



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ปฐพีวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง แหล่งของโพแทสเซียมสำหรับพืชจากดินคอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบ
มรสุมเขตร้อนของประเทศไทย

Sources of Potassium to Plant of Upland Highly Developed Soils under Tropical

Monsoonal Environment in Thailand

นามผู้วิจัย นางสาวดารากร อัคราศศรี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์อัญชลี สุทธิประการ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรัตน์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิบูลย์ กังแฮ, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

แหล่งของโพแทสเซียมสำหรับพืชจากดินคอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุม
เขตร้อนของประเทศไทย

Sources of Potassium to Plant of Upland Highly Developed Soils under Tropical Monsoonal
Environment in Thailand

โดย

นางสาวดารากร อักชาดศรี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
พ.ศ. 2552

ดรากร อักษาศรี 2552: แหล่งของโพแทสเซียมสำหรับพืชจากดินดอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนของประเทศไทย ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
รองศาสตราจารย์ อัญชลี สุทธิประการ, Ph.D. 160 หน้า

ทำการศึกษาแหล่งของโพแทสเซียมสำหรับพืชจากดินดอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนของประเทศไทย 20 ชุดดิน แบ่งเป็นดินบนและดินล่าง ศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี แร่วิทยา และปริมาณโพแทสเซียมในดิน 4 รูป ประกอบไปด้วย โพแทสเซียมในสารละลายดิน ที่แลกเปลี่ยนได้ ที่ถูกตรึง และโพแทสเซียมทั้งหมด พร้อมกับนำดินมาปลูกหญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum*) ทดสอบในกระถาง ใส่ปุ๋ยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของหญ้ากินนีสีม่วง ยกเว้นปุ๋ยโพแทสเซียม ทำการเก็บเกี่ยวทุก ๆ 1 เดือน ปลูกจนหญ้าตายหรือตัดต้นหญ้าทั้งหมด 6 ครั้ง แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่อยู่ในพืชและในดินหลังการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง

ผลการศึกษา พบว่าดินมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวถึงดินทรายปนร่วน ค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ผลวิเคราะห์ทางเคมี พบว่าดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 3.7-6.5) ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ยกเว้นในชุดดินอ่าวลึกที่มีปริมาณสูงมาก ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ปริมาณกรดที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงปานกลาง สมบัติทางแร่วิทยา ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวมีแร่เคลโอไลน์เป็นแร่เด่น รองลงมาได้แก่ แร่โอลิไต์และแร่เวอร์มิคิวไลต์สอดชั้น (HIV: hydroxyl Al interlayered vermiculite) ส่วนในอนุภาคขนาดทรายแป้งมีแร่ควอตซ์เป็นแร่หลัก

ผลการทดลองปลูกพืช พบว่าน้ำหนักแห้งของหญ้ากินนีสีม่วงที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งหมดอยู่ในพิสัย 0.03-6.05 กรัมต่อกระถาง (ดิน 1 กิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมในพืชมีค่ามากที่สุดในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่าอยู่ในพิสัย 2.5-32 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นช่วงที่พืชมีการดูดใช้โพแทสเซียมมากที่สุด ปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสม อยู่ในพิสัย 2.3-182 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมในดินทั้ง 4 รูป ในดินก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินและที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณลดลงอย่างชัดเจน และพบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสมมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K+water soluble K) เกือบทั้งหมด โดยมีค่าความชันของสมการถดถอยเชิงเส้นเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ครั้งของการเก็บเกี่ยวตั้งแต่ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 6 ($R^2=0.96$) โดยที่แร่ในดินส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นในดินบนของชุดดินชุมพรที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยมีสัดส่วนของแร่โอลิไต์ต่อเคลโอไลน์ลดลง และพบว่าในบางดินหลังจากการปลูกพืช โพแทสเซียมจะหมดไปได้จริง แต่ในบางดินอาจจะมีการฟุ้งของแร่ปฐมภูมิและทุติยภูมิอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีโพแทสเซียมหลงเหลืออยู่ในดินได้

Darakorn Agkhadsri 2009: Sources of Potassium to Plant of Upland Highly Developed Soils under Tropical Monsoonal Environment in Thailand. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Associate Professor Anchalee Suddhiprakarn, Ph.D. 160 pages.

A study on sources of potassium to plant was carried out on 20 upland highly developed soils under tropical monsoonal environment in Thailand. Topsoil and subsoil samples were collected to study the physical, chemical, mineralogical properties and potassium (K) content. Four forms of potassium; water soluble K, exchangeable K, fixed K and total K were analyzed and combined with greenhouse testing experiment using Guinea grass (*Panicum maximum*). The basal fertilizer except K was applied to plants and the plants were harvested at one month interval until they died or until the sixth harvest. Potassium in plants and soils was then analyzed after cropping.

Results of the study revealed that these soil have loamy sand to clay texture and their bulk density ranges from moderate to high. The soils are extremely to slightly acid (pH 3.7-6.5). They have low fertility indicating highly developed status. They have very low to medium organic matter and total nitrogen. Their available phosphorus varies from very low to high and available potassium ranges from very low to low except for Ao Luk series that has very high available potassium. The sum of extractable bases ranges from medium to high and cation exchange capacity ranges from very low to moderately high. Kaolinite is dominant clay mineral in these soils with minor amount of illite and hydroxyl Al interlayered vermiculite (HIV) and their silt fraction is clearly dominated by quartz.

Guinea grass dry matter yield from greenhouse experiment ranges from 0.04 to 6.05 g pot⁻¹ (1 kg soil). The K content in the first cut herbage which is the highest plant uptake period ranges from 2.5 to 32 g kg⁻¹ plant and cumulative K uptake ranges from 2.3 to 182 mg kg⁻¹ soil. The comparison of soil K between before and after cropping shows the marked decrease in water soluble K and exchangeable K. There is a positive relationship between exchangeable soil K (including water soluble K) and cumulative K uptake by plant with R²=0.96 and the slope of the linear trend increases progressively up to about one. There is no change in the mineralogical property in all soils except for Chumphon topsoil that the illite/kaolinite ratio decreases. The results also show that potassium in some soils can be completely depleted but it can still exist in some soils due to the continued weathering of their primary and secondary mineral.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อัญชลี สุทธิประการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศ.ดร.เอิบ เขียวรีนรมณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำอบรมสั่งสอนและช่วยเหลือในด้านการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์มาตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคำปรึกษาจาก อ.ประมวลพงษ์ สินธุเสน ดร.วันเพ็ญ วิริยะกิจนทีกุล และเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน ที่ช่วยเหลือในส่วนของจุลสังเคราะห์วิทยาและแร่วิทยา

ขอขอบคุณ คุณทิมทอง ดรณสนธยา ที่ให้คำแนะนำดี ๆ ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จ ขอขอบคุณคุณจุฑามาศ แก้วมโน คุณวรชาติ วิสวพัฒน์ และคุณณัฐพล จิตมาตย์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานภาคสนาม ขอขอบคุณพี่กมลวรรณ เหล่าพูลกิจ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ตลอดเวลา ขอขอบคุณ คุณกนกกรณ์ เหมทานนท์ และคุณบุษยรัตน์ หมอกมัว กับน้ำใจของความเป็นเพื่อนและมิตรภาพที่ดีที่มีให้กันเสมอมา ขอขอบคุณพี่ เพื่อน น้อง สโมสร์ นิสิตปฐพีวิทยาทุกท่าน และเพื่อน ๆ KU 62 ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดเวลา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณลุง คุณแม่บุญพบ ที่ให้โอกาสและสนับสนุน รวมถึงกำลังใจให้แก่ลูกในการศึกษามาโดยตลอด ขอขอบคุณพี่ๆทุกคนและน้องๆทุกคนในความรัก ความห่วงใยที่ดีที่มีให้กัน และขอขอบคุณอีกหนึ่งกำลังใจเล็ก ๆ ที่ส่งถึงกันเสมอมา

ดารากร อัคราศรี

กันยายน 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	15
อุปกรณ์	15
วิธีการ	16
ผลการศึกษาและวิจารณ์	25
สรุป	76
ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	80
ภาคผนวก	97
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	160

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ลักษณะทั่วไปของดินที่ทำการศึกษา	27
2 สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา	48
3 สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา	53
4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบเชิงแร่ในอนุภาคดินเหนียวของดินที่ทำการศึกษา	58
5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบเชิงแร่ในอนุภาคทรายแป้งของดินที่ทำการศึกษา	62
6 ปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนปลูกและหลังปลูกพืช	67
7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นของโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้และโพแทสเซียมในพืชจากการตัดครั้งแรกกับปริมาณโพแทสเซียมทั้ง 4 รูปในดินก่อนและหลังปลูกพืช	73
8 ความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมในดินทั้ง 4 รูปก่อนปลูก	74
ตารางผนวกที่	
1 จุลสัณฐานวิทยาของดินที่ทำการศึกษา	137
2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ที่ทำการศึกษา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)	147
3 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน	150
4 เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน	151
5 ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	151
6 เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้	154
7 X-ray diffraction spacing obtained from (001) planes of layer-silicate species as related to sample treatment	155

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขอบเขตบริเวณที่ทำการศึกษา และจุดเก็บตัวอย่าง	17
2 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดินอ่าวลึก (Ak) และชุดดินหนองบอน (Nb)	34
3 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดินท่าใหม่ (Ti) ชุดดินปะทิว (Ptu) ชุดดินภูเก็ต (Pk) ชุดดินพังงา (Pga) และชุดดินคลองซาก (Kc)	35
4 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดิน ฝั่งแดง (Fd) ชุดดินท้ายเหมือง (Tim) ชุดดินกระบี่ (Kbi) และชุดดินห้วยโป่ง (Hp)	36
5 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดินชุมพร (Cp) ชุดดินสะเตา (Sd) ชุดดินสตึก (Suk) ชุดดินสตั๊หีบ (Sh) และ ชุดดินคอหงษ์ (Kh)	37
6 ลักษณะจุดสัณฐานของดิน แบบที่ 1	39
7 ลักษณะจุดสัณฐานของดิน แบบที่ 2	41
8 ลักษณะจุดสัณฐานของดิน แบบที่ 3	43
9 ลักษณะจุดสัณฐานของดิน แบบที่ 4	45
10 ปริมาณน้ำหนักแห้ง ปริมาณโพแทสเซียมในพืช และปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสมในดินบนและดินล่าง	65
11 ความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมในรูปสารละลายดิน รูปที่แลกเปลี่ยนได้ รูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้และโพแทสเซียมทั้งหมด ในดินก่อนปลูกกับดินหลังการเก็บเกี่ยวหญ้ากีนีสีม่วง	68
12 ความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินเปรียบเทียบกับปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ในดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวหญ้ากีนีสีม่วง	69
13 ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมสะสมที่หญ้ากีนีสีม่วงดูดใช้กับค่าความต่างของปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนและหลังจากการปลูกหญ้ากีนีสีม่วงในรูปสารละลายดิน รูปที่แลกเปลี่ยนได้ และรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้	70
14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้กับปริมาณโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ รวมกับโพแทสเซียมในสารละลายดิน หลังจากการเก็บเกี่ยว 6 ครั้ง	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
15 การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากีนีสีม่วง ในดินบนของชุดดินชุมพร	75
ภาพผนวกที่	
1 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวในดินบนของชุดดิน อ่าวลึก 2 สัตหีบ ชุมพร และท้ายเหมือง 1	156
2 การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากีนีสีม่วง ในดินบนและดินล่างของชุดดินท้ายเหมือง 1	157
3 การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากีนีสีม่วง ในดินบนและดินล่างของชุดดินชุมพร	158
4 การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากีนีสีม่วง ในดินบนและดินล่างของชุดดินสัตหีบ	159

แหล่งของโพแทสเซียมสำหรับพืชจากดินดอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศ แบบมรสุมเขตร้อนของประเทศไทย

Sources of Potassium to Plant of Upland Highly Developed Soils under Tropical Monsoonal Environment in Thailand

คำนำ

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์และมีความสำคัญในการทำกรเกษตร (Sheldrick, 1985; Sparks and Huang, 1985; Huang, 2005) โดยมีบทบาทสำคัญในเรื่องของคุณภาพและปริมาณผลผลิตพืช (Goli-Kalanpa *et al.*, 2008) โพแทสเซียมในดินมีทั้งหมด 4 รูป คือ โพแทสเซียมในสารละลายดิน ที่แลกเปลี่ยนได้ ที่ถูกตรึง และที่อยู่ในโครงสร้างของแร่ (Sparks, 1987) โดยโพแทสเซียมทั้ง 4 รูปนี้จะอยู่อย่างสมดุลกัน โพแทสเซียมมีอยู่มากในโครงสร้างของแร่ ซึ่งเป็นแหล่งของโพแทสเซียมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยอยู่ในโครงสร้างของแร่ เฟลด์สปาร์ และไมกา หรืออยู่ในระหว่างชั้นของแร่ดินเหนียว เมื่อแร่เหล่านี้เกิดการผุพังทางเคมีจะปลดปล่อยโพแทสเซียม ออกมาในรูปของโพแทสเซียมไอออน (K^+) ที่แลกเปลี่ยนได้และในสารละลายดิน แต่มีบางส่วนที่โพแทสเซียมไอออนถูกตรึงอยู่ในแร่ดินเหนียว 2:1 เช่นในแร่อีลไลต์ เวอร์มิคิวไลต์ สเมกไทต์ เป็นต้น (Oborn *et al.*, 2005; Murashkina *et al.*, 2007) ชนิดของแร่ดินเหนียวเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตรึงโพแทสเซียม โดยในแร่อีลไลต์มีโพแทสเซียมสูง (Zhou and Huang, 2007; Goli-Kalanpa *et al.*, 2008) และสามารถตรึงโพแทสเซียมสูง แต่มีการปลดปล่อยโพแทสเซียมค่อนข้างต่ำ (Jalali, 2008) แร่ดินเหนียวสเมกไทต์มีโพแทสเซียมน้อยแต่มีความสามารถในการปลดปล่อยโพแทสเซียมได้ดี แร่ดินเหนียวสออดซันมีโพแทสเซียมอยู่น้อยมากและปลดปล่อยโพแทสเซียมน้อย (Barre' *et al.*, 2007)

นอกจากนี้แหล่งโพแทสเซียมในดินยังมีอยู่ในรูปอินทรีย์ ที่ได้จากปุ๋ยคอกและวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้ง รวมถึงแหล่งที่ได้จากปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปอนินทรีย์ (Bertsch and Thomas, 1985; Sparks and Huang, 1985; Havlin *et al.*, 2005; Huang, 2005) โดยโพแทสเซียมแต่ละรูปที่มีอยู่ในดินมีความเป็นประโยชน์ที่แตกต่างกันออกไป (Johnston and Goulding, 1990) รูปของโพแทสเซียมที่พืชใช้ประโยชน์ได้ทันที (readily available K) จะอยู่ในรูปของโพแทสเซียมในสารละลายดินและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งมีอยู่ในดินเพียงร้อยละ 1-2 ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน (Pal *et*

al., 2001; Dhaliwal *et al.*, 2006) ซึ่งหากไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต พืชจะแสดงอาการขาด เช่น ขอบใบซีด (chlorosis) ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และแห้งในที่สุด (Prasad and Power, 1997; Brady and Weil, 2008)

ดินดอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนในประเทศไทย ในอันดับ ออกซิซอลล์ และอัลทิสอลล์ มีแร่เคโอลิไนต์ ควอตซ์ และฮิมาไทต์เป็นแร่เด่น (Tawornpruek *et al.*, 2005; Trakoonyingcharoen *et al.*, 2006) แสดงว่าดินมีการผุพังและอัตราการชะละลายสูงเนื่องจากปริมาณฝนที่มากและอุณหภูมิสูง ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินต่ำ โดยในดินทรายมีปริมาณต่ำมาก (Havlin *et al.*, 2005; Kayser and Isselstein, 2005; Adônis, 2006) ทำให้พืชมีอาการขาดธาตุโพแทสเซียม และการที่ดินส่วนใหญ่มีแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่เด่นในกลุ่มอนุภาคนาอดินเหนียว ทำให้มีการตรึงและการปลดปล่อยโพแทสเซียมน้อย (Yoothong, 1997; Melo *et al.*, 2001; Pal *et al.*, 2002) การปลดปล่อยโพแทสเซียมขึ้นอยู่กับความสมดุลของโพแทสเซียมในสารละลายดิน โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และโพแทสเซียมที่ถูกตรึง ถ้าพืชดูดใช้โพแทสเซียมในรูปสารละลายดินและที่แลกเปลี่ยนได้มากหรือมีการชะละลายทำให้เสียสมดุลโพแทสเซียมที่ถูกตรึงจึงปลดปล่อยออกมาสู่พืช (อำนาจ, 2524; MacLean and Watson, 1985; Cox *et al.*, 1999) การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษารูปและปริมาณของโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินและการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากรูปที่ถูกตรึงให้กับพืช เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการโพแทสเซียมในดินดอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนของประเทศไทย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และแร่วิทยาของดินคอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษารูปและปริมาณของโพแทสเซียมในดินคอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนในประเทศไทย
3. เพื่อศึกษาการปลดปล่อยโพแทสเซียมสำหรับพืชจากดินคอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนในประเทศไทย

การตรวจเอกสาร

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นธาตุอาหารหลัก เช่นเดียวกับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (Oborn *et al.*, 2005) โพแทสเซียมเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของหินและแร่ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่ เฟลด์สปาร์ และไมกา ในดินทั่วไปพบว่ามีธาตุโพแทสเซียมกระจายอยู่ทั้งในดินบนและดินล่างและมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ของดิน เช่น ลักษณะเนื้อดิน แร่ดินเหนียวที่เกี่ยวข้องกับการตรึงและการปลดปล่อยโพแทสเซียม ปฏิกิริยาโพแทสเซียมที่ละลายไปในดินรวมถึงจากการที่พืชดูดใช้และการชะละลาย (Bertsch and Thomas, 1985) ของดิน

1. แหล่งของโพแทสเซียมในดิน

แหล่งของโพแทสเซียมในดินได้มาจาก แหล่งโพแทสเซียมตามธรรมชาติและแหล่งโพแทสเซียมที่ได้จากการใส่ปุ๋ย โดยส่วนใหญ่แหล่งโพแทสเซียมตามธรรมชาติจะเป็นแหล่งของโพแทสเซียมที่สำคัญในดิน ซึ่งแหล่งของโพแทสเซียมที่ได้จากธรรมชาติจะอยู่ในหินและแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ แร่ปฐมภูมิสำคัญคือแร่ เฟลด์สปาร์และไมกา แร่ทุติยภูมิหรือแร่ดินเหนียว ได้แก่ อิลไลต์ หรือไฮดรอสไมกา เวอร์มิคิวไลต์ สเมกไทต์ คลอไรต์ และ แร่ดินเหนียวสอด้ (Bertsch and Thomas, 1985; Sparks and Huang, 1985; Huang, 2005)

เฟลด์สปาร์ โดยทั่วไปจะพบในอนุภาคขนาดทรายแป้งและทรายของดินที่มีพัฒนาการต่ำถึงปานกลาง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบกำเนิดดินและสภาพในการสร้างตัวของดิน (Sparks and Huang, 1985) โพแทสเซียม เฟลด์สปาร์มีความสำคัญในการกำหนดสถานะของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ซึ่งขึ้นอยู่กักระดับของการสุพ้งและเวลาของการทับถม (Bertsch and Thomas, 1985) เฟลด์สปาร์มีความต้านทานต่อการสุพ้งมากกว่าไมกา ทำให้โพแทสเซียมที่อยู่ในโครงสร้างผลึกของเฟลด์สปาร์มีการปลดปล่อยออกมาได้อย่างช้า ๆ (Nathan *et al.*, 2005)

ไมกามีอยู่มากในดินที่พัฒนาการต่ำมีการสุพ้งน้อย ส่วนใหญ่จะพบไมกาในอนุภาคขนาดดินเหนียว โพแทสเซียมที่อยู่ในแร่ไมกาชนิด trioctahedral เช่น แร่ไบโอไทต์ และ แร่ฟลโกไทต์ จะมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมโดยการสุพ้งรวดเร็วกว่าโพแทสเซียมที่อยู่ในแร่ไมกา ชนิด dioctahedral เช่น แร่มัสโคไวต์ (Shaikh *et al.*, 2007) ดังนั้น ไมกาส่วนที่เหลือในอนุภาคดินเหนียว

ของดินส่วนใหญ่จะเป็นชนิด dioctahedral (Sparks, 1987) และมีการยอมรับว่าโพแทสเซียมที่อยู่ในแร่ไบโอไทต์จะเป็นประโยชน์สำหรับพืชและมีการนำมาใช้ในการทำปุ๋ยด้วย (Oborn *et al.*, 2005)

แร่โอลด์ไคต์เป็นแร่ดินเหนียวที่มีโพแทสเซียมอยู่มากที่สุดและเป็นแหล่งที่สำคัญของโพแทสเซียมในดินที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต (Fanning *et al.*, 1989; Huang, 2005; Zhou and Huang, 2007) ปกติจะพบแร่โอลด์ไคต์ในดินที่มีการผุพังไม่มาก และพบได้น้อยในดินที่มีการผุพังรุนแรง เช่น ดินออกซิซอลล์และ อัลทิซอลล์ (อัญชลี, 2534) นอกจากนี้ยังมี แร่เวอร์มิคิวไลต์และคลอไรต์ ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียม และจัดอยู่ในแร่ดินเหนียวพวก 2:1 เช่นเดียวกับแร่โอลด์ไคต์ (Olaitan and Lombin, 1984) ส่วนแร่ดินเหนียวกลุ่มสมิกไทต์ จะมีโพแทสเซียมน้อยกว่าแร่ดินเหนียวพวกโอลด์ไคต์แต่จะมากกว่าแร่ดินเหนียวพวก เคโอลิไนต์ เพราะแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์จะไม่มีโครงสร้างตาข่ายที่ช่วยยึดโพแทสเซียม มีค่า CEC ต่ำ และแร่แอลโลเฟนจะมีโพแทสเซียมอยู่น้อยมาก (Kwakey *et al.*, 2004)

แหล่งโพแทสเซียมที่ได้จากปุ๋ย ได้แก่ โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) โพแทสเซียมหรือแมกนีเซียมซัลเฟต (K_2SO_4 , $MgSO_4$) โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) และโพแทสเซียมฟอสเฟต ($K_4P_2O_7$, KH_2PO_4 , K_2HPO_4) เป็นต้น ส่วนใหญ่นิยมใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ เนื่องจากมีปริมาณโพแทสเซียมมาก ประมาณร้อยละ 50-52 (Havlin *et al.*, 2005)

2. รูปของโพแทสเซียมในดิน

โพแทสเซียมที่อยู่ในดินจะมีอยู่ 4 รูป คือ

2.1 โพแทสเซียมในสารละลายดิน (Soil solution K)

โพแทสเซียมในรูปสารละลายดินเป็นรูปที่พืชและจุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์และส่วนใหญ่มักจะสูญเสียออกไปจากดินโดยการชะละลาย ทำให้ระดับของโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปนี้มีระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินจะอยู่ระหว่าง 2-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในดินที่ทำการเกษตรทั่วไปบริเวณที่มีภูมิอากาศชื้นจะมีโพแทสเซียมมากกว่าบริเวณที่มีภูมิอากาศแห้งแล้ง (Haby *et al.*, 1990) ระดับของโพแทสเซียมในสารละลายดินจะมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมรูปอื่น ๆ ที่อยู่ในดิน ปริมาณความชื้นในดิน และความเข้มข้นของไอออนในส่วนที่แลกเปลี่ยนได้ (Sparks and Huang, 1985; Sparks, 2000) รากพืชจะดูดโพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมไอออน (K^+) จาก

สารละลายดิน ซึ่งความเข้มข้นของ K^+ ที่เหมาะสมต่อพืชจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดพืชและระดับผลผลิต ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1-10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Havlin *et al.*, 2005)

2.2 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K)

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เป็นส่วนของโพแทสเซียมที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวคอลลอยด์ และสามารถแลกเปลี่ยนกับแคตไอออนอื่น ๆ ที่อยู่ในสารละลายดินหรือที่เกาะอยู่กับคอลลอยด์อื่น ๆ ได้ (อำนาจ, 2524) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้นี้จะอยู่ในสภาพสมดุลอย่างรวดเร็วกับโพแทสเซียมในสารละลายดินจึงถือได้ว่าเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างรวดเร็ว จึงมีการใช้โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เป็นตัวที่แสดงให้เห็นถึงสถานะของโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและความเป็นไปได้ของการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม เพราะความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองของพืชและปริมาณโพแทสเซียมในดินจะเป็นระบบปิด (Syers, 1998)

2.3 โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ (Non-exchangeable K)

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้จะถูกสำรองอยู่ในดินโดยจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชทันที แต่จะช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนหรือการเคลื่อนย้ายโพแทสเซียมในดิน โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ในดินจะอยู่ในหลัของแร่ดินเหนียวประเภท 2:1 โดยเฉพาะ อิลไลต์ และ เวอร์มิคิวไลต์ ซึ่งแร่ดินเหนียวเหล่านี้จะมีความสามารถในการตรึงโพแทสเซียมสูง (Hosseini-fard *et al.*, 2008) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ จะเป็นประโยชน์สำหรับพืชก็ต่อเมื่อโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ และ โพแทสเซียมในสารละลายดิน ถูกเคลื่อนย้ายออกไปโดยพืช หรือการสูญเสียโดยการชะละลายในระหว่างฤดูกาลปลูกพืช โดยปกติแล้วโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ จะปลดปล่อยอย่างช้า ๆ สู่พืชในระหว่างฤดูกาลปลูก (Havlin *et al.*, 2005) ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้จะขึ้นอยู่กับอัตราการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากแร่ดินเหนียว (Mengel and Uhlenbecker, 1993; Srinivasarao *et al.*, 2006)

2.4 แร่โพแทสเซียม (Mineral K)

ในตอนแรก โพแทสเซียมทั้งหมดจะอยู่ในรูปของแร่ปฐมภูมิ ยังไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช แหล่งของแร่โพแทสเซียมที่สำคัญมาจากแหล่งแร่ปฐมภูมิ เช่น แร่ไมกา (ไบโอไทต์ และ มัสโค

ไวต์) และ โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ (ออร์โทเคลส และ ไมโครคลายน์) เป็นแหล่งโพแทสเซียมของดินที่สำคัญ (Brady and Weil, 2008) Sadusky *et al.* (1987) รายงานว่า แหล่งแร่ปฐมภูมิที่ให้โพแทสเซียมในดินจะมีอยู่ประมาณร้อยละ 98 ของโพแทสเซียมทั้งหมด แร่ที่ให้โพแทสเซียมส่วนมากจะเป็นโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ในอนุภาคนาตราย

โดยทั่วไปแร่ปฐมภูมิที่มีโพแทสเซียมจะเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่อเริ่มมีการสลายตัว ผุพัง โพแทสเซียมจึงจะถูกปลดปล่อยออกมาให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ ซึ่งความเป็นประโยชน์นั้นจะขึ้นอยู่กับระดับของโพแทสเซียมในแต่ละรูปและระดับของการผุพังของแร่ เฟลด์สปาร์ และไมกา ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ (Sparks and Huang, 1985; Sparks, 1987)

3. รูปของโพแทสเซียมในดินที่สัมพันธ์กับความเป็นประโยชน์ต่อพืช

โพแทสเซียมในดิน แบ่งตามความเป็นประโยชน์ต่อพืช ออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

3.1 โพแทสเซียมที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที (relatively unavailable form) จะอยู่ในโครงสร้างของผลึกแร่ พวก เฟลด์สปาร์ ไมกา และ แร่ดินเหนียวอื่น ๆ (Follet *et al.*, 1981; Shaikh *et al.*, 2007) จึงไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชในขณะนั้น แต่แร่เหล่านี้เป็นแหล่งของโพแทสเซียมที่สำคัญของพืช เนื่องจากดินมีโพแทสเซียมในรูปนี้ปริมาณมาก คือ ประมาณร้อยละ 90-98 ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน ซึ่งเมื่อแร่เหล่านี้สลายตัว ผุพังลงจะปลดปล่อยโพแทสเซียมให้ออกมา พืชจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (มุกดา, 2544; Sparks, 1987; Sharma *et al.*, 2006; Simonsson *et al.*, 2007)

3.2 โพแทสเซียมในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้อย่างช้า ๆ (slowly available form) โพแทสเซียมในรูปนี้จะถูกตรึงอยู่ในระหว่างหลิบ (ช่องว่างระหว่างผลึก) ของอนุภาคดินเหนียวพวก อิลไลต์ เวอร์มิคิวไลต์ และแร่ดินเหนียวพวก 2:1 อื่น ๆ มีอยู่ประมาณร้อยละ 1-10 ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน (Moritsuka *et al.*, 2004) โพแทสเซียมรูปนี้ก็คือโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ ซึ่งพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันทีหรือนำไปใช้ได้อย่างช้า ๆ เนื่องจากถูกดูดซับหรือตรึงไว้ที่ผิวคอลลอยด์ ทำให้พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในช่วงแรกของการปลูกพืช แต่อย่างไรก็ตามโพแทสเซียมที่ถูกตรึงไว้เป็นจำนวนมากนี้จะแสดงถึงความสามารถของดินในการกักเก็บโพแทสเซียมไว้ไม่ให้สูญหายไปโดยกระบวนการชะละลาย ซึ่งต้องใช้เวลาานที่โพแทสเซียมที่ถูกตรึงจะปลดปล่อยออกมาได้ (Kwakye *et al.*, 2004) การที่โพแทสเซียมจะถูกปลดปล่อยออกมาช้า

หรือเร็วขึ้นอยู่กับความสมดุลของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และโพแทสเซียมที่อยู่ในสารละลายดิน

3.3 โพแทสเซียมในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ทันที (readily available form) จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 1-2 ของปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน แบ่งออกเป็นโพแทสเซียมที่อยู่ในสารละลายดิน และโพแทสเซียมที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวคอลลอยด์ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Horra *et al.*, 2000) โพแทสเซียมทั้ง 2 รูปนี้จะอยู่อย่างสมดุลกัน เมื่อพืชดูดใช้โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปสารละลายดิน จะทำให้ความเข้มข้นในสารละลายดินลดน้อยลง ทำให้โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ปลดปล่อยโพแทสเซียมในรูปสารละลายดินออกมา เมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมลงไปในดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้าม (Brady and Weil, 2008)

4. ปริมาณโพแทสเซียมในดิน

ปริมาณโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินโดยทั่ว ๆ ไปมักจะสูงกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของหินและแร่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบกำเนิดดิน โดยบริเวณเปลือกโลกมีโพแทสเซียมเฉลี่ย ร้อยละ 26 และในน้ำทะเลมีประมาณร้อยละ 0.04 (Henry and Ellis, 1996) สำหรับปริมาณของโพแทสเซียมในดินที่ใช้ทำการเกษตร จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของหินและแร่ที่เป็นวัตถุดิบกำเนิด และระดับของการผุพังของหินและแร่นั้น ๆ (อำนาจ, 2524; Bhonsle *et al.*, 1992)

โดยทั่วไปดินดอนที่อยู่ในเขตร้อนจะมีแร่ดินเหนียวที่ให้โพแทสเซียมอยู่น้อยแต่มีพวกเซสควิออกไซด์มาก มีแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่เด่น และมีแร่อื่น ๆ เช่น อิลไลต์ สเมกไทต์ และ เวอร์มิคิวไลต์อยู่น้อย ซึ่งดินในบริเวณนี้จะมีคาร์บอนอินทรีย์ พีเอช แคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ และ ธาตุอาหารต่ำ โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม (Ramanathan, 1978; Hart *et al.*, 2003; Kanket *et al.*, 2005) ดินดอนที่อยู่ในมณฑลหูหนานประเทศจีนมีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์เป็นแร่เด่นซึ่งเป็นแร่ที่ให้โพแทสเซียมต่ำมาก ทำให้ดินที่ทำการเกษตรบริเวณนั้นมีปัญหาการขาดโพแทสเซียมในดิน (Shengxian, 1998) เช่นเดียวกับดินที่อยู่ในเขตร้อนชื้นมักจะมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดน้อยกว่าในเขตอบอุ่น เนื่องจากอุณหภูมิและปริมาณฝนที่สูง ส่งผลให้เกิดการผุพังอย่างรุนแรง ทำให้โพแทสเซียมสูญเสียออกจากดินโดยการชะละลาย และหลังจากการปลูกพืชจะมีการสูญเสียโพแทสเซียมไปจากดิน (Havlin *et al.*, 2005)

ปัจจัยที่สำคัญที่แสดงถึงปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน คือ เนื้อดิน ชนิด และปริมาณของแร่ดินเหนียว โดยดินที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากัน ดินเหนียวจะมีโพแทสเซียมในสารละลายดินน้อยกว่าดินทราย และดินที่มีปริมาณแร่ดินเหนียวเท่ากัน ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จะขึ้นอยู่กับ ชนิดของแร่ดินเหนียว เช่น แร่โอลิไคต์ และ เวอร์มิคิวไลต์ เป็นแร่ดินเหนียวประเภท 2:1 จะมีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมได้สูงทำให้โพแทสเซียมที่มีอยู่ในสารละลายดินต่ำ แร่เคโอลิไนต์ และ ไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียมมีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมต่ำมาก และพบว่าจะมีโพแทสเซียมอยู่ในสารละลายดิน แต่จะถูกชะละลายออกไปได้ง่าย พืชจึงใช้ประโยชน์ได้เพียงเล็กน้อย (ก่อเกียรติ, 2545) Sanchez (1976) กล่าวว่าดินเนื้อหยาบถึงค่อนข้างหยาบ เช่น ดินทราย ดินร่วนปนทรายซึ่งมีปริมาณแร่ดินเหนียวต่ำ มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ทำให้การดูดซับโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้น้อย ดังนั้นดินเนื้อหยาบจึงมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับดินเนื้อละเอียด เช่น ดินร่วนปนทรายที่เกิดจากการตกตะกอนของวัสดุที่พัฒนามาจากหินแกรนิต มีปริมาณโพแทสเซียมเพียงร้อยละ 0.124-0.363 ทำให้พืชดูดกินโพแทสเซียมได้น้อย (วรากร, 2534) เช่นเดียวกับ Pal *et al.* (2001) ที่พบว่า ดินเนื้อหยาบในประเทศออสเตรเลียเมื่อปลูก ryegrass จะแสดงอาการขาดโพแทสเซียมอย่างรวดเร็วแสดงให้เห็นว่า ดินมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยหรืออาจจะถูกตรึงไว้โดยแร่ดินเหนียวที่มีอยู่ในดินทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีน้อย

5. การปลดปล่อยและการตรึงโพแทสเซียมในดิน

5.1 การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดิน

อัตราการปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ในสารละลายและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ จะถูกควบคุมโดยการฟุ้งของแร่ที่ให้โพแทสเซียมได้แก่ แร่ไมกาและเฟลด์สปาร์ โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ แบ่งออกเป็น ออร์โทเคลสและไมโครคลายน์ (KAlSi_3O_8) และแร่ไมกา ประกอบไปด้วย แร่มัสโคไวต์ $[\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$ ไบโอไทต์ $[\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$ และโฟลโกไทต์ $[\text{KMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$ การฟุ้งจะเกิดขึ้นได้ง่ายหรือยากขึ้นอยู่กับสมบัติของแร่และสิ่งแวดล้อม รวมถึงสภาพภูมิอากาศก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยโพแทสเซียม เมื่ออากาศหนาวการปลดปล่อยโพแทสเซียมจะช้ามาก (Nathan *et al.*, 2005) ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมใน แร่ไบโอไทต์จะมีมากกว่าแร่มัสโคไวต์ และมัสโคไวต์ก็จะมากกว่าโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์จะมีโครงสร้างผลึกแบบสามมิติโดยโพแทสเซียมอยู่ในส่วนโครงตาข่ายของแร่ และจะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อแร่ถูกทำลาย ดิน

จำนวนมากจะมีโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์เป็นแหล่งที่เก็บสะสมโพแทสเซียมตามธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุด ดินที่มีการผุพังปานกลางโดยทั่วไปจะมีปริมาณของโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์มาก และจะมีอยู่น้อยในดินที่มีการผุพังอย่างรุนแรง เช่นในพื้นที่ร้อนชื้น (Havlin *et al.*, 2005)

ไมกาเป็นแร่ดินเหนียวซิลิเกต ประเภท 2:1 โพแทสเซียมไอออนอยู่ระหว่างชั้นซิลิเกต โพแทสเซียมสามารถปลดปล่อยจากแร่ไมกาได้โดยการเปลี่ยนรูป โดยชั้นแร่ซิลิเกตจะขยายตัวหรือหดตัวจากการสลายตัวของแร่ไมกา (Huang, 2005) การปลดปล่อยโพแทสเซียมจากแร่ไมกา จะมีทั้งการแลกเปลี่ยนแคตไอออนและกระบวนการแพร่กระจาย ซึ่งการปลดปล่อยจะต้องใช้เวลาสำหรับการแลกเปลี่ยนแคตไอออนไปถึงบริเวณที่แลกเปลี่ยน การปลดปล่อยโพแทสเซียมที่อยู่ในหลืบจะปลดปล่อยเมื่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมไอออนในสารละลายต่ำ (Havlin *et al.*, 2005) ดังนั้นการสูญเสียโพแทสเซียมไอออนโดยการดูดใช้หรือการชะละลายอาจจะมีผลต่อการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ ภายใต้สภาพการสูญเสียโพแทสเซียมในดินความสามารถของแร่ในการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากมากไปน้อย มีดังนี้ $\text{trioctahedral mica} > \text{dioctahedral mica} > \text{K feldspar}$ (Sparks and Huang, 1985)

การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินจะขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ที่ให้โพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินและความสมดุลระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ (Pal *et al.*, 2001) จำนวนและสัดส่วนของการปลดปล่อยโพแทสเซียมจาก อิลไลต์/ไมกา ในดินจะมากกว่าการปลดปล่อยจากแร่เคโอลิไนต์เพียงแร่เดียว (Shainberg *et al.*, 1981) การปลดปล่อยโพแทสเซียมจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแคตไอออนอื่น ๆ ที่มีในสารละลายดิน โดยเฉพาะ แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ที่จะเข้าแทนที่โพแทสเซียมในรูปของเกลือในสารละลายดิน หรือ การผุพังของแร่ในดิน (Rowell, 1985) ชนิดของแร่ดินเหนียวมีบทบาทในการดูดใช้และการปลดปล่อยโพแทสเซียมโดยมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า พืชสามารถกระตุ้นการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากชั้นของอิลไลต์และเกี่ยวข้องกับการขยายของชั้นอิลไลต์จาก 1 นาโนเมตร ไปเป็น 1.4 นาโนเมตรของชั้น เวอร์มิคิวไลต์ ในทางตรงกันข้าม ชั้นของเวอร์มิคิวไลต์ก็กลับเป็น 1 นาโนเมตรได้โดยการดูดใช้โพแทสเซียมไอออนของ ryegrass (Barré *et al.*, 2008) ชนิดของพืชที่แตกต่างกันมีผลต่อการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากแร่ เนื่องจากพืชแต่ละชนิดจะมีลักษณะของรากที่ต่างกัน พบว่าข้าวโพดและ ryegrass จะทำให้โพแทสเซียมปลดปล่อยออกมาได้มากกว่าผักกวางตุ้ง (Wang *et al.*, 2000) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับแร่ในดินก่อนปลูกและหลังปลูก ryegrass โดยวิธีการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ (XRD) พบว่า แร่อิลไลต์จะเปลี่ยนไปเป็นแร่เวอร์มิคิวไลต์ ซึ่ง peak ของแร่อิลไลต์หลังปลูก ryegrass จะลดลง และ peak ของแร่เวอร์มิคิวไลต์เพิ่มขึ้น และสัดส่วนแร่เวอร์มิคิว

ไลต์ต่อเคโอลิไนต์เพิ่มขึ้น แต่สัดส่วนของแร่โอลิไต์ต่อแร่เคโอลิไนต์ลดลง เล็กน้อยในดินหลังปลูก การเปลี่ยนแปลงของแร่โอลิไต์ที่เกิดขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากแร่โอลิไต์ออกมาให้กับพืช (Pal *et al.*, 2001) และมีการศึกษาการปลดปล่อยโพแทสเซียมของดินบน ในอันดับแอลฟิซอลส์ เวอร์ทิซอลส์ และ อินเซปทิซอลส์ ในประเทศอินเดียโดยใช้ sodium tetraphenyl boron พบว่า ดินที่มีแร่โอลิไต์มีการปลดปล่อยโพแทสเซียมมากกว่าดิน ที่มีแร่สเมกไทต์และแร่เคโอลิไนต์ (Dhillon and Dhillon, 1992)

5.2 การตรึงโพแทสเซียมในดิน

การตรึงโพแทสเซียม หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของโพแทสเซียมที่อยู่ในสารละลายดินและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ไปเป็นโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ แร่ดินเหนียว 2:1 เช่น แร่โอลิไต์และเวอร์มิคิวไลต์ จะมีความสามารถในการตรึงโพแทสเซียมสูง (Jajali, 2008; Goli-Kalanpa *et al.*, 2008) ส่วนแร่ดินเหนียวประเภท 1:1 เช่นแร่เคโอลิไนต์ จะไม่สามารถตรึงโพแทสเซียมได้ โดยทั่วไปการตรึงโพแทสเซียมจะมีความสำคัญในดินเนื้อละเอียด เมื่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมไอออนในดินเพิ่มขึ้นจะกระตุ้นให้มีการตรึงโพแทสเซียมมากขึ้น การตรึงจะเกิดขึ้นเมื่อดินเปียกเป็นเหตุให้มีการเปิดของหลิบบ ทำให้โพแทสเซียมไอออนเข้าไปเกาะอยู่ในหลิบบ เมื่อดินแห้งลงก็จะทำให้หลิบบบีบตัวเข้าหากันเนื่องจากน้ำที่อยู่ระหว่างหลิบบระเหยออกไป โพแทสเซียมจึงถูกตรึงอยู่ในหลิบบ ผลของการเปียกและแห้งสลับกันนี้จะทำให้ความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมา (Havlin *et al.*, 2005) ปัจจัยที่มีผลต่อการตรึงโพแทสเซียมไปสู่การปลดปล่อยโพแทสเซียมจากโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ ประกอบไปด้วย แร่ในดิน ความสมดุลของโพแทสเซียมรูปต่าง ๆ ที่อยู่ในดิน การเปียก-แห้งของดิน และ ปริมาณกับธรรมชาติของอินทรีย์วัตถุในดิน จึงเป็นเหตุผลในการนำโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ ชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียวมาใช้ในการพิจารณาในการทำคำแนะนำในการใส่ปุ๋ย (Wang *et al.*, 2004)

6. โพแทสเซียมในพืช

ถึงแม้ว่าโพแทสเซียมไม่ได้เป็นส่วนประกอบของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน และไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของเซลล์พืช เหมือนกับไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (Havlin *et al.*, 2005) แต่พืชต้องการโพแทสเซียมในปริมาณมาก เนื่องจากโพแทสเซียมมีความสำคัญทางด้านสรีรวิทยาของพืช คือ จำเป็นสำหรับกระบวนการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์โปรตีน กระบวนการ

เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายแป้ง และน้ำตาลภายในพืช กระบวนการเมตาโบลิซึม ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโต ควบคุมการเปิดและปิดปากใบ เป็นต้น (ชัยฤกษ์, 2536; Tisdale *et al.*, 1999; Johnston *et al.*, 2001) การที่พืชได้รับโพแทสเซียมอย่างต่อเนื่องและเพียงพอ จะช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อโรคแมลง และสภาพภูมิอากาศ ทำให้ลำต้นแข็งแรง ไม่ล้มง่าย และช่วยให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น (Huber and Arny, 1995)

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายภายในต้นพืชได้ดี เมื่อพืชได้รับโพแทสเซียมไม่เพียงพอ จะแสดงลักษณะอาการขาด โดยจะเกิดขึ้นที่ใบแก่ก่อน บริเวณขอบใบจะมีสีเหลืองและซีดจาง เรียกอาการนี้ว่า chlorosis และจะกลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งไปในที่สุด เรียกว่า เกิดอาการ necrosis (Marschner, 1995; Brady and Weil, 2008) บริเวณที่ทำการเกษตรอินทรีย์ในประเทศเดนมาร์ก พบพืชแสดงอาการ chlorosis และ necrosis ขึ้นบริเวณปลายใบและขอบใบล่างของพืช ส่งผลทำให้ผลผลิตของพืชลดลง (Askegaard and Eriksen, 2002) อาการขาดโพแทสเซียมจะเห็นได้ชัดกับข้าวโพด และพืชตระกูลหญ้า พืชที่แก่แล้วจะให้เมล็ดลีบและน้ำหนักเบาผิดปกติ พืชที่ให้หัวที่รากจะมีแป้งน้อยแต่น้ำมาก ข้าวโพดจะให้ฝักที่เมล็ดไม่เต็มฝัก ฝักจะเล็กรูปร่างผิดปกติ ใบยาสูบจะมีคุณภาพในการตัดไฟต่ำ และยังทำให้พืชล้มได้ง่าย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Henry and Ellis, 1996) นอกจากนี้อาการขาดโพแทสเซียมที่พบในถั่ว อัลฟัลฟา จะพบจุดสีขาวบริเวณขอบใบและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแห้งไปในที่สุด (Havlin *et al.*, 2005) พื้นที่ทำการเกษตรในภาคตะวันตกของประเทศออสเตรเลียมีการขาดโพแทสเซียม โดยเฉพาะหญ้าเลี้ยงสัตว์และพืชตระกูลถั่วจะเป็นพืชที่ไวต่อการขาดโพแทสเซียม แต่อาการขาดโพแทสเซียมที่พบในใบพืชจะเกิดขึ้นเมื่อระดับโพแทสเซียมในดินต่ำ ส่งผลให้ผลผลิตลดลง (Pal *et al.*, 2001)

พืชจะดูดใช้โพแทสเซียมในรูป K^+ ซึ่งเป็นรูปที่เคลื่อนย้ายได้ดีในเซลล์พืช (ยงยุทธ, 2546; Fredrick and Thompson, 2005) การดูดใช้โพแทสเซียมจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของโพแทสเซียมไอออน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ ความสมดุลระหว่างโพแทสเซียมในสารละลายดิน และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับโพแทสเซียมที่ถูกตรึง การศึกษาอัตราการดูดใช้โพแทสเซียมของดินที่ทำการเกษตรในประเทศอาร์เจนตินา จำนวน 5 ชุด ดิน ทำการศึกษาในเรือนทดลองโดยการปลูก ryegrass และทำการเก็บเกี่ยว 5 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า ทั้ง 5 ชุดดิน พืชดูดใช้โพแทสเซียมมากที่สุดในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก และหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งต่อมาการดูดใช้โพแทสเซียมจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สำหรับดิน (Horra *et al.*, 2000) Pal *et al.* (2001) ทำการทดลองโดยปลูก ryegrass ในกระถางโดยใช้ดินบนและดินล่าง เป็นเวลา 260 วัน และมีการตัด ryegrass จำนวน 6 ครั้ง จากนั้น

นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ทันที (readily available) ในดิน และการดูดใช้โพแทสเซียมของ ryegrass พบว่า หลังจากการเก็บเกี่ยว ryegrass ครั้งที่ 1 ปริมาณที่พืชดูดใช้ไม่ได้มาจากโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ทันทีทั้งหมด มีเพียงแค่บางส่วนเท่านั้น แต่พอหลังจากการปลูกพืชไปเรื่อย ๆ หลังจากการตัด ครั้งที่ 2, 3, 4, 5 จนถึงการตัด ครั้งที่ 6 พบว่าพืชดูดใช้โพแทสเซียมสัมพันธ์กับปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ทันที

7. ดินที่ดอน

ดินที่ดอน (upland soil) หมายถึง ดินในบริเวณพื้นที่ที่มีสภาพการระบายน้ำดีจนถึงดีเกินไป และดินไม่อยู่ในสภาพน้ำขังหรืออึดตัวด้วยน้ำ เป็นระยะเวลานานในรอบปี ภายในความลึก 50 เซนติเมตร จากผิวดิน ดินไม่มีจุดประ (mottle) ที่เป็นสีเทา เทาอ่อน (low chroma mottle) เป็นบริเวณที่ใช้ในการปลูกพืชไร่ ไม้ยืนต้น และพืชสวน ที่ไม่มีสภาพน้ำขัง (คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา, 2551) ดินที่ดอนที่มีความลาดชันน้อยกว่าร้อยละ 35 ปัจจุบันได้ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างกว้างขวาง ส่วนดินที่ดอนที่พบบริเวณพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูง (highland) มีความลาดชันของพื้นที่เฉลี่ยเกินกว่าร้อยละ 35 ที่แสดงไว้เป็นหน่วยพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) ในแผนที่ดิน เป็นหน่วยพื้นที่ที่เป็นภูเขาและมีความสลับซับซ้อน ดินมีลักษณะแตกต่างกันมากทั้งเนื้อดิน สีดิน ความลึกของดินและความลาดชันของพื้นที่ สภาพของดินที่พบบริเวณพื้นที่ดอนมีลักษณะที่แตกต่างกันและจะเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยที่ทำให้กำเนิดดิน ซึ่งได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม และระยะเวลาการเกิดดิน (เฉลียว, 2535) ดินดอนที่มีพัฒนาการสูงในเขตร้อน มีลักษณะที่สำคัญ คือ มีการระบายน้ำดี ดินมีสีเหลือง สีน้ำตาล และสีแดง เป็นผลมาจากการมีแร่เหล็กออกไซด์ มีแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่เด่นและมีแร่อื่น ๆ รองลงมา เช่น อัลไลต์ สเมกไทต์ และเวอร์มิคิวไลต์ (Ramanathan, 1978; Cahn *et al.*, 1993; Kanket *et al.*, 2005; Trakoonyingcharoen *et al.*, 2006) พรรณพิมล (2524) ศึกษาดินดอนที่มีเนื้อดินหยาบ และมีอายุมากจะมีโพแทสเซียมน้อย หรือดินเนื้อหยาบที่มีอายุน้อยอาจมีโพแทสเซียมอยู่บ้างแต่จะถูกตรึงไว้โดยแร่ดินเหนียว ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีอยู่น้อย พืชที่ปลูกจึงมักจะแสดงอาการขาดโพแทสเซียม Dierolf and Yost (2000) รายงานว่าดินที่ใช้ทำการเกษตรในประเทศไทยอินโดนีเซียเป็นดินดอนที่มีพัฒนาการสูงพบว่าการขาดโพแทสเซียมอย่างต่อเนื่อง เพราะว่าโพแทสเซียมทั้งที่เป็นประโยชน์และที่สำรองไว้ในดินมีปริมาณน้อยมาก เช่นเดียวกับดินดอนที่อยู่ในประเทศจีน เป็นดินสีแดงและสีเหลือง มีแร่ไมกาเล็กน้อย แต่จะมีแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่เด่น ซึ่งเป็นแร่ที่มีโพแทสเซียมต่ำมาก ทำให้ดินมีปัญหาการขาดโพแทสเซียม (Shengxian, 1998) มี

การศึกษาความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมในดินที่ทำการเกษตรของรัฐ Amazonas พบว่าร้อยละ 75 ของดินในพื้นที่เป็นดินคอนอยู่ในอันดับออกซิซอลส์ และอัลทิสอลส์ มีปริมาณโพแทสเซียมน้อยกว่า 39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีพื้นที่ขาดโพแทสเซียมมากถึง ร้อยละ 80 ของพื้นที่ (Adonis, 2006)

8. สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน

สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (tropical monsoonal climate) จะมีฝนตกชุกเกือบตลอดปี โดยทั่วไปมีปริมาณฝนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2,000-2,500 มิลลิเมตร มีบางเดือนที่ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 62 มิลลิเมตร (Köppen, 1931) ภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนของประเทศไทยมีอยู่ทั่วไปในบริเวณพื้นที่คาบสมุทรและชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศ และได้รับอิทธิพลของลมมรสุมอย่างเต็มที่ อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26.67 องศาเซลเซียส (ทรงศักดิ์, 2550) ดินคอนที่อยู่ในบริเวณเหล่านี้มีระบอบความชื้นแบบยูดิก ส่วนมากมีการใช้ที่ดินในการปลูกยางพารา ไม้ผลเขตร้อนและพืชพรรณธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นป่าฝนเขตร้อน (เฉลิม, 2529) ดินที่พบในสภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนนี้จะเป็นดินที่พัฒนาการสูง อยู่ในอันดับ ออกซิซอลส์และอัลทิสอลส์ วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างจากหินบะซอลต์และหินแกรนิต มีการผุพังในระดับสูง มีแร่เคโอลิไนต์ ควอตซ์ และ ฮีมาไทต์ เป็นแร่เด่น (Hart *et al.*, 2003; Tawornpruek., 2005; Trakoonyingcharoen *et al.*, 2006; Anda *et al.*, 2008) Suwannarit (1996) พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์เป็นแร่เด่นมีผลทำให้ดินในพื้นที่มีโพแทสเซียมต่ำ Vijarnsorn and Eswaran (2002) พบว่าโดยทั่วไป ภาคใต้ของประเทศไทย มีแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่เด่นและพบมากที่สุด และอาจจะพบแร่โอลิไต์บ้างเล็กน้อยเนื่องจากภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงใต้มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น และบางครั้งอาจมีแร่อื่น ๆ เช่น เคโอลิไนต์-โอลิไต์ หรือเคโอลิไนต์-สเมกไทต์-โอลิไต์ และสำหรับในพื้นที่ลุ่มและพื้นที่แถบชายทะเลทั้งฝั่งภาคตะวันออกและภาคใต้ส่วนใหญ่พบแร่ควอตซ์เป็นแร่เด่น เนื่องจากวัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่เป็นหินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน Melo *et al.* (2001) รายงานว่าดินที่มีพัฒนาการสูงในบราซิลมีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์เป็นแร่เด่น จะไม่พบแร่ที่ให้โพแทสเซียม เช่น แร่เฟลด์สปาร์ และไมกา เช่นเดียวกับดินในประเทศออสเตรเลียที่มีพัฒนาการสูงจะมีแร่ควอตซ์ เซสควิออกไซด์ และเคโอลิไนต์เป็นแร่เด่น มีการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากรูปโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้น้อย (Pal *et al.*, 2002)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แผนที่ดินของจังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด ชลบุรี ชุมพร กระบี่ มาตราส่วน 1:100,000 (กองสำรวจดิน, 2524)
2. แผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารระหว่างที่ 5134I, 5234II, 5234II, 5235II, 5235III, 5334IV, 5335I, 5434II และ 5450IV (กรมแผนที่ทหาร, 2521)
3. เครื่องมือการสำรวจดินภาคสนามมาตรฐาน (เอิบ, 2552; Soil Survey Division Staff, 1993)
4. เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินทางเคมี ฟิสิกส์ จุลชีววิทยา และแร่วิทยา
5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกพืช
 - 5.1 กระจกพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร
 - 5.2 พลาสติกรองกันกระจก
 - 5.3 ดินบนจากระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และ ดินล่างจากระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร (1 กิโลกรัม/กระจก)
 - 5.4 เมล็ดหญ้ากีนีสีม่วง (*Panicum maximum*) พันธุ์ TD.58
 - 5.5 น้ำที่ขจัดไอออน (deionized water)
 - 5.6 ปุ๋ยน้ำ (Jarvis and Robson 1983) และเครื่องชั่ง

วิธีการ

1. การออกศึกษาภาคสนามและเก็บตัวอย่าง

ศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ในบริเวณภาคตะวันออก และภาคใต้ ซึ่งเป็นดินที่อยู่ภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีระบบความชื้นแบบยูดิก คัดเลือกชุดดินในบริเวณดังกล่าวเพื่อใช้เป็นตัวแทนที่ครอบคลุมดินในบริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้

การเก็บตัวอย่าง ขุดหน้าตัดดินตามตำแหน่งที่กำหนดไว้โดยมีขนาด กว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2 เมตร ตกแต่งหน้าตัดดินให้สามารถมองเห็นสัณฐานวิทยาของดินได้ชัดเจน แบ่งชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ตรวจสอบสมบัติดินในแต่ละชั้น ทำคำบรรยายหน้าตัดดิน

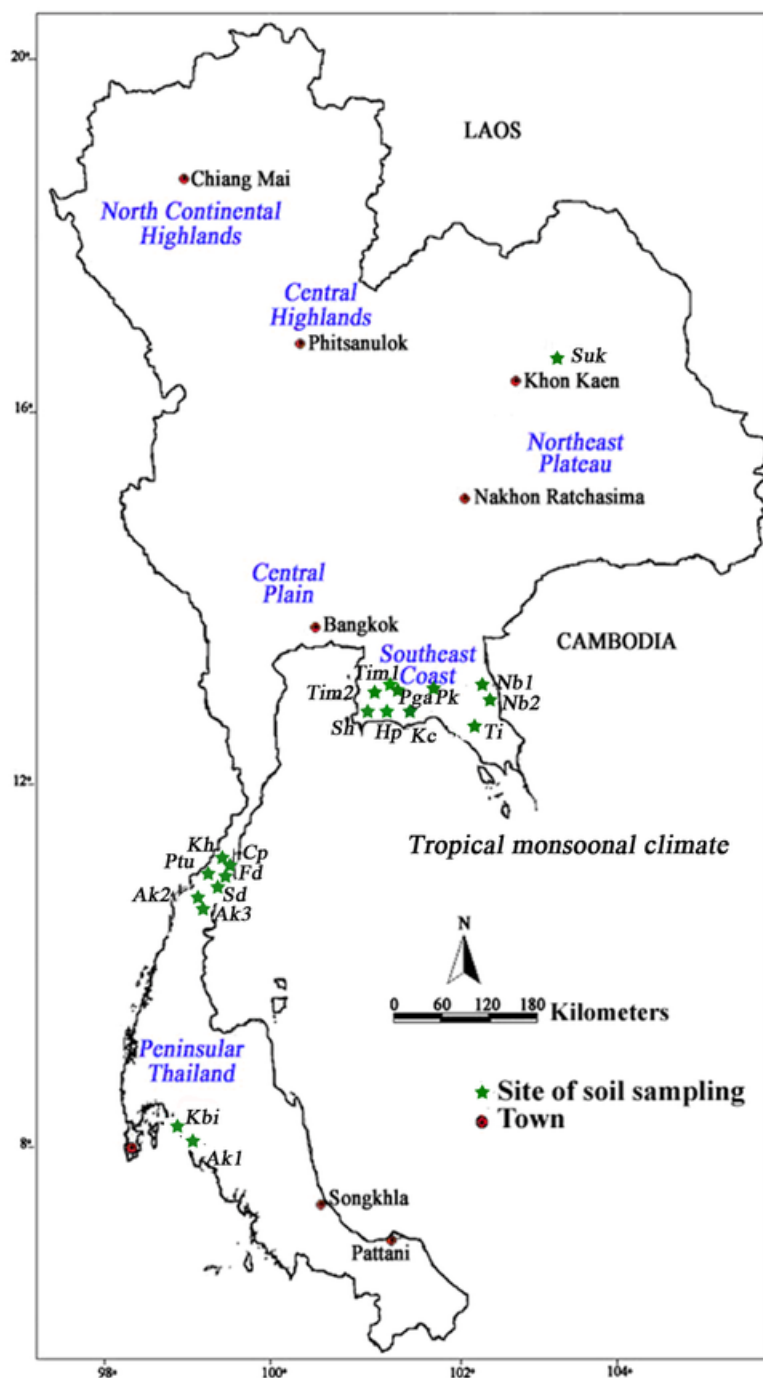
1.1 เก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน (disturbed soil sample) เก็บดินทุกชั้น ตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ที่ได้แบ่งไว้ตลอดหน้าตัดดิน ชั้นละประมาณ 1-2 กิโลกรัม และเก็บตัวอย่างชั้นดินบน 0-15 เซนติเมตร และชั้น ดินล่าง 15-30 เซนติเมตร ชั้นละประมาณ 4-5 กิโลกรัม จากนั้นนำมาผึ่งลม และร่อนผ่านตระแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำตัวอย่างดินที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์และปลูกพืชต่อไป

1.2 เก็บตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวน (undisturbed soil sample) เลือกเก็บเฉพาะชั้นที่ต้องการนำมาศึกษาจุลสัณฐานวิทยาของดิน (soil micromorphology) โดยเก็บด้วยกล่องเก็บตัวอย่างดินคูเบียนา (Kubiena box) (เอิบ, 2552; Buol *et al.*, 2003)

2. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

2.1.1 การกระจายของอนุภาคดิน (Particle size distribution) โดยวิธีไปเปตต์ (pipette method) (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Survey Staff, 2006)



ภาพที่ 1 ขอบเขตบริเวณที่ทำการศึกษา และจุดเก็บตัวอย่าง

2.1.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธี clod method ซึ่งได้จากเก็บตัวอย่างก้อนดินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 เซนติเมตร (Blake and Hartge, 1986)

2.1.3 ความจุความชื้นสนาม (Field capacity) โดยใช้ pressure plate apparatus ที่ -33 kPa

2.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

2.2.1 พีเอชของดิน (Soil pH) โดยใช้เครื่องมือวัดพีเอชดิน (pH meter) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย 1 M KCl เท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996)

2.2.2 อินทรีย์วัตถุในดิน โดยวิธี Walkley และ Black Titration (Walkley and Black, 1934)

2.2.3 ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965)

2.2.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorous) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945)

2.2.5 ปริมาณโพแทสเซียม โดยวิเคราะห์โพแทสเซียมทั้งหมด 4 รูป คือ

1) โพแทสเซียมในสารละลายดิน (Water-soluble K) โดยการสกัดด้วยน้ำกลั่นแล้วเขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำไปกรอง แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Pratt, 1965)

2) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) โดยสกัดด้วย 1 M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Pratt, 1965) ซึ่งเป็นค่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ บวก โพแทสเซียมในสารละลายดิน

3) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ (Non-exchangeable K) โดยสกัดด้วย 1 M HNO_3 (Pratt, 1965) ซึ่งเป็นค่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ บวก โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ บวก โพแทสเซียมในสารละลายดิน

4) โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K) โดยการใช้ X-ray fluorescence spectrophotometry (Norrish and Chappell, 1967)

2.2.6 เบสที่สกัดได้ (Extractable bases) ซึ่งประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียมและโซเดียม โดยสกัดด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Peech, 1945) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

2.2.7 ความเป็นกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธี barium chloride-triethanolamine pH 8.2 (Peech, 1965)

2.2.8 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity) โดยการซึมชะ แคตไอออน ด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) และแทนที่แอมโมเนียมไอออน ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (10%) ในสภาพเป็นกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

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

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

2.2.10 วิเคราะห์โพแทสเซียมในพืช โดยใช้ nitric: perchloric acid อัตราส่วน 3:1 ย่อยตัวอย่างพืชที่อบแห้ง แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัด โดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Jackson, 1958)

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงแร่ของดิน

2.3.1 วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียว ที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร โดยวิธีการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction analysis; XRD) (Jackson, 1965; Whittig and Allardice, 1986)

2.3.2 วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ในกลุ่มอนุภาคทรายแป้ง (Silt fraction) ขนาด 2 ถึง 50 ไมโครเมตร โดยวิธีการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ นำผลที่ได้เปรียบเทียบกับชนิดของแร่มาตรฐาน (Brindley and Brown, 1980) สำหรับปริมาณของแร่ชนิดต่าง ๆ ประเมินโดยวิธี relative peak height และ peak area (Jackson, 1965; Whittig and Allardice, 1986)

2.4 การวิเคราะห์จุลสัณฐานวิทยาของดิน

ตัวอย่างดินที่เก็บมาจากภาคสนามโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ มีขั้นตอนการเตรียมทำแผ่นตัดบาง (thin section) เพื่อศึกษาจุลสัณฐานวิทยาของดิน โดยวิเคราะห์ผ่านกล้องจุลทรรศน์ชนิดดูหินและแร่ (มรกต, 2532; Bullock *et al.*, 1985) ดังนี้

2.4.1 ถ่ายดินออกจากกล้องจุลทรรศน์ลงในกล่องกระดาษซึ่งบุพลาสติกเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งเขียนรายละเอียด ชื่อชุดดิน ชั้นดิน และทำลูกศรชี้ทิศทางของตัวอย่างดินที่เก็บ

2.4.2 อบดินให้แห้งภายในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 สัปดาห์ หรือจนแน่ใจว่าความชื้นดินไม่มีเหลืออยู่เลย (อุณหภูมิในการอบตัวอย่างดิน ถ้าสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส จะทำให้ดินแตก และอินทรีย์วัตถุจะถูกทำลาย) หลังจากนั้นนำมาทำให้แข็งโดยการแทรกสาร (impregnation) ซึ่งเป็นน้ำยาผสมของอัลโฟลิท ยูพี 001 อี ที่ใช้เป็นสารเชื่อม เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ เป็นสารทำให้เกิดปฏิกิริยา และสไตรีนโมโนเมอร์ เป็นตัวทำเจือจาง โดยเติมน้ำยาที่ผสมดีแล้วลงในกล่องตัวอย่างดิน

2.4.3 นำไปใส่ในตู้อบสุญญากาศ (vacuum drying oven) ที่ความดัน 60 เซนติเมตร พรอท ประมาณ 6-8 ชั่วโมง จึงนำออกมาใส่ตู้ควั่น เติมน้ำยาให้ท่วมอยู่เสมอ ค่อย ๆ เพิ่มความเข้มข้น และเพิ่มเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ทีละน้อย จนกว่าน้ำยาจะแข็งตัว จึงนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 35-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.4.4 จากนั้นนำมาตัดด้วยเครื่องตัด (diamond saw) ให้หนาประมาณ 5-8 เซนติเมตร นำมาขัดผิวหน้าด้านใดด้านหนึ่งของตัวอย่าง โดยใช้ผงขัดซิลิคอนคาร์ไบด์ (silicon carbide powder) ผสมน้ำมัน นำตัวอย่างดินที่ขัดและเช็ดให้แห้งเรียบร้อยแล้ว อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 6 ชั่วโมง

2.4.5 นำตัวอย่างดินมาติดบนสไลด์ โดยใช้กาวที่มีส่วนผสมของอัลโฟลิท ยูพี 001 อี กับไซโคลเฮกซะโนนเปอร์ออกไซด์ (cyclohexanone peroxide) และโคบอลต์ออกทีเอต (cobaltoctate) หลังจากติดตัวอย่างสไลด์เรียบร้อยแล้ว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง

2.4.6 นำตัวอย่างที่ติดสไลด์แล้วมาตัดด้วยเครื่องตัดบาง และขัดด้วยผงขัดหยาบและละเอียด ตามลำดับ จนกระทั่งตัวอย่างมีความหนาประมาณ 0.03 มิลลิเมตร โดยสังเกต สีของแร่ควอตซ์ จะมีสีเทา หรือเทาปนเหลือง เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดคูห์นและแร่ในสภาพ x-nicols จากนั้นปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ (cover glass) แล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดคูห์นและแร่ เพื่อศึกษาทางจุลสัณฐานวิทยาของดิน

3. การปฏิบัติการในเรือนทดลอง

3.1 นำดินที่ได้จากการผึ่งลมและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำดินไปหาค่าความจุความชื้นสนาม จากนั้นนำดินที่ได้ใส่ในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร กระถางละ 1 กิโลกรัม โดยแบ่งเป็นดินบน (0-15 เซนติเมตร) และดินล่าง (15-30 เซนติเมตร) จำนวน 20 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ข้ว ประกอบไปด้วย ชุดดินต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

อ่าวลึก 1 (Ak1)	อ่าวลึก 2 (Ak2)	อ่าวลึก 3 (Ak3)
ท่าใหม่ (Ti)	หนองบอน 1 (Nb1)	หนองบอน 2 (Nb2)
พังงา (Pga)	คลองซาก (Kc)	ปะทิว (Ptu)
ภูเก็ต (Pk)	ฝั่งแดง (Fd)	กระบี่ (Kbi)
ท้ายเหมือง 1 (Tim 1)	ท้ายเหมือง 2 (Tim 2)	ห้วยโป่ง (Hp)
ชุมพร (Cp)	สะเดา (Sd)	สตึก (Suk)
สตหีบ (Sh)	คอหงษ์ (Kh)	

3.2 ปลุกหญ้ากีนีสีม่วง โดยใช้เมล็ด หยอดในกระถาง กระถางละ 30 เมล็ด เมื่อหญ้าขึ้น ถอนให้เหลือกระถางละ 4 ต้น

3.3 ใส่ปุ๋ยน้ำเพื่อให้ต้นหญ้าได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอในการเจริญเติบโต ยกเว้นธาตุ โพแทสเซียม โดยเตรียมปุ๋ยน้ำ 1 ลิตรจากสารประกอบต่างๆ รวมกันดังนี้ (Jarvis and Robson, 1983)

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2.3	กรัม
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.5	กรัม
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.9	กรัม
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.4	กรัม
H_3BO_3	0.08	กรัม
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.04	กรัม
$\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.07	กรัม
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	14.84	กรัม
NH_4NO_3	10.505	กรัม

ใส่ปุ๋ยน้ำจำนวน 10 มิลลิลิตร ต่อกระถาง ให้กับต้นหญ้ากีนีสีม่วง โดยใส่ก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยวแต่ละครั้ง

3.4 ใส่ปุ๋ย NH_4NO_3 ที่ละลายน้ำ หลังปลูก 15 วัน จำนวน 10 มิลลิลิตร ต่อ กระถาง

3.5 รดน้ำทุกวันด้วยน้ำที่ขจัดไออน์ ทั้งเช้าและเย็นที่จุดความชื้นสนาม (field capacity) โดยการชั่งน้ำหนัก

3.6 ตัดต้นหญ้าทุก ๆ 1 เดือน โดยให้เหลือตอไว้ 1.5 เซนติเมตร นำมาชั่งน้ำหนักสดและ น้ำหนักแห้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาโพแทสเซียมในพืช

3.7 ปลูกและตัดจนไม่มีหญ้ารอด หรือตัดต้นหญ้าประมาณ 6 ครั้ง แล้วเก็บดินในกระถาง ไปวิเคราะห์หาโพแทสเซียมทั้ง 4 รูป คือโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ และโพแทสเซียมทั้งหมด

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองปลูกพืชในเรือนทดลอง นำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistica Software Version 6.

สถานที่ในการทำวิจัย

1. การปฏิบัติงานในภาคสนาม บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ของประเทศไทยในพื้นที่ที่มีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน
2. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ใช้ห้องปฏิบัติการของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน และการวิเคราะห์สมบัติทางแร่ของดิน ณ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ
3. โรงเรือนทดลอง ของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ลักษณะทั่วไปของดินที่ทำการศึกษา

ลักษณะทั่วไปของดินที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 1) มีลักษณะที่สำคัญดังนี้

ชุดดินอ่าวลึก 1 (Ao Luk series: Ak 1) ลักษณะดินเป็นดินลึกลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่ในส่วนยอดของบริเวณที่ราบคาร์สต์ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ (crestal slope of residual hill in karst corrosion plain) มีสภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนชัน (rolling) วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างของหินปูน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bto ดินบนมีสีแดงปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนกลมขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกลาง (pH 7.0) ดินล่างมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบกึ่งเหลี่ยมมุมขนาดปานกลางถึงแบบก้อนกลมขนาดละเอียด ดินล่างในภาคสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษามีการปลูกยางพารา มะละกอ มะพร้าว และกล้วย

ชุดดินอ่าวลึก 2 (Ao Luk series: Ak 2) ลักษณะดินเป็นดินลึกลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณที่ราบคาร์สต์ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ (karst corrosion plain) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย (slightly undulating) วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างของหินปูน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bto ดินบนและดินล่างมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนและก้อนกลมขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกลาง (pH 7.0) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษามีการปลูกทุเรียน พริกไทย และไม้ผลเขตร้อน

ชุดดินอ่าวลึก 3 (Ao Luk series: Ak 3) ลักษณะดินเป็นดินลึกลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณยอดเนินต่ำในที่ราบคาร์สต์ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ (rise crestal slope in karst corrosion plain) มีสภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด (undulating) วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างของหินปูน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็ว พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bto-Bo ดินบนและดินล่างมีสีน้ำตาลปนสีแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลาง ดินบนในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) และในดินล่างเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษามีการปลูกทุเรียน พริกไทย และไม้ผลเขตร้อน

ชุดดินท่าใหม่ (Tha Mai series: Ti) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณดินเขาดอนบนของเนินเขาที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของลาวา (upper footslope of lava corrosion hill) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินบะซอลต์ ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bo-Bto ดินบนมีสีน้ำตาลปนแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลางถึงแบบก้อนกลมขนาดปานกลาง ดินบนในภาคสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) ดินล่างมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลางถึงก้อนกลมขนาดละเอียด ดินล่างในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา ใช้ในการปลูกไม้ผลเขตร้อน เช่น ก้อย ทุเรียน เงาะ

ชุดดินหนองบอน 1 (Nong Bon series: Nb 1) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณไหล่เขาบนที่ราบแบบลูกคลื่นลอนลาดที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของลาวา (shoulder slope on lava corrosion undulating plain) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินบะซอลต์ ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Bto ดินบนมีสีน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างแบบกึ่งเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินบนในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) ดินล่างเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบกึ่งเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลางและแบบก้อนกลมขนาดละเอียด ดินล่างในภาคสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูกแตงโม

ชุดดินหนองบอน 2 (Nong Bon series: Nb 2) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณไหล่เขาบนที่ราบแบบลูกคลื่นลอนลาดที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของลาวา สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนชัน (rolling) วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินบะซอลต์ ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Bto ดินบนมีสีผสมของสีน้ำตาลปนแดงและสีเทาปนแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนปานกลางและแบบก้อนกลมขนาดละเอียด ดินบนในภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) ดินล่างมีสีน้ำตาลปนแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลางและแบบก้อนกลมขนาดละเอียด ดินล่างในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการทำสวนยางพารา

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของดินที่ทำการศึกษา

Soil series	Profile development	Relief	Landform	Parent material	Land use
Ao Luk 1	Ap-Bto1-Bto2-Bto3- Bto4-Bto5-Bto6-Bto7	Rolling	Creastal slope of residual hill in karst corrosiom plain	Residuum derived mainly from limestone	Rain forest species, para rubber, papaya, coconut, babana
Ao Luk 2	Ap-Bto1-Bto2-Bto3- Bto4-Bto5-Bto6	Slightly undulating	Karst corrosion plain	Residuum derived from limestone	Tropical rain forest species, durain, pepper (tropical orchards)
Ao Luk 3	Ap-Bto1-Bto2-Bto3- Bto4-Bo1-Bo2	Undulating	Rise crestal slope in karst corrosion plain	Residuum derived from limestone	Tropical rain forest species, durain, pepper (tropical orchards)
Tha Mai	Ap-Bo1-Bo2-Bto1- Bto2-Bto3-Bto4	Undulating	Upper footslope of lava corrosion hill	Residuum derived from weathered basalt	Tropical fruit tree orchard; banana durian rambutan etc.
Nong Bon 1	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bto1- Bto2-Bto3-Bto4	Undulating	Shoulder slope on lava corrosion undulating plain	Residuum derived from basalt	Watermelon field (active) left fallow under local grasses
Nong Bon 2	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt01- Bt02-Bto3-Bto4	Rolling	Shoulder slope on lava corrosion rolling plain	Residuum derived from basalt	Para rubber plantation
Phang-nga	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4- Bt5-Bv	Undulating	Lower coalesing	Wash and residuum derived from weathered granite	Para rubber intercropped with pineapple (young para rubber)
Chlong Chak	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Btc1- Btc2-Btc3-Bv	Undulating	Dissected lower residual footslope	Wash and local alluvium derived from weathered metasedimentary rock	Para rubber plantation
Pathiu	Ap-Bto1-Bto2-Bto3- Bto4-Bto5-Bo	Undulating	Footslope in karst corrosion	Residuum and colluvium derived from fine grained clastic rocks and limestone	Rain forest species, para rubber, local weeds and fern
Phuket	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4- Bv1-Bv2-Bv3	Undulating	Dissected lower footslope	Residuum derived from weathered coarse grained granite	Irrigated tropical orchards, Rambutan, mangosteen, durian

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Soil series	Profile development	Relief	Landform	Parent material	Land use
Fang Daeng	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bt6-Bt7	Undulating	Crestal slope of low hill	Residuum derived from clastic sedimentary rock	Rain forest species, para rubber
Krabi	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bt6	Mainly rolling	Shoulder slope of low hill	Residuum and colluvium derived from clastic rocks	Tropical rain forest species, para rubber, rambutan,coconut tree legume
Thai Mueang 1	Ap1-Ap2-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bv	Undulating	Shoulder slope of residual hill	Residuum derived from weathered coarse grained granite	Cassava field
Thai Mueang 2	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bv	Undulating	Upper dissected footslope	Wash over residuum derived from weathered granite	Para rubber intercropped with pineapple
Huai Pong	Ap1-Ap2-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bt6	Undulating	Lower midslope of low residual hill	Residuum derived from weathered granite	Cassava field plot
Chumphon	Ap-Bt-Btc-Bv1-Bv2-Bv3-Bcrv	Rolling	Erosional terrace	Local wash over residuum derived from metasedimentary rock	Para rubber plantation
Sadao	Ap-E-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bt6	Undulating	High local alluvial terrace	Local alluvium derived from clastic sedimentary rock	Coconut
Satuek	Ap-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5-Bt6	Undulating	Top of upper middle erosional terrace	Residuum derived from weathered clastic sedimentary rocks	Forage crop field
Sattahip	Ap1-Ap2-Bt1-Bt2-Bt3-Bt4-Bt5	Undulating	Dissected lower footslope	Mixed wash and local alluvium derived from metasedimentary rock and granite	Cassava, marigold, para rubber, coconut
Kohong	Ap-Bt1-Bt2-Btc-Crt1-Crt2	Undulating	Shoulder spur hillslope	Colluvium derived from weathered sandstone	Tropical orchard, coconut mangosteen, moist evergreen species

ชุดดินพังงา (Phang-nga series: Pga) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณส่วนต่ำของดินเขาที่ต่อเนื่องกัน (lower coalescing footslope) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างจากการผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิต ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Bv ดินบนมีสีน้ำตาลปนเทาถึงสีน้ำตาลซีด เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบกึ่งก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินภาคสนามเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.0) ดินล่างมีสีน้ำตาลซีด เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบกึ่งก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูกยางพาราร่วมกับสับปะรด

ชุดดินคลองซาก (Chlong Chak series: Kc) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณตอนล่างของดินเขาที่ถูกขอยแบ่ง (dissected lower residual footslope) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนล้างผิวและตะกอนน้ำพาท้องถิ่นที่ได้จากการผุพังอยู่กับที่ของหินตะกอน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Btc-Bv ดินบนมีสีน้ำตาลปนเหลืองผสมกับสีน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย โครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินบนในภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ดินล่างมีสีน้ำตาลเข้ม สีน้ำตาลปนเหลืองซีด สีน้ำตาล และสีเหลืองปนแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย โครงสร้างเป็นแบบกึ่งก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการทำสวนยางพารา

ชุดดินปะทิว (Pathiu sereis: Ptu) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณดินเขาในที่ราบคาร์สต์ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ (footslope in karst corrosion plain) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างและเศษหินเชิงเขาที่มาจากหินเนื้อผสมขนาดละเอียดและหินปูน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็ว พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bto-Bo ดินบนมีสีน้ำตาลปนแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย มีโครงสร้างของดินแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) ดินล่างมีสีแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย โครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลางและแบบก้อนกลมขนาดปานกลาง ดินภาคสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูกยางพารา

ชุดดินภูเก็ต (Phuket series: Pk) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณตอนล่างของดินเขาที่ถูกขอยแบ่ง (dissected lower footslope) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุ

ต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างจากการผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิตที่มีเนื้อหยาบ ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Bv ดินบนมีสีน้ำตาลปนเทา ผสมกับสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายหยาบ มีโครงสร้างของดินแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) ดินล่างมีสีเหลืองปนแดง ผสมกับสีน้ำตาลปนเหลืองและเหลืองปนแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายหยาบ โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา ใช้ในการปลูกไม้ผลเขตร้อน เช่น มังคุด ทุเรียน เงาะ

ชุดดินฝ่งแดง (Fang Daeng series: Fd) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณส่วนบนสุดของเนินเขาระดับต่ำ (crestal slope of low hill) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างที่ได้จากหินตะกอน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt ดินบนมีสีแดงปนเหลืองและสีแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างของดินแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในสนามเป็นกลาง (pH 7.0) ดินล่างมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูกยางพารา

ชุดดินกระบี่ (Krabi series: Kbi) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณไหล่ของเนินเขาต่ำ (shoulder slope of low hill) สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นแบบลูกคลื่นลอนชัน (mainly rolling) วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างและตะกอนชายเชิงเขาที่ได้จากหินผสม ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt ดินบนมีสีแดงปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีโครงสร้างของดินแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) ดินล่างมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย โครงสร้างเป็นแบบกึ่งเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูกไม้ผลเขตร้อนและพืชตระกูลถั่ว

ชุดดินท้ายเหมือง 1 (Thai Mueang series: Tim 1) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณไหล่เขาของเนินเขาค้าง (shoulder slope of residual hill) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างจากการผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิตที่มีเนื้อหยาบ ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการหน้าตัดดินแบบ Ap-Bt ดินบนมีสีเหลืองปนน้ำตาลผสมสีน้ำตาลซีดและสีน้ำตาลปนเทาเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างของดิน

แบบกึ่งเหลี่ยมมุมขนาดปานกลาง ดินในสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) ดินล่างมีสีผสมของสีน้ำตาลปนเหลืองสีเหลืองปนแดงและสีแดงปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย โครงสร้างแบบกึ่งเหลี่ยมมุมขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา ใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง

ชุดดินท้ายเหมือง 2 (Thai Mueang: Tim 2) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณตอนบนของดินเขาที่ถูกซอยแบ่ง (upper dissected footslope) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนลี้กัวดินบนวัสดุตกค้างที่ผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิต ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Bv ดินบนมีสีผสมของสีน้ำตาลและสีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างเป็นแบบกึ่งเหลี่ยมมุมขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) ดินล่างมีสีผสมของสีน้ำตาลปนเหลืองอ่อนสีเหลืองปนน้ำตาลและสีน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย โครงสร้างแบบกึ่งเหลี่ยมมุมขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูกยางพารา และมีการปลูกสับปะรดร่วมระหว่างแถวของยางพารา

ชุดดินห้วยโป่ง (Huai Pong series: Hp) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณที่ลาดเชิงเขาตอนล่างของเนินเขาดกค้ำ (lower midslope of residual hill) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างจากการผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิต ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินแบบ Ap-Bt ดินบนมีสีเทาปนน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างแบบกึ่งเหลี่ยมมุมขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ดินล่างมีสีผสมของสีน้ำตาลซีดและสีน้ำตาลปนเทา เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย โครงสร้างเป็นแบบกึ่งเหลี่ยมมุมขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.0) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูกมันสำปะหลัง

ชุดดินชุมพร (Chumphon series: Cp) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณ ตะพักจากการกร่อน (erosional terrace) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนชัน (rolling) วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่นและวัสดุตกค้างจากหินแปร ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt-Btc-Bv-Bc_{rv} ดินบนมีสีน้ำตาลปนเหลืองเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างเป็นแบบกึ่งเหลี่ยมมุมขนาดปานกลาง ดินในสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) ดินล่างมีสีผสมของสีน้ำตาลปนเหลืองอ่อนและสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินร่วน

เหนียวปนทราย โครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูกยางพารา

ชุดดินสะเดา (Sadao series: Sd) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณที่สูงของตะพักกลุ่มน้ำท้องถิ่น (high local alluvial terrace) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาท้องถิ่นที่ได้จากหินตะกอน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง พัฒนาการของหน้าตัดดินแบบ Ap-E-Bt ดินบนมีสีน้ำตาลปนเหลืองเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.5) ดินบนมีสีแดงปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษา มีการปลูก มะพร้าว

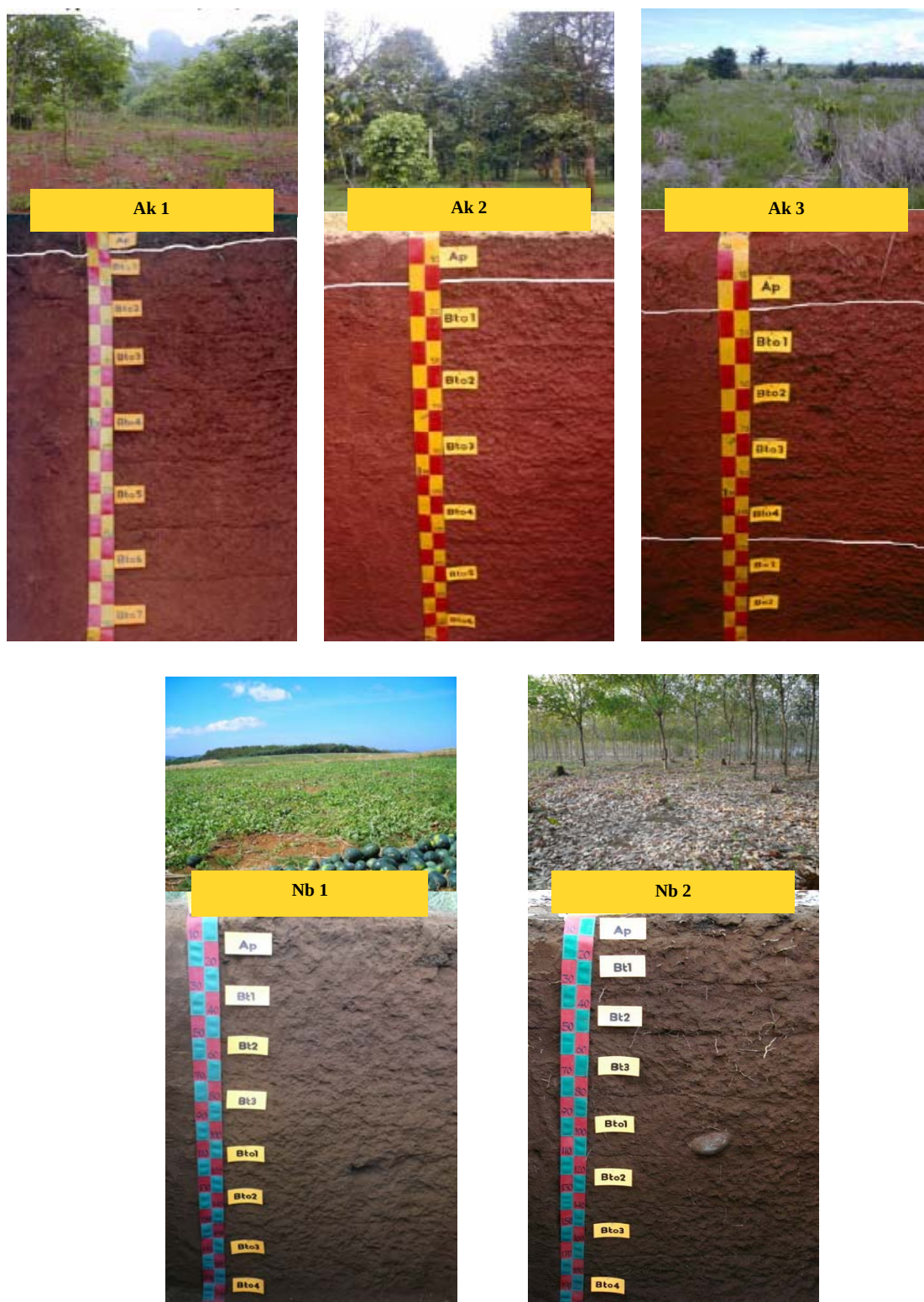
ชุดดินสตึก (Satuek series: Suk) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณส่วนบนของตะพักตอนกลางที่เกิดจากการกร่อน (top of upper middle erosional terrace) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างที่ได้จากการผุพังอยู่กับที่ตะกอน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร พัฒนาการของหน้าตัดดินแบบ Ap-Bt ดินบนมีสีผสมของสีน้ำตาลปนเทาเข้มและสีน้ำตาลซีด เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) ดินล่างมีสี เหลืองปนน้ำตาลผสมกับสีน้ำตาลปนเหลืองอ่อนและสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีโครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษาใช้ในการปลูกหญ้าอาหารสัตว์

ชุดดินสัทหีบ (Sattahip series: Sh) ลักษณะดินเป็นดินลึกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณตีนเขาตอนล่างที่ถูกขอยแบ่ง (dissected lower footslope) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนผสมล้างผิวดินและตะกอนน้ำพาท้องถิ่นที่สลายตัวมาจากหินตะกอนที่เริ่มเปลี่ยนแปลงและหินแกรนิต ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร พัฒนาการหน้าตัดดินแบบ Ap-AB-Bt ดินบนมีสีผสมของสีน้ำตาลปนเทาและสีเทาเข้ม เนื้อดินเป็นดินทรายละเอียดปนร่วน มีโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) ดินล่างมีสีผสมของสีน้ำตาลกับสีน้ำตาลซีดและสีน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินทรายละเอียดปนร่วน มีโครงสร้างเป็นแบบกึ่งก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ดินในภาคสนาม

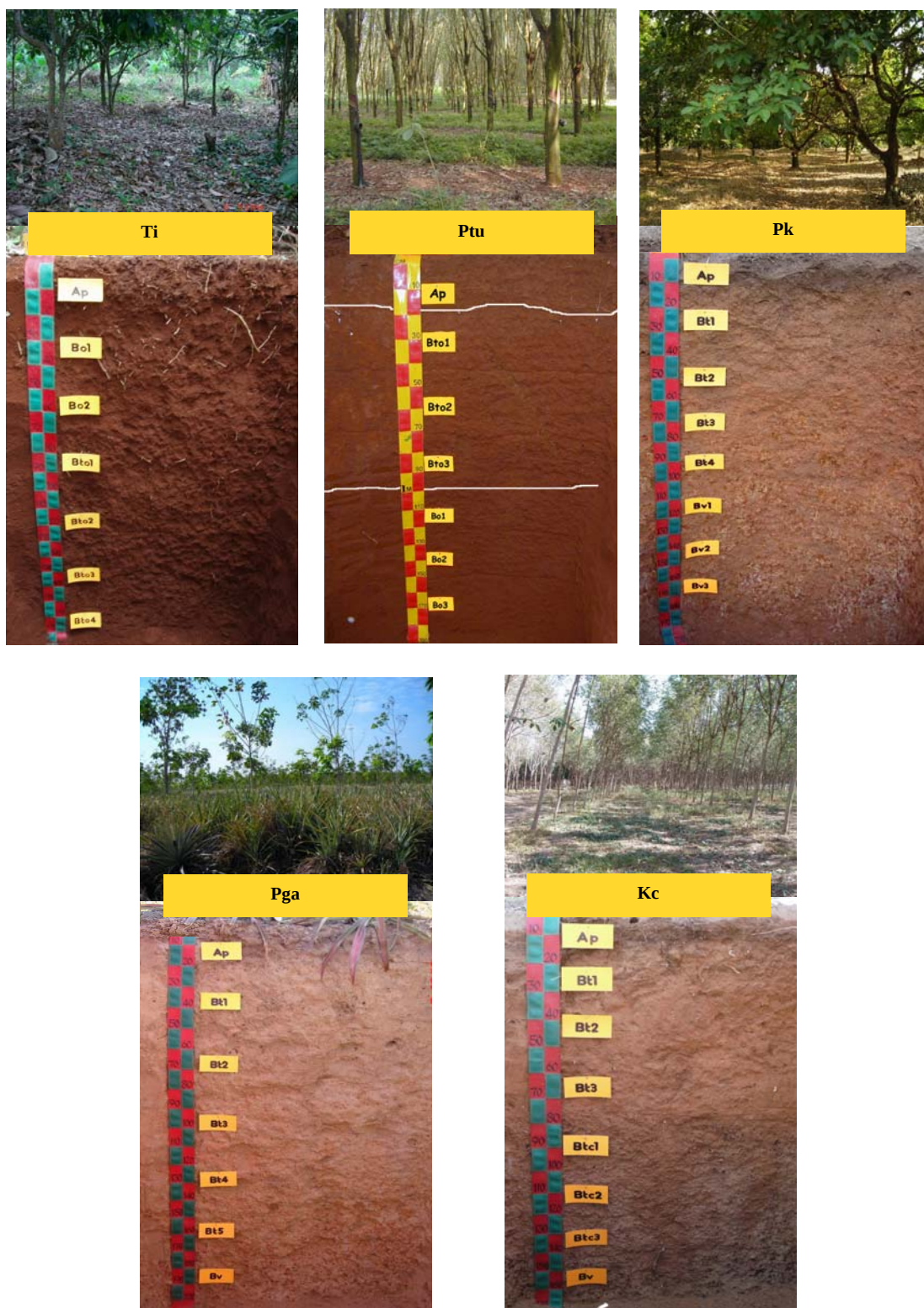
เป็นกรดจัด (pH 5.5) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษาใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง ดาวเรือง
ยางพารา มะพร้าว

ชุดดินคองหงษ์ (Kohong series: Kh) ลักษณะดินเป็นดินลิกมาก สภาพพื้นที่อยู่บริเวณไหล่
เนินเขารูปเกือกม้า (shoulder spur hill slope) สภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาด วัตถุต้นกำเนิด
ดินเป็นตะกอนดาบเชิงเขาที่ได้จากการผุพังอยู่กับที่ของหินทราย ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำ
ปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร พัฒนาการหน้าตัดดินแบบ Ap-Bt-Crt ดินบนมีสีน้ำตาล
ปนเหลืองผสมกับสีน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย โครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาด
ปานกลาง ดินในภาคสนามเป็นกรดจัด (pH 5.5) ดินล่างมีสีเหลืองปนแดงผสมกับสีเหลืองปนแดง
และสีน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย โครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง
ดินในภาคสนามเป็นกรดจัดมาก (pH 5.0) สภาพการใช้ที่ดินขณะทำการศึกษาพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการ
การปลูกไม้ผลเขตร้อน

ลักษณะทั่วไปของดินที่ทำการศึกษา พบว่า ดินส่วนใหญ่เป็นดินลิกมาก และมีอิทธิพลการ
ผุพังอยู่กับที่มากกว่าการกร่อน และเนื่องจากพื้นที่ที่ทำการศึกษายู่ในสภาพภูมิอากาศแบบมรสุม
เขตร้อน ซึ่งมีปริมาณฝนตกชุกและอุณหภูมิสูง ในสภาพแวดล้อมเช่นนี้จะส่งผลให้การผุพังสลายตัว
เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรุนแรง (เอิบ, 2534; อภิศักดิ์, 2543; Buol *et al.*, 2003) สภาพภูมิประเทศ
เป็นแบบลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างที่ได้จากหินปูน
หินบะซอลต์ หินตะกอน หินแกรนิต หินแปร ตะกอนลี้กัวดิน ตะกอนน้ำพาท้องถิ่นและตะกอน
ดาบเชิงเขาที่ได้จากหินผสม ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง สีดินที่ทำการศึกษามี
หลายสีตั้งแต่สีน้ำตาลปนเทา สีเหลืองปนน้ำตาล สีน้ำตาล สีแดงปนเหลือง สีแดง และสีผสม โดยสี
ดินในดินชั้นบนมีสีคล้ำกว่าดินชั้นล่าง เนื่องจากในดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่า (Hummel
et al., 2001) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่วิเคราะห์ได้ และการที่ดินมีสีแดง สีน้ำตาลถึงสี
เหลือง เป็นผลมาจากออกไซด์ของเหล็กอะลูมิเนียม ไม่พบจุดประในดิน เนื่องจากดินมีการระบาย
น้ำดี (คณะกรรมาธิการวิสามัญ, 2548; Buol *et al.*, 2003) ดินมีเนื้อดินแบ่งออกเป็น ดินเหนียว
ดินเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย และดินทรายละเอียดปนดินร่วน การ
ที่ดินมีเนื้อดินแตกต่างกัน เนื่องจากวัตถุต้นกำเนิดของดินที่ทำการศึกษาแตกต่างกัน (เพ็ญศรี, 2546;
Gokbulak and Ozcan, 2008) โครงสร้างดินส่วนใหญ่เป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง
และแบบก้อนกลมขนาดปานกลางถึงละเอียด ดินในภาคสนามเป็นกรดรุนแรงมากถึงปานกลาง โดย
ที่ดินส่วนใหญ่เป็นกรดจัด เนื่องมาจากดินมีการระบายน้ำดี ซึ่งเป็นผลมาจากการกระบวนการชะ



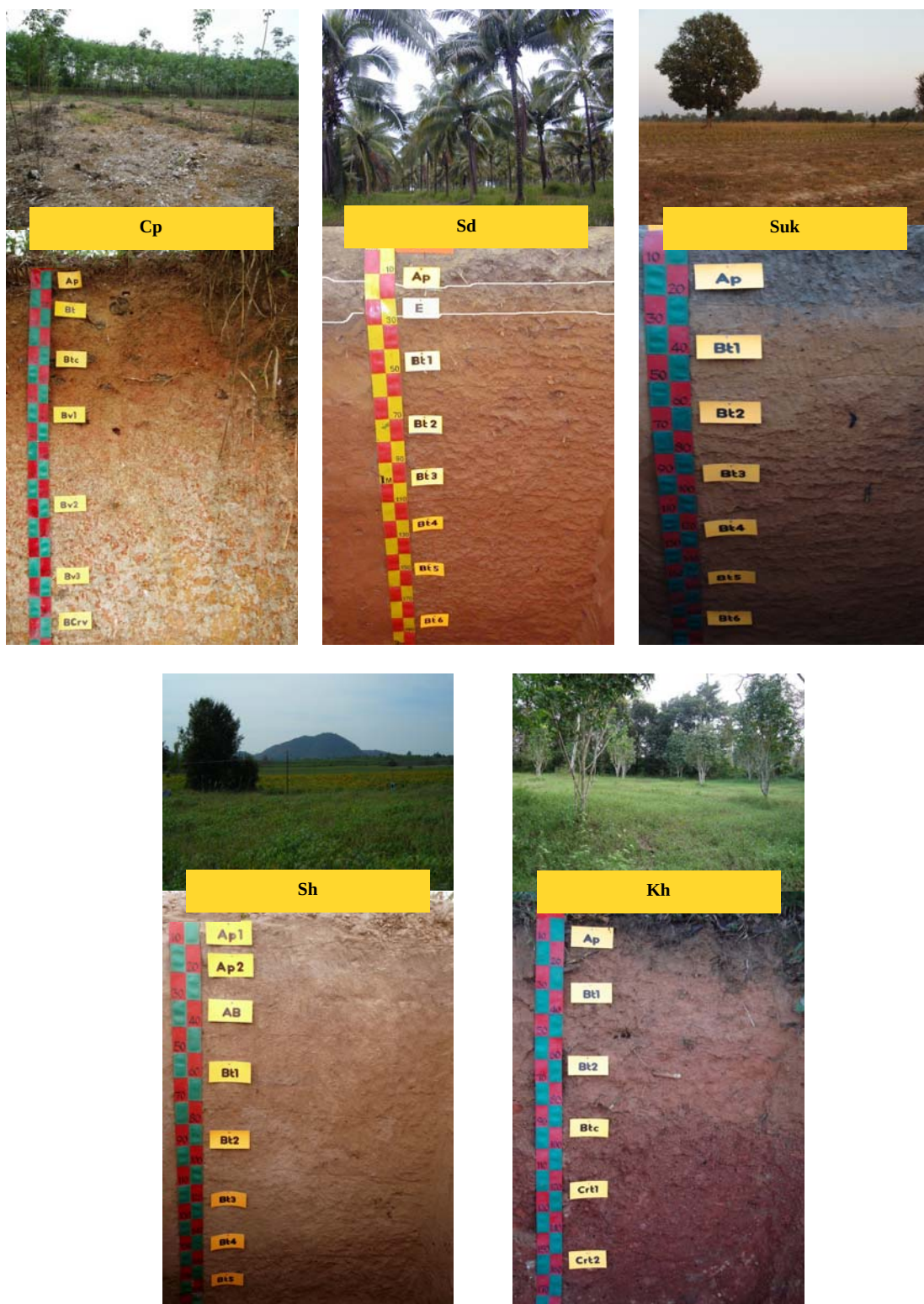
ภาพที่ 2 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดินอ่าวลึก (Ak) และชุดดินหนองบอน (Nb)



ภาพที่ 3 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดินท่าใหม่ (Ti) ชุดดินปะทิว (Ptui) ชุดดินภูเก็ต (Pk) ชุดดินพังงา (Pga) และชุดดินคลองซาก (Kc)



ภาพที่ 4 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดิน ฟังแดง (Fd) ชุดดินท้ายเหมือง (Tim) ชุดดินกระบี่ (Kbi) และชุดดินห้วยโป่ง (Hp)



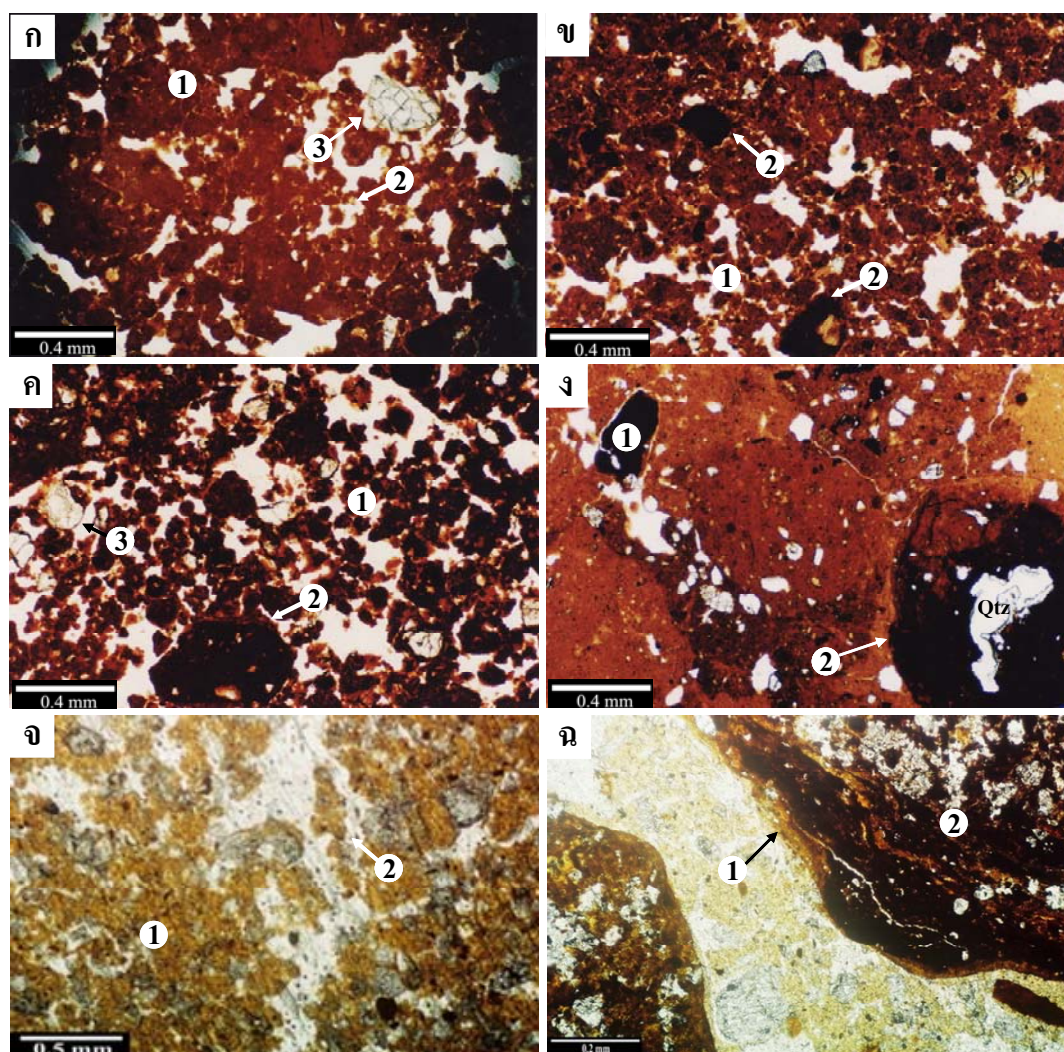
ภาพที่ 5 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดินชุมพร (Cp) ชุดดินสะเดา (Sd) ชุดดินสตึก (Suk) ชุดดินสัตหีบ (Sh) และ ชุดดินคอหงษ์ (Kh)

ละลายแคลไซต์ออกเป็นเบสออกไปจากหน้าตัดดิน แล้วมีไฮโดรเจนไอออนเข้ามาสะสมที่ผิวอนุภาคแทน จึงทำให้ดินเป็นกรด (Brady and Weil, 2008)

2. ลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยา

จากการศึกษาลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของดิน โดยการทำแผ่นตัดบางและใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดดูหินและแร่ ศึกษาตัวอย่างที่ไม่ถูกรบกวนในชั้นดินที่เป็นตัวแทนของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 20 ชุดดิน ทั้งนี้ได้ยึดหลักการอธิบายลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของดินตามแบบของ Bullock *et al.* (1985) (ภาคผนวกที่ 1) และสามารถสรุปลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของดินได้เป็น 4 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 พบในชุดดิน อ่าวลึกบริเวณที่ 1, 2, 3 และ ชุดดินคลองซาก ลักษณะที่พบคือ ชั้นดินบนมีโครงสร้างขนาดเล็กเป็นแบบก้อนที่มีลักษณะกลม (granular structure) และแบบก้อนเหลี่ยมมุมมน (subangular blocky structure) พบช่องว่างระหว่างก้อนดิน (compound packing void) และแบบช่องว่างต่อเนื่องระหว่างก้อนดิน (planar void) ปริมาณของอนุภาคหยาบ (coarse fraction) มีสัดส่วนน้อยกว่าอนุภาคขนาดละเอียด (fine fraction) โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียดแบบ อนุภาคหยาบฝังตัวอยู่ในอนุภาคละเอียด (porphyric) และแบบอนุภาคอยู่ห่างกัน (open porphyric) อนุภาคขนาดหยาบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ ซึ่งมีรูปร่างค่อนข้างเหลี่ยมถึงค่อนข้างกลม ส่วนอนุภาคละเอียดจะเป็นอนุภาคขนาดดินเหนียวถึงทรายแป้งละเอียด มีสีแดงในชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 1 และ 2 มีสีแดงเข้มในชุดดินอ่าวลึก 3 และมีสีน้ำตาลปนเหลืองในชุดดินคลองซาก การจัดเรียงอนุภาคละเอียดเป็นแบบมีอนุภาคดินเหนียวอยู่ตามผนังช่องว่าง (porostriated) แบบอนุภาคดินเหนียวกระจายระจายในทิศทางต่าง ๆ (stipple speckled) และแบบที่บดแสง (undifferentiated) นอกจากนี้ยังพบสารก้อนทรงมนของเหล็กออกไซด์แบบมีดทึบ (typic nodules) และสารก้อนทรงมนของเหล็กออกไซด์ที่มีการเชื่อมตัวกันแน่นในเนื้อดิน (impregnative nodules) พบการเคลือบของดินเหนียวสีแดงบนผิวหน้าเม็ดดินและช่องว่าง สำหรับในดินล่างพบว่าโครงสร้างขนาดเล็กของดินมีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นชุดดินคลองซากที่เป็นแบบ subangular blocky และ granular ส่วนในชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 1 มีโครงสร้างขนาดเล็กของดินเปลี่ยนไปเป็นแบบ crumb structure ในชุดดินอ่าวลึก 2 เป็นแบบ granular และ subangular blocky ในชุดดินอ่าวลึก 3 ในชั้น Bo1 (ความลึก 123-155 cm) เปลี่ยนไปเป็นแบบ granular อนุภาคขนาดละเอียดเพิ่มขึ้นตามความลึกของดิน ยกเว้นในชุดดินคลองซาก ที่มีอนุภาคละเอียดลดลง ช่องว่างของดินเป็นแบบ compound packing void



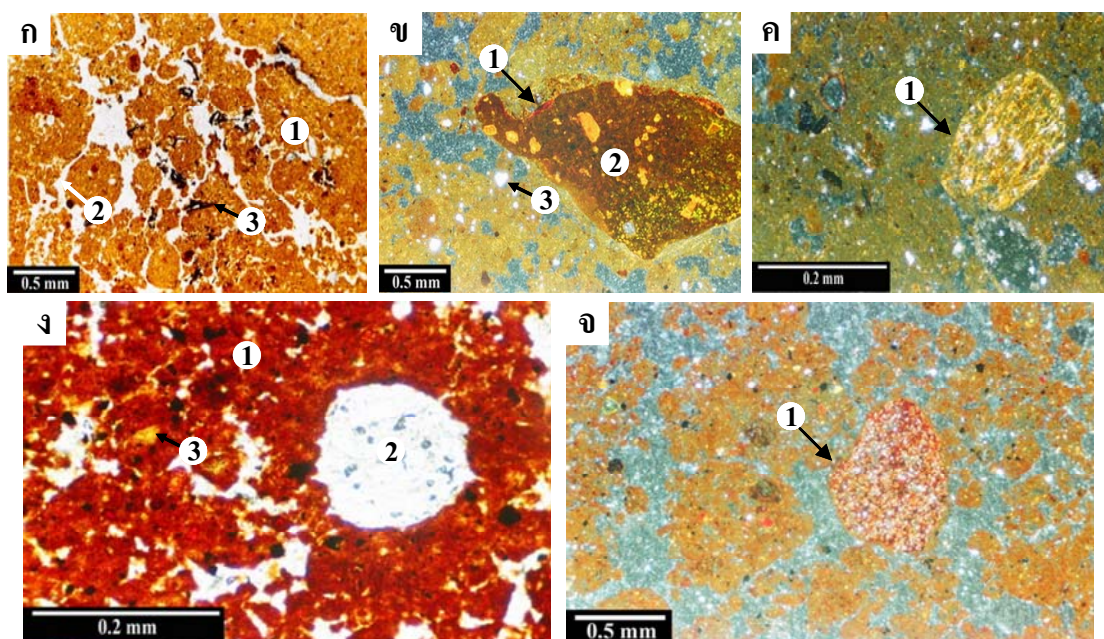
ภาพที่ 6 ลักษณะจุลทัศน์ฐานของดิน แบบที่ 1 (plane light)

- ก) โครงสร้างแบบ crumb structure (1) และ ช่องว่างแบบ compound packing void (2) และแระควอตซ์ (3) ของดิน อ่าวลึก 1 ชั้น Bt6
- ข) โครงสร้างแบบ granular structure (1) typic nodule (2) ในดิน อ่าวลึก 2 ชั้น Bto6
- ค) โครงสร้างแบบ granular structure (1) และก้อนทรงมนแบบ impregnative nodule (2) แระควอตซ์ ค่อนข้างกลม (3) ในดิน อ่าวลึก 3 ชั้น Bo1
- ง) ก้อนทรงมนแบบ typic nodule (1) และ impregnative nodule (2) ในดิน อ่าวลึก 2 ชั้น Ap
- จ) โครงสร้างแบบ subangular blocky structure (1) ช่องว่าง แบบ planar void (2) ในดิน คลองซาก ชั้น Ap
- ฉ) ดินเหนียวผสมกับเหล็กออกไซด์ (1) และ ก้อนทรงมนแบบ impregnative nodules (2) ในดิน คลองซาก ชั้น Btc

และ planar void โดยในชุดดินคลองซาก มีช่องว่างแบบ planar void และมีการจัดเรียงตัวของอนุภาคละเอียดแบบ stippled speckled และ undifferentiated ทั้งหน้าตัดดิน ในชุดดินอ่าวลึกเป็นแบบ porostriated พบสารก้อนกลมของเหล็กออกไซด์และพบการเคลือบของดินเหนียวสีแดงบนผิวหน้าเม็ดดินและช่องว่าง

ผลการศึกษาลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของดินในกลุ่มนี้ พบว่า มีปริมาณดินเหนียวสูงกว่าปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งและทรายมาก สอดคล้องกับผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางแร่วิทยาโดยอนุภาคหยาบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ สัดส่วนของอนุภาคละเอียดเพิ่มขึ้นในตอนล่างของหน้าตัดดิน แสดงลักษณะการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่าง ซึ่งแสดงถึงการมีพัฒนาการของหน้าตัดดิน (Soil Survey Division Staff, 1993; Buol *et al.*, 2003) สีของอนุภาคละเอียด (fine fraction) ในชุดดินอ่าวลึก เป็นสีแดงของเหล็กออกไซด์ แสดงให้เห็นว่าดินอยู่ในสภาพที่มีการระบายน้ำและอากาศดี มีพัฒนาการค่อนข้างสูง (มรกต, 2532; Buol *et al.*, 2003) นอกจากนี้ยังพบ ความแตกต่างของโครงสร้างขนาดเล็กในคอนบนและตอนล่าง โดยในคอนบนพบโครงสร้างแบบ granular ซึ่งมักจะพบในชั้นดินบนของดินที่ผ่านกระบวนการชะละลายอย่างรุนแรง และดินมีสภาพการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ในดินล่างโครงสร้างขนาดเล็กของดินเปลี่ยนไปเนื่องจากมีอนุภาคละเอียดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบลักษณะที่เกิดจากกระบวนการทางดิน (pedofeature) คือมีการเคลือบของดินเหนียวตามผนังช่องว่างของดิน

แบบที่ 2 พบในชุดดิน ท่าใหม่ หนองบอนบริเวณที่ 1 และ หนองบอนบริเวณที่ 2 แสดงลักษณะที่มีปริมาณอนุภาคละเอียดมากขึ้น โดยในชั้นดินบนมีโครงสร้างขนาดเล็กแบบก้อนกลม (granular structure) และแบบก้อนกลมที่ภายในประกอบด้วยก้อนดินเล็ก ๆ ที่รวมตัวเป็นก้อนใหญ่ (crumb structure) โดยในชุดดินหนองบอน 1 มีโครงสร้างแบบ granular และ crumb ในชุดดินหนองบอน 2 และท่าใหม่เป็นแบบ crumb ช่องว่างในดินเป็นแบบช่องว่างระหว่างก้อนดิน (compound packing void) ในชุดดินท่าใหม่ยังพบช่องว่างแบบรูปรี (chamber) ร่วมด้วย พบปริมาณอนุภาคขนาดละเอียดมีปริมาณมากกว่าอนุภาคหยาบมาก โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียดเป็นแบบ open porphyric อนุภาคหยาบส่วนใหญ่ในชุดดินหนองบอนเป็นแร่ควอตซ์ นอกจากนี้ยังพบหินไมกาชีสต์ ส่วนอนุภาคขนาดละเอียดมีสีน้ำตาลปนเหลืองและสีน้ำตาลปนแดง มีการจัดเรียงอนุภาคละเอียดแบบ undifferentiated พบสารก้อนทรงมนของเหล็กออกไซด์ที่มีการเชื่อมตัวกันแน่นในเนื้อดิน ในดินหนองบอน 1 แต่ไม่พบในชุดดินหนองบอน 2 และดินท่าใหม่ ในดินท่าใหม่มีอนุภาคหยาบเป็นแร่ อิดดิงไซต์ (iddingsite) เศษชิ้นส่วนของหินบะซอลต์และไพรอก



ภาพที่ 7 ลักษณะจุลทัศน์ฐานของดิน แบบที่ 2

- ก) โครงสร้างแบบ crumb structure (1) ช่องว่างแบบ compound packing void (2) และเศษชิ้นส่วนรากพืช (3) ในดิน หนองบอน 2 ชั้น Ap (plane light)
- ข) ดินเหนียวผสมกับเหล็กออกไซด์ (1) ลักษณะตกค้างของหินบะซอลต์ (lithorelicts basalt) (2) เม็ดควอตซ์ก้อนเหลี่ยม (3) ในดินหนองบอน 1 ชั้น Bt3 (x-nicols)
- ค) เศษหินไมกาชีสต์ ในดินหนองบอน 1 ชั้น Ap (x-nicols)
- ง) โครงสร้างแบบ crumb structure (1) เม็ดควอตซ์ก้อนกลม (2) ชิ้นส่วนของแร่ไพรอกซีน ในดินท่าใหม่ ชั้น Bto1 (plane light)
- จ) ลักษณะตกค้างของหินบะซอลต์ (1) ในดินท่าใหม่ ชั้น Bo1 (x-nicols)

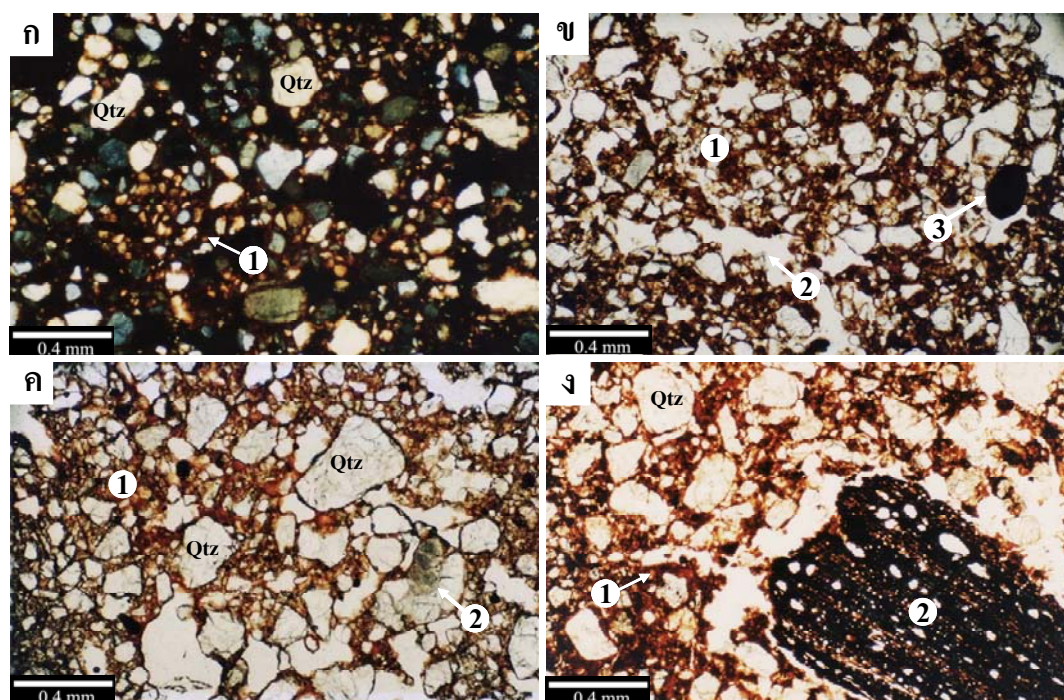
ชั้น สำหรับในดินล่างของชุดดินท่าใหม่ หนองบอน 1 และ 2 พบว่ามีโครงสร้างแบบ granular และ crumb เหมือนกับชั้นดินบน ช่องว่างเป็นแบบ compound packing void และ chamber ปริมาณอนุภาคละเอียดมีปริมาณมากกว่าอนุภาคหยาบมาก แต่ปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อย ยกเว้นในชั้น Bt1 (ความลึก 10-30 เซนติเมตร) ของชุดดินหนองบอน 2 ที่มีอนุภาคละเอียดเพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียดแบบ open porphyric อนุภาคหยาบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ ในชุดดินหนองบอน 1 พบหินไมกาชีสต์ และในชั้น Bt3 และ Bto1 พบหินบะซอลต์ร่วมด้วย ส่วนในชุดดินหนองบอน 2 มีแร่โอลิวีนที่กำลังสลายตัว ชุดดินท่าใหม่มีแร่เอคคิงไซด์ เศษชิ้นส่วนของหินบะซอลต์และไพรอกซีน อนุภาคละเอียดมีสีน้ำตาลปนเหลืองและสีน้ำตาลปนแดง มีการจัดเรียง

อนุภาคละเอียดแบบ undifferentiated ในชุดดินหนองบอน 1 พบดินเหนียวผสมกับเหล็กออกไซด์ และสารก่อก้อนทรงมนของเหล็กออกไซด์ แต่ในชุดดินหนองบอน 2 และท่าใหม่ ไม่พบลักษณะที่เกิดจากกระบวนการทางดิน

ผลการศึกษาลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของดินในชุดดินท่าใหม่ หนองบอน บริเวณที่ 1 และ 2 พบว่ามีปริมาณอนุภาคละเอียดมาก แสดงการสะสมดินเหนียวที่ชัดเจน โครงสร้างขนาดเล็กเป็นแบบ crumb และ granular โดยโครงสร้างแบบ crumb มักจะพบในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นหินเนื้อละเอียด ที่ผุพังสลายตัวแล้วให้ดินเนื้อละเอียด ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของหินที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินบะซอลต์ และพบเศษชิ้นส่วนของหินที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน นอกจากนี้ยังพบสีของอนุภาคละเอียดเป็นสีน้ำตาลปนแดงของเหล็กออกไซด์ แสดงให้เห็นว่าดินมีพัฒนาการสูงเช่นเดียวกับดินอ่าวลึก

แบบที่ 3 พบในชุดดินฝั่งแดง กระบี่ สะเดา และปะทิว ในชั้นดินบนมีโครงสร้างขนาดเล็กแบบอนุภาคหยาบเชื่อมต่อกันด้วยอนุภาคนาขนาดดินเหนียว (bridged grain structure) และแบบที่มีอนุภาคนาขนาดดินเหนียวล้อมรอบอนุภาคทราย (pellicular grain structure) แบบ intergranular ช่องว่างในดินเป็นแบบ vugh ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน และแบบช่องว่างต่อเนื่องระหว่างก้อนดิน (planar) ในชุดดินกระบี่ ปริมาณอนุภาคหยาบมากกว่าอนุภาคละเอียดมาก โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียดแบบอนุภาคหยาบจับยึดไว้ด้วยอนุภาคละเอียด (gefuric) แบบ อนุภาคนาละเอียดล้อมรอบอนุภาคหยาบ (chitonic) และแบบอนุภาคละเอียดเกาะกลุ่มและอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคหยาบ (enulic) ทั้งนี้ในอนุภาคหยาบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ นอกจากนี้ยังพบ เศษ หินทราย ทัวร์มาลีน และ เชิร์ต อนุภาคละเอียดมีสีน้ำตาลและสีน้ำตาลเข้ม มีการจัดเรียงอนุภาคละเอียดแบบ porostriated ที่มีการเคลือบอยู่ตามผนังช่องว่างดิน และแบบ undifferentiated พบดินเหนียวผสมกับเหล็กออกไซด์และสารก่อก้อนทรงมนของเหล็กออกไซด์

ในดินล่างโครงสร้างขนาดเล็กมีการเปลี่ยนแปลง โดยในชุดดินฝั่งแดง กระบี่ และสะเดา มีโครงสร้างขนาดเล็กแบบ bridged grain structure และพบโครงสร้างขนาดเล็กแบบ bridged grain structure ผสมกับ pellicular grain structure ในชั้น E และ Bt1 ของชุดดินสะเดา และ ชั้น Bt1 ของดินฝั่งแดง ช่องว่างในดินเป็นแบบ vughs ยกเว้นในดินกระบี่ที่เป็นแบบ planar ปริมาณอนุภาคหยาบมากกว่าอนุภาคละเอียดและมีปริมาณอนุภาคละเอียดเพิ่มขึ้นตามความลึกของหน้าตัดดิน ยกเว้นชุดดิน สะเดา ในชั้น E (ความลึก 15-27 เซนติเมตร) ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์



ภาพที่ 8 ลักษณะจุลทัศน์ฐานของดิน แบบที่ 3

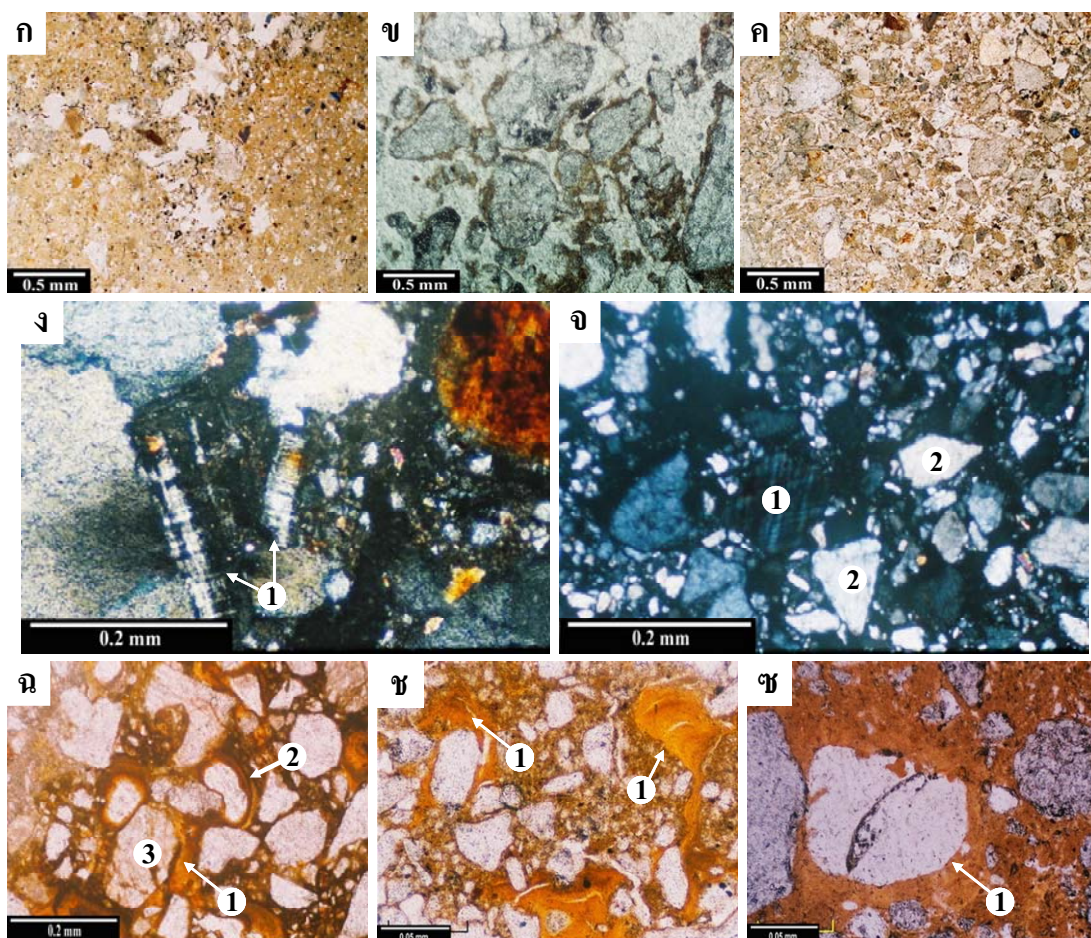
- ก) โครงสร้างแบบ bridged grain structure ช่องว่างแบบ vugh (1) ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียดแบบ gefuric ของดินฝั่งแดง ชั้น Bt3 (x-nicols)
- ข) โครงสร้างแบบ bridge grain structure (1) ช่องว่างแบบ planar void (2) และสารก้อนกลมแบบ typic nodules (3) ของดินกระบี่ ชั้น Bt5 (plane light)
- ค) โครงสร้างแบบ bridge grain structure (1) ควอตซ์ชนิด polycrystalline quartz (2) ของดินสะเดา ชั้น Ap (plane light)
- ง) โครงสร้างแบบ pellicular grain structure ลักษณะดินเหนียวเคลือบผนังช่องว่างของดิน (1) ชั้นส่วนของรากพืช (2) ของดินปะทิว ชั้น Ap (plane light)

ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียดเป็นแบบ gefuric และ chitonic ในชุดดินกระบี่ เป็นแบบ gefuric ตลอดหน้าตัดดิน การจัดเรียงอนุภาคละเอียดแบบ porostriated พบดินเหนียวผสมกับเหล็กออกไซด์ และสารก้อนทรงมนของเหล็กออกไซด์ ดินล่างของชุดดินปะทิว มีโครงสร้างขนาดเล็กแบบ granular และ bridged grain ในชั้น Bto5 (ความลึก 128-155) มีโครงสร้างแบบ complex และ subangular blocky ช่องว่างในดินเป็นแบบ vugh ปริมาณอนุภาคหยาบลดลงตามความลึก พบแร่ควอตซ์ อนุภาคละเอียดมีสีแดง ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียดเป็นแบบ open porphyric มีการจัดเรียงอนุภาคละเอียดแบบ undifferentiated พบดินเหนียวผสมกับเหล็กออกไซด์ และสารก้อนทรงมนของเหล็กออกไซด์

ลักษณะทางจุลทรรศน์วิทยาของดินในกลุ่มนี้ แสดงให้เห็นถึงดินที่เป็นทราย มีอนุภาคหยาบในปริมาณสูงโดยเฉพาะในดินบน ทำให้มีโครงสร้างแบบ bridged grain และ pellicular grain ในดินล่างมีปริมาณอนุภาคละเอียดเพิ่มขึ้นตามความลึก นอกจากนี้ยังพบแร่ ควอตซ์ หินทราย เซิร์ต และแร่ทัวร์มาลีน ในชั้นดินบนของดินฝั่งแดง ซึ่งแร่ทัวร์มาลีนเป็นแร่ที่ทนทานต่อการสลายตัวมาก (เอิบ, 2548)

แบบที่ 4 พบในชุดดินพังงา ท้ายเหมืองบริเวณที่ 1 และ 2 ชุดดินห้วยโป่ง สดึก สดหีบ คอหงษ์ และ ภูเก็ต แสดงลักษณะที่มีอนุภาคหยาบมาก ชั้นดินบนมีโครงสร้างขนาดเล็กแบบ อนุภาคหยาบเชื่อมต่อกันด้วยอนุภาคขนาดดินเหนียว (bridged grain structure) แบบเนื้อดินมีการเกาะกันของอนุภาคดินอย่างต่อเนื่องเป็นช่องว่าง และแบบ compact grain structure ที่เนื้อดินทั้งหมดเป็นอนุภาคทราย มีการจัดเรียงตัวอยู่ชิดกัน แต่ในดินห้วยโป่งและคอหงษ์มีโครงสร้างสองแบบคือ แบบ pellicular grain และ bridged grain ในดินภูเก็ตมีโครงสร้างแบบ subangular blocky structure ช่องว่างในดินเป็นแบบช่องว่างระหว่างเม็ดทราย (simple packing voids) planar void และ vugh มีปริมาณอนุภาคหยาบมากกว่าอนุภาคละเอียดมาก โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียดแบบ geyfuri, closed porphyric และ แบบ chitonic อนุภาคหยาบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ และนอกจากนี้ยังพบ เฟลด์สปาร์ หินควอตซ์ไซต์ และ แร่ทัวร์มาลีน ในชุดดินสดหีบ และพบแร่ควอตซ์ เศษชิ้นส่วนหินทราย และแร่ทัวร์มาลีน ในชุดดินคอหงษ์ ส่วนในอนุภาคละเอียดมีสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนเหลือง สีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม และสีน้ำตาลปนเทา มีการจัดเรียงอนุภาคละเอียดแบบ stipple speckled และ undifferentiated พบการเคลือบโดยอนุภาคดินเหนียว (clay coating) ในชุดดินท้ายเหมือง 2 และพบลักษณะที่เกิดจากกิจกรรมของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดิน (animal excrement) ในชุดดินท้ายเหมือง 1 ซึ่งเป็นลักษณะของดินที่มีโครงสร้างและการระบายอากาศดี สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่ในดินได้ พบสารก่อเนกมที่ประกอบด้วยเหล็กในดินภูเก็ต และในชุดดินพังงา ห้วยโป่ง สดึก สดหีบ และ คอหงษ์

สำหรับในดินล่าง พบว่าดินชั้นล่างมีโครงสร้างเช่นเดียวกับดินชั้นบน ยกเว้นในชุดดินท้ายเหมือง 2 ที่มีโครงสร้างเปลี่ยนไปเป็นแบบ vughy structure ชุดดินห้วยโป่งแบบ granular structure และชุดดินสดึก แบบ pellicular grain และ bridged grain ช่องว่างในดินส่วนใหญ่เป็นแบบ simple packing void, compound packing void และ vugh ปริมาณอนุภาคหยาบมากกว่าอนุภาคละเอียดมาก แต่ในชุดดินท้ายเหมือง 2 มีอนุภาคหยาบกับละเอียดเท่ากัน และในชุดดินพังงา ห้วยโป่ง ภูเก็ต มีปริมาณอนุภาคละเอียดเพิ่มขึ้นตามความลึก ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคหยาบกับละเอียด



ภาพที่ 9 ลักษณะจุลทัศน์ฐานของดิน แบบที่ 4

- ก) โครงสร้างเป็นแบบ vughy มีช่องว่างในดินเป็นแบบ vugh ในดินพังงา ชั้น Bt5 (plane light)
- ข) โครงสร้างแบบ pellicular grain และ bridged grain structure ช่องว่างแบบ simple packing voids แร่ควอตซ์รูปร่างค่อนข้างกลมมน ในดินห้วยโป่ง ชั้น Ap1 (plane light)
- ค) โครงสร้างแบบ compact grain structure ช่องว่างแบบ simple packing voids ในดินสัดหีบ ชั้น Ap1 (plane light)
- ง) Feldspars (1) ในดินสัดหีบ ชั้น AB (x-nicols)
- จ) Feldspar (1) แร่ควอตซ์รูปร่างเป็นก้อนเหลี่ยม (2) ในดินสัดหีบ ชั้น Ap1 (x-nicols)
- ฉ) แสดงการบรรจุดินเหนียวกับเหล็กออกไซด์ในช่องว่าง clay infilling (1) clay coating (2) แร่ควอตซ์รูปร่างเป็นก้อนเหลี่ยม (3) ในดินสัดหีบ ชั้น Bt5 (plane light)
- ช) การบรรจุดินเหนียวในช่องว่าง (1) ของดินท้ายเหมือง 1 ชั้น Bt7 (plane light)
- ซ) การจัดเรียงอนุภาคละเอียดแบบ granostriated พบการเคลือบของดินเหนียว (1) ในดินห้วยโป่ง ชั้น Bt2 (plane light)

แบ่งได้หลายแบบ โดยในดินท้ายเหมือง 1 และ สดึก มีความสัมพันธ์แบบ *gefuric* ในชุดดินพังงา และคองหงษ์เป็นแบบ *gefuric* และ *chitonic* ชุดดินสัดหีบเป็นแบบ *chitonic* และในชุดดินท้ายเหมือง 2 ภูเก็ต และห้วยโป่งเป็นแบบ *open porphyric* อนุภาคหยาบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ และในชั้น Bt3 ถึง Bt7 ของชุดดินท้ายเหมือง 1 พบชั้นส่วนของหินแกรนิตที่มีการสลายตัว อนุภาคละเอียดมีสีน้ำตาลปนเหลือง น้ำตาลอ่อนและน้ำตาลปนเทา การจัดเรียงอนุภาคละเอียดแบบ *undifferentiated*, *stipple speckled*, *porostriated* และ *granostriated* พบการเคลือบโดยอนุภาคดินเหนียว การบรรจุดินเหนียวในช่องว่าง (*infilling*) และพบดินเหนียวผสมกับเหล็กออกไซด์และสารกึ่งอนทรมนของเหล็กออกไซด์ ยกเว้นในดิน ห้วยโป่ง สดึกและคองหงษ์

ผลการศึกษาลักษณะทางจุลสัณฐานวิทยาของดินในกลุ่มนี้ มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาทางกายภาพ ซึ่งพบว่า ดินมีดินเหนียวในปริมาณน้อยมาก แสดงลักษณะของดินเนื้อหยาบที่ชัดเจน โดยพบอนุภาคขนาดทรายในปริมาณสูงมากและอนุภาคทรายส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางแร่วิทยา นอกจากนี้ยังพบลักษณะของการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่าง โดยการเคลื่อนย้ายดินเหนียวมาตามช่องว่างในดิน และพบดินเหนียวเคลือบอยู่ตามช่องว่างดิน ลักษณะดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ซึ่งแสดงว่าเป็นชั้นดินวินิจัยอาร์จิลลิก (*argillic horizon*) แสดงว่าดินมีพัฒนาการดี (Buol *et al.*, 2003) และพบลักษณะที่เกิดจากกิจกรรมของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดิน (*animal excrement*) ในชุดดินท้ายเหมือง 1 แสดงว่าดินมีโครงสร้างและการระบายอากาศดีพอที่ทำให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้

3. สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายของดิน (ตารางที่ 2) ประกอบด้วยการแจกกระจายของอนุภาคดิน และความหนาแน่นรวม (*bulk density: BD*) ใช้เกณฑ์แบ่งระดับค่าวิเคราะห์ตามตารางภาคผนวกที่ 3, 4

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษาทั้งหมด 20 ชุดดิน แบ่งเป็นดินบนและดินล่าง พบว่า ดินมีเนื้อดินเป็น ดินเหนียว ดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย และดินทรายปนดินร่วน โดยในชุดดินอ่าวลึกทั้ง 3 บริเวณ ชุดดินท่าใหม่ และชุดดินหนองบอนบริเวณที่ 1 มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ชุดดินหนองบอนบริเวณที่ 2 มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินบนของชุดดิน คลองชาก ปะทิว ภูเก็ต มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนในดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ชุดดินพังงาและชุดดินฝั่งแดงมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ในชุดดินกระบี่ ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายและดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว

ปนทราย ในชุดดินท้ายเหมืองบริเวณที่ 1 ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วน ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนชุดดินท้ายเหมืองบริเวณที่ 2 ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายและดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ชุดดินห้วยโป่ง ชุมพร สะเดา สตึก สัตหีบและคอหงษ์ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย การที่ดินทั้ง 20 ชุดดินมีเนื้อดินที่แตกต่างกันเนื่องจากการมีวัตถุต้นกำเนิดที่แตกต่างกันรวมถึงอัตราการผุพังสลายตัว (Gokbulak and Ozcan, 2008) โดยในชุดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดที่ได้จากหินที่มีเนื้อละเอียด ได้แก่ หินปูนและหินบะซอลต์ ทำให้ดินมีเนื้อดินที่ละเอียด เช่น ชุดดินอ่าวลึก ทำไหม และหนองบอน ส่วนในชุดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดที่ได้จากหินแกรนิต หินทรายและหินตะกอนทำให้ดินมีเนื้อหยาบ เช่นชุดดิน ห้วยโป่ง สัตหีบ คอหงษ์

การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดินโดยวิธี clod method พบว่า ดินที่ทำการศึกษามีความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีค่าอยู่ในพิสัย 1.41-1.94 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตรยกเว้นในชุดดินอ่าวลึกทั้ง 3 บริเวณ ชุดดินทำไหม และชุดดินหนองบอนทั้ง 2 บริเวณ ที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวมีความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับต่ำ ถึงค่อนข้างต่ำ มีค่าอยู่ในพิสัย 0.77-1.36 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งดินที่อยู่ในอันดับออกซิซอลส์ส่วนใหญ่มีความหนาแน่นรวมต่ำ (Hartemink, 2004; Tawornpruek *et al.*, 2006) เนื่องจากดินมีความพรุนสูงและโครงสร้างดี (El-Swaify, 1980) แต่ในดินที่มีเนื้อหยาบพบว่ามีค่าความหนาแน่นรวมสูงกว่า ซึ่งค่าความหนาแน่นรวมของดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุและการสะสมดินเหนียว (Dexter *et al.*, 2008) โดยทั่วไปดินที่มีความเหมาะสมต่อการเกษตรมีความหนาแน่นรวมประมาณ 1.3 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Forth, 1990) และในดินส่วนใหญ่ ชั้นดินบนจะมีความหนาแน่นรวมต่ำกว่าดินล่าง เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าและมีการเคลื่อนย้ายดินเหนียวสู่ดินล่าง ซึ่งอนุภาคจะเข้าไปแทรกตัวอยู่ในช่องว่างต่าง ๆ ในดิน ทำให้ดินแน่นทึบขึ้น (Adam, 1973; Marshall and Holmes, 1979; Owen and Watson, 1979; Calvert *et al.*, 1980; Brady and Weil, 2008) ส่วนในชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 และ 3 ชุดดินพังงา และหนองบอน มีความหนาแน่นรวมของดินบนสูงกว่าดินล่าง อาจเนื่องจากอิทธิพลของการใช้เครื่องมือไถพรวนทางการเกษตรซ้ำในพื้นที่เดิม ทำให้ดินเกิดการอัดตัวแน่น (วนิดา, 2546; Wopereis, 1993; Coulouma *et al.*, 2006)

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา

Soil series	Horizon	Partical size distribution (USDA grading)			Texture ^{1/}	Bulk density Mg m ⁻³
		Sand (-----)	Silt g kg ⁻¹	Clay (-----)		
Ao Luk 1	Topsoil	92	280	628	C	0.77
(Ak 1)	Subsoil	48	80	872	C	1.06
Ao Luk 2	Topsoil	132	76	792	C	1.25
(Ak 2)	Subsoil	109	39	852	C	1.06
Ao Luk 3	Topsoil	320	96	584	C	1.36
(Ak 3)	Subsoil	137	43	820	C	1.18
Tha mai	Topsoil	81	389	531	C	1.10
(Ti)	Subsoil	43	419	538	C	1.16
Nong Bon 1	Topsoil	176	366	458	C	1.11
(Nb 1)	Subsoil	101	286	613	C	1.08
Nong Bon 2	Topsoil	130	453	417	SiC	1.08
(Nb 2)	Subsoil	72	416	512	SiC	1.06
Khlong Chak	Topsoil	452	144	404	SCL	1.46
(Kc)	Subsoil	358	96	546	C	1.49
Pathiu	Topsoil	545	195	260	SCL	1.52
(Ptu)	Subsoil	333	75	592	C	1.55
Phuket	Topsoil	662	61	277	SCL	1.68
(Pk)	Subsoil	393	83	524	C	1.72
Phang-nga	Topsoil	695	104	201	SCL	1.69
(Pga)	Subsoil	541	98	361	SCL	1.61
Fang Daeng	Topsoil	702	86	212	SCL	1.60
(Fd)	Subsoil	634	122	244	SCL	1.78
Krabi	Topsoil	729	195	76	SL	1.42
(Kbi)	Subsoil	626	138	236	SCL	1.50
Thai Mueang 1	Topsoil	812	95	93	LS	1.49
(Tim 1)	Subsoil	751	98	151	SL	1.94
Thai Mueang 2	Topsoil	704	112	184	SL	1.50
(Tim 2)	Subsoil	740	50	210	SCL	1.67
Huai Pong	Topsoil	775	35	190	SL	1.75
(Hp)	Subsoil	732	74	194	SL	1.75

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Soil series	Horizon	Partical size distribution (USDA grading)			Texture ^{1/}	Bulk density Mg m ⁻³
		Sand	Silt	Clay		
		(----- g kg ⁻¹ -----)				
Chumphon	Topsoil	700	178	122	SL	1.41
(Cp)	Subsoil	656	203	141	SL	1.47
Sadao	Topsoil	744	104	152	SL	1.35
(Sd)	Subsoil	739	169	92	SL	1.49
Satuek	Topsoil	761	125	114	SL	1.53
(Suk)	Subsoil	765	113	122	SL	1.62
Sattahip	Topsoil	775	132	93	SL	1.47
(Sh)	Subsoil	749	150	101	SL	1.71
Kohong	Topsoil	710	199	92	SL	1.58
(Kh)	Subsoil	711	189	100	SL	1.68

^{1/} SL = sandy loam; LS = loamy sand; SCL = sandy clay loam; SiC = silty clay; C = clay

4. สมบัติทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา ทั้ง 20 ชุดดิน (ตารางที่ 3) พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินระดับสมบัติทางเคมีและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินตามในตารางภาคผนวกที่ 5 (นงคราญ, 2529; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

พีเอชของดิน

ผลการวัดพีเอชของดิน โดยใช้ดินต่อน้ำ อัตราส่วน 1:1 พบว่าดินที่ศึกษาทั้ง 20 ชุดดิน มีค่าพีเอชดินของชั้นดินบนอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดเล็กน้อย (pH 3.7-6.5) ส่วนชั้นดินล่างเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดปานกลาง (pH 3.9-5.8) และพีเอชดินโดยใช้ดินต่อโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตราส่วน 1:1 พบว่าดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดปานกลาง (pH 3.5-5.6)

การที่ดินส่วนใหญ่เป็นกรดนั้น เป็นลักษณะทั่วไปของดินในเขตร้อนที่มีพัฒนาการค่อนข้างดี และมีการชะละลายสูง (Sanchez, 1976; Eiumnoh *et al.*, 1984) ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการชะ

ละลายแคลไออนที่เป็นค้างออกไปจากหน้าตัดดินแล้วมีไฮโดรเจนไออนมาสะสมอยู่ที่ผิวอนุภาคดิน การที่ดินเป็นกรดมากกว่าแสดงถึงมีการชะละลายที่มากกว่าและพัฒนาการที่ค่อนข้างสูงกว่าด้วย (Brady and Weil, 2008) และพีเอชดินที่วัดโดยน้ำมีค่าสูงกว่าที่วัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ แสดงว่าผลรวมไออนสุทธิของดินทุกบริเวณเป็นลบ ซึ่งเป็นธรรมชาติของระบบที่ควบคุมโดยอิทธิพลของแร่ดินเหนียวซิลิเกตและทำให้เกิดการดูดซับแคลไออนที่ผิวอนุภาคดินได้ดีกว่าแอนไออน (Van and Peech, 1972; Sanchez, 1976)

อินทรีย์วัตถุ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินที่ทำการศึกษา พบว่า อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 1.34-77.65 กรัมต่อกิโลกรัม โดยในดินส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 1.34-24.90 กรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้นชุดดินหนองบอนทั้งสองบริเวณ ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูงปานกลางถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 33.19-77.65 กรัมต่อกิโลกรัม และในชุดดินท่าใหม่อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 16.21-26.70 กรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากดินทั้งสองชุดนี้มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ทำให้การระบายน้ำและอากาศไม่ดี จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจึงย่อยสลายได้ช้าทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในดินมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

ดินส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก เนื่องจากเป็นลักษณะทั่วไปของดินในเขตร้อน ซึ่งสภาพอากาศแบบร้อนชื้นจะเร่งการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในดิน (เอิบ, 2548) และเป็นดินที่พัฒนาการสูงปริมาณอินทรีย์วัตถุจึงสูญเสียไปได้ง่าย (Feller and Beare, 1997) นอกจากนี้ยังพบว่าในดินส่วนใหญ่มีอินทรีย์วัตถุในดินบนสูงกว่าดินล่าง เนื่องจากชั้นดินบนเป็นที่ทับถมของเศษพืช ใบไม้ ตลอดจนรากพืชที่ขึ้นปกคลุมอยู่บนผิวดิน เมื่อเกิดการสลายตัวจะทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในดินบนมากกว่าดินล่าง (Thomson and Troch, 1978)

ไนโตรเจนรวม

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินที่ศึกษา พบว่า มีปริมาณอยู่ในช่วงต่ำมากถึงปานกลาง โดยในดินบนมีค่าอยู่ในพิสัย 0.10-3.19 กรัมต่อกิโลกรัม และในดินล่างมีค่าอยู่ในพิสัย 0.02-2.34 กรัมต่อกิโลกรัม ดินบนมีปริมาณไนโตรเจนรวมสูงกว่าดินล่าง เป็นไปในลักษณะ

เดียวกันกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Burt *et al.*, 2001; Huang *et al.*, 2007; Brady and Weil, 2008) เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจน (วนิดา, 2546; Berry *et al.*, 2002)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินที่ทำการศึกษา พบว่า ดินส่วนใหญ่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.3-42.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยในดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินล่าง และในดินบนของชุดดินอำลิกบริเวณที่ 2 ชุดดินท่าใหม่ และชุดดินหนองบอนทั้ง 2 บริเวณ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่สูงมาก โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน การชะละลาย การใช้ที่ดิน และค่าพีเอชของดิน ดังนั้นการที่ชุดดินเหล่านี้มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง อาจเกิดจากผลตกค้างจากการใช้ปุ๋ยให้กับพืชในพื้นที่ทำการเกษตร และพบว่าดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินล่าง เนื่องจากดินบนมีอินทรีย์วัตถุที่จะสลายตัวปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ออกมา ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Sanchez, 1976; Basamba *et al.*, 2006) ในส่วนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่มีค่าต่ำมากอาจมีสาเหตุมาจากการที่ดินมีพัฒนาการสูง (Oberson *et al.*, 2001) ผ่านการชะละลายมานาน ทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด เหล็กและอะลูมิเนียมละลายออกมาทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงโดยเหล็กและอะลูมิเนียมเป็นส่วนใหญ่ (Landon, 1991) ทำให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งสอดคล้องกับค่าพีเอชของดินในบริเวณที่ศึกษาที่ส่วนใหญ่เป็นกรด จึงพบพืชแสดงอาการขาดฟอสฟอรัสในดินเหล่านี้เป็นจำนวนมาก (Oberson *et al.*, 2001)

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินที่ศึกษา พบว่า ดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 7.0-196 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินส่วนใหญ่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ยกเว้น ในชุดดินอำลิกบริเวณที่ 2 และ 3 ที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 80-196 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การที่ดินส่วนใหญ่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก เนื่องจากดินมีพัฒนาการค่อนข้างดี ดินมีการชะละลายสูง ประกอบกับดินมีเนื้อหยาบ ทำให้โพแทสเซียมที่เป็น

ประโยชน์ถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่ายและดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้ดูดซับโพแทสเซียมไว้ได้น้อย (Sanchez, 1976; Johnston and Goulding, 1990; Marta *et al.*, 2004; Kayser and Isselstein, 2005; Brady and Weil, 2008)

เบสที่สกัดได้

ปริมาณเบสที่สกัดได้ประกอบด้วย ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม ที่สกัดได้ ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

แคลเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.08-8.91 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยในดินล่างของชุดดินหนองบอนบริเวณที่ 2 มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในระดับปานกลาง

แมกนีเซียมที่สกัดได้

ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ของดินที่ศึกษา อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.01-2.65 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยในดินส่วนใหญ่มีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ต่ำมาก

โซเดียมที่สกัดได้

ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.09-0.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยในดินล่างของชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 มีปริมาณโซเดียมที่สกัดได้สูง

โพแทสเซียมที่สกัดได้

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา อยู่ในระดับต่ำมาก มีค่าอยู่ในพิสัย

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา

Soil series	Horizon	pH 1:1		OM	Total N (----- g kg ⁻¹ -----)	Available P K (----- mg kg ⁻¹ -----)		Extractable bases				Sum bases cmol kg ⁻¹	Extr. acidity	CEC		BS by sum (%)
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	Na	K			by sum	NH ₄ OAc	
Ao Luk 1	Topsoil	6.0	4.6	24.90	0.30	1.2	61.9	2.24	0.06	0.42	0.16	2.88	12.50	15.38	12.94	18.72
(Ak 1)	Subsoil	5.8	5.1	14.60	0.20	0.3	36.7	0.19	0.12	0.38	0.09	0.78	11.50	12.28	6.56	6.38
Ao Luk 2	Topsoil	6.5	5.6	17.70	0.80	130	196	2.56	2.65	0.56	0.50	6.27	8.25	14.52	9.19	43.20
(Ak 2)	Subsoil	5.7	3.8	9.80	0.60	2.7	130	2.60	1.08	0.96	0.33	4.97	10.00	14.97	8.31	33.22
Ao Luk 3	Topsoil	5.3	3.8	11.60	1.10	20.4	104	2.90	0.03	0.57	0.27	3.77	10.63	14.40	10.81	26.17
(Ak 3)	Subsoil	5.4	4.0	4.30	0.20	3.6	80.3	1.20	0.41	0.13	0.21	1.95	9.38	11.33	9.81	17.18
Tha Mai	Topsoil	5.9	5.3	26.70	1.85	60.7	64.5	8.91	0.46	0.66	0.17	10.20	23.21	33.41	23.41	30.53
(Ti)	Subsoil	5.8	5.2	16.21	0.93	38.3	14.9	3.08	0.21	0.17	0.04	3.50	25.75	29.25	6.45	11.96
Nong Bon 1	Topsoil	4.5	4.2	49.02	2.34	46.9	54.0	1.26	0.10	0.31	0.14	1.81	32.40	34.22	9.57	5.29
(Nb 1)	Subsoil	4.4	4.3	35.59	1.62	31.3	45.1	0.51	0.04	0.31	0.12	0.97	27.60	28.58	16.27	3.39
Nong Bon 2	Topsoil	4.3	4.0	77.65	3.19	55.2	20.8	0.21	0.03	0.28	0.05	0.56	51.32	51.88	27.51	1.08
(Nb 2)	Subsoil	4.6	4.2	33.19	2.34	42.3	16.2	0.08	0.01	0.45	0.04	0.59	38.90	39.50	18.63	1.49
Khlong Chak	Topsoil	4.3	3.7	6.68	0.33	31.5	13.4	0.28	0.02	0.44	0.03	0.77	12.35	13.12	6.61	5.87
(Kc)	Subsoil	4.4	3.7	12.28	0.54	2.2	7.4	0.17	0.01	0.34	0.02	0.54	9.56	10.10	5.99	5.34
Pathiu	Topsoil	5.6	3.7	17.30	0.46	1.3	14.8	2.90	1.02	0.48	0.04	4.44	6.40	10.84	5.06	40.95
(Ptu)	Subsoil	5.6	4.0	5.40	0.46	0.4	9.1	3.77	1.04	0.14	0.02	4.97	7.40	12.37	8.19	40.19
Phuket	Topsoil	4.4	3.9	19.55	0.79	13.9	30.6	0.64	0.03	0.24	0.08	0.99	7.33	8.32	6.57	11.90
(Pk)	Subsoil	4.3	3.8	12.73	0.57	2.6	12.2	0.86	0.01	0.23	0.03	1.13	9.23	10.37	5.71	10.90
Phang-nga	Topsoil	3.7	3.5	8.68	0.36	7.2	19.7	0.26	0.01	0.16	0.05	0.48	5.93	6.41	3.23	7.49
(Pga)	Subsoil	4.2	3.5	1.34	0.17	2.6	7.8	0.10	0.01	0.14	0.02	0.27	6.88	7.16	2.36	3.77

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Soil series	Horizon	pH 1:1		OM	Total N (----- g kg ⁻¹ -----)	Available P K (----- mg kg ⁻¹ -----)		Extractable bases Ca Mg Na K (----- cmol kg ⁻¹ -----)				Sum bases cmol kg ⁻¹	Extr. acidity	CEC by sum NH ₄ OAc		BS by sum (%)
		H ₂ O	KCl											by sum	NH ₄ OAc	
Fang Daeng (Fd)	Topsoil	6.4	4.7	10.50	0.42	1.2	32.9	1.10	0.51	0.35	0.08	2.04	2.60	4.64	2.44	44.02
	Subsoil	5.3	3.4	5.10	0.25	0.8	9.3	0.47	0.16	0.46	0.02	1.11	3.60	4.71	2.69	23.63
Krabi (Kbi)	Topsoil	5.6	4.2	13.10	0.42	3.6	14.5	0.40	0.19	0.13	0.04	0.76	4.50	5.26	4.94	14.40
	Subsoil	4.7	3.7	19.20	0.53	1.4	13.4	0.22	0.09	0.24	0.03	0.58	3.00	3.58	4.81	16.30
Thai Mueang 1 (Tim 1)	Topsoil	5.5	4.5	3.38	0.10	18.0	32.2	1.02	0.05	0.13	0.08	1.28	2.09	3.37	1.37	37.95
	Subsoil	5.4	4.3	3.34	0.17	12.6	16.1	1.01	0.04	0.13	0.04	1.22	3.03	4.26	2.12	28.65
Thai Mueang 2 (Tim 2)	Topsoil	4.2	3.6	11.37	0.31	6.9	10.9	0.13	0.01	0.34	0.03	0.51	6.88	7.39	2.98	6.90
	Subsoil	4.4	3.7	5.36	0.17	1.3	7.9	0.10	0.01	0.15	0.02	0.28	6.87	7.15	3.12	3.92
Huai Pong (Hp)	Topsoil	4.1	3.5	6.01	0.16	35.1	11.2	0.23	0.01	0.12	0.03	0.39	4.93	5.32	2.50	7.33
	Subsoil	3.9	3.5	2.00	0.13	25.4	11.3	0.20	0.01	0.20	0.03	0.44	4.93	5.37	2.62	8.19
Chumphon (Cp)	Topsoil	4.7	4.0	14.80	0.70	3.9	60.1	0.75	0.56	0.15	0.15	1.61	4.40	6.01	4.90	26.84
	Subsoil	4.8	3.9	6.90	0.40	0.6	35.7	0.72	0.43	0.09	0.09	1.33	2.90	4.23	3.20	31.47
Sadao (Sd)	Topsoil	5.6	3.9	20.50	0.28	4.1	9.9	0.64	0.19	0.31	0.03	1.17	13.50	14.67	2.94	7.95
	Subsoil	5.2	3.8	6.10	0.18	2.1	9.1	0.35	0.08	0.46	0.02	0.91	11.00	11.91	1.56	7.67
Satuek (Suk)	Topsoil	3.8	3.5	9.92	0.35	26.9	12.4	0.31	0.02	0.29	0.03	0.64	3.54	4.18	3.48	15.38
	Subsoil	4.1	3.6	3.34	0.02	10.7	7.0	0.21	0.01	0.09	0.02	0.32	5.47	5.79	2.36	5.55
Sattahip (Sh)	Topsoil	5.3	4.2	6.68	0.17	30.5	14.5	0.81	0.02	0.47	0.04	1.34	3.07	4.40	2.35	30.42
	Subsoil	5.6	4.3	2.70	0.03	51.1	23.8	1.00	0.02	0.32	0.06	1.40	3.06	4.46	1.37	31.39
Kohong (Kh)	Topsoil	5.5	4.0	10.16	0.51	6.1	21.2	0.98	0.06	0.44	0.05	1.54	3.77	5.31	1.37	28.99
	Subsoil	5.1	3.8	3.37	0.27	1.7	23.4	0.38	0.02	0.28	0.06	0.73	0.93	1.67	1.12	43.79

0.02-0.17 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ยกเว้นชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 ที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ อยู่ในระดับปานกลาง มีค่า 0.33-0.50 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และในชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 3 มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ มีค่า 0.27-0.21 เซนติโมลต่อกิโลกรัม

โดยภาพรวมปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียมที่สกัดได้ของดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก เนื่องจากดินมีพัฒนาการค่อนข้างสูง ดินมีเนื้อหยาบ และมีการชะละลายสูง มีแร่ดินเหนียวที่มีกิจกรรมต่ำ ทำให้ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมและโพแทสเซียมที่สกัดได้ถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย (Buol *et al.*, 2003)

เบสรวมที่สกัดได้

ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ คือ ผลรวมของปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียมที่สกัดได้ ของดินที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.27-10.20 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยดินที่ศึกษาส่วนใหญ่มีปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก แสดงว่าดินได้รับอิทธิพลการชะละลายที่รุนแรงพอที่จะเคลื่อนย้ายเบสบางส่วนออกไปจากหน้าตัดดิน (Bloom and Grigal, 1985; Bloom, 2000; Buol *et al.*, 2003)

ความเป็นกรดที่สกัดได้

ปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้ของดินที่ทำการศึกษา อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก มีค่าอยู่ในพิสัย 2.09-51.32 เซนติโมลต่อกิโลกรัม โดยในชุดดินท้ายเหมืองบริเวณที่ 1 ชุดดินสัดหีบ และคองหษ์ มีปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ มีค่าอยู่ในพิสัย 0.47-1.89 เซนติโมลต่อกิโลกรัม การที่ดินมีปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมากแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการชะละลายแคตไอออนที่เป็นค่า และการแทนที่ของไฮโดรเจนไอออนในดิน และบ่งชี้ว่าดินมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง (Sanchez, 1976; Buol *et al.*, 2003; Brady and Weil, 2008)

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ผลการวิเคราะห์ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ทำการศึกษา โดยวิธีการชะละลายแคตไอออนด้วยสารละลาย $1\text{M NH}_4\text{OAc}$ (pH 7.0) พบว่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงปานกลาง

มีค่าอยู่ในพิสัย 1.12-18.63 เซนติเมตรต่อกิโลกรัม และมีค่าสูงในดินบนของชุดดินท่าใหม่และหนองบอนบริเวณที่ 2

จากการศึกษา พบว่า ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินสัมพันธ์กับเนื้อดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ รวมถึงชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียวที่มีอยู่ในดิน (Sanchez, 1976; Neufeldt *et al.*, 2002; Stockdale *et al.*, 2002; Mendoza-Vega and Messing, 2005) โดยในดินที่ศึกษาที่มีเนื้อละเอียดมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำปานกลางถึงสูง และในดินที่มีเนื้อหยาบอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ โดยดินที่นำมาศึกษาเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง แคตไอออนต่าง ๆ จึงถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย โดยเฉพาะในดินที่มีเนื้อหยาบ ส่งผลให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารพืชต่ำ ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ

อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส

ค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินที่ศึกษา มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีค่าอยู่ในพิสัย ร้อยละ 1.08-44.02 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสของดินส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 35 แสดงว่าดินมีพัฒนาการมานาน ผ่านการชะละลายสูง นอกจากนี้สภาพอากาศยังทำให้เกิดการชะละลายที่รุนแรงร่วมด้วย (Vijarnsorn and Fehrenbacher, 1973) ทำให้สูญเสียธาตุที่เป็นเบสออกไปจากหน้าตัดดิน ส่วนในชุดดินคองหงษ์ สัตหีบ ท้ายเหมืองบริเวณที่ 1 ปะทิว และในดินบนของชุดดินท่าใหม่และฝั่งแดง มีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสสูงกว่าร้อยละ 35 เนื่องจากการชะละลายที่มีไม่เต็มที่ ทำให้เหลือแคตไอออนที่เป็นเบสสะสมในหน้าตัดดินแสดงว่าดินส่วนใหญ่มีพัฒนาการปานกลางถึงสูง

5. สมบัติทางแร่วิทยาของดิน

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณแร่องค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว และทรายแป้งของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 20 ชุดดิน โดยวิธีการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแร่มาตรฐาน (Whittig, 1965) มีผลดังนี้ (ตารางที่ 4)

กลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว

ชุดดินอ่าวลึก 1 แร่องค์ประกอบหลักคือแร่ เคโอลิไนต์และกิบbsite โดยมีการแจกกระจายในปริมาณปานกลาง (20-40%) และพบแร่เกอไทต์ ฮีมาไทต์และเบอห์ไมต์ ในดินบนมีปริมาณน้อยและในดินล่างมีเพียงเล็กน้อย

ชุดดินอ่าวลึก 2 แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก (> 60%) พบแร่ เกอไทต์ อะนาทาสเพียงเล็กน้อย พบแร่ควอตซ์ในดินบนปริมาณเล็กน้อย ในดินล่างปริมาณน้อย และพบแร่ฮีมาไทต์ ในดินบนปริมาณน้อยส่วนในดินล่างปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินอ่าวลึก 3 แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก พบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์และ เกอไทต์ปริมาณเล็กน้อย (<5%) พบแร่ควอตซ์ในดินบนปริมาณเล็กน้อย ในดินล่างปริมาณน้อย และพบแร่ฮีมาไทต์ในดินบนปริมาณน้อยดินล่างปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินท่าใหม่ แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก พบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์และฮีมาไทต์ในปริมาณน้อย (5-20%) และพบแร่ควอตซ์ เกอไทต์ อะนาทาส กิบbsite และแมกนีไซต์ในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่ไม่พบแร่ควอตซ์ในชั้นดินบน และพบแร่แมกนีไซต์ในดินล่างปริมาณน้อย

ชุดดินหนองบอน 1 แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก พบแร่โอลิไต์ ฮีมาไทต์ อะนาทาส กิบbsite และแมกนีไซต์ ในปริมาณเพียงเล็กน้อย พบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ในปริมาณน้อย และพบแร่เกอไทต์ในดินบนปริมาณน้อย ดินล่างปริมาณเล็กน้อย

ชุดดินหนองบอน 2 แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก พบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์และฮีมาไทต์ในปริมาณน้อย และพบแร่ควอตซ์ เกอไทต์ อะนาทาส กิบbsite และแมกนีไซต์ ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบเชิงแร่ในอนุภาคดินเหนียวของดินที่
ทำการศึกษา

Soils series	Horizon	Kao	Ill	Ver	Sme	HIV	Qtz	Goe	Hem	Ant	Gib	Mh	Boe	Feld
Ao Luk 1 (Ak 1)	Topsoil	xx	-	-	-	-	-	x	x	-	xx	-	x	-
	Subsoil	xx	-	-	-	-	-	tr	tr	-	xx	-	tr	-
Ao Luk 2 (Ak 2)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	tr	tr	x	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
Ao Luk 3 (Ak 3)	Topsoil	xxxx	-	-	-	tr	tr	tr	x	-	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	tr	x	tr	tr	-	-	-	-	-
Tha Mai (Ti)	Topsoil	xxxx	-	-	-	x	-	tr	x	tr	tr	tr	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	x	tr	tr	x	tr	tr	x	-	-
Nong Bon 1 (Nb 1)	Topsoil	xxxx	tr	-	-	x	tr	x	tr	tr	tr	tr	-	-
	Subsoil	xxxx	tr	-	-	x	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-
Nong Bon 2 (Nb 2)	Topsoil	xxxx	-	-	-	x	tr	tr	x	tr	tr	tr	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	x	tr	tr	x	tr	tr	tr	-	-
Khlong Chak (Kc)	Topsoil	xxxx	-	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
Pathiu (Ptu)	Topsoil	xxxx	-	-	-	x	x	tr	x	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	x	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
Phuket (Pk)	Topsoil	xxxx	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
Phang-na (Pga)	Topsoil	xxxx	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
Fang Daeng (Fd)	Topsoil	xxxx	-	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	tr	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
Krabi (Kbi)	Topsoil	xxxx	-	-	-	tr	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	tr	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
Thai Mueang 1 (Tim 1)	Topsoil	xxxx	x	-	-	-	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	x	-	-	-	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
Thai Mueang 2 (Tim 2)	Topsoil	xxxx	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
Huai Pong (Hp)	Topsoil	xxxx	-	tr	-	-	x	-	-	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	tr	-	-	x	-	-	tr	-	-	-	-
Chumpohn (Cp)	Topsoil	x	x	tr	tr	-	x	tr	tr	-	-	-	-	-
	Subsoil	x	x	-	tr	tr	x	tr	tr	-	-	-	-	-
Sadao (Sd)	Topsoil	xxxx	-	-	-	x	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	x	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
Satuek (Suk)	Topsoil	xxxx	-	-	-	tr	xx	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	tr	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
Sattahip (Sh)	Topsoil	xxxx	x	-	-	-	xx	-	-	tr	-	tr	-	x
	Subsoil	xxxx	x	-	-	-	x	-	-	tr	-	tr	-	x
Kohong (Kh)	Topsoil	xxxx	tr	tr	-	-	x	tr	tr	tr	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	tr	tr	-	-	x	tr	tr	tr	-	-	-	-

หมายเหตุ xxxx = dominant (> 60%) xxx = large (40-60%) xx = medium (20-40%)
 x = small (5-20%) tr = trace (<5%) - = not detected
 Kao = kaolin Ill = illite Ver = Vermiculite Sme = smectite
 Qtz = quartz Goe = goethite Hem = hematite Ant = anatase
 Gib = gibbsite Mh = maghemite Boe = boehmite Feld = feldspar
 HIV = hydroxyl Al interlayered vermiculite

ชุดดินคลองซาก แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก พบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ ควอตซ์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินปะทิว แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก และพบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ ควอตซ์ ในปริมาณน้อย และพบแร่เกอไทต์ อะนาเทส และฮีมาไทต์ ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินภูเก็ดและชุดดินพังงา แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก และพบแร่โอลิไต์ แร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ ควอตซ์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินฝั่งแดง แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก และพบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ ควอตซ์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินกระบี่ แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมากและพบแร่โอลิไต์ แร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ ควอตซ์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินท้ายเหมือง 1 แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมากและพบแร่โอลิไต์ ควอตซ์ ในปริมาณน้อยและพบแร่ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินท้ายเหมือง 2 แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมากและพบแร่โอลิไต์ แร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ ควอตซ์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินห้วยโป่ง แร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมากพบแร่ควอตซ์ปริมาณน้อยและแร่เวอร์มิคิวไลต์ อะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

ชุดดินชุมพร พบแร่เคโอลิไนต์ แร่โอลิไต์ และแร่ควอตซ์ ปริมาณน้อยนอกจากนี้ยังพบแร่สเมกไทต์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ ในปริมาณเพียงเล็กน้อย และพบแร่เวอร์มิคิวไลต์ในดินบน แร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ในดินล่าง ปริมาณเล็กน้อย

ชุดดินสะเดา เรื่องประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก พบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ ในปริมาณน้อย พบแร่เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย และพบแร่ควอตซ์ในดินบนปริมาณเล็กน้อยในดินล่างปริมาณน้อย

ชุดดินสตึก เรื่องประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก และพบแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย และพบแร่ควอตซ์ในดินบนปริมาณปานกลางและน้อยในดินล่าง

ชุดดินสตั๊ก เรื่องประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมาก และพบแร่โอลิไต์ เฟลด์สปาร์ในปริมาณน้อย พบแร่อะนาเทสและแมกนีไมต์ในปริมาณเพียงเล็กน้อย และพบแร่ควอตซ์ในดินบนปริมาณปานกลางและปริมาณน้อยในดินล่าง

ชุดดินคองหษ์ เรื่องประกอบหลัก คือ แร่เคโอลิไนต์ โดยมีการแจกกระจายในปริมาณที่สูงมากและพบแร่ควอตซ์ในปริมาณน้อย และพบแร่โอลิไต์ เวอร์มิคิวไลต์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ และอะนาเทส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

สมบัติทางแร่วิทยาในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินทั้ง 20 ชุดดิน ที่ทำการศึกษาพบว่า ชนิดและปริมาณของแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวมีแร่เคโอลิไนต์เป็นองค์ประกอบหลัก ยกเว้นชุดดินชุมพรที่พบแร่เคโอลิไนต์เล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบแร่โอลิไต์ เวอร์มิคิวไลต์ แร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ ควอตซ์ ฮีมาไทต์ อะนาเทส กิบบ์ไซต์ แมกนีไมต์ เบอห์ไมต์ และเฟลด์สปาร์ แตกต่างกันไปในแต่ละชุดดิน (ตารางที่ 4) ซึ่งการที่พบแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่หลักในดินที่ทำการศึกษา เนื่องจากดินมีการระบายน้ำค่อนข้างดีถึงดีหรือเป็นดินที่ผ่านกระบวนการกำเนิดดินมาเป็นเวลาค่อนข้างนาน (Gidden *et al.*, 1960; Gross and Allew, 1968) ในสภาพที่มีการระบายน้ำดี ทำให้มีการชะละลายสูง จึงทำให้ธาตุที่เป็นเบสถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย ทำให้ไฮโดรเจนไอออนมาสะสมที่ผิวอนุภาคดินมากขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนสูงดินเป็นกรด ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเกิดแร่เคโอลิไนต์ (อัญชลี, 2534; เอิบ, 2548; Goudic, 1973; Gilkes and Suddhiprakarn, 1979; Brady and Weil, 2008) โดยทั่วไปแล้วดินที่มีพัฒนาการสูง

จะพบแร่เคโอลิไนต์ กิบบไซต์ เหล็กออกไซด์ และแร่ดินเหนียวสอดชั้นเวอร์มิคิวไลต์ (Shaw *et al.*, 2002) เช่นเดียวกับดินในประเทศไทยที่พบแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่เด่น (Hart *et al.*, 2003; Tawornpruek *et al.*, 2006) นอกจากนี้การพบแร่โอลิไต์ในชุดดินชุมพร สัตหีบ หนองบอน พังงา ภูเก็ต พายัพเหมือง และคองหงษ์ ปริมาณน้อยถึงเล็กน้อย อาจเป็นเพราะว่า ดินเหล่านี้มีวัตถุต้นกำเนิดดินมาจาก หินแกรนิต และจากการสลายตัวของแร่เฟลด์สปาร์และไมกา ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่ (Bech *et al.*, 1983) ซึ่งปกติจะพบในดินที่พัฒนาการไม่สูง สอดคล้องกับปริมาณของโอลิไต์ที่พบ ในปริมาณน้อยถึงน้อยมากซึ่งแสดงให้เห็นว่าดินผ่านการสลายตัวมาอย่างรุนแรง (Yoothong *et al.*, 1997) แร่ควอตซ์ ที่พบในอนุภาคขนาดดินเหนียวมีปริมาณน้อยมากถึงปานกลาง ยกเว้นในชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 1 และดินบนของชุดดินท่าใหม่ที่ไม่พบแร่ควอตซ์ สอดคล้องกับผลการศึกษาด้านจุลสัณฐานวิทยา การพบแร่กิบบไซต์ เกอไทต์และเบอห์ไมต์ ในดินอธิบายได้ว่าดินผ่านกระบวนการผุพังมาเป็นเวลานาน (Buol *et al.*, 2003; Nomberg *et al.*, 2004) ส่วนการพบแร่ฮีมาไทต์ในดินส่วนใหญ่ ยกเว้นชุดดินห้วยโป่งและสัตหีบ เนื่องจากเป็นดินสีแดงที่มักมีแร่ฮีมาไทต์เป็นองค์ประกอบเด่น (Curi and Franzmerier, 1984; Yassoglou *et al.*, 1997)

ผลการศึกษาแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง (ตารางที่ 5) พบว่า ดินทั้ง 20 ชุดดิน มีแร่ควอตซ์ เป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลักและมีปริมาณสูงมาก ยกเว้นในชุดดินท่าใหม่ที่มีปริมาณปานกลาง ซึ่งการพบแร่ควอตซ์เป็นแร่หลักในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้ง เนื่องจากแร่ควอตซ์เป็นแร่ที่ทนทานต่อการสลายตัวมากกว่าแร่ชนิดอื่น จึงมีความคงทนต่อการสลายตัวทั้งทางกายภาพและทางเคมี (อัญชลี, 2534; Calvert *et al.*, 1980) สอดคล้องกับผลการศึกษาทางด้านจุลสัณฐานวิทยา นอกจากนี้ยังพบแร่ เกอร์ไทต์ ฮีมาไทต์ อะนาทาส กิบบไซต์ รูไทล์ เคโอลิไนต์ และเฟลด์สปาร์ เพียงเล็กน้อย

จากลักษณะทางแร่วิทยาโดยรวมแสดงให้เห็นว่าดินมีพัฒนาการค่อนข้างสูง แร่ต่าง ๆ ที่พบได้แก่ แร่ในกลุ่มเคโอลิไนต์ที่มีมากในกลุ่มอนุภาคดินเหนียว แร่ควอตซ์มีมากในกลุ่มอนุภาคทรายแป้ง เป็นแร่ที่มีกิจกรรมต่ำ และทนต่อการสลายตัว (Suddhiprakarn *et al.*, 1985) โดยธรรมชาติมีค่าปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ทำให้ดินที่ศึกษามีแนวโน้มที่จะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำไปด้วย (Birkeland, 1974; Buol *et al.*, 2003)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบเชิงแร่ในอนุภาคทรายแป้งของดินที่ทำการศึกษา

Soils series	Horizon	Qtz	Goe	Hem	Ant	Gib	Rut	Kao	Feld	Zr	Mh
Ao Luk 1 (Ak1)	Topsoil	xxxx	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-
	Subsoil	xxx	tr	tr	tr	x	tr	tr	-	-	-
Ao Luk 2 (Ak2)	Topsoil	xxxx	-	-	tr	-	tr	tr	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	tr	-	tr	tr	-	-	-
Ao Luk 3 (Ak3)	Topsoil	xxxx	-	tr	tr	-	tr	tr	-	-	-
	Subsoil	xxxx	tr	-	tr	-	tr	tr	-	-	-
Tha Mai (Ti)	Topsoil	xx	-	tr	-	-	-	tr	-	-	x
	Subsoil	xx	-	tr	-	tr	-	-	-	-	x
Nong Bon 1 (Nb1)	Topsoil	xxx	-	tr	x	-	-	tr	-	-	tr
	Subsoil	xxx	-	tr	x	-	-	tr	-	-	tr
Nong Bon 2 (Nb2)	Topsoil	xxx	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	-	x
	Subsoil	xxx	-	tr	-	-	-	-	-	-	x
Khleng Chak (Kc)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pathiu (Ptu)	Topsoil	xxxx	-	-	tr	-	tr	tr	-	tr	-
	Subsoil	xxxx	-	-	tr	-	tr	tr	-	tr	-
Phuket (Pk)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
Phang-na (Pga)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fang Daeng (Fd)	Topsoil	xxxx	-	-	x	-	-	-	-	tr	-
	Subsoil	xxxx	-	-	x	-	-	-	-	tr	-
Krabi (Kbi)	Topsoil	xxxx	-	-	tr	-	tr	tr	-	tr	-
	Subsoil	xxxx	-	-	tr	-	tr	tr	-	tr	-
Thai Meuang 1 (Tim1)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
Thai Meuang 2 (Tim2)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huai Pong (Hp)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chumpohn (Cp)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sadao (Sd)	Topsoil	xxxx	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-
	Subsoil	xxxx	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-
Satuek (Suk)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sattahip (Sh)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	x	-	-
Kohong (Kh)	Topsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Subsoil	xxxx	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ xxxx = dominant (> 60%) xxx = large (40-60%) xx = medium (20-40%)
 x = small (5-20%) tr = trace (<5%) - = not detected
 Qtz = quartz Goe = goethite Hem = hematite
 Ant = anatase Gib = gibbsite Rut = rutile
 Kao = kaolinite Feld = feldspar Zr = zircon
 Mh = maghemite

6. ผลการทดลองในเรือนทดลอง

จากการปลูกหญ้ากินนีสีม่วงในดินบนและดินล่างจำนวน 20 ชุดดิน โดยปลูกในกระถาง และทำการเก็บเกี่ยวทุก ๆ 1 เดือน พบว่า ส่วนใหญ่หญ้ากินนีสีม่วงจะตายภายหลังจากการเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 3 โดยหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งแรกหญ้ากินนีสีม่วงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกชุดดิน แต่มีบางดินที่แสดงอาการขาดโพแทสเซียมปรากฏให้เห็นเพียงเล็กน้อย พอหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 หญ้ากินนีสีม่วงที่ปลูกในชุดดิน ห้วยโป่ง พังงา สตึก และกระบี่ ตาย โดยแสดงอาการขาดโพแทสเซียมในระหว่างการเจริญเติบโต ซึ่งในดินเหล่านี้เป็นดินที่มีเนื้อหยาบ ที่ได้จากวัสดุตกค้าง และเศษหินเชิงเขาที่มาจากหินแกรนิตและหินตะกอน มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชต่ำมาก (สารคาม, 2528; Olowolafe and Dung, 2000; Crous *et al.*, 2007) ในระหว่างการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 หญ้ากินนีสีม่วงที่ปลูกในชุดดิน คลองชาก สัตหีบ ภูเก็ต คอหงษ์ สะเดา ปะทิว ฝั่งแดง และชุมพร แสดงอาการขาดโพแทสเซียมและตายหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 และ 4 โดยดินเหล่านี้มีเนื้อดินที่แตกต่างกันตั้งแต่ดินทรายปนดินร่วนจนถึงดินร่วนเหนียวปนทราย สำหรับดินหนองบอนทั้ง 2 บริเวณ และชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 1 หญ้ากินนีสีม่วงตายจากอาการขาดโพแทสเซียมหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 เหลือเพียงชุดดินท่าใหม่และชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 และ 3 ที่หญ้ากินนีสีม่วงสามารถเจริญเติบโตได้จนถึงการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 โดยดินเหล่านี้เป็นดินในอันดับออกซิซอลส์ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวและจากค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมพบว่าดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก

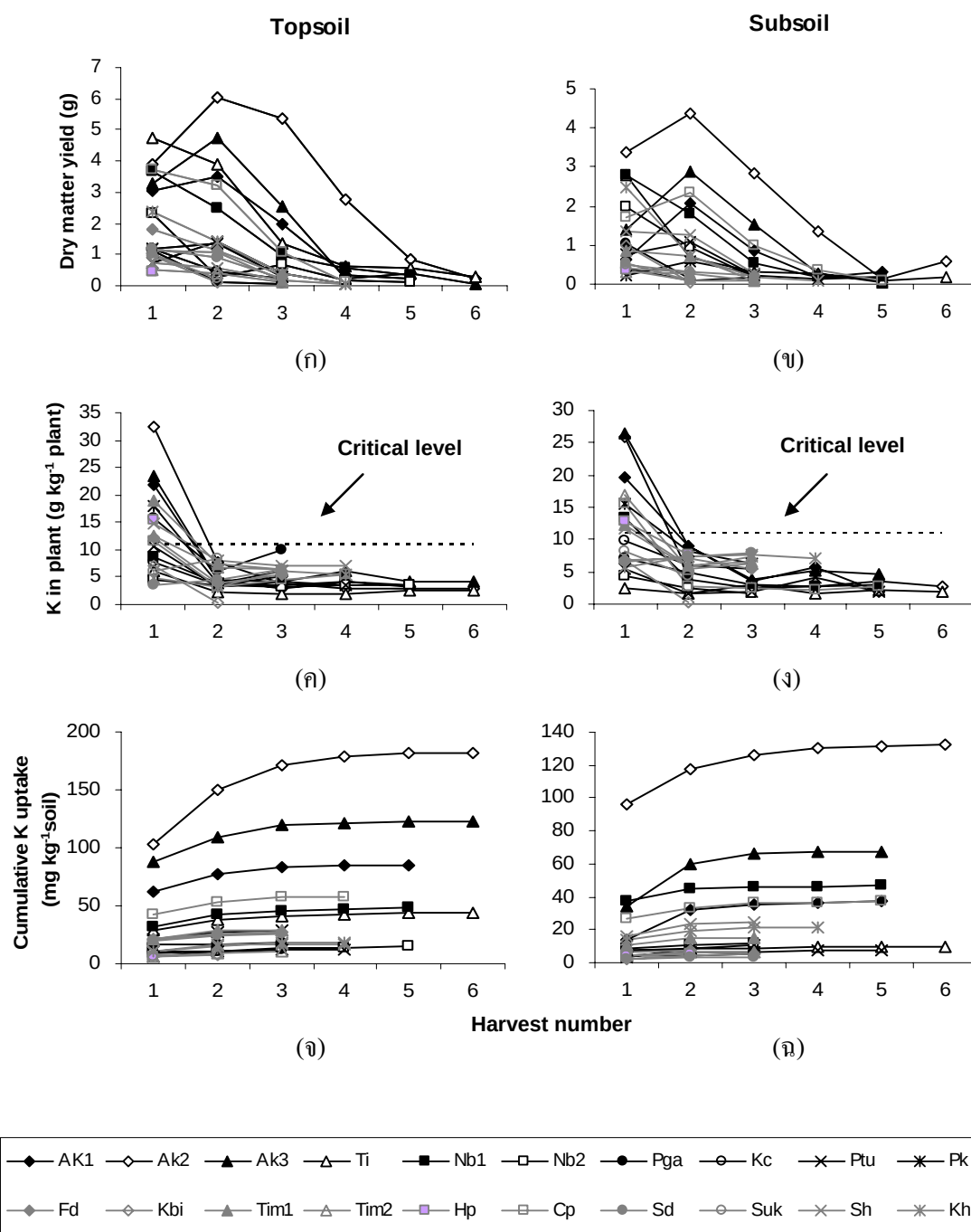
ในการตัดหญ้ากินนีสีม่วงครั้งแรก พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงแสดงอาการขาดโพแทสเซียม ในดินบนของชุดดินหนองบอนบริเวณที่ 2 ชุดดินสะเดา ชุดดินกระบี่ และในดินล่างของชุดดินพังงา และคอหงษ์ ซึ่งดินเหล่านี้มีเนื้อดินเป็นดินเนื้อหยาบ ยกเว้นชุดดินหนองบอน ที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว อาการขาดโพแทสเซียมปรากฏให้เห็นครั้งแรกในใบแก่ สีใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล เริ่มจากปลายใบและขอบใบเริ่มเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาลจนแห้งไปในที่สุด (Marschner, 1995; Askegaard and Eriksen, 2002) ในส่วนของดินหนองบอนและดินท่าใหม่ ที่หญ้าแสดงอาการขาดโพแทสเซียม แต่หญ้ากินนีสีม่วงยังสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้จนถึงการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5 แต่ต้นหญ้าเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 หญ้ากินนีสีม่วงที่ปลูกแสดงอาการขาดโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบอาการขาดโพแทสเซียมของต้นหญ้ากินนีสีม่วงในทุกชุดดินและยังพบว่า มีจุดสีน้ำตาลบนปลายใบของใบแก่และกระจายไปทั่วทั้งใบ สุดท้ายหญ้ากินนีที่ปลูกอยู่จึงเริ่มตายไปเรื่อย ๆ จนถึงการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้ากีนีสีม่วงที่เก็บเกี่ยวได้ มีค่าอยู่ในพิสัย 0.03-6.05 กรัม ค่ามัธยฐาน 0.54 กรัม และพบว่าผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้ากีนีสีม่วงที่ปลูกในดินบนจะมีน้ำหนักรากแห้งมากกว่าดินล่าง (ภาพที่ 10 ก, ข) โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.04-6.05 กรัม ส่วนในดินล่างมีค่าอยู่ในพิสัย 0.03-4.37 กรัม และพบว่าทั้งในดินบนและดินล่าง ของการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของพืชมากกว่าการเก็บเกี่ยวในครั้งแรก เนื่องจากผลผลิตที่ได้จากการเก็บเกี่ยวครั้งแรก ต้องใช้เวลาในการงอกของเมล็ด ซึ่งในการปลูกเมล็ดที่งอกในแต่ละกระถางจะงอกไม่พร้อมกัน แต่ต้องทำการตัดเมื่อครบ 1 เดือน ทำให้ต้นหญ้ากีนีสีม่วงที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในครั้งแรกยังโตไม่สม่ำเสมอหรือไม่เต็มที่ แต่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ต้นหญ้ากีนีสีม่วงงอกออกมาจากต้นต่อโดยตรงหลังจากการตัดทำให้มีน้ำหนักรากมากกว่าการตัดในครั้งแรก แต่พอหลังจากการตัดครั้งที่ 3, 4, 5 และ 6 พบว่าน้ำหนักรากแห้งมีค่าลดลง เนื่องจากปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ ถูกพืชดูดใช้จนเกือบหมดแล้ว จึงทำให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ ส่งผลให้น้ำหนักรากแห้งมีค่าลดลง ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งที่เก็บเกี่ยวได้ในชุดดินอ่าวลึกทั้ง 3 บริเวณ และชุดดินท่าใหม่ มีน้ำหนักรากแห้งมากกว่าในชุดดินอื่น เนื่องจาก ในชุดดินเหล่านี้ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวและมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชในดินก่อนปลูกอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง

ปริมาณโพแทสเซียมในพืชและปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสม

ปริมาณโพแทสเซียมในพืช มีค่ามากที่สุดในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่าอยู่ในพิสัย 2.5-32.3 กรัมต่อกิโลกรัม ค่ามัธยฐาน 11.6 กรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าพืชมีการดูดใช้โพแทสเซียมในครั้งนี้น่ามากที่สุด โดยในดินบนมีการดูดใช้โพแทสเซียมมากกว่าดินล่าง (ภาพที่ 10 ค, ง) ปริมาณต่ำสุดของโพแทสเซียมในพืชในการเก็บเกี่ยวครั้งแรกเท่ากับ 2.5 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต (11 กรัมต่อกิโลกรัม) ของหญ้าในเขตร้อน (Martin and Matocha, 1973) ทำให้หญ้ากีนีสีม่วงแสดงอาการขาดโพแทสเซียมในช่วงแรก ๆ ของการเจริญเติบโต ปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสมหลังจากการเก็บเกี่ยวหญ้ากีนีสีม่วง มีค่าอยู่ในพิสัยอยู่ในช่วง 2.3-182 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่ามัธยฐาน 18.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพืชมีการดูดใช้โพแทสเซียมสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ไปจนถึงครั้งสุดท้ายของการเก็บเกี่ยวได้ในแต่ละชุดดิน ปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในการเก็บเกี่ยวครั้งแรกจนถึงครั้งที่ 2 หลังจากนั้นมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจนเกือบคงที่ (ภาพที่ 10 จ, ฉ) เนื่องจากปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้จากดิน



ภาพที่ 10 ปริมาณน้ำหนักรากแห้ง ปริมาณโพแทสเซียมในพืช และปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้
สะสมในดินบนและดินล่าง

มีปริมาณลดลง ทำให้พืชดูดใช้ได้เพียงเล็กน้อยและไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชจึงแสดงอาการขาดโพแทสเซียมและในที่สุดพืชจึงตาย

ปริมาณโพแทสเซียมในดิน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมในดินทั้ง 4 รูป ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวหญ้ากินนีสีม่วง (ตารางที่ 6) พบว่า ก่อนการปลูกหญ้ากินนีสีม่วงมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในสารละลายดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 2.5-31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่ามัธยฐาน 9.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินบนของชุดดินอ่าวลึก บริเวณที่ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินมากที่สุด และในดินล่างของชุดดินปะทิวมีปริมาณน้อยที่สุด ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าอยู่ในพิสัย 1.2-180 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่ามัธยฐาน 10.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในดินบนของชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด และมีค่าต่ำสุดในดินล่างของชุดดินพังงา การที่ชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 มีปริมาณของโพแทสเซียมในรูปสารละลายดินและรูปที่แลกเปลี่ยนได้นี้มาก ประกอบกับดินเป็นดินเหนียวจึงมีโพแทสเซียมมากกว่าดินทราย (Ajiboye and Ogunwale, 2008) ทำให้หญ้ากินนีสีม่วงสามารถเจริญเติบโตจนถึงการเก็บเกี่ยวในครั้งสุดท้าย ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ มีค่าอยู่ในพิสัย 10-137 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่ามัธยฐาน 27.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในชุดดินสัดหีบมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ มากที่สุด และในชุดดินท่าใหม่ มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำสุด และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน มีค่าอยู่ในพิสัย 66-29,930 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่ามัธยฐาน 504 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การที่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำเนิดดิน (Wild, 1971) โดยในชุดดินสัดหีบมีค่ามากที่สุด ซึ่งเป็นดินที่มีวัตถุดิบกำเนิดที่ได้จากการผุพังของหินแกรนิตทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ค่อนข้างสูง (สารคาม, 2528: Hamdan and Burnham, 1996) สอดคล้องกับการพบแร่เฟลด์สปาร์ในอนุภาคขนาดดินเหนียวและทรายแป้ง เมื่อเกิดการผุพังสลายตัวแร่นี้จึงจะเป็นประโยชน์สำหรับพืช ซึ่งเป็นแร่องค์ประกอบของโพแทสเซียม

การดูดใช้โพแทสเซียมของหญ้ากินนีสีม่วง

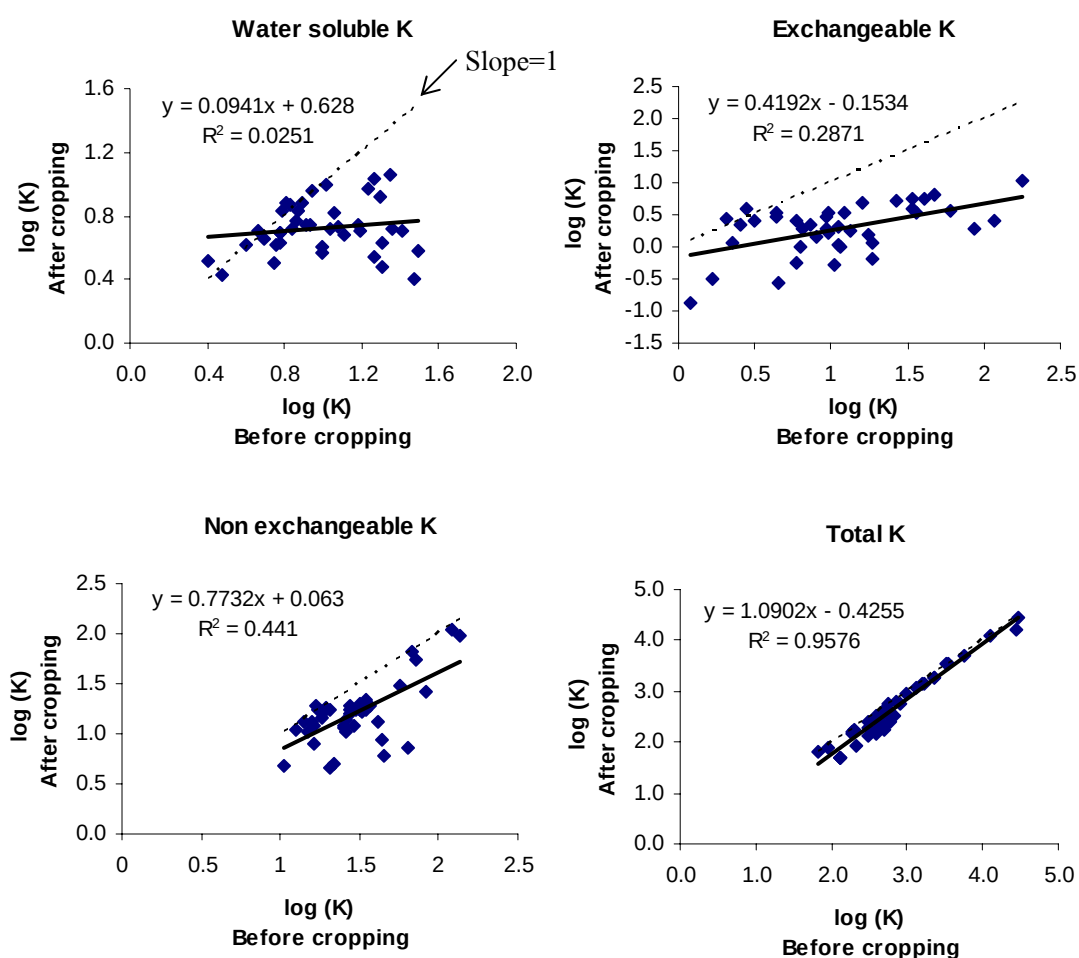
ปริมาณของโพแทสเซียมในสารละลายดิน ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ และปริมาณของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน ที่ทำการวิเคราะห์ก่อนและหลังจากการปลูกหญ้ากินนีสีม่วง แสดงในภาพที่ 11 จากภาพเส้นประแสดงเส้นความชันเท่ากับ

ตารางที่ 6 ปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนปลูกและหลังปลูกพืช

Soil series	No. of harvesting	Horizon	H ₂ O-K		EXK		NEK		Total K	
			Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
			(----- mg kg ⁻¹ -----)							
Ao Luk 1	5	Topsoil	29.7	2.5	36.4	3.4	29	11	669	327
(Ak 1)	5	Subsoil	18.3	3.4	18.3	0.6	25	11	586	340
Ao Luk 2	6	Topsoil	31.2	3.7	180	10.8	41	12	586	249
(Ak 2)	6	Subsoil	20.3	4.3	116	2.5	25	10	503	178
Ao Luk 3	6	Topsoil	25.9	5.0	86.0	1.9	64	7	419	257
(Ak 3)	5	Subsoil	19.9	3.0	60.1	3.5	25	11	503	203
Tha Mai	6	Topsoil	9.8	3.6	47.9	6.7	10	4	547	415
(Ti)	6	Subsoil	3.0	2.6	12.1	3.3	12	10	381	336
Nong Bon 1	5	Topsoil	15.3	5.5	41.0	5.6	43	8	2290	1867
(Nb 1)	5	Subsoil	15.4	5.1	34.3	5.6	45	6	2290	1917
Nong Bon 2	5	Topsoil	8.1	5.5	16.0	4.7	22	4	1626	1460
(Nb 2)	3	Subsoil	5.5	3.1	9.5	3.5	20	4	1709	1444
Khlong Chak	3	Topsoil	7.4	6.8	8.0	1.4	19	18	91	74
(Kc)	3	Subsoil	4.9	4.4	3.1	2.5	15	13	66	66
Pathiu	4	Topsoil	6.0	4.9	13.2	1.8	14	10	298	132
(Ptu)	5	Subsoil	2.5	3.2	9.6	1.7	16	8	381	141
Phuket	3	Topsoil	22.0	11.5	17.6	1.5	34	17	381	265
(Pk)	3	Subsoil	6.0	6.8	11.2	1.0	19	17	713	618
Phang-na	3	Topsoil	18.5	10.7	5.9	0.5	36	18	498	373
(Pga)	2	Subsoil	8.5	5.4	1.2	0.1	32	16	796	585
Fang Daeng	3	Topsoil	22.6	5.1	10.6	0.5	35	21	381	178
(Fd)	3	Subsoil	5.7	4.1	2.5	2.1	13	13	194	182
Krabi	2	Topsoil	3.9	4.1	5.8	2.4	16	11	132	50
(Kbi)	2	Subsoil	4.5	5.0	4.4	2.8	18	14	215	83
Thai Mueang 1	3	Topsoil	17.1	9.4	18.8	1.1	71	54	3452	3348
(Tim 1)	3	Subsoil	11.3	6.6	6.2	1.0	68	66	3369	3352
Thai Mueang 2	3	Topsoil	9.8	4.0	2.7	4.0	31	17	962	892
(Tim 2)	3	Subsoil	5.9	4.9	2.0	2.7	31	20	1294	1186
Huai Pong	1	Topsoil	8.6	8.9	4.4	3.3	27	17	506	431
(Hp)	2	Subsoil	7.2	5.8	1.6	0.3	27	19	581	560
Chumpohn	4	Topsoil	19.8	8.2	34.3	3.8	57	30	5858	5028
(Cp)	5	Subsoil	6.9	5.2	26.4	5.4	82	26	12837	12015
Sadao	3	Topsoil	6.8	7.4	6.4	1.9	30	17	132	50
(Sd)	3	Subsoil	5.9	4.2	2.2	1.1	16	19	132	50
Satuek	2	Topsoil	7.8	7.5	7.2	2.2	20	17	191	144
(Suk)	2	Subsoil	6.4	7.5	4.5	0.2	17	17	191	162
Sattahip	4	Topsoil	10.2	9.7	9.3	1.9	137	95	27267	16056
(Sh)	3	Subsoil	10.8	5.2	9.1	2.9	122	108	29930	29291
Kohong	4	Topsoil	12.9	4.8	11.0	2.1	27	15	298	191
(Kh)	4	Subsoil	11.8	5.4	11.6	1.0	25	13	298	249

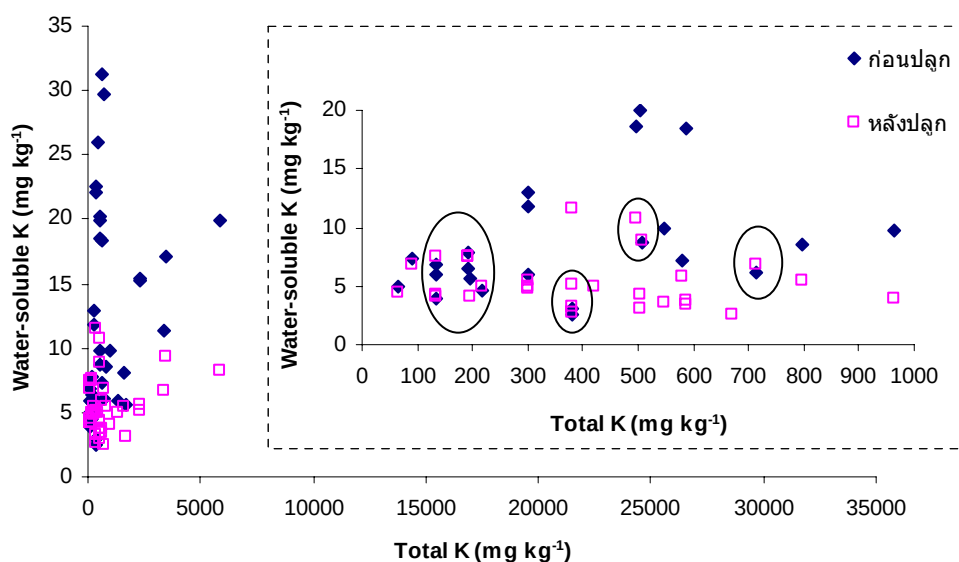
หมายเหตุ H₂O-K = water soluble K; EXK= exchangeable K; NEK= non-exchangeable K

1 (หมายถึงก่อนปลูกและหลังปลูกไม่มีการดูใช้โพแทสเซียม) เส้นทึบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมทั้ง 4 รูปในดินก่อนและหลังจากการเจริญเติบโตของหญ้ากินนีสีม่วง โดยปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน จากภาพจะพบว่าเส้นประกับเส้นทึบ อยู่ใกล้กันมาก มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9576 ซึ่งเป็นค่าที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ โพแทสเซียมในรูปอื่น ๆ แสดงว่าปริมาณโพแทสเซียมในรูปนี้ ของดินก่อนและหลังจากการปลูกพืช มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าพืชใช้โพแทสเซียมในรูปนี้ในการเจริญเติบโตน้อยที่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และโพแทสเซียมในสารละลายดิน ซึ่งเป็นรูปที่โพแทสเซียมมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.0251 โดยปริมาณโพแทสเซียมใน



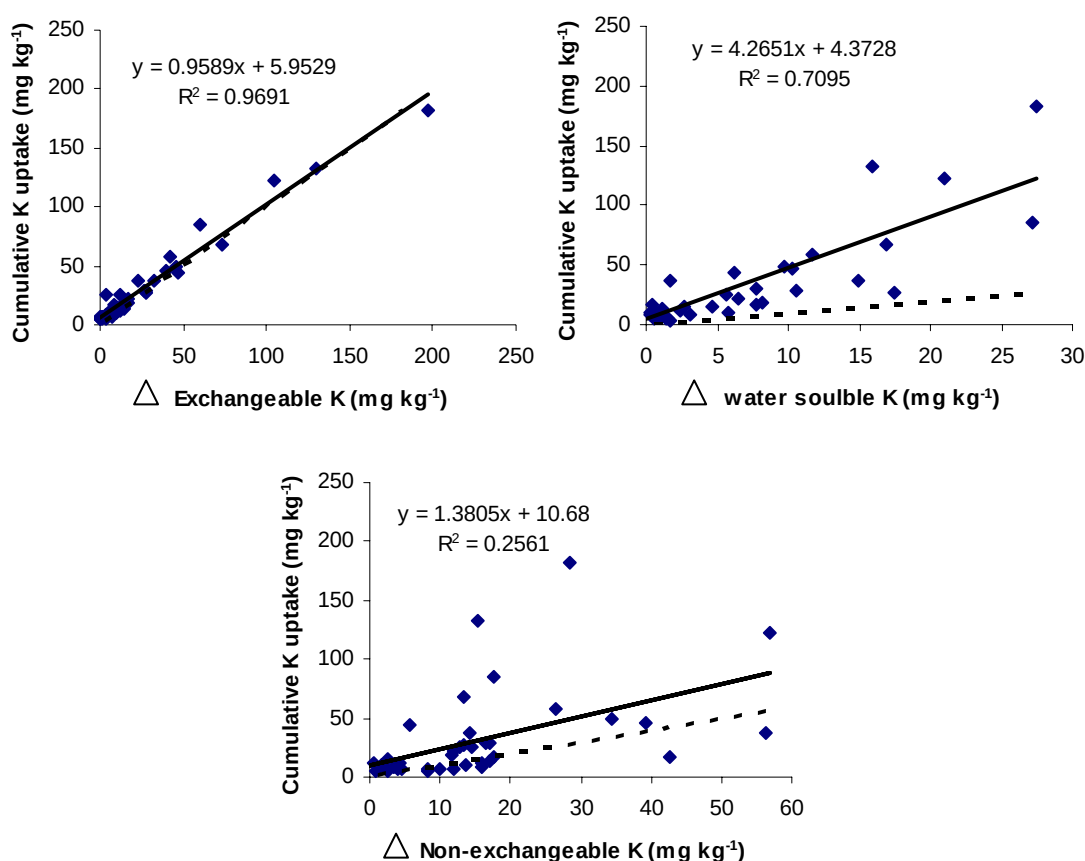
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมในรูปสารละลายดิน รูปที่แลกเปลี่ยนได้ รูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ และโพแทสเซียมทั้งหมด ในดินก่อนปลูกกับดินหลังการเก็บเกี่ยวหญ้ากินนีสีม่วง

สารละลายดินส่วนใหญ่ หลังจากการเก็บเกี่ยวหญ้ากินนีสีม่วง มีปริมาณลดลง จากการดูดใช้ของพืช พบว่ามีค่าอยู่ในพิสัย 2.5-11.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่มีบางดินที่มีปริมาณของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 12) เป็นไปได้ว่าโพแทสเซียมอาจถูกดูดยึดโดยรากพืช หรือ กิจกรรมรอบ ๆ บริเวณรากพืช จากการสลายตัวของโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ หรือจากโพแทสเซียมที่มาจากเมล็ดพืช สอดคล้องกับการทดลองของ MacKay and Russell (1975) และ Pal *et al.* (2001) ที่ทำการศึกษาในเรือนทดลองแล้วพบว่าปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินเพิ่มขึ้นหลังจากการปลูกพืช ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังจากการเก็บเกี่ยวหญ้ากินนีสีม่วง มีค่าอยู่ในพิสัย 0.1-10.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยในชุดดินอำลิกบริเวณที่ 2 ที่หญ้ากินนีสีม่วงเจริญเติบโตจนถึงการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 ยังเหลือปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่เหลือน้อยที่สุดอยู่ในดินล่างของชุดดินพังงา ซึ่งหญ้ากินนีสีม่วงตายหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พืชจึงไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้อีก ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้หลังจากการเก็บเกี่ยวมีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 4.6-108 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน มีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อยเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 29,291-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินเปรียบเทียบกับปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ในดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวหญ้ากินนีสีม่วง

ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดใช้โพแทสเซียมสะสมของหญ้ากีนีสีม่วงกับค่าความต่างของปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนและหลังจากการปลูกหญ้ากีนีสีม่วงในรูปสารละลายดิน รูปที่แลกเปลี่ยนได้ และรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ (ภาพที่ 13) เส้นทึบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมสะสมในพืชและปริมาณโพแทสเซียมรูปต่าง ๆ ในดิน โดยโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ก่อนการเจริญเติบโตของพืช มีค่าความสัมพันธ์ $R^2=0.9691$ ซึ่งมีค่ามากกว่าโพแทสเซียมในรูปสารละลายดิน ($R^2=0.7095$) และปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ ($R^2=0.2561$) แสดงให้เห็นว่าโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ เป็นแหล่งของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชในดินเหล่านี้ รองลงมาคือโพแทสเซียมในสารละลายดินแต่มีปริมาณน้อยกว่า ส่วนโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ยังไม่เป็นประโยชน์สำหรับพืชมากนัก

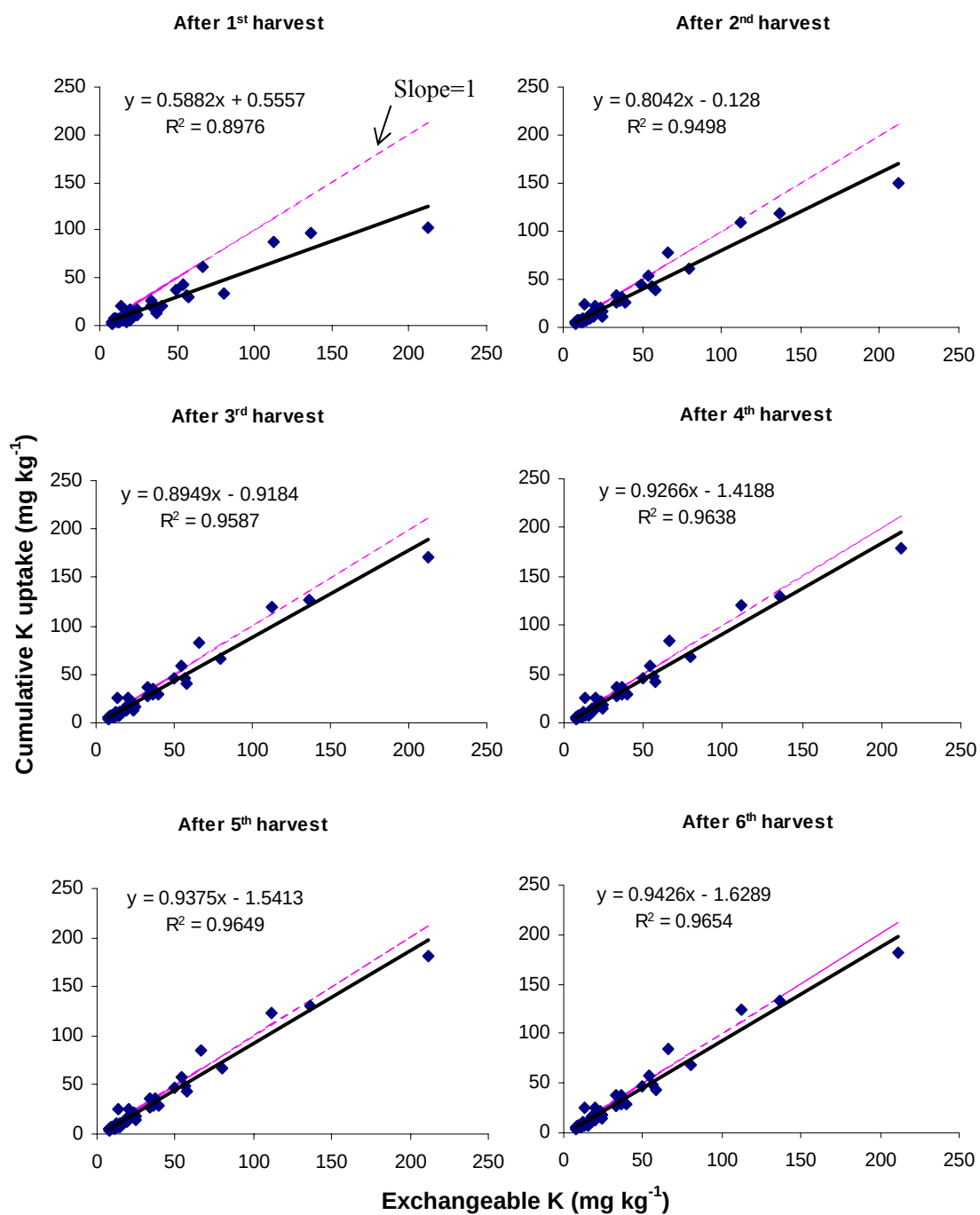


ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมสะสมที่หญ้ากีนีสีม่วงดูดใช้กับค่าความต่างของปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนและหลังจากการปลูกหญ้ากีนีสีม่วงในรูปสารละลายดิน รูปที่แลกเปลี่ยนได้ และรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้

จากการหาความสัมพันธ์ของปริมาณโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสมกับปริมาณของโพแทสเซียมในรูปต่าง ๆ หลังจากการเก็บเกี่ยวพืช 6 ครั้ง พบว่า มีความสัมพันธ์กับปริมาณของโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (ในที่นี้รวมโพแทสเซียมในสารละลายดิน) (ภาพที่ 14) จากภาพ เส้นประแสดงค่าความชันเท่ากับ 1 (หมายถึงพืชมีการการดูดใช้โพแทสเซียมในดินหมด) และเส้นทึบแสดงแนวโน้มของความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้ กับปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ หลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 พบว่าเส้นความสัมพันธ์นั้นยังไม่เข้าใกล้เส้นความชัน เท่ากับ 1 แสดงว่า ปริมาณที่พืชดูดใช้ไม่ได้มาจาก โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมด มีแค่เพียงบางส่วนเท่านั้น แต่พอหลังจากการปลูกพืชไปเรื่อย ๆ หลังจากการตัด ครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 พบว่าเส้นทึบเข้าใกล้ เส้นความชันมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงการตัด ครั้งที่ 6 พบว่าเส้นของความสัมพันธ์ เข้าใกล้เส้นความชันมากที่สุด มีค่า $R^2 = 0.965$ แสดงว่าพืชมีการดูดใช้โพแทสเซียมสะสมสัมพันธ์กับปริมาณของโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปนี้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โดยทั่วไปพืชจะใช้ประโยชน์จากโพแทสเซียมที่อยู่รูปที่แลกเปลี่ยนได้ในการเจริญเติบโตเกือบหมด และมีความสัมพันธ์กับโพแทสเซียม ในรูปอื่น ๆ เพียงเล็กน้อย การที่เส้นความชันไม่เท่ากับ 1 เนื่องจากยังมีโพแทสเซียมอยู่ในดินที่เหลือจากการดูดใช้ของพืชในปริมาณเล็กน้อย และอาจเป็นเพราะยังมีโพแทสเซียมอยู่ในรากพืช แต่ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ออกมา ซึ่งตรงกับรายงานของ German (1957) และ Kirkman (1994)

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่แสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้ โพแทสเซียมในพืชที่ได้จากการตัดครั้งแรกกับปริมาณโพแทสเซียมทั้ง 4 รูป ในดินก่อนและหลังจากการปลูกพืช (ตารางที่ 7) โดยพบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินก่อนปลูกพืช ที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้และในสารละลายดิน มีความสัมพันธ์กับปริมาณโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้และโพแทสเซียมในพืช อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพืชใช้ประโยชน์จากโพแทสเซียมในสารละลายดิน ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้เป็นส่วนใหญ่ และใช้ในรูปแบบอื่น ๆ เพียงเล็กน้อยในการเจริญเติบโต ส่วนในดินหลังปลูก พบว่าโพแทสเซียมในดินไม่มีความสัมพันธ์กับโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสมและโพแทสเซียมในพืช ยกเว้นโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีความสัมพันธ์กับโพแทสเซียมที่พืชดูดใช้สะสม

การทดลองในเรื่องทดลองทำให้ทราบว่า การเจริญเติบโตของพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดิน ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมในดินทั้ง 4 รูปนั้นมีความสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 8) โดยปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณโพแทสเซียมที่



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้กับปริมาณโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ ร่วมกับโพแทสเซียมในสารละลายดิน หลังจากการเก็บเกี่ยว 6 ครั้ง

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นของโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้ และโพแทสเซียมในพืชจากการตัดครั้งแรก กับปริมาณโพแทสเซียม 4 รูปในดินก่อนและหลังปลูกพืช (n=40)

Variable	Cumulative K uptake (mg kg ⁻¹)	K in plant (g kg ⁻¹)
<i>Analysis of soil before plants growth</i>		
H ₂ O-K	0.80*	0.76*
EXK	0.96*	0.70*
NEK	0.16	0.28
Total K	0.19	0.28
<i>Analysis of soil after plants growth</i>		
H ₂ O-K	-0.21	0.04
EXK	0.56*	0.26
NEK	-0.13	0.08
Total K	-0.03	0.05

หมายเหตุ H₂O-K = water soluble K; EXK = exchangeable K; NEK = non-exchangeable K

* ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

แลกเปลี่ยนได้ และ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้มีความสัมพันธ์กับโพแทสเซียมทั้งหมด พืชจะดูดใช้โพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินในรูปที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด รองลงมาคือในสารละลายดิน ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้สูง ส่งผลให้น้ำหนักแห้งสูงและมีปริมาณโพแทสเซียมในพืชสูงกว่าดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมในรูปนี้ต่ำ ซึ่งในดินที่ทำการศึกษาล้วนแล้วมีปริมาณโพแทสเซียมในรูปนี้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง ผ่านการผุพังอย่างรุนแรง มีการชะละลายสูง และมีแร่เคโอลิโนเป็นแร่เด่น มีแร่ที่เป็นแหล่งของโพแทสเซียมน้อย เช่นแร่ อิลไลต์ การปลดปล่อยโพแทสเซียมจากรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้จึงมีเพียงเล็กน้อยและเป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้พืชยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ พืชจึงต้องใช้โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้และในสารละลายดินก่อน ทำให้โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้เป็นแหล่งของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช (Pal *et al.*, 2001; Ajiboye and Ogunwale, 2008)

ตารางที่ 8 ความสัมพันธ์ของโพแทสเซียมในดินทั้ง 4 รูปก่อนปลูก (n=40)

Form of K	H ₂ O-K	EXK	NEX
H ₂ O-K	1.00		
EXK	0.68*		
NEX	0.23	0.07	
Total K	0.19	0.13	0.88*

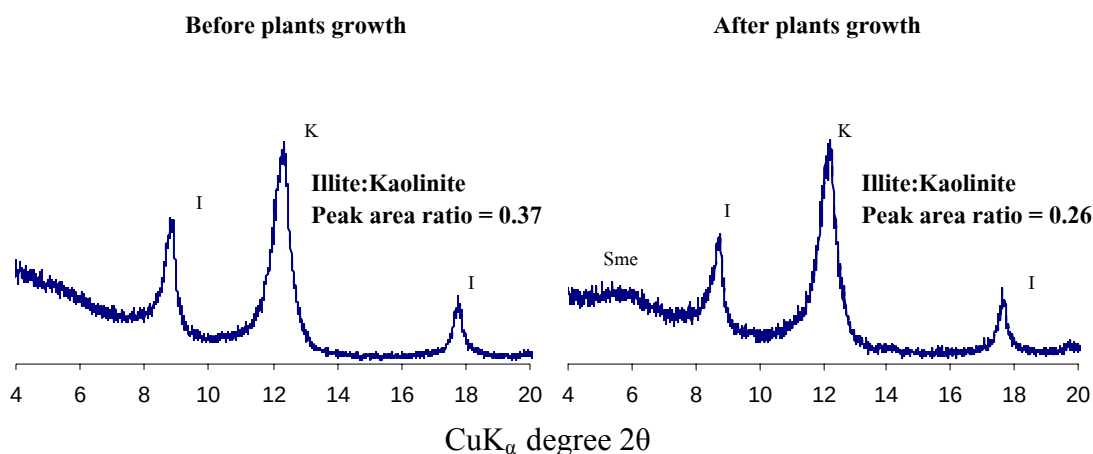
หมายเหตุ H₂O-K = water soluble K; EXK = exchangeable K; NEX = non-exchangeable K

* ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

7. การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดิน

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของแร่ในกลุ่มอนุภาคดินเหนียว โดยวิธีการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ ในดินก่อนปลูกและหลังจากการปลูกพืช เพื่อที่จะทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของแร่ในดิน หลังจากการปลูกพืชและการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากดิน การปลดปล่อยโพแทสเซียมสู่พืช พบว่า ก่อนการปลูกพืชดินส่วนใหญ่มีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์เป็นแร่เด่น ซึ่งเป็นแร่ที่มีปริมาณโพแทสเซียมน้อย พบแร่ที่ทำให้โพแทสเซียมอยู่ คือแร่โอลิไต์ เวอร์มิคิวไลต์ และเฟลด์สปาร์เพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีแร่ ดินเหนียวสอคซัน เวอร์มิคิวไลต์ สเมกไทต์ ควอตซ์ เกอไทต์ ฮีมาไทต์ อะนาทาส กิบบไซต์ และแมกนีไซต์ ในปริมาณเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 4)

ผลวิเคราะห์แร่ในดินหลังจากการปลูกพืช โดยนำมาเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพืช พบว่า แร่ที่มีอยู่ในดินส่วนใหญ่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแร่ดินเหนียวที่มีอยู่ในดินไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากในดินเหล่านี้ไม่มีแร่ที่เป็นองค์ประกอบของธาตุโพแทสเซียม แต่ในชุดดิน สัตหีบ ท้ายเหมือง 1 และชุมพร ที่มีแร่โอลิไต์อยู่ในดินปริมาณน้อย เมื่อนำผลจากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากีนีสีม่วง พบว่าในดินบนของชุดดินชุมพร มีการเปลี่ยนแปลงของแร่มากที่สุด (ภาพที่ 15) โดยมีสัดส่วนของแร่โอลิไต์ต่อเคโอลิไนต์ลดลง ก่อนปลูกมีค่า 0.37 และหลังปลูกมีค่า 0.26



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากินนีสีม่วง ในดินบนของชุดดินชุมพร

จากภาพที่ 15 แสดงดินบนของชุดดินชุมพรก่อนและหลังจากการปลูกพืช พบว่าแร่ของอิลไลต์ลดลง และแร่สเมกไทต์เพิ่มขึ้นแสดงให้เห็นว่าโพแทสเซียมมีการเคลื่อนที่ออกจากแร่อิลไลต์ โดยการดูดใช้ของหญ้ากินนีสีม่วง ตรงกับรายงานของ Singh and Goulding (1997) ที่รายงานว่า เมื่อมีการสูญเสียโพแทสเซียมออกไปจะทำให้แร่อิลไลต์ลดลงและมีการเพิ่มขึ้นของแร่เวอร์มิคิวไลต์ และสเมกไทต์ เช่นเดียวกับในสภาพที่มีการชะละลาย การปลดปล่อยโพแทสเซียมจะทำให้แร่อิลไลต์เปลี่ยนไปเป็นแร่สเมกไทต์ (Ghergherechi and Khormali, 2008) การปลดปล่อยโพแทสเซียมนอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว ยังขึ้นกับปริมาณแร่ในกลุ่มอนุภาคทรายขนาดแป้งด้วย (Jalali, 2005; Srinivasarao, 2006)

สรุป

จากการศึกษาแหล่งของโพแทสเซียมสำหรับพืชของดินคอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนของประเทศไทย จำนวน 20 ชุดดิน โดยรวบรวมข้อมูลดินในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะทั่วไปของดิน ลักษณะจุลสัณฐานวิทยาของดิน สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี แร่วิทยา และการทดลองในเรือนทดลอง ผลการศึกษาทั้งหมดสรุปได้ดังนี้

บริเวณที่ทำการศึกษามีสภาพภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างที่ได้จากหินปูน หินบะซอลต์ หินตะกอน หินแกรนิต หินแปร ตะกอนลี้ดง ผิวดิน ตะกอนน้ำพาท้องถิ่นและตะกอนคาคเซิงเขา ดินส่วนใหญ่เป็นดินลี้กมาก ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำปานกลาง มีสีดินแตกต่างกัน โดยมีสีน้ำตาลปนเทา สีเหลืองปนน้ำตาล สีน้ำตาล สีน้ำตาลปนเหลืองและสีแดง ดินมีพัฒนาการสูง ผ่านกระบวนการผุพังสลายตัวและการชะละลายมานาน

ผลการศึกษาจุลสัณฐานวิทยาของดิน สรุปได้ 4 แบบ ตามโครงสร้างขนาดเล็กและลักษณะปริมาณอนุภาคหยาบและละเอียดของดิน โดยในดินเนื้อละเอียด มีโครงสร้างขนาดเล็กแบบ crumb และ granular ช่องว่าง แบบ compound packing void ส่วนในดินที่มีเนื้อหยาบ ส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบ bridged grain และ pellicular grain ช่องว่างแบบ simple packing void, planar และ vugh ทั้งในดินเนื้อหยาบและดินเนื้อละเอียด พบการรวมตัวของเหล็กออกไซด์เป็นสารก้อนทรงมน มีลักษณะการเคลือบของแร่ดินเหนียวในชั้นดินล่าง แสดงว่าเป็นชั้นวินิจัยอาร์จิลลิก ดินมีพัฒนาการดี บางบริเวณพบวัตถุต้นกำเนิดที่อยู่ในช่วงการผุพังสลายตัว

สมบัติทางกายภาพของดินพบว่ามีเนื้อดินละเอียดไปถึงเนื้อหยาบ โดยมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ถึงดินทรายปนดินร่วน ค่าความหนาแน่นรวมของดินส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ยกเว้นในชุดดินท่าใหม่ อ่าวลิกบริเวณที่ 3 และหนองบอน มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำถึงค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นดินในอันดับออกซิซอลส์ จึงมีโครงสร้างดี และมีความพรุนสูง อีกทั้งอาจได้รับอิทธิพลจากการใช้เครื่องมือจักรกลทางการเกษตรน้อย

สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา พบว่าดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดเล็กน้อย ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของดินในเขตร้อน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ยกเว้นในชุดดินหนองบอนและท่าใหม่ที่มีค่าอยู่ในระดับสูงและมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง โดยในดินบนของชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 มีปริมาณที่สูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ยกเว้นในชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 และ 3 มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง เนื่องจากผลตกค้างจากการใส่ปุ๋ยให้กับพืช ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง โดยดินส่วนใหญ่มีค่าต่ำ เนื่องจากดินได้รับอิทธิพลที่รุนแรงพอที่จะเคลื่อนย้ายเบสบางส่วนออกไปจากหน้าตัดดิน สอดคล้องกับปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงปานกลาง อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส ของดินส่วนใหญ่ต่ำกว่าร้อยละ 35 แสดงว่าดินมีพัฒนาการมานาน ผ่านการชะละลายสูง

จากผลการศึกษาทางแร่วิทยา พบว่า ดินส่วนใหญ่มีแร่เคโอลิไนต์เป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลักในกลุ่มอนุภาคนาขนาดดินเหนียว ยกเว้นชุดดินชุมพรที่พบแร่เคโอลิไนต์เล็กน้อย และมีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบเชิงแร่หลักในอนุภาคนาขนาดทรายแป้ง และพบแร่เฟลด์สปาร์ในกลุ่มอนุภาคนาขนาดดินเหนียวและทรายแป้งในชุดดินสัดหีบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาทางจุลทรรศน์วิทยา

จากผลการทดลองในเรือนทดลอง พบว่าหญ้ากีนีสีม่วงที่ปลูกใน 20 ชุดดิน ส่วนใหญ่จะตายหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 โดยหลังจากการเก็บเกี่ยวครั้งแรกหญ้ากีนีสีม่วงสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีเพียงบางดินที่แสดงอาการขาดโพแทสเซียม โดยเฉพาะในดินเนื้อหยาบ มีเพียงชุดดินท่าใหม่และชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 2 และ 3 ที่หญ้ากีนีสีม่วงสามารถเจริญเติบโตได้จนถึงการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 6 เนื่องจากดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้ากีนีสีม่วงที่เก็บเกี่ยวได้ มีค่าอยู่ในพิสัย 0.03-6.05 กรัมต่อกระถาง (ดิน 1 กิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมในพืช มีค่ามากที่สุดในการเก็บเกี่ยวครั้งแรก มีค่าอยู่ในพิสัย 2.5-32.3 กรัมต่อกิโลกรัม แสดงว่าพืชมีการดูดใช้โพแทสเซียมในครั้งนี้น้ำมากที่สุด ปริมาณโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้หลังจากการเก็บเกี่ยวหญ้ากีนีสีม่วง มีค่าอยู่ในพิสัยในช่วง 2.3-182 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พืชมีการดูดใช้โพแทสเซียมสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ไปจนถึงครั้งสุดท้ายของการเก็บเกี่ยวได้ในแต่ละชุดดิน

ปริมาณโพแทสเซียมทั้ง 4 รูป ในดินก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายดินและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอย่างเด่นชัดหลังจากการเก็บเกี่ยวพืช ปริมาณโพแทสเซียมสะสมที่พืชดูดใช้ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้เกือบทั้งหมด และมีความสัมพันธ์กับโพแทสเซียมในรูปอื่น ๆ เพียงเล็กน้อย โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้จึงเป็นแหล่งของโพแทสเซียมสำหรับพืชในดินดอนที่มีสภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนในประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินหลังจากการปลูกพืช พบว่า แร่ที่มีอยู่ในดินส่วนใหญ่ยังไม่มี การเปลี่ยนแปลง ยกเว้นในดินบนของชุดดินชุมพร มีการเปลี่ยนแปลงของแร่มากที่สุด พบว่า สัดส่วนของแร่ซิลิเกตต่อแคลิในดินลดลง โดยก่อนปลูกมีค่า 0.37 และหลังปลูกมีค่า 0.26 แสดงว่า ดินมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมออกจากรูปที่ถูกตรึงสู่พืชน้อยมากและอัตราการดูดใช้ โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ของพืชเร็วกว่าอัตราการปลดปล่อยโพแทสเซียมในรูปที่ถูกตรึงสูงมากจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม เมื่อมีการปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลานาน

ข้อเสนอแนะ

ดินดอนที่มีพัฒนาการสูงภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อนของประเทศไทย โดยส่วนใหญ่เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ธาตุอาหารต่าง ๆ ถูกชะละลายออกจากหน้าตัดดินได้ง่าย โดยเฉพาะ โพแทสเซียม เนื่องจากดินในบริเวณนี้มีปริมาณฝนตกชุกและมีอุณหภูมิสูง มีแร่เคโอลิไนต์เป็นแร่เด่น ส่วนแร่โอลิไคต์และเฟลด์สปาร์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียมมีปริมาณน้อย อีกทั้งการปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาให้กับพืชต้องใช้ระยะเวลานานมาก การทำการเกษตรในพื้นที่นี้จึงต้องคำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความสามารถในการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากดินสู่พืช โดยทั่วไปในดินเนื้อละเอียดหรือดินเหนียวมักจะมีปริมาณโพแทสเซียมที่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืช แต่เมื่อมีการปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลานานควรมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้กับพืช โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการปลูก ไม้ผล พืชไร่ ที่ต้องการโพแทสเซียมเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ส่วนในดินเนื้อหยาบที่มีปริมาณโพแทสเซียมในดินไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ควรมีการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมกับชนิดของพืชและระยะเวลาในการเจริญเติบโตของพืช วิธีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมควรแบ่งใส่ครั้งละน้อย แต่ใส่บ่อยครั้ง หรือผลิตปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปปลดปล่อยช้าแต่สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการสูญเสียโพแทสเซียมออกไปจากหน้าตัดดิน และควรมีการจัดการดิน เพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม โดยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ การไถกลบเศษพืช ปลูกพืชคลุมดิน ปลูกพืชร่วมระหว่างแถว เพื่อไม่ให้เม็ดฝนตกกระทบกับหน้าดินโดยตรงเป็นการช่วยรักษาระดับโพแทสเซียมในดินไม่ให้สูญเสียไปกับน้ำฝนโดยการชะละลาย

การทดลองครั้งนี้เป็นการปลูกหญ้ากินนีสีม่วงในกระถาง เมื่อปลูกและรดน้ำเป็นระยะเวลาติดต่อกัน ทำให้ดินแน่นขึ้นเรื่อย ๆ เพราะฉะนั้นในการปลูกควรมีการพรวนดินเป็นประจำ และการตัดหญ้ากินนีสีม่วงควรใช้อุปกรณ์ที่คม เพื่อให้ต้นหญ้าได้รับการกระทบน้อยที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร กระทรวงกลาโหม. 2521. แผนที่สภาพภูมิประเทศ 1:50,000.

ก่อเกียรติ ฉายศรีภูมิกุล. 2545. ประสิทธิภาพการใช้น้ำดื่มเยื่อกระดาษสาและน้ำกากสาเป็นแหล่ง
โพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินสนทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กองสำรวจดิน. 2524. แผนที่ดินของจังหวัด ระยอง จันทบุรี ตราด ชลบุรี ชุมพร กระบี่. กรม
พัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา. 2551. พจนานุกรมปฐพีวิทยา. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

เฉลิม วงศ์วิเศษรังสี. 2529. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี แร่ และสัณฐานวิทยาสนามของดิน
แดงและดินเหลืองบางชนิดในภาคตะวันออกเฉียงใต้และภาคใต้ของประเทศไทย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เฉลิมว แฉ่งไพโร. 2535. ศักยภาพการใช้ดินที่ดอนทางการเกษตร 10 ปี สมภาคมดินและปุ๋ยแห่ง
ประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์. 2550. อุตุนิยมวิทยาเกษตร. โอเคียนสโตว์, กรุงเทพฯ.

นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2529. การศึกษาลักษณะวินิจฉัยที่สำคัญในการพัฒนาการของดินและ
ศักยภาพของดินอันดับแอลฟีซอลส์และอินเซปติซอลส์บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง.
วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณพิมล บุญญาวัตร. 2524. การศึกษาอำนาจในการให้โพแทสเซียมแก่ข้าวโพดของดิน จันทิก
ดินหินกอง ดินมโนรมย์ ดินปากช่อง ดินท่าม่วง และดินท่าตะโก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญศรี ท่องวิถี. 2546. สมบัติ การจำแนก และศักยภาพของดินที่ดอนต่อการปลูกยางพาราอำเภอ
ประเทือง จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มรกต ทัพพะกุล ณ อุทยาน. 2532. จุลลัทธิฐานวิทยาของดิน. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสดสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

วนิดา พานิก. 2546. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเชิงแร่และสมบัติของดินตามลำดับภูมิประเทศ
ในอำเภอน้ำพอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรากร อมรรธรรม. 2534. การเพิ่มประสิทธิภาพของโพแทสเซียมในปุ๋ยเคมี โดยใช้อินทรีย์วัตถุกับ
ดินร่วนปนทรายของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สารคาม แก้วทาสี. 2528. การกำเนิดของดินจากการผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิตในภาคเหนือของ
ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น. 2543. ดินเขตร้อน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2534. ดินของประเทศไทย. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรัตน์. 2548. การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2552. คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2524. ธาตุพอสเฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โครงการวิจัยและแนะนำทางเทคโนโลยีของดินและปุ๋ย เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

Adônis, M. and J.R.P. Gonçalves. 2006. Available phosphorus and potassium status of soils of Amazonas State. **Better Crops** 90: 30-31.

Ajiboye, G.A. and J.A. Ogunwale. 2008. Potassium distribution in the sand silt and clay separates of soil developed over talc at Ejiba, Kogi State, Nigeria. **World Journal of Agricultural Sciences** 4: 709-716.

Anda, M., J. Shamsuddin, C.I. Fauziah and S.R.S. Omar. 2008. Mineralogy and factors controlling charge development of three Oxisols developed from different parent materials. **Geoderma** 143: 153-167.

Askegaard, M. and J. Eriksen. 2002. Exchangeable potassium in soil as indicator of potassium status in an organic crop rotation on loamy sand. **Soil Use and Management** 18: 84-90.

Barré, P., B. Velde and L. Abbadie. 2007. Dynamic role of “illite-like” clay minerals in temperate soils: facts and hypotheses. **Biogeochemistry** 82: 77-88.

Barré, P., B. Velde, C. Fontaine, N. Catel and L. Abbadie. 2008. Which 2:1 clay minerals are involved in the soil potassium reservoir? Insights from potassium addition or removal experiments on three temperate grassland soil clay assemblages. **Geoderma** 146: 216-223.

- Basamba, T.A., E. Barrios, E. Amezcuita, I. M. Rao and B.R. Singh. 2006. Tillage effects on maize yield in a Colombian savanna Oxisol: Soil organic matter and P fractions. **Soil and Tillage Research** 91: 131-142.
- Bech, B.J., N. Fedoroff., P. Quantin and P. Segalem. 1983. Study of clay-eluviated fersiallitic soils developed on sandy weathering products from granite in the Selva (Catalonia, Spain). **Soils and Fertilizer** 19: 233-256.
- Berry, P.M., R. Sylvester-Bradley, L. Philipps, D.J. Hatch, S.P. Cuttle and F.W. Rayns. 2002. Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen?. **Soil Use and Management** 18: 248-255.
- Bertsch, P.M. and G.W. Thomas. 1985. Potassium status of temperate region soils, pp. 131-162. In R.D. Munson, ed. **Potassium in Agriculture**. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin.
- Bhonsle, N.S., S.K. Pal and G.S. Sekhon. 1992. Relationship of forms and release characteristics with clay mineralogy. **Geoderma** 54: 285-293.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-382. In A. Klute, ed. **Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods**. Agronomy No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, WI.
- Bloom, P.R. 2000. Soil pH and pH buffering, pp. B333-B352. In M.E. Sumner, ed. **Handbook of Soil Science**. CRC Press LLC.
- Bloom, P.R. and D.F. Grigal. 1985. Modeling soil response to acidic deposition in non-sulfate adsorbing soils. **J. Environ. Qual.** 14: 481-495.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 14th ed. Practice-Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.

- Brindley, G.W. and G. Brown. 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification, pp. 305-359. *In* G.W. Brindley and G. Brown, eds. **Crystal Structure of Clay Minerals and Their X-ray Identification**. Spottiswoode Ballantyne Ltd., London.
- Brikeland, P.W. 1974. **Pedology, Weathering and Geomorphological Research**. Oxford Univ. Press, New York.
- Bullock, P., N. Fedoroff, A. Jongerius, G. Stoops, T. Turisna, U. Bablel, J. Agrilar, H.J. Altemuller, E.A. Fitzpatrick, S.T. Kowalinski, G.K. Rutherford and E.A. Yarilova. 1985. **Handbook for Thin Section Description**. Waine Research, Albrighton, England.
- Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham and P.A. McDaniel. 2003. **Soil Genesis and Classification**. 5th ed., Iowa State Press, A Black Well Publishing Company, Iowa.
- Burt R., M.A. Wilson, C.W. Kanyanda, J.K.R. Spurway and J.D. Metzler. 2001. Properties and effects of management on selected granitic soils in Zimbabwe. **Geoderma** 101: 119–141.
- Cahn, M.D., D.R. Bouldin, M.S. Cravo and W.T. Bowen. 1993. Cation and nitrate leaching in an Oxisol of the Brazilian Amazon. **Agron. J.** 85: 334-340.
- Calvert, C.S., S.W. Buol and S.B. Weed. 1980. Mineralogical characteristics and transformation of a vertical rock saprolite-soil sequence in the North Carolina piedmont. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 44: 1096-1103.
- 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**. Amer Soc. of Agro. Inc., Madison, Wisconsin.
- Coulouma, G., H. Boizard, G. Trotoux, P. Lagacherie and G. Richard. 2006. Effect of deep tillage for vineyard establishment on soil structure: A case study in Southern France. **Soil and Tillage Research** 88: 132-143.
- Cox, A.E., B.C. Joern, S.M. Brouder. and D. Gao. 1999. Plant-available potassium assessment with a modified sodium tetraphenylboron method. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 63: 902-911.

- Crous, J.W., A.R. Morris and M.C. Scholes. 2007. Effect of residual Phosphorus and Potassium Fertilizer on Organic matter and Soil Nutrients in a *Pinus Patula* Plantation. **Australian Forestry** 70(3): 76-89.
- Curi, N. and D.P. Franzmeier. 1984. Toposequence of Oxisols from the central plateau Brazil. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 48: 341-346.
- 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.** Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Dexter, A.R., G. Richard, D. Arrouays, E.A. Czyz, C. Jolivet and O. Duval. 2008. Complexed organic matter controls soil physical properties. **Geoderma** 144: 620–627.
- Dhaliwal, A.K., R.K.Gupta, Yadvinder-Singh and Bijay-Singh. 2006. Potassium fixation and release characteristics of some Benchmark soil series under rice–wheat cropping system in the Indo-Gangetic Plains of Northwestern India. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 37: 827-845.
- Dhillon, S.K. and K.S. Dhillon. 1992. Kinetics of release of potassium by sodium tetraphenyl boron from some top soil samples of red (Alfisols), black (Vertisols) and alluvial (Inceptisols and Entisols) soils of India. **Fertilizer Research** 32: 135-138.
- Dierolf, T.S. and R.S. Yost. 2000. Stover and potassium management in an upland rice-soybean rotation on an Indonesian Ultisols. **Agron. J.** 92: 106-114.
- El-Swaify, S.A. 1980. Physical and mechanical properties of Oxisols, pp. 303-324. In B.K.G. Theng, ed. **Soils with Variable Charge.** New Zealand Society of Soil Science, Lower Hutt, New Zealand.
- Eiumnoh, A. 1984. Application of soil taxonomy to fertility capability classification of problem soils in the S.E. Coast of Thailand, pp. 169-190. In **Ecology and Management of Problem Soils in Asia.** FFTC Book Series No. 27. Taipei, Taiwan.

- Fanning, D.S., V.Z. Keramidas, M.A. El-Desoky. 1989. Micas. *In* J.B. Dixon and S.B. Weed, eds. **Minerals in Soil Environments**. SSSA Book Series, Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin.
- Feller, C and M.H. Beare. 1997. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. **Geoderma** 79: 69-116.
- Follet, H.R., L.S. Murphy and R.L. Donahue. 1981. **Fertilizers and Soil Amendment**. Prentics-Hall Inc., New Jersey.
- Foth, D.H. 1990. **Fundamentals of Soil Science**. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Frederick, R.T., L.M. Thompson. 2005. **Soils and Soil Fertility**. Black Well Publishing. Ltd. USA.
- German, W.L. 1957. Potassium release characteristics of several soils from Ohio and New York. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 21: 52–58.
- Gidden, J., H.F. Perkins and R.L. Carter. 1960. Soil of Georgia. **Soil Sci.** 89: 229-238.
- Gilkes R.J. and A. Suddhiprakarn. 1979. Biotite alteration in deeply weathered granite. II. The oriented growth of secondary minerals. **Clays Clay Miner.** 27: 361-367.
- Ghergherechi, S.H. and F. Khormali. 2008. Distribution and original of clay minerals influenced by ground-water table and land use in south-west Golestan province. **J. Agric. Sci. Natur. Resour.** 15(3): 18-30.
- Gokbulak, F. and M. Ozcan. 2008. Hydro-physical properties of soils developed from different parent materials. **Geoderma** 145: 376-380.
- Goli-Kalanpa, E., M.H. Roozitalab and M.J. Malakouti. 2008. Potassium Availability as Related to Clay Mineralogy and Rates of Potassium Application. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 39: 2727-2733.

- Goss, D.W. and B.L. Allew. 1968. A genetic study of two soils developed on granite in Liano Country, Texas. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 32: 409-413.
- Goudic, A. 1973. **Duricrust in Tropical and Subtropical Landscapes.** Oxford University Press, London.
- Haby, V.A., M.P. Russelle and E.O. Skogley. 1990. Testing soil for potassium, calcium, and magnesium, pp. 181-228. In R.L. Westerman, ed. **Soil Testing and Plant Analysis.** Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, USA.
- Hamdan, J. and C.P. Burnham. 1996. The contribution of nutrients from parent material in three deeply weathered soils of Penninsular Malaysia. **Geoderma** 74: 219-233.
- Hart, R.D., W. Wiriyaakittatekul and R.J. Gilkes. 2003. Properties of soil kaolins from Thailand. **Clay minerals** 38: 71-94.
- Hartemink, A. E. 2004. Tropical soils properties and management for sustainable agriculture: By A.S.R. Juo and K. Franzluebbers. Oxford University Press, 2003. Hardback, 281 pp. ISBN 0195115988. 45. **Geoderma** 123: 373-375.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.M. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. **Soil Fertility and Fertilizers: an Introduction to Nutrient Management.** 7th ed. Pearson Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Henry, D.F. and B.G. Ellis. 1996. **Soil Fertility.** Department of Crop and Soil Sciences, Michigan State University.
- Horra, A.M., M.E. Conti and M.P. Jimenez. 2000. Potassium supplying capacity in Argentine soil and plant uptake rate. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 31: 2717-2726.
- Hosseinfard, S.J., H. Khademi and M. Kalbasi. 2008. Comparison of non-exchangeable K release from micaceous minerals using different extractants. **Geophysical Research** 10: EGU2008-A-04992.

- Huang, P.M. 2005. Chemistry of soil potassium, pp. 227–292. *In* M.A. Tabatabai and D.L. Sparks, eds. **Chemical Processes in Soils**. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, USA.
- Huang, D., K. Wang and W.L. Wu. 2007. Dynamics of soil physical and chemical properties and vegetation succession characteristics during grassland desertification under sheep grazing in an agro-pastoral transition zone in Northern China. **Journal of Arid Environments** 70: 120–136.
- Huber D.M. and D.C. Amy. 1995. Interactions of potassium with plant disease, pp. 467-488. *In* R.D. Munson, ed. **Potassium in Agriculture**. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA.
- Hummel, J.W., K.A. Sudduth and S.E. Hollinger. 2001. Soil moisture and organic matter prediction of surface and subsurface soils using an NIR soil sensor. **Computers and Electronics in Agriculture** 32: 149-165.
- Jackson, M.L. 1958. **Soil Chemical Analysis**. Prentice-Hall, Inc., Englewood, N.J.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemistry Analysis**. Advanced Courses. Dept. of Soils, University of Wisconsin, USA.
- Jalali, M. 2005. Release kinetics of nonexchangeable potassium in calcareous soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 36: 1903-1917.
- _____. 2008. Effect of sodium and magnesium on kinetics of potassium release in some calcareous soils of western Iran. **Geoderma** 145: 207–215.
- Jarvis, S.C. and A.D. Robson. 1983. The effects of nitrogen of plants on the development of acidity in Western Australian soils. 1. Effects with subterranean clover grown under leaching condition. **Australian Journal of Agricultural Research** 34: 341–353.

- Johnston, A.E. and K.W.T. Goulding. 1990. The use of plant and soil analysis to predict the potassium supplying capacity of soil, pp 177-201. *In* **Proceedings 22nd Colloquium of the International Potash Institute, Berne**. (International Potash Institute: Berne).
- Johnston, A.E., P.R. Poulton and J.K. Syers. 2001. Phosphorus, Potassium and Sulphur cycles in Agricultural Soils, pp. 1-44. *In* **Proceedings No. 465**. International Fertilizer Society, London.
- Kanket, W., A. Suddhiprakarn, I. Kheoruenromne and R.J. Gilkes. 2005. Chemical and crystallographic properties of kaolin from Ultisols in Thailand. **Clays and Clay Minerals** 5: 478-489.
- Kayser, M. and J. Isselstein. 2005. Potassium cycling and losses in grassland system: a review. **Grass Forage Sci.** 60: 213-224.
- Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soils. **Soil Sci.** 68: 15-24.
- Kirkman, J.H., A. Basker, A. Surapaneni and A.N. MacGregor. 1994. Potassium in the soils of New Zealand-a review. **New Zeal. J. Agr. Res.** 37: 207-227.
- Klute, A. 1965. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil, pp. 210-220. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods**. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Köppen, W. 1931. **Grundriss der Klimakunde**. Walter de Gruyter. Leipzig, Berlin.
- Kwakye, P.K., A. Ziblim Imoro and Mercy Nyamiah. 2004. **Potassium Availability in Soil Form and Spatial Distribution**. The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. Dept. of Land Development, Ministry of Agri. And Coop., Bangkok.

- London, J.R. 1991. **Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics.** Booker Agriculture International, New York.
- MacKay, D.D. and J.S. Russell. 1975. Rates of growth, potassium uptake, and changes in the potassium properties of four Queensland soils during intensive cropping by buffel grass *Chenchrus ciliaris*. **Aus J. Soil Res.** 13:217-233.
- MacLean, E.O. and M.E. Watson. 1985. Soil measurements of plant-available potassium. pp. 278-309. *In* R.D. Munson, ed. **Potassium in Agriculture.** Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.
- Marschner, H. 1995. **Mineral Nutrition of Higher Plants.** Academic Press Inc., London.
- Marshall, T.J. and J.W. Holmes. 1979. **Soil Physics.** Cambridge University Press, London.
- Marta, A.A., J.G. Peter and C.J. Stephen. 2004. Dynamics of potassium leaching on a hillslope grassland soil. **J. Environ. Qual.** 33:192–200.
- Martin W.E. and J.E. Matocha. 1973. Plant analysis as an aid in fertilization of forage crops. pp. 393-426. *In* L.M. Walsh and J.D. Beaton, eds. **Soils Testing and Plant Analysis.** Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.
- Melo, V.F., B. Singh, C.E.G.R. Schaefer, R.F. Novais and M.P.F. Fontes. 2001. Division S-9 Soil Mineralogy. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 65: 1324-1333.
- Mendoza-Vega, J. and I. Messing. 2005. The influence of land use and fallow period on the properties of two calcareous soils in the humid tropics of southern Mexico. **Catena** 60: 279-292.
- Mengel, K. and K. Uhlenbecker. 1993. Determination of available interlayer potassium and its uptake by ryegrass. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 57: 561–566.

- Moritsuka, N., J. Yanai and T. Kosaki. 2004. Possible processes releasing nonexchangeable potassium from the rhizosphere of maize. **Plant Soil** 258: 261-268.
- Murashkina, M.A., R.J. Southard and G.S. Pettygrove. 2007. Silt and fine sand fraction dominante K fixation in soils derived from granitic alluvium of the San Joaquin Valley, California. **Geoderma** 141: 283-293.
- Nathan, K., C. Jones and J. Jacobsen. 2005. Potassium cycling, testing and fertilizer recommendation, pp. 52-64. *In* E. Rick and J. Grant, eds. **Nutrient Management**. Montana State University.
- National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Method Manual**. Soil Survey Investigation. Report No. 42, Version 3.0 National Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.
- Neufeldt, H., D.V.S. Resck and M.A. Ayarza. 2002. Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil. **Geoderma** 107: 151-164.
- Nornberg, P., U. Schwertmann, H. Stanjek, T. Andersen and H. P. Gunnlaugsson. 2004. Mineralogy of a burned soil compared with four anomalously red Quaternary deposits in Denmark. **Clay Minerals** 39: 85-98.
- Norrish, K. and B.W. Chappell. 1967. X-Ray Fluorescence, pp. 161-214. *In* J. Zussman, ed. **Physical Methods of Determinative Mineralogy**. Academic Press., New York.
- Oberson, A., D. K. Friesen, I. M. Rao, S. Bühler and E. Frossard. 2001. Phosphorus transformations in an Oxisol under contrasting land-use systems: The role of the soil microbial biomass. **Plant and Soil** 237: 197-210.
- Oborn, I., Y. Andrist-Rangel, M. Askegaard, C.A. Grant, C.A. Watson and A.C. Edwards. 2005. Critical aspects of potassium management in agricultural systems. **Soil Use and Management** 21: 102-112.

- Olaitan, S.O. and G. Lombin. 1984. **Introduction to Tropical Soil Science**. Macmillan Publishers Ltd., Hong Kong.
- Olowolafe, E.A. and J.E. Dung. 2000. Soils derived from biotite-granites on the Jos Plateau, Nigeria: their nutrient status and management for sustainable agriculture. **Resources, Conservation and Recycling** 29: 231–244.
- Owens, L.B. and J.P. Watson. 1979. Rate of weathering and soil formation on granite in Rhodesia. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 43: 160-166.
- Pal, Y., R.J. Gilkes and M.T.F. Wong. 2001. Soil factors affecting the availability of potassium to plants for Western Australian soils: a glasshouse study. **Aust. J. Soil Res.** 39: 611–625.
- _____. 2002. Mineral sources of potassium to plant for seven soils from south-western. **Aust. J. Soil Res.** 40: 1357-1369.
- Peech, M. 1945. Determinations of exchangeable cations and exchange capacity of soils rapid micromethods utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Sci.** 59: 25-28.
- _____. 1965. Exchange acidity, pp. 905-913. In C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties**. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Prasad, R. and J.F. Power. 1997. **Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture**. CRC. Lewis Publishers. Boca Raton, New York.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1023–1031. In C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties**. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Ramanathan, K.M. 1978. An evaluation of K availability indices of soils of South India. **Indian Soc. Soil Sci.** 26: 198-202.

- Rowell, D.L. 1985. The reduction in sodicity during the displacement of mixed $\text{CaCl}_2\text{--NaCl}$ salts from soils by water. **Irrig. Water** 6: 11–18.
- Sadusky, M.C., D.L. Sparks, M.R. Noll and G.A. Hendricks. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic coastal plain soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 51: 1460-1465.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Shaikh, K., K.S. Memon, M. Memon and M.S. Akhtar. 2007. Changes in mineral composition and bioavailable potassium under long-term fertilizer use in cotton-wheat system. **Soil and Environment** 26: 1-9.
- Shainberg, I., J.D. Rhoades and R.J. Prather. 1981. Effect of low electrolyte concentration on clay dispersion and hydraulic conductivity of a sodic soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 45: 273–277.
- Sharma, B.D., S.S. Nukhopadhyay and J.S. Sawhney. 2006. Distribution of potassium fraction in relation to landforms in a Himalayan catena. **Archives Agronomy and Soil Science** 52: 469-476
- Shaw, J.N., C.C. Truman and D.W. Reeves. 2002. Mineralogy of eroded sediments derived from highly weathered Ultisols of central Alabama. **Soil and Tillage Research** 68: 59-69.
- Sheldrick, W. F. 1985. Potassium reserves, mining, refining technology, marketing and use, pp. 3-28. In R.D. Munson, ed. **Potassium in Agriculture**. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Shengxian, Z. 1998. Potassium supplying capacity and high efficiency use of potassium fertilizer in upland soils of hunan province. **Better Crops International** 12: 16-19.

- Simonsson, M., S.Andersson, Y. Andrist-Rangel, S. Hillier, L. Mattsson and I. Oborn. 2007. Potassium release and fixation as a function of fertilizer application rate and soil parent material. **Geoderma** 140: 188-198.
- Singh B. and K.W.T. Goulding. 1997. Changes with time in the potassium content and phyllosilicates in the soil of the Broadbalk continuous wheat experiment at Rothamsted. **European Journal of Soil Science** 48: 651–659.
- Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual**. Handbook No. 18. United States Dept. of Agr., United States Government Printing Office, Washington D.C.
- Soil Survey Staff. 2006. **Keys to Soil Taxonomy**. 10th ed. Natural Resources Conservation Service. United States Department of Agriculture, Washington, D.C.
- Sparks, D.L. 1987. Potassium dynamic in soils. **Advances in Soil Science** 6: 1-63.
- Sparks, D.L. and P.M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium, pp. 201-276. *In* R.D. Munson, ed. **Potassium in Agriculture**. Soil Sci Soc Am., Madison, Wisconsin.
- Sparks, D.L. 2000. Bioavailability of soil potassium, D-38-D-52. *In* M.E. Sumner, ed. **Handbook of Soil Science**. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Srinivasarao, C.h., T.R. Rupa, A. Subba Rao, G. Ramesh and S.K. Bansal. 2006. Release kinetics of nonexchangeable potassium by different extractant from soils of varying mineralogy and depth. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 37: 473-491.
- Stockdale, E.A., M.A. Shepherd., S. Fortune and S.P. Cuttle. 2002. Soil fertility in organic farming system fundamentally different?. **Soil Use and Management** 18: 301-308.
- Suwanarit, A. 1996. Potassium fertility of Thai soils and management practices for agricultural sustainability. **Thai Journal Soils Fertilizers** 18: 177-139.

- Syers, J.K. 1998. Soil and plant potassium in agriculture. **Paper Presented to the Fertiliser Society at a Meeting in London on 30 April 1998.** (No. 411), The Fertiliser Society, New York.
- Tawornpruek. S. 2005. **A Comparison of Properties of Red Oxisols Under Tropical Monsoonal Climate in Thailand.** Ph.D. Thesis, Kasetsart University.
- Tawornpruek. S., I. Kheoruenromne, A. Suddhiprakarn and R.J. Gilkes. 2005. Microstructure and water retention of Oxisols in Thailand. **Aust. J. Soil Res.** 43: 973-986.
- _____. 2006. Properties of red Oxisols on calcareous sedimentary rock in Thailand. **Geoderma** 136: 477-493.
- Thompson, L.M. and F.R. Troeh. 1978. **Soil and Soil Fertility.** 4th ed. McGraw-Hill Inc., New York.
- Tisdale, S.L., J.L. Havlin, J.D. Beaton and W.L. Nelson. 1999. **Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management.** 6th ed. Prentice-Hall Upper Saddle River New Jersey.
- Trakoonyingcharoen, P., I. Kheoruenromne, A. Suddhiprakarn and R.J. Gilkes. 2006. Properties of kaolins in red Oxisols and red Ultisols in Thailand. **Applied Clay Science** 32: 25-39
- Van Raij, B. and M. Peech. 1972. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 36: 587-593.
- Vijarnsorn, P. and J.B. Fehrenbacher. 1973. Characteristic and classification of three granite-derived soil in Peninsular Thailand. **Geoderma** 9: 105-118.
- Vijarnsorn, P. and H. Eswaran. 2002. **The Soil Resources of Thailand.** First Press LTD., Part. Bangkok, Thailand.

- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.
- Wang, J.G., F.S. Zhang, Y.P. Cao and X.L. Zhang. 2000. Effect of plant types on release of mineral potassium from gneiss. **Nutrient Cycling in Agroecosystems** 56: 37–44.
- Wang, J.J., L.H. Dustin and F.B. Paul. 2004. Potassium buffering characteristics of three soils low in exchangeable potassium. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 68: 654-661.
- 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 II. Chemical and Microbiological Properties.** Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Whittig, L.D. and W.R. Allardice. 1986. X-ray diffraction technique, pp. 671-698. In A. Klute et al, eds. **Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods.** 2nd Edition. Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, WI.
- Wild, A. 1971. The potassium status of soil in the savanna zone of Nigeria. **Experimental Agriculture** 7: 257-270.
- Wopereis, M.C.S. 1993. **Quantifying the Impact of Soil and Climate Variability on Rainfed Rice Production.** Ph.D. Thesis. Wageningen, Netherlands.
- Yassoglou, N., C. Kosmas and N. Moustakas. 1997. The red soils, their origin, properties, use and management in Greece. **Catena** 28: 261-278.
- Yoothong, K., L. Moncharoen, P. Vijarnsorn and H. Eswaran. 1997. Clay mineralogy of Thai soils. **Applied Clay Science** 11: 357-371.
- Zhou, J.M. and P.M. Huang. 2007. Kinetics of potassium release from illite as influenced by different phosphates. **Geoderma** 138: 221–228.

ภาคผนวก

คำอธิบายหน้าตัดดิน (Profile Description)

Ao Luk series Ak 1

I Information on the site

Profile symbol	: Ak 1
Soil name	: Ao Luk series (Ak)
Classification	: Typic Kandiodox
Date of examination	: September 23, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit and Thanapol Srisuphaolarn
Location	: Adjacent to Wang Tarn Tip Resort and Restaurant, 1.6 km from Ban Nai Sa-Ban Thung road (4033), Ban Nai Sa, Tambon Kaotoug, Amphoe Muang, Changwat Krabi
Elevation	: Approximately 128 m (MSL)
Map sheet number	: 4725II Coordination: 47Q 477649E, 0902500N
Landform	
1. Physiographic position	: Crestal slope of residual hill in Karst corrosion plain
2. Surrounding land form	: Rolling
3. Slope on which profile site	: 8% Aspect : East
Land use	: Rain forest species, para rubber, papaya, coconut, banana
Annual rainfall	: Approximately 2,400 mm
Mean temperature	: Approximately 28°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural and borrowing pit area

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived mainly from limestone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-10	Yellowish red (5YR 4/6); clay; strong fine and medium granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; many very fine, fine vesicular pores; many very fine, fine and common medium roots; present of some clay balls; neutral (field pH 7.0); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	10-30	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to strong very fine and fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine and fine vesicular and few fine simple and dendritic tubular pores; many very fine, fine and common medium roots; very few fine rounded rock fragments; slightly acid (field pH 6.5); gradual, smooth boundary to Bto2.

Bto2	30-52	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to strong very fine and fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine, fine and common medium roots; present of few fine clay balls; few termite nest; slightly acid (field pH 6.5); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	52-80	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine and medium granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and few medium vesicular and few very fine simple tubular pores; many very fine, fine and common medium roots; present of few fine clay balls and few medium size (0.5 cm) of clay balls, few fine crack; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto4.
Bto4	80-117	Red (2.5YR 4/6); clay; moderately weak fine and medium subangular blocky parting to fine and medium granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and very few medium vesicular and few fine simple and dendritic tubular pores; many very fine, fine and common medium roots; few fine black spot of unknown nature and very few fine rounded rock fragments; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bto5.
Bto5	117-148	Red (2.5YR 4/6); clay; weak fine and medium semi-angular blocky parting to mainly moderate very fine granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and few medium roots; few fine cracks, few very fine rounded unknown nature and present of 0.5 cm clay balls; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto6.
Bto6	148-170	Red (2.5YR 4/6); clay; weak fine and medium subangular blocky parting to mainly fine, moderate fine and very fine granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and medium vesicular pores; common very fine, fine and few medium roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bto7.
Bto7	170-200	Red (2.5YR 4/6); clay; moderately weak fine and medium semi-angular blocky parting to mainly fine, moderate fine and very fine granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; present of very few fine (0.1-0.2 cm) clay balls; moderately acid (field pH 6.0).

Ao Luk series Ak 2

I Information on the site

Profile symbol	: Ak 2
Soil name	: Ao Luk series (Ak)
Classification	: Typic Kandiodox
Date of examination	: September 25, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit and Thanapol Srisuphaolarn
Location	: At 3.5 km, road to Ban Tam Singh from Petchakasem road (41) (Chumphon to Sawi), Ban Huay Non, Tambon Khun Krating Amphoe Muang, Changwat Chumphon
Elevation	: Approximately 78 m (MSL)
Map sheet number	: 4829 IV Coordination : 47Q 511129E, 1156948N
Landform	
1. Physiographic position	: Karst corrosion plain
2. Surrounding land form	: Slightly undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect: East-west
Land use	: Tropical Rainforest species, durian, pepper (Tropical orchards)
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 28°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural and sparse settlement

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from limestone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Slow
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-17	Red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium subangular blocky partially parting to strong fine granular structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and very plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular pores; many very fine, fine roots; few traces of charcoal fragments, few fine cracks, few fine quartz fragments and few traces of dead roots; neutral (field pH 7.0); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	17-42	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many prominent clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, many fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine roots; few small concretions and nodules of Mn oxide; neutral (field pH 7.0); gradual, smooth boundary to Bto2.

Bto2	42-70	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine, fine roots; very few small variegated sand, very few small concretions and nodules, traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	70-100	Red (2.5YR 4/6); red (2.5YR5/8) 3%, and reddish yellow (7.5YR6/8) 2% mottles; clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine, fine roots; few fine cracks, few clay balls; traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bto4.
Bto4	100-135	Red (2.5YR 4/6); clay; moderately weak fine and medium subangular blocky readily parting to strong fine and very fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine and medium simple tubular pores; very few fine, very fine and fine roots; few fine cracks, few clay balls, few fine nodules and concretions, traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bto5.
Bto5	135-170	Red (2.5YR 4/6); slightly gravelly clay; moderately weak fine and medium subangular blocky readily parting to strong fine and very fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and common medium vesicular pores; practically no roots; few fine cracks, few clay balls, common small nodules and concretions; strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bto6.
Bto6	170-200	Red (2.5YR 4/6); slightly gravelly clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to strong fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and common medium vesicular pores; practically no roots; common fine concretions (MnO ₂) (5YR3/2, 5YR 2.5/1) strongly acid (field pH 5.0).

Ao Luk series Ak 3

I Information on the site

Profile symbol	: Ak 3
Soil name	: Ao Luk series (Ak)
Classification	: Rhodic Kandiodox
Date of examination	: October 2, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit and Thanapol Srisuphaolarn
Location	: Ban Thala Sub, Tambon Thala Sub, Amphoe Pathiu, Changwat Chumphon
Elevation	: Approximately 81 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 III Coordination : 47Q 526529E, 1182434N
Landform	
1. Physiographic position	: Rise crestal slope in karst corrosion plain
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 1% Aspect : East-west
Land use	: Tropical Rain forest species, Durian, Pepper (Tropical orchards)
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 28°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural and sparse settlement

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from limestone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Slow
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-18	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine, fine roots; few traces of dead roots, few small clay balls; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	18-40	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium semiangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many prominent clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and common medium vesicular, few fine simple and dendritic tubular pores; many very fine, fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	40-60	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); clay; moderate fine and medium semiangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly

		sticky and moderately plastic; many prominent clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and medium vesicular, common fine simple and dendritic tubular pores; common very fine, fine roots; common clay balls (2mm), plasticity somewhat slightly sticky plastic; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bto3.
Bto3	60-90	Dark red (2.5YR 3/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to moderate fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and medium vesicular, few fine simple and dendritic tubular pores; few very fine, fine roots; few fine clay balls (smaller than Bto2), plasticity somewhat slightly sticky plastic, small termite nest; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to Bto4.
Bto4	90-123	Dark red (2.5YR 3/6); clay; moderate fine and medium semiangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and common medium vesicular, few fine simple and dendritic tubular pores; few very fine, fine roots; few clay balls (2 mm), plasticity somewhat slightly sticky plastic; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bo1.
Bo1	123-155	Dark red (2.5YR 3/6); clay; moderately weak fine and medium semiangular blocky partially parting to mainly fine granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces; many very fine, fine and common medium vesicular, common fine simple and dendritic tubular pores; few very fine, fine roots; few small clay balls; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bo2.
Bo2	155-190+	Dark red (2.5YR 3/6); clay; moderately weak fine and medium semiangular blocky partially parting to mainly fine granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces; many very fine, fine and common medium vesicular, common fine simple and dendritic tubular pores; very few very fine, fine roots; few small clay balls; very strongly acid (field pH 5.0).

Tha Mai series

I Information on the site

Profile symbol	: Ti
Soil name	: Tha Mai (Ti)
Classification	: Typic Kandiodox
Date of examination	: January 6, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Mahitorn Putiso, Worachart Wisawapipat, Timtong Darunsontaya, Chutharmard Kaewmano, Natthapol Chittmart and Bussayarat Mokmoor
Location	: 200 m Northeast of road around Ploywaen Hill, Tropical fruit tree orchards, Moo 3 Ban Cham Ko, Tambon Ploy Whan Amphoe Tha Mai, Changwat Chantaburi
Elevation	: Approximately 50 m (MSL)

Map sheet number : 4830 I Coordination : 48 0178748^E, 1396017^N
 Landform
 1. Physiographic position : Upper footslope of Lava corrosion hill
 2. Surrounding land form : Undulating
 3. Slope on which profile site : 3% Aspect :60
 Land use : Tropical fruit tree orchard; banana, durian and rambutan etc.
 Annual rainfall : Approximately 2,500 mm
 Mean temperature : Approximately 27°C
 Climate : Tropical Monsoonal
 Others : Agricultural and precious stone mining

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-15	Reddish brown (2.5YR 4/4); clay; strong fine and medium subangular blocky partially parting to medium and coarse granular structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; few clay balls and quartz fragments; many very fine and fine, and few medium vesicular and few fine tubular pores; many very fine, fine and medium roots; common traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bo1.
Bo1	15-42	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate weak fine and medium subangular blocky mostly parting to fine and very fine granular structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; very few faint clay coats on ped faces; very few and few fine vesicular pores; many very fine, fine and medium roots and few coarse roots; common traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bo2.
Bo2	42-67	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky mostly parting to fine and very fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; few clay balls and very few fine cracks; common very fine and many fine vesicular pores; common fine and medium roots; common traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	67-100	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to fine and medium granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; few clay balls; common very fine and fine and few medium vesicular pores; common fine and medium roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	100-135	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and

		moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; few clay balls and very few quartz fragments; many very fine, fine and common medium vesicular and few fine tubular pores; common fine and medium roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	135-165	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; few clay balls; many very fine, fine and common medium vesicular and few fine tubular pores; few fine and medium roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bto4.
Bto4	165-195+	Red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls; few clay balls; common very fine, fine and few medium vesicular and fine tubular pores; few fine and medium roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0).

Nong Bon series Nb 1

I Information on the site

Profile symbol	: Nb 1
Soil name	: Nong Bon (Nb)
Classification	: Typic Kandudox
Date of examination	: January 5, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Worachart Wisawapipat, Tintong Darunsontaya, Mahitorn Putiso, Natthapol Chittmart, Chutharmard Kaewmano and Bussayarat Mokmoor
Location	: Watermelon field on road from Bo Rai to Nong Bon, Moo 5 Ban Nong Maihom, Tambon Changtoon, Amphoe Bo Rai, Changwat Trad
Elevation	: Approximately 87 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 I Coordination :48 0226774 ^E , 1398728 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Shoulder slope on lava corrosion undulating plain
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site:	4% Aspect :190° Azimuth
Land use	: Watermelon field (active) left fallow under local grasses
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 27°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural mainly: bamboo, banana, other fruit tree and tropical rainforest species

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-18	Brown (7.5 YR 4/4); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; large krotovena in lower part of horizons and few fine crack; few vertical narrow cracks running across Ap depth and few clay balls; many very fine and common fine vesicular pores; common fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	18-40	Mixed strong brown (7.5YR 4/6) 50% and strong brown (7.5YR 5/6) 50%; clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls; few quartz fragments and common clay balls; many very fine and common fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bt2.
Bt2	40-65	Strong brown (7.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls; few clay balls; common very fine and few vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt3.
Bt3	65-95	Dark yellowish brown (10YR 4/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and ped faces; few clay balls; common very fine and fine vesicular and few medium vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	95-120	Dark yellowish brown (10YR 4/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and ped faces; few clay balls; common very fine and fine and few medium vesicular and few various sizes tubular pores; few very fine and fine roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	120-150	Dark yellowish brown (10YR 4/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine and medium granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls mainly; few clay balls; common very fine and fine and few medium vesicular and few various sizes tubular pores; very few very fine and fine roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	150-180	Mixed dark yellowish brown (10YR 4/4) 90% and (10YR 5/8) 10%; clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine and medium granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls mainly; few clay balls; few larger clay balls than those upper horizons; common very fine and fine vesicular and few medium

		vesicular and few fine tubular pores; very few very fine and fine roots; Strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bto4.
Bto4	180-200+	Mixed dark yellowish brown (10YR 4/4) 90% and yellowish brown (10YR 5/8) 10%; clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine and medium granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls mainly; few larger clay balls than those upper horizons; common very fine and fine vesicular and few medium vesicular and few fine tubular pores; very few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5).

Nong Bon series Nb 2

I Information on the site

Profile symbol	: Nb 2
Soil name	: Nong Bon (Nb)
Classification	: Typic Kandudox
Date of examination	: January 5, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Worachart Wisawapipat, Timtong Darunsontaya, Mahitorn Putiso, Natthapol Chittmart, Chutharmard Kaewmano and Bussayarat Mokmoor
Location	: Para rubber plantation on road from Bo Rai to Nong Bon, Ban Trakoon Patana Moo 6, Tambon Chang Toon, Amphoe Bo Rai, Changwat Trad
Elevation	: Approximately 165 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 I Coordination: 48 0227269 ^E , 1400542 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Shoulder slope on lava corrosion rolling plain
2. Surrounding land form	: Rolling
3. Slope on which profile site:	3% Aspect : North
Land use	: Para rubber plantation
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 27°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural mainly: bamboo and tropical orchard species

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-10	Mixed reddish brown (5YR 4/4) 80% and dark reddish gray (5YR 4/2) 20%; clay; moderate coarse and medium subangular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few clay balls; many very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; common very

		fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	10-30	Reddish brown (5YR 4/4); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls; few clay balls; common very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	30-50	Reddish brown (5YR 3/3); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls; few clay balls; common very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; common very fine, fine and medium roots and few coarse roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt3.
Bt3	50-80	Reddish brown (5YR 3/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls; few clay balls of various sizes; common very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	80-110	Reddish brown (5YR 3/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls; few clay balls of various sizes; large basalt gravel in the horizon; common very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	110-138	Reddish brown (5YR 3/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine and medium granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls; few clay balls; common very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	138-170	Reddish brown (5YR 3/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to fine and medium granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls; few clay balls; common very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bto4.
Bto4	170-198+	Reddish brown (5YR 3/4); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to fine granular structure mainly; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls; few clay balls; common very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine, fine and medium roots; strongly acid (field pH 5.5).

Phang-nga series: Pga

I Information on the site

Profile symbol	: Pga
Soil name	: Phang-nga series: (Pga)
Classification	: Typic Paleudult
Date of examination	: January 5, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Mahithon Putiso, Worachart Wisawapipat, Timtong Darunsontaya, Chutamart Kaewmano, Natthapol Chittamart and Bussayarat Mokmoor
Location	: Approximately 700 m Northwest of road from WC-K to Ban Chumchon Nai
Elevation	: Approximately 24 m (MSL)
Map sheet number	: Coordination: 47P 0779643 ^E , 1423161 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Lower coalescing
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site:	3% Aspect : 230° Azimuth
Land use	: Para rubber intercropped with pineapple (young para rubber)
Annual rainfall	: Approximately 1600 mm
Mean temperature	: Approximately 26°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Wash and residuum derived from weathered granite
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: More than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-20	Mixed grayish brown (10YR 5/2) 68%, light yellowish brown (10YR 6/4) 30% and very pale brown (10YR 7/2) 2%; sandy loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; very few faint clay coats on pore walls and clay bridges among sand grains; few fine variegated sands; few very fine and common fine vesicular and few fine tubular pores; common very fine, fine and medium roots; common medium and few large pores and few traces of dead roots; extremely acid (field pH 4.0); abrupt, smooth boundary to Bt1
Bt1	20-48	Mixed very pale brown (10YR 7/4) 92%, grayish brown (10YR5/2) 5% and very pale brown (10YR 8/2) 3%; sandy clay loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and clay bridges among sand grains; few fine variegated sands; few very fine and fine vesicular pores and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; two large remnant of ant's rest and few large pores and few trace of dead roots; extremely acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt2

Bt2	48-78	Mixed light yellowish brown (10YR 6/4) 80% and very pale brown (10YR 8/2) 20%, common fine and medium prominent reddish yellow (5YR 6/8), few fine distinct strong brown (7.5 YR 5/8) and few fine distinct brownish yellow (10YR 6/8) nodule; sandy clay loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls and few faint clay bridges among sand grains; few variegated sands, few fine cracks and charcoal fragments; few very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; few traces ant's nest; extremely acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt3.
Bt3	78-110	Mixed very pale brown (10YR 7/4) 75% and white (2.5Y 8/1) 10%; common fine distinct yellowish brown (10YR 5/8), common fine and medium distinct brownish yellow (10YR 6/8) and common fine and medium prominent reddish yellow (5 YR 6/8) nodules; sandy clay; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and few faint clay bridges among sand grains; few variegated sands, few fine cracks and few fine soft iron oxides nodules; few very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; very few very fine and fine roots; few vertical cracks across horizon thickness; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt4.
Bt4	110-140	Mixed very pale brown (10YR 7/3), light gray (10YR 7/2) 10%, white (10YR 8/1) 7% and white (2.5Y 8/1) 3%, common fine distinct reddish yellow (7.5YR 6/8), few fine distinct brownish yellow (10YR 6/8) and common fine and medium prominent reddish yellow (5YR 6/8) nodule; sandy clay; 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 few faint clay bridges among sand grains; few fine variegated sands and few fine iron oxides nodules; common indistinct separations of clays and iron oxides; common very fine and fine vesicular, few medium vesicular and few fine tubular pores; very few very fine and fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt5.
Bt5	140-170	Mixed very pale brown (10YR 7/4) 62%, white (10YR 8/1) 15% and light brownish gray (10YR 6/2) 3%, common medium and coarse prominent red (2.5YR 5/6), few medium prominent yellowish red (5YR 5/8) and common fine and medium distinct yellowish brown (10YR 5/8) nodule; sandy clay; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and few faint clay bridges among sand grains; few fine variegated sands, few fine iron oxides nodules and few fine cracks; common very fine and fine vesicular, few medium vesicular and few fine tubular pores; partially no roots; common indistinct separations of clays and iron oxides; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bv.
Bv	170-200+	Mixed very pale brown (10YR 7/4) 50% and white (10YR 8/1) 20%, common medium prominent red (2.5YR 5/6), few fine distinct strong brown (7.5YR 5/8), and common fine and medium distinct yellowish brown (10YR 5/8) plinthite; slightly gravelly sandy clay; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, firm moist,

moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coat and ferri-argillan coats on pore walls and ped faces; few fine variegated sands, few fine iron oxides nodules and few fine cracks; few very fine, common fine and few medium vesicular and few fine tubular pores; partially no roots; common distinct separations of clays and iron oxides and some parts are semi-hardened; very strongly acid (field pH 5.0).

Khlong Chak series

I Information on the site

Profile symbol	: Kc
Soil name	: Khlong Chak (Kc)
Classification	: Typic Paleudult
Date of examination	: December 8, 2007
Described by	: Irb Kheoruenromne, Mahitorn Putiso, Worachart Wisawapipat, Timtong Darunsontaya, Chutharmard Kaewmano, Natthapol Chittmart and Bussayarat Mokmoor
Location	: Approximately 30 meters North of road from Sukhemvitt at Km 262.7, Ban Khao Wang Hin, Tambon Huai Yang, Amphoe Klang, Changwat Rayang
Elevation	: Approximately 14 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 I Coordination: 47 0782291 ^E , 1410991 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Dissected lower residual footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site:	3% Aspect : 150° Azimuth
Land use	: Para rubber plantation
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 27°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural and settlements; Tropical fruit tree orchards: durian and lansat mainly, banana and betal nut

II General information on the soil

Parent material	: Wash and local alluvium derived from meta sedimentary rocks namely Quartzite and Phyllite
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 1.7 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-15/20	Mixed yellowish brown (10YR 5/4) 80% and brown (7.5YR4/2) 20%; sandy clay; strong fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few variegated sands; common very fine and fine vesicular and few fine tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, abrupt boundary to Bt1.

Bt1	20-32	Mixed strong brown (7.5YR 5/6) 60%, light yellowish brown (10YR 6/4) 33%, brown (7.5YR 5/2) 5% and reddish yellow (5YR 6/6) 2%; sandy clay; strong medium and coarse semi-angular blocky structure; very hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay bridges among sand grains, and few faint clay coats on ped faces and pore walls; few variegated sands; few very fine and medium vesicular, few fine simple and dendritic tubular pores; few very fine, fine, medium and coarse roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	32-52	Mixed reddish yellow (7.5YR 6/6) 50% and yellowish red (5YR 5/6) 50%; sandy clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and few faint clay coats among sand grains; common variegated sands and few rock fragments; few very fine and fine vesicular and fine tubular pores; few very fine and fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt3.
Bt3	52-88	Mixed yellowish red (5YR 5/6) 70%, reddish yellow (7.5YR 6/6) 25% and brown (7.5YR 5/2) 5%; sandy clay; strong fine and medium angular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces and few faint clay coats among sand grains; common variegated sands, few rock fragments and few very fine cracks; very few very fine and few fine vesicular tubular pores; few very fine and fine roots and few medium roots; very few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt, smooth boundary to Btc1.
Btc1	88-100	Mixed yellowish red (5YR 5/6) 85% and reddish yellow (7.5YR 6/6) 15%; very gravelly sandy clay; weak fine and medium subangular blocky parting along nodules and concretion surfaces; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls, nodules and concretion surfaces; many Fe-Mn oxides nodules and concretions; common very fine and fine vesicular pores; very few very fine and fine roots; very few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Btc2.
Btc2	100-120	Mixed reddish yellow (5YR 6/6) 85% and reddish yellow (7.5YR 6/6) 15%; very gravelly sandy clay; weak fine and medium subangular blocky parting along nodules and concretion surfaces; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls, nodules and concretion surfaces; many Iron-Manganese oxides nodules and concretions; sizes of nodules and concretions increase with depth; common very fine and fine vesicular pores; very few very fine and fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Btc3.
Btc3	120-145	Mixed light reddish brown (5YR 6/4) 82%, light gray (5YR 7/1) 10%, yellowish brown (10YR 5/8) 5% and red (2.5YR 4/6) 3%; very gravelly sandy clay; weak fine and medium subangular blocky parting along nodules and concretion surfaces; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls, nodules and concretion surfaces;

many Iron-Manganese oxides nodules and concretions; sizes of nodules and concretions increase with depth; common very fine and fine vesicular pores; very few very fine and fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bv.

Bv 145-165+ Mixed light reddish brown (5YR 6/4) 80%, light gray (5YR 7/1) 15%, yellowish brown (10YR 5/8) 5%, red (2.5YR 4/6) 3% and dark reddish brown (2.5YR 3/4) 2%; very gravelly sandy clay; weak fine and medium subangular blocky parting along nodules and concretion surfaces; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls, nodules and concretion surfaces; many Manganese oxides nodules and concretions; increase amounts of nodules and concretions from Btc3; common very fine and fine vesicular pores; very few very fine and fine roots and one coarse roots; very strongly acid (field pH 4.5).

Pathiu series

I Information on the site

Profile symbol	: Ptu
Soil name	: Pathiu (Ptu)
Classification	: Kandiuclafic Eutrudox, very-fine, kaolinitic
Date of examination	: October 1, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit, Thanapol Srisupha-olarn
Location	: Ban Mab Amarit, Tambon Don Yang, Amphoe Pathiu, Changwat Chumphon
Elevation	: Approximately 82 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 IV Coordination: 47536253E, 1202658N
Landform	
1. Physiographic position	: Foothslope in karst corrosion plain
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 4-5% Aspect : North-west
Land use	: Rainforest species under para rubber local weeds and fern
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 28°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Residuum and colluvium derived from fine grained clastic rocks and limestone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-20	Dark reddish brown (2.5YR 3/4); sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and medium vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine, fine and medium roots; common fine rounded sand grains, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); abrupt, smooth boundary to Bto1.
Bto1	20-46	Dark red (2.5YR 3/6); sandy clay; moderately weak fine and medium subangular blocky partially parting to coarse and medium granular structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many prominent clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few fine rock fragments, few traces of dead roots and large termite nests; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	46-75	Dark red (2.5YR 3/6); sandy clay; moderately weak fine and medium subangular blocky partially parting to coarse and medium granular structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; many distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium roots; large termite nests; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bto3.
Bto3	75-104	Dark red (2.5YR 3/6); sandy clay; moderate fine and medium semiangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bto4.
Bto4	104-128	Dark red (2.5YR 3/6); sandy clay; moderately weak fine and medium subangular blocky partially parting to medium and fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple and dendritic tubular pores; few very fine and fine roots; smaller quartz sand fragments (grains); moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto5.
Bto5	128-155	Dark red (2.5YR 3/6); sandy clay; moderately weak fine and medium subangular blocky structure partially parting to medium and fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; smaller quartz sand fragments (grains); strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bo.
Bo	155-190+	Dark red (2.5YR 3/6); sandy clay; moderately weak fine and medium semi-angular blocky partially parting to medium and fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls; many very

fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; very few very fine and fine roots; smaller quartz sand fragments (grains); strongly acid (field pH 5.5).

Phuket variant Pk-v

I Information on the site

Profile symbol	: Pk-v
Soil name	: Phuket (Pk-v)
Classification	: Typic Plinthudult
Date of examination	: January 6, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Mahitorn Putiso, Worachart Wisawapipat, Timtong Darunsontaya, Chutharmard Kaewmano, Natthapol Chittmart and Bussayarat Mokmoor
Location	: Mr. Narongwit's tropical fruit tree orchards, Ban Klong Nam Yen, Tambon Ta Khean Tong, Amphoe Khao Kitchagooch, Changwat Chantaburi
Elevation	: Approximately 67 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 I Coordination : 48 0178273 ^E , 1424664 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Dissected lower footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : 310
Land use	: Irrigated tropical fruit orchard; Mangosteen, durian and rambutan
Annual rainfall	: Approximately 2,894 mm
Mean temperature	: Approximately 27°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from weathered coarse grains granite
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 1.9 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-10/12	Mixed grayish brown (10YR5/2) 60% and yellowish brown (10YR 5/4) 40%; coarse sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands and few quartz fragments; common very fine, few fine vesicular and few fine tubular pores; common very fine and fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	12-35	Mixed reddish yellow (7.5YR 6/8) 50%, yellowish brown (10YR 5/4) 40% and reddish yellow (5YR 6/6) 10%; gravelly coarse sandy clay;

		moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; very few variegated sand and common quartz fragments; few very fine and few medium vesicular and fine tubular pores; few very fine and fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	35-60	Mixed reddish yellow (7.5YR 6/6) 80% and reddish yellow (5YR 6/6) 20%; slightly gravelly coarse sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; common quartz fragments and few coarse ferruginized rock nodules; few very fine, fine and medium vesicular and few fine tubular pores; very few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt3.
Bt3	60-80	Mixed yellowish red (5YR 5/6) 60% and strong brown (7.5YR 6/6) 20%, common fine distinct red (2.5YR 4/8) and common fine prominent yellow (10YR 7/8) plinthite; gravelly coarse sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; common quartz fragments and few ferruginized rock nodules; few clay and iron oxides separations; few very fine, fine and medium vesicular and few fine tubular pores; very few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt4.
Bt4	80-100	Mixed yellowish red (5YR 5/6) 75%, reddish yellow (7.5YR 6/6) 15%, brownish yellow (10YR 6/8) 5% and very pale brown (10YR 8/3) 5%, common medium distinct red (2.5YR 4/8) plinthite; very gravelly coarse sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure also parting along ferruginized rock surfaces; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats and distinct ferri-argillan coats on pore walls and ped faces; common ferruginized rock nodules and quartz fragment; common clays and iron oxides separations; few very fine, fine and medium vesicular and few fine tubular pores; very few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bv1.
Bv1	100-126	Mixed strong brown (7.5YR 5/6) 40% and yellowish red (5YR 5/6) 30%, common medium distinct red (2.5YR 4/6) and red (2.5YR 5/8), and common fine prominent yellowish red (10YR 5/8) plinthite; very gravelly coarse sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure generally parting along nodules surfaces; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats and distinct ferri-argillan coats on pore walls and ped faces; many iron oxides hard fragments and nodules; many clays and iron oxides separations and few fine cracks; few very fine, fine and medium vesicular and few fine tubular pores; practically no roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bv2.
Bv2	126-155	Mixed strong brown (7.5YR 5/6) 35% and yellowish red (5YR 5/6) 35%, common fine prominent red (10R 4/8) and common fine distinct yellowish red (10YR 5/8) plinthite; very gravelly coarse sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure generally parting along nodules surfaces; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats and distinct ferri-argillan coats on pore walls and ped faces; many iron oxides

hard fragments and nodules; many clays and iron oxides separations and few fine cracks; few very fine, fine and medium vesicular and few fine tubular pores; practically no roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bv3.

Bv3 155-195+ Mixed strong brown (7.5YR 5/6) 30% and yellowish red (5YR 5/6) 30%, common distinct dark yellowish brown (10YR 4/6) and yellowish brown (10YR 5/8), common prominent yellow (10YR 8/8) and common faint strong brown (7.5YR 5/8) plinthite; very gravelly coarse sandy clay, very little fine earths; moderate fine and medium subangular blocky structure generally parting along nodules surfaces, typical plinthite sheet structure mainly; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats and distinct ferri-argillan coats on pore walls and ped faces; many iron oxides hard fragments and nodules; few very fine, fine and medium vesicular and few fine tubular pores; practically no roots; very strongly acid (field pH 5.0).

Fang Daeng series

I Information on the site

Profile symbol	: Fd
Soil name	: Fang Daeng (Fd)
Classification	: Typic Kandiodult, fine-loamy, kaolinitic
Date of examination	: October 2, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit, Thanapol Srisupha-olarn
Location	: Ban Bang Jak, Tambon Chum Kho, Amphoe Pathiu, Changwat Chumphon
Elevation	: Approximately 81 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 I Coordination : 47 540716E, 1191351N
Landform	
1. Physiographic position	: Crestal slope of low hill
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 2% Aspect : North-east
Land use	: Rainforest species under para rubber
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 28°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from clastic sedimentary rock
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-10	Mixed yellowish red (5YR 5/8) 50% and red (2.5YR4/6) 50%; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; few traces of dead roots; neutral (field pH 7.0); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	10-30	Red (2.5YR 4/8); sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats mainly on pore walls; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	30-50	Red (2.5YR 4/8); sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and mainly on pore walls; common very fine, fine and medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt3.
Bt3	50-78	Red (2.5YR 4/8); sandy clay loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and mainly on pore walls; many very fine, fine and common medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few fine quartz fragments and variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt4.
Bt4	78-103	Red (2.5YR 4/8); sandy clay; moderately weak fine and medium subangular blocky; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt5.
Bt5	103-132	Red (2.5YR 4/8); sandy clay; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine and medium vesicular and very few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt6.
Bt6	132-165	Red (2.5YR 4/8); sandy clay; moderately weak fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and common medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; very few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt7.

Bt7	165-200	Red (2.5YR 4/8); sandy clay; moderately weak fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and common medium vesicular and few fine simple tubular pores; very few very fine and fine roots; few trace of dead roots, few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0).
-----	---------	---

Krabi series

I Information on the site

Profile symbol	: Kbi
Soil name	: Krabi series (Kbi)
Classification	: Typic Kandiodult, fine-loamy, kaolinitic
Date of examination	: September 24, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit and Thanapol Srisuphaolarn
Location	: Oil palm possessing platform, Ban Nai Rai, Tambon Nong Talay, Amphoe Muang, Changwat Krabi
Elevation	: Approximately 87 m (MSL)
Map sheet number	: 4725 II Coordination : 47 478114E, 0897565N
Landform	
1. Physiographic position	: Shoulder slope of low hill
2. Surrounding land form	: Mainly rolling
3. Slope on which profile site	: 7% Aspect : South-east
Land use	: Tropical rainforest species, para rubber, rambutan, coconut, tree legume
Annual rainfall	: Approximately 2,600 mm
Mean temperature	: Approximately 28°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: -

II General information on the soil

Parent material	: Residuum and colluvium derived from clastic rocks
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-20	Yellowish red (5YR 4/6); sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay bridges among sand grains and clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine, fine and common medium and coarse roots; common traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt1.

Bt1	20-44	Red (2.5YR 4/6); sandy clay loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay bridges among sand grains and clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine, medium and coarse roots; few fine variegated sands, large termite nest across; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	44-65	Yellowish red (5YR 4/6); sandy clay loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay bridges among sand grains and clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular and common fine simple tubular pores; common very fine, fine, medium and many coarse roots; few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt3.
Bt3	65-93	Red (2.5YR 4/8); sandy clay loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay bridges among sand grains and clay coats on ped faces and pore walls (similar to Bt2 but more clay coats on ped faces and pore walls); common very fine, fine, medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and many medium and coarse roots; few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt4.
Bt4	93-123	Red (2.5YR 4/8); sandy clay loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay bridges among sand grains and clay coats on ped faces and pore walls (similar to Bt3 but size of clay bridges is smaller than appears than that it); many very fine, fine and medium vesicular pores; common very fine, fine and many medium and coarse roots; few fine variegated sand; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt5.
Bt5	123-153	Red (2.5YR 4/8); clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls and common spots of distinct clay bridges among sand grains; many very fine, fine, common medium vesicular and common very fine and fine simple tubular pores; common very fine, fine, medium and coarse roots; few very fine variegated sand; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt.
Bt6	153-190+	Red (2.5YR 4/6); sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay bridges among sand grains and clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine, common medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine, fine, common medium and few coarse roots; few very fine variegated sands; strongly acid (field pH 5.5).

Thai Mueang series (Tim 1)

I Information on the site

Profile symbol	: Tim 1
Soil name	: Thai Mueang (Tim)
Classification	: Typic Kandudult
Date of examination	: January 4, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Mahitorn Putiso, Worachart Wisawapipat, Tintong Darunsontaya, Chutharmard Kaewmano, Natthapol Chittmart and Bussayarat Mokmoor
Location	: Approximately 1 km South of Bowin Village turn off, Moo 5 Ban Khao Kayay, Tambon Bowin, Amphoe Sri Racha, Changwat Chon buri
Elevation	: Approximately 137 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 I Coordination : 47P 0722487 ^E 1443621 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Shoulder slope of residual hill
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 4% Aspect : North
Land use	: Cassava field
Annual rainfall	: Approximately 1,600 mm
Mean temperature	: Approximately 26°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural and settlements

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-12	Mixed brownish yellow (10YR 6/8) 50%, very pale brown (10YR 7/4) 45% and dark grayish brown (10YR 4/2) 5%; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few variegated sands and common quartz fragments; common very fine, fine and few medium vesicular and fine tubular pores; common very fine and fine roots and few coarse roots; common traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Ap2.
Ap2	12-26	Mixed light yellowish brown (10YR 6/4) 70%, reddish yellow 7.5YR 6/6 20% and yellowish red 5YR 5/6 10%; sandy loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats on pore walls; few variegated sands and common quartz fragments; common very fine and fine vesicular pores, few medium vesicular and fine tubular pores; common very fine and fine roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt1.

Bt1	26-40	Mixed reddish yellow (5YR 6/8) 70% and reddish yellow (5YR 6/6) 30; sandy loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains and few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands and common quartz fragments; few very fine and common fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; few traces of charcoal fragments; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	40-60	Mixed reddish yellow (5YR 6/8) 80% and reddish yellow (7.5YR 6/6) 20%; sandy loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains and few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands and common quartz fragments; few very fine, fine and medium vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; few charcoal fragments and few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt3.
Bt3	60-80	Reddish yellow (5YR 6/8); coarse sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains and few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands and common quartz fragments; few very fine, fine and medium vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; few charcoal fragments and few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt4.
Bt4	80-110	Mixed reddish yellow (5YR 6/8) 90% and yellowish red (5YR 5/6) 10%; coarse sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains and few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands and common quartz fragments; very few very fine, few fine and medium vesicular and very few fine tubular pores; few very fine and fine roots; very few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt5.
Bt5	110-140	Reddish yellow 5YR 6/8; slightly gravelly coarse sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; very few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands and common quartz fragments; very few very fine, few fine and medium vesicular and very few fine tubular pores; few very fine and fine roots; very few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt6.
Bt6	140-170	Mixed reddish yellow (5YR 6/8) 90% and brown (7.5YR 5/3) 10%; gravelly coarse sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; very few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands and common quartz fragments; very few very fine, few fine and medium vesicular and very few fine tubular pores; practically no roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt7.

Bt7	170-200+	Mixed reddish yellow (5YR 6/8) 90% and reddish yellow (7.5YR 6/6) 10%; gravelly coarse sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; very few faint clay coats on pore walls; very few variegated sands and many quartz fragments; very few very fine and fine, common medium vesicular and very few fine tubular pores; practically no roots; moderately acid (field pH 6.0)
-----	----------	---

Thai Mueang series Tim 2

I Information on the site

Profile symbol	: Tim 2
Soil name	: Thai Mueang (Tim)
Classification	: Typic Kandudult
Date of examination	: January 4, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Mahitorn Putiso, Worachart Wisawapipat, Tintong Darunsontaya, Chutharmard Kaewmano, Natthapol Chittmart and Bussayarat Mokmoor
Location	: Approximately 200 m Northeast of road, Moo 2 Ban Khao Talad, Tambon Prong Ta Oeamw, Amphoe Wang Chan, Changwat Rayong
Elevation	: Approximately 54 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 I Coordination : 48P 0775040 ^E 1428966 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper dissected footslope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site:	2% Aspect : 140° Azimuth
Land use	: Para rubber plantation intercropped with pineapple
Annual rainfall	: Approximately 1,600 mm
Mean temperature	: Approximately 26°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agriculture and settlements, banana, bamboo and local weeds

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-21	Mixed brown (10YR 4/3) 70% and light yellowish brown (10YR 6/4) 30%; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry; slightly firm moist; slightly sticky and slightly plastic; many variegated sands; common very fine and fine vesicular pores; common very fine, fine and few medium and coarse roots; few charcoal fragments, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); abrupt, smooth boundary to Bt1.

Bt1	21-45	Mixed light yellowish brown (10YR 6/4) 40%, brownish yellow (10YR 6/6) 40% and brown (10YR 4/3) 20%; sandy clay loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry; slightly firm moist; sticky and plastic; few faint clay coats on pore walls and clay bridges among sand gains; common variegated sands; few very fine, common fine and few medium vesicular pores; common very fine, fine and few medium roots; few small ant's nests and few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	45-74	Mixed reddish yellow (7.5YR 6/6) 90% and brown (7.5YR 5/3) 10%; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry; slightly firm moist; moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and clay bridges among sand gains; few variegated sands and quartz fragments; few very fine and common fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine and common fine roots; very few small ant's nests; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt3.
Bt3	74-104	Mixed reddish yellow (7.5YR 6/8) 80% and strong brown (7.5YR 5/6) 20%; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry; slightly firm moist; moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on ped faces and pore walls, and clay bridges among sand grains; common variegated sands and few quartz fragments; few very fine and common fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; common large termite's nests; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt4.
Bt4	104-140	Mixed reddish yellow (7.5YR 6/8) 71%, strong brown (7.5YR 5/6) 20%, yellowish red (5 YR 5/8) 7% and yellow (10 YR 7/6) 2%; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry; firm moist; moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and common clay bridges among sand grains; common variegated sands and few quartz fragments and few krotovina; few very fine and fine and medium vesicular and few fine tubular pore; few very fine and fine roots; few large ant's nests and sand pockets; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt5.
Bt5	140-170	Mixed strong brown (7.5YR 5/6) 63%, reddish yellow (5 YR 6/8) 30%, yellowish red (5 YR 5/8) 5% and yellow (10 YR 7/6) 2%; slightly gravelly sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry; slightly firm moist; moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and common clay bridges among sand grains; common variegated sands and few quartz fragments; few very fine and fine and medium vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; few large ant's nests and few iron oxide nodules; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bv.
Bv	170-200+	Mixed brownish yellow (10YR 6/6) 91%, yellowish red (5 YR 5/8) 7% and yellow (10 YR 7/6) 2%; gravelly sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; very hard dry; firm moist; moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and common clay bridges among sand grains; few variegated sands and common iron oxides

separations and nodules; very few very fine and few fine vesicular and tubular pores; few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5).

Huai Pong series

I Information on the site

Profile symbol	: Hp
Soil name	: Huai Pong series (Hp)
Classification	: Typic kandiuult
Date of examination	: December 8, 2007
Described by	: Irb Kheoruenromne, Mahithon Putiso, Worachart Wisawapipat, Timtong Darunsontaya, Chutamart Kaewmano, Natthapol Chittamart and Bussayarat Mokmoor
Location	: At Cassava Field Trial Area in Huai Pong Field Crop Station, 1 km from Sukhumvit, Huai Pong crop station, Tambon Huai Pong, Amphoe Muang, Changwat Rayong
Elevation	: Approximately 37 m (MSL)
Map sheet number	: Coordination : 47 0732184 ^E , 1408969 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Lower midslope of residual hill
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 2% Aspect : 30° Asimuth
Land use	: Cassava field trial plot
Annual rainfall	: Approximately 1,361 mm
Mean temperature	: Approximately 28 °C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Settlement and agricultural uses

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from weathered granite
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: 210 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-18	Light brownish gray (10YR 6/2); sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common variegated sands; common very fine and fine vesicular pores; common very fine and fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Ap2.
Ap2	18-35	Mixed pale brown (10YR 6/3) 60% and grayish brown (10YR 5/2) 40%; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains; common variegated sands; common very fine and fine vesicular pores;

		common very fine and fine roots; few traces of dead roots; extremely acid (field pH 4.0); abrupt, smooth boundary to Bt1.
Bt1	35-65	Mixed pale brown (10YR 6/3) 85% and light brownish gray (10YR 6/2) 15%; sandy clay loam; moderate fine and medium angular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few clay bridges among sand grains, faint clay coats on pore walls and ped surfaces; common variegated sands, few quartz fragments; common very fine, fine vesicular and few fine tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few traces of dead roots; extremely acid (field pH 4.0); gradual, smooth boundary to Bt2.
Bt2	65-98	Mixed Pale brown (10YR 6/3) 85% and light gray (10YR 7/2) 15%; sandy clay; moderate medium and coarse semi-angular blocky structure; hard dry, firm moist, very sticky and very plastic; common clay bridges among sand grains, common faint clay coats on pore walls and ped faces; common variegated sands, few quartz fragments; few very fine, common fine vesicular and few fine tubular pores; very few very fine, fine roots; few traces of dead roots; extremely acid (field pH 4.0); gradual, smooth boundary to Bt3.
Bt3	98-130	Mixed pale brown (10YR 6/3) 68% and light gray (10YR 7/2) 20%; few fine yellowish brown (10YR 5/6) < 12% mottles; sandy clay loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few clay bridges among sand grains, faint clay coats on pore walls and ped faces; common variegated sands, few quartz fragments and few fine cracks; common very fine, fine vesicular and few fine tubular pores; very few very fine, fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt4.
Bt4	130-150	Mixed pale brown (10YR 6/3) 78% and light gray (10YR 7/2) 20%; few fine yellowish brown (10YR 5/6) 2% mottles; sandy clay loam; moderate medium and coarse semi-angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few clay bridges among sand grains, faint clay coats on pore walls and ped faces; many variegated sands and few fine cracks; few very fine, common fine vesicular and few fine tubular pores; very few very fine, fine roots; few traces of dead roots; neutral (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt5.
Bt5	150-172	Mixed pale brown (10YR 6/3) 70% and light gray (10YR 7/2) 20% ; common medium and coarse yellowish red (5YR 5/6) 10% and common medium brownish yellow (10YR 6/8) 10% mottles; sandy clay loam; moderate medium and coarse semi-angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls mainly; many variegated sands, few fine cracks and few large spots of iron oxides coated sands; few very fine, common fine vesicular and few fine tubular pores; very few very fine, fine roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bt6.
Bt6	172-200+	Mixed very pale brown (10YR 7/4) 55% and light gray (10YR 7/2) 20%; common medium and coarse brownish yellow (10YR 6/8) 10% and common medium and coarse red (2.5YR 4/8) 15% mottles;

slightly gravelly sandy clay loam; moderate medium and coarse semi-angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay bridges among sand grains, faint clay coats on pore walls and ped faces; few variegated sands and quartz fragments; few very fine, common fine medium vesicular and few fine tubular pores; practically no roots; common large spots of iron oxides coated sands; very strongly acid (field pH 4.5).

Chumphon series

I Information on the site

Profile symbol : Cp
 Soil name : Chumphon series (Cp)
 Classification : Typic Plinthudult
 Date of examination : February 3, 2001
 Location : Approximately 30 km. West of Phetchakasem road at Km 441.7, Ban Tam Chaiyapruet, Tambon Khao Chaiyaraj, Amphoe Pathiu, Chumphon Province
 Elevation : Approximately 125 m (MSL)
 Map sheet number : 4830 IV Coordination: 47 532040E, 1209079N
 Landform
 1. Physiographic position : Erosional terrace
 2. Surrounding land form : Rolling
 3. Slope on which profile site: 11% Aspect: E 35o S (NW-facing)
 Land use : Para-rubber plantation
 Annual rainfall : 1,883 mm Mean temperature: 26.8°C
 Climate : Tropical monsoon

II General information on the soil

Parent material : Local wash over residuum derived from metasedimentary rocks (phyllite and quartzite)
 Drainage : Well drained
 Permeability : Moderate
 Runoff : Medium
 Depth of ground water : Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-14	Dark yellowish brown (10YR 4/4); clear many fine distinct strong brown (7.5YR 5/8) mottles; sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; common very fine and fine vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine, fine and medium roots; some traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Bt.
Bt	14-32	Mixed light yellowish brown (10YR 6/4) 60% and brownish yellow (10YR 4/6) 40%; sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls;

		many very fine and fine vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium roots; few fine iron oxide nodules and concretions; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Btc.
Btc	32-65	Mixed light yellowish brown (10YR 6/4) 30% and red (10R 4/8) 20%; weak red (10R 4/4) 15%, red (10R 4/6) 15%, dusky red (10R 3/3) 10% and black (10YR 2/1) 10% nodules; gravelly sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats and ferri-argillan on ped faces, pore walls and some on nodules and concretions surfaces; few very fine, fine vesicular pores; few very fine, fine roots; common 0.5-0.8 cm rounded to subrounded shaped hardened lateritic nodules; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Bv1.
Bv1	65-105/107	Mixed strong brown (7.5YR 4/6) 25%, light brownish gray (10YR 6/2) 15%, pale yellow (2.5Y 7/3) 15%, red (10R 4/8) 10%; dusky red (10R 3/2) 10%, dusky red (10R 3/3) 10% and brownish yellow (10YR 6/8) 5% nodules; very gravelly sandy clay; strong fine and medium subangular blocky structure parting along ped surfaces and ped (semi-hardened) accumulation surfaces; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats and ferri-argillan on ped faces and pore walls; few very fine, common fine, few medium vesicular and few very fine simple tubular pores; few very fine, fine roots; common 0.3-0.5 cm rounded shaped semi-hardened and hardened lateritic nodules; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Bv2.
Bv2	107-150	Mixed pale brown (10YR 6/3) 25% and yellowish brown (10YR 5/8) 10%, strong brown (7.5YR 4/6) 10%, 10YR 7/2, 5% and 10YR 2/1, 5%; red (10R 4/6) 20% and red (10R 4/8) 15% soft plinthites; dusky red (10R 3/3) 10% semi-hardened nodules; gravelly sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure parting along ped and semi-hardened accumulation surfaces; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats and ferri-argillan on ped faces and pore walls; few very fine, common fine, few medium vesicular pores; few very fine, fine roots; partially soft plinthite segregations along few 0.3-0.5 cm rounded shaped semi-hardened lateritic nodules; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Bv3.
Bv3	150-170/175	Mixed light gray (2.5Y 7/1) 50%, yellowish brown (10YR 5/8) 5% and strong brown (7.5YR 4/6) 5%; red (10R 4/8) 15%, dark red (2.5YR 4/8) 10%, brownish yellow (10YR 6/8) 10% and yellowish red (5YR 4/6) 5% soft plinthites; sandy clay; moderate fine and medium subangular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats and ferri-argillan on ped faces and pore walls; few very fine, fine vesicular pores; few very fine, fine roots; common fine cracks; common generally various size of soft plinthite separations; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to BCrv.
BCrv	175-200+	Light gray (2.5Y 7/1) 70%; red (10R 4/8) 15% and yellowish brown (10YR 5/8) 10% and reddish yellow (7.5YR 6/8) 5% soft plinthites; gravelly sandy clay; strong medium and coarse semiangular blocky structure partially retaining weathered rock structure; hard dry, very firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common

distinct clay coats and ferri-argillan on ped faces and pore walls; few very fine, common fine vesicular pores; practically no roots; distinct soft plinthite separations with common retain weathered rock structure; very strongly acid (field pH 5.0).

Sadao series

I Information on the site

Profile symbol	: Sd
Soil name	: Sadao (Sd)
Classification	: Typic Kandudult, fine-loamy, kaolinitic
Date of examination	: October 2, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit, Thanapol Srisupha-olarn
Location	: East of Nong Sai-Thung Wao Lan road at 3.5 km in KMITL (Chumphon Campus), Tambon Chum Kho, Amphoe Pathiu, Changwat Chumphon
Elevation	: Approximately 72 m (MSL)
Map sheet number	: 4829 IV Coordination : 47 540123E, 186051N
Landform	
1. Physiographic position	: High local alluvial terrace
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 2% Aspect : West
Land use	: Coconut
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 28°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Local alluvium derived from clastic sedimentary rock
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-15	Dark yellowish brown (10YR 4/4); sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; many very fine and fine vesicular pores; many very fine, fine and medium, few coarse roots; traces of dead roots, few charcoal fragments; slightly acid (field pH 6.5); clear, smooth boundary to E.
E	15-27	Yellowish red (5YR 4/6); sandy loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; many very fine, fine and common medium vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine, fine and medium, few coarse roots; very few very fine variegated sands;

		strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	27-57	Yellowish red (5YR 5/8); sandy loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats mostly on pore walls and common faint clay bridges among sand grains; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium, few coarse roots; few fine variegated sands; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	57-81	Yellowish red (5YR 5/8); sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats mostly on pore walls and common faint clay bridges among sand grains (similar to Bt1 but clay coats and clay bridges more than that it); common very fine, fine and medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium, few coarse roots; few fine variegated sands; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt3.
Bt3	81-110	Red (2.5YR 5/8); sandy clay loam; strong fine and medium semiangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls and few faint clay bridges among sand grains; many very fine, fine and common medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium, few coarse roots; few spots of fecal accumulation of soil fauna, few fine variegated sands; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt4.
Bt4	110-130	Red (2.5YR 5/8); sandy clay loam; moderate fine and medium semiangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats mostly on pore walls and few faint clay bridges among sand grains; many very fine, fine and common medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine, fine and medium, few coarse roots; few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt4.
Bt5	130-165	Red (2.5YR 4/8); sandy clay loam; strong fine and medium semiangular blocky structure; hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats mostly on pore walls and few faint clay bridges among sand grains; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine, common fine and medium roots; few traces of dead roots, few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt6.
Bt6	165-202	Red (2.5YR 4/8); sandy clay loam; moderate fine and medium semiangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats mostly on pore walls and few faint clay bridges among sand grains; many very fine, common fine and medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine, common fine and medium roots; few fine variegated sands; very strongly acid (field pH 5.0).

Satuek variant Suk-v

I Information on the site

Profile symbol	: Satuek (Suk)
Soil name	: Satuek variant (Suk-v)
Classification	: Typic Paleudult
Date of examination	: January 12, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Chutharmard Kaewmano, Natthapol Chittamart, Worachart Wisawapipat, Noppadon Prayunsuk, Wipawan Insomboon, Tintong Darunsontaya
Location	: Ban Nasabang, Tambon Nongginpail, Amphoe Varinchamrab, Changwat Ubonratchathani
Elevation	: Approximately 122 m (MSL)
Map sheet number	: 5939 II Coordination : 48P 477943E, 1680042N
Landform	
1. Physiographic position	: Top of upper middle erosional terrace
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 2% Aspect : 90 Azimuth (East)
Land use	: Forage Crop field
Annual rainfall	: Approximately 2,036 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical savanna
Others	: Agricultural and settlement

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from weathered clastic sedimentary rocks
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: More than 200 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-22	Mixed dark grayish brown (10YR 4/2) 90% and pale brown (10YR6/3) 10%; sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common variegated sands; many very fine, fine and few medium vesicular and few tubular pores; common very fine, fine and few medium roots; few charcoal fragments and common traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); abrupt and smooth boundary to Bt1.
Bt1	22-50	Mixed brownish yellow (10YR 6/6) 40%, light yellowish brown (10YR 6/4) 40% and yellowish brown (10YR 5/4) 20%; sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains; common variegated sands; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; few charcoal fragments and few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Bt2.

Bt2	50-75	Mixed brownish yellow (10YR 6/6) 80% and yellowish brown (10YR5/4) 20%; sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains; common variegated sands and few fine cracks; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; very few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Bt3.
Bt3	75-105	Mixed brownish yellow (10YR 6/6) 90% and light yellowish brown (10YR 6/4) 10%; sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; very few faint clay coats on pore walls and few fine clay bridges among sand grains; common variegated sands; common very fine, fine and few medium vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; very few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Bt4.
Bt4	105-135	Mixed brownish yellow (10YR 6/8) 90% and light yellowish brown (10YR 6/4) 10%; sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; very few faint clay coats on pore walls and few fine clay bridges among sand grains; common variegated sands; few very fine, common fine and few medium vesicular and few fine tubular pores; few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5); clear and smooth boundary to Bt5.
Bt5	135-165	Mixed brownish yellow (10YR 6/6) 65%, light yellowish brown (10YR 6/4) 30% and reddish yellow (7.5YR 6/8) 5%; sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains; common variegated sands; few very fine, common fine and few medium vesicular and few fine tubular pores; very few very fine and fine roots; very; strongly acid (field pH5.5); gradual and smooth boundary to Bt6.
Bt6	165-200+	Mixed brownish yellow (10YR 6/6) 65%, light yellowish brown (10YR 6/4) 30% and reddish yellow (7.5YR 6/8) 5%; sandy loam; moderately fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay bridges among sand grains and very fine faint clay coats on pore walls; common variegated sands; few very fine, common fine and few medium vesicular and few tubular pores; practically no roots; strongly acid (field pH 5.5).

Sattahip variant Sh-v

I Information on the site

Profile symbol	: Sh-v
Soil name	: Sattahip variant (Sh-v)
Classification	: Typic Kandiuult
Date of examination	: December 22, 2007
Described by	: Irb Kheoruenromne, Mahitorn Putiso, Worachart

Location	Wisawapipat, Timtong Darunsontaya, Chutharmard Kaewmano, Natthapol Chittmart and Bussayarat Mokmoor : Ban Mab Fug Thong, Tambon Huay Yai, Amphoe Bang La Moong, Changwat Chonburi
Elevation	: Approximately 80 m (MSL)
Map sheet number	: 4745 IV Coordinate: 47P 0718656 ^N , 1411195 ^E
Landform	
1. Physiographic position	: Dissected lower Footslope
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site:	1% Aspect : 110° Azimuth (East south)
Land use	: Cassava, Marigold, Para rubber, Coconut
Annual rainfall	: Approximately 1,400 mm
Mean temperature	: Approximately 27 °C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Settlement and agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Mixed wash and local alluvium derived from meta sedimentary rocks and granite
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2.0 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-10	Mixed grayish brown (10YR 5/2) 80% and very dark gray (10YR 3/1) 20%; loamy fine sand; moderate weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; common variegated sand; many very and fine vesicular pores; many very fine roots, few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Ap2
Ap2	10-23	Mixed brown (10YR 5/3) 65%, very pale brown (10YR 7/4) 20% and very dark gray (10YR 3/1) 15%; loamy fine sand; moderate fine and medium semi-subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and very plastic; common variegated sand and spot accumulation of organic matter; few very fine and common fine vesicular pores; few very fine and fine roots, few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to AB
AB	23-42	Mixed brown (10YR 5/3) 60%, dark grayish brown (10YR 4/2) 20% and light brown (7.5YR 6/4) 20%; sandy loam; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint spotted clay bridges among sand grains; common variegated sands and spotted accumulation of organic matter, few very fine and common fine vesicular pores, few very fine and fine roots; few charcoal fragments; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	42-75	Mixed brown (10YR 5/3) 90% and light yellowish brown (10YR

		6/4) 10%; sandy loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint spotted clay bridges among sand grains; common variegated sands and spotted accumulation of organic matter, few very fine and common fine vesicular pores, few very fine and fine roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	75-100	Mixed pale brown (10YR 6/3) 70%, brown (10YR 5/3) 20% and very dark gray (10YR 3/1) 10%; sandy loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint spotted clay bridges among sand grains; common variegated sands, few very fine and common fine vesicular pores, few very fine and fine roots, a large krotovinas as a longitudinal band; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt3.
Bt3	100-130	Mixed very pale brown (10YR 7/3) 70% and brown (10YR 4/3) 30%; sandy loam; moderately weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint spotted clay bridges among sand grains; common variegated sands and spot accumulation of quartz fragments and sizes of quartz fragments increase; few very fine and common fine vesicular pores, few very fine and fine roots, a; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt4.
Bt4	130-158	Mixed very pale brown (10YR 7/4) 70% and brown (10YR 5/3) 30%; sandy loam; weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint spotted clay bridges among sand grains; common variegated sands and spot accumulation of quartz fragments and sizes of quartz fragments increase; few very fine and common fine vesicular pores, very few very fine and fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt5.
Bt5	158-195+	Mixed light yellowish brown (10YR 6/4) 80% and brown (10YR 5/3) 20%; slightly gravel sandy loam; weak fine and medium subangular blocky structure; soft dry, friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coating on pore walls and nodule surfaces; common variegated sands, spot accumulation of quartz fragments and sizes of quartz fragments increase, and few spotted accumulation of iron and manganese oxides; few very fine and common fine vesicular pores; very few very fine and fine roots; a sizes of quartz fragments increase; very strongly acid (field pH 5.5).

Kohong series

I Information on the site

Profile symbol	: Kh
Soil name	: Kohong (Kh)
Classification	: Typic Paleudult
Date of examination	: February 16, 2008
Described by	: Irb Kheoruenromne, Worachart Wisawapipat, Natthapol Chittmart Tintong Darunsontaya and Darakorn Agkhadsri

Location	: Noen Ta Thoeng Hill Moo 8 Ban Bon Don, Tambon Na Chanang, Amphoe Meang, Changwat Chumporn
Elevation	: Approximately 48 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 I Coordination : 47 0526706 ^E , 1166063 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Shoulder spur hill slope
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 4-5% Aspect : 310
Land use	: Tropical orchard, Longang, coconut, mangosteen and moist evergreen species remnant
Annual rainfall	: Approximately 2,500 mm
Mean temperature	: Approximately 27°C
Climate	: Tropical Monsoonal
Others	: Agricultural and settlements

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium derived from weathered sandstone
Drainage	: Well drained
Permeability	: Moderate
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-15/20	Mixed yellowish brown (10YR 5/6) 85% and brown (7.5YR 4/3) 15%; sandy loam; moderate weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and non plastic; few variegated sands; few very fine and common fine vesicular and very few fine tubular pores; many very fine , fine and few medium and coarse roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); clear, wave boundary to Bt1.
Bt1	20-50	Mixed reddish yellow (7.5YR 6/6) 85%, reddish yellow (5YR 6/8) 10% and brown (7.5YR 5/4) 5%; sandy loam; moderate weak fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and non plastic; few faint clay bridges among sand grains; few variegated sands; few very fine and common fine vesicular and few tubular pores; common very fine, fine and medium and few coarse roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	50-80	Mixed reddish yellow (5YR 6/6) 50% and red (2.5 YR 5/6) 50%; 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 common faint clay bridges among sand grains; few variegated sands; very few very fine and common fine and common tubular pores; few very fine, fine, medium and coarse roots; few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Btc.
Btc	80-105	Mixed red (2.5YR 5/6) 85%, reddish yellow (5YR 6/6) 10% and red (10R 4/8) 5%; very gravelly sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure parting along medium surface; slightly hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay bridges among sand grains and common faint clay coats on pore walls; few variegated sands; very few very

		fine and few fine vesicular and tubular pores; few very fine and fine roots; common ferruginized rock fragments of various sizes and iron oxides nodules and few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Crt1.
Crt1	105-140	Mixed red (2.5YR 5/6) 90% and red (10R 4/8) 10%; very gravelly sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure parting along fine surface; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; few variegated sands and few fine cracks; very few very fine and few fine vesicular and tubular pores; very few very fine and fine roots; few iron oxides nodules and common large weathered sandstone fragments and few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to Crt2.
Crt2	140-180+	Mixed red (2.5YR 5/6) 90% and red (10R 4/8) 10%; very gravelly sandy clay loam; moderate fine and medium subangular blocky structure parting along fine surface; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats on pore walls and ped faces; few variegated sands and few fine cracks; very few very fine and few fine vesicular and tubular pores; very few very fine and fine roots; few traces of dead roots and common weathered ferruginized rock fragments very strongly acid (field pH 5.0)

ตารางผนวกที่ 1 จุดพื้นฐานวิทยาของดินที่ทำการศึกษา

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		Basic mineral components			c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids	c/f ratio at 10 μm	Coarse fraction	Fine fraction			
Ao Luk 1 (Ak 1): Typic Kandiodox									
Ap	0-10	Granular	Compound packing	15:85	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Iron oxide impregnative, typic nodules
Bto2	30-52	Crumb	Compound packing	10:90	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Iron oxide impregnative, typic nodules
Bto6	140-170	Crumb	Compound packing	10:90	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Iron oxide impregnative, typic nodules
Bto7	170-200	Crumb, Subangular blocky	Compound packing, Planar	10:90	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Iron oxide impregnative, typic nodules
Ao Luk 2 (Ak 2): Typic Kandiodox									
Ap	0-17	Subangular blocky	Planar	20:80	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bto2	42-70	Granular, locally subangular	Planar, compound packing	10:90	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bto4	100-135	Granular, locally subangular	Compound packing	10:90	Quartz	Red, clay to fine silt	Porphyric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodule
Bto6	172-200	Granular, locally crumb subangular	Compound packing	8:92	Quartz	Red, clay to fine silt	Porphyric	Undifferentiated	Iron oxide impregnative, typic nodules

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		c/f ratio at 10 μm	Basic mineral components		c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids		Coarse fraction	Fine fraction			
Ao Luk 3 (Ak 3): Rodic Kandiodox									
Ap	0-18	Granular, Subangular blocky	Compound packing, planar	25:75	Quartz	Dark red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated to undifferentiated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bto1	18-40	Granular, Subangular blocky	Compound packing, planar	15:85	Quartz	Dark red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bto3	60-90	Granular, Subangular blocky	Compound packing, planar	10:90	Quartz	Dark red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bo1	123-155	Granular	Compound packing	10:90	Quartz	Dark red, clay to fine silt	Open porphyric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Tha mai (Ti): Typic kandiodox									
Ap	0-15	Crumb	Compoumd packing, chamber	5:95	Iddingsite, basalt rock fragment, pyroxene	Reddish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	None
Bo1	15-42	Crumb	Compoumd packing, chamber	5:95	Iddingsite, basalt rock fragment, pyroxene	Reddish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	None
Bto1	67-100	Crumb	Compound packing, chamber	5:95	Iddingsite, basalt rock fragment, pyroxene	Reddish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	None
Bto3	135-165	Crumb	Compound packing, chamber	5:95	Iddingsite, basalt rock fragment, pyroxene	Reddish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	None

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		c/f ratio at 10 μm	Basic mineral components		c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids		Coarse fraction	Fine fraction			
Nong Bon 1 (Nb 1): Typic Kandiodox									
Ap	0-18	Granular, Crumb	Compound packing	5:95	Quartz, mica schist	Yellowish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	Iron oxide impregnative nodules
Bt1	18-40	Granular, Crumb	Compound packing	10:90	Quartz, mica schist	Yellowish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	Clay mixed with iron oxide, Iron oxide impregnative nodules
Bt3	65-95	Granular, Crumb	Compound packing	10:90	Quartz, mica schist, lithorelicts basalt	Yellowish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	Clay mixed with iron oxide, Iron oxide impregnative nodules
Bto1	95-120	Granular, Crumb	Compound packing	10:90	Quartz, mica schist, lithorelicts basalt	Yellowish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	Clay mixed with iron oxide, Iron oxide impregnative nodules
Nong Bon 2 (Nb 2): Typic Kandiodox									
Ap	0-10	Crumb	Compound packing	10:90	Quartz	Reddish brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	None
Bt1	10:30	Crumb	Compound packing	5:95	Quartz, weathered olivine	Yellow brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated.	None
Bt3	50-80	Crumb	Compound packing	10:90	Quartz, weathered olivine	Yellow brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	None
Bto1	80-110	Crumb	Compound packing	10:90	Quartz, weathered olivine	Yellow brown, clay	Open porphyric	Undifferentiated	None

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		c/f ratio at 10 μm	Basic mineral components		c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids		Coarse fraction	Fine fraction			
Phang-na (Pga): Typic Paleudult									
Ap1	0-20	Vughy	Vughs	80:20	Quartz	Brown to dark brown clay to fine silt	Gefuric, Chitonic	Undifferentiated	None
Bt3	70-110	Vughy	Vughs	60:40	Quartz	Pale brown clay to fine silt	Gefuric, Chitonic	Undifferentiated	Clay coating
Bt5	140-170	Vughy	Vughs	20:80	Quartz	Pale brown clay to fine silt	Gefuric, Chitonic	Undifferentiated	Clay mixed with iron oxide mottles
Khlong chak (Kc): Typic Paleudult									
Ap	0-15/20	Subangular blocky, granular	Planar	20:80	Quartz	Yellowish brown, clay to fine silt	Porphyric	Stipple speckled to undifferentiated	Iron oxide impregnative nodules
Bt1	15/20-32	Subangular blocky, granular	Planar	25:75	Quartz	Yellowish brown, clay to fine silt	Porphyric	Stipple speckled to undifferentiated	Iron oxide impregnative nodules
Bt3	52-88	Subangular blocky, granular	Planar	25:75	Quartz	Yellowish brown, clay to fine silt	Porphyric	Stipple speckled to undifferentiated	Iron oxide impregnative nodules
Btc1	88-100	Subangular blocky, granular	Planar	25:75	Quartz	Yellowish brown, Clay to fine silt	Porphyric	Stipple speckled to undifferentiated	Clay mixed with iron oxide, iron oxide impregnative nodules

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		Basic mineral components			c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids	c/f ratio at 10 μm	Coarse fraction	Fine fraction			
Pathiu (Ptu): Kandiudalfic Eutrudox									
Ap	0-20	Intergranular, locally pellicular	Vughs	80:20	Quartz	Dark brown clay to fine silt	Enaulic, chitonic	Undifferentiated	Iron oxide impregnative, typic nodules
Bto1	20-46	Granular, bridge	Vughs	50:50	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Undifferentiated	Iron oxide impregnative, typic nodules
Bto3	75-104	Granular	Vughs	45:55	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Undifferentiated	Iron oxide impregnative, typic nodules
Bto5	128-155	Complex, Subangular blocky	Vughs	25:75	Quartz	Red, clay to fine silt	Open porphyric	Undifferentiated	Iron oxide impregnative, typic nodules
Phuket (Pk): Typic Plinthudult									
Bt1	12-35	Subangular blocky	Planar, vughs	60:40	Quartz	Yellowish brown, clay	Close porphyric	Stipple speckled, grano and porostriated	Ferruginous compound nodules
Bt3	60-80	Subangular blocky	Planar, vughs	50:50	Quartz	Yellowish brown, clay	Close porphyric	Stipple speckled, porostriated	Iron oxide locally impregnative
Bv	100-126	Subangular blocky	Planar, vughs	25:75	Quartz	Yellowish brown, clay	Close porphyric	Stipple speckled, porostriated	Iron oxide locally impregnative

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		c/f ratio at 10 μm	Basic mineral components		c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids		Coarse fraction	Fine fraction			
Fang Daeng (Fd): Typic Kandiuult									
Ap	0-10	Bridged grain, pellicular	Vughs	80:20	Quartz, sandstone, tourmaline, chert rock fragment	Brown , clay to fine silt	Gefuric, chitonic	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bt1	10-30	Bridged grain, pellicular	Vughs	70:30	Quartz, chert rock fragment	Dark brown clay to fine silt	Gefuric, chitonic	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bt3	50-78	Bridged grain	Vughs	65:35	Quartz, chert rock fragment	Dark brown clay to fine silt	Gefuric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bt5	103-132	Bridged grain	Vughs	65:35	Quartz, chert rock ragment	Dark brown clay to fine silt	Gefuric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Krabi (Kbi): Typic Kandiuult									
Ap	0-20	Bridged grain	Planar	80:20	Quartz, chert rock fragment	Brown, clay to fine silt	Gefuric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bt2	44-65	Bridged grain	Planar	70:30	Quartz, chert rock fragment	Brown, clay to fine silt	Gefuric	Undifferented	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules
Bt4	93-123	Bridged grain	Planar	65:35	Quartz, chert rock fragment	Brown, clay to fine silt	Gefuric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative, typic nodules

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		Basic mineral components			c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids	c/f ratio at 10 μm	Coarse fraction	Fine fraction			
Thai Mueang 1 (Tim 1): Typic Kandiudult									
Ap1	0-12	Bridged grain	Simple packing	95:5	Quartz	Brown to strong brown, clay to fine silt	Gefuric	Undifferentiated	Animal excrement
Ap 2	12-26	Bridged grain	Simple packing	90:10	Quartz	Yellowish brown	Gefuric	Undifferentiated	clay coatings, Clay infilling
Bt2	40-60	Bridged grain	Simple packing	85:15	Quartz	Yellowish brown	Gefuric	Undifferentiated	clay coatings, Clay infilling
Bt3	60-80	Bridged grain	Simple packing	85:15	Quartz, weathered granite rock fragments	Yellowish brown	Gefuric	Undifferentiated	clay coatings, Clay infilling
Bt5	110-140	Bridged grain	Simple packing	85:15	Quartz, weathered granite rock fragments	Yellowish brown	Gefuric	Undifferentiated	clay coatings, Clay infilling
Bt7	170-200	Bridged grain	Simple packing	85:15	Quartz, weathered granite rock fragments	Yellowish brown	Gefuric	Undifferentiated	clay coatings, Clay infilling

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		Basic mineral components			c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids	c/f ratio at 10 μm	Coarse fraction	Fine fraction			
Thai Mueang 2 (Tim 2): Typic Kandiuult									
Ap1	0-21	Bridged grain	Simple packing, Vughs	85:15	Quartz	Yellowish brown to light brown clay to silt	Close porphyric	Stipple speckled to undifferentiated	Clay coatings
Bt3	74-104	Vughy	Vughs	50:50	Quartz	Yellowish brown to light brown clay to silt	Close porphyric	Stipple speckled to undifferentiated	Clay coatings, Fe-oxide impregnated nodules
Bt5	140-170	Vughy	Vughs	50:50	Quartz	Yellowish brown to light brown clay to silt	Close porphyric	Stipple speckled to undifferentiated	Clay coatings, Fe-oxide impregnated nodules
Bv	170-200	Vughy	Vughs	50:50	Quartz	Yellowish brown to light brown clay to silt	Close porphyric	Stipple speckled to undifferentiated	Clay coatings, Fe-oxide impregnated nodules
Huai Pong (Hp): Typic Kandiuult									
Ap1	0-18	Pellicular, Bridged grain	Simple packing	80:20	Quartz	Pale grayish brown, clay to fine silt	Gefuric	Undifferentiated	None
Bt2	65-98	Granular	Compound packing, planar	70:30	Quartz	Light grayish brown	Porphyric	Undifferentiated, porostriated, granostriated.	None
Bt4	130-150	Granular	Compound packing, planar	65:35	Quartz	Light grayish brown	Porphyric	Undifferentiated, porostriated, granostriated.	None
Bt6	172-200	Granular	Compound packing, planar	60:40	Quartz	Yellow	Porphyric	Undifferentiated, porostriated, granostriated.	None

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		c/f ratio at 10 μm	Basic mineral components		c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids		Coarse fraction	Fine fraction			
Sadao (Sd): Typic Kandiodult									
Ap	0-15	Bridged grain, pellicular	Vughs	80:20	Quartz, sandstone fragment, chert fragment	Brown, clay to fine silt	Gefuric, chitonic	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative nodules
E	15-27	Bridged grain, pellicular	Vughs	90:10	Quartz, sandstone fragment, chert fragment	Brown, clay to fine silt	Gefuric, chitonic	Undifferentiated	Iron oxide impregnative nodules
Bt1	27-57	Bridged grain, locally pellicular	Vughs	80:20	Quartz, sandstone fragment, chert fragment	Brown, clay to fine silt	Gefuric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative nodules
Bt5	130-165	Bridged grain	Vughs	75:25	Quartz, sandstone fragment, chert fragment	Brown, clay to fine silt	Gefuric	Porostriated	Clay coating, iron oxide impregnative nodules
Satuek (Suk): Typic Paleudult									
Ap	0-22	Bridged grain	Simple packing	97-3	Quartz	Light brown to brown, clay to fine silt	Gefuric	Undifferentiated	None
Bt1	22-50	Pellicular, bridged grain	Compound packing, planar	97-3	Quartz	Light grayish brown	Gefuric	Undifferentiated	None
Bt3	75-105	Pellicular, bridged grain	Compound packing, planar	97-3	Quartz	Light grayish brown	Gefuric	Undifferentiated	None
Bt5	135-165	Pellicular, bridged grain	Compound packing, planar	97-3	Quartz	Yellow	Gefuric	Undifferentiated	None

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Microstructure		c/f ratio at 10 μm	Basic mineral components		c/f related distribution	b-farbic	Pedofeature
		Structure	Voids		Coarse Fraction	Fine fraction			
Sattahip (Sh): Typic Kandiodult									
Ap1	0-10	Compact grain	Simple packing	98:2	Quartz, Feldspar, Quartzite, Tourmaline	Grayish brown clay to fine silt	Chitonic	Stipple to undifferentiated	None
AB	32-42	Compact grain	Simple packing	90:10	Quartz	Grayish brown clay to fine silt	Chitonic	Stipple to undifferentiated	Yellowish brown clay coatings on quartz grain and in voids
Bt1	42-75	Compact grain	Simple packing	90:10	Quartz	Grayish brown clay to fine silt	Chitonic	Stipple to undifferentiated	Silt and clay coatings on quartz grain
Bt3	100-130	Compact grain	Simple packing	90:10	Quartz	Grayish brown clay to fine silt	Chitonic	Stipple to undifferentiated	Silt and clay coatings on quartz grain
Bt5	158-195	Compact grain	Simple packing	90:10	Quartz	Grayish brown clay to fine silt	Chitonic	Stipple to undifferentiated	Clay mixed with iron oxide yellowish brown, Clay infilling
Kohong (Kh): Typic Paleudult									
Ap	0-15/20	Pellicular grain, bridged grain	Simple packing	95:5	Quartz, sandstone rock fragment, tourmaline	Brown to light brown, clay	Gefuric, chitonic	Stippled speckled to undifferentiated	None present
Bt2	50-80	Pellicular grain, bridged grain	Simple packing	90:10	Quartz, sandstone rock fragment, tourmaline	Brown to light brown, clay	Gefuric, chitonic	Stippled speckled to undifferentiated	None present
Btc	80-105	Pellicular grain, bridged grain	Simple packing	70:30	Quartz, sandstone rock fragment, tourmaline	Brown to light brown, clay	Gefuric, chitonic	Stippled speckled to undifferentiated	None present
Crt1	105-140	Pellicular grain, bridged grain	Simple packing	70:30	Quartz, sandstone rock fragment, tourmaline	Brown to light brown, clay	Gefuric, chitonic	Stippled speckled to undifferentiated	None present

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ที่ทำการศึกษา (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

1. ค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำฝน (มม.) จากสถานีตรวจอากาศในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ชุมพร และกระบี่ ในคาบ 10 ปี (พ.ศ. 2541-2550)

สถานีตรวจอากาศ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ชลบุรี	8.34	18.8	63.4	127	165	120	95	102	185	218	75	23	1203
ระยอง	12.7	20.2	77.0	121	246	322	254	226	321	210	25.1	11.0	1850
จันทบุรี	25.2	31.2	54.5	121	358	441	463	397	379	223	34	10.2	2541
ตราด	27.6	39.8	95.2	166	316	432	575	568	469	256	20.7	5.9	2974
ชุมพร	77.0	53.7	100	43.7	166	108	135	174	128	242	246	141	1617
กระบี่	26.6	29.5	88.4	114	239	192	214	202	242	322	143	78.8	1897

2. ค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิ (°C) จากสถานีตรวจอากาศในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ชุมพร และกระบี่ ในคาบ 10 ปี (พ.ศ. 2541-2550)

สถานีตรวจอากาศ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ชลบุรี	27.5	28.3	29.3	30.2	29.8	29.6	29.4	29.2	28.5	28.3	27.9	27.0	28.7
ระยอง	26.8	28.1	29.3	30.1	29.7	29.4	29.1	28.8	28.3	27.8	27.4	26.3	28.4
จันทบุรี	26.7	27.4	28.3	28.7	28.2	27.9	27.7	27.6	27.2	27.2	27.0	26.1	27.5
ตราด	26.9	27.2	28.1	28.5	28.0	27.3	27.0	27.0	27.0	27.0	27.4	26.9	27.4
ชุมพร	25.9	26.8	27.9	28.8	27.8	27.6	27.3	27.1	27.0	26.5	26.1	25.4	27.0
กระบี่	28.1	28.7	26.2	29.2	28.8	28.1	28.0	27.9	27.6	27.1	27.2	27.1	27.8

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

3. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด (°C) จากสถานีตรวจอากาศในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ชุมพร และกระบี่ ในคาบ 10 ปี (พ.ศ. 2541-2550)

สถานีตรวจอากาศ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ชลบุรี	32.8	33.1	33.9	34.8	34.0	33.6	33.3	33.0	32.7	32.9	33.0	32.4	33.3
ระยอง	32.9	33.5	34.2	35.1	34.0	33.3	33.0	32.5	32.4	33.1	33.2	32.6	33.3
จันทบุรี	32.6	32.9	33.4	34.0	32.8	32.0	31.6	31.4	31.5	32.4	32.4	31.9	32.4
ตราด	31.7	28.6	29.2	29.9	29.1	28.3	27.5	30.4	31.0	31.8	32.3	31.8	30.1
ชุมพร	31.0	32.2	33.5	34.4	33.0	32.4	32.0	31.6	31.9	30.9	30.5	30.1	32.0
กระบี่	29.3	30.5	30.6	34.0	32.5	31.6	31.6	31.3	31.1	30.9	31.2	28.1	31.1

4. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด (°C) จากสถานีตรวจอากาศในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ชุมพร และกระบี่ ในคาบ 10 ปี (พ.ศ. 2541-2550)

สถานีตรวจอากาศ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ชลบุรี	23.2	24.5	25.9	26.8	26.6	26.5	26.5	26.3	25.4	24.9	23.7	22.5	24.2
ระยอง	22.4	24.6	26.2	27.0	26.7	26.6	26.5	26.5	25.4	24.6	23.5	21.9	25.2
จันทบุรี	22.2	23.1	24.3	24.8	25.0	24.9	24.8	24.9	24.4	24.0	23.1	21.8	23.9
ตราด	22.3	22.8	23.9	24.3	24.4	23.8	23.6	23.7	23.4	23.3	23.2	22.4	23.4
ชุมพร	21.9	22.3	23.5	24.5	24.6	24.6	24.3	24.3	24.1	23.7	22.9	21.7	23.5
กระบี่	21.1	21.3	21.6	24.5	24.7	24.4	24.24	24.2	23.9	23.5	21.1	20.5	22.9

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

5. ปริมาณน้ำฝนรวม (มม.) จากสถานีตรวจอากาศในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ชุมพร และกระบี่ ในคาบ 10 ปี (พ.ศ. 2541-2550)

สถานีตรวจอากาศ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ชลบุรี	12.3	22.7	67.1	84.4	186.2	134	138	131	236	174	44.3	4.6	1237
ระยอง	20.5	34.8	86.9	103	200	168	162	124	259	174	27.6	9.1	1371
จันทบุรี	30.8	24.9	68.6	163.3	430	537	572	447	442	271	57	10.0	3056
ตราด	46.2	121	141	210	529	784	1136	1024	581	356	69.2	22.7	5024
ชุมพร	64.4	64.4	138.2	89.5	207	171	198	200	189	310	239	203	2078
กระบี่	25.3	23.9	72.5	126	229	264	247	286	257	341	142	71.4	2088

6. ค่าเฉลี่ยรายเดือนจำนวนวันฝนตก (วัน) จากสถานีตรวจอากาศในจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ชุมพร และกระบี่ ในคาบ 10 ปี (พ.ศ. 2541-2550)

สถานีตรวจอากาศ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ชลบุรี	1.4	2.3	6.2	8.1	15.1	15.2	13.4	14.2	20.2	15.5	4.8	1.3	9.8
ระยอง	2.3	4	6.1	8.8	15	14	14	13	18.4	16.5	4.9	1.7	9.9
จันทบุรี	2.3	4.1	7.5	12.1	23.3	24.7	25	23.5	25.3	17.4	5.7	2.1	14.4
ตราด	5.8	8.1	13	16.8	24.1	25.5	26.7	27	24.1	20.7	8.9	4.1	17.0
ชุมพร	7.8	4.3	7.7	8.5	19.3	18.8	20.4	20.4	18.7	21.3	14.1	8.8	14.2
กระบี่	5.5	3.4	7.6	10.8	15.7	16.5	17.7	15.3	15.8	20.6	13.6	9	12.6

ตารางผนวกที่ 3 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน (เอิบ, 2552; Soil Survey Division Staff, 1993)

คำเรียกทั่วไป	ลักษณะเนื้อดิน	ชั้นเนื้อดินต่างๆ (texture classes)
ดินทราย (sandy soils)	เนื้อหยาบ (coarse textured)	ได้แก่ ทรายชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายละเอียดมาก) ทรายปนดินร่วนชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบปนดินร่วน ทรายปนดินร่วน ทรายละเอียดปนดินร่วน และทรายละเอียดมากปนดินร่วน)
ดินร่วน (loamy soils)	เนื้อหยาบปานกลาง (moderately coarse-textured)	ได้แก่ ดินร่วนปนทรายหยาบ ดินร่วนปนทรายละเอียด
	เนื้อปานกลาง (medium-textured)	ได้แก่ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก ดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง และทรายแป้ง
	เนื้อละเอียดปานกลาง (moderately fine-textured)	ได้แก่ ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
ดินเหนียว (clayey soils)	เนื้อละเอียด (fine textured)	ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว

ตารางผนวกที่ 4 เกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน

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

ที่มา: นงคราญ (2529)

ตารางผนวกที่ 5 ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมี และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Land Classification Division และ FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

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

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

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

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

3. ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

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

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

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

5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH_4OAc)

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

6. ค่าที่สกัดได้ (extractable bases) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	extr. Ca	extr. Mg	extr. K	extr. Na	extr. bases
ต่ำมาก (VL)	< 2.0	< 0.3	< 0.2	< 0.1	< 2.6
ต่ำ (L)	2-5	0.3-1.0	0.2-0.3	0.1-0.3	2.6-6.6
ปานกลาง (M)	5-10	1.0-3.0	0.3-0.6	0.3-0.7	6.6-14.3
สูง (H)	10-20	3.0-8.0	0.6-1.2	0.7-2.0	14.3-31.2
สูงมาก (VH)	> 20	> 8.0	> 1.2	> 2.0	> 31.2

หมายเหตุ VL = ต่ำมาก (Very Low)

L = ต่ำ (Low)

ML = ค่อนข้างต่ำ (Moderately Low)

M = ปานกลาง (Medium)

MH = ค่อนข้างสูง (Moderately High)

H = สูง (High)

VH = สูงมาก (Very High)

7. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนบวก

ระดับ (rating)	พิสัย (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

8. ความอิ่มตัวเบส (base saturation)

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

ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้

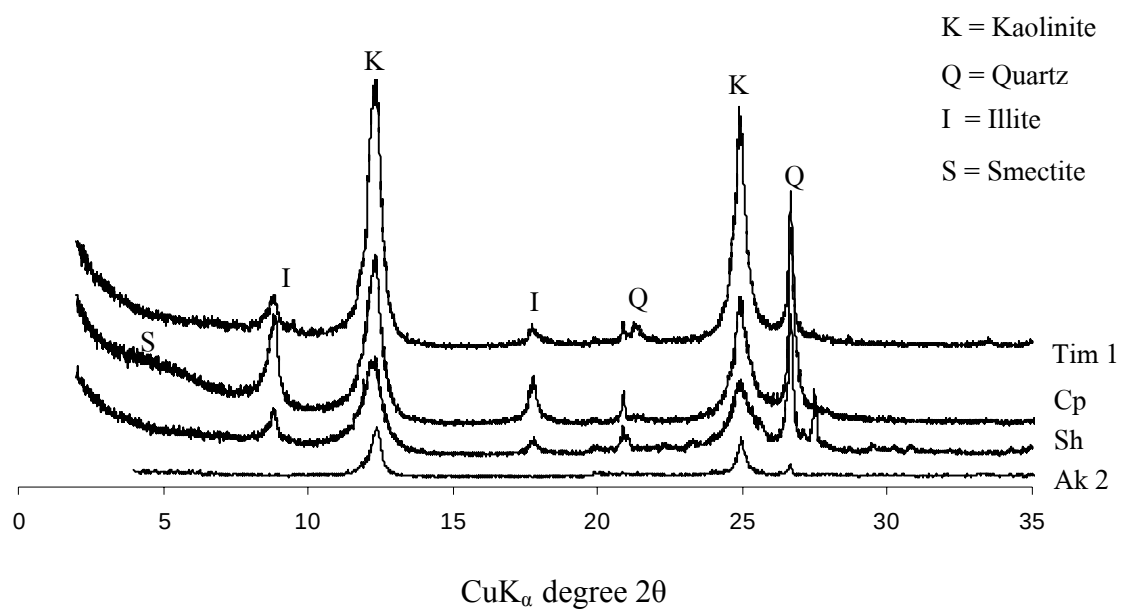
ระดับ (rating)	ปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้ (cmol kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 1.0
ต่ำ (L)	1.0-2.0
ปานกลาง (M)	2.0-5.0
ค่อนข้างสูง (MH)	5.0-10.0
สูง (H)	10.0-20.0
สูงมาก (VH)	> 20.0

ที่มา: นงคราญ (2529)

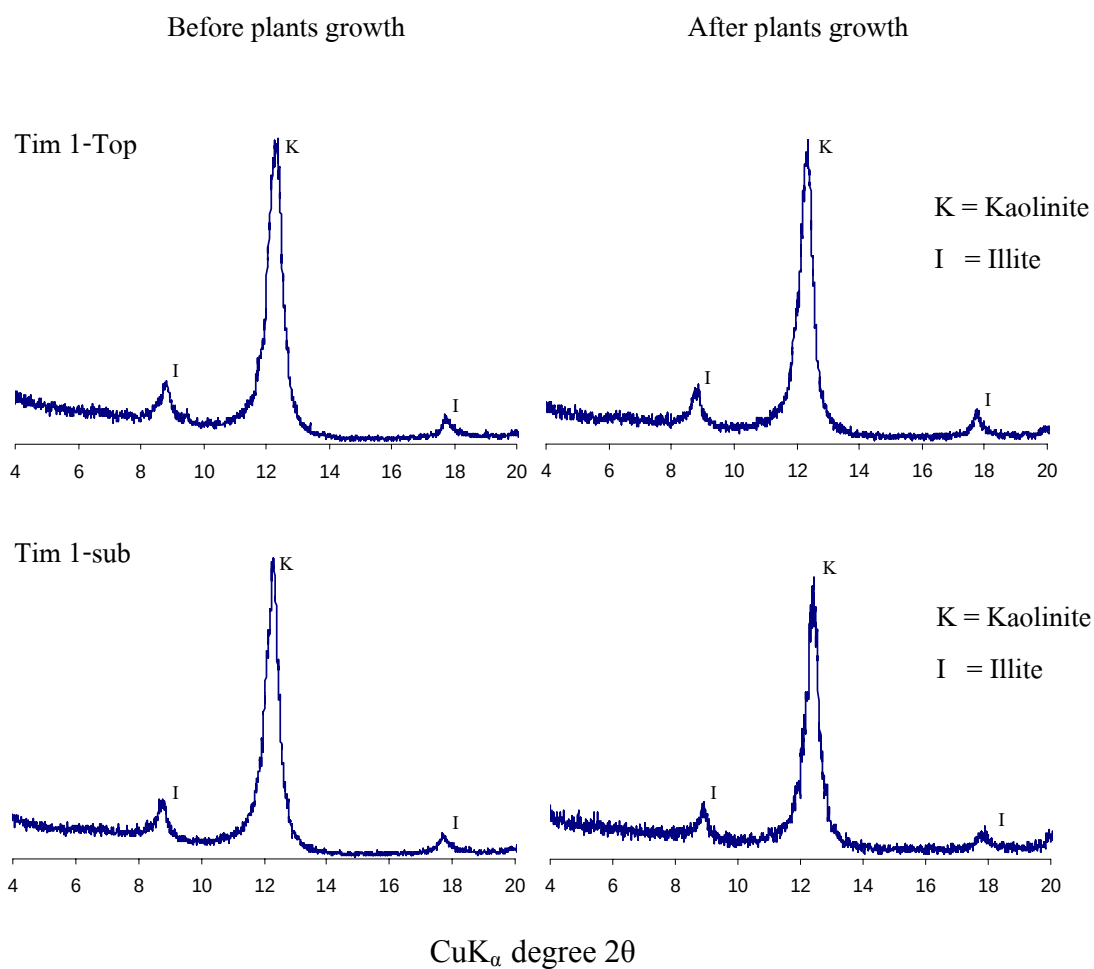
ตารางผนวกที่ 7_ X-ray diffraction spacing obtained from (001) planes of layer-silicate species as related to sample treatment

Diffraction spacing (nm)	Mineral (or minerals) Indicated
<u>Mg-saturated, air-dried</u>	
1.4 - 1.5	Smectite, vermiculite, chlorite
0.99 - 1.01	Mica (illite), halloysite
0.72 - 0.75	Metahalloysite
0.715	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
<u>Mg-saturated, glycerol-solvated</u>	
1.77 - 1.80	Smectite
1.4 - 1.5	Vermiculite, chlorite
1.08	Halloysite
0.99 - 1.01	Mica (illite)
0.72 - 0.75	Metahalloysite
0.75	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
<u>K-saturated, air-dried</u>	
1.4 - 1.5	Chlorite, vermiculite (with interlayer aluminium)
1.24 - 1.28	Smectite
0.99 - 1.01	Mica (illite), halloysite, vermiculite (contracted)
0.72 - 0.75	Metahalloysite
0.715	Kaolinite, chlorite (2nd-order maximum)
<u>K-saturated, heated (550°C)</u>	
1.4	Chlorite
0.99 - 1.01	Mica, vermiculite (contracted), smectite (contracted)
0.715	Chlorite (2nd-order maximum)

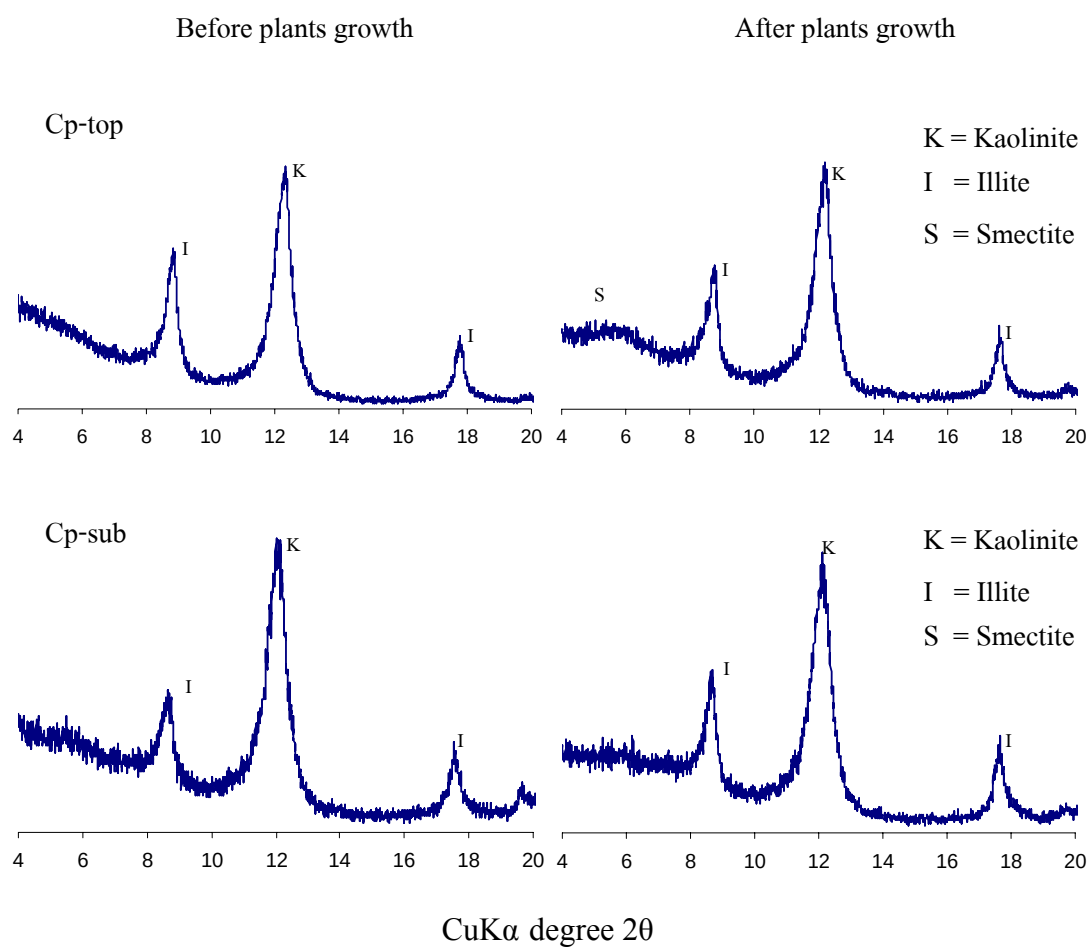
ที่มา: Whittig (1965)



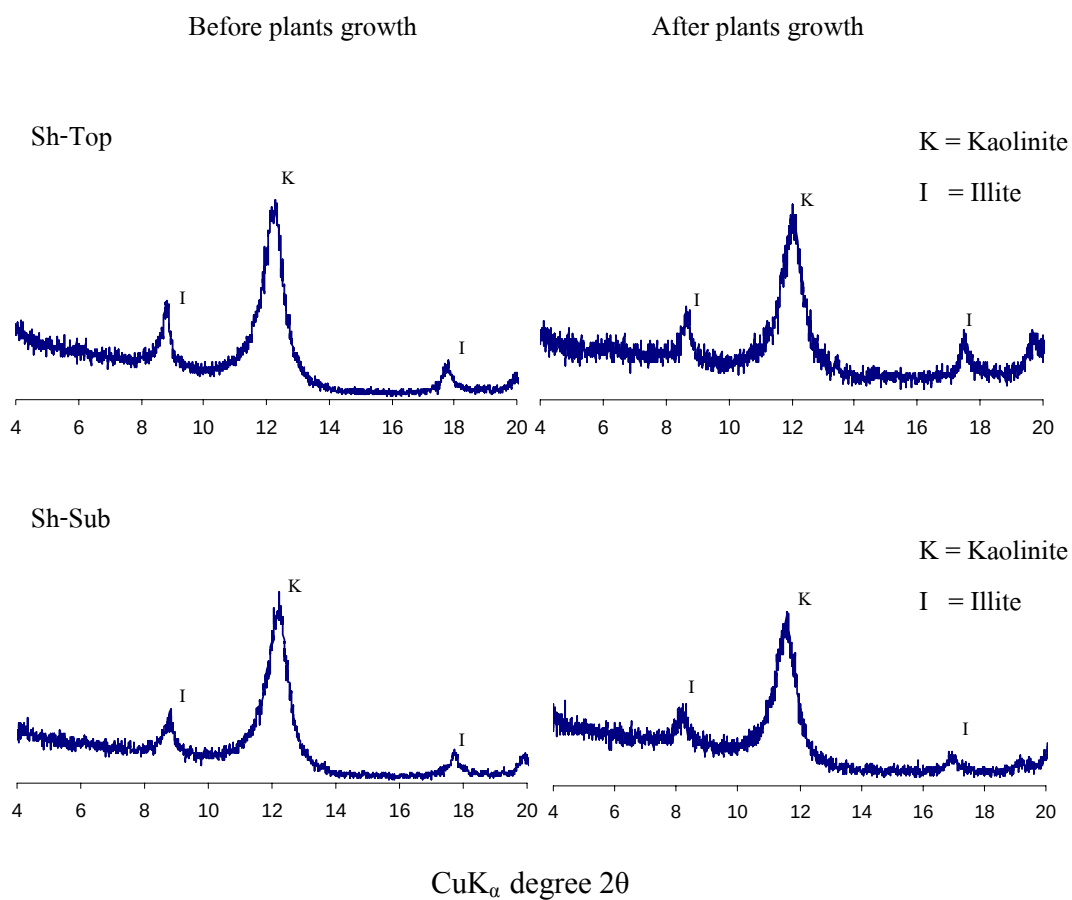
ภาพผนวกที่ 1 กราฟแสดงการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ขององค์ประกอบเชิงแร่ในกลุ่มอนุภาคขนาด
ดินเหนียวในดินบนของชุดดิน อ่าวลึก 2 สัตหีบ ชุมพร และท้ายเหมือง 1



ภาพผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากินนีสีม่วง ในดินบนและดินล่างของชุดดินท้ายเหมือง 1



ภาพผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากินนีสีม่วง ในดินบนและดินล่างของชุดดินชุมพร



ภาพผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของแร่ในดินก่อนและหลังปลูกหญ้ากีนีสีม่วง ในดินบนและดินล่างของชุดดินสัดหีบ

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวดารากร อัคราศรี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	30 มกราคม 2526
สถานที่เกิด	สกลนคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาทรัพยากรเกษตรชีวภาพ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-