สมบัติของดิน ปริมาณและแหล่งกักเก็บคาร์บอนและไนโตรเจนในดิน ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน

Soil Properties, Contents and Storage Locations of Soil Carbon and Nitrogen Under The Different Land-Uses

อรรณพ พุทธโส[1] โกศล เคนทะ[1] นิลภัทร คงพ่วง[1] และ ศุภฤกษ์ กลิ่นหวล[1]

[1]กลุ่มสำรวจจำแนกดิน สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ (เริ่มปี 2554) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของดิน ปริมาณและแหล่งกักเก็บคาร์บอนและไนโตรเจนในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่า ECEC ของดินมีค่าอยู่ในช่วง 15.57-24.99 cmolkg^{-1} พบสูงสุดในแปลงวนเกษตร (24.99 cmolkg^{-1}) เช่นเดียวกับปริมาณ C และ N ทั้งหมดในดินพบสูงสุดในแปลงวนเกษตรเท่ากับ 1.37% และ 0.17% รองลงมาคือ แปลงไม้ผล (C=1.17% และ N=0.13%) และพบปริมาณ C ในดินมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับค่า ECEC ในดิน (R^2=0.97) การใช้ประโยชน์ที่ดินทุกประเภทส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณเม็ดดินขนาดใหญ่ (74.5-81.3% สูงสุดในแปลงวนเกษตร) สูงกว่าเม็ดดินขนาดเล็ก (18.7-25-5%, สูงสุดในแปลงหญ้าแฝก) นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณ C (49.3-93.1%) และN (51.6-95.8%) ส่วนใหญ่ถูกกักเก็บไว้ในเม็ดดินขนาดใหญ่ (0.25-2.0 มม.) พบสูงสุดในแปลงวนเกษตร (C=93.1% และ N=95.8%) และพบสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณ C (R^2=0.61**) และ N (R^2=0.71*) ในเม็ดดินกับปริมาณเม็ดดินโดยเฉพาะในเม็ดดินขนาดใหญ่ ผลการศึกษานี้ชี้ว่า ระบบวนเกษตรส่งเสริมต่อการเพิ่มปริมาณการสะสม C และ N ในดินซึ่งส่วนใหญ่ถูกกักเก็บไว้ในเม็ดดินขนาดใหญ่ (0.25-2.0 มม.) และยังสะท้อนถึงบทบาทของ C และ N ต่อการเกิดเม็ดดินภายในระบบ

คำสำคัญ : อินทรียคาร์บอนในดิน / ไนโตรเจนทั้งหมด / เม็ดดิน / การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ABSTRACT

The objective of this study (started in 2011) was to investigate on soil properties, content and storage locations of carbon (C) and nitrogen (N) under different land-uses. Study site was at Land Development Research and Technology Transfer Division, Amphoe Pak Chong, Nakhon Ratchasima Province. The result of this study found that soil ECEC was ranged 15.57-24.99 cmol kg^{-1}. The highest ECEC was found in agro-ecosystem (24.99 cmol kg^{-1}). The agro-ecosystem had highest soil C (1.37%) and N (0.17%) contents followed by soil in the orchard system (C=1.17% and N=0.13%). The C content was positively correlated with soil ECEC (R^2=0.97). This study showed that soil aggregated was related to land-uses system. The quantities of soil macro-aggregate (74.5-81.3%, highest in agro-ecosystem) had higher than soil micro-aggregate (18.7-25.5%, highest in vetiver grass system). In addition, we also found that the soil C and N contents were sequestered in the soil macro-aggregate (0.25-2.0 mm) with highest in the agro-ecosystem (C=93% and N=95.8%). Additionally, C (R^2=0.61**) and N (R^2=0.71*) contents in soil aggregate was highly positively correlated with the quantities of soil aggregate especially in the soil macro-aggregate. This result stated that the agro-ecosystem led to increase the soil C and N accumulation which the main storage location is macro-aggregate (0.25-2.0 mm). This result reflected that the role of C and N on soil aggregation in the systems

Keywords : Soil Organic Carbon / Total Nitrogen / Soil Aggregate / Land-Uses

บทนำ

ในอดีตมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากระบบนิเวศป่าไม้มาเพื่อทำการเกษตรโดยเฉพาะระบบการเกษตรเชิงเดี่ยว ซึ่งเป็นระบบที่ขาดการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและอนุรักษ์ดินอย่างเพียงพอ ดุลยภาพของธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงไปในทางลบ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil Organic Matter, SOM) ลดลง ส่งผลทำให้ผลผลิตลดลง ประกอบกับการที่มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นและต้องการทำการเกษตรเพื่อค้าขายมากขึ้นทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น ดินมีความเสื่อมโทรมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แนวทางในการฟื้นฟูและแก้ไขปัญหาทรัพยากรดินที่เสื่อมโทรมดังกล่าว อาทิเช่น การปลูกพืชให้มีความหลากหลาย หรือการคืนซากอินทรีย์กลับสู่ดิน และมีการใช้สารอินทรีย์คุณภาพที่เหมาะสมให้กับดิน ระบบการทำเกษตรอินทรีย์เป็นระบบการผลิตพืชที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม สมดุลธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ มีการจัดการระบบนิเวศที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ทุกชนิดดังวิถีทางการทำเกษตรอินทรีย์ ซึ่งระบบการทำเกษตรอินทรีย์ได้มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องซึ่งผลต่อคุณภาพของดิน อาทิเช่น ยกระดับผลิตภาพของดิน หมุนเวียนธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชภายในระบบ ตลอดจนลดปัญหาที่ส่งผลต่อกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กรมพัฒนาที่ดินได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของระบบเกษตรอินทรีย์จึงได้มีการส่งเสริมการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบการปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์โดยดำเนินการภายในศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และหน่วยงานสำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดินซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีบทบาทในการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของทรัพยากรดิน จึงได้มีการศึกษาวิจัยอย่างบูรณาการเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดินในระยะยาวภายใต้ระบบการปลูกพืชเกษตรอินทรีย์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสมบัติบางประการของดิน และการกักเก็บคาร์บอนและไนโตรเจนในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา : ทำการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาในศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โครงการนี้ได้เริ่มต้นเมื่อปี พ.ศ.2553 และผลการศึกษานี้เป็นการรายงานผลการศึกษาของปีแรก ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพของดินในเบื้องต้นภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ จำนวน 4 แปลงศึกษาได้แก่ 1) แปลงพืชผักและพืชไร่ ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว ข้าวโพด 2) แปลงไม้ผล ได้แก่ น้อยหน้า มะม่วงและแก้วมังกร 3) แปลงวนเกษตร ได้แก่ ต้นสัก กระถิน และกระถินณรงค์ และ 4) แปลงหญ้าแฝก

การเก็บตัวอย่างดิน : โดยเก็บตัวอย่างดินที่ทำลายโครงสร้างโดยใช้สว่านเจาะดิน และไม่ทำลายโครงสร้างโดยใช้กระบอกเก็บดินภายในความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวดิน จำนวน 3 ซ้ำต่อแปลง

การวิเคราะห์ดิน: ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดินได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) อินทรียคาร์บอนในดิน (Soil Organic Carbon) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) เม็ดดิน (Soil Aggregate) โดยวิธี Wet Aieving (Puttaso, 2011; Urquiaga, 1998) วิเคราะห์หาปริมาณประจุบวกจำพวกด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Basic Cation) โดยการชะล้างดินด้วย 1 N NH4OAc pH 7.0 แล้ววิเคราะห์หา K, Mg, Ca โดยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) (Thomas. 1982) และประเมินค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Effective Cation Exchange Capacity, ECEC) ในดิน

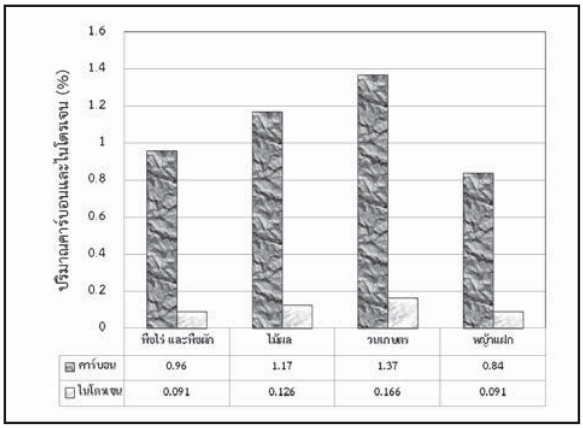
การวิเคราะห์ข้อมูล: ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัยในแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ Standard Error of Mean (SEM) รวมถึงวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และ Regression (R2) ระหว่างปัจจัย

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. สมบัติของดินบางประการ

ค่าความเป็นกรดด่างของดิน (Soil pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) : การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมีค่ามีค่า pH อยู่ในช่วง 5.23-6.61 (ความลึก 0-15 cm จากผิวดิน) และมีค่าในช่วง 5.74-6.72 (ความลึก 15-30 cm จากผิวดิน) ดังตารางที่ 4 ค่า pH จัดอยู่ในช่วงเป็นกรดจัดถึงกลาง โดยระบบวนเกษตรนั้นส่งผลให้ค่า pH สูงกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ทั้งดินบนและดินล่าง ซึ่งมีความหลากหลายของพืชพรรณส่วนค่า EC มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.08 mS cm-1 ซึ่งจัดอยู่ในช่วงไม่มีผลกระทบต่อพืช

การสะสมของอินทรียวัตถุในดิน (SOM) : ซึ่งในที่นี้เน้นที่ปริมาณคาร์บอน (C) และปริมาณไนโตรเจน (N) การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทส่งผลต่อปริมาณการสะสมของ C ในดินแตกต่างกัน (รูปที่ 1) แปลงวนเกษตรมีปริมาณ C สูงสุดเท่ากับ 1.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ แปลงไม้ผล พืชผักและพืชไร่ และต่ำที่สุดคือ แปลงปลูกหญ้าแฝก (0.84 %) เช่นเดียวกับปริมาณ N ซึ่งพบสูงสุดในระบบวนเกษตรเท่ากับ 0.166 % รองลงมาคือ แปลงไม้ผล ทั้งนี้ปริมาณ C และ N ในแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดินขึ้นอยู่กับแหล่งของอินทรียวัตถุซึ่งมาจากปริมาณใบไม้ที่ร่วงหล่น หรือเศษซากเหลือหลังการเกี่ยว ซึ่งจะการสลายตัวและสะสมอยู่ภายในระบบ โดยการสลายตัวของเศษซากพืชขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของเศษซากนั้นๆ ดังงานของปัทมาและอรรณพ (2552) พบว่าปริมาณ C ในดินมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณ C (r=0.629*) ในสารอินทรีย์ (เช่น ใบมะขาม ใบพลวงซาก ถั่วลิสง และฟางข้าว) และปริมาณ N มีสหสัมพันธ์สูงในทางบวกกับปริมาณ N (r=0.630*) ในสารอินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของเศษซากพืชมีทั้งส่วนที่สลายตัวได้ง่ายและสลายตัวยาก (ลิกนินและโพลีฟีนอล) ผลนี้ชี้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความหลากหลายของพืชอย่างระบบวนเกษตรย่อมส่งผลให้มีปริมาณการสะสม C และ N สูงสุดเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ (ระบบเชิงเดี่ยว) นอกเหนือจากนี้ *Vityakon et al* (2007 และ Urquiga *et al.* 1998) รายงานว่าสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบที่ต้านทานการสลายตัวสูงส่งผลต่อการเพิ่มชิ้นส่วนอินทรียวัตถุในดินจึงเป็นแหล่งของ C ในดินแหล่งหนึ่งจากปริมาณ C และ N ในแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดินส่งผลให้อัตราส่วน C/N มีค่าอยู่ในช่วง 8.3-10.5 ซึ่งสะท้อนชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงรูปธาตุอาหารคาร์บอนและไนโตรเจนและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินและยังสัมพันธ์ไปกับสิ่งมีชีวิตในดินโดยเฉพาะจุลินทรีย์ในดิน



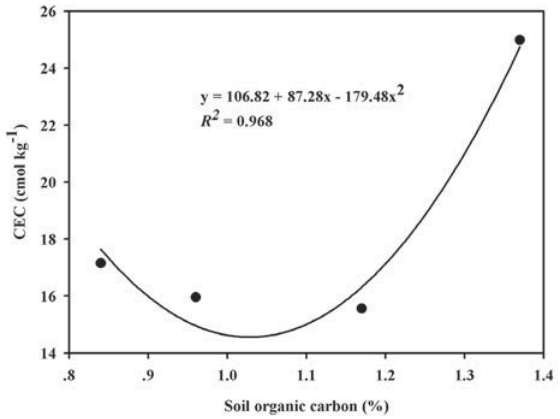
รูปที่ 1 ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

ปริมาณธาตุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ในดิน: ปริมาณประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีแนวโน้มสูงในดินแปลงวนเกษตรโดยเฉพาะปริมาณ Ca เท่ากับ 16.78 cmol kg^{-1} (ตารางที่ 1) ส่วนแปลงพืชผัก พืชไร่ ไม้ผล และหญ้าแฝกมีปริมาณใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1) นอกจากนี้พบว่าปริมาณ Ca ในดินมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับค่า pH ของดิน (R^2= 0.58) ส่วนปริมาณ Mg และ Na มีค่าสูงในแปลงพืชไร่และพืชผัก รองลงมาคือ หญ้าแฝก สำหรับปริมาณ K มีค่าสูงที่สุดในแปลงวนเกษตร (2.33 cmol kg^{-1}) ดังตารางที่ 1

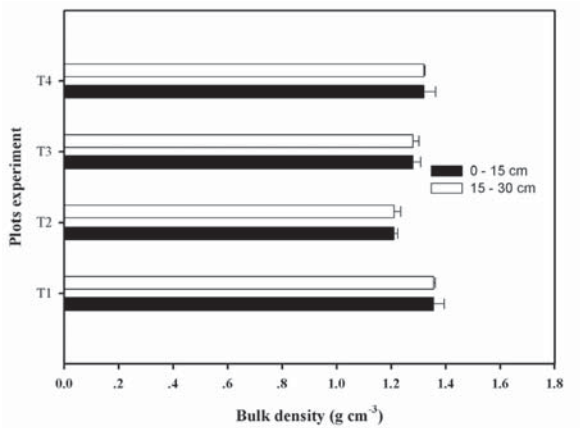
นอกจากนี้ ระบบวนเกษตรส่งผลให้มีค่า ECEC สูงที่สุดเท่ากับ 24.99 cmol kg^{-1} และพบสหสัมพันธ์สูง ($y=22.679^{x2} - 267.43x + 801.75$, R^2=0.99) กับค่า pH ของดิน แสดงให้เห็นว่า ค่า ECEC ในดินนั้นผันแปรไปตามค่า pH ซึ่งดินดังกล่าวอาจเป็นประเภทดินเหนียวที่มีโครงสร้างแบบ 1:1 ที่มีประจุแบบผันแปร นอกจากนี้ค่า ECEC ยังมีสหสัมพันธ์สูงในทางบวกกับปริมาณคาร์บอนในดิน (R^2=0.968) ดังรูปที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับ Puttaso *et al* (2011) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่า ECEC กับปริมาณ SOC ในดิน (R^2=0.89***) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณ C ในดินมีบทบาทต่อการเพิ่มประจุลบในดิน โดยเฉพาะคาร์บอนในดินที่มาจากการสลายตัวจากเศษซากพืชมีองค์ประกอบทางเคมีจำพวกลิกนินและโพลีฟีนอลสูง ซึ่งสารนี้เป็นส่วนของสารตั้งต้นที่จะมีการพัฒนาต่อไปจนได้สารฮิวมัสหรือสารประกอบฮิวมิก (Humic Substance) ในที่สุด โดยสารฮิวมิกเป็นอินทรียวัตถุส่วนที่มีเสถียรภาพสูง ซึ่งจะช่วยเพิ่มประจุลบให้กับดินซึ่งส่งเสริมต่อการเพิ่มพื้นที่ในการรองรับธาตุอาหารในดิน

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	Exchangeable cations (cmol kg^{-1})				Effective CEC (cmol kg^{-1})
	Ca	Mg	Na	K	
พืชผัก พืชไร่	5.36	2.32	7.10	1.18	15.96
ไม้ผล	7.35	1.69	4.87	1.67	15.57
วนเกษตร	16.78	1.85	4.03	2.33	24.99
หญ้าแฝก	6.55	1.93	6.95	1.74	17.16

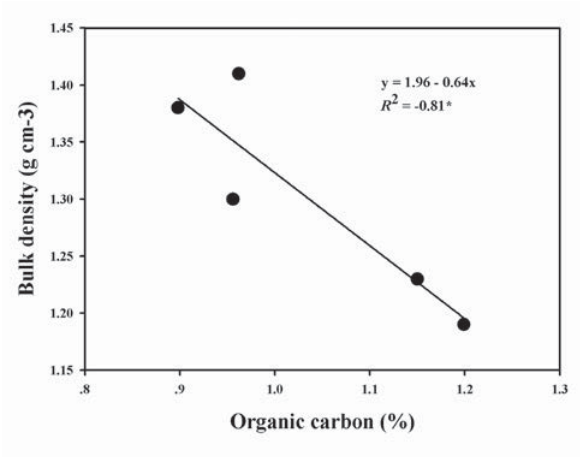


รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอน กับค่า CEC ในดิน



รูปที่ 3 ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) ของดินที่ความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร (T_1= แปลงพืชผัก พืชไร่, T_2= แปลงไม้ผล, T_3= แปลงวนเกษตร, T_4= แปลงหญ้าแฝก)

ความหนาแน่นรวมของดิน: การใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันส่งผลให้ความหนาแน่นรวมดินบน (0-15 cm) อยู่ในช่วง 1.21 - 1.36 g cm^{-3} ซึ่งต่ำกว่าดินล่าง (15-30 cm) มีค่าในช่วง 1.31-1.51 g cm^{-3} (รูปที่ 3) เนื่องจากดินบนมีปริมาณเศษซากอินทรีย์สูงกว่าดินล่างโดยเฉพาะในแปลงไม้ผล หรือแปลงวนเกษตรซึ่งจะมีปริมาณใบไม้ร่วงหล่นสะสมที่ผิวดินสูง เศษซากจากกิ่ง ก้าน ใบ จากต้น ที่ร่วงหล่นลงมาอย่างต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการทับถมซึ่งเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุในดินยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะเศษซากที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่ต้านทานการสลายตัว (ลิกนิน และโพลีฟีนอล) สูง (Puttaso et al., 2011a) ผลนี้ชี้ว่าในดินที่มีปริมาณคาร์บอนในดินสูงจะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลงดังสหสัมพันธ์ในทางลบระหว่างปริมาณ C และความหนาแน่นรวมของดิน (R2= -0.81*) ดังรูปที่ 4 ผลนี้สอดคล้องกับ Puttaso et al. (2011b) ซึ่งพบความสัมพันธ์ในทางลบระหว่างปริมาณ SOC กับความหนาแน่นรวมของดิน (R2=-0.49**)



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนกับความหนาแน่นรวมของดิน

ปริมาณ และการกระจายตัวของเม็ดดิน : จากผลการศึกษาการกระจายตัวของเม็ดดินในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ พบว่า ในทุกการใช้ประโยชน์ที่ดินมีปริมาณเม็ดดินขนาดใหญ่ (Macroaggregate, >0.25 มม.) สูงกว่าเม็ดดินขนาดเล็ก (Microaggregate, <0.25 มม.) โดยปริมาณเม็ดดินขนาดใหญ่ 62.7-75.6% (ตารางที่ 2) ส่วนที่เหลือเป็นปริมาณเม็ดดินขนาดเล็ก ทั้งนี้ปริมาณเม็ดดินขนาดใหญ่พบสูงสุดในดินแปลงวนเกษตร (75.55%) รองลงมาคือ แปลงไม้ผล หญ้าแฝก และพืชผัก พืชไร่ ตามลำดับ ส่วนปริมาณเม็ดดินขนาดเล็กส่วนใหญ่พบในแปลงพืชผัก พืชไร่ หญ้าแฝก และไม้ผล โดยพบปริมาณต่ำสุดในแปลงวนเกษตร แสดงให้เห็นว่าในระบบวนเกษตรส่งเสริมทำให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่มากกว่าเม็ดดินขนาดเล็ก ในขณะที่ระบบปลูกหญ้าแฝกและพืชไร่ พืชผักส่งเสริมต่อการเกิดเม็ดดินขนาดเล็ก ทั้งนี้ระบบการปลูกพืชที่มีปริมาณและชิ้นส่วนเศษใบไม้ที่สลายยากเป็นส่วนใหญ่น่าจะส่งเสริมทำให้เกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ดังทฤษฎีการเกิดเม็ดดินแบบมีชิ้นส่วนของอินทรียวัตถุเป็นศูนย์กลางการเกิดเม็ดดินที่เรียกว่า “Core Theory” (Golchin *et al.* 1994) โดยเมื่อจุลินทรีย์ย่อยชิ้นส่วนอินทรียวัตถุนั้นส่วนของ C ก็จะเป็นเหมือนแหล่ง C กับจุลินทรีย์ซึ่งขณะเดียวกันจุลินทรีย์เองก็ผลิตสารมาเชื่อมระหว่างชิ้นส่วนของอินทรียวัตถุ (Particulate Organic Matter) กับอนุภาคดินเหนียวจนเกิดเป็นเม็ดดิน (Golchin *et al.* 1994) หรืออีกนัยหนึ่งการเกิดเม็ดดินก็สามารถเกิดขึ้นได้จากการเชื่อมยึดกันระหว่างอนุภาคดินเหนียว อินทรียวัตถุในดิน และอนินทรียสารอื่นๆ ผลนี้ชี้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินทุกประเภททำให้เกิดเม็ดดินซึ่งส่งผลให้ความหนาแน่นของดินลดลง (Zhao *et al.* 2009) แต่อย่างไรก็ตามหากมีการศึกษาถึงชนิดและองค์ประกอบทางเคมีของพืชแต่ละระบบและติดตามการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงปีจะทำให้สามารถทำนายกลไกการเกิดและความเสถียรภาพของเม็ดดินได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในแปลงศึกษาโดยเฉพาะแปลงหญ้าแฝกจะพบว่าระบบรากนั้นมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการเกิดเม็ดดินโดยรากจะเป็นเสมือนตัวเชื่อมและช่วยดูดยึดอนุภาคดินอยู่ทำให้โครงสร้างดินดี

ตารางที่ 2 ปริมาณของเม็ดดินขนาดใหญ่ และเม็ดดินขนาดเล็กภายใต้การใช้ประโยชน์ต่างๆ

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	เม็ดดินขนาดใหญ่ (>0.25 มม.) (%, w/w)					เม็ดดินขนาดเล็ก (<0.25 มม.) (%, w/w)		
	>2.0	1-2	0.5-1.0	0.25-0.5	รวม	0.106-0.25	<0.106	รวม
พืชผักและพืชไร่	9.41	15.04	18.48	19.76	62.69	12.03	25.28	37.31
ไม้ผล	12.40	17.98	21.46	15.58	67.42	11.00	21.58	32.58
วนเกษตร	21.72	27.41	17.16	9.26	75.55	5.74	18.71	24.45
หญ้าแฝก	15.95	19.98	18.46	12.45	66.84	7.67	25.49	33.16

2. ปริมาณ และแหล่งกักเก็บคาร์บอนและไนโตรเจน

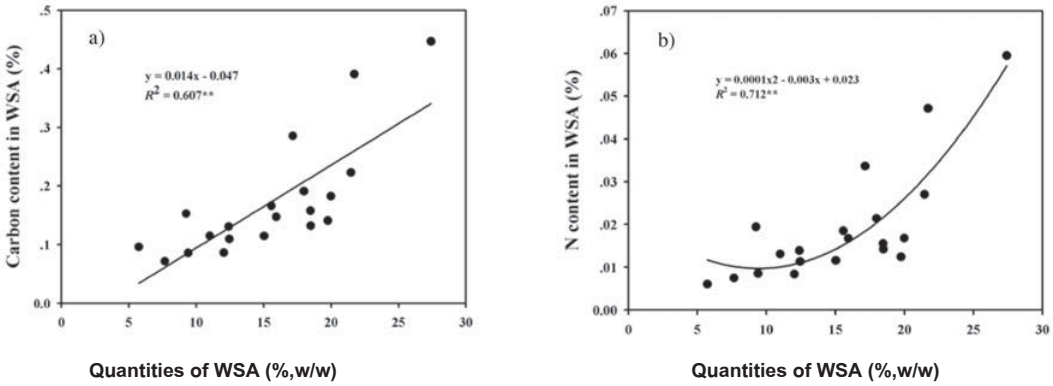
ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลทำให้เกิดเม็ดดินคือ ปริมาณคาร์บอนในดิน ที่เปรียบเสมือนตัวเชื่อมระหว่างอนุภาคของดินเข้าด้วยกัน ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณ C ในเม็ดดินแต่ละขนาดซึ่งในนี้จะกล่าวโดยรวมถึงปริมาณ C ในเม็ดดินขนาดใหญ่ (>0.25 มม.) และเม็ดดินขนาดเล็ก (<0.25 มม.) โดยปริมาณ C ในเม็ดดินขนาดใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.473-1.276 % ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณ C ในเม็ดดินขนาดเล็กที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.071-0.115 % (ตารางที่ 3) โดยพบปริมาณ C สูงสุดในแปลงวนเกษตร และยังพบสหสัมพันธ์ในทางบวกระหว่างปริมาณ C กับปริมาณเม็ดดิน (y= 0.014x-0.047, R^2=0.607**) (รูปที่ 5) โดยเฉพาะกับเม็ดดินขนาดใหญ่ (R^2= 0.97*) และเม็ดดินขนาดเล็ก (R^2= 0.89) ผลนี้สะท้อนให้เห็นถึงแหล่งและปริมาณการสะสมของ C ในดิน โดยปริมาณ C นั้นถูกสะสมอยู่ในส่วนของเม็ดดินที่ขนาดต่างๆ โดยมีการสะสมอยู่ในส่วนเม็ดดินขนาดใหญ่มากกว่าเม็ดดินขนาดเล็ก และเมื่อพิจารณาในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจะพบว่า สำหรับปริมาณ C ที่สะสมอยู่ในเม็ดดินขนาดใหญ่ในแปลงวนเกษตรและแปลงหญ้าแฝก พบ C กระจายในเม็ดดินทุกขนาดแต่พบมากสุดในเม็ดดินขนาด 1-2 มม. ส่วนแปลงไม้ผล และพืชไร่ พืชผัก จะพบสะสมในเม็ดดินขนาด 0.5-1.0 มม. และ 0.25-0.5 มม. ตามลำดับ ในขณะที่การกระจายตัวสะสมของ C ในเม็ดดินขนาดเล็กนั้นไม่มีความแตกต่างกันมากในระบบวนเกษตร พืชไร่ พืชผัก และหญ้าแฝก

นอกจากนี้ C ในเม็ดดินก็มีบทบาทในการเกิดเม็ดดินปริมาณ C ในแต่ละขนาดของเม็ดดินทำหน้าที่ในการเชื่อมยึดอนุภาคของดินให้เกิดเป็นเม็ดดิน ซึ่ง C ดังกล่าวนั้นอาจมีแหล่งมาจากทั้งส่วนที่เป็นชิ้นส่วนจากการสลายตัวของซากอินทรีย์ เช่น ใบ ไม้ หรือรากพืช ตลอดจนซากของสิ่งมีชีวิตในดินทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ซึ่งมีบทบาทต่อการเกิดเม็ดดิน (Six *et al.* 2004) อีกทั้ง C ยังถือว่าเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ในดินซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ขับเคลื่อนในการเกิดเม็ดดิน (Oades. 1993 ; Six e*t al.* 2004) โดยผ่านกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน

จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณ N ทั้งหมดในดินนั้นถูกสะสมทั้งในส่วนของเม็ดดินขนาดใหญ่และในส่วนเม็ดดินขนาดเล็ก โดยในเม็ดดินขนาดใหญ่มีปริมาณ N อยู่ในช่วง 0.047-0.159 % (ตารางที่ 3) และพบสูงสุดในแปลงวนเกษตร (โดยถูกสะสมสูงสุดในเม็ดดินขนาด 1-2 มม.) รองลงมาคือ แปลงไม้ผล หญ้าแฝก และพืชไร่ พืชผัก ตามลำดับ ส่วนปริมาณ N ในเม็ดดินขนาดเล็กมีน้อยกว่า 0.013 % จะเห็นได้ว่า สัดส่วนของปริมาณสะสมของ N ในเม็ดดินขนาดใหญ่มากกว่าเม็ดดินขนาดเล็ก และยังพบว่า ปริมาณ N ในเม็ดดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณเม็ดดิน (R_2= 0.712**) ดังรูปที่ 7) โดยเฉพาะมีสหสัมพันธ์สูงกับปริมาณเม็ดดินขนาดใหญ่ (y= 0.009x-0.538, R^2= 0.956*) ชี้ว่าปริมาณ N ในดินอาจจะส่งเสริมต่อการเกิดเม็ดดินขนาดใหญ่ ซึ่งอาจอาจมีบทบาทต่อการเกิดเม็ดดินในแง่ที่ N เป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลินทรีย์ในดินซึ่งแตกต่างจากบทบาทของ C ในดินในการทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมยึดอนุภาคของดิน

ตารางที่ 3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และไนโตรเจนทั้งหมดในเม็ดดินขนาดใหญ่และเม็ดดินขนาดเล็ก

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	เม็ดดินขนาดใหญ่ (>0.25 มม.)					เม็ดดินขนาดเล็ก (<0.25 มม.)
	>2.0	1-2	0.5-1.0	0.25-0.5	รวม	0.106-0.25
	อินทรีย์คาร์บอน (%, g100 g^{-1} fraction)					
พืชไร่ และพืชผัก	0.085	0.115	0.132	0.141	0.473	0.086
ไม้ผล	0.131	0.191	0.223	0.166	0.711	0.115
วนเกษตร	0.391	0.447	0.285	0.153	1.276	0.096
หญ้าแฝก	0.147	0.182	0.158	0.109	0.596	0.071
	ไนโตรเจนทั้งหมด (%, g100 g^{-1} fraction)					
พืชไร่ และพืชผัก	0.009	0.012	0.014	0.012	0.047	0.008
ไม้ผล	0.014	0.021	0.027	0.019	0.081	0.013
วนเกษตร	0.047	0.059	0.034	0.019	0.159	0.006
หญ้าแฝก	0.017	0.017	0.016	0.011	0.061	0.008



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในเม็ดดินกับปริมาณเม็ดดิน

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทได้แก่ ระบบวนเกษตร ระบบปลูกพืชไร่ พืชผัก ระบบไม้ผล และระบบปลูกหญ้าแฝก ทำให้มีสมบัติของดินบางประการแตกต่างกัน โดยค่า pH ของดินจัดอยู่ในช่วงเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง ระบบวนเกษตรส่งผลให้ค่า pH ของดินสูงกว่าระบบอื่นๆ ระบบวนเกษตรยังส่งผลให้มีปริมาณการสะสมของคาร์บอนและไนโตรเจนในดินสูงสุดซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลายพืชพรรณมากกว่าเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ ซึ่งถือว่าเป็นระบบเชิงเดี่ยว ปริมาณ C ในดินมีบทบาทต่อการเพิ่มพื้นที่ของความจุของธาตุอาหารในดินเห็นได้จากสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ C และค่า ECEC ในดิน (R^2= 0.97) นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่าง C ในดินกับปริมาณเม็ดดิน (R^2=0.61**) และความหนาแน่นรวม (R^2=-0.81*) บ่งชี้ถึงบทบาทของ C ที่มีต่อการเกิดเม็ดดิน จากการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 4 ประเภทส่งผลทำให้มีปริมาณการสะสมของคาร์บอนและไนโตรเจนในดินผ่านการร่วงหล่นของใบไม้ เศษซากพืชหลังการเก็บเกี่ยว หรือรากพืชซึ่งผ่านการย่อยสลายแล้วสะสมในดิน การศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่า แต่ละระบบส่งผลให้เกิดโครงสร้างเม็ดดินขนาดใหญ่ (>0.25 มม.) มากกว่า 60 % โดยเฉพาะระบบวนเกษตร ส่วนที่เหลือเป็นเม็ดดินขนาดเล็ก (<0.25 มม.) นอกจากนี้ปริมาณ C และ N ในดินมากกว่า 49 % จะถูกกักเก็บไว้ในส่วนเม็ดดินขนาดใหญ่ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า อินทรีย์คาร์บอนในดินและไนโตรเจนทั้งหมดในดินนั้นเป็นปัจจัยสำคัญต่อสมบัติของดิน และมีบทบาทต่อการเกิดโครงสร้างของดิน (เม็ดดิน) อีกทั้งเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในดินโดยเฉพาะจุลินทรีย์ในดินซึ่งเป็นตัวที่ขับเคลื่อนกลไกและการเปลี่ยนแปลงในระบบดิน และเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของคุณภาพดิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนกรมพัฒนาที่ดิน โครงการศึกษาวิจัยในเรื่อง “การเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินในพื้นที่เกษตรอินทรีย์ที่ปลูกพืชผัก พืชไร่ และไม้ผลเปรียบเทียบกับพื้นที่การเกษตรทั่วไป” ภายใต้แผนงานที่ 3 ศึกษาระบบนิเวศเกษตรและการกักเก็บคาร์บอน และขอบคุณศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ปัทมา วิตยากร และอรรณพ พุทธโส. (2552). **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการฟื้นฟูทรัพยากรดินโดยใช้สารอินทรีย์ที่หาได้ในระบบการใช้ที่ดินเกษตรที่มีสภาพ แวดล้อมต่างกัน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงและการสะสม อินทรียวัตถุในดินทรายเนื่องจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ต่างคุณภาพที่ใส่อย่างต่อเนื่อง ในระยะยาว.** ขอนแก่น : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Golchin, A., Oades, J.M., Skjemstad, J.O. and P. Clarkle. (1994). “Soil structure and carbon cycling.,” **Aust. J. Soil Res.** 32 : 1043-1068.

Oades, J.M. (1993). “The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure,” **Geoderma.** 56 : 377-400.

Puttaso, A., Vityakon, P., Saenjan, P., Trelo-ges, V. and G. Cadisch. (2011a). “Relationship between residue quality, decomposition patterns, and soil organic matter accumulation in a tropical sandy soil after 13 years,” **Nutr Cycl Agroecosys.** 89 : 159-174.

Puttaso, A., Vityakon, P., Trelo-ges, V., Saenjan, P. and G. Cadisch. (2011b). “Effect of long-term (13 years) application of different quality plant residues on soil organic carbon and soil properties of a sandy soil of Northeast Thailand,” **KKU Res. J.** 16(4) : 359-370.

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S. and K. Denef. (2004). “A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics,” **Soil Till Res.** 79 : 7-31.

Thomas, G.W. (1982). **Exchangeable cations.In Page, A.L. (ed) Methods of soil analysis.** 2nd edition. Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

Urquiaga, S., Cadisch, G., Alves, B.J.R., Boddey, R.M. and K.E. Giller. (1998). “Influence of decomposition of roots of tropical forage species on the availability of soil nitrogen,” **Soil Biol. Biochem.** 30(14) : 2099-2106.

Vityakon, P. (2007). “Degradation and restoration of sandy soils under different agricultural land uses in Northeast Thailand : A Review.,” **Land Degrade. Develop.** 18 : 567-577.

Zhao, Y., Wang, P., Li, J., Chen, Y., Ying, X. and S. Liu. (2009). “The effects of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soilunder a wheat-maize cropping system,” **Eur J Agron.** 31(1) : 35-42.