ผลของการจัดการน้ำและชนิดดินต่อปริมาณคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์ด้วยเพอร์แมงกาเนตและอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินปลูกข้าว

Effect of water management and soil on permanganate oxidizable carbon and total organic carbon in paddy soil

กมล ยศอิ[1*], ศุภธิดา อ่ำทอง[1] และ ตวงสิต ปัญญา[1]

Gamon Yod-i[1*], Suphathida Aumtong[1] and Tuangsit Punya[1]

บทคัดย่อ: ข้าวเป็นพืชอาหารหลักสำหรับประชากรโลกประมาณ 60% ซึ่งการปลูกข้าวนั้นจะต้องใช้น้ำมากกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆ มากกว่า 2-3 เท่า การจัดน้ำเพื่อการประหยัดน้ำ ซึ่งรูปแบบการจัดการน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสมบัติของดิน การจัดการน้ำแบบแห้งสลับเปียกและแบบน้ำขังมีผลต่ออินทรียวัตถุในดิน ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการน้ำ และชนิดของดินที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์คาร์บอน (Soil organic carbon, SOC) และคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์ด้วยเพอร์แมงกาเนต (Permanganate oxidizable carbon, POC) ภายใต้การจัดน้ำรูปแบบต่างๆ และชนิดดินภายใต้ระบบการปลูกข้าว โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยที่ 1 คือชนิดดิน ประกอบด้วย 3 ชนิดดิน ได้แก่ ชุดดินหางดง (Hd) น้ำพอง (Ng) และสรรพยา (Sa) และปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความชื้น ประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่ เปียกสลับแห้งที่รักษาความชื้นระดับความชื้นดินที่ 0.3 บาร์ (AWD0.3) เปียกสลับแห้งที่รักษาความชื้นระดับความชื้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (AWDsat.) และขังน้ำเหนือดิน (WL) 5 เซนติเมตร ผลการทดลองพบว่าชนิดของดิน Hd มีปริมาณ SOC น้ำหนักแห้งความสูงและการแตกกอดีที่สุดแต่ใน Sa มีปริมาณ POC ดีที่สุด ส่วนรูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat มีปริมาณ SOC,POC น้ำหนักแห้งและการแตกกอดีที่สุดแต่ใน WL มีความสูงดีที่สุด การจัดการน้ำแบบ AWDsat ร่วมกับชนิดดิน Hd มีปริมาณ SOC และน้ำหนักแห้งดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามใน WL มีความสูงและการแตกกอดีที่สุด ส่วนการจัดการน้ำแบบ WL ร่วมกับชนิดดิน Sa มีปริมาณ POC ดีที่สุด เมื่อนำ SOC ไปหาความสัมพันธ์กับ POC พบว่ามีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกที่ $p<0.0001$ โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9646 กล่าวคือเมื่อปริมาณของ SOC ที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณ POC เพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการน้ำ, ดินปลูกข้าว, คาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์ด้วยเพอร์แมงกาเนต, อินทรีย์คาร์บอน

ABSTRACT: Rice is a staple food of the world population (60%). Two to three times more water is needed to grow rice than other cereals. A water saving management form has an effect on properties of the soil. Besides,water management in forms of day-wet switching and stagnant water also have an effect on organic matters in soil. Thus, the objective of this study were to explore: 1)The form of water management; 2) The effect of soil type on growth performance of kdml 105; 3) variety relationship between soil organic carbon(SOC)and Permanganate oxidizable carbon(POC) under various forms of water management and soil type under a rice growing system. In this study three replications of factorial in RCBD were used together with two factors. Factor one included tree Soil types: Hangdong(Hd), Nampong(Np) and Sanpaya(Sa). Factor two included three levels of humidity; wet-dry switching had a level of humidity at 0.3 bar (AWD 0.3); wet-dry switching having a levels of water saturated soil (AWDsat); and waterlogging above the soil at 5 cm. (WL). Findings showed that Hd had the best SOC dry weight, height and tiller off but Sa had the best POC amount. Regarding the AWD at water management form, it had the best amount of SOC, POC dry weight and tiller off but WL had the best height. The AWDsat water management form together with Hd was found to have the best SOC amount and dry weight but WL had the best height tiller off. The WL water management form together with Sa, had the best POC amount. When SOC was used for finding a relationship with POC, a positive coefficient correlation was found at $p<0.0001$, when r was equivalent to 0.9646. That was, an increase in a SOC amount had an effect on increased POC amount.

Keywords: water management**,** rice growing soil, permanganate oxidizable carbon, soil organic carbon

[1] สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

Soil Science Group, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Thailand 50290

* Corresponding author: Kanoon_HK@hotmail.com

บทนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักสำหรับประชากรโลกประมาณ 60% การขาดแคลนน้ำจืดเพื่อการผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ประชากรในประเทศทวีปเอเชียกำลังประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำทางการเกษตรและบริโภค (Pandey and Bhandari, 2007) เนื่องจากภาวะเกิดฝนทิ้งช่วง การปลูกข้าวนั้นจะต้องใช้น้ำมากกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆ ประมาณ 2-3 เท่า การปรับรูปแบบการทำนาน้ำขังมาเป็นแบบแห้งสลับเปียก (Bouman and Tuong, 2001; Belder et al., 2004) เพื่อรักษาให้ดินมีความชื้น ซึ่งข้าวบางระยะอาจจะไม่ต้องการน้ำในปริมาณมาก เช่น ในระยะต้นกล้า (ทัศนีย์, 2550) การให้น้ำในปริมาณที่มากอาจจะทำให้สูญเสียน้ำและธาตุอาหารโดยเปล่าประโยชน์ (Lu et al., 2000) แนวทางการใช้น้ำอย่างประหยัด อาจจะเป็นแนวทางในการปลูกข้าวในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ

รูปแบบการจัดการน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) การจัดการน้ำแบบแห้งสลับเปียกและแบบน้ำขังมีผลทำให้อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) แตกต่างกัน (ศุภธิดา และคณะ, 2554)ในสภาพที่ดินมีความชื้นที่แตกต่างกันมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน (Lipiec, 1992; Czyz and Tomaszewska, 1993) การจัดการน้ำแบบแห้งสลับเปียก เป็นสภาพที่มีการหมุนเวียนอากาศภายในระหว่างดินกับอากาศทำให้จุลินทรีย์ทำงานดี มีการย่อยสลายดีขึ้น ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากจุลินทรีย์ส่วนมากต้องการอากาศในการหายใจ Soil organic carbon (SOC) เป็นอินทรีย์คาร์บอนของดินทั้งส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายและส่วนที่ย่อยสลายได้ยาก การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุจะเห็นการเปลี่ยนแปลงยาก (ศุภธิดา และคณะ, 2554) เพราะปริมาณอินทรียวัตถุเป็นส่วนคงที่หรือยากต่อการเปลี่ยนแปลง (stable soil organic matter) และยังคงอยู่ในดินก่อนหน้านี้และมีปริมาณมาก (Gregorich et al., 1994) Permanganate Oxidizable Carbon (POC) เป็นอินทรียวัตถุประเภทที่ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง (labile fraction of organic matter) เช่น จุลินทรีย์ (microbial biomass) ซากอินทรีย์ส่วนเบา (light fraction) หรือสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (dissolved organic matter) (ศุภธิดา และคณะ, 2554; Ghani et al., 2003) เป็นส่วนที่ไวต่อการจัดการ เช่น รูปแบบการจัดการน้ำและชนิดของดิน

ดินที่ใช้ในการปลูกข้าวส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว แร่ดินเหนียวมีความสำคัญมากเมื่อเทียบกับ ทรายและทรายแป้ง เป็นแหล่งธาตุอาหาร มีผลต่อการอุ้มน้ำของดิน การดูดยึดอินทรียวัตถุ ในการศึกษาครั้งนี้ให้ความสนใจ ปัจจัยทางด้านการจัดการน้ำในแปลงข้าวและชนิดของดินต่ออินทรียวัตถุในดิน ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการน้ำ และชนิดของดินที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และความสัมพันธ์ระหว่าง SOC และ POC ภายใต้การจัดน้ำรูปแบบต่างๆ และชนิดดินภายใต้ระบบการปลูกข้าว

วิธีการศึกษา

กรรมวิธีและการวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองในกระถาง โดยมีกรรมวิธีทดลองได้แก่ ดิน 3 ชนิด และระบอบความชื้นดิน 3 แบบ การวางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 9 Treatment และ 3 ซ้ำ จึงมีสิ่งทดลองทั้งหมด 27 (**Table 1**) ดินที่ศึกษาประกอบด้วยดิน 3 ชนิด

ปัจจัยระบอบความชื้น แบบเปียกสลับแห้ง 2 ระบอบ โดยใช้รูปแบบการจัดการน้ำประกอบด้วยความชื้นที่ 0.3 บาร์และที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำนั้นเป็นการให้น้ำในรูปแบบเปียกสลับแห้งโดยให้น้ำเหนือระดับดิน 5 ซม.จากนั้นปล่อยให้ความชื้นลดลงเหลือความชื้นของดินนั้นที่ระดับ 0.3 บาร์นั้น โดยแต่ละชนิดดินไม่ให้ต่ำกว่า 0.3 บาร์ (ความชื้นที่ระดับความเครียด 0.3 บาร์ของดิน Ng,Hd, และ Sa เท่ากับ 12.9,16.2 และ 22.3 % ตามลำดับ) เช่นเดียวกับตำรับการทดลองดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำโดยใช้รูปแบบการจัดการน้ำดังนี้ คือ ช่วง

แรกเป็นการน้ำเหนือระดับดิน 5 เซนติเมตร จากนั้นปล่อยให้ความชื้นลดลงจนถึงระดับที่ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (ได้ทดสอบให้ปริมาณน้ำของแต่ละดินโดยให้น้ำในลักษณะที่อิ่มตัวด้วยน้ำของแต่ละชนิดดินโดยการชั่งน้ำหนักกระถางดิน) ซึ่งการควบคุมระดับความชื้นดังกล่าวเป็นการชั่งน้ำกระถางดิน สำหรับระบอบความชื้นแบบน้ำขัง เป็นการให้น้ำแบบขังโดยเติมน้ำให้เหนือผิวเมื่อต้นข้าวอายุ 20 วัน เริ่มให้น้ำตามตำรับการทดลองดังกล่าวข้างต้น

การเตรียมตัวอย่างดิน และการปลูกข้าว: เก็บตัวอย่างดินจากสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการทำการเกษตรที่ความลึกประมาณ 0-15 ซม. นำมาผึ่งให้แห้ง นำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดประมาณ 4 มม. ชั่งดิน 3 กก. ใส่กระถางที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 ซม. สูง 15 ซม. จากนั้นผสมดินกับน้ำเพื่อเลียนแบบการทำเทือกแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว นำเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านคัดเลือกเมล็ดคุณภาพดี (โดยแช่น้ำ) มาแล้ว นำไปแช่น้ำ 1 วัน นำเมล็ดมาเก็บไว้ในห่อผ้ารอให้เมล็ดข้าวมีรากออกมายาวประมาณ 0.5 ซม. จึงนำมาเมล็ดหยอดลงในดินที่เตรียมไว้ กระถางละ 3-5 เมล็ด และเมื่อต้นข้าวอายุ 20 วัน ทำการถอนให้เหลือเพียงกระถางละ 1 ต้น

Table 1 Treatments of this study

Water management : 3 types	Soil type: 3 soil series
1. **Alternate wetting and drying (AWD0.3)** (Soils were flooded to a depth of 5 cm moisture and were allowed to dry up for 0.3 bar before submerged (by measure the weight of each pot e,g. pot +soil+water 0.3 bar) and then re-flooded to waterlogging for a depth of 5 cm again. Thus, soils were kept under repeated flooded and dried conditions until rice was harvested. 2. **Alternate wetting and drying (AWD sat.)** (Soils were flooded **and** were allowed to dry up for saturated soils (by measure the weight of each pot e,g. pot +soil+water = saturated soils) before submerged (by measure the weight of each pot e,g. pot +soil+water 0.3 bar) and then re-flooded to waterlogging for a depth of 5 cm again. Thus, soils were kept under repeated flooded and dried conditions until rice was harvested. 3. **Waterlogging (WL)** (Soils were flooded to w a depth of 5 cm throughout the rice growth period.	1. Nampong (Ng) 2. Hang Dong (Hd)) 3. Sanpaya (Sa)

Table 2 The properties of soil before the experiment.

Soil type	Soil texture	%SOC	POC (g/kg)	%N	P (mg/kg)	pH	EC (uS/cm)
1. Numpong (Ng)	Sandy	0.24	3200.0	0.012	13	5.51	119.05
2. Sanpaya (Sa)	Silty clay loam	1.17	9970.0	0.059	77	4.78	140.35
3. Hang dong (Hd)	Clay loam	0.56	4590.0	0.028	14	5.10	128.95

Note: SOC = Soil organic carbon, POC = Permanganate Oxidizable Carbon (POC)

การวิเคราะห์ดินและพืช: เก็บตัวอย่างดินโดยวิธีการรบกวนดิน โดยเก็บกี่ยวข้าวเมื่อข้าวอายุครบ 80 วัน แล้วนำดินมาวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด Soil organic carbon (SOC) (Walkley and Black, 1934), Permanganate–Oxidizable Carbon (POC) (ดัดแปลงจาก Weil et al., 2003) และวัดการเจริญเติบโตได้แก่ความสูงและจำนวนหน่อที่อายุ 45 วัน เมื่อข้าวอายุ 80 วัน ได้ตัดตัวอย่างต้นข้าวเหนือผิวดิน 1 เซนติเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 75 ºC ด้วยตู้อบตัวอย่างพืชจนน้ำหนักแห้งคงที่จึงนำไปชั่งหาน้ำหนักต่อไป การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ Analysis of Variances (ANOVA) โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Design (RCBD) ในประเด็นรูปแบบการจัดการน้ำและชนิดของดินที่มีต่อ POC และ SOC และน้ำหนักแห้งของข้าวสายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการหาความสัมพันธ์ระหว่าง SOC และ POC และหาความสัมพันธ์ระหว่าง SOC และ POC กับน้ำหนักแห้ง โดยคำนวณค่าสหสัมพันธ์ (correlation) และสมการทดถอยจากโปรแกรม SigmaPlot

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของชนิดของดินและรูปแบบการจัดการน้ำที่ส่งผลต่อ SOC และ POC

ชนิดของดินมีผลต่อปริมาณ SOC, POC พบว่า SOC ในชุดดิน Hd มีปริมาณสูงที่สุด รองลงมา Sa และ Ng คือ 3.3, 2.0 และ 0.7 % ตามลำดับ เนื่องจากชุดดิน Hd เป็นดินเหนียว มีปริมาณแร่ดินเหนียวสูง ซึ่งแร่ดินเหนียวมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง อนุภาคมีประจุและช่องว่างอนุภาคมีขนาดเล็กผลต่อการดูดยึดอินทรียวัตถุ น้ำและธาตุอาหารพืช ซึ่งแตกต่างกับดินเนื้อหยาบมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมีขนาดใหญ่ จึงดูดซับธาตุอาหารได้น้อยแล้วทำให้สูญเสียได้ง่าย ผลการศึกษาของศุภธิดา และคณะ (2554) แสดงให้เห็นว่า SOC เป็นอินทรีย์คาร์บอนของดินที่ประกอบด้วยส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายและส่วนที่ย่อยสลายได้ยาก ทำให้วิธีการประเมินไม่ละเอียดพอที่จะชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุ เพราะปริมาณอินทรียวัตถุส่วนใหญ่เป็นส่วนคงที่หรือยากต่อการเปลี่ยนแปลง (stable soil organic matter) และยังคงอยู่ในดินก่อนหน้านี้และมีปริมาณมาก (Gregorich et al., 1994) จะเห็นว่าปริมาณ SOC ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณดินก่อนการทดลอง พบว่าชุดดิน Hd มีปริมาณ SOC ที่สูง (0.56 %) รองลงมาชุดดิน Sa (1.17%) และ ชุดดิน Ng (0.24%) ตามลำดับ (**Table 2**) จากผลการทดลอง จะสังเกตเห็นได้ว่า ชุดดิน Hd มีปริมาณ SOC เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาชุดดิน Sa และ ชุดดิน Ng ตามลำดับ (**Table 3**) เนื่องจากอิทธิพลของชุดดิน ซึ่งชุดดิน Hd เป็นชุดดินเหนียว ชุดดิน Sa เป็นชุดดิน ดินร่วนเหนียว และชุดดิน Ng เป็นชุดดินทราย จึงมีผลต่อการสะสม SOC และอิทธิพลของรากข้าวที่ติดมากับการเก็บตัวอย่างดินซึ่งมีปริมาณ 5-10 % ที่มีผลทำให้ SOC เพิ่มขึ้น (ปัทมา, 2538)

ชนิดของดินที่มีผลต่อ POC ในชุดดิน Hd, Sa และ Ng พบว่าในชุดดิน Sa มีปริมาณสูงที่สุด รองลงมา Hd และ Sa คือ 2301.2, 1271.1 และ 677.8 mg kg^{-1} ตามลำดับ POC เป็นอินทรียวัตถุที่อยู่ในรูปที่ย่อยสลายง่าย (labile fraction of organic matter) เช่น พวกคาร์โบไฮเดรท กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ จากปริมาณ POC ก่อนการทดลอง พบว่า ปริมาณ POC ในชุดดิน Hd , Sa และ Ng เท่ากับ 4590.0 ,9970.0 และ 3200.0 mg kg^{-1} (**Table 3**)

จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณ POC หลังจากการทำการทดลอง มีปริมาณลดลงทุกชนิดดิน เนื่องจากเกิดจากการย่อยสลาย ซึ่งปริมาณที่สูญหายไปถูกย่อยสลายไปเป็นประโยชน์ต่อต้นข้าว จึงสามารถบอกได้ว่า POC เป็นอินทรียวัตถุที่อยู่ในรูปที่ย่อยสลายง่าย (labile fraction of organic matter) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงอาจจะใช้ POC เป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงในขั้นเริ่มต้นของการเสื่อมโทรมของดิน (soil degradation) หรือตัวชี้วัดในเรื่องการ

ปรับปรุงบำรุงดิน (soil improvement) เพราะเป็นวิธีง่าย สะดวก และมีศักยภาพที่ไว (sensitivity) ต่อการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดิน (Weil et al., 2003)

รูปแบบของการจัดการน้ำมีผลต่อปริมาณ SOC รูปแบบการจัดการน้ำทั้ง 3 แบบ คือ AWD 0.3, AWDsat และ WL พบว่า รูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWD0.3 มีปริมาณ SOC สูงที่สุด รองลงมา AWDsat และ WL คือ 2.1, 2.0 และ 1.9% ตามลำดับ และพบว่ารูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ AWD0.3 และพบว่า SOC ใน WL มีค่าต่ำสุด ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับ AWDsat และ AWD0.3 แต่จากการศึกษาของ ศุภธิดา และคณะ(2556) กล่าวว่า ดินที่มีการขังน้ำ (WL) (โดยเฉพาะชุดดิน Hd) จะพบว่ามีปริมาณ SOC ที่สูงกว่าดินที่มีการให้น้ำแบบ AWD อาจเป็นเพราะกระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นช้า เนื่องจากดินที่อยู่ในสภาพน้ำขังขาดออกซิเจนเป็นเวลานาน

รูปแบบการจัดการน้ำที่มีผลต่อ POC พบว่า รูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat ทำให้มีปริมาณ POC สูงที่สุด (1437 mg kg^{-1}) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ WL (1435 mg kg-1) ในขณะที่การจัดการน้ำแบบ AWD0.3 มี POC ต่ำที่สุด (1377.6 mg kg-1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจาก ดินในรูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat นั้น ดินได้รับความชื้นและการหมุนเวียนอากาศภายในระหว่างดินกับอากาศทำให้จุลินทรีย์ทำงานดีมีการย่อยสลายดีขึ้น แต่เมื่อในสภาพที่มีน้ำขัง การระบายอากาศไม่ดี จนทำให้เกิดสภาพไม่มีอากาศ กระบวนการย่อยสลายจะเกิดได้ช้า เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเศษพืชส่วนใหญ่เป็นพวกที่ต้องการอากาศหรือต้องการออกซิเจนในการสร้างพลังงาน ส่งผลต่อปริมาณ SOC และ POC ทำให้เพิ่มขึ้น

ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการน้ำและชนิดของดินต่อ SOC และ POC พบว่า SOC ในชุดดิน Hd และรูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat และ AWD0.3 มีค่าสูงที่สุดและมีค่าเท่ากัน ส่วน POC พบว่า ชุดดิน Sa และ รูปแบบการจัดการน้ำทั้ง 3 รูปแบบมีค่าสูงที่สุดและพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (**Table 2**) เนื่องจากปริมาณ POC เป็นอินทรียวัตถุที่อยู่ในรูปที่ย่อยสลายง่าย (labile fraction of organic matter) ซึ่ง POC ในชุดดิน Sa มีปริมาณที่สูงในดินก่อนทำการทดลอง (**Table 2**) จึงส่งผลทำให้ปริมาณที่ย่อยสลายไปหรือเปลี่ยนแปลงยังคงมีปริมาณสูงกว่าชุดดิน Hd และ Ng อยู่ (**Table 3**) ซึ่งปริมาณที่สูญหายไปถูกย่อยสลายไปเป็นประโยชน์ต่อต้นข้าว จากชนิดของดินและรูปแบบการจัดการน้ำมีความแตกต่างกัน จึงทำให้ชุดดิน Hd และรูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat มีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวซึ่งจะทำให้ช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชและช่วยประหยัดน้ำในการปลูกข้าวซึ่งข้าวนาน้ำขังส่วนใหญ่ จะใช้น้ำในปริมาณที่สูง ทำให้สูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์ (Lu et al., 2000)

2. ผลของชนิดของดินและรูปแบบการจัดการน้ำการเจริญเติบโตของข้าว

ผลของชนิดดินพบว่า Hd มีผลต่อความสูงของข้าวเท่ากับ 67.9 ซม. ซึ่งมีความสูงสูงกว่า Sa มีความสูงเท่ากับ 60.9 ซม. และมีความสูงกว่า Ng มีความสูงเท่ากับ 50.7 ซม. ตามลำดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การแตกกอของข้าวพบว่า Hd มีการแตกกอของข้าวดีที่สุด เท่ากับ 12.3 ซึ่งมีการแตกกอของข้าวสูงกว่า Ng และ Sa เท่ากับ 9.6 และ 5.4 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลของชนิดดิน พบว่า Hd มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวดีที่สุดเท่ากับ 81.7 g $plant^{-1}$ สูงกว่า Sa และ Ng ที่น้ำหนักแห้งเท่ากับ 51.9 g $plant^{-1}$ และ 21.7 g $plant^{-1}$ ตามลำดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากลักษณะของดินทั้ง 3 ชุดดินมีความแตกต่างกัน ปริมาณแร่ดินเหนียวแตกต่างกันซึ่งชุดดิน Hd มีปริมาณแร่ดินเหนียวสูงกว่า จึงพบว่ามีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าว และผลของรูปแบบการจัดน้ำ 3 รูปแบบในการปลูกข้าวคือ AWD0.3, AWDsat และ WL ต่อความสูงของข้าว พบว่า WL มีผลต่อความสูงของข้าวเท่ากับ 63.2 ซม. สูงกว่า AWDsat ที่มีความสูงเท่ากับ 60.9 ซม. และ AWD0.3 ที่มีความสูงเท่ากับ

55.3 ซม. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลของรูปแบบการจัดการน้ำที่มีผลการแตกกอของข้าว พบว่า WL มีการแตกกอของข้าวดีที่สุด เท่ากับ 10 ซึ่งมีการแตกกอของข้าวสูงกว่า AWDsat และ AWD0.3 ที่มีการแตกกอของข้าวเท่ากับ 9.8 และ 7.4 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวดีที่สุดมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 59.5 g plant^{-1} สูงกว่ารูปแบบการจัดการน้ำแบบ WL ที่น้ำหนักแห้งเท่ากับ 54.2 g plant^{-1} และดีกว่า AWD 0.3 ที่น้ำหนักแห้งเท่ากับ 41.6 g plant^{-1} ผลของชนิดของดินและรูปแบบการจัดการน้ำ พบว่าชนิดของดิน Hd และรูปแบบการจัดการน้ำ WL มีความสูงของข้าวสูงที่สุด มีความสูงเท่ากับ 72.83 ซม. และมีการแตกกอสูงที่สุด เท่ากับ 14.1 แต่อย่างไรก็ตามพบว่า Hd และรูปแบบการจัดการน้ำ AWDsat มีน้ำหนักแห้งของข้าวดีที่สุด เท่ากับ 94.4 g plant^{-1} โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**Table 3**) ดังนั้น AWDsat จึงเหมาะสมต่อการปลูกข้าว เนื่องจากรูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat เป็นการจัดการน้ำที่รักษาความชื้นของดินไว้ โดยไม่ให้ขังน้ำประหยัดน้ำ จึงทำให้ดินได้รับการถ่ายเทอากาศ ซึ่งรากข้าวต้องการอากาศ ทำให้ข้าวแข็งแรง (**Table 3**)

Table 3 The effects of soil types and water management affected the soil organic carbon fractions (SOC and POC) and the rice's growth.

Soil type(S)	SOC(%)	POC(mg kg^{-1})	Dry weight(g plant^{-1})	Height(cm)	Tillering(no plant^{-1})
Hd	3.3 *A*	1271.1 *B*	81.7 *A*	67.9 *A*	12.3 *A*
Ng	0.7 *B*	677.8 *C*	21.7 *C*	50.7 *C*	9.6 *B*
Sa	2.0 *A*	2301.2 *A*	51.9 *B*	60.9 *B*	5.4 *C*
Water management(WM)					
AWD0.3	2.1 *A*	1377.6 *B*	41.6 *C*	55.3 *C*	7.4 *B*
AWDsat	2.0 *A*	1437.4 *A*	59.5 *A*	60.9 *B*	9.8 *A*
WL	1.9 *B*	1435.0 *A*	54.2 *B*	63.2 *A*	10. *A*
S X WM					
Hd AWD 0.3	3.4 *A*	1239.6 *B*	70.2 *C*	62.2 *CD*	9.4 *BC*
Hd AWDsat	3.4 *A*	1277.5 *B*	94.4 *A*	68.4 *B*	13.3 *A*
Hd WL	3.1 *B*	1296 *B*	80.5 *B*	72.8 *A*	14.1 *A*
Ng AWD 0.3	0.9 *E*	636.3 *C*	19.2 *G*	59.4 *DE*	8.3 *CD*
Ng AWDsat	0.7 *EF*	715 *C*	26.7 *F*	63.3 *C*	11.1 *B*
Ng WL	0.7 *F*	682.1 *C*	19.2 *G*	59.9 *CDE*	9.4 *BC*
Sa AWD 0.3	2.1 *C*	2256.9 *A*	35.5 *E*	44.3 *G*	4.4 *F*
Sa AWDsat	1.9 *D*	2319.6 *A*	57.3 *D*	51.2 *F*	5.0 *EF*
Sa WL	2.1 *C*	2327 *A*	62.8 *D*	59.7 *E*	6.7 *DE*

Note: This is for each factor or interaction means followed by the same letter are not significantly different $p \leq 0.05$., AWDsat. = Alternate wetting and drying at saturated soil, Alternate wetting and drying at saturated soil 0.3 = 0.3 bar, WL = Waterlogging

3. ความสัมพันธ์ระหว่าง SOC กับ POC

จากผลการศึกษาในสภาพดินนาพบว่า เมื่อนำ SOC ไปหาความสัมพันธ์กับ POC พบว่ามีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกที่สูง ($r = 0.9646$, $p<0.0001$) กล่าวคือเมื่อปริมาณของ SOC ที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณ POC เพิ่มมากขึ้น (Figure 1) ซึ่งจากการศึกษาของ ศุภธิดา และคณะ 2554 ในสภาพพื้นที่ต่างๆ เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง SOC กับ POC พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ในสภาพพื้นที่ป่าปลูก พื้นที่ว่างเปล่า พื้นที่ป่าสัก พื้นที่ไม้ผล พื้นที่พืชไร่ และพื้นที่ป่าทุติยภูมิ มีค่าสหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.92, 0.90, 0.70, 0.65, 0.60 และ 0.59 ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่า POC เพิ่มขึ้นด้วย

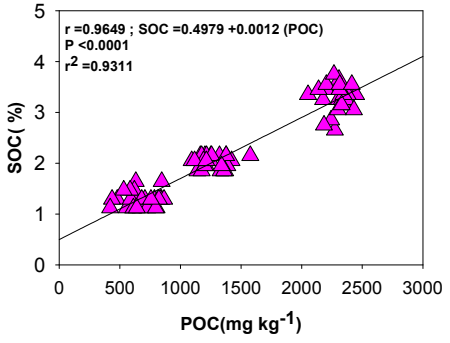

Figure 1 The relationship between SOC and POC

4. ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของข้าวกับ POC และ SOC

จากการศึกษาพบว่าเมื่อนำ POC ไปหาความสัมพันธ์กับ น้ำหนักแห้งของข้าว พบว่ามีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนักแห้งของข้าว $p<0.0001$ โดยมีค่า r เท่ากับ 0.8804 กล่าวคือเมื่อปริมาณของ POC ที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของข้าวเพิ่มมาก และเมื่อนำ SOC ไปหาความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งของข้าว พบว่ามีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกกับน้ำหนักแห้งของข้าว ($p<0.0001$) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.8439 กล่าวคือเมื่อปริมาณของ SOC ที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของข้าวเพิ่มมากขึ้น (Figure 2) ศุภธิดา (2553) กล่าวว่า ส่วนของอินทรียวัตถุต่างๆ เหล่านี้มีการตอบสนองอย่างรวดเร็วเมื่อมีการจัดการหรือมีการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลง เมื่อดินมีความอุดมสมบูรณ์ เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ทำให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของข้าวเพิ่มขึ้น จากผลการศึกษารายงานว่า POC มีศักยภาพในการชี้วัดคุณภาพดินเท่ากับปริมาณ SOC ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่า POC สามารถที่จะใช้เป็นดัชนีชี้วัดถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดิน เช่นเดียวกับปริมาณของ SOC และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน POC จึงอาจจะใช้เป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงในขั้นเริ่มต้นของการเสื่อมโทรมของดิน (soil degradation) หรือตัวชี้วัดในเรื่องการปรับปรุงบำรุงดิน (soil improvement) เพราะเป็นวิธีง่าย สะดวก และมีศักยภาพที่ไว (sensitivity) ต่อการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดิน [16] และมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่ถูกกว่าและไม่เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและตกค้างในสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นดัชนีวัดผลกระทบที่มีต่อคุณภาพและตลอดจนปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน อันเนื่องมาจากการใช้ที่ดิน (Figure 2)

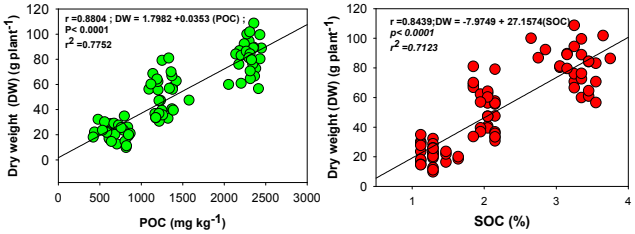

Figure 2 The relationship dry weight of rice between POC and SOC

สรุป

รูปแบบการจัดการน้ำ และชนิดของดิน ที่มีต่อ POC และ SOC ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวสายพันธุ์ หอมมะลิ 105 พบว่า รูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat ร่วมกับชุดดิน Hd มีปริมาณ SOC และน้ำหนักแห้งสูงที่สุด แต่พบว่ารูปแบบการจัดการน้ำแบบ WL ร่วมกับชุดดิน Hd มีความสูงและการแตกกอสูงที่สุด ส่วนการจัดการน้ำแบบ WL ร่วมกับชนิดดิน Sa มีปริมาณ POC สูงที่สุด และเมื่อนำ SOC ไปหาความสัมพันธ์กับ POC พบว่ามีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกที่ สูง ($r = 0.9646$, $p<0.0001$) กล่าวคือเมื่อปริมาณของ SOC ที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณ POC เพิ่มมากขึ้น จากชนิดของดินและรูปแบบการจัดการน้ำมีความแตกต่างกัน จึงทำให้รูปแบบการจัดการน้ำแบบ AWDsat ร่วมกับ ชุดดิน Hd มีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวซึ่งจะทำให้ช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชและช่วยประหยัดน้ำในการปลูกข้าวไม่สูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์

คำขอบคุณ

บทความเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยการพัฒนารูปแบบจัดการดินและน้ำในระบบการปลูกข้าวเพื่อการประหยัดน้ำขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ) ในการสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

ปัทมา วิตยากร. 2538. ดิน: แหล่งอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2550. ดินที่ใช้ปลูกข้าว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภธิดา อ่ำทอง. 2553. การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ Permanganate Oxidizable Carbon เพื่อใช้ในการวัดปริมาณอินทรียวัตถุในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน.รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

ศุภธิดา อ่ำทอง, พิทวัส สุสิงสา และกนกกาญจน์ กันทะวงษ์. 2554. ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์ด้วยเพอร์แมงกาเนตและอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินชนิดต่างๆ Journal of Agr. Research & Extension. 28(2): 33-38

ศุภธิดา อ่ำทอง, ตวงสิต ปัญญา และกมล ยศอิ. 2556 ระบบการปลูกข้าวแบบให้น้ำเปียกสลับแห้งต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนต่างๆ ในดิน. น. 86-92: ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 3.

Belder, P., B.A.M. Bouman, R. Cabangon, G. Lu, E.J.P. Quilang, Y. Li, J.H.J. Spiertz, and T.P. Tuong. 2004. Effectof water-saving irrigation on rice yield and water use in typical lowland conditions in Asia. Agric. Water Manage. 65: 193-210.

Bouman, B.A.M., and T.P. Tuong. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. Agric. WaterManage. 49: 11-30

Czyz, E., and J. Tomaszewska. 1993. Changes of aeration conditions and the yield of sugar beet on sandy soil of different density. Polish Journal of Soil Science. 26(1): 1-9.

Ghani, A., M. Dexter, and K.W. Perrott. 2003. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. Soil Biology and Biochemistry. 35: 1231-1243.

Gregorich, E.G., M.R. Carter, D.A. Angers, C.M.Monreal, and B.H. Ellert. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Canadian Journal of Soil Science. 74: 367-385.

Hou, E., and G. Hunter. 1998. Beijing water: causes, effects, solutions. Paper published at website. www.chs.ubc.ca/china.

Lipiec, J. 1992. Soil physical properties and crop growth in relation to soil compaction. Soil Science and Plant Nutrition. 93: 21-30.

Lu, J., T. Ookawa, and T. Hirasawa. 2000. The effects of irrigation regimes on the water use, dry matter production and physiological responses of paddy rice. Plant Soil. 223: 207-216.

Pandey, S., and H. Bhandari. 2007. Chapter 1 Introduction in Pandey, S., H. Bhandari and B. Hardy (editors). Economic costs of drought and rice farmers' coping mechanisms: a cross-country comparative analysis. Los Banos (Philippines): International Rice ResearchInstitute.

Tuong, T.P., and B.A.M. Bouman. 2003. Rice production in water-scarce environments. In: Kijne, J.W., R., Barker and D. Molden. (Eds.). Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publishing, UK.

Walkley, A. and I.A. Black.1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic zcid titration method. Soil Science. 37: 29-35

Weil, R.R., K.R. Islm, M.A. Stine, J.B. Gruver, and S.E. Samson-Liebig. 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. American Journal of Alternative Agriculture. 18: 3-17.