. Chemical and Microbiological Properties. Monograph No.9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA

Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis, pp. 545-567. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis Part I**. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy, No.9. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Duchaufour, P. 1998. **Hand Book of Pedology** (translation from French). A.A. Balkema. BR Rotterdam, Netherlands.

Fiskell, J.G.A. and H.F. Perkin. 1970. **Selected Coastal Plain Soil Properties**. South. Coop. Ser. Bull. No.148., Univ. Florida, Gainesville.

Greenland, D.J. and J.M.L. Kowel. 1960. Nutrient content of the most tropical forest of Ghana. **Plant and Soil** 12:154-174.

Hillel, D. 1982. **Introduction to Soil Physics**. Academic Press, New York.

Jackson, M.L. 1964. Chemical composition of soils. pp. 71-141. *In*: F.E. Bear (ed.), **Chemistry of the Soil**. Reinhold Publishing Corp., New York

\_\_\_\_\_. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advanced Course**. Department of Soils, University of Wisconsin, USA

- 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 and Mineralogical Methods . Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- London, J.R. 1991. **Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics.** Paperback Edition. Booker Agriculture International Ltd., New York, USA
- Menzel, C. 2002. **The Lychee Crop in Asia and the Pacific.** Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and The Pacific, Bangkok Thailand.
- \_\_\_\_\_. 2005. **Litchi and Longan: Botany, Production and Uses.** Wallingford Oxfordshire, UK: CABI Publishing.
- \_\_\_\_\_. and B.F. Paston. 1987. Effect of cincturiog on growth and flowering of lychee several seasons in Subtropical Queensland. **Aust. J.of Exp. Agri.** 27:733-738.
- \_\_\_\_\_. B.J. Watson and D.R. Simson. 1989. Longans – a place in Queensland’s horticulture. **Queensland Agriculture Journal** 115: 251-265.
- \_\_\_\_\_. G.A Barry. and D.R., Simpson 1992. Observations on the concentrations of soil nutrients in lychee orchard in subtropical Australia. **Journal of the South African Society of Horticultural Science** 2: 36-40.
- National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Methods Manual.** Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Conservation Service, United States Department of Agriculture.

- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter, pp. 961 – 1010. *In* J.M. Bigham, ed. **Methods of Soil Analysis. Part III. Chemical Methods.** Agronomy No. 5. Amer. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin, USA.
- O’Neal, A.M. 1952. **Pedology** (translation from French). George Allen and Unwin Ltd., London.
- Phillips, R.L., C.W. Campbell, and S.E. Malo, 1994. **The Longan.** Fact Sheet HS-49. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. P.P. 1-2.
- Peech, M. 1945. Determination of exchangeable cation and exchange capacity of soil rapid micromethod utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Science** 59: 25-28.
- \_\_\_\_\_. 1965. Exchange acidity, pp. 905-913. *In*: C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties.** Monograph No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. *In*: C.A. Black, ed. **Methods of soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties.** Monograph No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Sanchez, P.A., 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics.** John Wiley and Sons Inc., New York.
- \_\_\_\_\_. W. Couto and S.W. Buol. 1982. The fertility capability soil classification system : interpretation, application. **Geoderma** 27:283-309.
- \_\_\_\_\_. J.H. Villachica and D.E. Bandy. 1983. Soil fertility dynamics after cleaning a tropical rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47:1171-1178.

- Scholten, J.J. and Chamlong Siriphant. 1973. **Soil and Landforms of Thailand**. Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand.
- Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual**. U.S. Dep. of Agr. Handbook No. 18, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter: a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science** 37:29-35
- \_\_\_\_\_. 1935. An examination of methods for determination organic carbon and nitrogen in soils. **J. Agr. Sci.** 25: 598 – 609.
- Whittig, L.D. 1965. X-ray diffraction technique for minerals identification and mineralogical composition, pp. 671-698. *In*: C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I**. Physical and Mineralogical Methods. Monograph No.9. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Young, A. 1976. **Tropical Soils and Soil Survey**. Cambridge Univ. Press, London.

**ภาคผนวก**

**คำอธิบายหน้าตัดดิน (Soil profile description)**

**Pedon 1**

**I Information on the site**

Profile symbol	: Pedon 1
Soil name	: Mae Sai
Classification	: Aeric Endoaqualf , fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic
Date of examination	: December 24, 2006
Described by	: Irb Kheoruenromne, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Bhannapitch Samrit, Sidtan Chompookaew
Location	: Ban Ban Sam, Tambon Muang Noi, Amphoe Pasang, Changwat Lamphun
Elevation	: Approximately 304 m (MSL)
Map sheet number	: 4745 I                      Coordination : 47 2042893 <sup>E</sup> , 493587 <sup>N</sup>
Landform	
1. Physiographic position	: Semi – recent terrace (low) on intermontane basin
2. Surrounding land form	: Gently undulation
3. Slope on which profile site	: 1%                      Aspect : 135Azi
Land use	: Longan orchard, used to be paddy rice
Annual rainfall	: Approximately 1,300 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural and settlement, banana, coconut, rain tree, bamboo

**II General information on the soil**

Parent material	: Semi – recent alluvium
Drainage	: Moderately well - drained
Permeability	: Moderate

Runoff : Slow  
 Depth of groundwater : Deeper than 2 m at time of sampling

### **III Profile description**

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Apg	0 -20	Brown (10YR 5/3) 80% and many yellowish red (5YR 4/6) 20% mottles; sandy clay loam; strong fine and medium subangular blocky structure; vary hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common very fine, few fine vesicular and fine simple tubular pores; many very fine and fine roots; common traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to Btg1.
Btg1	20 - 50	Brown (10YR 4/3) and many dark reddish brown (5 YR 3/4), dark brown (7.5 YR 3/3) mottles; sandy clay loam; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats on pore walls, few traces of dead roots; common very fine and fine vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; common iron – manganese soft accumulation; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Btg2.
Btg2	50 - 71	Mixed yellowish brown (10 YR 5/4) 50%, grayish brown ( 10 YR 5/2) 10% and many dark brown ( 7.5 YR 3/4) 30%, dark yellowish brown (10 YR 4/6) 5% mottles; sandy clay loam; strong fine medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and ped faces; few very fine and common fine vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; common dark Fe-Mn soft accumulations (7.5 YR 2.5/1) 5%; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Btg3.

Btg3	71 - 99	Mixed yellowish brown (10 YR 5/4) 20%, grayish brown (10 YR 5/2) 10% and dark brown (7.5 YR 3/4) 65%, dark yellowish brown (10 YR 4/6) 3% mottles; sandy clay loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls and ped faces; common faint clay bridges among sand grains; common very fine and few fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; common dark Fe-Mn soft accumulations (7.5 YR 2.5/1) 2%; slightly acid (field pH 6.5); abrupt and smooth boundary to 2Bg1.
2Bg1	99 - 120	Mixed reddish yellow (7.5 YR 6/6) 30%, very pale brown (10 YR 7/3) 10% and dark brown (7.5 YR 3/4) 65%, dark yellowish brown (10 YR 4/6) 3%; sandy loam; moderate weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, non-sticky and non-plastic; common fine mica flakes; common very fine and fine vesicular pores; practically no roots; common vertical sand streaks and few variegated sands; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to 2Bg2.
2Bg2	120 - 143	Mixed pink (7.5 YR 7/4) 30%, very pale brown (10 YR 7/3) 10% and many brown (7.5 YR 4/4) 60% mottles; sandy loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, non-slightly and non-plastic; common fine mica flakes; common very fine and fine vesicular pores; practically no roots; common vertical sand streaks and few variegated sands; neutral (field pH 7.0); clear and smooth boundary to 2Bg3.
2Bg3	143 - 171	Mixed brownish yellow (10 YR 6/6) 30%, light gray (10 YR 7/2) 10% and brown (7.5 YR 4/2) 60% mottles; loamy sand; weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non-sticky and non-plastic; few fine mica flakes; few fine and common medium vesicular pores; practically no roots; few

variegated sands; neutral (field pH 7.0); abrupt and smooth boundary to 3Bg4.

3Bg4 171 – 200+ Mixed strong brown (7.5 YR 5/6) 50%, very pale brown (10 YR 7/3) 30% and reddish brown (5 YR 4/4) 20% mottles; sand; very weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non-slightly and non-plastic; few fine mica flakes; few fine and common medium vesicular pores; practically no roots; few variegated sands; neutral (field pH 7.0).

## Pedon 2

### **I Information on the site**

Profile symbol : Pedon 2

Soil name : Mae Sai

Classification : Aeric Endoaqualf, fine, mixed, semiactive, isohyperthermic

Date of examination : December 25, 2006

Described by : Irb Kheoruenromne, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Bhannapitch Samrit, Sidtan Chompookaew

Location : Ban Ton Hieo, Tambon Yang Nuong Amphoe Saraphi, Changwat Chiang Mai

Elevation : Approximately 296 m (MSL)

Map sheet number : 4846 III      Coordination : 47 2066904<sup>E</sup>, 504499<sup>N</sup>

Landform

1. Physiographic position : Intermontane basin floor
2. Surrounding land form : Gently undulation
3. Slope on which profile site : 1%      Aspect : 90Azi

Land use : Longan orchard

Annual rainfall : Approximately 1,300 mm

Mean temperature : Approximately 26°C

Climate : Tropical savanna

Other : Agricultural, bamboo and jack fruit

## **II General information on the soil**

Parent material : Semi – recent alluvium  
 Drainage : Somewhat poorly drained  
 Permeability : slow  
 Runoff : Slow  
 Depth of groundwater : Deeper than 2 m at time of sampling

## **III Profile description**

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Apg	0 -21	Dark grayish brown (10 YR 4/2) 98% and reddish brown (5 YR 4/4) 2% mottles; clay; strong medium and cracks subangular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; few traces of clay coats; few traces of dead roots and few fine cracks; common very fine and fine vesicular and few fine simple, dendritic tubular pores; many very fine and fine common medium roots; common cracks from surface down to 40 cm; strongly acid (field pH 5.5); clear smooth boundary to Btg1.
Btg1	21 - 42	Dark grayish brown (10 YR 4/2) 60% and brown (7.5 YR 4/4) 35%, black (7.5 YR 2.5/1) 5% mottles; clay; strong fine and medium subangular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; few faint clay coats on pore walls and ped faces; common soft Fe-Mn oxide accumulation; very few very fine, few fine medium vesicular and few fine tubular pores; common very fine and fine medium roots; few fine cracks, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear smooth boundary to Btg2.
Btg2	42 - 67	Mixed brown (10 YR 5/3) 50% , dark gray (10 YR 4/1) 10% and reddish brown ( 5 YR 4/4) 5%, brown ( 7.5 YR 4/4) 30% mottles;

		clay; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; common soft accumulation of Fe-Mn oxides black (7.5 YR 2.5/1) 15%; few very fine, fine vesicular and fine tubular pores; common very fine and fine medium roots; few traces of dead roots, few fine cracks; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Btg3.
Btg3	67 -92	Mixed dark grayish brown (10 YR 4/2) 40%, dark gray (10 YR 4/1) 10% and brown (7.5 YR 4/4) 45%, Fe-Mn 5%; clay; strong fine and medium angular blocky structure; very hard dry, very firm, very sticky and very plastic; common distinct clay coats on pore walls and ped faces; common soft accumulation of Fe-Mn oxides black (7.5 YR 2.5/1) 15%; common very fine and fine vesicular and fine tubular pores; common very fine and fine few medium roots; few traces of dead roots and few fine cracks; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Btg4.
Btg4	92 - 110	Dark grayish brown (10 YR 4/2) 35% and brown (7.5 YR 4/3) 60% Fe-Mn black (7.5 YR 2.5/1) 5% mottles; clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; many distinct clay coats on pore walls and ped faces; few soft Fe-Mn oxide accumulation; few very fine and common fine vesicular and fine tubular pores; few very fine, and fine medium roots; few traces of dead roots and few fine cracks; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Btg5.
Btg5	110 - 136	Gray (10 YR 5/1) 20% and dark yellowish brown (10 YR 4/4) 70%, dark yellowish brown (10 YR 4/6) 10%; clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay coat on pore walls and ped faces; few fine cracks and fine mica flakes; few very fine and fine vesicular and fine tubular pores; few very fine and fine

		roots; few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); gradual and smooth boundary to Btg6.
Btg6	136 - 169	Gray (10 YR 5/1) 20% and dark yellowish brown (10 YR 4/4) 80%; clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay coat on pore walls and ped faces; few fine cracks and very few very fine mica flakes; few very fine and fine vesicular and common fine few medium tubular pores; very fine and fine roots; few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear smooth boundary to Btg7.
Btg7	169 – 200+	Gray (10 YR 5/1) 30% and dark yellowish brown (10 YR 4/4) 70% mottles; clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; many prominent clay coat on pore walls and ped faces; few fine cracks; few very fine and fine vesicular and common fine and few medium tubular pores; very fine and fine roots; very few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5).

### Pedon 3

#### **I Information on the site**

Profile symbol	: Pedon 3
Soil name	: -
Classification	: Typic Paleustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic
Date of examination	: December 25, 2006
Described by	: Irb Kheoruenromne, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Bhannapitch Samrit, Sidtan Chompookaew
Location	: Ban Huay Nam Dib, Tambon Ban Hoang Amphoe Ban Hoang, Changwat Lumphun
Elevation	: Approximately 362 m (MSL)
Map sheet number	: 4745 IV      Coordination : 47 2022925 <sup>E</sup> , 484285 <sup>N</sup>

**Landform**

1. Physiographic position : Upper part of dissected footslope  
 2. Surrounding land form : Undulating  
 3. Slope on which profile site : 5% Aspect : 290Azi
- Land use : Mixed longan and mango orchards
- Annual rainfall : Approximately 1,300 mm
- Mean temperature : Approximately 26 °C
- Climate : Tropical savanna
- Other : Agricultural; banana, tamarind, papaya and settlement

**II General information on the soil**

- Parent material : Colluvium and residuum derived from weathered  
 Drainage : Well drained  
 Permeability : Moderate  
 Runoff : Moderate  
 Depth of groundwater : Deeper than 2 m at time of sampling

**III Profile description**

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Ap	0 -24/33	Mixed brown ( 7.5 YR 4/3) 60% and strong brown ( 7.5 YR 4/6); sandy loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, very sticky and non-plastic; common very fine and fine vesicular pores; common very fine and fine roots; few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear and wavy boundary to Bt1.
Bt1	33 - 46	Yellowish red (5YR 4/6) sandy loam; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, non-sticky and non-plastic; few faint clay coats on pore walls and clay

		bridges among sand grains; very few Fe-Mn soft accumulation; common very fine and fine vesicular pores and few fine simple tubular pores; common very fine, fine roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual and smooth boundary to Bt2.
Bt2	46 - 69	Yellowish red (5 YR 4/6) 90% and dark reddish brown (5 YR 3/3) 10% mottles; sandy loam; strong fine and medium semi angular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, non-sticky and non-plastic; few faint clay coats on pore walls and clay brides among sand grains; one termite nest , few soft Fe-Mn accumulations; common very fine and fine vesicular pores; common very fine, fine roots; common traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to Bt3.
Bt3	69 - 100	Yellowish red (5 YR 4/6) 60% and dark reddish brown (5 YR 3/3) 40% mottles; sandy loam; moderate fine and medium semi angular blocky structure; sticky hard dry, slight friable moist, non-sticky and non-plastic; few faint clay coats on pore walls and few soft Fe-Mn accumulations; common very fine and fine vesicular pores; common very fine and fine roots; common traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Bt4.
Bt4	100 - 126	Yellowish red (5 YR 4/6) 60% and dark reddish brown (5 YR 3/3) 30%, light yellowish brown (10 YR 6/4) mottles; sandy loam; moderate fine and medium semi angular blocky structure; sticky hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and non-plastic; few faint clay coats on pore walls and clay brides among sand grains; common soft Fe-Mn accumulation; few very fine and common fine vesicular pores; few very fine and few very fine and fine roots; few traces of dead roots; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Bt5.
Bt5	126 - 145	Reddish yellow (7.5 YR 6/6) 20% and yellowish red (5 YR 4/6)

		50%, dark reddish brown (5 YR 3/4) 30% mottles; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and non-plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and clay bridge among sand grains; common soft Fe-Mn accumulations; few very fine and common fine vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine root; few traces of dead roots and common patches of Fe oxides accumulations; neutral (field pH 7.0); clear and smooth boundary to Bt6.
Bt6	145 - 170	Mixed Reddish yellow (7.5 YR 6/6), strong brown (7.5 YR 4/6) 20% and yellowish red (5 YR 4/6) 25%, dark red (2.5 YR 3/6) 5%, very dark brown (7.5 YR 2.5/2) 10% mottles; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and clay bridge among sand grains; common soft Fe-Mn accumulations and few variegated sands; few very fine and common fine vesicular and few fine simple tubular pores; very few very fine and fine roots; few Fe-Mn nodules and concretions; neutral (field pH 7.0); abrupt and smooth boundary to Btc
Btc	170 - 200	Mixed Pale brown (10 YR 6/3) 30%, gray (10 YR 5/1) 20% and strong brown (7.5 YR 5/6) 20%, yellowish red (5 YR 4/6) 20%, dark red (2.5 YR 3/6) 2%, brownish yellow (10 YR 6/8) 3% and very dark brown (7.5 YR 2.5/2) mottles; very gravelly sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and on nodule surfaces; some spot of weathered rock; few very fine, fine vesicular and fine simple tubular pores; practically no roots; common Fe oxide and Fe-Mn oxide nodules and concretions; neutral (field pH 7.0).

### **Pedon 4**

#### **I Information on the site**

Profile symbol	: Pedon 4
Soil name	: -
Classification	: Typic Plinthustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic
Date of examination	: December 25, 2006
Described by	: Irb Kheoruenromne, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Bhannapitch Samrit, Sidtan Chompookaew
Location	: Ban Pang Ko Tan, Tambon Nakhon Chedi, Amphoe Pasang, Changwat Lumphun
Elevation	: Approximately 332 m (MSL)
Map sheet number	: 4745 I                      Coordination : 47 2033603 <sup>E</sup> , 486890 <sup>N</sup>
Landform	
1. Physiographic position	: Middle erosional terrace intermontane
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 2%                      Aspect : 250Azi
Land use	: Longan orchard mixed with mango and jack fruit
Annual rainfall	: Approximately 1,300 mm
Mean temperature	: Approximately 26 <sup>o</sup> C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural and settlement

#### **II General information on the soil**

Parent material	: Colluvium over residuum derived from weathered granite
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of groundwater	: Deeper than 2 m at time of sampling

### **III Profile description**

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Ap	0 - 26	Mixed pale brown (10 YR 6/3) 60%, and brown (7.5 YR 5/2) 40%; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, sticky and plastic; few variegated sands; common very fine and fine vesicular pores; many very fine and fine common medium roots; common traces of dead root; slightly acid (field pH 6.5); clear and smooth boundary to Bt1.
Bt1	26 - 50	Light brown (7.5 YR 6/3); sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats on pore walls and clay bridges among sand grains; common variegated sands; common very fine and fine few medium vesicular pores; common very fine and fine roots; common traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to Bt2.
Bt2	50 - 72	Light brown (7.5 YR 6/3) 98% and yellowish brown (10 YR 5/6) 2% mottles; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slight plastic; few faint clay coats on pore walls and clay bridges among sand grains; common variegated sands; common very fine and fine few medium vesicular pores; common very fine and fine roots; few Fe oxides soft accumulations; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to Bt3.
Bt3	72 - 94	Light brown (7.5 YR 6/3) 95% and yellowish brown (10 YR 5/4) 3%, yellowish red (5 YR 5/8) 2% mottles; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slight plastic; few faint clay coats on pore walls and clay bridges among sand grains; common variegated sands; few very fine common fine and few medium vesicular pores; few very fine and fine roots; very few Fe-oxide soft

		accumulation; moderately acid (field pH 6.0); clear and smooth boundary to Bt4.
Bt4	94 - 121	Light gray (10 YR 7/2) 92% and brownish yellow (10 YR 6/8) 2% mottles; slightly gravelly sandy loam; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slight plastic; moderate fine and medium subangular blocky structure; few faint clay coats on pore walls and clay bridges among sand grains; common variegated sands; few very fine and fine medium vesicular pores; very few very fine and fine roots; few iron oxide and Fe-Mn oxide accumulation; strongly acid (field pH 5.5); abrupt and smooth boundary to 2Btc1.
2Btc1	121 - 143	Light gray (10 YR 7/2) 50%, pale red (2.5 YR 6/2) 28% and brownish yellow (10 YR 6/6) 2%, Fe-Mn oxide black (10 YR 2/1) 20% mottle; very gravelly sandy clay; strong medium and course semi-angular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; few variegated sand; few very fine and fine vesicular and fine simple tubular pores; practically no roots; few fine cracks, common white silt patch and common Fe-Mn concretion and nodules; very strongly acid field pH 5.0; gradual and smooth boundary to 2Btc2.
2Btc2	143 - 170	Light reddish brown(2.5 YR 7/3) 60%, weak red (2.5 YR 5/2 )18% and brownish yellow (10 YR 6/6) 2%, Fe-Mn oxide black (10 YR 2/1) 20% mottles; very gravelly sandy clay; strong medium and course semi-angular blocky structure; very hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; few variegated sand and common Fe-Mn concretions and nodules; very few very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; practically roots; few traces of dead roots and common white silt patches; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to 2Bt5.



Annual rainfall	: Approximately 1,300 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna
Other	: Agricultural and settlement

## **II General information on the soil**

Parent material	: Semi-recent alluvium
Drainage	: Somewhat poorly drained
Permeability	: Slow
Runoff	: Slow
Depth of groundwater	: Deeper than 0.8 m at time of sampling

## **III Profile description**

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Ap	0 - 30	Brown 7.5 YR 4/2; slightly gravelly sandy clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; very few variegated sands; few very fine and common fine vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine and fine medium and course roots; common traces of dead roots; neutral (field pH 7.0); abrupt and smooth boundary to Btg1.
Btg1	30 - 57	Reddish yellow 7.5 YR 6/6 and Fe-Mn oxide dark brown ( 7.5 YR 3/2) 10%; slightly gravelly sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, very firm moist, very sticky and very plastic; few faint clay coats on pore walls and ped faces; very few variegated sand and very few very fine cracks; few very fine and common fine vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine medium few course roots; few traces of dead roots; neutral (field pH 7.0); clear and smooth boundary to Btg2.

Btg2	57 - 85	<p>Reddish yellow 7.5 YR 6/6 and Fe-Mn oxide dark brown 7.5 YR 3/2 20% mottles; slightly gravelly clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; few variegated sand and few fine cracks few fine Fe-Mn-CaCO<sub>3</sub> nodules; common very fine and fine vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine few medium roots; common traces of dead roots and few quart fragment; moderately alkaline (field pH 8.0); clear and wavy boundary to Btg3.</p>
Btg3	85 - 110	<p>Reddish yellow 7.5 YR 6/6 and Fe-Mn oxide dark brown 7.5 YR 3/2 30% mottles; gravelly clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; very few variegated sand and many Fe-Mn oxide nodules and calcium carbonate; common very fine and few fine vesicular and simple tabular pores; common very fine and fine very few medium crack; few traces of dead roots; moderately alkaline (field pH 8.0); clear and wavy boundary to Btg4.</p>
Btg4	110 - 120	<p>Strong brown (7.5 YR 5/6) and Fe-Mn oxide CaCO<sub>3</sub> dark brown (7.5 YR 3/2) 60 %; very gravelly sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and nodules surfaces; very few variegated sand and many Fe-Mn oxide nodules and calcium carbonate; common very fine and few fine vesicular and simple tubular pores; common very fine and fine and very few medium crack; few traces of dead roots; moderately alkaline (field pH 8.0); clear and wavy boundary to Btcg.</p>
Btcg	120 – 130+	<p>Strong brown (7.5 YR 5/6) and Fe-Mn oxide CaCO<sub>3</sub> dark brown</p>

(7.5 YR 3/2) 60 %; very gravelly sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, very sticky and very plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and nodules surfaces; many Mn oxide nodules and some Fe-Mn oxide and CaCO<sub>3</sub> nodules; common very fine and fine medium roots; common traces of dead roots; moderately alkaline (field pH 8.0).

### **Pedon 6**

#### **I Information on the site**

Profile symbol	: Pedon 6
Soil name	: -
Classification	: Typic Paleustalf, coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic
Date of examination	: December 26, 2006
Described by	: Irb Kheoruenromne, Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Bhannapitch Samrit, Sidtan Chompookaew
Location	: Ban Ban Wiang, Tambon Wang Phang, King Amphoe Wiang Nong Rong, Changwat Lumphun
Elevation	: Approximately 287 m (MSL)
Map sheet number	: 4745 I                      Coordination : 47 2035736 <sup>E</sup> , 473445 <sup>N</sup>
Landform	
1. Physiographic position	: Top of residual plain
2. Surrounding land form	: Gently undulating
3. Slope on which profile site	: 1%                      Aspect : 180Azi
Land use	: Longan orchard
Annual rainfall	: Approximately 1,300 mm
Mean temperature	: Approximately 26 °C
Climate	: Tropical savanna

Other : Agricultural and settlement; Papaya, guava and home garden crop

## **II General information on the soil**

Parent material : Residuum derived from weathered granite  
 Drainage : Well drained  
 Permeability : Moderate  
 Runoff : Moderate  
 Depth of groundwater : Deeper than 2 m at time of sampling

## **III Profile description**

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Ap	0 - 30	Very dark grayish brown 10 YR 3/2; sandy loam; moderate fine and medium semi angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common variegated sands; common very fine and fine vesicular pores; common very fine and fine medium roots; few charcoal fragments and few traces of dead roots; neutral (field pH 7.0); abrupt and wavy boundary to Bt1.
Bt1	30 - 50	Strong brown (7.5 YR 4/6) 95% and dark brown (7.5 YR 3/2) 5% mottles; sandy loam; moderate fine and medium semi angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; very few faint clay coats on pore walls; few variegated sands; common very fine and fine vesicular pores; few very fine and fine medium roots; few small termite nests and few fine charcoal fragment; neutral (field pH 7.0); clear and smooth boundary to Bt2.
Bt2	50 – 74/78	Strong brown 7.5 YR 4/6; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats on pore walls; few variegated sands; common very fine and fine vesicular pores; few very fine medium roots; some insect's holes

		and large dark root hole slanting across part of horizon; neutral (field pH 7.0); gradual and smooth boundary to Bt3.
Bt3	78 - 107	Yellowish red (5 YR 4/6); sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slight hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and slightly plastic; few faint clay coats on pore walls and ped faces; few variegated sands; few very fine and fine medium vesicular pores; few very fine and fine common medium roots; trace of dead roots and few insipient Fe-Mn oxide soft nodules; neutral (field pH 7.0); gradual and smooth boundary to Bt4.
Bt4	107 - 133	Yellowish red (5 YR 4/6); sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slight hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands; common very fine and fine few medium vesicular pores; few very fine and fine roots; few Fe-Mn oxide coats and few insipient Fe-Mn oxide soft nodules; neutral (field pH 7.0); clear and smooth boundary to Bt5.
Bt5	133 - 165	Mixed yellowish red (5 YR 4/6) and very dark gray (5 YR 3/1) 5% ; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slight hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands; common very fine and fine few medium vesicular pores; few very fine and fine roots; traces of dead roots and few insipient Fe-Mn oxide soft nodules; neutral (field pH 7.0); gradual and smooth boundary to Bt6.
Bt6	165 – 200+	Mixed yellowish red (5 YR 4/6) and very dark gray (5 YR 3/1) 5% ; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slight hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; very few variegated sands and white weathered quartz;

common very fine and fine vesicular pores; few very fine, fine and one coarse roots; few dark rock fragments and insipient Fe-Mn oxide soft nodules; neutral (field pH 7.0).

### คำอธิบายลักษณะทางจุลทรรศน์ฐานวิทยาของดิน

**Pedon 1** Aeric Endoaqualf, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Apg	0 - 20	<p><u>Microstructure</u></p> <p>Vughy structure; voids are mainly vughs of various sizes, and not interconnected; total porosity is about 10% of total area.</p> <p><u>Basic mineral component</u></p> <p>The c/f limit at 10<math>\mu</math>m, ratio of 10:90</p> <p>Coarse fraction: The mineral grains mostly are single quartz grains, silt to fine sand (50 – 250 <math>\mu</math>m), subangular to subrounded, poorly sorted.</p> <p>Fine fraction: Brown, clay to fine silt sized material, dotted and speckled appearance under transmitted light.</p> <p><u>Basic organic component</u></p> <p>Generally are the organic pigment staining to the micromass and punctuations, few plant tissue residues remain in voids.</p> <p><u>Groundmass</u></p> <p>The c/f related distribution pattern is open to close porphyric. The b-fabric of the micromass is stipple speckled b-fabric.</p> <p><u>Pedofeature</u></p> <p>None present</p>
Btg2	50 - 71	<p>The coarse fraction increases, the c/f ratio is 30:70. Few feldspars which are in medium sand size could be observed and few biotite.</p> <p>The pedofeatures, the yellowish brown thick clay coatings and</p>

infillings present about 2% and the amorphous pedofeatures, the mangiferrous nodules, sized 100 – 500 µm, locally impregnated s-matrix covers about 5-7%

2Bg1	99 – 120	<p><u>Microstructure</u></p> <p>Single grains structure and locally bridged grain structure. Voids are simple packing voids, estimated total porosity 30%</p> <p><u>Basic mineral component</u></p> <p>The c/f limit at 10µm, ratio of 98:2</p> <p>Coarse fraction: The mineral grains mainly are single quartz grains, medium sand size, subangular to subrounded, well sorted. Few biotite and very few feldspar.</p> <p>Fine fraction: Very few, pale yellow, partly surrounded or bridged between the mineral grains.</p> <p><u>Basic organic component</u></p> <p>None present.</p> <p><u>Groundmass</u></p> <p>The related distribution pattern is nearly sand monic, very few geyuric. The b-fabric of the micromass is granostriated b-fabric.</p> <p><u>Pedofeature</u></p> <p>Texture pedofeature: Thin clay coatings present on quartz grains, covers about 1% of the area of the thin section</p>
3Bg4	171 – 200+	<p>Similar to 2Bg1 horizon, but clay coatings, yellowish brown in color, increase to cover about 2 – 3% of the area of the thin section.</p>

**Pedon 2**                      Aeric Endoaqualf, fine, mixed, semiactive, isohyperthermic

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Apg	0 - 21	<p><u>Microstructure</u></p> <p>Vughy structure; voids generally are vughs, irregular shape and various size and usually are not interconnected; total porosity is about 15% of total area.</p>

Basic mineral component

The c/f limit at 10 $\mu$ m, ration of 10:90

Coarse fraction: The mineral grains mainly are single quartz grains fine sand to coarse sand size (125 – 700  $\mu$ m), subangular to subrounded, poorly sorted. Few quartzite rock fragments which are in coarse sand size and few mica flakes (muscovite and biotite).

Fine fraction: dark brown, clay to fine silt size material speckled and dotted appearance under transmitted light.

Basic organic component

The amorphous organic fine material are common, few organ residues and living plant tissue residues remain in voids.

Groundmass

The c/f related distribution pattern is open to close porphyric. The b-fabric of the micromass is stipple speckled b-fabric.

Pedofeature

Amorphous pedofeature: The moderately to strongly impregnated manganiferrous nodules, sized up to 1,500  $\mu$ m, sharp to diffuse boundaries present about 5%.

Btg1	21 - 42	Similar to Apg horizon, but the fine fraction is slightly increases. The c/f ratio is 5:95 and clay coat on pore wall. The amorphous pedofeature shows managniferrous impregnated s-matrix, various size and shape, covers about 10%.
Btg3	67 - 92	Similar to Btg1 horizon, but quartz grains generally are in fine sand size. The textural pedofeature shows yellow clay coatings, present about 2% of the area of slide, The weakly to moderately impregnated managaniferrous nodules, decrease to present about 2%.
Btg5	110 - 136	<u>Microstructure</u> Vughy structure, voids mainly are vughs, and few cracks which show planar voids; total porosity is about 10% of total area.

Basic mineral component

The c/f limit at 10 µm, ratio of 2 : 98

Coarse fraction: The mineral grains mostly are single quartz grains, very fine sand size.

Fine fraction: Brown to reddish brown, clay to fine silt size, speckled appearance under transmitted light.

Basic organic components

Few amorphous organic fine material and punctuation.

Groundmass

The c/f related distribution pattern is nearly clay monic, the b-fabric of the micromass is stipple speckled to undifferentiated.

Pedofeatures

Textural pedofeature: The illuvial clay, sometime shows microlaminated present about 5%.

Amorphous pedofeature: Generally are the maganiferrous impregnated s-matrix weakley to moderately impregnated, occupy about 10%.

Btg7      169 – 200+      Similar to Btg5 horizon but the b-fabric of the micromass show mosaic speckled b-fabric to undifferentiated.

**Pedon 3**                      Typic Paleustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic

**Horizon    Depth (cm)    Description**

Apg                      0 - 21

Microstructure

Perlicular grain structure, void mostly are simple packing voids; porosity is about 10%

Basic mineral component

The c/f limit at 10µm, ratio of 95:5

Coarse fraction: Mainly are quartz grains, very fine to coarse sand size (50 – 700 µm) few metamorphic quartz, subangular to subrounded, poorly sorted.

Fine fraction: Yellowish brown to brown, clay to fine silt size, speckled and dotted appearance under transmitted light.

Basic organic component

Few living plant tissue residues, very few amorphous organic fine materials and punctuations.

Groundmass

The c/f related distribution pattern is chitonic. The b-fabric of the micromass is undifferentiated.

Pedofeature

None present.

Bt1	33 - 46	Similar to Ap horizon but the fine fraction is slightly increases, the c/f ratio is 90:10. Fine fraction is yellowish red. Clay coatings, yellowish brown to reddish brown coated on grains cover about 2% of the area of the thin section.
Bt3	69 - 100	Similar to Bt1 horizon, but the fine fraction increase, the c/f ration is 85:15. The c/f related distribution is close porphyric. The textural clay increase to cover 5% of the area of the thin section
Bt5	126 - 145	Similar to Bt3 horizon, but the textural clay is much more increase, to present about 10%.
Btc	170 – 200+	Similar to Bt5 horizon, but sandstone and shale rock fragments, sized up to 5 mm. could be observed and present about 30% of the area of the thin section

**Pedon 4**                      Typic Plinthustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Ap	0 - 26	<p><u>Microstructure</u></p> <p>Bridged grain structure, Quartz grains partially surrounded or bridged by fine material. Voids are simple packing voids. Estimated total void space 15%.</p> <p><u>Basic mineral component</u></p>

The c/f limit at 10  $\mu\text{m}$ , ratio of 95:5

Coarse fraction: The grains at most are single quartz grains, very fine sand to very coarse sand size, angular to subrounded, rare tourmaline, poorly sorted.

Fine fraction: Very few, pale yellow to yellowish brown, clay to fine silt size material, speckled and dotted appearance under transmitted light.

Basic organic component

Very few living plant tissue.

Groundmass

The c/f distribution pattern is geyuric, the b-fabric of the micromass is undifferentiated speckled b-fabric.

Pedofeature

Amorphous pedofeature: The manganiferrous locally impregnated s-matrix covers about 5% of the area of the thin section.

Bt1	26 - 50	Similar to upper horizon, but fine fraction, fine silt size is slightly increase and the manganiferrous locally impregnative s-matrix increase to present about 8%
Bt3	72 - 94	Similar to Bt1 horizons, but the textural clay, limpid aspects, thick coatings and infillings, sometimes show microlaminated, present about 5%
2Btc1	121 - 143	<u>Microstructure</u>

Crack structure, Voids are accommodated planar void and few intrapedal vughs. Estimated porosity about 5 – 10% of total areas.

Basic mineral component

The c/f limit at 10  $\mu\text{m}$ , ratio of 40:60

Coarse fraction: Almost are single quartz grains, silt to coarse sand size, few metamorphic quartz which are in very coarse sand size.

Fine fraction: Light gray, clay to fine silt sized material, limpid appearance under transmitted light.

Groundmass

The c/f related distribution pattern is porphyric, the b-fabric of the micromass is stipple speckled and frequency porostructured.

Pedofeature

Textural pedofeature: About 10% thick clay coatings, pale yellow to yellowish brown in color and limpid aspects.

Amorphous pedofeature: The Manganiferrous impervious s-matrix covers about 20% of the areas of the slide.

2Bt5      170 – 190+      As the overlying horizon.

**Pedon 5**                      Aquic Haplutoll, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
Ap	0 - 30	<p><u>Microstructure</u></p> <p>Subangular blocky structure, grading to granular structure various size peds. Voids are planar voids (100-500 <math>\mu\text{m}</math>) and few vughs. Estimated total porosity 10 – 15% of total areas.</p> <p><u>Basic mineral component</u></p> <p>The c/f limit at 10<math>\mu\text{m}</math>, ratio of 70:30</p> <p>Coarse fraction: Almost are single quartz grains, fine sand to coarse sand size (125 -1,000 <math>\mu\text{m}</math>), few metamorphic quartz, subrounded to subangular, poorly sorted.</p> <p>Fine fraction: Pale yellow, clay to fine silt size material, dotted appearance under transmitted light.</p> <p><u>Basic organic component</u></p> <p>Generally are amorphous organic fine material and punctuations.</p> <p><u>Groundmass</u></p> <p>The c/f related distribution pattern is close porphyric, the b-fabric of the micromass is weakly stipple-speckled b – fabric.</p>

Pedofeature

Amorphous pedofeatures: The carbonated locally impregnated s-matrix various size and shape, occupy about 10% and sometimes have manganese oxide superimposed on these carbonate nodules.

Btg1	30 - 57	Similar to upper horizon, but the crystalline pedofeatures increase to covers about 20%.
Btg2	57 - 85	Similar to Btg1 horizons but The carbonated impregnated s-matrix covers about 60% of the area of the slide
Btcg	120 – 130+	Similar to Btg2 but the amorphous pedofeatures present as manganiferrous impregnative nodules, sized up to 3,000 $\mu\text{m}$ sharp to diffuse boundaries and cover about 20%.

**Pedon 6**           Typic Paleustalf, coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic

<b>Horizon</b>	<b>Depth (cm)</b>	<b>Description</b>
----------------	-------------------	--------------------

Ap	0 - 30	<p><u>Microstructure</u></p> <p>Bridged grain structure, Quartz grains almost surrounded or bridged by the fine material. Voids generally are simple packing void, porosity is about 10% of total areas.</p> <p><u>Basic mineral component</u></p> <p>The c/f limit at 10<math>\mu\text{m}</math>, ratio of 90:10</p> <p>Coarse fraction: The mineral grains mainly are single quartz grains, silt size to very coarse sand size, and generally are angular, few granite, quartzite and shale rock fragments, very few micas (muscovite and biotite), poorly sorted.</p> <p>Fine fraction: Grayish brown, clay to fine silt size material, speckled and dotted appearance under transmitted light.</p> <p><u>Basic organic component</u></p> <p>Few generally are the amorphous organic fine material and punctuations.</p> <p><u>Groundmass</u></p>
----	--------	--

The c/f distribution pattern is close porphyric and the b-fabric of the micromass is weakly stipple speckled to undifferentiated b – fabric.

Pedofeature

None present.

Bt1	30 - 50	The fine material is slightly increases and the c/f ration is approx 80:20. The organic components are decrease. The textural pedofeatures present as yellow to yellowish red clay coatings, thin to thick and cover about 5-7% of the area of the thin section. The crystalline pedofeatures are the carbonate locally impregnated s-matrix and present about 2%.
Bt3	78 - 107	Similar to Bt1 horizon but the fine material is yellowish red in color due to decreasing in the organic components and few iron oxide impregnative nodules, sized 1,500 µm with sharp boundaries could be observed. The crystalline pedofeatures are not present.
Bt5	133 - 165	As Bt3 horizon.
Bt 6	165 – 200+	Similar to upper horizon but the porosity decrease to present about 10% and generally are vughs.

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution			Textural class	Bulk density (Mg m <sup>-3</sup> )	Hydraulic conductivity (cm hr <sup>-1</sup> )
		Sand	Silt	Clay			
		(-----g kg <sup>-1</sup> -----)					
Pedon 1	Aeric Endoaqualf, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic						
0 - 20	Ap <sub>g</sub>	282	456	262	L	1.19	1.03
21 - 50	Btg1	477	271	252	L	1.62	1.45
50 - 71	Btg2	488	301	211	L	1.65	2.18
71 - 99	Btg3	584	270	146	SL	1.57	-
99 - 120	2Bg1	815	98	87	LS	1.45	-
120 - 143	2Bg2	834	79	87	LS	1.33	-
143 - 171	2Bg3	824	85	91	LS	1.52	-
171 - 200+	3Bg4	911	23	66	S	1.47	-
Pedon 2	Aeric Endoaqualf, fine, mixed, semiactive, isohyperthermic						
0 - 21	Ap <sub>g</sub>	186	456	358	SiCL	1.40	1.29
21 - 42	Btg1	114	425	461	SiC	1.53	1.67
42 - 67	Btg2	122	441	437	SiC	1.63	2.38
67 - 92	Btg3	119	511	370	SiCL	1.41	-
92 - 110	Btg4	106	505	389	SiCL	1.41	-
110 - 136	Btg5	73	512	415	SiCL	1.46	-
136 - 169	Btg6	39	509	453	SiCL	1.43	-
169 - 200+	Btg7	28	304	668	C	1.49	-
Pedon 3	Typic Paleustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic						
0 - 24/33	Ap	789	115	96	SL	1.36	56.60
33 - 46	Bt1	754	146	100	SL	1.33	33.50
46 - 69	Bt2	715	148	137	SL	1.40	53.90
69 - 100	Bt3	679	167	153	SL	1.51	-
100 - 126	Bt4	696	143	162	SL	1.51	-
126 - 145	Bt5	649	110	241	SCL	1.53	-
145 - 170	Bt6	614	134	252	SCL	1.53	-
170 - 200	Btc	550	110	341	SCL	1.56	-

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution			Textural class	Bulk density (Mg m <sup>-3</sup> )	Hydraulic conductivity (cm hr <sup>-1</sup> )
		Sand	Silt	Clay			
(-----g kg <sup>-1</sup> -----)							
Pedon 4	Typic Plinthustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic						
0 -26	Ap	673	240	87	SL	1.46	24.90
26 -50	Bt1	646	246	108	SL	1.46	23.70
50 -72	Bt2	650	267	83	SL	1.56	74.10
72 -94	Bt3	650	233	117	SL	1.46	-
94 -121	Bt4	631	248	121	SL	1.53	-
121 - 143	2Btc1	401	242	358	CL	1.50	-
143 - 170	2Btc2	404	209	386	CL	1.47	-
170-190+	2Bt5	386	90	525	C	1.58	-
Pedon 5	Aquic Haplutoll, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic						
0 - 30	Ap	375	314	311	CL	1.41	24.70
30 - 57	Btg1	349	335	316	CL	1.34	52.10
57 - 80/85	Btg2	361	355	283	CL	1.38	54.20
85 - 110	Btg3	368	359	274	CL	1.49	-
110 - 120	Btg4	378	510	112	SiL	1.37	-
120-130+	Btcg	393	415	192	L	1.36	-
Pedon 6	Typic Paleustalf, coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic						
0 - 25/30	Ap	694	202	104	SL	1.46	43.90
30 - 50	Bt1	677	207	116	SL	1.46	34.80
50 - 74/78	Bt2	665	211	125	SL	1.56	73.10
78 - 107	Bt3	671	167	162	SL	1.46	-
107 - 133	Bt4	648	173	179	SL	1.53	-
133 - 165	Bt5	630	170	200	SL	1.50	-
165-200+	Bt6	584	237	179	SL	1.47	-

หมายเหตุ L = loam, LS = loamy sand, S = sand, SCL = sandy clay loam, SiCL = silty clay loam, SiC = silty clay, C = clay, SL = sandy loam, CL = clay loam, SiL = silt loa

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		O.M. (.....g kg <sup>-1</sup> .....)	Total N	Avai. P (.....mg kg <sup>-1</sup> .....)	Avai. K	Extractable bases				Sum bases	Extr. acidity	CEC by sum	CEC NH <sub>4</sub> OAc	BS by sum (%)
		H <sub>2</sub> O	KCl					Ca	Mg	K	Na					
(.....cmol kg <sup>-1</sup> .....)																
Pedon 1	Aeric Endoaqualf, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic															
0-20	Apg	6.0	4.5	20.0	1.14	98.4	151.4	7.36	1.99	0.39	0.51	10.26	5.0	15.29	10.93	67.1
21-50	Btg1	6.5	5.1	5.1	0.60	6.5	49.4	8.16	2.07	0.13	0.49	10.85	5.1	15.93	6.09	68.1
50-71	Btg2	6.5	5.1	4.4	0.32	2.6	52.3	8.91	2.19	0.13	1.83	13.06	4.5	17.58	6.00	74.3
71-99	Btg3	6.3	5.1	3.1	0.30	5.0	44.9	6.57	1.39	0.11	0.11	8.19	2.0	10.19	3.79	80.4
99-120	2Bg1	6.4	5.1	0.6	0.15	3.0	25.2	2.72	0.83	0.06	0.14	3.76	1.0	4.76	1.89	79.0
120-143	2Bg2	6.4	5.1	0.7	0.12	2.3	20.9	2.20	0.66	0.05	0.24	3.15	1.0	4.15	1.00	76.0
143-171	2Bg3	6.4	5.1	0.6	0.10	2.3	21.1	2.25	0.67	0.05	0.52	3.49	1.0	4.48	1.25	77.9
171-200+	3Bg4	6.7	5.1	0.6	0.10	1.8	11.6	1.23	0.39	0.03	0.05	1.70	1.0	2.70	1.24	62.9
Pedon 2	Aeric Endoaqualf, fine, mixed, semiactive, isohyperthermic															
0-21	Agp	5.5	4.4	19.7	0.85	25.1	64.1	13.14	2.19	0.16	0.17	15.66	4.6	20.26	12.09	77.3
21-42	Btg1	6.5	5.2	8.5	0.60	1.2	46.2	15.95	2.80	0.12	0.23	19.09	2.5	21.63	14.37	88.3
42-67	Btg2	6.5	5.1	7.6	0.42	1.4	43.6	16.19	2.97	0.11	0.56	19.83	2.5	22.38	14.66	88.6
67-92	Btg3	6.4	5.1	7.2	0.36	2.9	36.4	18.13	3.20	0.09	0.25	21.67	2.5	24.17	14.88	89.6
92-110	Btg4	6.4	5.1	7.6	0.39	2.3	42.3	19.09	2.70	0.11	0.55	22.45	3.6	26.03	15.41	86.3
110-136	Btg5	6.3	5.0	7.0	0.45	2.1	43.6	19.49	3.18	0.11	0.42	23.21	3.6	26.77	17.49	86.7
136-169	Btg6	6.1	4.8	6.7	0.17	2.7	42.2	17.08	3.06	0.11	0.24	20.49	4.1	24.60	18.20	83.3
169-200+	Btg7	6.2	5.0	5.9	0.52	1.2	51.6	19.99	3.51	0.13	0.25	23.88	3.6	27.46	19.61	87.0
Pedon 3	Typic Paleustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic															
0-24/33	Ap	6.3	5.3	6.3	0.31	1.3	45.7	1.74	0.30	0.12	0.25	2.41	8.8	11.21	2.70	21.4
33-46	Bt1	6.2	5.0	3.0	0.20	0.2	78.5	1.39	0.24	0.20	0.97	2.80	5.9	8.70	2.72	32.1
46-69	Bt2	5.3	4.2	1.8	0.20	0.2	27.4	1.01	0.44	0.07	0.11	1.63	7.5	9.13	1.99	17.9
69-100	Bt3	5.8	4.7	2.5	0.20	0.2	41.9	1.45	0.44	0.11	0.97	2.98	8.5	11.48	2.49	25.9
100-126	Bt4	5.9	4.9	1.8	0.24	0.2	37.0	1.55	0.41	0.09	0.16	2.22	7.4	9.62	2.75	23.0
126-145	Bt5	5.9	4.8	1.3	0.20	0.2	44.3	2.16	0.58	0.11	0.70	3.55	6.4	9.95	3.73	35.9
145-170	Bt6	6.2	4.8	1.8	0.34	0.2	54.1	3.54	0.68	0.14	0.50	4.86	6.5	11.36	4.41	42.9
170-200	Btc	6.2	4.9	2.4	0.35	0.2	88.2	4.16	0.93	0.23	0.25	5.57	7.4	12.97	5.93	42.8

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Depth (cm)	Horizon	pH 1:1		O.M.	Total N (.....g kg <sup>-1</sup> .....)	Avai. P (.....mg kg <sup>-1</sup> .....)	Avai. K (.....mg kg <sup>-1</sup> .....)	Extractable bases				Sum bases	Extr. acidity	CEC by sum	CEC NH <sub>4</sub> OAc	BS by sum (%)
		H <sub>2</sub> O	KCl					Ca	Mg	K	Na					
(.....cmol kg <sup>-1</sup> .....)																
Pedon 4	Typic Plinthustult, coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic															
0-26 (8+18)	Ap	5.7	4.5	6.0	0.65	0.4	54.7	0.77	0.19	0.14	0.11	1.21	2.0	3.21	2.73	38.0
26-50	Bt1	5.0	3.9	1.3	0.59	0.3	32.3	0.34	0.11	0.08	0.46	0.99	3.0	3.99	1.98	25.0
50-72	Bt2	4.8	3.9	0.6	0.10	0.2	18.9	0.09	0.12	0.05	0.43	0.69	2.9	3.59	1.73	19.0
72-94	Bt3	4.8	3.8	0.6	0.07	2.3	21.2	0.06	0.10	0.05	0.16	0.38	3.0	3.38	1.50	11.2
94-121	Bt4	4.8	3.8	0.6	0.03	0.2	34.4	0.10	0.08	0.09	0.15	0.42	6.5	6.92	1.99	6.0
121-143	2Btc1	4.2	3.1	0.6	0.03	0.2	204.1	2.61	0.38	0.52	0.24	3.75	8.4	12.15	8.44	30.9
143-170	2Btc2	4.3	3.1	0.6	0.11	0.2	201.1	3.82	0.47	0.51	0.15	4.96	6.5	11.46	9.99	43.3
170-190+	2Bt5	4.3	3.3	0.6	0.10	0.2	209.3	5.29	0.55	0.54	0.02	6.40	8.4	14.80	11.66	43.3
Pedon 5	Aquic Haplutoll, fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic															
0-30	Ap	7.4	6.8	21.2	0.95	93.5	238.8	26.85	0.96	0.61	0.20	28.62	3.6	32.20	14.49	88.9
30-57	Btg1	7.8	7	3.4	1.61	14.2	171.0	37.45	1.86	0.44	1.35	41.09	2.0	43.14	11.65	95.3
57-80/85	Btg2	8.0	7.1	1.4	0.23	14.6	148.0	42.70	1.93	0.38	0.39	45.39	2.0	47.43	10.46	95.7
85-103/110	Btg3	8.0	7.1	2.0	0.25	15.3	206.9	43.90	1.97	0.53	0.30	46.70	2.0	48.71	11.15	95.9
110-120	Btg4	8.0	7.1	1.9	0.24	16.4	176.6	40.24	1.77	0.45	0.31	42.77	2.0	44.81	11.61	95.4
120-130+	Btgg	8.0	7.1	1.9	0.25	15.3	223.2	42.51	1.80	0.57	0.39	45.27	1.5	46.78	13.35	96.8
Pedon 6	Typic Paleustalf, coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic															
0-25/30	Ap	7.5	7.3	12.3	0.52	10.1	155.9	10.49	0.45	0.40	0.19	11.53	1.0	12.51	8.24	92.2
30-50	Bt1	7.6	7.2	3.2	0.27	7.0	87.2	6.80	0.27	0.22	0.14	7.43	1.0	8.42	3.25	88.2
50-74/78	Bt2	7.6	7.3	3.1	0.24	2.2	134.6	5.03	0.23	0.34	0.14	5.75	1.0	6.74	4.21	85.2
78-107	Bt3	7.6	7.3	1.2	0.25	4.5	170.0	7.65	0.30	0.43	0.23	8.62	4.0	12.63	3.48	68.2
107-133	Bt4	7.5	7.3	2.5	0.39	16.1	119.8	8.20	0.37	0.31	0.12	8.99	4.0	13.03	5.44	69.0
133-165	Bt5	7.5	7.1	1.2	0.26	12.3	165.3	5.04	0.37	0.42	0.32	6.15	5.5	11.65	5.49	52.8
165-200+	Bt6	7.5	7.1	1.3	0.28	10.5	221.5	6.88	0.51	0.57	0.22	8.17	5.5	13.63	8.49	59.9

### ตารางผนวกที่ 3 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน

คำเรียกทั่วไป		ชื่อชั้นของเนื้อดินหลัก
ดินทราย (Sandy)	เนื้อหยาบ	ได้แก่ ทรายชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ทรายหยาบมากถึง ทรายละเอียดมาก และทรายปนดินร่วนถึงทรายละเอียดมากปนดินร่วน
	เนื้อหยาบปานกลาง	ได้แก่ ดินร่วนปนทรายชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ ดินร่วนปนทรายหยาบถึงดินร่วนปนทรายละเอียด
ดินร่วน (loamy)	เนื้อปานกลาง	ได้แก่ ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทรายแป้ง และทรายแป้ง
	เนื้อดินละเอียด	ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว

ที่มา: เอิบ (2542); Soil Survey Division Staff (1993)

ตารางผนวกที่ 4 ข้อจัดต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1999; เอ็ม, 2542)

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

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
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. อินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724 x 10)

ระดับ (rating)	พิสัย (g kg <sup>-1</sup> )
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)

ระดับ (rating)	พิสัย ( $\text{g kg}^{-1}$ )
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. อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (bases saturation)

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

## 5. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

ระดับ (rating)	พิสัย ( $\text{cmol kg}^{-1}$ )
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

## 6. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

ระดับ (rating)	ฟอสฟอรัส (mg kg <sup>-1</sup> )
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

7. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH<sub>4</sub>OAc)

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

8. ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (extractable bases) ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ )

ระดับ (rating)	พืช (cmol kg <sup>-1</sup> )				
	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)

## ตารางผนวกที่ 5 เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้

ระดับ (rating)	ปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้ (cmol kg <sup>-1</sup> )
ต่ำมาก	< 1.0
ต่ำ	1.0-5.0
ปานกลาง	5.0-10.0
สูง	10.0-20.0
สูงมาก	> 20.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน

ระดับ (rating)	ความหนาแน่นรวมของดิน (Mg M <sup>-3</sup> )
ต่ำมาก	< 1.2
ต่ำ	1.2 - 1.4
ปานกลาง	1.4 - 1.6
สูง	1.6 - 2.0
สูงมาก	> 2.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 7 ระดับชั้นของค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

ระดับชั้น	ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินที่ อิ่มตัวด้วยน้ำ (cm hr <sup>-1</sup> )
ช้ามาก (Very slow)	< 0.125
ช้า (slow)	0.125-0.50
ช้าปานกลาง (moderately slow)	0.50-2.00
ปานกลาง (moderate)	2.00-6.25
เร็วปานกลาง (moderately rapid)	6.25-12.50
เร็ว (rapid)	12.50-25.00
เร็วมาก (very rapid)	> 25.00

ที่มา: O'Neal (1952)

ตารางผนวกที่ 8 วิธีการคะแนนระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (g kg <sup>-1</sup> )	อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (%)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol kg <sup>-1</sup> )	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg <sup>-1</sup> )	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg <sup>-1</sup> )
ต่ำ	< 15 (1)	< 35 (1)	< 10 (1)	< 10 (1)	< 60 (1)
ปานกลาง	15 - 30 (2)	35 - 75 (2)	10 - 25 (2)	10 - 25 (2)	60 - 90 (2)
สูง	> 35 (3)	> 75 (3)	> 25 (3)	> 25 (3)	> 90 (3)

หมายเหตุ วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้วิธีให้คะแนน (ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บในตาราง) ถ้าคะแนนเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่า ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าคะแนนอยู่ระหว่าง 8-12 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ถ้ามีคะแนน 13 หรือมากกว่า ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

ที่มา: กองสำรวจดิน (2523)

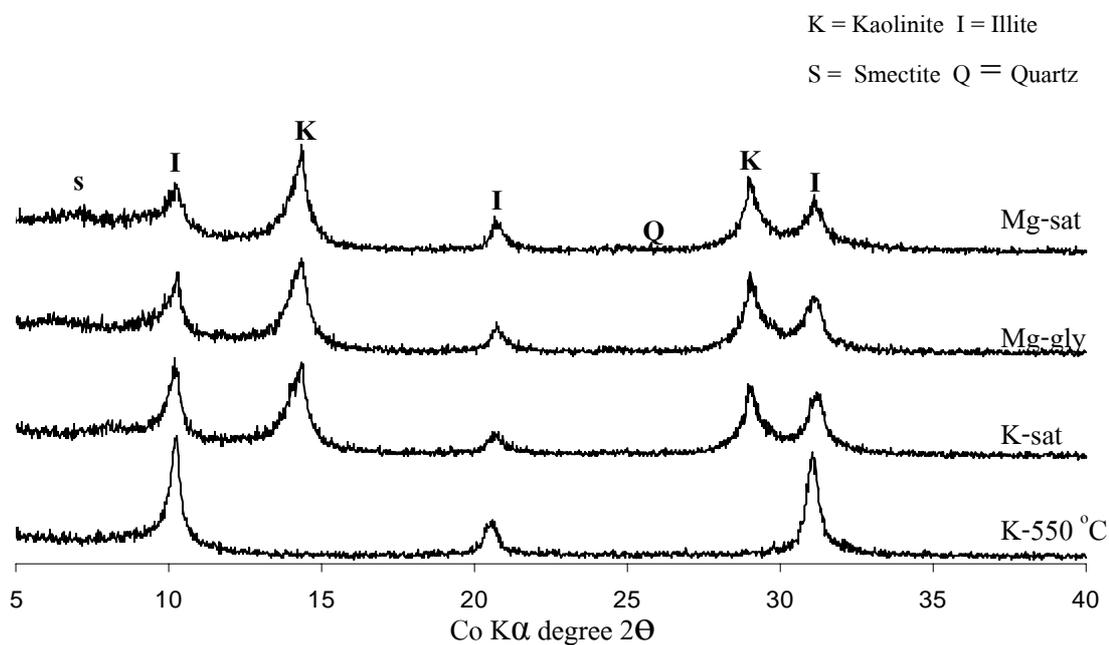
ตารางผนวกที่ 9 X-ray diffraction spacing obtained from (001) planes of layer-silicate species as related to sample treatment.

Diffraction spacing (nm)	Mineral (or minerals) Indicated
	<u>Mg-saturated, air-dried</u>
14 – 15	Smectite, vermiculite, chlorite
9.9 – 10.1	Mica (illite), halloysite
7.2 – 7.5	Metahalloysite
7.15	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
	<u>Mg-saturated, glycerol-solvated</u>
17.7 – 18.0	Smectite
14 – 15	Vermiculite, chlorite
10.8	Halloysite
9.9 – 10.1	Mica (illite)
7.2 – 7.5	Metahalloysite
7.5	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
	<u>K-saturated, air-dried</u>
14 – 15	Chlorite, vermiculite (with interlayer aluminum)
12.4 – 12.8	Smectite
9.9 – 10.1	Mica (illite), halloysite, vermiculite (contracted)
7.2 – 7.5	Metahalloysite
7.15	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
	<u>K-saturated, heated (550° C)</u>
14	Chlorite
9.9 – 10.1	Mica, vermiculite (contracted), smectite (contracted)
7.15	Chlorite (2nd-order maximum)

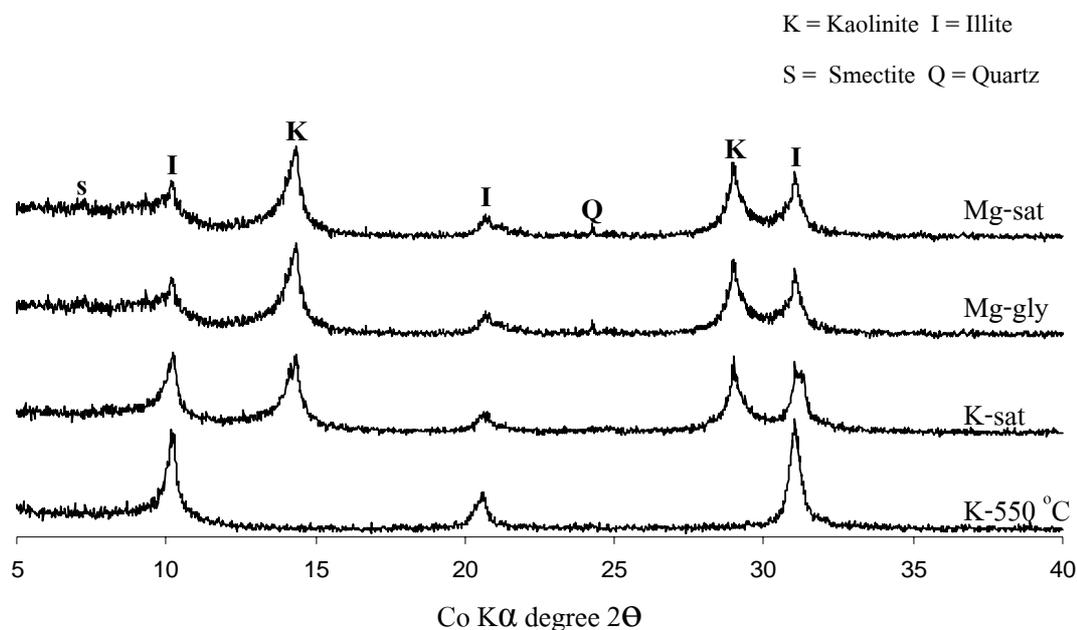
ที่มา: Whittig (1965)



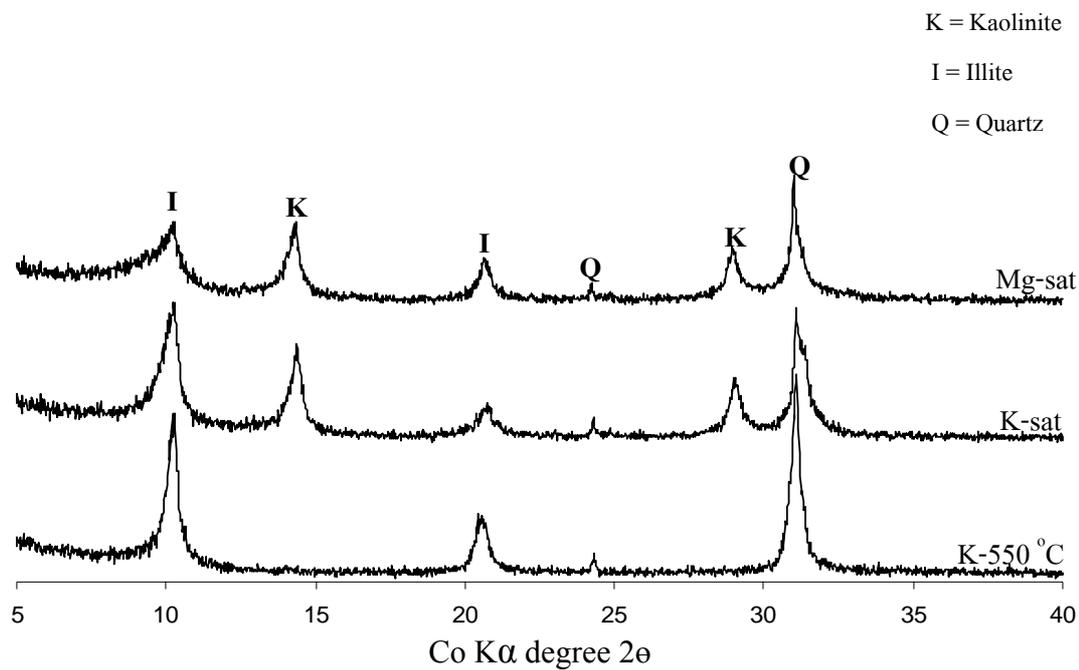




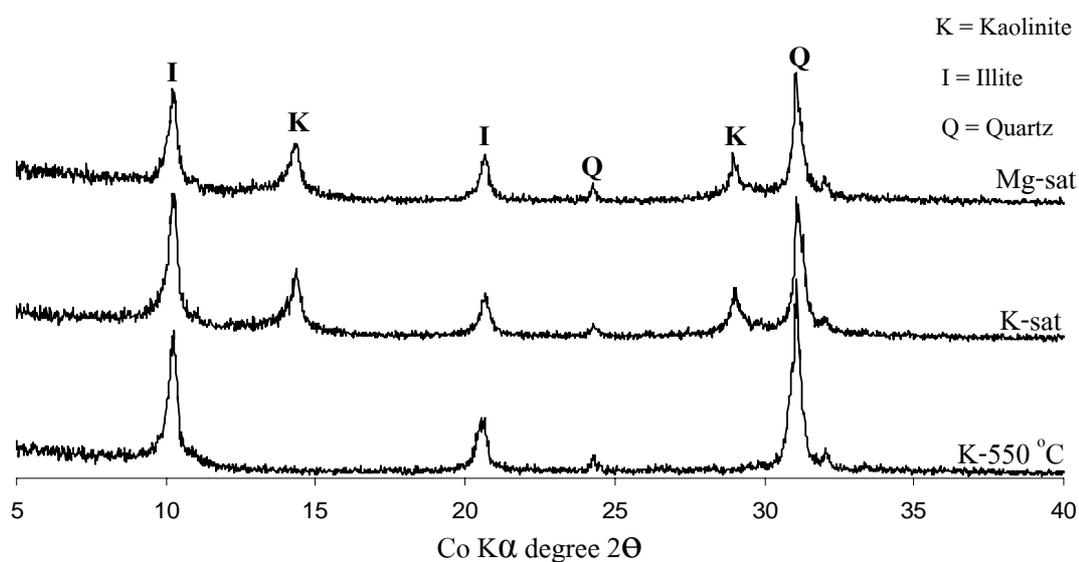
ภาพผนวกที่ 1 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด  
ดินเหนียว ของพีคอน 1 ชั้น Btg2 ช่วงความลึก 50-71 เซนติเมตร



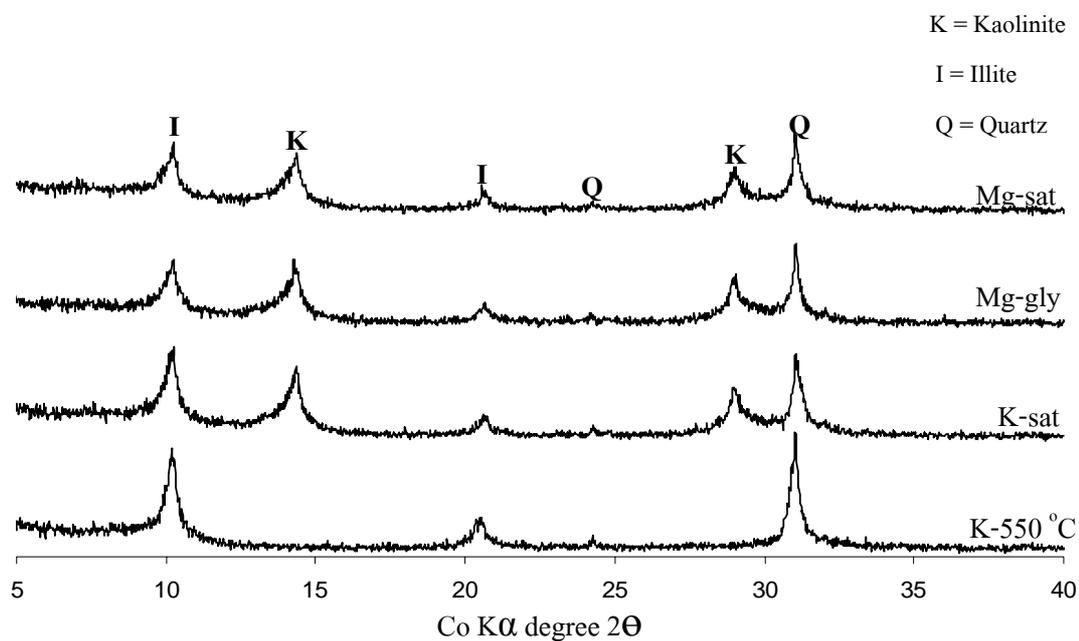
ภาพผนวกที่ 2 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด  
ดินเหนียว ของพีคอน 2 ชั้น Btg5 ช่วงความลึก 110-136 เซนติเมตร



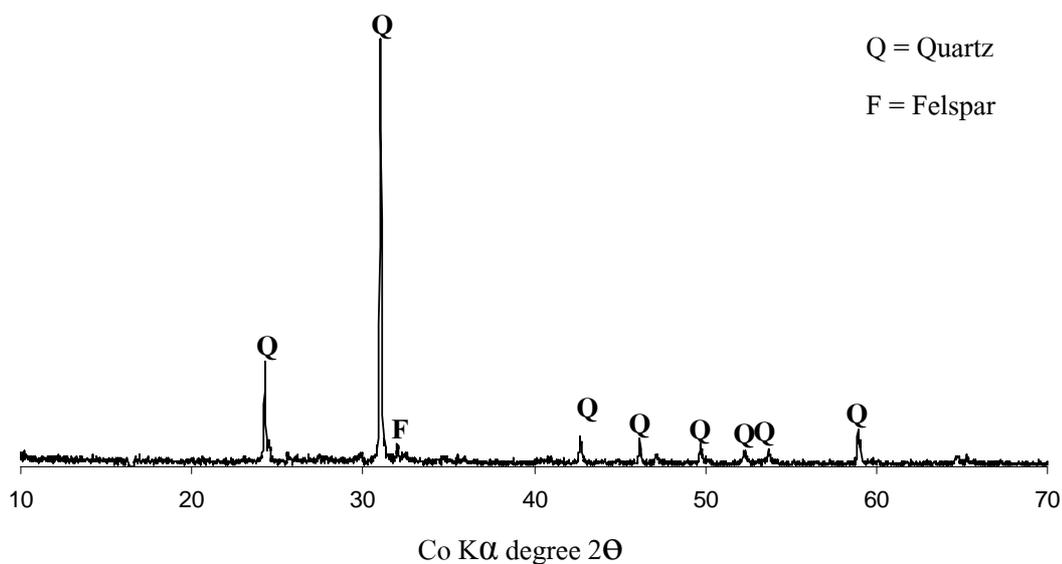
ภาพผนวกที่ 3 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด  
ดินเหนียว ของพีคอน 3 ชั้น Bt5 ช่วงความลึก 126-145 เซนติเมตร



ภาพผนวกที่ 4 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด  
ดินเหนียว ของพีคอน 4 ชั้น 2Btc1 ช่วงความลึก 121-143 เซนติเมตร



ภาพผนวกที่ 5 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด  
ดินเหนียว ของพีคอน 6 ชั้น Bt3 ช่วงความลึก 78-107 เซนติเมตร



ภาพผนวกที่ 6 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด  
ทรายแป้ง ของพีคอน 1 ชั้น Bt2 ช่วงความลึก 50-71 เซนติเมตร