Journal of Agri. Research & Extension 36(1): 1-10

ความสัมพันธ์ของคาร์บอนอินทรีย์โดยวิธีเพอร์แมงกาเนตออสซิไดส์เซเบิลกับอินทรียวัตถุเพื่อเป็นดัชนีคุณภาพของดินปลูกลำไยและดินปลูกข้าว

Relationship between Organic Carbon by Permanganate-Oxidizable Carbon (POXC) Method with Soil Organic Matter for Quality Indicator of Longan and Paddy Soils

ศุภธิดา อ่ำทอง[1*] ทวี ชัยพิมลผลิน[2] และชาคริต โชติอมรศักดิ์[2]

Suphathida Aumtong[1*], Tawee Chaipimonplin[2] and Chakrit Chotamonsak[2]

[1]สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[2]ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[1]Soil Sciences Program, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

[2]Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

*Corresponding author: suphathidaaumtong@yahoo.com, suphathida@mju.ac.th

Received: *April 17, 2018*
Revised: *July 18, 2018*
Accepted: *August 6, 2018*

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of soil planted with rice and longan to the amount of Soil Organic Matter (SOM) and Permanganate-Oxidizable Carbon (POXC), including the relationship between SOM and POXC which could serve as a soil quality indicator. The experimental factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) by 2 factors the frits were land used of soils plants in Maetang, Sansai, Doisaket, Phrao and Sarapee districts, and second were paddy soil and longan soil. Results of the study found that average SOM, POXC content and Bulk density (Bd) of soils planted to longan were 2.65%, 1.0976 g/kg and 1.22 g/cm^3 much higher than of paddy soil were 2.45%, 1.0797 g/kg and 1.14 g/cm^3, respectively. Relationship between SOM with POXC of paddy soil in the five districts was shown to have a clearly close correlation (r), similarly. Meanwhile, Bd in Maetang districts was the highest. SOM decomposition from organic material contains carbon components that was easily decomposable (POXC). The results from soil tillage cultivated and added chemical fertilizer was led to increased SOM decomposition which POXC was indicator essential on affect quality of soil and for POXC test kits should be developed to measure of soil quality in field soil.

Keywords: paddy soil, longan soil, Permanganate Oxidizable Carbon (POXC), Soil Organic Matter (SOM)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของดินปลูกข้าวและดินปลูกลำไยต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil Organic Matter; SOM) และคาร์บอนอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายโดยวิธีเพอร์แมงกาเนตออสซิไดส์เซเบิล (Permanganate Oxidizable Carbon; POXC) ที่นำไปสู่ความสัมพันธ์ของ SOM และ POXC เพื่อเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมี 2 ปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่ 1 คือ พื้นที่ศึกษา ได้แก่ อำเภอแม่แตง สันทราย ดอยสะเก็ด พร้าว และสารภี ปัจจัยที่ 2 คือ รูปแบบการใช้ที่ดิน ได้แก่ ดินปลูกข้าวและดินปลูกลำไย ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณ SOM, POXC และความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density; Bd) ของดินปลูกลำไยมีค่าร้อยละ 2.65, 1.0976 ก./กก. และ 1.22 ก./ลบ.ซม. สูงกว่าดินปลูกข้าวที่มีค่าร้อยละ 2.45, 1.0797 ก./กก. และ 1.14 ก./ลบ.ซม. ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง SOM กับ POXC ในดินปลูกข้าวจากพื้นที่ของ 5 อำเภอ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ความหนาแน่นรวมของดิน (Bd) ของอำเภอแม่แตงมีค่ามากที่สุด SOM เป็นคาร์บอนอินทรีย์ส่วนหนึ่งที่ได้จากการย่อยสลายของเศษซากวัสดุอินทรีย์ มีองค์ประกอบคาร์บอนที่เป็นส่วนที่ย่อยสลายยากและส่วนที่ย่อยสลายง่าย (POXC) ทำให้สรุปได้ว่าดินปลูกพืชที่มีการไถพรวนอย่างรุนแรงและการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเป็นตัวเร่งการย่อยสลาย SOM ของดิน ทำให้ได้ส่วนของ POXC ซึ่งเป็นดัชนีตัวชี้วัดที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของดิน และควรมีการพัฒนาชุดตรวจ POXC เพื่อเป็นค่าชี้วัดคุณภาพดินในระดับภาคสนามต่อไป

คำสำคัญ: ดินปลูกข้าว ดินปลูกลำไย เพอร์แมงกาเนต-ออกซิไดส์เซเบิลคาร์บอน อินทรียวัตถุในดิน

คำนำ

การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรของประเทศไทยนั้นมีความสำคัญต่อการเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งส่วนใหญ่ทรัพยากรที่ดินที่ถูกใช้เพื่อการเกษตร โดยในปี พ.ศ. 2559 มีการกระจายตัวของพื้นที่เพื่อการเกษตรในภาพรวมระดับประเทศ ภาคเหนือ รวมทั้งจังหวัดเชียงใหม่ โดยดินปลูกข้าว (Paddy soil) จากพื้นที่ปลูกข้าวนาปีทั้งประเทศประมาณ 58 ล้านไร่ สำหรับภาคเหนือมีประมาณ 12.8 ล้านไร่ และจังหวัดเชียงใหม่ 438,307 ไร่ (Office of Agricultural Economics, 2016) ระบบนิเวศของดินมีผลให้สมบัติทางฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ชีวเคมี ระดับความชื้นในดิน รวมทั้งชนิดของพืชและสิ่งมีชีวิตบนดินและในดินมีความแตกต่างกัน ในนาข้าวส่วนใหญ่ยังเป็นระบบการจัดการน้ำแบบขัง (Submerged soil) และทำให้ดินอยู่ในสภาพไร้อากาศซึ่งส่งผลต่อสมบัติของดิน ในขณะที่การปลูกลำไยซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือและของประเทศไทย เพราะสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร โดยในปี พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ 1,096,551 ไร่ และภาคเหนือมีพื้นที่ปลูก 879,777 ไร่ (ร้อยละ 80) และจังหวัดเชียงใหม่ 310,993 ไร่ (ร้อยละ 28) ถือได้ว่าเป็นพื้นที่การเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

อินทรียวัตถุในดิน (SOM) เกิดจากเศษซากพืชและสัตว์ รวมไปถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ดินที่ย่อยสลายกลายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ เช่น ปริมาณ POXC (Mueller *et al*., 1998) POXC เป็นส่วนคาร์บอนอินทรีย์ที่เป็นกรดฮิวมิกและรวมถึงสารโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ง่ายต่อการสลายตัว (Labile organic carbon) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมดในดิน คาร์บอนส่วนนี้เป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายและตอบสนองอย่างรวดเร็วเมื่อมีการจัดการดินหรือถูกเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาสั้นๆ สามารถสะท้อนให้เห็นถึงความรุนแรงและระยะเวลาของการใช้ที่ดิน (Aumtong *et al*., 2009) โดยสามารถนำไปใช้เป็นดัชนีประเมิน

คุณภาพของทรัพยากรดินสำหรับการเกษตร POXC จึงอาจใช้เป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงในขั้นเริ่มต้นของการเสื่อมโทรมของดิน (Soil degradation) หรือตัวชี้วัดในเรื่องการปรับปรุงบำรุงดิน (Soil improvement) เพราะเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และมีศักยภาพที่ไว (Sensitivity) ต่อการเปลี่ยนแปลงและการจัดการของการใช้ที่ดิน (Weil *et al*., 2003) ซึ่งการใช้อินทรียวัตถุในดิน คาร์บอนอินทรีย์ส่วนต่างๆ ของดิน เช่น POXC หรือสมบัติอื่นๆ ของดินเป็นตัวชี้วัด เพื่อประเมินคุณภาพดินเพื่อการเกษตรที่ได้รับการจัดการดินแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่การจัดการดินที่มีคุณภาพที่ดีแล้วทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น รวมทั้งเป็นการตั้งรับต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อาจมีผลกระทบต่อภาคเกษตรจึงเป็นเป้าหมายสำคัญ ดังนั้น วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของดินปลูกข้าวกับดินปลูกลำไยต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินและคาร์บอนอินทรีย์ที่ออกซิไดส์ด้วยเพอร์แมงกาเนตจากพื้นที่อำเภอแม่แตง สันทราย ดอยสะเก็ด พร้าว และสารภี และศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณอินทรียวัตถุในดินและอินทรีย์คาร์บอนที่ออกซิไดส์ด้วยเพอร์แมงกาเนตเพื่อเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร 2 รูปแบบ (ปลูกข้าว และปลูกลำไย) ภายในพื้นที่อำเภอแม่แตง สันทราย ดอยสะเก็ด พร้าว และสารภี ทั้งหมดอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ แผนที่การใช้ที่ดิน แผนที่ระดับความสูง โดยทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

การจัดทำแผนที่ การเตรียมตัวอย่างดิน และแผนการทดลอง

พื้นที่ปลูกข้าวและปลูกลำไยมีสภาพพื้นที่ความสูงอยู่ในช่วง 360-400 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง จัดทำแผนที่พื้นที่ทำการเกษตรของทั้ง 5 อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่แตง สันทราย ดอยสะเก็ด พร้าว และสารภี เป็นตารางขนาดเท่ากัน ด้วยการใช้วิธีกริด (Grid method) ขนาดกว้างxยาว (2x2 กม.) และซ้อนทับลงบนแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่มีการปลูกข้าวของแต่ละอำเภอได้จำนวนกริดรวม 68, 49, 54, 57 และ 26 กริด ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกลำไยนั้นได้จำนวนกริดรวม 82, 47, 62, 96 และ 34 กริด ตามลำดับ

เก็บตัวอย่างดินจากของแต่ละกริดแบบสลับฟันปลา (Pseudo sample) ที่ระดับความลึก 0-30 ซม. โดยสุ่มเก็บจำนวน 3 ตัวอย่างย่อย แล้วผสมกันได้ 1 ตัวอย่างดินรวม (Composite sample) เก็บ 3 ซ้ำ ซึ่งได้ตัวอย่างดินรวม 3 ตัวอย่างต่อ 1 กริด ผึ่งดินให้แห้งในที่ร่ม (Air dried) แล้วนำดินไปร่อนโดยผ่านตะแกรงรูขนาด 2 มม. และ 0.5 มม. วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ พื้นที่ศึกษา ได้แก่ อำเภอแม่แตง สันทราย ดอยสะเก็ด พร้าว และสารภี และปัจจัยที่ 2 คือ รูปแบบการใช้ที่ดิน ได้แก่ ดินปลูกข้าว และดินปลูกลำไย

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน

วิเคราะห์ดินปลูกข้าวและดินปลูกลำไย ของทั้ง 5 อำเภอ ได้แก่ วิเคราะห์ดินทางเคมีหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil Organic Matter; SOM) (Walkley, 1947) Permanganate–Oxidizable Carbon (POXC) (ดัดแปลงจาก Weil *et al*., 2003) pH (Soil: H_2O 1:1) ด้วย pH meter (Mc Lean, 1982) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ด้วยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K, Ca และ Mg) สกัดดินด้วย 1 N NH_4OAc pH 7 และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (Isaac and Kerber, 1971) ส่วนการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density; Bd) โดยวิธี Soil core และเนื้อดิน (Soil texture) โดยวิธี Bouyoucos hydrometer ใช้เทคนิค

ความหนาแน่นของอนุภาคดินในสารละลายแคลกอน (Calgon) (Baver *et al.,* 1972)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ Analysis of Variances (ANOVA) ของข้อมูลตามแผนการทดลอง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หาความสัมพันธ์ Relationship ระหว่าง SOM และ POXC และระหว่าง Bd กับ POXC โดยคำนวณค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และสมการเชิงถดถอย

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของรูปแบบการปลูกพืชต่อปริมาณ SOM, POXC ความหนาแน่นรวมดิน (Bd) และสมบัติของดิน

ค่าเฉลี่ยปริมาณ SOM ของดินปลูกข้าวและดินปลูกลำไย พบว่าของดินปลูกลำไยมีค่า SOM เท่ากับ 2.65 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าดินปลูกข้าวที่มีค่า 2.45 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณ POXC ของดินปลูกข้าวและดินปลูกลำไยมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (1.0797 และ 1.0976 ก./กก.) ขณะที่ค่าเฉลี่ย Bd ของดินปลูกลำไยมีค่า 1.22 ก./ลบ.ซม. มากกว่าดินปลูกข้าว 1.14 ก./ลบ.ซม. การจัดการดินแบบต่างๆ มีผลต่อปริมาณ SOM, POXC ในดิน และค่า Bd ของดิน การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่พบได้ทั้งในพื้นที่ปลูกข้าวและปลูกลำไยมีความแตกต่างกันของชนิดปุ๋ยและปริมาณของปุ๋ย การใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน (N), N+ฟอสฟอรัส (P), N+โพแทสเซียม (K) และ N+P+K ร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่ามีปริมาณ POXC สูงกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย Blair *et al.* (1995) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการปุ๋ยคอกเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเข้าสู่ระบบดิน (Aumtong and Pongwongkam, 2017; Islam *et al.,* 2011) การใส่ปุ๋ยเคมีที่มี N ทำให้มีการฟุ้งกระจายเกิดได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะดินที่มีปริมาณ SOM ต่ำ (Bi *et al.,* 2015) ดินปลูกข้าวมีกระบวนการเตรียมดินที่ค่อนข้างรุนแรงกว่าดินลำไย ทำให้อนุภาคดิน (Clay+Silt) ฟุ้งกระจายอยู่และตกตะกอนเป็นชั้นแน่นแข็ง (Compacted layer) อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของ Bd ดินลำไยสูงกว่าดินปลูกข้าวของพื้นที่อำเภอต่างๆ นั้นเป็นผลมาจากการเตรียมดินก่อนการปลูกข้าว โดยการไถพรวนเป็นการทำลายโครงสร้างดินและเม็ดดิน และทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของอนุภาคดิน (Clay+Silt) ทำให้ความเสถียรของคาร์บอนอินทรีย์ลดลง ตรงกันข้ามกับดินปลูกลำไยมีการไถพรวนน้อยและไม่รุนแรงทำให้เม็ดดินและคาร์บอนในดินมีความเสถียรเพิ่มมากขึ้น (Sriwichai, 2018; Bi *et al*., 2015)

ความสัมพันธ์ระหว่าง POXC กับการกระจายตัวของอนุภาคดินที่เป็นผลมาจากการจัดการดิน การศึกษาครั้งนี้พบว่า ดินลำไยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ POXC กับอนุภาคดินปฐมภูมิขนาดต่างๆ (ปริมาณ Clay+Silt) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณ POXC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) (ได้แก่ แม่แตง สันทราย ดอยสะเก็ด และพร้าว) ในขณะที่ปริมาณ Sand มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณ POXC เป็นส่วนใหญ่ ปริมาณ POXC นี้อาจได้รับปกป้องจากอนุภาค Clay โดยกระบวนการดูดซับหรือด้วยกลไกกายภาพ เช่น การถูกจับอยู่ในโครงสร้างของเม็ดดินขนาดเล็กหรือบนพื้นผิวของอนุภาคปฐมภูมิ เช่น Clay และ Silt (Sriwichai *et al.,* 2018; Tisdall and Oades, 1982)

ลักษณะของดินปลูกข้าวภายใต้การขังน้ำ คือ มีการเกิดอสัณฐานของเหล็กออกไซด์ (Poorly crystalline Fe oxides) ที่มีปริมาณสูง ในขณะที่ดินปลูกลำไยมีปริมาณส่วนที่เป็นผลึกของเหล็กออกไซด์สูง สำหรับในดินปลูกข้าวปริมาณของเหล็กออกไซด์มีบทบาทสำคัญในการเก็บรักษา SOM เพราะเหล็กออกไซด์ดังกล่าวสามารถปกป้อง SOM ไว้ในโครงสร้างของสารนี้ และผลของการใส่ปุ๋ย N+P+K ร่วมกับปุ๋ยคอกทำให้ปริมาณเหล็กออกไซด์ในรูป Oxalate-soluble Fe เพิ่มขึ้น แต่ในดินปลูกลำไย

ปริมาณเหล็กออกไซด์ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ SOM ในดิน และยังพบว่ามีปริมาณต่ำกว่าดินปลูกข้าวด้วย (Yan *et al.,* 2013)

ดินปลูกลำไยมีปริมาณ SOM (ร้อยละ 2.65) สูงกว่าดินปลูกข้าว (ร้อยละ 2.45) ส่วนปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของทั้ง 5 อำเภอ ที่ปลูกลำไย (13.3-57.3 ก./กก. และ 167.2-2,094.9 ก./กก.) มีปริมาณสูงกว่าดินปลูกข้าว (7.4-25.7 ก./กก. และ 101.5-1,878.5 ก./กก.) ตามลำดับ เนื่องจากดินปลูกลำไยที่มีปริมาณธาตุอาหารพืชในดินสูง ทำให้จุลินทรีย์ดินสามารถอยู่ได้โดยไม่พึ่งพาธาตุอาหารที่ผ่านการย่อยสลายจาก SOM จึงอาจทำให้การย่อยสลาย SOM เกิดขึ้นได้ต่ำกว่าดินปลูกข้าว ขณะที่ปริมาณของมวลชีวภาพหรือเศษซากพืชที่ทิ้งไว้ในพื้นที่ถือว่าเป็นแหล่งของ SOM ที่สำคัญและสลายตัวเป็นคาร์บอนส่วนที่สลายตัวง่าย (Labile SOC fractions) ซึ่งจะส่งผลต่อการเก็บรักษาอินทรียวัตถุ (de Moraes Sa *et al.,* 2018) นอกจากนี้ Finn *et al.* (2015) พบว่าชนิดของใบพืชมีผลต่อการสลายตัวของซากอินทรีย์ โดยชนิดพืชมีอัตราส่วนของหมู่ Alkyl C : O-alkyl C ratio แตกต่างกัน และในใบพืชที่อัตราส่วนของ Alkyl C : O-alkyl C ratio สูง

Table 1 The mean amount of SOM, POXC (Permanganate-Oxidizable Carbon) fractions and soil bulk density (Bd) from paddy soils and longan plantation soils at depth 0-30 cm from various locations

Treatment	SOM	POXC	Bulk density (Bd)
	(%)	(g/kg)	(g/cm^3)
Paddy soils (Anoxic)	2.45 B	1.0797 A	1.14 B
Longan soils (Aerobic)	2.65 A	1.0976 A	1.22 A
Maetang	1.71 d	0.9165 d	1.25 a
Sansai	4.63 a	0.8966 c	1.17 b
Doisaket	1.78 d	1.1554 b	1.15 b
Phrao	2.46 b	1.1150 b	1.17 b
Sarapee	2.14 c	1.3598 a	1.15 b
Paddy soil + Maetang	1.67 d	0.9394 ef	1.20 bc
Longan soil + Maetang	1.76 d	0.8936 f	1.32 a
Paddy soil + Sansai	4.51 a	0.8599 f	1.14 cd
Longan soil + Sansai	4.74 a	0.9333 ef	1.21 bc
Paddy soil + Doisaket	1.89 cd	1.0997 cd	1.14 c
Longan soil + Doisaket	1.67 d	1.2111 bc	1.18 c
Paddy soil + Phrao	1.97 cd	1.0548 de	1.20 bc
Longan soil + Phrao	2.96 b	1.1752 bcd	1.15 c
Paddy soil + Sarapee	2.18 c	1.4447 a	1.05 d
Longan soil + Sarapee	2.10 cd	1.2749 ab	1.23 ab

The difference of upper case, Italic lower case, lower case letter within a column and depth group followed that mean the treatments differ significantly ($P<0.05$).

Table 2 The Pearson correlation coefficients (r) and *P*-value between primary particles (e.g. sand, silt and clay) and POXC from paddy soils and longan soils

Location	Land use	Clay	Silt	Sand	Clay+Silt
Maetang	Paddy soil (r)	0.4592	0.3297	-0.3749	0.4846
	P-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Longan soil (r)	0.2197	0.0320	-0.1737	0.1737
	P-value	0.0002	0.5962	0.0038	0.0038
Sansai	Paddy soil (r)	0.0996	0.0190	-0.0738	0.0738
	P-value	0.2298	0.8191	0.3741	0.3741
	Longan soil (r)	0.1179	0.2407	-0.2420	0.2420
	P-value	0.1637	0.0040	0.0038	0.0038
Doisaked	Paddy soil (r)	***0.2083***	-0.1439	-0.0787	0.0787
	P-value	***0.0078***	0.0676	0.3194	0.3194
	Longan soil (r)	0.1706	0.0664	-0.1902	0.1902
	P-value	0.0199	0.3679	0.0093	0.0093
Proaw	Paddy soil (r)	0.0139	0.1976	-0.1649	0.1649
	P-value	0.8563	0.0096	0.0311	0.0311
	Longan soil (r)	0.3032	0.3693	-0.4848	0.4848
	P-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sarapee	Paddy soil (r)	0.0288	-0.2675	0.1478	0.1478
	P-value	0.8024	0.0179	0.1966	0.1966
	Longan soil (r)	-0.0664	-0.0477	0.1049	-0.0973
	P-value	0.5072	0.6341	0.2939	0.3306

ความสัมพันธ์ระหว่าง POXC กับสมบัติของดิน

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOM กับ POXC จากผลการศึกษาในสภาพดินปลูกข้าวและดินปลูกลำไยพบว่าเมื่อนำ SOM ไปหาความสัมพันธ์กับ POXC ในดินปลูกข้าวของพื้นที่ของอำเภอแม่แตง สันทราย ดอยสะเก็ด พร้าว และสารภี มีค่าสหสัมพันธ์ (r) ระหว่าง SOM กับ POXC เท่ากับ 0.7005, 0.8188, 0.5773, 0.0450 และ 0.7172 ตามลำดับ (Figure 1A, B, C, D, E, F) ส่วนในดินปลูกลำไยมีค่า r เท่ากับ 0.7358, 0.8236, 0.8075, 0.6950 และ 0.7777 ตามลำดับ และค่า r จากทุกพื้นที่ของดินปลูกข้าวมีค่า 0.4751 และสำหรับดินปลูกลำไยมีค่า 0.2327 อาจกล่าวได้ว่าเมื่อปริมาณ POXC เพิ่มขึ้นพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุด้วย แต่อย่างไรก็ตามในดินปลูกข้าวของอำเภอพร้าวค่า r ของปริมาณ SOM กับปริมาณ POXC ไม่มีความสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นว่าจากผลการศึกษาครั้งนี้ POXC มีความไวต่อการจัดการดินเท่ากับ SOM และมีผลต่อคุณภาพของดิน

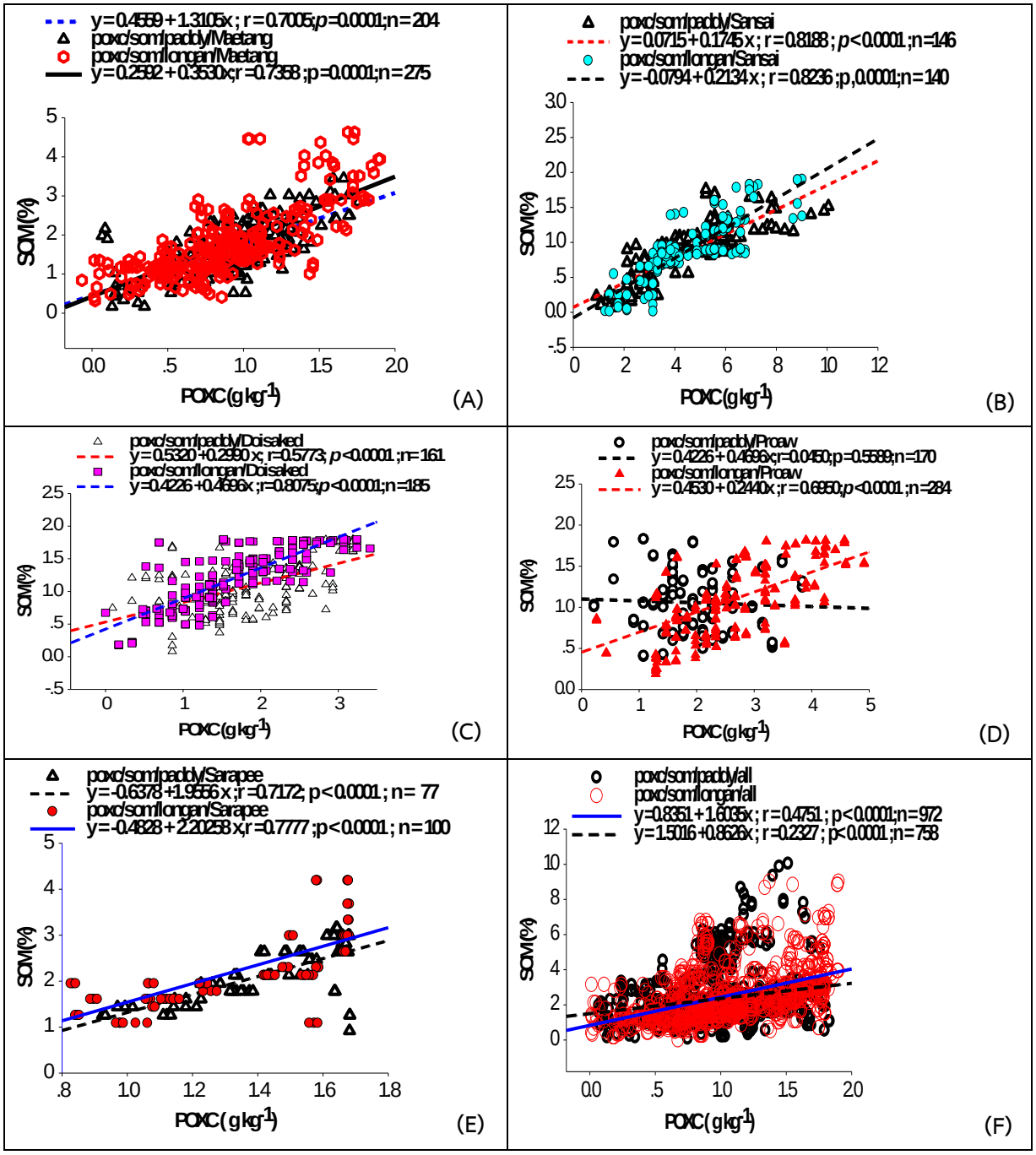

Figure 1 The Linear relationships and coefficients between Soil Organic Matter (SOM) by dichromate oxidizable carbon and Permaganate-Oxidizable Carbon (POXC) from longan soils and paddy soils (A) Maetang, (B) Sansai, (C) Doisaked, (D) Phrao, (E) Sarapee and (F) All locations

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของดิน (Bd) กับปริมาณ POXC

เมื่อนำ Bd ไปหาความสัมพันธ์กับ POXC พบว่ามีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เชิงลบในดินปลูกข้าวและดินปลูกลำไย (Table 3) กล่าวคือ เมื่อค่า Bd ของดินลดลงเป็นผลมาจากปริมาณ POXC ที่เพิ่มขึ้นของทั้งดินปลูกข้าวและดินปลูกลำไยของทุกพื้นที่อำเภอ โดยดินปลูกลำไย (r=-0.3927) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง POXC กับค่า Bd มีระดับที่สูงกว่าดินปลูกข้าว (r=-0.3119) ดังนั้นผู้วิจัยขอเสนอแนะว่าควรพัฒนาวิธีวัดปริมาณ POXC เพื่อประเมินระดับ SOM ในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับภาคสนาม เพราะการวิเคราะห์ดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างต่ำและไม่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งที่สำคัญสามารถพัฒนาเป็นชุดเครื่องมือแบบง่าย เช่น ชุดตรวจสอบในภาคสนามสำหรับเกษตรกร นักส่งเสริมการเกษตร หรือผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม ที่ต้องการประเมินระดับอินทรียวัตถุในดิน จากการใช้ที่ดินและการจัดการดินแบบต่างๆ

Table 3 The Pearson's correlation coefficients (r) between POXC and soil bulk density from five agro-ecosystem locations

Locations	Paddy: r (P-value)	Longan: r (P-value)
Maetang	-0.2819 (0.0000)	-0.3400 (0.0000)
Sansai	-0.1734 (0.0357)	-0.2088 (0.0130)
Doisaked	-0.2061 (0.0085)	-0.4388 (0.0000)
Proaw	-0.4765 (0.0000)	-0.4765 (0.0000)
Sarapee	-0.4216 (0.0001)	-0.4995 (0.0000)
Mean	-0.3119	-0.3927
Total	-0.2819 (0.0000)	

สรุปผลการทดลอง

ผลของรูปแบบการปลูกพืชต่อค่าเฉลี่ยปริมาณ SOM, POXC และความหนาแน่นรวมของดิน (Bd) ของดินปลูกลำไยมีค่าสูงกว่าดินปลูกข้าว และในดินที่ปลูกพืชทั้งสองมีปริมาณ SOM สูงในพื้นที่ของอำเภอสันทราย ส่วนปริมาณ POXC ของดินปลูกพืชทั้ง 2 แบบ พบมากในอำเภอสารภี ในขณะที่ความหนาแน่นรวมของดิน (Bd) ของอำเภอแม่แตงมีค่ามากที่สุด SOM เป็นคาร์บอนอินทรีย์ส่วนหนึ่งที่ได้จากการย่อยสลายของเศษซากวัสดุอินทรีย์ มีองค์ประกอบคาร์บอนที่เป็นส่วนที่ย่อยสลายยากและส่วนที่ย่อยสลายง่าย (POXC) ทำให้สรุปได้ว่าดินปลูกพืชที่มีการไถพรวนอย่างรุนแรงและการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเป็นตัวเร่งการย่อยสลาย SOM ของดิน ทำให้ได้ส่วนของ POXC ซึ่งเป็นดัชนีตัวชี้วัดที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของดิน และควรมีการพัฒนาชุดตรวจ POXC เพื่อเป็นค่าชี้วัดคุณภาพดินในระดับภาคสนามต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการการพัฒนาโปรแกรมการจัดการน้ำและปุ๋ยแบบแม่นยำสำหรับทำการเกษตรอินทรีย์จังหวัดเชียงใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2560 และการจัดการทางการเกษตรเพื่อลดผลกระทบและตั้งรับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ประจำปี พ.ศ. 2561

เอกสารอ้างอิง

Aumtong, S., J. Magid, S. Bruun and A.de. Neergaard. 2009. Relating soil carbon fractions to land use in sloping uplands in northern Thailand. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 131(3-4): 229-239.

Aumtong, S. and P. Pongwongkam. 2017. The amount and sequestration of organic carbon fractions in paddy soils. **Journal of Agri. Research & Extension** 34(2): 1-13.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Science** 59: 39-45.

Baver, L.D., W.H. Gardner and W.R. Gardner. 1972. **Soil Physics. 4th Edition.** New York: John Wiley and Sons. 489 p.

Bi, L., S. Yan and B. Zhang. 2015. Impacts of long-term chemical and organic fertilization on soil. **Soil and Tillage Research** 152: 94-103.

Blair, G.J., R.D.B. Lefroy and L. Lisle. 1995. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research** 46: 1459-1466.

De Moraes Sá.J.C., D.R.P. Gonçalves, L.A. Ferreirac, U. Mishra, T.M. Inagaki, F.J.F. Furlan, R.S. Moro, N. Floriani, C. Briedis and A.de.O. Ferreira. 2018. Soil carbon fractions and biological activity based indices can be used to study the impact of land management and ecological successions. **Ecological Indicators** 84: 96-105.

Finn, D., K. Page, C. Ekaterina, S. MarcoKienzlea, F. Robertson, R. Armstong and R. Dalal. 2015. Effect of added nitrogen on plant litter decomposition depends on initial soil carbon and nitrogen stoichiometry. **Soil Biology and Biochemistry** 91: 160-168.

Isaac, R.A. and J.D. Kerber. 1971. Atomic Absorption and Flame Photometry: Techniques and Uses in Soil, Plant and Water Analysis. pp. 17-37. *In* Walsh, L.M. (ed). **Instrumental Methods for Analysis of Soil and Plant Tissues.** Madison: SSSA.

Islam, M.R., P.S. Chauhan, Y. Kim, M. Kim and T.M. Sa. 2011. Community level functional diversity and enzyme activities in paddy soils under different long-term fertilizer management practices. **Biology and Fertility of Soils** 47(5): 599-604.

Mc Lean, E.O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. pp. 199-224. *In* Page A.L. (ed). **Methods of Soil Analysis, Part II. Chemical and Microbiological Properties**. Madison: Soil Science Society of America.

Mueller, T., L.S. Jensen, N.E. Nielsen and J. Magid. 1998. Turnover of carbon and nitrogen in a sandy loam soil following incorporation of chopped maize plants, barley straw and blue grass in the field. **Soil Biology and Biochemistry** 30(5): 561-571.

Office of Agricultural Economics. 2016. **Agricultural Statistics of Thailand in 2016**. [Online]. Available www.oae.go.th /download/download_journal/2560/yearbook59.pdf (12 February 2018).

Sriwichai, W. 2018. **Emission Quantity and Formation of Greenhouse-carbon Gases in Different Textural Paddy Soils Receiving Biochar and Rice Straw: Case Study of Pot Experiment and Soil Incubation.** Master dissertation. Khon Kaen University. 81 p.

Sriwichai, W., D. Tulaphitak, P. Lawongsa and P. Saenjan. 2018. Soil organic carbon and stable carbon locations in different textural paddy soils. **Khon Kaen Agr. J.** 46(3): 483-488.

Tisdall, J.M. and J.M. Oades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal Soil Science** 33(2): 141-163.

Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determination of organic carbon in soils effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. **Soil Science** 63(4): 251-257.

Weil, R.R., K.R. Islem, M.A. Stien, J.J. Gruver and S.E. Samson-Liebig. 2003. Estimate active carbon for soil quality assessment: a simplified method for laboratory and field use. **American Journal of Alternative Agriculture** 18(1): 1-17.

Yan, X., H. Zhou, Q.H. Zhu, X.F. Wang, Y.Z. Zhang, X.C. Yu and X. Peng. 2013. Carbon sequestration efficiency in paddy soil and upland soil under long-term fertilization in southern China. **Soil and Tillage Research** 130: 42-51.