

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินออกซิซอลส์ที่มีสีแดงในประเทศไทย

Charge Fingerprint Characteristics of Red Oxisols in Thailand

คำนำ

การเกิดประจุที่ผิวของอนุภาคดินมีผลต่อสมบัติทางเคมีของดิน การที่อนุภาคดินมีประจุที่ผิวทำให้เกิดการดูดซับธาตุอาหารพืช และมีผลต่อความจุในการดูดซับธาตุอาหารพืชของดิน ประจุที่ผิวของอนุภาคดินประกอบด้วยประจุบวกและประจุลบ มีทั้งประจุถาวร (permanent charge) และประจุผันแปรหรือประจุขึ้นกับพีเอชดิน (variable charge หรือ pH dependent charge) ปริมาณประจุถาวรและประจุขึ้นกับพีเอชในดินขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบของดินและสภาพแวดล้อมในดิน ประจุถาวรเกิดจากกระบวนการแทนที่ของไอออนที่มีขนาดเท่ากันแต่วาเลนซ์ต่างกัน และประจุจะไม่ผันแปรตามการเปลี่ยนแปลงพีเอชของดิน ส่วนประจุขึ้นกับพีเอชมีความสัมพันธ์กับจุดประจุสุทธิศูนย์ (zero point of net charge: ZPNC) ของดิน ซึ่งใช้จุดประจุสุทธิศูนย์เป็นจุดอ้างอิงในการบอกชนิดของประจุที่ผิวของดิน เมื่อพีเอชดินสูงกว่าจุดประจุสุทธิศูนย์ ดินจะแสดงประจุลบที่ผิวของอนุภาคดิน แต่เมื่อพีเอชดินต่ำกว่าจุดประจุสุทธิศูนย์ ดินจะแสดงประจุบวกที่ผิวของอนุภาคดิน (Gillman and Uehara, 1980; Parfitt, 1981) จากลักษณะของดินที่มีประจุขึ้นกับพีเอชอยู่ร่วมกับประจุถาวร ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนเปลี่ยนแปลงตามค่าพีเอชของดิน ทำให้เกิดลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินขึ้น ซึ่งจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงตามค่าพีเอชดินและแตกต่างกันตามชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์ในดิน (Hendershot and Lavkulich, 1983)

อนุภาคดินเหนียวส่วนใหญ่เป็นคอลลอยด์และมีประจุลบที่ผิว เมื่อดินมีอนุภาคดินเหนียวมากค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงขึ้น ดินเนื้อละเอียดส่วนใหญ่จะมีความจุแคตไอออนสูงกว่าดินเนื้อหยาบ และแคตไอออนของดินมักเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง (Parfitt, 1981) ประจุที่ผิวของอนุภาคดินเป็นลักษณะเฉพาะของดินซึ่งอาจกำหนดเป็นรอยพิมพ์ประจุ (charge fingerprint) ของดินแต่ละชนิด ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินสามารถนำมาใช้ในการจัดการเกี่ยวกับเรื่องธาตุอาหารพืชได้ โดยใช้บอกถึงความสามารถในการดูดซับแคตไอออนและแอนไอออนของดิน ซึ่งจะใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

เลือกชนิดของปุ๋ยที่จะใส่ เช่น เมื่อดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงกว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออน แสดงว่าดินสามารถดูดซับแคตไอออนได้สูงกว่าแอนไอออน จึงควรใช้ปุ๋ยในรูปที่เป็นแคตไอออนมากกว่าแอนไอออน เป็นต้น

เนื่องจากข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับประจุในดินลักษณะดังกล่าวนี้มีอยู่น้อยมากในประเทศไทย จึงมีความสนใจที่จะศึกษาในด้านนี้ขึ้น โดยนำตัวอย่างดินออกซิซอลส์ที่มีสีแดงซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดแตกต่างกันและอยู่ภายใต้สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน มาศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการดินและปุ๋ย เพื่อใช้ข้อมูลประกอบในการเลือกชนิดและปริมาณปุ๋ยให้เหมาะสมกับความสามารถในการดูดซับของดินยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะรอยพิมพ์ประจุของออกซิซอลส์สีแดงในสภาพภูมิอากาศและวัตถุต้นกำเนิดที่แตกต่างกัน
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของลักษณะประจุของดินกับการจำแนกดินตามอนุกรมวิธานดิน
3. เพื่อพิจารณาใช้ลักษณะประจุของดิน เป็นพื้นฐานในการเสนอแนะการจัดการธาตุอาหารของพืชในดินสีแดง

การตรวจเอกสาร

1. การเกิดประจุที่ผิวอนุภาคดิน

การเกิดประจุที่ผิวของอนุภาคดิน ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างอนุภาคของแร่ดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุในดิน ประจุที่ผิวอนุภาคดินจะประกอบด้วยทั้งประจุลบและประจุบวก ซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะคือ ประจุถาวร (permanent charge) และประจุขึ้นกับพีเอช (pH dependent charge) (Gillman and Uehara, 1980; Wada, 1985)

1.1 ประจุถาวร

ประจุถาวรจะไม่ผันแปรตามค่าพีเอชของดิน ซึ่งเกิดจากกระบวนการที่เรียกว่าการแทนที่ขนาดเท่า (isomorphous substitution) ซึ่งเป็นการแทนที่ของไอออนที่มีขนาดเท่ากันแต่วาเลนซ์ไม่เท่ากัน ประจุถาวรแบ่งออกเป็น

1) ประจุลบถาวร (Permanent negative charge)

ประจุลบถาวรเกิดจากกระบวนการแทนที่ของไอออนที่มีขนาดเท่ากันแต่วาเลนซ์ต่างกัน เป็นการแทนที่ไอออนบวกที่มีวาเลนซ์สูงกว่าด้วยไอออนบวกที่มีวาเลนซ์ต่ำกว่า เช่น การแทนที่ Al^{+3} ด้วย Mg^{+2} เป็นแหล่งประจุลบที่ผิวที่สำคัญในแร่ดินเหนียวสเมกไทต์ (smectite) เวอร์มิคิวไลต์ (vermiculite) และคลอไรต์ (chlorite) หรือการแทนที่ Si^{+4} ด้วย Al^{+3} ใน tetrahedral sheet ทำให้เกิดประจุลบที่ผิว ซึ่งจะพบในแร่ดินเหนียวประเภท 2:1 มากกว่าประเภท 1:1 (Parfitt, 1981)

2) ประจุบวกถาวร (Permanent positive charge)

ประจุบวกถาวรเกิดจากกระบวนการแทนที่ของไอออนที่มีขนาดเท่ากันแต่วาเลนซ์ต่างกัน จากการแทนที่ของไอออนที่มีวาเลนซ์สูงกว่าเข้าแทนที่ไอออนที่มีวาเลนซ์ต่ำกว่าใน trioctahedral sheet เช่น การแทนที่ Mg^{2+} ด้วย Al^{3+} ทำให้เกิดประจุบวกที่ผิว พบได้ในบางส่วนของแร่ดินเหนียวเวอร์มิคิวไลต์ และคลอไรต์ (Brady and Weil, 1999)

1.2 ประจุผันแปรหรือประจุขึ้นกับพีเอช

ประจุผันแปรจะเปลี่ยนแปลงไปตามพีเอชของดิน เมื่อพีเอชดินเพิ่มขึ้นประจุลบจะเพิ่มขึ้น และเมื่อพีเอชดินลดลงประจุลบจะลดลงแต่ประจุบวกจะเพิ่มขึ้น ประจุขึ้นกับพีเอชสามารถแลกเปลี่ยนประจุได้ตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของสารละลาย เช่น ความเข้มข้นของสภาพการนำไฟฟ้า ประจุขึ้นกับพีเอชแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1) ประจุลบขึ้นกับพีเอช (Variable negative charge)

ประจุลบขึ้นกับพีเอชเกิดจากการแยกตัวของไฮโดรเจน (H^+) ออกจากกลุ่มไฮดรอกซิล (OH) เกิดมากในดินเหนียวประเภท 1:1 ประเภทอสัณฐาน เช่น แอลโลเฟน และพวกที่ไม่ใช่ดินเหนียว แต่มีอนุภาคนาขนาดดินเหนียว เช่น อินทรีย์วัตถุ ไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม ประจุลบขึ้นกับพีเอชจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าพีเอชของดิน คือจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อค่าพีเอชของดินสูงขึ้น มีค่าต่ำเมื่อค่าพีเอชของดินต่ำ การที่ประจุลบเพิ่มขึ้นที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวเมื่อค่าพีเอชของดินเพิ่มขึ้น เกิดขึ้นเนื่องจาก $Al(OH)_2^+$ ถูกเคลื่อนย้ายออกไป ในสภาพที่พีเอชของดินต่ำมาก ไอออนนี้จะไปกั้นตำแหน่งประจุลบไว้ทำให้การแลกเปลี่ยนแคตไอออนเกิดขึ้นไม่ได้ เมื่อพีเอชของดินเพิ่มขึ้น $Al(OH)_2^+$ ทำปฏิกิริยากับ OH^- เกิดเป็น $Al(OH)_3$ ซึ่งไม่ละลาย ทำให้ตำแหน่งของประจุลบเพิ่มขึ้น (อัณชาติ, 2534; Tschapek *et al.*, 1978)

2) ประจุบวกขึ้นกับพีเอช(Variable positive charge)

ประจุบวกขึ้นกับพีเอชมักจะเกิดที่ผิวของเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์และบริเวณผิวหน้าของแร่ดินเหนียวประเภท 1:1 เช่น เลโอลิไนต์ แคตไอออนนี้สามารถดูดซับแอนไอออนในสารละลายดินได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประจุลบที่ผิวของอนุภาคดิน แหล่งที่มาของประจุบวกที่ผิวของอนุภาคดินเกิดจาก 1) การเพิ่มประจุบวก (protonation) หรือการที่ไฮโดรเจนไอออนไปเชื่อมกับผิวหน้าของกลุ่มไฮดรอกซิลในสภาพเป็นกรด 2) เกิดจากการละลายของดินเหนียวที่พีเอชดินน้อยกว่า 4 และมีการดูดซับ Al^{3+} ที่บริเวณขอบผลึกของแร่ดินเหนียว (อัณชาติ, 2534; Bohn *et al.*, 1979; Bardy and Weil, 1999)

โดยทั่วไปดินประกอบด้วยประจุบวกและประจุลบอยู่ด้วยกัน มีทั้งประจุถาวรและ

ประจุขึ้นกับพีเอชการเกิดประจุถาวรและประจุขึ้นกับพีเอชขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียว องค์ประกอบของคอลลอยด์ดิน (soil colloid) และสภาพแวดล้อมของดินที่มีผลต่อชนิดประจุที่พบในดิน ซึ่งลักษณะของประจุขึ้นกับพีเอชของดินทำให้ดินดูดซับแคตไอออนและแอนไอออนได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน (Gillman and Uehara, 1980) การแสดงประจุที่ผิวอนุภาคดินขึ้นกับพีเอชโดยมีความสัมพันธ์กับจุดประจุสุทธิศูนย์ (zero point of net charge: ZPNC) ของดิน ซึ่งจะใช้เป็นจุดอ้างอิงในการบอกชนิดประจุที่ผิวของดิน เมื่อค่าพีเอชดินต่ำกว่าจุดประจุสุทธิศูนย์ ดินจะแสดงประจุบวกที่ผิวอนุภาคดิน แต่เมื่อค่าพีเอชดินสูงกว่าจุดประจุสุทธิศูนย์ ดินจะแสดงประจุลบที่ผิวอนุภาคดิน (Gillman and Uehara, 1980; Parfitt, 1981)

โดยทั่วไปดินบนมักจะมีจุดประจุสุทธิศูนย์ต่ำกว่าดินล่าง เนื่องจากดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าในดินล่าง จุดประจุสุทธิศูนย์ของดินมักเพิ่มขึ้นตามความลึก เนื่องจากปริมาณที่เพิ่มขึ้นของดินเหนียวและไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม ซึ่งทั้งสองส่วนนี้มีค่าประจุสุทธิศูนย์สูงกว่าอินทรีย์วัตถุในดิน (Parfitt, 1981; Sparks, 1995)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะประจุของดิน

ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะประจุของดิน มีดังนี้ คือ

2.1 วัตถุต้นกำเนิด

วัตถุต้นกำเนิดมีอิทธิพลต่อลักษณะและสมบัติของดิน เช่น เนื้อดินหรือขนาดอนุภาคดิน และสมบัติทางเคมีของแร่ที่เป็นองค์ประกอบ วัตถุต้นกำเนิดมีอิทธิพลต่อชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียวในดิน ซึ่งเกิดขึ้นจากผลของกระบวนการเกิดดินในแต่ละสภาพแวดล้อม และมีผลต่อสมบัติทางเคมีและลักษณะของดิน (Gillman and Sumpter, 1986) รวมถึงการเกิดประจุภายในดิน

2.2 ชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียว

แร่ดินเหนียวเป็นส่วนที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับการแพร่กระจายของอนุภาคขนาดดินเหนียวหรือเนื้อดิน (Gillman and Uehara, 1980) เนื่องจากอนุภาคขนาดดินเหนียวส่วนใหญ่เป็นคอลลอยด์และมีประจุลบที่ผิว เมื่อดินมีอนุภาคขนาดดินเหนียวมากขึ้นจึงมีค่า

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงขึ้น โดยทั่วไปดินเนื้อละเอียดจะมีความจุแคตไอออนสูงกว่าดินเนื้อหยาบ สำหรับดินที่มีเนื้อดินเหมือนกันหรือมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวเท่ากัน แต่มีความจุแคตไอออนไม่เท่ากัน มีผลมาจากชนิดและขนาดของแร่ดินเหนียว เช่น แร่ดินเหนียวประเภท 1:1 เหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์มีค่าความจุแคตไอออนต่ำกว่าดินเหนียวประเภท 2:1 และอินทรีย์วัตถุ (อัญชลี, 2534; Hendershot and Lavkulich, 1983) และอนุภาคขนาดดินเหนียวมีพื้นที่ผิวอนุภาคสูง ทำให้ขนาดของอนุภาคมีอิทธิพลต่อค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เช่น แร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์ที่มีอนุภาคขนาดเล็กมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงกว่าแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ เป็นต้น (Grim, 1968)

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

อินทรีย์วัตถุมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงมากคือประมาณ 200 ถึง 300 เซนติโมลต่อกิโกลรัม ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดประจุลบที่ขึ้นกับพีเอชของดิน และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าพีเอชของดินสูงขึ้น (Parfitt, 1981)

2.4 อิทธิพลของพีเอชต่อการเปลี่ยนแปลงความจุแลกเปลี่ยนไอออน

ความจุแลกเปลี่ยนไอออนของดินมีค่าเปลี่ยนแปลงตามค่าพีเอชดิน เนื่องจากดินมีประจุขึ้นกับพีเอชร่วมอยู่ด้วยเสมอ โดยประจুবวกขึ้นกับพีเอชจะเพิ่มขึ้นเมื่อดินมีค่าพีเอชลดลง แต่ประจุลบขึ้นกับพีเอชจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าพีเอชสูงขึ้น จึงทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงขึ้นเมื่อค่าพีเอชดินสูงขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนจะสูงขึ้นเมื่อค่าพีเอชของดินลดลง (ไพบูลย์, 2528; Gillman and Uehara, 1980; Parfitt, 1981; Gillman and Sumpter, 1986)

2.5 ผลกระทบของเหล็กออกไซด์ต่อสมบัติของดิน

ลักษณะเด่นของดินที่ผ่านกระบวนการผุพังอย่างรุนแรงในเขตร้อนชื้นคือ การมีแร่เคโอลิไนต์ เหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์ในส่วนที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียว การสะสมเหล็กออกไซด์ในดินมีผลกระทบต่อสมบัติต่าง ๆ ของดินได้ ในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำออกไซด์ของเหล็กมักจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสีแก่ดิน (สมศรี, 2529; Yassoglou *et al.*, 1997) สีแดงของดินอาจเป็นผลมา

จากเหล็กที่อยู่ในรูปต่าง ๆ กัน ความสัมพันธ์ของสีกับสารประกอบของเหล็กมีความซับซ้อนมาก สีของดินขึ้นอยู่กับความหนาของสารเคลือบและการแพร่กระจายของสารในพื้นที่ของดิน นอกจากนี้สภาพภูมิประเทศก็มีผลต่อสีดิน เช่น ดินที่เกิดจากวัสดุตกค้างของหินบะซอลต์ ที่เกิดในที่สูงและมีอากาศแห้งจะมีชั้น B ที่มีสีแดง ขณะที่ในพื้นที่ต่ำลงมาพบแร่เกลือแทนที่และดินชั้น B มีสีออกเหลือง ซึ่งสภาพแวดล้อมของดินจะมีผลต่อการเกิดแร่ฮีมาไทต์หรือเกลือไทต์ และส่งผลให้ดินมีสีแดงหรือสีเหลืองตามชนิดของแร่เหล็กออกไซด์ (Hradil *et al.*, 2003) แร่เหล็กออกไซด์ถึงแม้ว่าจะมีความเข้มข้นต่ำในดิน แต่สามารถทำให้เกิดสีแก่ดินได้มาก สีของดินจะสามารถใช้บอกชนิดของแร่เหล็กออกไซด์ได้ โดยเฉพาะแร่ฮีมาไทต์จะมีสีแดงและแร่เกลือไทต์มีสีน้ำตาลปนเหลือง (Scheinost and Schwertmann, 1999) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ฮีมาไทต์กับสีของดินมีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ทางตรง คือ ถ้าปริมาณแร่ฮีมาไทต์เพิ่มขึ้น สีของดินจะแดงขึ้น นอกจากนี้เหล็กออกไซด์สามารถจะเกิดปฏิกิริยาการเพิ่มกลุ่มไฮดรอกซิลที่บริเวณพื้นที่ผิวของเหล็กออกไซด์ทำให้เหล็กออกไซด์มีโครงสร้างของผิวหน้าช่วยในการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เนื่องจากกลุ่มไฮดรอกซิลเป็นกลุ่มที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาก (Yassoglou *et al.*, 1997) เหล็กออกไซด์ที่มีกลุ่มไฮดรอกซิลนี้สามารถจะดูดซับโมเลกุลของน้ำ แต่จะดูดซับได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของออกไซด์ด้วย (Bohn *et al.*, 1979; Sparks, 1995; Brady and Weil, 1999)

การเปลี่ยนแปลงประจุพื้นผิวเหล็กออกไซด์ขึ้นอยู่กับค่าปฏิกิริยาของดิน (Gillman and Sumpter, 1986) คือ เมื่อปฏิกิริยาของดินเพิ่มขึ้นประจุลบจะเพิ่มขึ้นและเมื่อปฏิกิริยาของดินลดลงประจุบวกจะเพิ่มขึ้น เมื่อค่าปฏิกิริยาของระบบดินสูงขึ้น (Gillman and Uehara, 1980) ประจุลบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากการปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนของกลุ่มไฮดรอกซิล ในสภาพที่ดินเป็นกรดประจุพื้นผิวของเหล็กออกไซด์เป็นบวก ทำให้เกิดสภาพสมดุลกับประจุลบจากอนุภาคขนาดดินเหนียว ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนลดลงและสามารถดูดซับประจุลบต่าง ๆ ได้ เช่น ไคไฮโดรเจนฟอสเฟต (H_2PO_4^-) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) ไนเตรต (NO_3^-) และคลอไรด์ (Cl^-) ปริมาณของเหล็กออกไซด์ในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการดูดซับประจุลบต่าง ๆ โดยการดูดซับจะมากขึ้นเมื่อพีเอชลดลง ส่วนประจุลบที่ถูกดูดซับมากที่สุดคือ ฟอสเฟต รองลงมาคือ ซัลเฟต และคลอไรด์ ตามลำดับ (วานิดา, 2534; Park, 1965; Hildebrand and Blum, 1974; Sanchez, 1976)

ฟอสฟอรัสจัดเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นสำหรับพืช รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของธาตุฟอสฟอรัสคือ โมโนไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (HPO_4^{2-}) และไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (H_2PO_4^-) ซึ่งพืชไม่สามารถที่จะนำปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงในดินไปใช้ได้หมด ทั้งนี้ไม่ใช่ว่าปุ๋ยถูกชะล้าง

สูญหายไป แต่เป็นเพราะเกิดปฏิกิริยาคดตะกอนขึ้นระหว่างฟอสเฟตไอออนที่ละลายได้ของปุ๋ยกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของดิน เกิดเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก การดูดซับฟอสเฟตจะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมบัติของดิน เช่นพีเอชของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณและชนิดของแร่ดินเหนียว ปริมาณและชนิดของเหล็กออกไซด์และอะลูมิเนียมออกไซด์ในดินหลายชนิดองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อ การดูดซับฟอสเฟต คือ ออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ และออกซิไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม (Gillman and Sumpter, 1986; Parfitt, 1981)

จากการศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นจากแร่เหล่านี้ต่อการดูดซับฟอสเฟต พบว่าการเพิ่มขึ้นของผิวหน้าการดูดซับเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการดูดซับฟอสเฟตมากกว่าปริมาณทั้งหมดของออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ และออกซิไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียมที่มีในดิน ดินที่มีฮิวมาไทต์ (ดินสีแดง) จะดูดซับฟอสเฟตน้อยกว่าดินที่มีเกอไทต์ (ดินสีเหลือง) เป็นองค์ประกอบ ทั้งนี้เพราะเกอไทต์ในดินมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงกว่าฮิวมาไทต์ (วานิดา, 2534; Beinroth *et al.*, 1996) การดูดซับฟอสเฟตกับค่าปฏิกิริยาของดินมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม คือ การดูดซับฟอสเฟตจะดีขึ้นเมื่อค่าพีเอชของดินลดลง เนื่องจากปฏิกิริยาของดินมีบทบาทในการแย่งแย่งพื้นที่ผิวดูดซับระหว่างไฮดรอกซิลไอออนกับฟอสเฟตไอออน และความผันแปรของความหนาแน่นของประจุที่เปลี่ยนแปลงตามค่าปฏิกิริยาของดินบริเวณขอบของอนุภาคขนาดดินเหนียว คือ ถ้าดินมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้น ประจุบริเวณขอบของอนุภาคขนาดดินเหนียวจะมีประจุลบมากขึ้น การดูดซับฟอสเฟตก็จะลดลง ตรงกันข้ามถ้าดินมีค่าพีเอชลดลง ประจุบริเวณขอบของอนุภาคขนาดดินเหนียวจะมีประจุบวกเพิ่มขึ้น การดูดซับฟอสเฟตก็จะเพิ่มขึ้น (Parfitt, 1981)

3. ดินออกซิซอลส์ที่มีสีแดง

ดินเขตร้อนส่วนใหญ่มีสีแดงหรือสีเหลือง ในอดีตมีคนตั้งชื่อดินเขตร้อนหลายบริเวณแตกต่างกัน เช่น Red Earth, Ferralitic Soil, Red Tropical Latosol และ Red and Yellow Tropical Loam (อภิศักดิ์, 2543; Beinroth *et al.*, 1996) การเกิดสีของดินแดงในเขตร้อน ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสม ในการส่งเสริมการผุพังของวัตถุดิบกำเนิดดินอย่างรุนแรง (อภิศักดิ์, 2543; Sanchez, 1976; Beinroth *et al.*, 1996; Tawornpruek, 2005) ธาตุประจุบวกที่เป็นต่างในดินถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดิน ทำให้เกิดแร่ดินเหนียวที่มีกิจกรรมต่ำ เช่น แร่เคโอลิไนต์ เมื่อธาตุเหล็กถูกปลดปล่อยออกจากแร่ปฐมภูมิจะเกิดกระบวนการเติมออกซิเจน (oxidation) ของเหล็กกลายเป็นเหล็กออกไซด์อิสระ (Suddhiprakarn *et al.*, 1985) ที่มีสีแดงและสีเหลืองตามสภาพความชื้นที่มีอยู่

ในดินขณะนั้น สีของแร่เหล็กจะเด่นมากถึงแม้ปริมาณเหล็กออกไซด์ในดินจะมีอยู่น้อย (อภิศักดิ์, 2543; Scheinost and Schwertmann, 1999)

3.1 ความหมายและการเกิดของดินสีแดง

ดินสีแดง หมายถึงดินที่มีช่วงค่าสี (hue) 5YR ถึง 10R มีเหล็กออกไซด์และมีแร่ดินเหนียวซิลิเกตที่มีกิจกรรมต่ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ สีแดงของดินเกิดจากการที่มีออกไซด์ของเหล็กประกอบอยู่ในปริมาณสูง (Yassoglou *et al.*, 1997)

สีของดินเป็นลักษณะเด่นอย่างหนึ่ง ที่จะบอกให้ทราบถึงสมบัติบางประการของดินเช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณค่าที่แลกเปลี่ยนได้ ความชื้น และอุณหภูมิของดิน ดินที่มีอายุน้อยสีของดินจะเป็นสีของวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นส่วนใหญ่ และดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำออกไซด์ของเหล็กจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสีแก่ดิน ดินที่มีเพียงแร่เกอไทต์จะทำให้สีของดินมีสีน้ำตาลปนเหลือง แต่ถ้ามีแร่ฮีมาไทต์อยู่ด้วยสีจะออกแดงขึ้น (Scheinost and Schwertmann, 1999; Hradil *et al.*, 2003)

ดินสีแดงเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดได้หลายชนิดด้วยกัน ดินที่เกิดจากหินทรายที่มีสารเชื่อมเป็นเหล็ก มักจะได้ดินสีแดงซึ่งเกิดจากออกไซด์ของเหล็ก โดยเฉพาะในบริเวณที่มีสภาพการระบายน้ำและอากาศดี หินปูนและหินอัคนีที่มีปฏิกิริยาเป็นกลางและต่างเมื่อสลายตัวจะให้ดินสีแดงเข้ม วัตถุต้นกำเนิดที่เป็นหินดินดานจะให้ดินที่มีสีแดงถึงแดงปนเหลือง นอกจากนี้ยังพบว่าดินสีแดงสามารถเกิดได้จากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นตะกอนน้ำพา และวัสดุตกค้างจากหินแกรนิต (Yassoglou *et al.*, 1997) โดยดินสีแดงที่เกิดจากตะกอนน้ำพาจะมีอนุภาคดินเหนียวค่อนข้างต่ำ มีปริมาณเหล็กออกไซด์อิสระต่ำ ส่วนดินสีแดงที่เกิดจากหินแกรนิตปริมาณของเหล็กออกไซด์จะมีค่าสูงขึ้นตามความลึกของหน้าตัดดิน ปริมาณของเหล็กออกไซด์อิสระมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณอนุภาคดินเหนียว เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของเหล็กออกไซด์อิสระของดินสีแดงที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่ต่างกัน พบว่าดินสีแดงที่เกิดจากตะกอนน้ำพาที่มาจากหินทรายจะมีปริมาณเหล็กออกไซด์อิสระต่ำกว่าดินที่เกิดจากตะกอนน้ำพาจากหินทรายผสมปูน และดินสีแดงที่เกิดจากหินแกรนิตให้เหล็กออกไซด์อิสระในปริมาณสูงกว่าดินที่เกิดจากตะกอนน้ำพาจากหินทรายเล็กน้อย นอกจากนี้ดินที่มีสีออกแดงยังสามารถเกิดจากหินอัคนีสีเข้มและสีคล้ำ เช่น บะซอลต์ได้ด้วย (กรรณิการ์ และคณะ, 2529; เฉลิม, 2529; วรพันธ์, 2531)

เหล็กออกไซด์ในดิน นอกจากอยู่ในรูปของแร่แมกนีไทต์ แร่เกอไทต์ แร่ฮีมาไทต์แล้ว เหล็กออกไซด์ในรูปอื่น ๆ ยังเกิดจากการสลายตัวของแร่ซิลิเกตที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ กระบวนการสลายตัวของหินและแร่รุนแรงมากในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (อัญชลี, 2534; อภิศักดิ์, 2543) เมื่อหินและแร่ที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลักสลายตัวผุพังก็จะปลดปล่อยเหล็กออกมาในรูปเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) และเฟอริกไอออน (Fe^{3+}) สะสมอยู่ในดินทั้งในรูปสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซึ่งสารนี้จะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) อย่างช้า ๆ เป็นแร่เกอไทต์ แต่ถ้าเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสอย่างรวดเร็วจะเกิดเป็นแร่เฟอร์ริไฮโดรด์ก่อน เมื่อมีการสูญเสียน้ำก็จะเปลี่ยนไปเป็นแร่ฮีมาไทต์ (วันเพ็ญ, 2533; Yassoglou *et al.*, 1997) สภาพแวดล้อมจัดว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดแร่เหล็กออกไซด์ชนิดต่างๆเช่นเดียวกัน โดยทั่วไปแร่ฮีมาไทต์เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่มีความลาดชัน มีการระบายน้ำดี ความชื้นต่ำ อุณหภูมิสูง แต่ถ้าสภาพแวดล้อมอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสูง และเป็นพื้นที่ที่ค่อนข้างราบเรียบหรือมีความชื้นต่ำก็จะพบแร่เกอไทต์เป็นแร่หลัก (อภิศักดิ์, 2543; Beinroth *et al.*, 1996; Yassoglou *et al.*, 1997) กรณีที่ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสภาพแวดล้อมจะไม่ส่งเสริมให้เกิดแร่ฮีมาไทต์ เนื่องจากอินทรีย์วัตถุจะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนร่วมกับเหล็ก ทำให้ไม่เกิดแร่เฟอร์ริไฮโดรด์ซึ่งเป็นแร่ที่จะเปลี่ยนไปเป็นแร่ฮีมาไทต์ในภายหลัง ดังนั้นจึงไม่พบแร่ฮีมาไทต์ในดินบนทั่ว ๆ ไป (ประมวลพงษ์, 2527; ผจงจิตต์, 2545; Wada, 1985; Yassoglou, 1997) ผลจากการศึกษาดินในอันดับออกซิซอลส์ ในประเทศไทยพบว่าเหล็กออกไซด์มีปริมาณสูงขึ้นในดินชั้นล่าง เพราะว่าชั้นดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง เกิดเป็นกรดอินทรีย์ และการที่เหล็กออกไซด์มีปริมาณมากน้อยในดินแตกต่างกัน เนื่องจากวัตถุดิบกำเนิดที่มีส่วนประกอบเหล็กในปริมาณที่มากน้อยแตกต่างกันด้วย (กรรณิการ์ และคณะ, 2529; Tawornpruek, 2005)

ในเขตที่มีฝนตกชุก อุณหภูมิสูง การสลายตัวของแร่ธาตุ และการผุพังของอินทรีย์วัตถุ เป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ค้างที่ละลายง่ายถูกชะละลายออกไปจากชั้นที่เป็นดินในปริมาณมาก ซึ่งมักจะทำให้ดินส่วนใหญ่มีปฏิกิริยาเป็นกรด (อภิศักดิ์, 2543; Armand, 1992; Beinroth *et al.*, 1996) กระบวนการเคลื่อนย้ายต่าง ๆ ทำให้ดินมีพัฒนาการของหน้าตัดสูงขึ้น แร่ดินเหนียว เหล็ก ฮิวมัส และสารละลายน้ำได้บางชนิดได้รับอิทธิพลของกระบวนการเคลื่อนย้ายทางดินลงไปสะสมตอนล่างของหน้าตัดทำให้เกิดชั้นดิน B ขึ้น สิ่งที่เหลือในดินส่วนใหญ่นอกจากซิลิกาและแร่ดินเหนียวที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางดินมักเป็นสารพวกเหล็ก อะลูมินัม และแมงกานีส ในสภาพการระบายน้ำดี จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้บางส่วนของสารเหล่านี้กลายเป็นเหล็กและอะลูมินัมออกไซด์ (sesquioxides; $Fe_2O_3 \cdot Al_2O_3$) ทำให้ดินมีสีแดงหรือเหลือง (ประมวลพงษ์, 2527) กระบวนการหลักในพัฒนาการของดินที่มีสีแดง คือ การเกิดแร่ดินเหนียวจากการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบกำเนิดดิน

ดินที่เกิดขึ้นในลักษณะเช่นนี้ ในดินชั้น A วัสดุที่สลายตัวได้ง่ายจะสูญหายไป คงเหลือแต่วัสดุที่สลายตัวช้า การสลายตัวผุพังของแร่ต้นกำเนิดที่มีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบนั้น ในขั้นต้นสารประกอบเหล็กที่เกิดขึ้นใหม่มักอยู่ในรูปวัสดุอสัณฐาน (amorphous material) ก่อนโดยจะเป็นส่วนที่ไปเคลือบอนุภาคต่าง ๆ ของดิน และจะสะสมเป็นปริมาณสูงรวมกับอนุภาคแร่ดินเหนียวซิลิเกต (สมศรี, 2529; Beinroth *et al.*, 1996; Yassoglou *et al.*, 1997; Tawornpruek, 2005) ในดินสีแดง กระบวนการที่ทำให้เกิดสีประกอบด้วยการปลดปล่อยธาตุเหล็กออกจากแร่ปฐมภูมิ เช่น แร่ในกลุ่มเฟอโรแมกนีเซียม เกิดเป็นแร่เหล็กออกไซด์ในรูปต่าง ๆ ที่จะทำให้ดินมีสีแดงเนื่องจากแร่ฮีมาไทต์ (Beinroth *et al.*, 1996; Scheinost and Schwertmann, 1999)

3.2 สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางแร่ของดินสีแดง

สมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ที่เด่นของดินสีแดง คือ ดินมีโครงสร้างดีเนื่องจากออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็กที่เกิดขึ้นในดิน มีสมบัติช่วยให้อนุภาคดินเชื่อมตัวเกาะกันเป็นอนุภาคดินเมื่อพัฒนาเต็มที่หรือขั้นพัฒนาการที่สูง โครงสร้างส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแบบก้อนกลมขนาดเท่าเม็ดทราย (pseudo sand) การเพิ่มขึ้นของเหล็กออกไซด์ในดินสีแดงบางชนิด มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มช่องว่างขนาดใหญ่ (macropore) ทำให้ดินมีสภาพการระบายน้ำและอากาศที่ดี (เจลิม, 2529; ผจจจิตต์, 2545; Yassoglou *et al.*, 1997; Scheinost and Schwertmann, 1999) และในขณะที่อิ่มตัวด้วยน้ำ น้ำจะเคลื่อนที่ผ่านหน้าตัดดินไปได้อย่างรวดเร็ว แต่ในขณะที่ดินแห้งการให้น้ำเคลื่อนที่ผ่านดินในช่วงแรกจะช้า อันเนื่องจากการต้านการเคลื่อนที่ของน้ำจากอากาศที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่ (Yassoglou *et al.*, 1997)

สมบัติทางเคมีของดินสีแดงขึ้นกับธรรมชาติและองค์ประกอบของมวลดินแร่ธาตุส่วนใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม แร่ดินเหนียวและแร่อื่น ๆ ที่มีความคงทนต่อการผุพังสลายตัว องค์ประกอบในมวลดินแร่ธาตุที่มีลักษณะเช่นนี้ มีผลให้ดินสีแดงมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนลดลง (เจลิม, 2529) เพราะออกไซด์ของเหล็กไปเคลือบอนุภาคดินเหนียวทำให้ประจุลบของแร่ซิลิเกตที่มีโครงสร้างเป็นแบบชั้น (layered silicate) ถูกทำให้สมดุลด้วยประจุบวกของเหล็กออกไซด์ โดยทั่วไปดินสีแดงจะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีค่าร้อยละของความอิ่มตัวเบสต่ำตลอดหน้าตัดดินหรือในชั้นดินล่าง ปริมาณธาตุอาหารหลักมักจะขาดเช่นเดียวกับธาตุอาหารรอง และจุลธาตุบางอย่าง เช่น สังกะสีและโบรอน (วนิดา, 2534)

องค์ประกอบเชิงแร่ของดินสีแดงที่เด่น คือ แร่ดินเหนียวเคลโอไลไนต์และอาจพบแร่ดินเหนียวเวอร์มิคิวไลต์ สเมกไทต์และอิลไลต์ในปริมาณน้อย ส่วนปริมาณของเหล็กออกไซด์ที่พบจะผันแปรไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน แร่เหล็กออกไซด์ที่พบคือฮีมาไทต์ เกอไทต์ และแมกนีไทต์ (Sparks, 1995; Scheinost and Schwertmann, 1999)

สมบัติพื้นฐานของแร่ดินเหนียวที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ การมีประจุที่ผิวของอนุภาคดิน (Gillman and Uehara, 1980) ซึ่งได้กล่าวไปในข้างต้นแล้ว แหล่งของประจุบนผิวของแร่ดินเหนียวมี 2 ชนิดคือ ประจุถาวร และ ประจุขึ้นกับพีเอช

จากลักษณะของดินที่มีประจุขึ้นกับพีเอชอยู่ร่วมกับประจุถาวร ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนเปลี่ยนแปลงตามค่าปฏิกิริยาดินทำให้เกิดรอยพิมพ์ประจุของดิน ลักษณะรอยพิมพ์ประจุจะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าปฏิกิริยาดิน และแตกต่างกันตามชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์ในดิน (Gillman and Uehara, 1980; Hendershot and Lavkulich, 1983)

3.3 ลักษณะเด่นของออกซิซอลส์ที่มีสีแดง

ออกซิซอลส์มักเกิดอยู่ในบริเวณพื้นที่ค่อนข้างเสถียร มีความลาดชันน้อย ในเขตที่สภาพของอากาศมีความชื้นสูง ซึ่งเอื้ออำนวยให้กิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะออกซิเดชันภายในดินดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้องค์ประกอบที่พบในดินส่วนใหญ่เป็นสารที่มีกิจกรรมต่ำ ได้แก่ แร่ควอตซ์ แร่ดินเหนียวชนิดเคลโอไลไนต์ ออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม จัดเป็นดินที่มีลักษณะทางกายภาพดี แต่มักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Beinroth *et al.*, 1996)

ดินออกซิซอลส์ที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ดอนและมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือเป็นดินลึก เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวถึงดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลจนถึงสีแดงเข้ม การจัดเรียงตัวของชั้นกำเนิดเป็นแบบ Ap(A)-Bto หรือ Ap(A)-Bto-Bo ลักษณะทางกายภาพส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี คือมีโครงสร้างที่ดี มีการซาบซึมน้ำดี ไม่มีชั้นดาน หรือการอัดตัวแน่นของดินที่เป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำ แต่มีข้อจำกัดอยู่บ้าง เนื่องจากมีเหล็กออกไซด์เป็นองค์ประกอบอยู่สูง ทำให้มีความจุในการอุ้มน้ำต่ำ เก็บกักน้ำไม่ได้ และสูญเสียความชื้นในดินได้รวดเร็ว ดินจะแห้งได้ง่าย อาจเกิดปัญหาการขาดน้ำได้ง่ายในช่วงแล้ง ออกซิซอลส์ที่พบในประเทศไทยจัดว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ส่วนใหญ่ใช้ปลูกพืชไร่และไม้ผล (Beinroth *et al.*, 1996;

Tawornpruek, 2005)

3.4 การแพร่กระจายของออกซิซอลส์

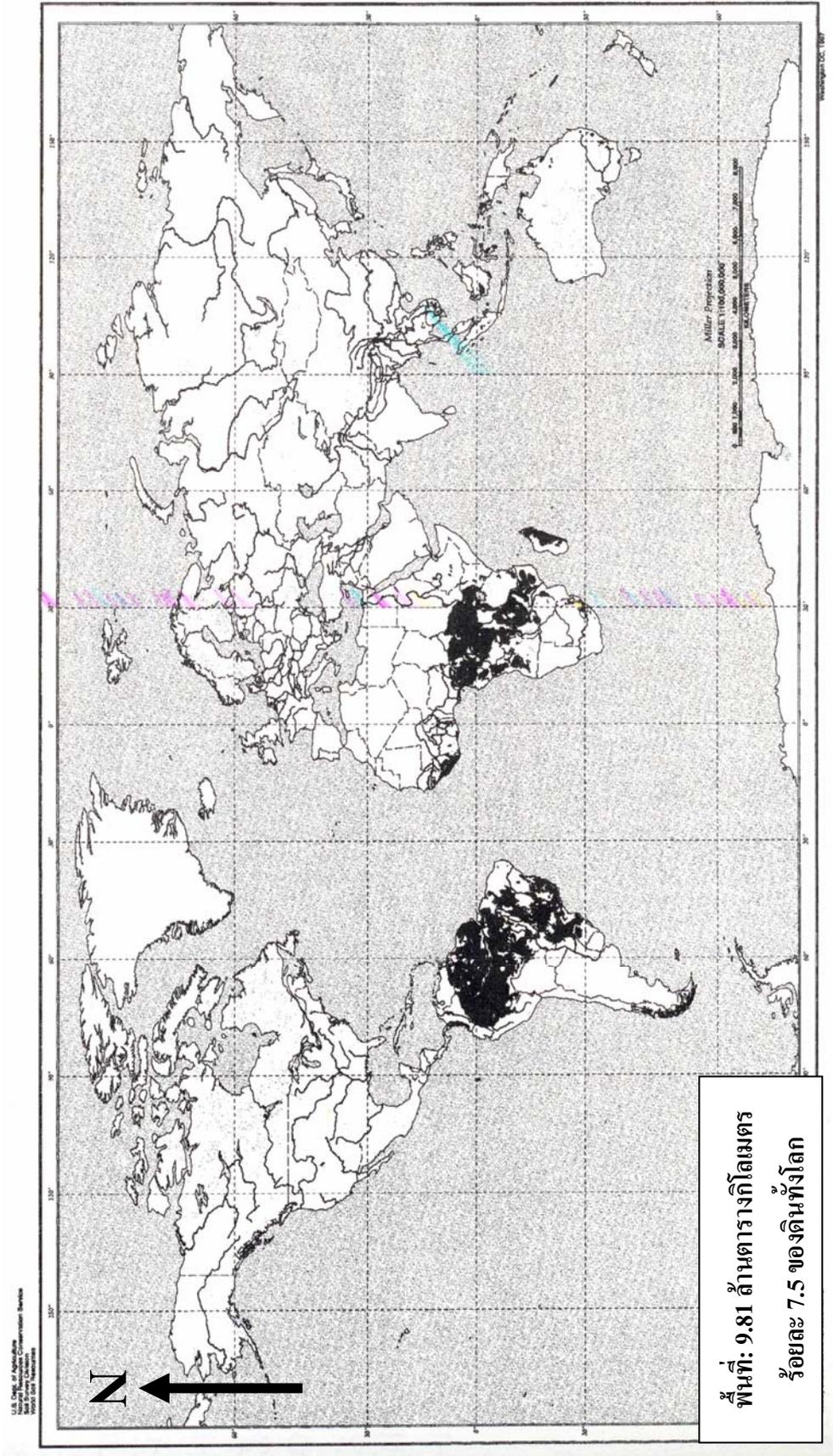
ออกซิซอลส์แพร่กระจายอยู่เป็นพื้นที่ประมาณ 9.81 ล้านตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 7.5 ของดินทั่วโลก ในทวีปอเมริกาใต้พบการแพร่กระจายของออกซิซอลส์เป็นบริเวณกว้าง โดยจะพบมากในประเทศบราซิล ซึ่งในทวีปอเมริกาใต้มีออกซิซอลส์คิดเป็นร้อยละ 57 ของออกซิซอลส์ทั่วโลก ดังในภาพที่ 1 (Beinroth *et al.*, 1996; Tawornpruek, 2005)

ในประเทศไทย พบดินนี้แพร่กระจายอยู่เป็นพื้นที่ประมาณ 6,080 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็นร้อยละ 1.2 ของพื้นที่ในประเทศไทย (Tawornpruek, 2005) ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณขอบตะวันออกของชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ เช่นจังหวัดจันทบุรี และตราด และในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่จังหวัดนครราชสีมา ศรีสะเกษและอุบลราชธานี ชุดดินที่รู้จักกันดี คือ ชุดดินท่าใหม่ ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินปากช่องและชุดดินโซคชัย (เอิบ, 2533; Tawornpruek, 2005)

4. ชุดดินที่ศึกษา

ชุดดินปากช่อง (Pak Chong: Pc) เป็นดินลึกลับมาก พบบริเวณพื้นที่ที่เหลือค้างจากการกร่อนสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนชัน เกิดจากการสลายตัวของหินดินดานและหินปูน ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียว สีน้ำตาลแดงเข้มหรือน้ำตาลเข้ม ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวสีแดง มีความพรุนสูง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่าง (pH 6.0–8.0) ในดินชั้นบน ส่วนดินชั้นล่างเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5–5.5) ซึ่งพบในจังหวัดนครราชสีมา ศรีสะเกษ ขอนแก่น สุพรรณบุรี ราชบุรี สระบุรี ชลบุรี ปราจีนบุรี นครสวรรค์ ตาก เพชรบูรณ์ สุโขทัย อุทัยธานี เชียงใหม่ (กองสำรวจดิน, 2541; Tawornpruek, 2005)

ชุดดินอ่าวลึก (Ao Luk: Ak) เป็นดินลึกลับมาก ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียวหรือดินเหนียว มีสีแดงหรือสีแดงเข้ม ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีสีแดงเข้ม มีการระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 4.5–5.0) ซึ่งพบในจังหวัดกระบี่ ชุมพร จันทบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ตรัง พังงา พัทลุง ภูเก็ต ระนอง สุราษฎร์ธานี (กองสำรวจดิน, 2541; Tawornpruek, 2005)



ภาพที่ 1 การแพร่กระจายของออกซิเจนทั่วโลก (Beimroth *et al.*, 2000)

ชุดดินโชคชัย (Chok Chai: Ci) เป็นดินลึกลับมาก พบบริเวณที่ราบธารหินลาวา หรือพื้นที่ที่
 เหลือค้างจากการกร่อน มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด เกิดจากการสลายตัว
 ของหินบะซอลต์ ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งหรือดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มมากปนแดง
 หรือน้ำตาลปนแดง มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0–7.0) ส่วนดินชั้นล่างเป็น
 ดินเหนียว สีแดงหรือแดงเข้ม ปฏิกิริยาเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5–5.5) ซึ่งพบใน
 จังหวัดนครราชสีมา ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ปราจีนบุรี แพร่ เพชรบูรณ์ (กองสำรวจดิน, 2541;
 Tawornpruek, 2005)

ชุดดินท่าใหม่ (Tha Mai: Ti) ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียวปน
 ทรายแป้งหรือดินเหนียวสีน้ำตาลเข้มปนแดง ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งหรือดินเหนียวสี
 น้ำตาลเข้มปนแดง หรือน้ำตาลปนแดง ปฏิกิริยาดินบนเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0–7.0)
 ส่วนดินชั้นล่างเป็นกรดแก่ถึงแก่ (pH 5.0–5.5) ซึ่งพบในจังหวัดจันทบุรี ตราด (กองสำรวจดิน,
 2541; Tawornpruek, 2005)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- 1) แผนที่ดินและแผนที่แสดงความเหมาะสมของการใช้ประโยชน์ที่ดิน มาตรฐาน 1:100,000 จังหวัดนครราชสีมา (กองสำรวจดิน, 2524) แผนที่ดินจังหวัดจันทบุรี (กองสำรวจดิน, 2520) แผนที่ดินจังหวัดชุมพร (กองสำรวจดิน, 2515) และแผนที่ดินจังหวัดกระบี่ (กองสำรวจดิน, 2529)
- 2) แผนที่สภาพภูมิประเทศมาตรฐาน 1:50,000 บริเวณพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชุมพร และจังหวัดกระบี่ ของกรมแผนที่ทหาร (กรมแผนที่ทหาร, 2521)
- 3) เครื่องมือการสำรวจดินภาคสนามมาตรฐาน (เอิบ, 2548; Soil Survey Division Staff, 1993)
- 4) เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินทางเคมี และทางกายภาพ ทางแร่ วิทยา และทางจุลทรรศน์วิทยา

วิธีการ

การปฏิบัติงานในภาคสนาม

- 1) ทำการเก็บตัวอย่างดินออกซิชอลส์ตีแดงภายใต้สภาพความชื้นดินที่แตกต่างกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก จำนวน 11 บริเวณ โดยชุดดินโซคซัย เก็บในบริเวณอำเภอโซคซัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 บริเวณ และชุดดินปากช่องเลือกเก็บที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 บริเวณ เป็นตัวแทนของดินในสภาพความชื้นดินอัสติก (ustic soil moisture regime) ชุดดินท่าใหม่เลือกเก็บที่อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 2 บริเวณ และชุดดินอ่าวลึกเลือกเก็บที่อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ จำนวน 1 บริเวณ และอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร จำนวน 2 บริเวณ เป็นตัวแทนของดินในสภาพความชื้นดินยูติก (udic soil moisture regime)

2) ขุดหน้าตัดดินที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยมีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2 เมตร ตกแต่งหน้าตัดดินให้สามารถมองเห็นสัณฐานวิทยาของดินในสนาม ศึกษาสิ่งแวดล้อมพร้อมทำคำอธิบายหน้าตัดดินบริเวณนั้น

3) เก็บตัวอย่างดิน โดยเก็บดินทุกชั้นตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ที่ได้แบ่งไว้ตลอดหน้าตัดดิน ชั้นละประมาณ 1-2 กิโลกรัม

การเตรียมตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคสนามมาผึ่งลมให้แห้งแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ดินที่จับตัวเป็นก้อนใช้ไม้ขนาดแป็งกลึงเบา ๆ แล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บอนุภาคขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตรไว้วิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1. การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีทั่วไป ใช้ผลการวิเคราะห์ในการศึกษาดินสีแดงของประเทศไทย ร่วมกับ Tawornpruek (2005)

2. การวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหารอยพิมพ์ประจุของดิน

2.1 เลือกตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ จากชั้นดินบนและชั้นดินล่างที่แสดงลักษณะเด่นของออกซิซอลส์สีแดงดังต่อไปนี้

1) ชุดดินปากช่อง

บริเวณที่ 1 Typic Kandiuox ดินบน (Ap1: 0-8 cm) และดินล่าง (Bto1: 115-140 cm)

บริเวณที่ 2 Rhodic Kandiuox ดินบน (Ap: 0-20 cm) และดินล่าง (Bto1: 60-85 cm)

บริเวณที่ 3 Rhodic Kandiuox ดินบน (Ap: 0-12 cm) และดินล่าง (Bto1: 140-164 cm)

2) ชุดดินอ่าวลึก

บริเวณที่ 1 Typic Kandiuox ดินบน (Ap: 0-10 cm) และดินล่าง (Bto2: 30-52 cm)

บริเวณที่ 2 Typic Kandiodox ดินปน (Ap: 0-17 cm) และดินล่าง (Bto2: 42-70 cm)

บริเวณที่ 3 Rhodic Kandiodox ดินปน (Ap: 0-18 cm) และดินล่าง (Bto2: 40-60 cm)

3) ชุดดิน โชคชัย

บริเวณที่ 1 Rhodic Kandiuustox ดินปน (Ap1: 0 - 10 cm) และดินล่าง (Bto2: 55-88 cm)

บริเวณที่ 2 Typic Kandiuustox ดินปน (Ap: 0-10 cm) และดินล่าง (Bto2: 25-52 cm)

บริเวณที่ 3 Rhodic Kandiuustox ดินปน (Ap1: 0- 15 cm) และดินล่าง (Bto2: 51-73 cm)

4) ชุดดินท่าใหม่

บริเวณที่ 1 Rhodic Kandiodox ดินปน (Ap1: 0-12 cm) และดินล่าง (Bto2: 52-78 cm)

บริเวณที่ 2 Typic Kandiodox ดินปน (Ap: 0-14/16 cm) และดินล่าง (Bto2: 40-70 cm)

2.2 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity) โดยวิธีการบังคับแลกเปลี่ยน (compulsive exchange method) (Gillman and Sumpter, 1986a)

ชั่งดิน 2 กรัม ใส่หลอดเซนตริฟิวจ์ขนาด 30 มิลลิลิตร จำนวน 6 หลอด (น้ำหนักดิน+น้ำหนักหลอด = X) เติม 0.1M BaCl₂/0.1M NH₄Cl 20 มิลลิลิตร นำไปเขย่า 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นก็เติมน้ำมาเซนตริฟิวจ์ทั้งส่วนที่เป็นสารละลายใส และล้างตะกอนด้วย 0.05M BaCl₂ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติมน้ำมาเซนตริฟิวจ์ทั้งสารละลายใส ล้างตะกอนด้วย 0.002M BaCl₂ 20 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ในครั้งที่ 3 เขย่าให้เข้ากันแล้วปรับพีเอชของสารละลายดินในแต่ละหลอดให้ได้ค่าพีเอชดินเท่ากับ 3, 4, 5, 6, 7 ด้วย 0.01 HCl และสารละลายอิมิตัวเบเรียมไฮดรอกไซด์ และอีก 1 หลอดไม่ปรับปฏิกิริยาดิน วัดพีเอชดินซ้ำทุก 2 ชั่วโมงจนค่าพีเอชดินคงที่ ตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน ปรับพีเอชดินให้คงที่อีกครั้งถ้าหากค่ามีการเปลี่ยนแปลง แล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ เก็บส่วนที่เป็นสารละลายใสไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของคลอไรด์ ความเข้มข้นที่ได้มีค่าเท่ากับ Cl ส่วนตะกอนนำไปชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่ได้มีค่าเท่ากับ Y (ตะกอนดิน + หลอดเซนตริฟิวจ์)

นำตะกอนดินมาเติม 0.005M MgSO₄ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วนำมาวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) เปรียบเทียบกับค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลาย 0.0015M MgSO₄ ให้ได้ค่าสัดส่วนของสารละลาย 0.005M MgSO₄ ดินต่อสารละลาย 0.0015M MgSO₄ มากกว่า 1 เท่า ถ้าค่าสภาพการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 1 เท่า ให้เติม 0.05M

MgSO₄ เพิ่มครั้งละ 0.5 มิลลิลิตร ปริมาตร MgSO₄ ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ V2 แล้วนำไปวัดค่าพีเอชของสารละลายอีกครั้งหนึ่ง ถ้าค่าพีเอชดินเพิ่มขึ้นให้ปรับค่าพีเอชดินด้วย 0.1M H₂SO₄ ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ทำให้อัตราส่วนค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลาย 0.005M MgSO₄ ดินต่อสารละลาย 0.0015M MgSO₄ เท่ากับ 1 โดยการเติมน้ำ ตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่ได้มีค่าเท่ากับ Z นำสารละลายมาเซนตริฟิวจ์ นำส่วนที่เป็นสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ C2 นำไปคำนวณหาค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นด่างและค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนจากสูตร

$$CEC (\text{cmol kg}^{-1}) = (\text{mmol}(1/2\text{Mg}^{2+})_{\text{added}} - \text{mmol}(1/2\text{Mg}^{2+})_{\text{retained}}) \times 100/\text{wt soil}$$

$$CEC = 50(0.01V2 - 0.003V3) \text{ cmol kg}^{-1} \text{ soil}$$

$$AEC = 50(C2V3 - C1V1) \text{ cmol kg}^{-1} \text{ soil}$$

$$V1 = Y - X$$

$$V3 = Z - X$$

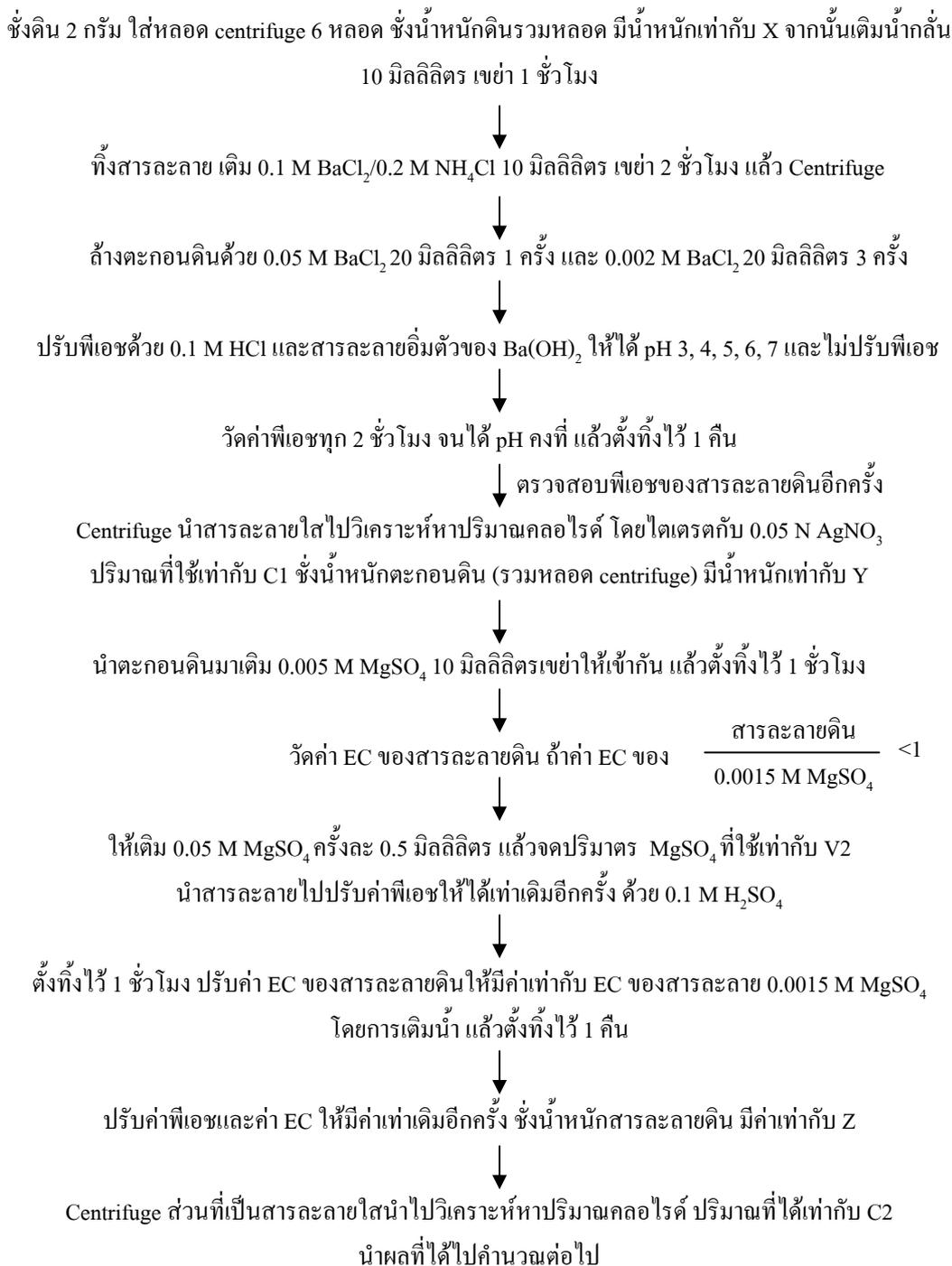
เมื่อ $X = \text{น้ำหนักดิน} + \text{หลอดทดลอง}$

$$Y = \text{ตะกอนดิน} + \text{หลอดทดลอง}$$

$$Z = \text{น้ำหนักสารละลาย} + \text{หลอดทดลอง}$$

2.3 ปริมาณคลอไรด์ โดยวิธี volumetric (ทศนิยม และ จงรักย์, 2527; Adriano and Doner, 1982)

วิเคราะห์โดยนำ soil extract มาไตเตรตกับสารละลาย 0.05N AgNO₃ โดยมี K₂CrO₄ เป็น indicator ไตเตรตจนได้ตะกอนสีแดงของ Ag₂CrO₄



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน โดยวิธีการบังคับแลกเปลี่ยน (compulsive exchange method)

สถานที่ทำการทดลอง

1. สถานที่เก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างชุดดิน โชคชัยในบริเวณอำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ตัวอย่างชุดดินปากช่องเก็บบริเวณอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ตัวอย่างชุดดินท่าใหม่เลือกเก็บบริเวณอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ตัวอย่างชุดดินอ่าวลึกเก็บบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ และอำเภอประทิว จังหวัดชุมพร

2. สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่างดินและวิเคราะห์ข้อมูล

ห้องปฏิบัติการของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

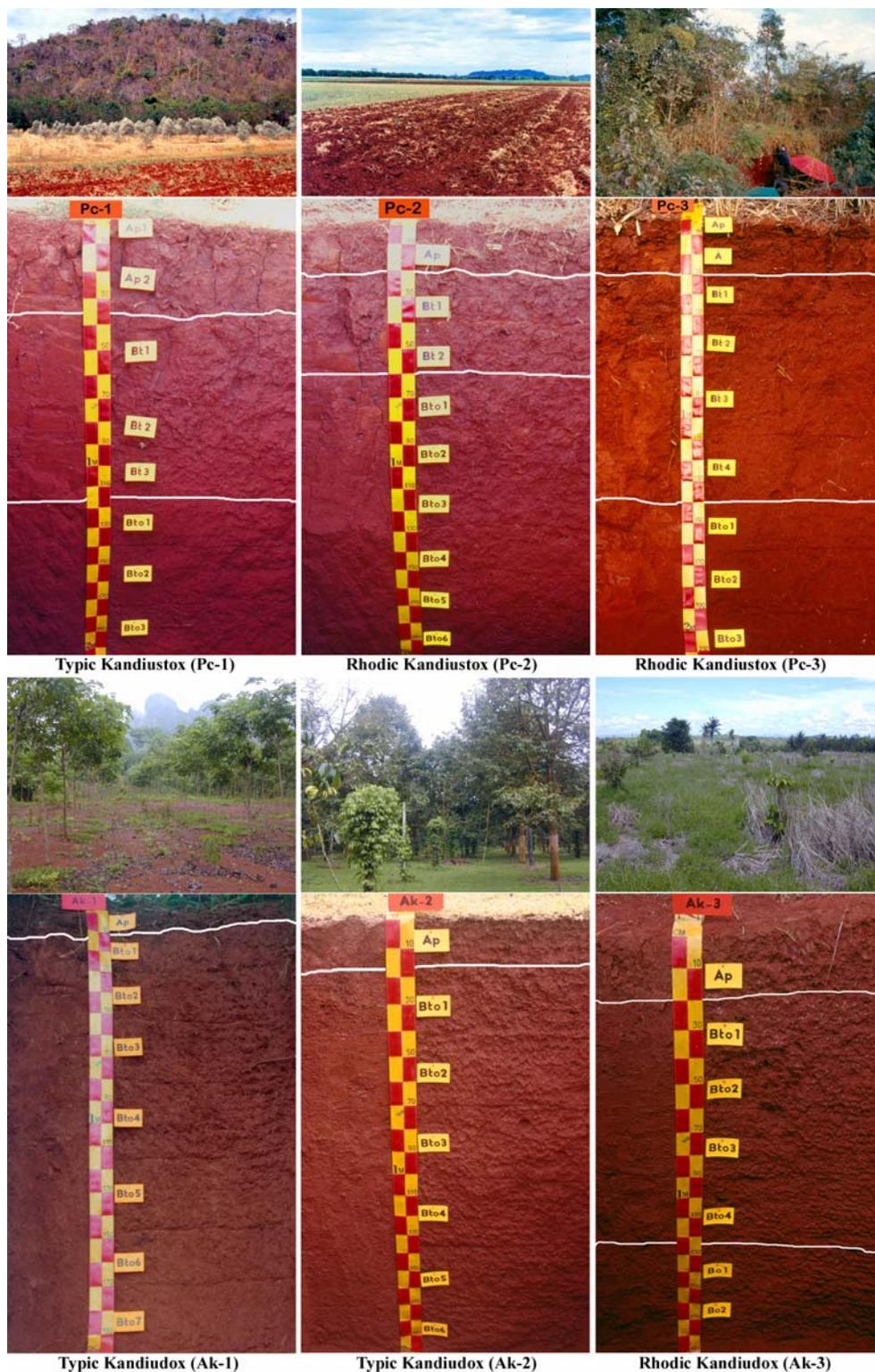
ผลการศึกษาและวิจารณ์

สัณฐานวิทยาของดิน

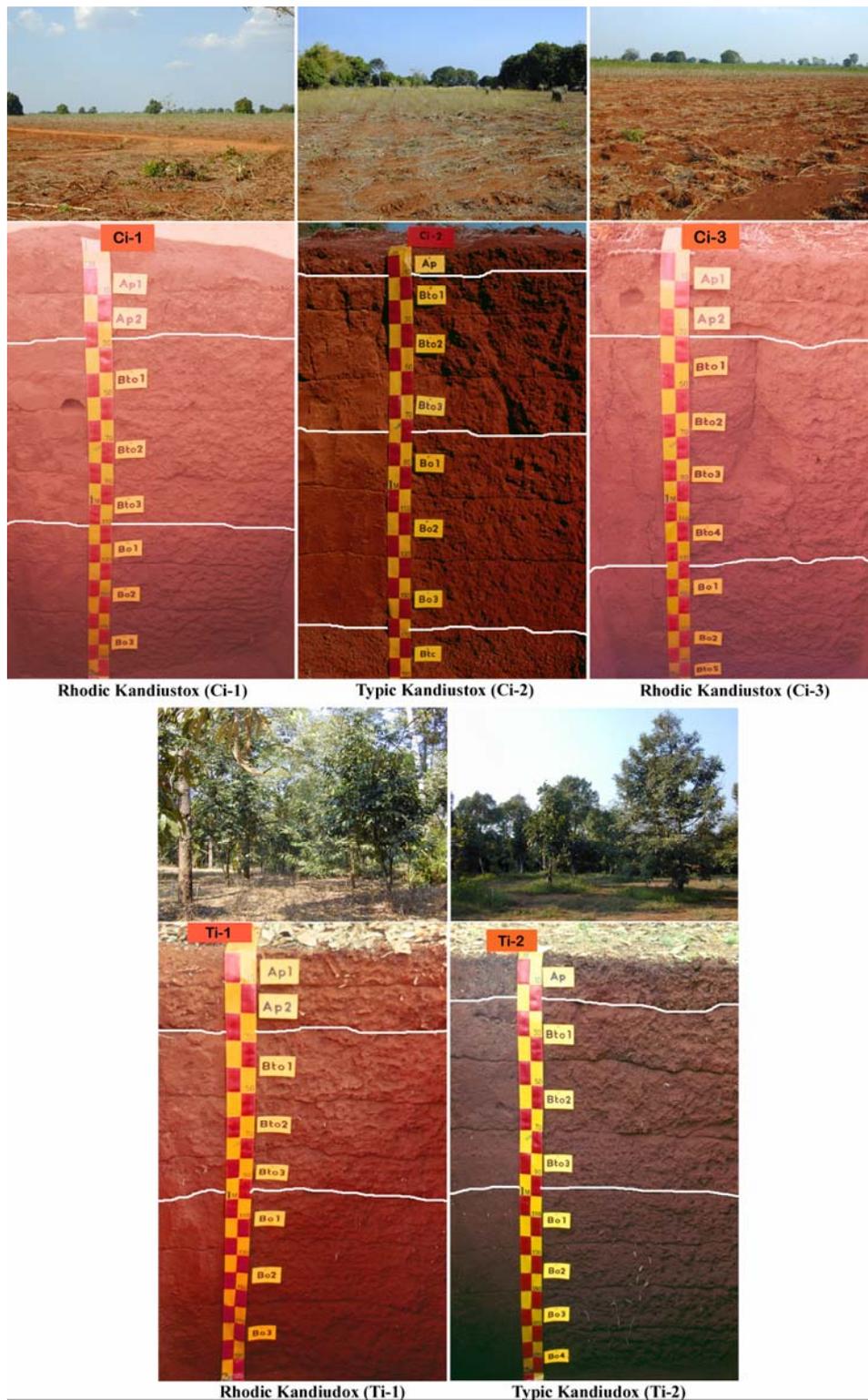
1. ชุดดินปากช่อง เป็นดินลึกมาก เกิดบนที่ราบคาร์สต์ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ (karst corrosion plain) บนสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย (slightly undulating) วัตถุต้นกำเนิดเป็นพวกตะกอนน้ำพาท้องถิ่น และวัสดุตกค้างของหินปูน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็ว ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร มีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical savanna: Aw) พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap(A)-Bt-Bto ดินบนมีสีน้ำตาลปนแดงถึงแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดปานกลาง ปฏิกริยาดินบนในภาคสนามมีค่าเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) พบการเคลือบของดินเหนียวตามผิวหน้าของก้อนดินเล็กน้อย ดินล่างมีสีแดงถึงแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบกึ่งก้อนเหลี่ยมมุมมน ปฏิกริยาดินล่างในภาคสนามมีค่าเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.5-6.0) พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกพืชไร่พวกข้าวโพด (ภาพที่ 3)

2. ชุดดินอ่าวลึก เป็นดินลึกมาก เกิดบนที่ราบคาร์สต์ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ (karst corrosion plain) บนสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาด (undulating) ถึงลูกคลื่นลอนชัน (rolling) วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างของหินปูน ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็ว ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร มีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical monsoonal: Am) พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bto หรือ Ap-Bto-Bo ดินบนมีสีเหลืองปนแดงถึงแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลาง ปฏิกริยาดินบนในภาคสนามมีค่าเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.5-7.0) พบการเคลือบของดินเหนียวตามผิวหน้าของก้อนดินอย่างชัดเจน ดินล่างมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบกึ่งก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลาง ปฏิกริยาดินล่างในภาคสนามมีค่าเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 4.5-6.5) พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกไม้ผลและยางพารา (ภาพที่ 3)

3. ชุดดินโชคชัย เป็นดินลึกมาก เกิดบนพื้นที่ราบที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของลาวา (lava corrosion plain) ที่เป็นหินบะซอลต์บนสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาดต่ำ (gently undulating) วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัสดุตกค้างจากการผุพังอยู่กับที่ของหินบะซอลต์ (residuum derived from weathered basalt) ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็ว ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร มีสภาพ



ภาพที่ 3 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดินปากช่อง (Pak Chong series: Pc) และชุดดินอ่าวลึก (Ao Luk series: Ak)



ภาพที่ 4 ลักษณะหน้าตัดดินของชุดดินโชคชัย (Chok Chai series: Ci) และชุดดินท่าใหม่ (Tha Mai series: Ti)

ภูมิอากาศเป็นแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical savanna: Aw) พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap(A)-Bt-Bto ดินบนมีสีแดงถึงแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลาง ปฏิกริยาดินบนในภาคสนามมีค่าเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 4.0-6.5) ดินล่างมีสีแดงเข้ม เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลาง ปฏิกริยาดินล่างในภาคสนามมีค่าเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.0-5.5) พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกพืชไร่พวกมันสำปะหลัง (ภาพที่ 4)

4. ชุดดินทำใหม่ เป็นดินลึกมาก เกิดบนพื้นที่ราบที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของลาวา (lava corrosion plain) ที่เป็นหินบะซอลต์บนสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาด (undulating) วัตถุต้นกำเนิดเป็นวัตถุตกค้างจากการผุพังอยู่กับที่ของหินบะซอลต์ (residuum derived from weathered basalt) ดินมีการระบายน้ำดี การซาบซึมน้ำเร็ว ระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตร มีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical monsoonal: Am) พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bto หรือ Ap-Bto-Bo ดินบนมีสีแดงเข้มปนน้ำตาล เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลาง ปฏิกริยาดินบนในภาคสนามมีค่าเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.5) พบการเคลือบของดินเหนียวตามผิวหน้าของก้อนดินเล็กน้อย ดินล่างมีสีแดง เนื้อดินเป็นดินเหนียว ลักษณะโครงสร้างเป็นแบบกึ่งก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลาง ปฏิกริยาดินล่างในภาคสนามมีค่าเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 5.0-5.5) พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกไม้ผล (ภาพที่ 4)

สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพของดิน แสดงไว้ในตารางที่ 1 ประกอบด้วยการแจกกระจายของอนุภาคดิน ความหนาแน่นรวม (bulk density: BD) ปริมาณน้ำในดิน (water content: %) และปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ (available water content) ในดิน

ดินทั้ง 4 ชุดดินมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในดินล่าง แต่ปริมาณการเพิ่มขึ้นของอนุภาคขนาดดินเหนียวจะมีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละชุดดิน ส่วนค่าความหนาแน่นรวมของดินพบว่า ชุดดินทั้ง 4 มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ อยู่ในพิสัย 0.77-1.36 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงว่าดินมีโครงสร้างดี และเนื่องจากค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์จากช่วงความจุสนาม (-33 k Pa) ถึงช่วงจุดเหี่ยวถาวร (-1500 k Pa) ต่ำทำให้ดินอุ้มน้ำ

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของดินที่ทำการศึกษา

Horizon	Depth (cm)	Partical size distribution (USDA grading)			Bulk density Mg m ⁻³	Water content (%)		AWC ¹
		Sand (----- g kg ⁻¹ -----)	Silt	Clay		at -33 kPa	at -1 500 kPa (-----%-----)	
<i>Pak Chong series 1 (Pc-1): Typic Kandiuox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap1	0-8	46	150	804	1.09			
Ap2	8-35	44	156	800	1.22	32.94	26.61	6.33
Bt1	35-70	22	38	940	1.26	36.98	28.41	8.57
Bt2	70-90	16	16	968	1.19			
Bt3	90-115	20	32	948	1.19	38.15	28.21	9.94
Bto1	115-140	18	30	952	1.16	37.42	28.83	8.59
Bto2	140-175	20	44	936	1.14			
Bto3	175-210+	19	41	940	1.23	35.99	27.62	8.37
<i>Pak Chong series 2 (Pc-2): Rhodic Kandiuox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap	0-20	68	208	724	1.13	32.94	25.02	7.92
Bt1	20-40	63	165	772	1.25	29.64	24.22	5.42
Bt2	40-60	35	37	928	1.25			
Bto1	60-85	65	107	828	1.18	34.61	26.34	8.27
Bto2	85-105	3	29	968	1.22			
Bto3	105-130	5	67	928	1.19	34.33	26.41	7.92
Bto4	130-150	35	45	920	1.19			
Bto5	150-170	24	32	944	1.09	35.01	26.90	8.11
Bto6	170-210+	24	24	952	1.11			
<i>Pak Chong series 3 (Pc-3): Rhodic Kandiuox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap	0-12	113	487	400	1.25			
A	12-30	67	158	776	1.29	30.28	22.94	7.34
Bt1	30-50	34	46	920	1.21	32.42	24.91	7.51
Bt2	50-80	26	6	968	1.15			
Bt3	80-110	30	34	936	1.09	34.63	25.88	8.75
Bt4	110-140	29	55	916	1.07			
Bto1	140-164	31	49	920	1.08	34.54	25.22	9.32
Bto2	164-194	27	74	900	1.10			
Bto3	194-210+	30	2	968	1.15	33.76	24.46	9.30
<i>Ao Luk series 1 (Ak-1): Typic Kandiuox, very-fine, ferruginous, isohyperthermic</i>								
Ap	0-10	92	280	628	0.77	29.46	23.12	6.34
Bto1	10-30	48	80	872	1.03			
Bto2	30-52	48	80	872	1.18	32.21	25.71	6.50
Bto3	52-80	47	49	904	1.16			
Bto4	80-117	43	93	864	1.07	32.95	26.77	6.18
Bto5	117-148	44	89	868	1.13			
Bto6	148-170	44	84	872	1.04	35.35	26.62	8.73
Bto7	170-200+	42	79	880	1.07	32.92	27.36	5.56
<i>Ao Luk series 2 (Ak-2): Typic Kandiuox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap	0-17	132	76	792	1.25	28.58	21.86	6.72
Bto1	17-42	109	39	852	1.06			
Bto2	42-70	59	17	924	1.08	34.26	28.92	5.34
Bto3	70-100	60	17	924	1.14			
Bto4	100-135	55	77	868	1.10	34.18	27.69	6.49
Bto5	135-170	70	78	852	1.31			
Bto6	170-200+	76	48	876	1.22	32.44	26.39	6.05

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	Partical size distribution (USDA grading)			Bulk density Mg m ⁻³	Water content (%)		AWC ¹
		Sand	Silt	Clay		at -33 kPa	at -1 500 kPa	
		(----- g kg ⁻¹ -----)			(-----%-----)			
<i>Ao Luk series 3 (Ak-3): Rhodic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap	0-18	320	96	584	1.36	22.13	17.14	499
Bto1	18-40	137	43	820	1.18	30.19	24.95	524
Bto2	40-60	120	80	800	1.19			
Bto3	60-90	153	24	824	1.25	29.63	23.85	578
Bto4	90-123	171	69	760	1.26	27.78	21.44	634
Bo1	123-155	147	53	800	1.11			
Bo2	155-190+	139	33	828	1.07	29.10	21.72	738
<i>Chok Chai series 1 (Ci-1): Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap1	0-10	115	129	756	1.12			
Ap2	10-27	106	62	832	1.13	28.30	19.10	920
Bto1	27-55	88	73	840	1.05			
Bto2	55-88	73	71	856	0.99	29.45	22.94	651
Bto3	88-110	72	72	856	1.00			
Bo1	110-132	81	63	856	1.03	29.48	21.80	768
Bo2	132-160	91	89	820	1.02			
Bo3	160-200	90	106	804	1.01	28.74	22.68	606
<i>Chok Chai series 2 (Ci-2): Typic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap	0-10	188	116	696	0.95	25.34	22.36	298
Bto1	10-25	148	100	752	1.10			
Bto2	25-52	150	78	772	1.09	28.69	19.44	925
Bto3	52-76	145	67	788	0.97			
Bo1	76-103	134	74	792	1.07	28.00	18.82	918
Bo2	103-130	137	83	780	1.07			
Bo3	130-167	135	113	752	1.11	27.36	19.81	755
Btc	167-192+	188	116	696				
<i>Chok Chai series 3 (Ci-3): Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap1	0-15	108	100	792	0.97	28.65	22.17	648
Ap2	15-30	105	380	516	1.25			
Bto1	30-51	82	50	868	1.20	29.49	20.00	949
Bto2	51-73	85	103	812	1.17			
Bto3	73-100	83	89	828	1.19	29.34	20.72	862
Bto4	100-130	81	95	824	1.05			
Bo1	130-160	71	81	848	1.09	29.23	22.34	689
Bo2	160-185	71	65	864	1.08			
Bto5	185-205	72	84	844	1.15			
<i>Tha Mai series 1 (Ti-1): Rhodic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap1	0-12	237	391	372	0.82	43.19	32.84	1035
Ap2	12-27	136	408	456	0.80			
Bto1	27-52	44	153	804	0.87	41.27	33.19	808
Bto2	52-78	35	149	816	0.76			
Bto3	78-96	35	232	733	0.80	42.25	34.51	774
Bo1	96-125	33	219	748	0.81	41.23	28.56	1267
Bo2	125-160	30	135	836	0.77			
Bo3	160-200	25	215	760	0.85	39.89	33.95	594
<i>Tha Mai series 2 (Ti-2): Typic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>								
Ap	0-14/16	264	301	436	0.79	38.87	32.57	630
Bto1	16-40	152	322	527	0.83			
Bto2	40-70	84	231	685	0.81	38.70	26.80	1190
Bto3	70-95	44	188	768	0.83			
Bo1	95-125	48	188	764	0.84	39.84	31.24	860
Bo2	125-150	44	173	783	0.83			
Bo3	150-175	42	162	796	0.88	39.68	26.96	1272
Bo4	175-200	40	156	804	0.82			

¹ AWC = Available water content

ได้น้อย อาจมีปัญหาขาดความชื้นในหน้าแล้งได้ง่าย (Tawornpruek, 2005)

สมบัติทางเคมีทั่วไปของดิน

ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยการพิจารณาที่สูง-ต่ำ ใช้เกณฑ์การแบ่งระดับค่าวิเคราะห์ต่าง ๆ ตามตารางผนวกที่ 3 และ 4 (ปทานุกรมปฐพีวิทยา, 2542; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

1. ปฏิกริยาดิน

ผลการวิเคราะห์ปฏิกริยาดินโดยใช้ดินต่อน้ำ ในอัตราส่วน 1:1 พบว่า ชุดดินปากช่องมีค่าปฏิกริยาดินอยู่ในช่วงเป็นกรดจัดมากถึงเป็นด่างเล็กน้อย (pH 4.6-7.6) ชุดดินอ่าวลึกมีค่าปฏิกริยาดินอยู่ในช่วงเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.1-6.5) ชุดดินโชคชัยและชุดดินท่าใหม่มีค่าปฏิกริยาดินอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.3-5.5)

ค่าปฏิกริยาดินวัดโดยใช้ดินต่อสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ในอัตราส่วน 1:1 พบว่า ชุดดินปากช่องมีค่าปฏิกริยาดินอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกลาง (pH 3.65-7.05) ชุดดินอ่าวลึกมีค่าปฏิกริยาดินอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 3.5-5.6) ชุดดินโชคชัยมีค่าปฏิกริยาดินอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 3.5-4.0) และชุดดินท่าใหม่มีค่าปฏิกริยาดินอยู่ในช่วงเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.15-4.65) จากผลการศึกษาปฏิกริยาดินพบว่า ค่าปฏิกริยาดินที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้น้ำมีค่าสูงกว่าค่าวิเคราะห์โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ในทุกชุดดิน

2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ผลการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพบว่า ชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง (1.9-4.52 g kg⁻¹) ชุดดินอ่าวลึกและชุดดินโชคชัยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง (1.3-2.5 g kg⁻¹) โดยปริมาณของอินทรีย์วัตถุมีปริมาณลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา

Horizon	Depth (cm)	pH (1:1)		OM ¹ (-----g kg ⁻¹ -----)	Total N	Avail. P (----mg kg ⁻¹ ----)	Avail. K	Extr. Al	EA	Extractable Bases				CEC ² (NH ₄ OAc)	Active Fe (g kg ⁻¹)	BS ³ (%)
		H ₂ O	KCl							Ca	Mg	Na	K			
<i>Pak Chong series 1 (Pc-1): Typic Kandustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap1	0-8	6.30	6.00	41.3	2.1	18.75	678.02	0.02	12.10	21.50	0.41	0.11	1.73	20.38	96.0	66.25
Ap2	8-35	6.35	6.05	27.2	1.5	21.67	135.17	0.03	9.70	19.20	0.35	0.07	0.35	19.75	95.7	67.31
Bt1	35-70	6.35	5.65	6.1	0.5	2.38	44.09	0.02	10.90	11.81	0.43	0.25	0.11	13.75	82.1	53.62
Bt2	70-90	4.70	4.15	2.7	0.0	2.50	26.66	1.46	14.90	6.94	0.42	0.23	0.07	11.38	60.7	33.96
Bt3	90-115	4.60	3.65	4.1	0.0	1.50	21.93	3.54	16.10	3.08	0.26	0.71	0.06	13.75	71.4	20.31
Bto1	115-140	4.60	3.80	2.9	0.4	0.58	31.01	4.19	17.30	4.04	0.18	0.16	0.08	15.13	71.1	20.49
Bto2	140-175	4.40	3.90	3.0	0.5	0.58	37.91	3.86	16.50	1.13	0.15	0.15	0.10	14.50	83.2	8.50
Bto3	175-210+	5.05	3.80	2.1	0.5	0.45	37.65	2.85	13.70	5.37	0.13	0.12	0.10	14.50	76.0	29.45
<i>Pak Chong series 2 (Pc-2): Rhodic Kandustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap	0-20	6.95	6.30	35.9	1.7	6.50	171.69	0.03	6.10	17.54	0.28	0.26	0.44	15.13	79.1	75.22
Bt1	20-40	7.10	6.10	18.7	1.1	1.60	48.39	0.03	6.50	17.51	0.18	0.08	0.12	16.63	100.8	73.36
Bt2	40-60	6.30	5.45	7.7	0.7	1.60	31.86	0.03	8.90	10.99	1.78	0.08	0.08	12.13	76.8	59.22
Bto1	60-85	4.90	4.05	5.5	0.5	1.60	19.50	1.20	13.30	6.29	1.35	0.06	0.05	11.63	72.3	36.82
Bto2	85-105	5.15	3.75	4.6	0.5	1.00	17.48	3.00	16.10	2.61	0.07	0.05	0.04	11.50	83.7	14.71
Bto3	105-130	4.65	3.75	4.4	0.4	0.50	16.77	3.27	13.70	1.01	0.10	0.04	0.04	10.63	84.5	7.99
Bto4	130-150	4.80	3.85	3.4	0.4	0.58	23.55	2.92	11.30	0.80	0.20	0.17	0.06	11.38	91.6	9.79
Bto5	150-170	4.45	3.85	4.1	0.4	0.50	23.06	2.71	10.50	0.90	0.23	0.16	0.06	11.88	100.6	11.40
Bto6	170-210+	4.50	3.95	2.8	0.4	0.50	25.88	2.32	11.70	1.42	0.20	0.05	0.07	10.63	90.0	12.90
<i>Pak Chong series 3 (Pc-3): Rhodic Kandustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap	0-12	7.60	7.05	36.5	1.7	8.00	132.44	0.02	4.90	106.03	0.34	0.64	0.34	14.00	64.6	95.64
A	12-30	7.50	6.93	15.7	0.9	4.00	28.30	0.03	6.10	40.28	0.18	0.13	0.07	12.88	95.6	86.96
Bt1	30-50	6.10	5.35	8.9	0.6	3.70	18.16	0.04	11.30	9.40	0.10	0.13	0.05	11.50	84.4	46.15
Bt2	50-80	5.05	4.05	6.5	0.7	2.00	29.56	1.58	12.50	3.25	0.08	0.07	0.08	11.13	82.9	21.73
Bt3	80-110	4.65	3.90	6.1	0.5	0.75	13.99	2.80	13.30	1.01	0.48	0.11	0.04	10.38	77.3	10.97
Bt4	110-140	4.95	3.80	4.8	0.5	0.50	12.30	3.25	14.50	0.45	0.46	0.09	0.03	9.50	95.2	6.63
Bto1	140-164	4.90	3.70	4.7	0.4	4.50	7.08	3.12	14.10	0.20	0.34	0.05	0.02	9.75	84.3	4.13
Bto2	164-194	4.90	3.65	5.5	0.4	0.95	8.64	2.73	13.30	0.26	0.26	0.09	0.02	9.75	107.4	4.53
Bto3	194-210+	4.95	3.65	5.4	0.4	0.45	12.31	2.22	13.70	0.37	0.24	0.30	0.03	9.70	102.6	6.45

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	pH (1:1)		OM ¹ (-----g kg ⁻¹ -----)	Total N	Avail. P (----mg kg ⁻¹ ----)	Avail. K	Extr. Al	EA	Extractable Bases				CEC ² (NH ₄ OAc)	Active Fe (g kg ⁻¹)	BS ³ (%)
		H ₂ O	KCl							Ca	Mg	Na	K			
<i>Ao Luk series 1 (Ak-1): Typic Kandiodox, very-fine, ferruginous, isohyperthermic</i>																
Ap	0-10	6.00	4.60	24.9	0.3	1.15	10.36	0.05	12.50	2.24	0.06	0.42	0.13	12.94	135.2	18.58
Bto1	10-30	5.80	5.10	14.6	0.2	0.30	2.88	0.05	11.50	0.19	0.12	0.38	0.04	6.56	122.4	5.96
Bto2	30-52	5.90	5.20	9.2	0.2	0.25	2.79	0.00	10.50	0.17	0.12	1.06	0.04	4.06	137.1	11.67
Bto3	52-80	5.80	5.00	6.7	0.2	0.25	6.28	0.03	9.00	0.08	0.09	0.32	0.08	3.19	136.2	5.94
Bto4	80-117	5.75	5.20	4.9	0.2	0.30	9.42	0.05	9.75	0.13	0.07	0.49	0.12	3.19	127.3	7.71
Bto5	117-148	5.90	5.30	4.3	0.1	0.20	6.36	0.04	10.00	0.46	0.27	0.74	0.08	6.56	131.3	13.43
Bto6	148-170	5.70	5.20	4.3	0.1	0.15	5.44	0.05	11.50	0.10	0.04	0.27	0.07	7.31	138.4	3.93
Bto7	170-200+	5.60	5.20	3.7	0.1	0.10	3.68	0.05	13.50	0.23	0.05	0.40	0.05	6.69	124.3	5.09
<i>Ao Luk series 2 (Ak-2): Typic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap	0-17	6.50	5.60	17.7	0.8	130.91	33.17	0.06	8.25	2.56	2.65	0.56	0.42	9.19	52.1	42.93
Bto1	17-42	5.70	3.80	9.8	0.6	2.74	22.77	1.24	10.00	2.60	1.08	0.96	0.29	8.31	55.9	33.00
Bto2	42-70	5.50	3.90	7.4	0.4	1.85	22.21	1.39	9.50	2.90	1.02	0.63	0.28	6.94	53.7	33.74
Bto3	70-100	5.40	3.50	6.7	0.4	2.60	20.21	1.29	10.00	2.90	1.00	0.30	0.26	8.06	54.8	30.84
Bto4	100-135	5.10	3.80	3.4	0.4	0.45	8.49	3.01	10.00	0.87	0.53	0.18	0.11	7.69	56.7	14.47
Bto5	135-170	5.30	3.70	4.6	0.2	0.35	4.24	2.37	9.00	0.87	0.55	0.20	0.05	7.69	64.1	15.74
Bto6	170-200+	5.50	3.50	1.3	0.4	0.30	3.79	2.41	9.00	0.95	0.59	0.85	0.05	7.56	67.8	21.30
<i>Ao Luk series 3 (Ak-3): Rhodic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap	0-18	5.30	3.80	11.6	1.1	20.45	26.37	0.36	10.63	2.90	0.03	0.57	0.34	10.81	89.4	26.56
Bto1	18-40	5.40	4.00	4.3	0.2	3.64	19.19	0.47	9.38	1.20	0.41	0.13	0.25	9.81	81.5	17.53
Bto2	40-60	5.40	4.00	3.1	0.4	1.00	10.48	0.43	8.88	1.24	0.47	0.26	0.13	9.31	59.4	19.12
Bto3	60-90	5.40	4.00	2.5	0.4	0.60	5.72	0.49	8.63	0.95	0.40	0.26	0.07	10.81	70.6	16.29
Bto4	90-123	5.50	4.10	1.9	0.3	0.70	7.07	1.00	9.13	0.49	0.24	0.24	0.09	10.19	86.0	10.35
Bo1	123-155	5.40	4.00	1.3	0.3	0.60	7.24	1.02	9.13	0.48	0.26	0.05	0.09	5.81	75.5	8.81
Bo2	155-190+	5.40	4.00	1.3	0.3	0.40	7.50	1.03	11.63	0.45	0.24	0.30	0.10	6.31	73.4	8.53

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	pH (1:1)		OM ¹ (-----g kg ⁻¹ -----)	Total N	Avail. P	Avail. K	Extr. Al	EA	Extractable Bases				CEC ² (NH ₄ OAc)	Active Fe (g kg ⁻¹)	BS ³ (%)
		H ₂ O	KCl							Ca	Mg	Na	K			
<i>Chok Chai series 1 (Ci-1): Rhodic Kandiustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap1	0-10	4.30	3.50	24.2	1.0	17.96	17.55	1.15	18.50	0.49	0.03	0.61	0.22	9.44	75.0	6.81
Ap2	10-27	4.50	3.60	13.1	0.7	4.35	6.51	1.66	19.00	0.40	0.35	0.71	0.08	6.50	61.4	7.53
Bto1	27-55	4.70	3.70	9.1	0.5	1.15	4.29	1.42	19.50	0.30	0.26	0.15	0.05	8.06	65.0	3.75
Bto2	55-88	4.50	3.60	7.2	0.4	0.80	3.14	1.86	13.00	0.14	0.15	0.21	0.04	6.94	62.3	4.01
Bto3	88-110	4.50	3.80	3.6	0.3	0.80	3.76	1.98	14.00	0.03	0.14	0.13	0.05	9.31	60.6	2.44
Bo1	110-132	4.70	3.70	3.6	0.2	0.50	4.72	1.61	14.00	0.02	0.12	0.09	0.06	6.81	64.0	1.97
Bo2	132-160	4.40	3.70	5.0	0.3	0.50	3.33	1.72	10.00	0.01	0.07	0.13	0.04	7.44	63.9	2.41
Bo3	160-200	4.60	3.80	3.7	0.2	0.50	3.47	1.54	14.00	0.01	0.06	0.11	0.04	5.69	69.4	1.59
<i>Chok Chai series 2 (Ci-2): Typic Kandiustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap	0-10	5.50	4.50	15.7	0.4	4.50	9.55	1.15	17.00	3.94	0.05	0.19	0.12	9.69	47.4	20.17
Bto1	10-25	5.10	4.00	8.2	0.3	3.10	4.63	0.69	18.00	0.66	0.03	0.08	0.06	9.19	48.4	4.41
Bto2	25-52	4.70	3.80	5.3	0.4	1.50	4.46	1.13	17.00	0.20	0.29	0.03	0.06	7.94	48.7	3.34
Bto3	52-76	4.60	3.60	4.1	0.2	0.80	3.91	1.22	17.00	0.03	0.10	0.12	0.05	6.69	48.3	1.74
Bo1	76-103	4.70	3.80	3.6	0.2	0.80	4.93	1.23	27.50	0.03	0.08	0.12	0.06	7.69	48.9	1.02
Bo2	103-130	4.80	3.90	2.8	0.3	0.80	5.01	1.17	28.00	0.05	0.14	0.12	0.06	6.56	44.0	1.31
Bo3	130-167	4.70	3.90	5.3	0.2	1.25	5.04	1.49	30.00	0.05	0.11	0.19	0.06	5.44	36.7	1.36
Btc	167-192+	4.80	4.00	4.6	0.2	1.50	5.53	1.47	29.00	0.06	0.08	0.19	0.07	7.19	46.4	1.37
<i>Chok Chai series 3 (Ci-3): Rhodic Kandiustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap1	0-15	4.30	3.70	25.0	0.7	13.15	21.52	0.65	12.00	0.49	0.03	0.08	0.28	9.06	97.3	6.82
Ap2	15-30	4.50	3.80	19.2	0.6	6.49	10.73	0.57	12.00	0.54	0.02	0.10	0.14	6.19	107.7	6.27
Bto1	30-51	4.50	3.70	15.0	0.3	4.24	6.22	1.04	10.00	0.30	0.22	0.21	0.08	9.94	121.6	7.47
Bto2	51-73	4.40	3.60	12.7	0.2	3.74	5.04	1.39	10.00	0.18	0.11	0.06	0.06	6.06	106.4	3.95
Bto3	73-100	4.50	3.80	8.0	0.3	2.50	4.33	1.16	10.00	0.14	0.11	0.08	0.06	7.44	105.6	3.74
Bto4	100-130	4.70	3.70	6.9	0.3	2.45	2.94	1.03	11.00	0.10	0.25	0.12	0.04	7.88	118.6	4.40
Bo1	130-160	4.90	3.90	4.7	0.1	1.50	3.81	0.94	8.00	0.02	0.07	0.12	0.05	6.44	123.9	3.06
Bo2	160-185	4.80	3.90	3.3	0.2	1.30	4.48	0.87	9.00	0.01	0.04	0.23	0.06	5.81	132.7	3.66
Bto5	185-205+	4.90	3.90	5.3	0.1	1.20	3.05	0.64	7.00	0.01	0.04	0.17	0.04	5.94	116.9	3.58

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Horizon	Depth (cm)	pH (1:1)		OM ¹ (-----g kg ⁻¹ -----)	Total N	Avail. P	Avail. K	Extr. Al	EA	Extractable Bases				CEC ² (NH ₄ OAc)	Active Fe (g kg ⁻¹)	BS ³ (%)
		H ₂ O	KCl							Ca	Mg	Na	K			
<i>Tha Mai series 1 (Ti-1): Rhodic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap1	0-12	5.10	4.60	45.2	1.0	98.59	22.67	0.15	67.00	5.62	1.06	0.29	0.29	11.50	104.0	9.78
Ap2	12-27	4.80	4.25	28.2	0.8	18.73	11.47	0.52	62.00	3.35	0.62	0.05	0.15	15.38	111.7	6.30
Bto1	27-52	4.90	4.50	10.6	0.3	18.44	19.27	0.07	56.00	0.50	0.52	0.09	0.25	11.13	103.4	19.34
Bto2	52-78	5.10	4.75	6.0	0.3	22.43	17.34	0.02	56.00	0.67	0.35	0.06	0.22	11.00	114.9	23.58
Bto3	78-96	5.15	4.75	5.3	0.2	19.95	16.73	0.04	40.00	0.62	0.26	0.12	0.21	11.00	112.7	28.63
Bo1	96-125	4.90	4.50	4.6	0.2	24.73	13.19	0.11	40.00	0.19	0.31	0.18	0.17	11.13	118.0	11.88
Bo2	125-160	4.80	4.40	4.1	0.2	26.23	10.38	0.15	51.00	0.10	0.26	0.48	0.13	9.38	93.4	6.15
Bo3	160-200	4.60	4.30	2.7	0.2	17.86	7.42	0.17	54.00	0.09	0.18	0.57	0.09	10.38	110.7	5.25
<i>Tha Mai series 2 (Ti-2): Typic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic</i>																
Ap	0-14/16	5.25	4.55	34.2	1.0	72.43	48.93	0.05	46.50	6.40	1.05	0.22	0.63	16.13	91.1	15.14
Bto1	16-40	4.70	4.10	20.4	0.5	41.32	18.61	0.26	48.50	0.35	0.24	0.57	0.24	18.13	116.4	2.80
Bto2	40-70	4.60	4.30	13.2	0.5	22.86	10.50	0.11	43.50	0.46	0.35	0.20	0.13	9.38	107.6	2.57
Bto3	70-95	4.45	4.15	5.0	0.2	20.99	12.25	0.10	39.50	0.22	0.24	0.14	0.16	9.50	104.0	1.89
Bo1	95-125	4.45	4.35	4.8	0.2	13.24	12.68	0.05	22.00	0.29	0.33	0.05	0.16	6.50	94.0	3.66
Bo2	125-150	4.60	4.40	2.9	0.1	6.75	4.26	0.03	22.00	0.43	0.47	0.09	0.05	8.75	86.3	4.57
Bo3	150-175	4.40	4.65	1.9	0.2	3.75	4.20	0.05	20.00	0.35	0.23	0.18	0.05	6.38	90.7	3.92
Bo4	175-200	4.40	4.60	3.6	0.1	2.25	4.93	0.05	21.00	0.25	0.17	0.27	0.06	8.63	133.7	3.49

¹ OM=Organic Matter

² CEC=Cation Exchange Capacity

³ BS=Base Saturation

3. ปริมาณไนโตรเจนรวม

ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินที่ทำการศึกษาทั้ง 4 ชุดดินมีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำ มีค่าอยู่ในพิสัย 1.1-2.1 กรัมต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยในชั้นดินบนมีปริมาณไนโตรเจนรวมมากกว่าชั้นดินล่าง ซึ่งสอดคล้องกันกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งสำคัญของไนโตรเจนในดิน (ไพบูลย์, 2528; Orlow, 1992; Brady and Weil, 1999)

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ผลการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินพบว่า ชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง ($0.45-21.67 \text{ mg kg}^{-1}$) ชุดดินอ่าวลึกและชุดดินโชคชัยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ($0.1-130.91 \text{ mg kg}^{-1}$) โดยเฉพาะในดินบนของชุดดินอ่าวลึกและชุดดินโชคชัยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมากซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากการจัดการดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดิน

เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความสัมพันธ์กับค่าปฏิกิริยาดิน ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าเป็นกรด ฟอสฟอรัสจะรวมตัวเป็นสารประกอบกับเหล็กและอะลูมิเนียมที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช และนอกจากนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งของอินทรีย์ฟอสเฟต จึงทำให้ดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าในดินล่าง (Sanchez, 1976; Parfitt, 1981)

5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ผลการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินพบว่า ชุดดินปากช่องมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงมาก ($7.08-678.02 \text{ mg kg}^{-1}$) ชุดดินอ่าวลึกและชุดดินท่าใหม่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ ($2.84-48.93 \text{ mg kg}^{-1}$) ชุดดินโชคชัยมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก ($2.94-21.52 \text{ mg kg}^{-1}$) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดิน เนื่องจากในชั้นดินล่างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ทำให้สามารถดูดซับแคตไอออนได้น้อย (Sanchez, 1976)

6. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ผลการศึกษาความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินพบว่า ชุดดินปากช่องมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงสูง ($9.5-20.38 \text{ mg kg}^{-1}$) ชุดดินอ่าวลึกมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ($3.19-12.94 \text{ mg kg}^{-1}$) ชุดดินโชคชัยมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ($5.81-9.69 \text{ mg kg}^{-1}$) ชุดดินท่าใหม่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง ($6.38-18.13 \text{ mg kg}^{-1}$) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดิน เนื่องจากปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่ลดลงในดินล่าง และองค์ประกอบส่วนใหญ่ของดินเป็นแร่ในกลุ่มซิลิเกต มีแร่ดินเหนียวเคลโอไลไนต์และแร่ควอร์ตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นแร่ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับไอออนได้น้อย ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำลงในดินล่าง (Grim, 1968; Bohn *et al.*, 1979; Gillman and Sumpter, 1986)

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าออกซิซอลส์ที่มีสีแดงเหล่านี้มีปริมาณของเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่ในดินสูง แต่มีอิทธิพลของอะลูมิเนียมไม่มากนัก โดยเฉพาะในดินบน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของเบสรวมที่สกัดได้

สมบัติทางเคมีของดินที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับรอยพิมพ์ประจุของดิน

1. ปฏิกริยาดิน (soil reaction, pH) (ตารางที่ 3)

ผลวิเคราะห์ปฏิกริยาดิน โดยใช้ดินต่อน้ำ ในอัตราส่วน 1:1 พบว่า ดินบนของชุดดินปากช่องมีปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างเล็กน้อย (pH 6.3–7.6) ดินล่างมีปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.6–4.9) ดินบนของชุดดินอ่าวลึกมีปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.3–6.5) ดินล่างมีปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.4–5.9) ดินบนของชุดดินโชคชัยมีปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.3–5.5) ดินล่างมีปฏิกริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัดมาก (pH 4.4–4.7) ส่วนดินบนของชุดดินท่าใหม่มีปฏิกริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.1–5.25) ดินล่างมีปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.6–5.1)

ค่าปฏิกริยาดินวัดโดยใช้ดินต่อสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ในอัตราส่วน 1:1 พบ

ว่าดินบนของชุดดินอ่าวลึก และชุดดินโชคชัยมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 3.5–5.6) ส่วนดินล่างมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัด (pH 3.6–5.2) ส่วนดินบนของชุดดินท่าใหม่มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5–4.6) ดินล่างมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกรดจัดมาก (pH 4.3–4.7) ดินบนของชุดดินปากช่องมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6–7.0) ดินล่างจะมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 3.7–4.0)

ค่าปฏิกิริยาดินที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้น้ำมีค่าสูงกว่าค่าวิเคราะห์โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ แสดงให้เห็นว่าดินมีประจุรวมเป็นลบ ทำให้เกิดการดูดซับแคตไอออนที่ผิวอนุภาคดินได้ดีกว่าแอนไอออน (Van and Peech, 1972; Sanchez, 1976)

ค่าปฏิกิริยาดินมีความสัมพันธ์กับรอยพิมพ์ประจุของดิน เนื่องจากผิวของอนุภาคดินมีทั้งประจุถาวรและประจุนั้นกับพีเอชอยู่ร่วมกัน จึงทำให้ค่าของปฏิกิริยาดินเป็นตัวกำหนดชนิดและปริมาณของประจุที่ผิวอนุภาคดิน ทำให้เกิดการดูดซับแคตไอออนและแอนไอออนที่ผิว ซึ่งลักษณะรอยพิมพ์ประจุแสดงให้เห็นความสามารถในการดูดซับไอออนของดินที่ระดับปฏิกิริยาดินต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน ลักษณะรอยพิมพ์ประจุจะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดูดซับไอออนของดินตามสภาพที่แท้จริงตามธรรมชาติ (Gillman and Sumpter, 1986) และค่าปฏิกิริยาดินยังเป็นเครื่องช่วยวินิจฉัยถึงสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง ระดับการผุพังอยู่กับที่ ปริมาณการชะละลายความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด และสภาพความเป็นพิษของดินต่อพืชด้วย (Coleman and Thomas, 1964; Coleman, 1967; Buol *et al.*, 1989; Brady and Weil, 1999)

2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ตารางที่ 3)

ดินบนของชุดดินปากช่องมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง อยู่ในพิสัย 35.9-41.3 กรัมต่อกิโลกรัม ดินบนของชุดดินอ่าวลึกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำปานกลางถึงปานกลาง อยู่ในพิสัย 11.6-24.9 กรัมต่อกิโลกรัม ดินบนของชุดดินโชคชัยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง อยู่ในพิสัย 15.7-25 กรัมต่อกิโลกรัม ดินบนของชุดดินท่าใหม่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงปานกลางถึงสูงมาก อยู่ในพิสัย 34.2 -45.2 กรัมต่อกิโลกรัม

ดินล่างของชุดดินปากช่องและชุดดินอ่าวลึกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมากถึงต่ำอยู่ในพิสัย 2.9-9.2 กรัมต่อกิโลกรัม ดินล่างชุดดินโชคชัยและชุดดินท่าใหม่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำถึงต่ำ

ปานกลางอยู่ในพิสัย 5.3-13.2 กรัมต่อกิโลกรัม และทุกตัวอย่างดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบนสูงกว่าดินล่าง เนื่องจากมีการสะสมของชั้นส่วนพืชที่สลายตัวจากการทำการเกษตร หรือจากพืชพรรณธรรมชาติในชั้นดินบน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากในสภาพอากาศร้อนชื้นทำให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวอย่างรวดเร็ว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; Sanchez, 1976; Thomson and Troch, 1978)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินเนื่องจากอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งประจุลบขึ้นกับพีเอชที่สำคัญในดิน ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น (Uehara and Gillman, 1981; Bleeker and Sageman, 1990; Parfitt, 1992; Brady and Weil, 1999) และจากที่อินทรีย์วัตถุมีจุดประจุสุทธิศูนย์ต่ำ เมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดซับแคตไอออนในดินจะเพิ่มขึ้น และทำให้ดินมีช่วงการเกิดประจุลบที่ผิวอนุภาคดินในช่วงปฏิกิริยาดินที่กว้างขึ้น จึงทำให้ดินสามารถดูดซับแคตไอออนได้ช่วงกว้างขึ้น (Uehara and Gillman, 1981; Sposito, 1989; Stevenson, 1994; Sparks, 1995; Brady and Weil, 1999)

3. ปริมาณออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็ก (active Fe) (ตารางที่ 3)

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ดินบนของชุดดินปากช่องมีค่าปริมาณออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็กอยู่ในพิสัย 64.6-96 กรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินอ่าวลึกมีค่าอยู่ในพิสัย 52.1-135.2 กรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินโชคชัยมีค่าอยู่ในพิสัย 47.4-97.3 กรัมต่อกิโลกรัม และชุดดินท่าใหม่มีค่าอยู่ในพิสัย 91.1-104 กรัมต่อกิโลกรัม

ส่วนดินล่างของชุดดินปากช่องมีค่าปริมาณออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็กอยู่ในพิสัย 71.1-84.3 กรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินอ่าวลึกมีค่าอยู่ในพิสัย 53.7-137.1 กรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินโชคชัยมีค่าอยู่ในพิสัย 48.7-106.4 กรัมต่อกิโลกรัม และชุดดินท่าใหม่มีค่าอยู่ในพิสัย 107.6-114.9 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็กส่วนใหญ่มีแนวโน้มสูงขึ้นในชั้นดินล่างของทุกชุดดิน

เหล็กออกไซด์มีอิทธิพลต่อสมบัติทางเคมีของดิน ซึ่งเหล็กออกไซด์จะมีประจุที่ผิวเป็นประจุขึ้นกับพีเอช ทำให้เกิดประจุบวกขึ้นกับพีเอชที่ผิวอนุภาคดินได้ง่ายเมื่อดินมีค่าปฏิกิริยาเป็นกรด

(Parks, 1965; Hildebrand and Blum, 1974) เมื่อปฏิกิริยาดินลดต่ำลงจะทำให้เหล็กออกไซด์ละลายได้มากขึ้น และเกิดประจุบวกขึ้นกับพีเอชมากขึ้น (Bohn *et al.*, 1979; Orlov, 1992) และเมื่อเหล็กออกไซด์ไปเคลือบอยู่ที่ผิวอนุภาคขนาดดินเหนียว ทำให้ประจุที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวลดลง ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนลดลง (Parks, 1965; Hildebrand and Blum, 1974; Sanchez, 1976)

4. ปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ (ตารางที่ 3)

ปริมาณอะลูมิเนียมในดินแต่ละชนิดมีปริมาณแตกต่างกัน และมีปริมาณแตกต่างกันตามการเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาดิน โดยพบว่าส่วนใหญ่เมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4 โดยประมาณ จะพบปริมาณของอะลูมิเนียมเพิ่มขึ้นตามการลดลงของค่าปฏิกิริยาดิน

ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำลงปริมาณอะลูมิเนียมจะละลายออกมาได้มากขึ้น และปริมาณอะลูมิเนียมในดินมีแนวโน้มสูงขึ้นในดินล่าง เนื่องจากปริมาณอะลูมิเนียมในดินลดลงเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น เพราะจะเกิดการจับตัวอยู่ร่วมกับอินทรีย์วัตถุในดิน (Kaiser and Guggenberger, 2003) ไฮดรอกไซด์ของอะลูมิเนียมในดินทำให้เกิดประจุบวกขึ้นกับพีเอชดิน จึงสามารถดูดซับแอนไอออนได้ดีเมื่อดินมีค่าปฏิกิริยาดินต่ำ (Gebhardt and Coleman, 1974)

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดิน

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออน

ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนในดิน ตามระดับปฏิกิริยาดินทำให้เกิดรอยพิมพ์ประจุของดิน ซึ่งประกอบด้วยความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนรวม ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นด่าง และความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออน ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าปฏิกิริยาดินและดินแต่ละชนิดมีจุดประจุสุทธิศูนย์ (zero point of net charge: ZPNC) ไม่เท่ากัน โดยจุดประจุสุทธิศูนย์มาจากจุดที่ค่าปฏิกิริยาดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นด่างมีค่าเท่ากับค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนของดิน โดยแต่ละชนิดดินมีจุดประจุสุทธิเป็นศูนย์แตกต่างกันตามองค์ประกอบของดิน และตามสภาพแวดล้อมในแต่ละบริเวณ

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าปฏิกิริยาของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็ก ในชั้นดินบนและชั้นดินล่างของชุดดินปากช่อง ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินโชคชัย และชุดดินท่าใหม่

No.	Horizon	Depth (cm)	pH 1:1		O.M. (-----g kg ⁻¹ -----)	Active Fe	Extr. Al (cmol kg ⁻¹)
			H ₂ O	1N KCl			
Pc-1	Ap1	0-8	6.30	6.00	41.30	96.00	0.02
	Bto1	115-140	4.60	3.80	2.90	71.10	4.19
Pc-2	Ap	0-20	6.95	6.30	35.90	79.10	0.03
	Bto1	60-85	4.90	4.05	5.50	72.30	1.20
Pc-3	Ap	0-12	7.60	7.05	36.50	64.60	0.02
	Bto1	140-164	4.90	3.70	4.70	84.30	3.12
Ak-1	Ap	0-10	6.00	4.60	24.90	135.20	0.05
	Bto2	30-52	5.90	5.20	9.20	137.10	0.00
Ak-2	Ap	0-17	6.50	5.60	17.70	52.10	0.06
	Bto2	42-70	5.50	3.90	7.40	53.70	1.39
Ak-3	Ap	0-18	5.30	3.80	11.60	89.40	0.36
	Bto2	40-60	5.40	4.00	3.10	59.40	0.43
Ci-1	Ap1	0-10	4.30	3.50	24.20	75.00	1.15
	Bto2	55-88	4.50	3.60	7.20	62.30	1.86
Ci-2	Ap	0-10	5.50	4.50	15.70	47.40	1.15
	Bto2	25-52	4.70	3.80	5.30	48.70	1.13
Ci-3	Ap1	0-15	4.30	3.70	25.00	97.30	0.65
	Bto2	51-73	4.40	3.60	12.70	106.40	1.39
Ti-1	Ap1	0-12	5.10	4.60	45.20	104.00	0.15
	Bto2	52-78	5.10	4.75	6.00	114.90	0.02
Ti-2	Ap	0-14 / 16	5.25	4.55	34.20	91.10	0.05
	Bto2	40-70	4.60	4.30	13.20	107.60	0.11

ตารางที่ 4 แร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวของออกซิซอลส์สีแดง

Horizon	Depth (cm)	Kao	Hem	Goe	Int	Mhm	Ant	Gib	Boe	Qtz
<i>Typic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Pc-1)</i>										
Ap2	8-35	xxxx	x	-	-	-	-	-	-	-
Bt2	70-90	xxxx	x	-	-	-	-	-	-	-
Bto1	115-140	xxxx	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Pc-2)</i>										
Ap	0-20	xxxx	x	-	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bt2	40-60	xxxx	x	-	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bto1	60-85	xxxx	x	-	Tr.	-	-	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Pc-3)</i>										
A	12-30	xxxx	x	Tr.	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bt3	80-110	xxxx	x	Tr.	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bto1	140-164	xxxx	x	Tr.	-	-	-	-	-	Tr.
<i>Typic Kandiuistox, very-fine, ferruginous, isohyperthermic (Ak-1)</i>										
Ap	0-10	xx	x	x	-	-	-	xx	x	-
Bto2	30-52	xx	x	x	-	-	-	xx	x	-
Bto4	80-117	xx	x	x	-	-	-	xx	x	-
<i>Typic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ak-2)</i>										
Ap	0-17	xxxx	x	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Bto2	42-70	xxxx	x	Tr.	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bto4	100-135	xxxx	x	Tr.	Tr.	-	-	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ak-3)</i>										
Ap	0-18	xxxx	x	Tr.	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bto3	60-90	xxxx	x	Tr.	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bo1	123-155	xxxx	x	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ci-1)</i>										
Ap2	10-27	xxxx	x	-	-	-	-	-	-	-
Bto2	55-88	xxxx	x	-	-	-	-	-	-	Tr.
Bo1	110-132	xxxx	x	-	-	-	-	-	-	Tr.
<i>Typic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ci-2)</i>										
Ap	0-10	xxxx	x	Tr.	-	-	-	-	-	-
Bto2	25-52	xxxx	x	Tr.	-	-	Tr.	-	-	-
Bo1	76-103	xxxx	x	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Btc	167-192+	xxxx	x	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ci-3)</i>										
Ap1	0-15	xxxx	x	Tr.	-	-	Tr.	-	-	-
Bto1	30-51	xxxx	x	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Bo1	130-160	xxxx	x	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ti-1)</i>										
Ap1	0-12	xxxx	x	Tr.	Tr.	x	Tr.	Tr.	-	Tr.
Bto1	27-52	xxxx	x	x	-	Tr.	Tr.	Tr.	-	Tr.
Bo1	96-125	xxxx	x	x	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	-	Tr.
<i>Typic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ti-2)</i>										
Ap	0-14/16	xxxx	x	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	-	-	Tr.
Bto2	40-70	xxxx	x	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	-	-	Tr.
Bo1	95-125	xxxx	x	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	-	-	Tr.

Minerals: Kao = kaolinite, Hem = hematite, Goe = goethite, Int = interstratified of 1.0 and 1.4 nm clay,

Mhm = maghemite, Ant = Anatase, Gib = gibbsite, Boe = Boehmite and Qtz = quartz

: xxxx = >60%, xxx = 40-60%, xx = 20-40%, x = 5-20%, Tr. = <5%

ตารางที่ 5 แร่ในกลุ่มอนุภาคขนาดทรายแป้งของออกซิซอลล์สีแดง

Horizon	Depth (cm)	Quartz	Anatase	Rutile	Gibbsite	Hematite	Goethite	Maghemite	Kaolinite
<i>Typic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Pc-1)</i>									
Ap2	8-35	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
Bt2	70-90	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
Bto1	115-140	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Pc-2)</i>									
Ap	0-20	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
Bt2	40-60	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
Bto1	60-85	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Pc-3)</i>									
A	12-30	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
Bt3	80-110	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
Bto1	140-164	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Typic Kandiuiox, very-fine, ferruginous, isohyperthermic (Ak-1)</i>									
Ap	0-10	xxxx	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	-	Tr.
Bto2	30-52	xxx	Tr.	Tr.	x	Tr.	Tr.	-	Tr.
Bto4	80-117	xxx	Tr.	Tr.	x	Tr.	Tr.	-	Tr.
<i>Typic Kandiuiox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ak-2)</i>									
Ap	0-17	xxxx	Tr.	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bto2	42-70	xxxx	Tr.	Tr.	-	-	-	-	Tr.
Bto4	100-135	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuiox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ak-3)</i>									
Ap	0-18	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
Bto3	60-90	xxxx	Tr.	Tr.	-	-	Tr.	-	Tr.
Bo1	123-155	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ci-1)</i>									
Ap2	10-27	xxxx	-	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Bto2	55-88	xxxx	-	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Bo1	110-132	xxxx	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Typic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ci-2)</i>									
Ap	0-10	xxxx	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Bto2	25-52	xxxx	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Bo1	76-103	xxxx	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Btc	167-192+	xxxx	Tr.	Tr.	-	Tr.	Tr.	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ci-3)</i>									
Ap1	0-15	xxx	-	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Bto1	30-51	xxxx	Tr.	-	-	Tr.	-	-	Tr.
Bo1	130-160	xxxx	-	Tr.	-	Tr.	-	-	Tr.
<i>Rhodic Kandiuiox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ti-1)</i>									
Ap1	0-12	xxx	Tr.	-	-	x	x	x	Tr.
Bto1	27-52	xxx	Tr.	-	Tr.	x	Tr.	x	Tr.
Bo1	96-125	xxx	-	-	Tr.	x	Tr.	x	Tr.
<i>Typic Kandiuiox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic (Ti-2)</i>									
Ap	0-14/16	xxx	Tr.	-	-	x	-	x	Tr.
Bto2	40-70	xxx	-	-	Tr.	x	-	x	Tr.
Bo1	95-125	xxx	Tr.	-	Tr.	x	-	x	Tr.

xxxx =>60%, xxx = 40-60%, xx = 20-40%, x = 5-20%, Tr. = <5%

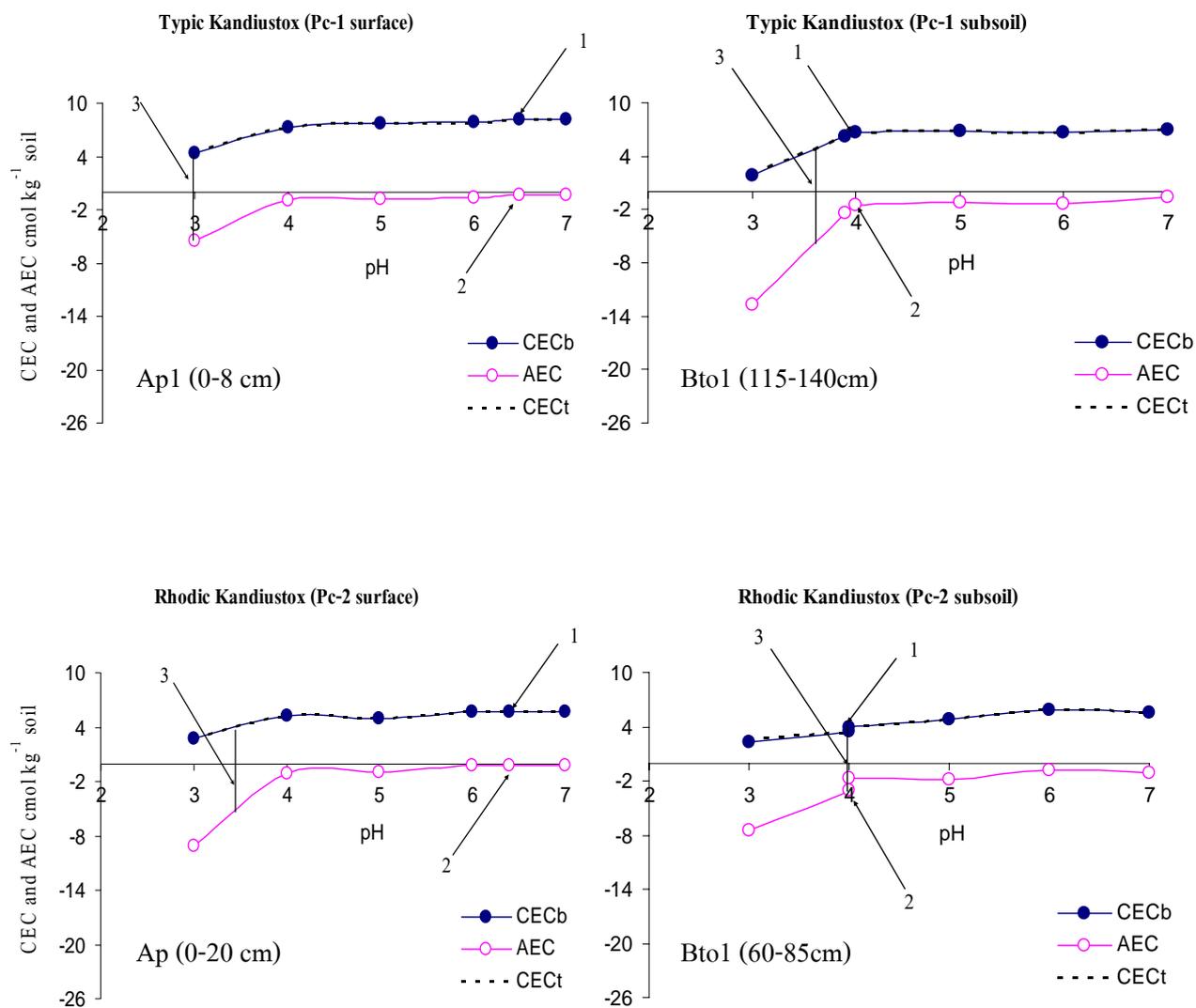
ชุดดินปากช่อง (Pak Chong series: Pc) (ภาพที่ 5 และ 6)

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินปากช่องพบว่า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าปฏิกิริยาดิน โดยค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนจะมีค่าต่ำสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 3.0 และมีค่าสูงสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินมีค่าเท่ากับ 7.0 ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาดินลดลง มีค่าสูงสุดที่ปฏิกิริยาดินเท่ากับ 3.0 และส่วนใหญ่มีค่าต่ำสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 7.0

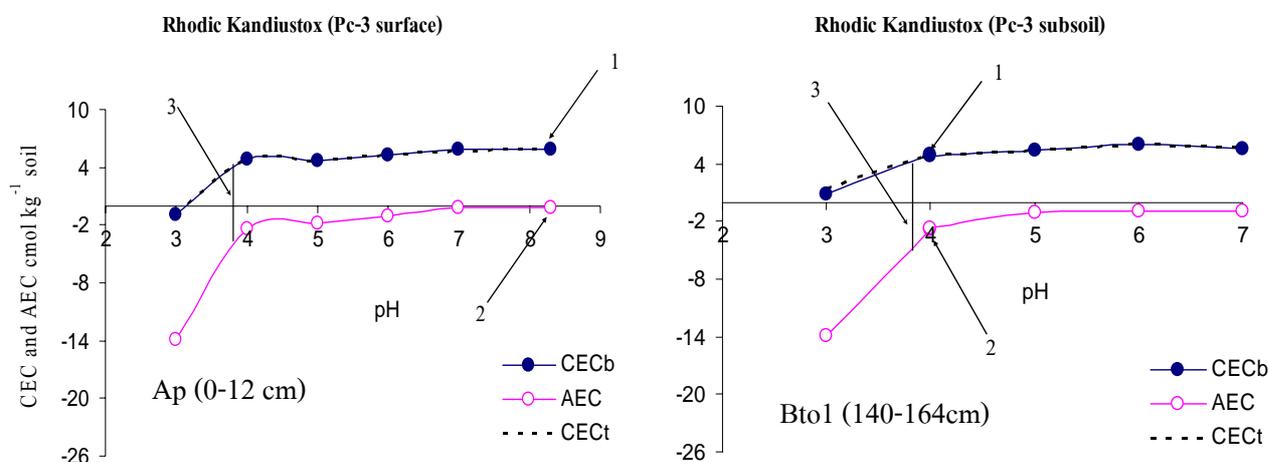
จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุพบว่า ดินมีประจุสุทธิศูนย์ที่ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 3.0-3.9 โดยในชั้นดินบนจะมีประจรวมสุทธิเป็นศูนย์ต่ำกว่าชั้นดินล่าง เนื่องจากในชั้นดินบนจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าชั้นดินล่าง จึงทำให้ดินมีจุดประจุสุทธิศูนย์ต่ำกว่าในชั้นดินล่าง (Bleeker and Sageman, 1990; Stevenson, 1994; Sparks, 1995)

ลักษณะรอยพิมพ์ประจูดินแสดงว่าเมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4 โดยประมาณดินมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณประจุที่ผิวอย่างรวดเร็ว จากลักษณะเส้นแสดงค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นต่าง และความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนที่มีความลาดชันสูง ซึ่งชี้บ่งว่าเมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4 ดินจะมีประจุขึ้นกับพีเอชเป็นลักษณะเด่นทั้งประจวบและประจุลบ เมื่อค่าปฏิกิริยาดินสูงกว่า 4 ดินจะแสดงประจวบารเป็นลักษณะเด่นมากกว่าประจุขึ้นกับพีเอชทั้งประจวบและประจุลบ โดยเส้นความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนและค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดินมีแร่ดินเหนียวที่ให้ประจวบารรวมอยู่ด้วย (Parfitt, 1992)

ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำลงในดินล่าง ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนพบว่ามีค่าสูงขึ้นในดินล่าง เนื่องจากปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่ลดลง และส่วนใหญ่ในชั้นดินล่างมีปริมาณออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็กสูงกว่าในชั้นดินบน จึงทำให้ชั้นดินล่างมีปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนสูงกว่าในชั้นดินบน (Park, 1965; Hildebrand and Blum, 1974; Sanchez, 1976) ผลต่างของความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนรวมและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นต่าง ซึ่งแสดงปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้ในดิน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาดินลดลง เนื่องจากการละลายของอะลูมิเนียมถูกควบคุมด้วยค่าปฏิกิริยาดินและปริมาณของอะลูมิเนียมที่ละลายได้มีแนวโน้มสูงขึ้นในดินล่าง



ภาพที่ 5 รอยพิมพ์ประจุของชุดดินปากช่อง บริเวณที่ 1 (Typic Kandustox) ดินบน (Ap1: 0-8 cm) และดินล่าง (Bto1: 115-140 cm) บริเวณที่ 2 (Rhodic Kandustox) ดินบน (Ap: 0-20 cm) และดินล่าง (Bto1: 60-85 cm)
 1 = CECb ในสภาพปกติของดิน 2 = AEC ในสภาพปกติของดิน
 3 = ค่า pH ที่ดินมีประจุสุทธิศูนย์ (ZPNC)



ภาพที่ 6 รอยพิมพ์ประจุของชุดดินปากช่อง บริเวณที่ 3 (Rhodic Kandustox) ดินบน(Ap: 0-12 cm) และดินล่าง (Bto1: 140-164 cm)

1 = CECb ในสภาพปกติของดิน

2 = AEC ในสภาพปกติของดิน

3 = ค่า pH ที่ดินมีประจุสุทธิศูนย์ (ZPNC)

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินปากช่อง แสดงว่าดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำมากถึงต่ำปานกลาง ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่ของดินเป็นแร่ในกลุ่มซิลิเกตมีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์และแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นแร่ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับไอออนได้น้อย ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ (Grim, 1968; Bohn *et al.*, 1979; Gillman and Sumpter, 1986)

ชุดดินอ่าวลึก (Ao Luk series: Ak) (ภาพที่ 7 และ 8)

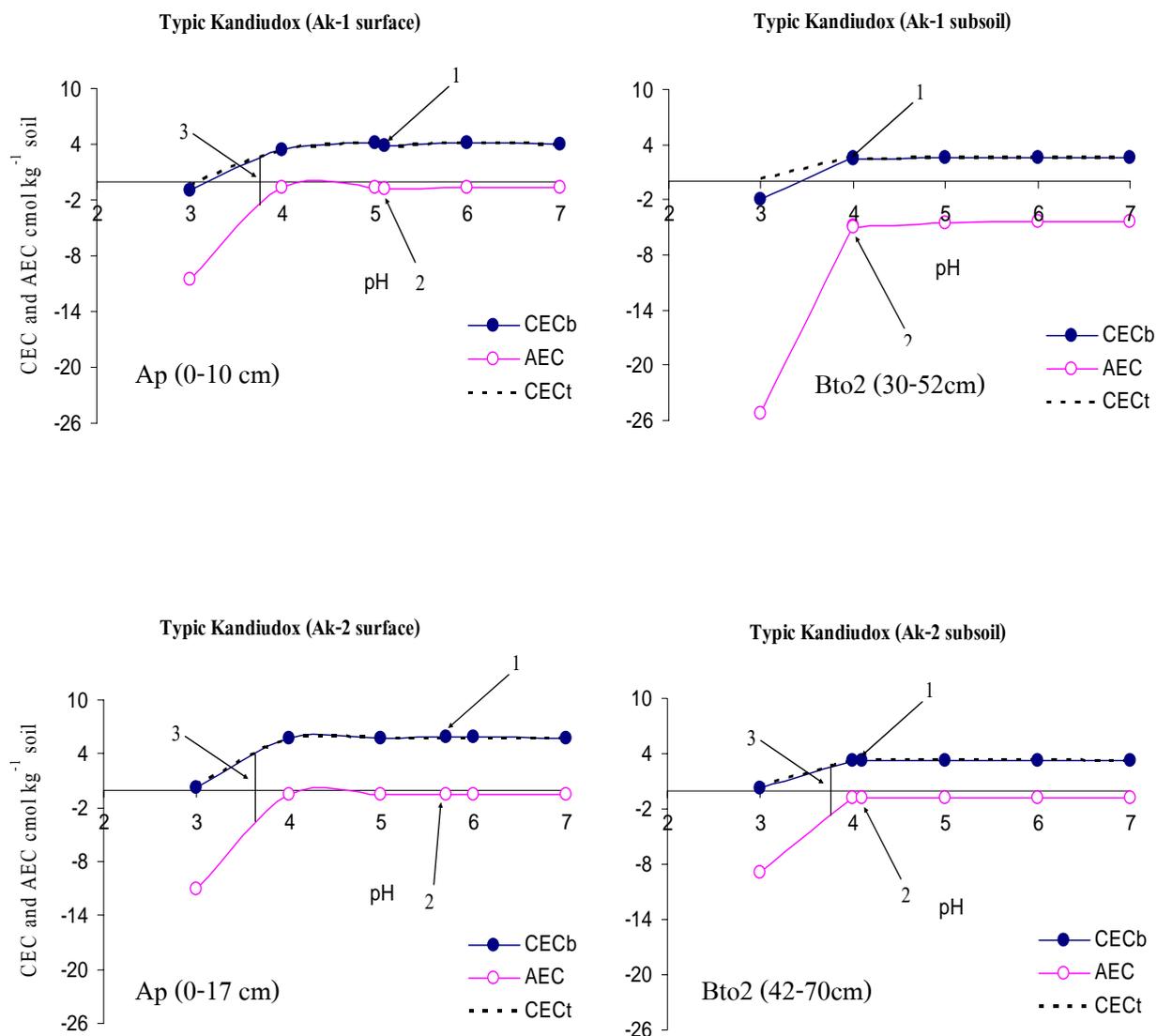
ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินอ่าวลึกพบว่า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าปฏิกิริยาดิน โดยค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 3.0 นอกจากนี้ในชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 1 (Ak-1) และมีค่าสูงสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินมีค่าเท่ากับ 7.0 ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาดินลดลง มีค่าสูงสุดที่ปฏิกิริยาดินเท่ากับ 3.0 และส่วนใหญ่มีค่าต่ำสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 7.0

จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุพบว่า ดินมีประจุสุทธิศูนย์ที่ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 3.5-3.8 โดยในชั้นดินบนจะมีประจุสุทธิศูนย์ต่ำกว่าชั้นดินล่าง เนื่องจากในชั้นดินบนจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าชั้นดินล่าง จึงทำให้ดินมีจุดประจุสุทธิศูนย์ต่ำกว่าในชั้นดินล่าง (Bleeker and Sageman, 1990; Stevenson, 1994; Sparks, 1995) สำหรับในดินล่างของชุดดินอ่าวลึกในบริเวณที่ 1 พบว่าดินไม่มีช่วงพีเอชใดที่จะเกิดสภาพประจุสุทธิศูนย์ในดิน

จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุดินพบว่าเมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4 โดยประมาณดินมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณประจุที่ผิวอย่างรวดเร็ว จากลักษณะเส้นแสดงความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นค่าและความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนที่มีความลาดชันสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4 ดินจะมีประจุเป็นประจุขึ้นกับพีเอชเป็นลักษณะเด่นทั้งประจวบและประจุลบ เมื่อค่าปฏิกิริยาดินสูงกว่า 4 ดินจะแสดงประจุถาวรเป็นลักษณะเด่นมากกว่าประจุขึ้นกับพีเอชทั้งประจวบและประจุลบ โดยเส้นความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนและค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดินมีแร่ดินเหนียวที่ทำให้ประจุถาวรร่วมอยู่ด้วย (Parfitt, 1992)

จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุพบว่าเมื่อค่าปฏิกิริยาดินมีค่าสูงกว่า 4.0 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนจะมีค่าสูงกว่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนทั้งดินบนและดินล่างยกเว้นในดินล่างของชุดดินอ่าวลึกบริเวณที่ 1 ที่ค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนมีค่าสูงกว่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในทุกค่าปฏิกิริยาดิน อาจเนื่องจากในชุดดินอ่าวลึกในบริเวณที่ 1 นั้นมีเหล็กออกไซด์เป็นองค์ประกอบสูงและมีแร่กิบbsite เป็นแร่องค์ประกอบ ซึ่งแร่กิบbsite จะให้ประจุสุทธิเป็นบวกทำให้ดินมีความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนมากกว่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เมื่อค่าปฏิกิริยาดินมีค่าต่ำกว่า 4.0 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนจะมีค่าสูงกว่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำลงในดินล่าง ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนพบว่า มีค่าสูงขึ้นในดินล่าง เนื่องจากปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่ลดลงและส่วนใหญ่ในชั้นดินล่างมีปริมาณออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็กสูงกว่าในชั้นดินบน จึงทำให้ชั้นดินล่างมีปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนสูงกว่าในชั้นดินบน (Park, 1965; Hildebrand and Blum, 1974; Sanchez, 1976) ความแตกต่างของความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนรวมและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นค่า ซึ่งแสดงปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้ในดิน พบว่าปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาดินลดลง เนื่องจากการละลายของอะลูมิเนียมถูกควบคุมด้วยค่าปฏิกิริยาดินและปริมาณของอะลูมิเนียมที่ละลายได้มีแนวโน้มสูงขึ้นในดินล่าง

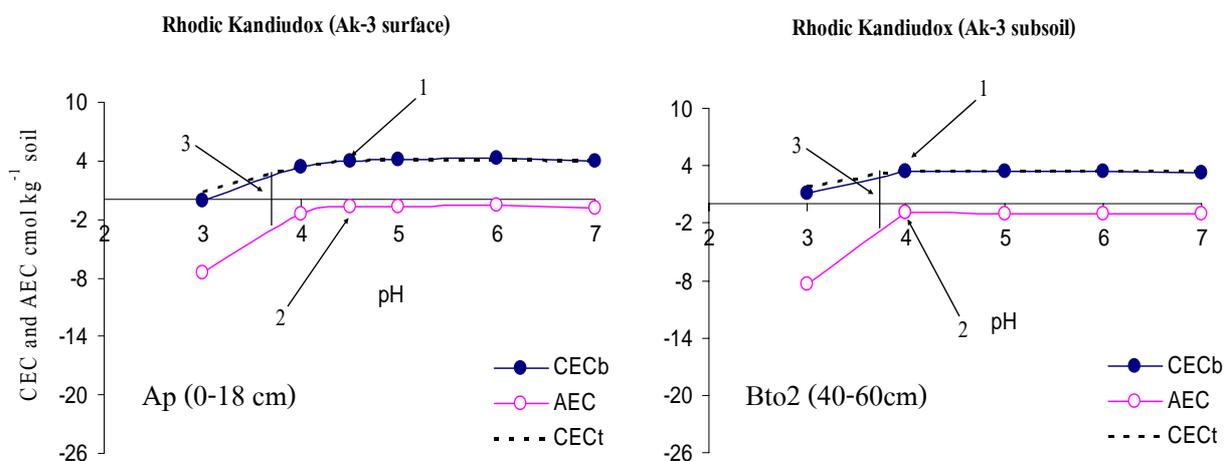


ภาพที่ 7 รอยพิมพ์ประจุของชุดดินอ่าวลึก บริเวณที่ 1 (Typic Kandiodox) ดินบน (Ap: 0-10 cm) และดินล่าง (Bto2: 30-52 cm) บริเวณที่ 2 (Typic Kandiodox) ดินบน (Ap: 0-17 cm) และดินล่าง (Bto2: 42-70 cm)

1 = CECb ในสภาพปกติของดิน

2 = AEC ในสภาพปกติของดิน

3 = ค่า pH ที่ดินมีประจุสุทธิศูนย์ (ZPNC)



ภาพที่ 8 รอยพิมพ์ประจุของชุดดินอ่าวลึก บริเวณที่ 3 (Rhodic Kandiudox) ดินบน (Ap: 0-18 cm) และดินล่าง (Bto2: 40-60 cm)
 1 = CECb ในสภาพปกติของดิน 2 = AEC ในสภาพปกติของดิน
 3 = ค่า pH ที่ดินมีประจุสุทธิศูนย์ (ZPNC)

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินอ่าวลึก ดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำมากถึงต่ำปานกลาง ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ในกลุ่มซิลิเกตมีแร่ดินเหนียวเคลโอลิไนต์และแร่วอดซ์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นแร่ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับไอออนได้น้อย ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ (Grim, 1968; Bohn *et al.*, 1979; Gillman and Sumpter, 1986)

ชุดดิน ไชคชัย (Chok Chai series: Ci) (ภาพที่ 9 และ 10)

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดิน ไชคชัย แสดงว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าปฏิกิริยาดิน โดยค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีค่าต่ำสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 3.0 และมีค่าสูงสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินมีค่าเท่ากับ 7.0 ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนมีค่าสูงขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาดินลดลง มีค่าสูงสุดที่ปฏิกิริยาดินเท่ากับ 3.0 และส่วนใหญ่มีค่าต่ำสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 7.0

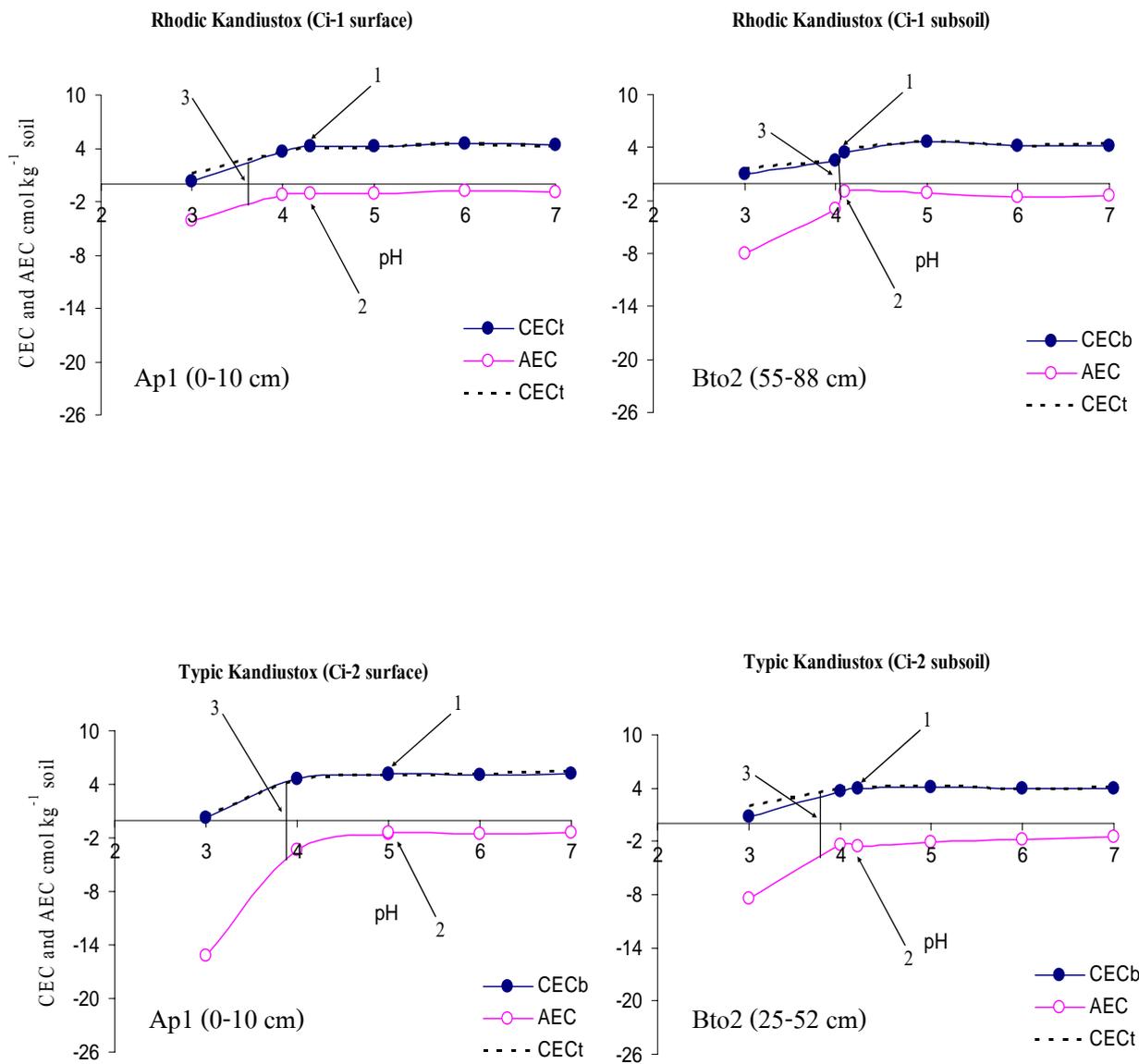
ดินมีประจุสุทธิศูนย์ที่ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 3.5-5.3 โดยในชั้นดินบนมีจุดประจุสุทธิ

ศูนย์ต่ำกว่าชั้นดินล่าง เนื่องจากในชั้นดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าชั้นดินล่าง (Bleeker and Sageman, 1990; Stevenson, 1994; Sparks, 1995) ยกเว้นในบริเวณที่ 3 ที่ชั้นดินบนมีประจุสุทธิศูนย์ สูงกว่าชั้นดินล่าง

จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุดินพบว่า เมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4 โดยประมาณ ดินมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณประจุที่ผิวอย่างรวดเร็ว จากลักษณะเส้นแสดงค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นค่าและความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนที่มีความลาดชันสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4 ดินจะมีประจุขึ้นกับพีเอชเป็นลักษณะเด่นทั้งประจุบวกและประจุลบ เมื่อค่าปฏิกิริยาดินสูงกว่า 4 ดินจะแสดงประจุถาวรเป็นลักษณะเด่นมากกว่าประจุขึ้นกับพีเอชทั้งประจุบวกและประจุลบ โดยเส้นความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนและค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดินมีแร่ดินเหนียวที่ให้ประจุถาวรร่วมอยู่ด้วย (Parfitt, 1992)

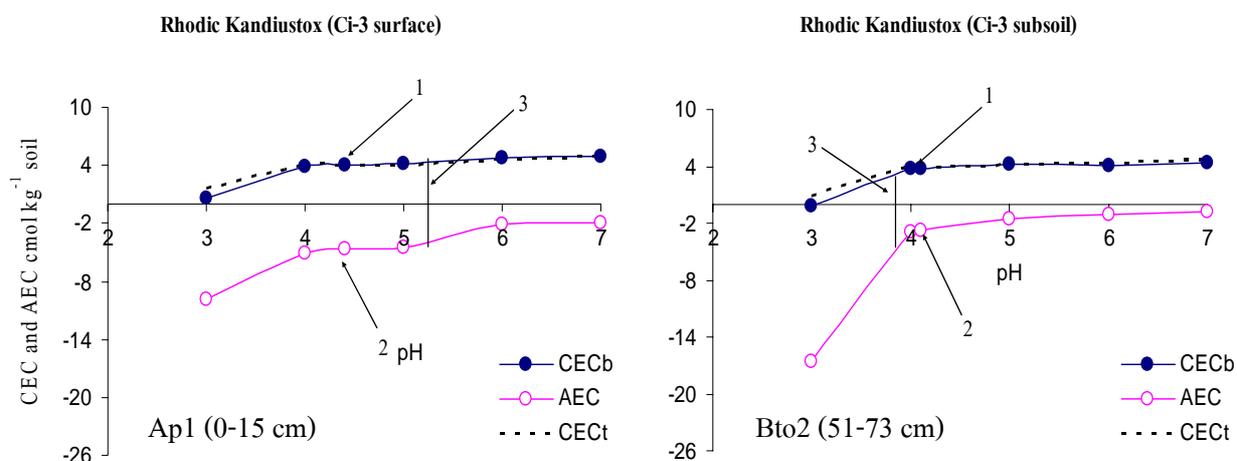
ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำลงในดินล่าง ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนพบว่า มีค่าสูงขึ้นในดินล่าง เนื่องจากปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่ลดลงและส่วนใหญ่ในชั้นดินล่างมีปริมาณออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็กสูงกว่าในชั้นดินบน จึงทำให้ชั้นดินล่างมีปริมาณความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนสูงกว่าในชั้นดินบน (Parks, 1965; Hildebrand and Blum, 1974; Sanchez, 1976) ความแตกต่างของความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนรวมและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นค่า ซึ่งแสดงปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้ในดิน แสดงให้เห็นว่าปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาดินลดลง เนื่องจากการละลายของอะลูมิเนียมถูกควบคุมด้วยค่าปฏิกิริยาดินและปริมาณของอะลูมิเนียมที่ละลายได้มีแนวโน้มสูงขึ้นในดินล่าง

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินโซคซัย แสดงว่าดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำมากถึงต่ำปานกลาง ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ในกลุ่มซิลิเกตมีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์และแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นแร่ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับไอออนได้น้อย ทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ (Grim, 1968; Bohn *et al.*, 1979; Gillman and Sumpter, 1986)



ภาพที่ 9 รอยพิมพ์ประจุของชุดดินโซคซัย บริเวณที่ 1 (Rhodic Kandiu) ดินบน (Ap1: 0-10 cm) และดินล่าง (Bto2: 55-88 cm) บริเวณที่ 2 (Typic Kandiu) ดินบน (Ap: 0-10 cm) และดินล่าง (Bto2: 25-52 cm)

1 = CECb ในสภาพปกติของดิน 2 = AEC ในสภาพปกติของดิน
 3 = ค่า pH ที่ดินมีประจุสุทธิศูนย์ (ZPNC)



ภาพที่ 10 รอยพิมพ์ประจุของชุดดิน โครคชัย บริเวณที่ 3 (Rhodic Kandustox) ดินบน (Ap1: 0-15 cm) และดินล่าง (Bto2: 51-73 cm)

1 = CECb ในสภาพปกติของดิน

2 = AEC ในสภาพปกติของดิน

3 = ค่า pH ที่ดินมีประจุสุทธิศูนย์ (ZPNC)

ชุดดินท่าใหม่ (Tha Mai series: Ti) (ภาพที่ 11)

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินท่าใหม่ พบว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนและค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าปฏิกิริยาดิน ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างดินออกซิชอลส์ตีแดงอื่น ๆ ที่ได้เสนอมานี้แล้ว โดยค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนจะมีค่าต่ำสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 3.0 และมีค่าสูงสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินมีค่าเท่ากับ 7.0 ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาดินลดลง มีค่าสูงสุดที่ปฏิกิริยาดินเท่ากับ 3.0 และส่วนใหญ่มีค่าต่ำสุดที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 7.0

จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุพบว่า ดินมีประจุสุทธิศูนย์ที่ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 3.0-3.5 โดยในชั้นดินบนจะมีประจุสุทธิศูนย์อยู่ที่ปฏิกิริยาของดินต่ำกว่าชั้นดินล่าง เนื่องจากในชั้นดินบนจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าชั้นดินล่าง (Bleeker and Sageman, 1990; Stevenson, 1994; Sparks, 1995) จากกราฟจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่เมื่อค่าปฏิกิริยาดินมีค่ามากกว่า 4.0 ดินจะแสดงลักษณะของประจุถาวร แต่เมื่อค่าปฏิกิริยาดินมีค่าต่ำกว่า 4.0 ดินจะแสดงลักษณะประจุขึ้นกับพีเอช

จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุในดินบนและดินล่าง ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำลงในดินล่างเนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุมีปริมาณลดลงในดินล่าง ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนพบว่ามีค่าสูงขึ้นในดินล่างเนื่องจากปริมาณของเหล็กออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น (Parks, 1965; Hildebrand and Blum, 1974; Sanchez, 1976) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของดินมีผลต่อลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดิน

ความแตกต่างระหว่างค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนรวม และค่าความจุแคตไอออนที่เป็นค่าแสดงถึงปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ในดิน ซึ่งในชุดดินท่าใหม่มีความแตกต่างกันน้อยมาก โดยปริมาณอะลูมิเนียมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าปฏิกิริยาดินลดลง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในดินล่าง ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นค่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยในดินล่าง เนื่องจากมีปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้นในดินล่าง

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินท่าใหม่ ดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำถึงต่ำปานกลาง ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ในกลุ่มซิลิเกตมีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์และแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นแร่ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับแคตไอออนได้น้อย (Grim, 1968; Bohn *et al.*, 1979; Gillman and Sumpter, 1986) จากกราฟดินมีประจุที่ผิวส่วนใหญ่เป็นประจุลบสามารถที่จะดูดซับแคตไอออนได้ดีกว่าแอนไอออน

สรุปผลการศึกษา

การศึกษารอยพิมพ์ประจุของดินได้ทำการศึกษาในชุดดินปากช่อง ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินโชคชัยและชุดดินท่าใหม่ ซึ่งลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินประกอบด้วยค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนรวม ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นด่าง และค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนของดิน แสดงให้เห็นว่าดินมีประจุที่ผิวเป็นประจุถาวรและประจุขึ้นกับพีเอชมีทั้งประจুবวกและประจุลบที่ผิวอยู่ร่วมกัน ทำให้ดินสามารถดูดซับได้ทั้งไอออนบวกและไอออนลบ แต่ปริมาณการดูดซับจะแตกต่างกันตามค่าของปฏิกิริยาดิน ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์ตามสภาพแวดล้อมในแต่ละบริเวณ

สมบัติทางเคมีพบว่า ชุดดินปากช่องมีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 4.6-7.6 ชุดดินอ่าวลึกมีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 5.3-6.5 ส่วนชุดดินโชคชัยและชุดดินท่าใหม่มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในพิสัย 4.3-5.5 ค่าปฏิกิริยาดินที่วัดได้โดยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์มีค่าต่ำกว่าวัดโดยใช้ไน้ แสดงว่าดินมีประจुरूมสุทธิที่ผิวเป็นประจุลบเป็นลักษณะเด่น ทำให้ดินสามารถดูดซับแคตไอออนได้มากกว่าแอนไอออน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่มีปริมาณต่ำถึงสูง ส่วนชุดดินโชคชัยและชุดดินอ่าวลึกมีปริมาณต่ำถึงปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มลดลงในดินล่าง ส่วนปริมาณของออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของเหล็กมีแนวโน้มสูงขึ้นในดินล่าง

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินปากช่อง ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินโชคชัยและชุดดินท่าใหม่ แสดงว่าเมื่อดินมีค่าปฏิกิริยาสูงกว่า 4 ดินจะแสดงประจุถาวรเป็นลักษณะเด่นมากกว่าประจุขึ้นกับพีเอชเนื่องจากเส้นกราฟมีลักษณะที่ค่อนข้างจะคงที่ทั้งสี่ชุดดิน และเมื่อค่าปฏิกิริยาดินมีค่าต่ำกว่า 4 ดินมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณประจุที่ผิวอย่างรวดเร็ว จากลักษณะเส้นแสดงค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นด่าง และความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนที่มีความลาดชันสูง ซึ่งชี้บ่งว่าเมื่อค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่า 4 ดินจะมีประจุขึ้นกับพีเอชเป็นลักษณะเด่นทั้งประจুবวกและประจุลบ

จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดิน แสดงจุดประจुरूมสุทธิที่ค่าปฏิกิริยาดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นด่างเท่ากับค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออน เมื่อค่าปฏิกิริยาดินมีค่าสูงกว่าจุดประจुरूมสุทธิ ดินจะดูดซับไอออนบวกได้มากกว่าไอออนลบ ในขณะที่ค่าปฏิกิริยาดินต่ำ

กว่าจุดประจุกุทิสุนย์ดินจะดูดซับไออนลบได้มากกว่าไออนบวก จากผลการศึกษาพบว่าจุดประจุกุทิสุนย์ของชุดดินปากช่องในชั้นดินบน (Ap) มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.0-3.6 ในชั้นดินล่าง (Bto1) มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.6-3.9 ชุดดินอ่าวลึกในชั้นดินบน (Ap) มีจุดประจุกุทิสุนย์ที่ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.5-3.7 ในชั้นดินล่าง (Bto2) มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.5-3.6 ชุดดินโชคชัยในชั้นดินบน (Ap) มีจุดประจุกุทิสุนย์ที่ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.6-5.3 ในชั้นดินล่าง (Bto2) มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.7-3.8 ชุดดินท่าใหม่ในชั้นดินบน (Ap) มีจุดประจุกุทิสุนย์ที่ค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.0-3.5 ในชั้นดินล่าง (Bto2) มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.5-3.6 ส่วนใหญ่ดินบนจะมีประจุกุทิสุนย์ต่ำกว่าชั้นดินล่าง เนื่องจากในชั้นดินบนจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าชั้นดินล่าง และในชั้นดินล่างจะมีปริมาณเหล็กออกไซด์สูงกว่าชั้นดินบน จึงทำให้ชั้นดินบนมีประจุกรวมสุทธิเป็นศูนย์ต่ำกว่าในชั้นดินล่าง

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินพบว่า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นค่าที่ค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 7 ของชุดดินอ่าวลึก ชุดดินท่าใหม่และชุดดินโชคชัยมีค่าต่ำถึงต่ำปานกลาง และชุดดินปากช่องมีค่าต่ำปานกลาง ส่วนใหญ่ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีแนวโน้มต่ำลงในดินล่าง เนื่องจากปริมาณของอินทรีย์วัตถุมีปริมาณลดลงในดินล่าง ส่วนค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนพบว่าแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในดินล่างเนื่องจากปริมาณของเหล็กออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในดินล่าง จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุแสดงให้เห็นว่าแต่ละชุดดินจะมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนแตกต่างกันตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุ และปริมาณเหล็กออกไซด์ที่เป็นองค์ประกอบในดิน

ความแตกต่างระหว่างค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนรวมและค่าความจุแคตไอออนที่เป็นค่า แสดงให้เห็นปริมาณของอะลูมิเนียมที่สกัดได้ในดิน พบว่าปริมาณอะลูมิเนียมในดินสามารถละลายได้เพิ่มขึ้น เมื่อดินมีค่าปฏิกิริยาดินลดลง และปริมาณอะลูมิเนียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในดินล่าง

ความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออน แสดงให้เห็นว่าดินมีประจุบวกที่ผิว ซึ่งทำให้สามารถดูดซับไออนลบในสารละลายดินได้ และจะมีค่าสูงขึ้นตามปริมาณเหล็กออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น แต่ขึ้นอยู่กับค่าปฏิกิริยาของดิน พบว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนจะเพิ่มขึ้น เมื่อดินมีค่าปฏิกิริยาดินต่ำลง และค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนจะมีค่าลดลงเมื่อดินมีค่าปฏิกิริยาสูงขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะผกผันกับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินแสดงความสัมพันธ์ของเส้นแสดงค่าความจุแลกเปลี่ยนแคต

ไอออนรวม ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นต่างและค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนตามระดับปฏิกิริยาดิน พบว่าชุดดินปากช่อง ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินโชคชัยและชุดดินท่าใหม่ มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นต่างต่ำถึงต่ำปานกลางทั้งดินบนและดินล่าง

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินมีความสัมพันธ์กับชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียวที่เป็นองค์ประกอบหลักของดิน โดยในชุดดินปากช่อง ชุดดินโชคชัย ชุดดินอ่าวลึกและชุดดินท่าใหม่มีแร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์และแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นแร่ที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับไอออนได้น้อย จึงทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำ

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินที่ทำการศึกษามีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามองค์ประกอบของดินในแต่ละชุดดิน แต่มีบางตัวอย่างดินที่ให้ผลแตกต่างกันภายในชุดดินเดียวกัน เกิดจากตัวอย่างดินในบริเวณที่ต่างกัน อาจทำให้มีองค์ประกอบของดินแตกต่างกันตามกระบวนการเกิดดินในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นลักษณะของความแปรปรวนขององค์ประกอบของดินภายในชุดดินเดียวกัน

จากลักษณะรอยพิมพ์ประจุของชุดดินปากช่อง อ่าวลึกและโชคชัย พบว่าชั้นดินล่างในระดับกลุ่มดินย่อย Rhodic จะมีประจุสุทธิศูนย์สูงกว่าชั้นดินล่างในระดับกลุ่มดินย่อย Typic และช่วงระหว่างประจุสุทธิศูนย์กับพีเอชธรรมชาติของดิน ชั้นดินล่างในระดับกลุ่มดินย่อย Rhodic จะมีช่วงระหว่างพีเอชธรรมชาติกับประจุสุทธิศูนย์แคบกว่าชั้นดินล่างในระดับกลุ่มดินย่อย Typic ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในระดับกลุ่มดินย่อย Rhodic ดูดซับแคตไอออนได้น้อยกว่าในระดับกลุ่มดินย่อย Typic ยกเว้นในชุดดินท่าใหม่ที่มีค่าแตกต่างออกไปจากทั้งสามชุดดิน คือ ดินล่างในระดับกลุ่มดินย่อย Typic จะมีช่วงระหว่างพีเอชธรรมชาติกับประจุสุทธิศูนย์แคบกว่าในระดับกลุ่มดินย่อย Rhodic ทำให้ในระดับกลุ่มดินย่อย Typic ดูดซับแคตไอออนได้น้อยกว่าในระดับกลุ่มดินย่อย Rhodic

ข้อเสนอแนะ

ลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินออกซิซอลส์สีแดงที่ทำการศึกษา แสดงว่าดินสามารถดูดซับได้ทั้งแคตไอออนและแอนไอออน แต่ปริมาณการดูดซับขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของดิน และสภาพแวดล้อมในแต่ละบริเวณ สำหรับค่าปฏิกิริยาดินตามสภาพธรรมชาติของดินที่ทำการศึกษพบว่าดินสามารถดูดซับแคตไอออนได้ดีกว่าแอนไอออน จึงควรใช้ปุ๋ยในรูปแคตไอออนมากกว่าแอนไอออน แต่ดินสามารถที่จะดูดซับแอนไอออนได้ด้วยแต่ได้ในปริมาณที่น้อย

การใช้ปุ๋ยในการจัดการดินออกซิซอลส์ที่มีสีแดงควรคำนึงถึงรูปของปุ๋ยและปริมาณในการใช้ให้เหมาะสมกับความสามารถในการดูดซับไอออนของดิน ถ้ามีการใส่ปุ๋ยในรูปแคตไอออนหรือแอนไอออนอย่างใดอย่างหนึ่งในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียออกไปจากดินได้ง่าย ดังนั้นลักษณะรอยพิมพ์ประจุของดินสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับไอออนของดิน ตามค่าปฏิกิริยาดินตามธรรมชาติ และนำมาใช้ในการเลือกรูปปุ๋ยให้เหมาะสมกับความสามารถในการดูดซับไอออนของแต่ละชุดดินตามระดับปฏิกิริยาดิน ถ้าตามธรรมชาติค่าปฏิกิริยาดินสูงกว่าจุดประจυσุทธิศูนย์ ดินจะสามารถดูดซับแคตไอออนได้ดี ควรใส่ปุ๋ยในรูปแคตไอออน เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียม (NH_4^+) ส่วนปริมาณของปุ๋ยที่ใช้ ได้จากการคำนวณจากสูตรปุ๋ยให้มีความเข้มข้นเท่ากับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็นต่างของแต่ละชุดดินตามค่าปฏิกิริยาดินตามธรรมชาติของดิน แต่ถ้าค่าปฏิกิริยาดินมีค่าต่ำกว่าจุดประจυσุทธิศูนย์ ดินจะสามารถดูดซับแอนไอออนได้ดีกว่า จึงควรใส่ปุ๋ยในรูปแอนไอออน เช่น ปุ๋ยไนเตรต (NO_3^-) และปริมาณของปุ๋ยที่ใช้ ได้จากการคำนวณจากสูตรปุ๋ยให้มีความเข้มข้นเท่ากับค่าความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออนของดิน และเนื่องจากดินส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษามีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำ อาจทำให้ดูดซับธาตุอาหารได้ในปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช จึงควรเลือกใส่ปุ๋ยในรูปของปุ๋ยละลายช้าเพื่อลดการสูญเสียปุ๋ยออกไปจากดินโดยไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. 2521. **แผนที่สภาพภูมิประเทศ** มาตรฐาน 1:50,000. กระทรวงกลาโหม, กรุงเทพฯ.

กรณีการ์ อยู่ทอง, อัมภวัลย์ หัสภาคล และ บุรี บุญสมภพพันธ์. 2529. ปริมาณเหล็กออกไซด์อิสระในดินเหลืองและดินแดงภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ 19 (3) : 166-185.

กองสำรวจดิน. 2541. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่ม 2 ดินบนที่ดอน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดินและจำแนกดิน. 2524. **แผนที่ดินจังหวัดนครราชสีมา** มาตรฐาน 1:100,000. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดินและจำแนกดิน. 2520. **แผนที่ดินจังหวัดจันทบุรี** มาตรฐาน 1:100,000. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดินและจำแนกดิน. 2515. **แผนที่ดินจังหวัดชุมพร** มาตรฐาน 1:100,000. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดินและจำแนกดิน. 2529. **แผนที่ดินจังหวัดกระบี่** มาตรฐาน 1:100,000. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. 2541. **ปทานุกรมปฐพีวิทยา**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จรงค์ จันท์เจริญสุข และ ทศนีย์ อุตตะนันท์. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เฉลิม วงศ์วิเศษรุ่งสี. 2529. **การศึกษาสสมบัติทางกายภาพ เคมี แร่ และสัณฐานวิทยาของดินแดง และดินเหลืองบางชนิดในภาคตะวันออกเฉียงใต้และภาคใต้ของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ประมวลพงษ์ สินธุเสน. 2527. **องค์ประกอบเชิงแร่และคุณสมบัติทางเคมีของดินเหลืองและดินแดงบางชนิดที่พบในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ผจงจิตต์ ศรีสุข. 2545. **สมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินศิลาแลงในเขตชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพบุลย์ ประพุดิธรรม. 2528. **เคมีของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วนิดา วิริยะรัมย์ภานนท์. 2534. **ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซับฟอสเฟตกับสมบัติบางประการของดินสีแดงและดินสีเหลืองในบริเวณภาคตะวันตกของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วันเพ็ญ วิริยะกิจนทีกุล. 2533. **แร่วิทยาและเคมีของเหล็กออกไซด์ในศิลาแลง และดินศิลาแลงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- วรพันธ์ เกียรติชมภูกุล. 2531. การศึกษาคุณสมบัติและการกำเนิดของดินสีแดงและดินสีเหลืองในภาคตะวันตกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิภาวรรณ ท้ายเมือง. 2544. การศึกษารอยพิมพ์ประจุของดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมศรี วัชรสินธุ์. 2529. คุณสมบัติการจำแนกและศักยภาพในการปลูกพืชไร่ของดินแดงและดินเหลืองในภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น. 2543. ดินเขตร้อน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- อัญชลี สุทธิประการ. 2534. แร่ดิน เล่ม 2 แร่ดินเหนียวและเทคนิคการวิเคราะห์. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เอิบ เขียวรัตน์. 2533. ดินของประเทศไทย ลักษณะ การแจกกระจาย และการใช้. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2548. การสำรวจดิน มโนทัศน์ หลักการและเทคนิค. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Adriano, D.C. and H.E. Doner. 1982. Bromine, chlorine and fluorine, pp. 449-484. In A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.). **Methods of Soil Analysis, Part 2.** American Society of Agronomy. Inc., Publisher Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Armand, V.W. 1992. **Soil of the Tropics Properties and Appraisal.** Department of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences, Cornell University, Ithaca, New York.

- Barber, R.G. and D.L. Rowell. 1972. Charge distribution and the cation exchange capacity of an iron - rich kaolinitic soil. **Soil Sci.** 23: 136 – 146.
- Beinroth, F.H., H. Eswaran, F. Palmieri and P.F. Reich. 1996. **Properties, Classification and Management of Oxisols.** Department of Agronomy and Soils, University of Puerto Rico.
- Beinroth, F.H., H. Eswaran, G. Uehara and P.F. Reich. 2000. Oxisols, pp. 373-392. *In* L.P. Wilding, ed. **Handbook of Soil Science, Vol. E.** CRC Press, Boca, Raton, London, New York, Washington, DC.
- Bleeker, P. and R. Sageman. 1990. Surface charge characteristics and clay mineralogy of some variable charge soils in Papua New Guinea. **Aust. J. Soil. Res.** 28: 901 – 917.
- Bohn, H.L., B.L. McNeal and G.A. O’Connoy. 1979. **Soil Chemistry.** Wiley – Interscience Puplication, New York.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 1999. **The Nature and Properties of Soils.** 12th ed., Prentice – Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Buol, S.W., F.D. Hole and R.J. McCracken. 1989. **Soil Genesis and Classification.** The Iowa State Univ. Press, U.S.A.
- Coleman, N.T. 1967. The basic chemical of soil acidity, pp. 1 -41. *In* R.W. Pearson and F. Adams (eds.). **Soil Acidity and Liming.** Agron. Monograph 12: Am. Agron., Madison, Wisconsin.
- Coleman, N.T. and G.W. Thomas. 1964. Buffer curves of acid clay as affected by the presence of ferric iron and aluminum. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 28: 187 - 190

- Gebhardt, H. and N.T. Coleman. 1974. Anion adsorption by allophonic tropical soils: II. sulfate adsorption. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 38: 259 – 262.
- Gillman, G.P. and G. Uehara. 1980. Charge characteristics of soils with variable and permanent charge mineral. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 44: 252 – 255.
- Gillman, G.P. and E.A. Sumpter. 1986. Surface charge characteristics and lime requirement of soils derived from basaltic, granitic, and metamorphic rocks in high-rainfall Tropical Queensland. **Aust. J. Soil. Res.** 24: 173 – 191.
- Grim, R.E. 1968. **Clay Mineralogy**. 2nd ed., McGraw – Hill Book Company, New York.
- Hendershot, W.H. and L.M. Lavkulich. 1983. Effect of sequioxide coating on surface charge of standard mineral and soil sample. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 47: 1252 – 1260.
- Hildebrand, E.S. and W.E. Blum. 1974. Lead fixation by iron oxides. **Naturwissenschaften** 61: 169 – 170.
- Hradi, D., T. Grygar, J. Hradilova and P. Bezdicka. 2003. Clay and iron oxide pigments in the history of painting. **Applied Clay Science** 22: 223 - 236.
- Kaiser, K. and G. Guggenberger. 2003. Mineral surfaces and soil organic matter. **Eur. J. Soil Sci.** 54: 219 – 236.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook of Thailand**. Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.
- Orlov, D.S. 1992. **Soil Chemistry**. A.A. Balkema Puplicher, Brookfield.

- Parfitt, R.L. 1981. Chemical properties of variable charge soils, pp. 167-195. *In* B.K.G. Theng. **Soils with Variable Charge**. Lower Hutt, N.Z., CSIRO.
- Parfitt, R.L. 1992. Surface charge in some New Zealand soils measured topical ionic strength. **Aust. J. Soil. Res.** 30: 331-341.
- Parks, G.A. 1965. The isoelectric points of solid oxide, solid hydroxides and aqueous hydroxo complex systems. **Chem Rev.** 65: 177-198.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soil in the Tropics**. John Wiley and Son, Inc., New York.
- Scheinost, A.C. and U. Schwertmann. 1999. Color identification of iron oxides and hydroxysulfates: Use and limitation. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 63: 1463-1471.
- Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual**. United States Department of Agriculture Handbook No. 18. United State Department of Agriculture, United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Sparks, D.L. 1995. **Environmental Soil Chemistry**. Academic Press, San Diego.
- Sposito, G. 1989. **The Chemistry of Soils**. Oxford University Press, New York.
- Stevenson, F.J. 1994. **Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction**. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Suddhiprakarn, A., I. Kheoruenromne, P. Sindhusen and K. Yoothong. 1985. Clay minerals and iron oxides of selected red and yellow soils in northeast plateau and southeast coast, Thailand. **Kasetsart J.** 19: 265-271.

- Tawornpruek, S. 2005. **A Comparison of Properties of Red Oxisols Under Tropical Savanna and Tropical Monsoonal Climates in Thailand**. Ph.D. Thesis, Kasetsart University, Bangkok.
- Thomson, L.M. and F.R. Troeh. 1978. **Soils and Soil Fertility**. 4th ed., McGraw – Hill Inc., New York.
- Tschapek, M., L. Tcheichvili and C. Wasowski. 1974. The point of zero charge (pzc) of kaolinite and $\text{SiO}_4 + \text{Al}_2\text{O}_3$ mixtures. **Clay Minerals** 10: 219 -229.
- Uehara, G. and G.P. Gillman. 1981. **The Mineralogy, Chemistry and Physics of Tropical Soils with Variable Charge Clays**. Westview Press, Boulder, Colorado.
- 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
- Van Ranst, E., J. Shamshuddin, G. Baert and P.K. Dzwowa. 1998. Charge characteristics in relation to free iron and organic matter of soils from Bambouto Mountains, Western Cameroon. **Eur. J. Soil Sci.** 49: 243-252.
- Wada, S.I. and K. Wada. 1985. Charge characteristics and exchangeable cation status of Korean Ultisols and Alfisols and Thai Ultisols and Oxisols. **Soil Sci.** 36: 21-29.
- Yassoglou, N., C. Kosmas and N. Moustakas. 1997. The Red Soils, Their Origin, Properties, Use and Management in Greece. **Catena** 28: 261-278.

ภาคผนวก

คำอธิบายหน้าตัดดิน (soil profile description)

ชุดดินปากช่องบริเวณที่ 1 (Pc-1)

I Information on the site

Profile symbol	: Pc-1
Soil name	: Pak Chong series (Pc)
Classification	: Typic Kandiuustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: December 15, 2001
Described by	: Irb Kheoruenromne, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Suphicha Thanachit, Patharodom Chainarong and Pornprom Promdecha
Location	: Fast growing tree plot adjacent to Olive in valley, National Corn and Sorghum Research Center, Tambon Pang Asok, Amphoe Pak Chong, Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 402 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 749960 ^E , 1618856 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Karst corrosion flat footslope
2. Surrounding land form	: Gently undulating
3. Slope on which profile site	: 2% Aspect : South-east
Land use	: Fast growing tree, olive, corn, mango
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26°C
Climate	: Tropical savanna
Others	: Agricultural

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-8	Reddish brown (5YR 4/4); clay; strong fine and medium subangular blocky parting to strong fine and medium granular structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on ped faces; many very fine, fine vesicular pores; many very fine and fine roots; common traces of dead roots, common vertical cracks; neutral (field pH 7.0); abrupt, smooth boundary to Ap2.
Ap2	8-35	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine vesicular and few fine simple tubular pores; many very fine and fine roots; very few limestone fragments, some traces of dead roots, common vertical cracks; neutral (field pH 7.0); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	35-70	Dark red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many prominent clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and fine, few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; few traces of dead roots, common vertical cracks; neutral (field pH 7.0); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	70-90	Dark red (2.5YR 4/8); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and fine, few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; very few very fine sand grains; few small clay balls, common vertical cracks; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bt3.
Bt3	90-115	Red (2.5YR 5/8); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; some fecal pellets, few small clay balls; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth

boundary to Bto1.

Bto1	115-140	Dark red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct fine clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine vesicular pores; few very fine and fine roots; few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	140-175	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine, few medium vesicular and simple tubular pores; few very fine and fine roots; few clay balls; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bto3.
Bto3	175-210	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and slightly plastic; many distinct, few prominent clay coats on ped faces and pore walls; common very fine and fine vesicular pores; few very fine and fine roots; very few sand grains; strongly acid (field pH 5.5).

ชุดดินปากช่องบริเวณที่ 2 (Pc-2)

I Information on the site

Profile symbol	: Pc-2
Soil name	: Pak Chong series (Pc)
Classification	: Rhodic Kandiustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: December 14, 2001
Described by	: Irb Kheoruenromne, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Suphicha Thanachit, Patharodom Chainarong and Tanapol Srisupha-olan
Location	: Plot E11, National Corn and Sorghum Research Center, Tambon Pang Asok, Amphoe Pak Chong, Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 354 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 749537 ^E , 1620332 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Karst corrosion plain
2. Surrounding land form	: Gently undulating
3. Slope on which profile site	: 1% Aspect : North-west
Land use	: Corn production experimental plot
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26 ^o C
Climate	: Tropical savanna
Others	: Agricultural

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-20	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky partially to strong coarse granular structure; slightly hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; very few thin clay coats on ped faces; common very fine and fine vesicular pores; common very fine and fine roots; common vertical cracks, few small termite nests; moderately alkaline (field pH 8.0); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	20-40	Dusky red (2.5YR 3/3); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular and fine tubular pores; common very fine and fine roots; common vertical cracks, few fine clay ball; neutral (field pH 7.0); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	40-60	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; few vertical cracks; slightly acid (field pH 6.5); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	60-85	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; few vertical cracks; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt2.
Bt2	85-105	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; few vertical cracks, some traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt3.

Bto3	105-130	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine and fine vesicular pores; few very fine and fine roots; few vertical cracks, few fine clay balls; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bto4.
Bto4	130-150	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine vesicular pores; very few very fine and fine roots; few vertical cracks, few fine clay balls; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bto5.
Bto5	150-170	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine vesicular pores; practically no roots; few vertical cracks; few fine clay balls; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto6.
Bto6	170-210	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; common very fine, fine vesicular pores; practically no roots; few fine clay balls; moderately acid (field pH 6.0).

ชุดดินปากช่องบริเวณที่ 3 (Pc-3)

I Information on the site

Profile symbol	: Pc-3
Soil name	: Pak Chong series (Pc)
Classification	: Rhodic Kandistox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: December 15, 2001
Described by	: Irb Kheoruenromne, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Suphicha Thanachit, Patharodom Chainarong and Pornprom Promdecha
Location	: North fringe lapies quarry, south side of Mitraparb road at km 153, Ban Yat Samakkhi, Tambon Pang Asok, Amphoe Pak Chong, Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 360 m (MSL)
Map sheet number	: 5238 II Coordination : 47Q 746799 ^E , 1620010 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Karst corrosion plain on perimeter of buried lapies
2. Surrounding land form	: Slightly undulating
3. Slope on which profile site	: 2% Aspect : South-west
Land use	: Left idled under grass, bamboo
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm
Mean temperature	: Approximately 26 ^o C
Climate	: Tropical savanna
Others	: Engineering

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-12	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium subangular blocky partially to strong coarse granular structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and fine vesicular pores; many very fine and fine, common medium roots; few rounded fine sand grains; moderately alkaline (field pH 8.0); clear, smooth boundary to A.
A	12-30	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and fine vesicular pores; common very fine and fine, few medium roots; moderately alkaline (field pH 8.0); clear, smooth boundary to Bt1.
Bt1	30-50	Dusky red (10R 3/6); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common fine distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular pores; common very fine and fine, few medium roots; common small sized clay balls; few traces of dead roots; neutral (field pH 7.0); clear, smooth boundary to Bt2.
Bt2	50-80	Red (10R 4/8); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; few small sized clay balls, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bt3.
Bt3	80-110	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; few small sized clay balls, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bt4.
Bt4	110-140	Dark red (10R 3/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to moderate fine granular structure; hard dry, slightly firm moist, slightly sticky

and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine vesicular and fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; few small sized clay balls, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bto1.

Bto1	140-164	Dark red (2.5YR 3/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to moderate fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine vesicular and fine simple tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few small sized clay balls, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	164-194	Dark red (2.5YR 3/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to moderate fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine vesicular and fine simple tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few small sized clay balls, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	194-210	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to moderate fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and slightly plastic; common fine faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine vesicular pores; few very fine and fine, few medium roots; few fine clay balls, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0).

ชุดดินอำเภอลี้กบริเวณที่ 1 (Ak-1)

I Information on the site

Profile symbol	: Ak-1
Soil name	: Ao Luk series (Ak)
Classification	: Typic Kandiodox, very-fine, ferruginous, isohyperthermic
Date of examination	: September 23, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit and Thanapol Srisupha-olarn
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 477649 ^E , 0902500 ^N
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).

Remark: Clay coats area are smaller in sizes from Bto1 to Bto5. (Bto1=Bto2>Bto3>Bto4=Bto5)

ชุดดินอำเภอลือเกียรติ 2 (Ak-2)

I Information on the site

Profile symbol	: Ak-2
Soil name	: Ao Luk series (Ak)
Classification	: Typic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: September 25, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit and Thanapol Srisupha-olarn
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 511129 ^E , 1156948 ^N
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 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	: 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).

Remark: Few clay balls throughout from Bto3 downward.

ชุดดินอำเภอสิเกาบริเวณที่ 3 (Ak-3)

I Information on the site

Profile symbol	: Ak-3
Soil name	: Ao Luk series (Ak)
Classification	: Rhodic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: October 2, 2002
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Sumitra Watana, Suphicha Thanachit and Thanapol Srisupha-olarn
Location	: Ban Thala Sub, Tambon Thala Sub, Amphoe Pathiu, Changwat Chumphon
Elevation	: Approximately 81 m (MSL)
Map sheet number	: 4830 III Coordination : 47Q 526529 ^E , 1182434 ^N
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 semi-angular 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 semi-angular 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 semi-angular 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 semi-angular 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 semi-angular 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).

ชุดดินโชคชัยบริเวณที่ 1 (Ci-1)

I Information on the site

Profile symbol	: Ci-1
Soil name	: Chok Chai series (Ci)
Classification	: Rhodic Kandiustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: January 24, 2003
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Suphicha Thanachit, Thanapol Srisupha-olarn and Wimolnan Kanket
Location	: Cassava field, 800 m, east of Nong kakaie-Nonghin Kone road (at Km 6.8), Ban Nong Hindat, Tambon Sawanphraya, Amphoe Khonburi, Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 266 m (MSL)
Map sheet number	: 5438 II Coordination : 48Q 0217709 ^E , 1605290 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Lava corrosion plain
2. Surrounding land form	: Gently undulating
3. Slope on which profile site	: 1% Aspect : West
Land use	: Cassava field, kapok, mango, and local weed (corn)
Annual rainfall	: Approximately 1,300 mm
Mean temperature	: Approximately 26 ^o C
Climate	: Tropical savanna
Others	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from weathered basalt
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Slow
Depth of ground water	: Deeper than 200 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-10	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; soft dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; many very fine, fine and common medium vesicular pores; many very fine and fine roots; few traces of dead roots, common narrow vertical cracks through the horizons; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Ap2.
Ap2	10-27	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium semi-angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; many very fine, fine and common medium vesicular pores; common very fine and fine roots; common clay balls, few rounded and sub-rounded rock fragments, few narrow vertical cracks through the horizons; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	27-55	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately 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; few very fine, fine and medium roots; few fine rounded and sub-rounded rock fragments; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	55-88	Very dusky red (2.5YR 2.5/4); clay; strong fine and medium subangular blocky partially parting to coarse granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and fine vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine, fine and medium roots; few very fine rounded and sub-rounded rock fragments, few clay balls, few accommodations of clay as hollow clay balls; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bto3.
Bto3	88-110	Very dusky red (2.5YR 2.5/3); clay; strong fine and medium subangular blocky partially parting to fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint very fine 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; few fine rounded rock fragments, few clay balls, few traces of dead roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bo1.

- | | | |
|-----|---------|--|
| Bo1 | 110-132 | Very dusky red (2.5YR 2.5/3); clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to strong fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; practically no clay coatings; many very fine and few fine vesicular and few fine simple tubular pores; very few very fine and fine roots; few fine rounded rock embedded in the matrix, few clay balls; strongly acid (field pH 5.5); diffuse, smooth boundary to Bo2. |
| Bo2 | 132-160 | Very dusky red (2.5YR 2.5/3); clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to strong fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; practically no clay coating; many very fine and few fine vesicular and simple tubular pores; practically no roots; few fine rounded rock fragments, few clay balls, few traces of burned roots; strongly acid (field pH 5.5); diffuse, smooth boundary to Bo3. |
| Bo3 | 160-200 | Very dusky red (2.5YR 2.5/3); clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to strong fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; practically no clay coating; many very fine and few fine vesicular and simple tubular pores; practically no roots; few fine rounded rock fragments, few clay balls, few traces of burned roots; strongly acid (field pH 5.5). |

ชุดดินโชคชัยบริเวณที่ 2 (Ci-2)

I Information on the site

Profile symbol	: Ci-2
Soil name	: Chok Chai series (Ci)
Classification	: Typic Kandiuustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: January 25, 2003
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Suphicha Thanachit, Thanapol Srisupha-olarn and Wimolnan Kanket
Location	: 92 Moo 4, 5 Km from Khonburi-Senseng road (2119) (at Km 11), Ban Nong Hindat, Tambon Sawanphraya, Amphoe Khonburi, Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 265 m (MSL)
Map sheet number	: 5438 II Coordination : 48Q 0215712 ^E , 1605259 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Lava corrosion plain
2. Surrounding land form	: Gently undulating
3. Slope on which profile site	: 1.5% Aspect : West
Land use	: Cassava field, mango, bamboo, kapok, sugarcane, papaya, banana and tamarind
Annual rainfall	: Approximately 1,300 mm
Mean temperature	: Approximately 26 ^o C
Climate	: Tropical savanna
Others	: Agricultural and settlements

II General information on the soil

Parent material	: Colluvium and residuum derived from weathered basalt
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Slow
Depth of ground water	: Deeper than 200 cm at time of sampling

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-10	Dark red (2.5YR 3/6); clay; strong fine and medium subangular blocky partially parting to strong coarse granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and very plastic; many very fine and common fine vesicular pores; common very fine and fine roots; common clay balls and few fine rounded rocks fragments, common narrow vertical cracks cutting vertically through a horizon; slightly acid (field pH 6.5); gradual, smooth boundary to Bto1.
Bto1	10-25	Dark red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium subangular blocky partially parting to strong coarse granular structure; slightly hard dry, friable moist, moderately sticky and very plastic; common fine faint clay coats on ped faces; many very fine and fine vesicular pores; common very fine and fine roots; common clay balls and few fine rounded rocks fragments, common narrow vertical cracks cutting vertically through a horizon; moderately acid (field pH 6.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	25-52	Dark red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to strong medium and coarse granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common fine faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple tubular and dendritic pores; few very fine and fine roots; few clay balls and few fine sub-rounded rocks fragments, few vertical cracks across part of horizon, few traces of dead roots; moderately acid (field pH 6.0); clear, smooth boundary to Bto3.
Bto3	52-76	Dark red (2.5YR 4/6); clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to strong medium and coarse granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common fine faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple tubular and dendritic pores; very few very fine and fine roots; few clay balls and few fine sub-rounded rocks fragments, some evidences of faecal pellets and some volute powdery materials; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bo1.

Bo1	76-103	Dark red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium semi-angular blocky partially parting to strong coarse granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular pores; very few very fine and fine roots; few clay balls and few fine sub-rounded rocks fragments; very strongly acid (field pH 5.0); diffuse, smooth boundary to Bo2.
Bo2	103-130	Dark red (2.5YR 4/6); clay; strong fine and medium semi-angular blocky partially parting to strong coarse granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and fine and common medium vesicular and few fine simple tubular pores; very few very fine and fine roots; few clay balls and few fine sub-rounded rocks fragments, some white powdery materials; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bo3.
Bo3	130-167	Dark red (2.5YR 3/6); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky partially parting to strong very fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; very few faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and fine vesicular and few fine simple tubular pores; practically no roots; few clay balls and few fine sub-rounded rocks fragments, few fine cracks, some white powdery materials; very strongly acid (field pH 5.0); abrupt, smooth boundary to Btc.
Btc	167-192+	Dark red (2.5YR 4/6); very gravelly clay; weak coarse subangular blocky structure parting along nodule; slightly hard dry, firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few faint clay coats on pore walls and nodule surface; practically no roots; nodule sizes range from 2 mm up to 15 mm diameter (rock, iron and manganese nodules), internal nodule colors 10R3/4 and 10YR2/1 ; very strongly acid (field pH 4.5).

ชุดดินโซลซัยบริเวณที่ 3 (Ci-3)

I Information on the site

Profile symbol	: Ci-3
Soil name	: Chok Chai series (Ci)
Classification	: Rhodic Kandiustox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: January 26, 2003
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Suphicha Thanachit, Thanapol Srisupha-olarn and Wimolnan Kanket
Location	: Cassava field, Ban Pana Nong Hin, Tambon Chae, Amphoe Khonburi, Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 265 m (MSL)
Map sheet number	: 5438 II Coordination : 48Q 0205863 ^E , 1616056 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Top of lava corrosion plain (Crest)
2. Surrounding land form	: Gently undulating
3. Slope on which profile site	: 0% Aspect : -
Land use	: Cassava field, jackfruit, mango
Annual rainfall	: Approximately 1,300 mm
Mean temperature	: Approximately 26 ^o C
Climate	: Tropical savanna
Others	: Agricultural

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from weathered basalt
Drainage	: Well drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Slow
Depth of ground water	: Deeper than 200 cm at time of sampling

II Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap1	0-15	Dusky red (10R 3/3); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to strong fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; many very fine and fine vesicular pores; many very fine and fine roots; common fine clay balls, few traces of dead roots, few fine rounded rock fragments; very strongly acid (field pH 4.0); abrupt, smooth boundary to Ap2.
Ap2	15-30	Weak red (10R 4/3); clay; strong coarse angular blocky structure; hard dry, firm moist, moderately sticky and moderately plastic; very few fine faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and medium vesicular pores; many very fine and common fine roots; common fine clay balls, common fine rounded rock fragments; very strongly acid (field pH 4.0); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	30-51	Dusky red (10R 3/4); clay; strong medium and coarse angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common fine 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 and common fine roots; few fine clay balls, few fine rounded rock fragments, few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	51-73	Dusky red (10R 3/4); clay; strong medium and coarse angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common fine 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 and common fine roots; common fine clay balls, few fine rounded rock fragments, few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.0); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	73-100	Dusky red (10R 3/4); clay; strong medium and coarse angular blocky structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common fine distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; common fine clay balls, few fine rounded rock fragments, few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual,

smooth boundary to Bto4.

Bto4	100-130	Dusky red (10R 3/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky partially parting to medium and coarse granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; common fine faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; common very fine and fine roots; common fine clay balls, very few fine rounded rock fragments, few traces of dead roots; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bo1.
Bo1	130-160	Dusky red (10R 3/4); clay; moderate fine and medium subangular blocky parting to coarse granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine and fine roots; common fine clay balls, very few fine rounded rock fragments; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to Bo2.
Bo2	160-185	Dusky red (10R 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky partially parting to medium and coarse granular structure; slightly hard dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine and common fine vesicular and few medium simple tubular pores; few very fine and fine roots; common fine clay balls, very few fine rounded rock fragments; very strongly acid (field pH 4.5); clear, smooth boundary to Bto5.
Bto5	185-205	Dusky red (10R 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky parting to very fine and fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular pores; practically no roots; common clay balls, very few fine rounded rock fragments; very strongly acid (field pH 5.0).

ชุดดินท่าใหม่บริเวณที่ 1 (Ti-1)

I Information on the site

Profile symbol	: Ti-1
Soil name	: Tha Mai series (Ti)
Classification	: Rhodic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: February 8, 2003
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Suphicha Thanachit, Thanapol Srisupha-olarn and Tonglor Suttisong
Location	: At 3.5 km, road to Ban Tam Singh from Petchakasem road (41) (Chumphon to Sawi), Ban Cham Ko, Tambon Ploy Whan Amphoe Tha Mai, Changwat Chantaburi
Elevation	: Approximately 40 m (MSL)
Map sheet number	: 5434III Coordination : 48Q 0179202 ^E , 1395764 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Upper dissected footslope of lava corrosion hill
2. Surrounding land form	: Slightly undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : North-west
Land use	: Tropical orchards and settlement/ durian, langsat, mangosteen, banana, evergreen species
Annual rainfall	: Approximately 3,030 ⁺ mm
Mean temperature	: Approximately 26 ^o C
Climate	: Tropical monsoonal
Others	: Agricultural and sparse settlement

II General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from weathered basalt
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
Ap1	0-12	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky parting to strong very fine and fine granular structure; loose dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; few fine faint clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine vesicular pores; many very fine, fine and medium roots; common fine clay balls, few traces of dead roots, very few very fine rock fragments; slightly acid (field pH 6.5); clear, smooth boundary to Ap2.
Ap2	12-27	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky parting to strong very fine and fine granular structure; loose dry, friable moist, slightly sticky and moderately plastic; very few very fine faint clay coats on pore walls; common very fine, fine vesicular pores; many very fine, fine and medium roots; common fine clay balls, few traces of dead roots and charcoal fragment, few fine rock fragments; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	27-52	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong medium and coarse semi-angular blocky partially parting to granular 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 vesicular and common fine simple tubular pores; very few very fine and fine roots; common fine clay balls, few traces of dead roots, few fine rock fragments; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	52-78	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; strong medium and coarse subangular blocky parting to granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, fine vesicular and common fine simple tubular pores; few fine and medium roots; common fine clay balls, few fine rock fragments; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	78-96	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; strong medium and coarse semi-angular blocky parting to medium and fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common distinct clay coats on

		ped faces and pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular and common fine simple and dendritic tubular pores; few fine and medium roots; common fine clay balls, few traces of dead roots, few fine rock fragment, faunal activities; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bo1.
Bo1	96-125	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common fine faint clay coats on pore walls mainly; many very fine, fine and few medium vesicular pores; few fine and medium roots; common clay balls, very few rock fragment; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bo2.
Bo2	125-160	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common fine faint and few distinct clay coats on pore walls mainly; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; few fine and medium roots; common clay balls, very few rock fragment; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bo2.
Bo3	160-200	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common fine faint and few distinct clay coats on pore walls mainly; many very fine, fine and common medium vesicular and common fine simple tubular pores; very few fine and medium roots; common clay balls, very few rock fragment; very strongly acid (field pH 5.0).

ชุดดินทำใหม่บริเวณที่ 2 (Ti-2)

I Information on the site

Profile symbol	: Ti-2
Soil name	: Tha Mai series (Ti)
Classification	: Typic Kandiodox, very-fine, kaolinitic, isohyperthermic
Date of examination	: February 8, 2003
Described by	: Irb Kheoruenromne, Piboon Kanghae, Saowanuch Tawornpruek, Punyisa Trakoonyingcharoen, Suphicha Thanachit, Thanapol Srisupha-olarn and Tonglor Suttisong
Location	: Mr. Sakieum Sathandee' orchards, Ban Moo 1, Tambon Si Phaya, Amphoe Tha Mai, Changwat Chantaburi
Elevation	: Approximately 30 m (MSL)
Map sheet number	: 5434III Coordination : 48Q 0179338 ^E , 1393219 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Top of dissected lava corrosion plain
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : North-east
Land use	: Tropical orchards/ durian, longan langsat, papaya
Annual rainfall	: Approximately 3,030 mm
Mean temperature	: Approximately 26 ^o C
Climate	: Tropical monsoonal
Others	: Agricultural

II General information on the soil

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

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-14/16	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong medium and coarse subangular blocky partially parting to strong medium and coarse granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, slightly sticky and moderately plastic; few fine faint clay coats on pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular pores; common very fine and fine roots; common clay balls, few traces of dead roots and charcoal fragments, few fine rounded rock fragments; slightly acid (field pH 6.5); clear, smooth boundary to Bto1.
Bto1	16-40	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong fine and medium subangular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, moderately sticky and moderately plastic; few fine faint clay coats on pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular pores; few very fine and fine roots; common clay balls, few traces of dead roots, few fine rounded rock fragments; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bto2.
Bto2	40-70	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; moderate medium and coarse semi-angular blocky parting to medium and fine granular structure; slightly hard dry, friable moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint clay coats mostly on pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; few very fine, fine and medium roots; common fine clay balls, few charcoal fragments, few fine rounded rock fragments; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bto3.
Bto3	70-95	Dark reddish brown (5YR 3/4); clay; strong medium and coarse semi-angular blocky parting to medium and fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; common faint and few distinct clay coats on ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and few fine simple tubular pores; very few very fine, fine and medium roots; common clay balls, few fine rounded rock fragments; very strongly acid (field pH 5.0); clear, smooth boundary to Bo1.
Bo1	95-125	Dusky red (2.5YR 3/4); clay; moderate fine and medium semi-angular blocky parting to fine granular structure; slightly hard dry, slightly firm moist, moderately sticky and moderately plastic; few faint clay coats mostly on pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and common fine simple and dendritic tubular pores; very few very fine, fine and medium

roots; common clay balls, few fine rounded rock fragments; strongly acid (field pH 5.5); clear, smooth boundary to Bo2.

- | | | |
|-----|---------|---|
| Bo2 | 125-150 | Dusky red (2.5YR 3/4); 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 ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and common fine simple and dendritic tubular pores; very few very fine, fine and few medium roots; common clay balls, few fine rounded rock fragments; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bo3. |
| Bo3 | 150-175 | Dusky red (2.5YR 3/4); 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 ped faces and pore walls; many very fine, common fine and few medium vesicular and common fine simple and dendritic tubular pores; very few very fine, fine and few medium roots; common clay balls, few fine rounded rock fragments; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bo4. |
| Bo4 | 175-200 | Dusky red (2.5YR 3/4); 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 ped faces and pore walls; many very fine, fine and few medium vesicular and few fine simple and dendritic tubular pores; very few very fine, fine and few medium roots; common fine clay balls, very few fine rock fragments; strongly acid (field pH 5.5). |

ตารางผนวกที่ 1 การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน (เอิบ, 2548; Soil Survey Division Staff, 1993)

คำเรียกทั่วไป	ลักษณะเนื้อดิน	ชั้นเนื้อดินต่างๆ (texture classes)
ดินทราย (sandy soils)	เนื้อหยาบ (coarse textured)	ได้แก่ ทรายชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายละเอียดมาก) ทรายนดินร่วนชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบนดินร่วน ทรายนดินร่วน ทรายละเอียดนดินร่วน และทรายละเอียดมากนดินร่วน)
ดินร่วน (loamy soils)	เนื้อหยาบนปานกลาง (moderately coarse-textured)	ได้แก่ ดินร่วนปนทรายชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ดินร่วนปนทรายหยาบถึงดินร่วนปนทรายละเอียด
	เนื้อปานกลาง (medium-textured)	ได้แก่ ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก ดินร่วนดินร่วนปนทรายแป้ง และทรายแป้ง
	เนื้อละเอียดปานกลาง (moderately fine-textured)	ได้แก่ ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง
ดินเหนียว (clayey soils)	เนื้อดินละเอียด (fine textured)	ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว

ตารางผนวกที่ 2 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

ตารางผนวกที่ 3 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (เอิบ, 2548; Land Classification Division and
FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

ระดับ (rating)	พีเอช (range)
กรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
กรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.4
กรดจัดมาก (very strongly acid)	4.5-5.0
กรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
กรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
กลาง (neutral)	6.6-7.3
ด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4-7.8
ด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
ด่างจัด (strongly alkaline)	8.5-9.0
ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

ตารางผนวกที่ 4 เกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดิน (เอิบ, 2542; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

1. อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter)

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

2. 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

3. อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Bases Saturation)

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

4. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity: CEC)

ระดับ (Rating)	พิสัย (cmol kg ⁻¹)
ต่ำมาก (VL)	< 3
ต่ำ (L)	3-5
ต่ำปานกลาง (ML)	5-10
ปานกลาง (M)	10-15
สูงปานกลาง (MH)	15-20
สูง (H)	20-30
สูงมาก (VH)	> 30

5. 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

6. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) (NH₄OAc)

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

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าปฏิกิริยาดินไม่ปรับปฏิกิริยาดินจากการวิเคราะห์ความจุแลกเปลี่ยน
แคตไอออนโดยวิธีการบังคับแลกเปลี่ยน (compulsive exchange method)
ของชุดดินปากช่อง ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินโชคชัย และชุดดินท่าใหม่

No	<u>Pak Chong</u>		<u>Ao Luk</u>		<u>Chok Chai</u>		<u>Tha Mai</u>	
	surface	subsoil	surface	subsoil	surface	subsoil	surface	subsoil
1	6.5	3.9	5.1	4.0	4.3	4.1	5.8	5.7
2	6.4	4.0	5.7	4.1	5.0	4.2	4.8	4.2
3	8.3	4.0	4.5	4.0	4.4	4.1	-	-

ตารางผนวกที่ 6 แสดงค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนรวม ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เป็น
 ค่าง ความจุแลกเปลี่ยนแอนไอออน และปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ตามระดับ
 ปฏิกริยาดิน

No.	Pc-1	Pc-2	Pc-3
CEC ₀ (cmol kg ⁻¹) of Pak Chong series in surface soil			
pH3	4.321	2.690	-0.875
pH4	7.274	5.299	4.835
pH5	7.649	4.968	4.753
pH6	7.799	5.755	5.265
pH7	8.202	5.774	5.807
pH soil	8.194	5.776	5.837
CEC ₁ (cmol kg ⁻¹) of Pak Chong series in surface soil			
pH3	4.530	2.866	-0.859
pH4	7.268	5.297	4.821
pH5	7.646	4.958	4.738
pH6	7.790	5.742	5.251
pH7	8.185	5.760	5.793
pH soil	8.193	5.760	5.822
AEC (cmol kg ⁻¹) of Pak Chong series in surface soil			
pH3	-5.441	-9.071	-13.852
pH4	-1.001	-1.088	-2.382
pH5	-0.787	-1.029	-1.826
pH6	-0.692	-0.262	-1.079
pH7	-0.318	-0.283	-0.228
pH soil	-0.341	-0.274	-0.183
Extractable Al (cmol kg ⁻¹) of Pak Chong series in surface soil			
pH3	0.209	0.176	0.016
pH4	0.000	0.000	0.000
pH5	0.000	0.000	0.000
pH6	0.000	0.000	0.000
pH7	0.000	0.000	0.000
pH soil	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

No.	Pc-1	Pc-2	Pc-3
CEC _b (cmol kg ⁻¹) of Pak Chong series in subsoil			
pH3	1.838	2.349	0.789
pH4	6.626	3.988	4.993
pH5	6.813	4.831	5.372
pH6	6.712	5.799	5.981
pH7	7.032	5.612	5.532
pH soil	6.190	3.423	4.783
CEC _i (cmol kg ⁻¹) of Pak Chong series in subsoil			
pH3	2.024	2.593	1.463
pH4	6.631	3.972	4.994
pH5	6.845	4.828	5.367
pH6	6.724	5.846	5.994
pH7	7.042	5.618	5.651
pH soil	6.187	3.436	4.768
AEC (cmol kg ⁻¹) of Pak Chong series in subsoil			
pH3	-12.730	-7.424	-13.955
pH4	-1.490	-1.743	-2.897
pH5	-1.213	-1.847	-1.037
pH6	-1.389	-0.861	-0.854
pH7	-0.541	-1.151	-0.880
pH soil	-2.342	-2.983	-2.762
Extractable Al (cmol kg ⁻¹) of Pak Chong series in subsoil			
pH3	0.186	0.244	0.674
pH4	0.005	0.000	0.001
pH5	0.032	0.000	0.000
pH6	0.012	0.047	0.013
pH7	0.010	0.006	0.119
pH soil	0.000	0.013	0.000

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

No.	Ak-1	Ak-2	Ak-3
CEC ₀ (cmol kg ⁻¹) of Ao Luk series in surface soil			
pH3	-0.879	0.202	-0.049
pH4	3.403	5.768	3.405
pH5	4.184	5.744	4.142
pH6	4.162	5.807	4.226
pH7	3.983	5.759	4.000
pH soil	3.824	5.812	4.003
CEC ₁ (cmol kg ⁻¹) of Ao Luk series in surface soil			
pH3	-0.376	0.506	0.749
pH4	3.384	5.745	3.430
pH5	4.166	5.710	4.104
pH6	4.142	5.778	4.186
pH7	3.962	5.725	3.968
pH soil	3.800	5.781	3.960
AEC (cmol kg ⁻¹) of Ao Luk series in surface soil			
pH3	-10.485	-11.045	-7.434
pH4	-0.700	-0.499	-1.415
pH5	-0.597	-0.594	-0.686
pH6	-0.594	-0.538	-0.608
pH7	-0.700	-0.599	-0.798
pH soil	-0.787	-0.539	-0.767
Extractable Al (cmol kg ⁻¹) of Ao Luk series in surface soil			
pH3	0.503	0.304	0.798
pH4	0.000	0.000	0.025
pH5	0.000	0.000	0.000
pH6	0.000	0.000	0.000
pH7	0.000	0.000	0.000
pH soil	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

No.	Ak-1	Ak-2	Ak-3
CEC _b (cmol kg ⁻¹) of Ao Luk series in subsoil			
pH3	-1.969	0.219	1.183
pH4	2.470	3.219	3.360
pH5	2.605	3.306	3.374
pH6	2.644	3.323	3.347
pH7	2.644	3.283	3.323
pH soil	2.650	3.279	3.357
CEC _i (cmol kg ⁻¹) of Ao Luk series in subsoil			
pH3	0.312	0.486	1.806
pH4	2.507	3.265	3.486
pH5	2.585	3.330	3.455
pH6	2.621	3.363	3.361
pH7	2.631	3.246	3.374
pH soil	2.699	3.337	3.596
AEC (cmol kg ⁻¹) of Ao Luk series in subsoil			
pH3	-25.299	-8.922	-8.332
pH4	-4.810	-0.794	-0.938
pH5	-4.474	-0.769	-0.966
pH6	-4.344	-0.765	-1.002
pH7	-4.355	-0.825	-1.101
pH soil	-5.032	-0.784	-0.941
Extractable Al (cmol kg ⁻¹) of Ao Luk series in subsoil			
pH3	2.281	0.267	0.623
pH4	0.049	0.046	0.239
pH5	0.000	0.024	0.081
pH6	0.000	0.039	0.014
pH7	0.000	0.000	0.051
pH soil	0.037	0.058	0.126

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

No.	Ci-1	Ci-2	Ci-3
CEC _b (cmol kg ⁻¹) of Chok Chai series in surface soil			
pH3	0.258	0.181	0.556
pH4	3.617	4.536	3.940
pH5	4.189	5.083	4.133
pH6	4.595	5.112	4.732
pH7	4.338	5.207	4.874
pH soil	4.169	5.153	4.068
CEC _i (cmol kg ⁻¹) of Chok Chai series in surface soil			
pH3	1.143	0.475	1.645
pH4	3.611	4.501	4.062
pH5	4.132	5.014	4.063
pH6	4.535	5.130	4.662
pH7	4.294	5.539	4.879
pH soil	4.113	5.121	4.005
AEC (cmol kg ⁻¹) of Chok Chai series in surface soil			
pH3	-4.122	-15.235	-9.812
pH4	-1.190	-3.361	-5.094
pH5	-1.014	-1.567	-4.555
pH6	-0.855	-1.532	-2.171
pH7	-0.896	-1.413	-1.920
pH soil	-1.092	-1.444	-4.711
Extractable Al (cmol kg ⁻¹) of Chok Chai series in surface soil			
pH3	0.885	0.294	1.089
pH4	0.000	0.000	0.122
pH5	0.000	0.000	0.000
pH6	0.000	0.019	0.000
pH7	0.000	0.332	0.005
pH soil	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

No.	Ci-1	Ci-2	Ci-3
CEC _b (cmol kg ⁻¹) of Chok Chai series in subsoil			
pH3	0.977	0.822	-0.189
pH4	2.511	3.709	3.755
pH5	4.600	4.123	4.178
pH6	4.168	3.998	4.133
pH7	4.231	3.904	4.434
pH soil	3.386	3.925	3.816
CEC _i (cmol kg ⁻¹) of Chok Chai series in subsoil			
pH3	1.644	2.042	0.862
pH4	2.607	3.925	4.047
pH5	4.668	4.292	4.178
pH6	4.228	4.009	4.308
pH7	4.521	4.164	4.657
pH soil	3.737	4.116	3.882
AEC (cmol kg ⁻¹) of Chok Chai series in subsoil			
pH3	-8.022	-8.524	-16.533
pH4	-2.944	-2.331	-2.970
pH5	-1.107	-2.106	-1.535
pH6	-1.523	-1.836	-1.127
pH7	-1.417	-1.442	-0.747
pH soil	-1.035	-2.526	-2.806
Extractable Al (cmol kg ⁻¹) of Chok Chai series in subsoil			
pH3	0.667	1.220	1.050
pH4	0.096	0.216	0.292
pH5	0.069	0.168	0.000
pH6	0.060	0.011	0.175
pH7	0.290	0.260	0.222
pH soil	0.350	0.191	0.066

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

No.	Ti-1	Ti-2
CEC _b (cmol kg ⁻¹) of Tha Mai series in surface soil		
pH3	3.761	1.620
pH4	5.747	4.599
pH5	5.806	4.638
pH6	5.838	4.597
pH7	6.952	4.625
pH soil	6.921	4.602
CEC _t (cmol kg ⁻¹) of Tha Mai series in surface soil		
pH3	3.961	2.228
pH4	5.747	4.620
pH5	5.803	4.629
pH6	5.831	4.581
pH7	6.941	4.606
pH soil	6.911	4.590
AEC (cmol kg ⁻¹) of Tha Mai series in surface soil		
pH3	-3.732	-6.261
pH4	-0.557	-0.525
pH5	-0.509	-0.463
pH6	-0.512	-0.424
pH7	-0.659	-0.505
pH soil	-0.617	-0.486
Extractable Al (cmol kg ⁻¹) of Tha Mai series in surface soil		
pH3	0.200	0.608
pH4	0.000	0.021
pH5	0.000	0.000
pH6	0.000	0.000
pH7	0.000	0.000
pH soil	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

No.	Ti-1	Ti-2
CEC _b (cmol kg ⁻¹) of Tha Mai series in subsoil		
pH3	2.201	0.926
pH4	5.244	3.352
pH5	5.758	3.399
pH6	5.753	3.977
pH7	5.816	4.145
pH soil	5.779	3.340
CEC _i (cmol kg ⁻¹) of Tha Mai series in subsoil		
pH3	2.630	2.213
pH4	5.246	3.386
pH5	5.747	3.384
pH6	5.741	3.958
pH7	5.802	4.125
pH soil	5.767	3.333
AEC (cmol kg ⁻¹) of Tha Mai series in subsoil		
pH3	-6.081	-8.023
pH4	-1.588	-1.549
pH5	-0.864	-1.368
pH6	-0.864	-1.602
pH7	-0.772	-1.480
pH soil	-0.788	-1.256
Extractable Al (cmol kg ⁻¹) of Tha Mai series in subsoil		
pH3	0.429	1.286
pH4	0.002	0.035
pH5	0.000	0.000
pH6	0.000	0.000
pH7	0.000	0.000
pH soil	0.000	0.000

