วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2560 : 35 (2) : 137 - 146

ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดและสมบัติของดินบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม

Total Carbon Contents and Soil Properties in Nong Bo Reservoir, Maha Sarakham Province

วรรณชัย วรรณสิงห์[1] ภูวดล โกมณเฑียร[1] และอภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น[2]
Wannachai Wannasing,[1] Bhuvadol Gomontean[1] and Apisak Popan[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดและสมบัติของดินบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม เก็บตัวอย่างดินด้วยวิธีรบกวนโครงสร้างและไม่รบกวนโครงสร้างทั้งหมด 30 แปลง เก็บตัวอย่างดินที่ช่วงระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) 25-50 ซม. (ดินชั้นกลาง) และ 50-100 เซนติเมตร (ดินชั้นล่าง) ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนทั้งหมดของดินชั้น 50-100 > 25-50 > 0-25 ซม. ($4.74\pm3.22\times10^{-4}$, $1.59\pm0.97\times10^{-4}$ และ $8.40\pm5.70\times10^{-5}$ ตันต่อเฮกตาร์) ตามลำดับ ทั้งสามชั้นมีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 4.32-8.72 ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.78-11.90 เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) ความชื้นในดินอยู่ในช่วง 5.32-114.74 ร้อยละโดยน้ำหนัก ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.92-2.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินกับสมบัติดิน (0-100 ซม.) พบว่าค่าปฏิกิริยาของดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.212 ความหนาแน่นรวมของดิน อนุภาคดินเหนียว อนุภาคทราย และอนุภาคทรายแป้ง (0-100 ซม.) มีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.312, 0.710, -0.659 และ 0.362 ตามลำดับ การวิเคราะห์การถดถอยระหว่างปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินและสมบัติดิน ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน (0-25 ซม, 25-50 ซม และ 50-100 ซม.) มีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) เท่ากับ 0.823, 0.665 และ 0.935 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การกักเก็บคาร์บอน คาร์บอนทั้งหมด ดินเค็ม อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม

Abstract

The research aimed to study was to total carbon contents and soil properties in Nong Bo reservoir, Maha Sarakham province. Soil samples were collected at three different depths (0-25 cm, 25-50 cm and 50-100 cm) by disturbed and non-disturbed method, total 30 plots. Results found that the mean soil total carbon in subsoil > medium soil > topsoil layer ($4.74\pm3.22\times10^{-4}$ > $1.59\pm0.97\times10^{-4}$ > $8.40\pm5.70\times10^{-5}$ t/ha) respectively. In addition, these three layers with the soil reaction ranged from 4.32-8.72, soil electrical conductivity 0.78-11.90 dS/m, soil moisture 5.32-114.74 % by weight, bulk density 0.92-2.65 g/cm^3 and soil texture found that the mostly was sandy loam. Moreover, there was significantly relationship ($p<0.05$) between total carbons contents and pH (0-100 cm) with correlation coefficient (r) were 0.212. There was significantly relationship ($p<0.01$) between total carbon contents and bulk density, clay, sand, silt (0-100 cm.) with correlation coefficient (r) were 0.312, 0.710, -0.659 and 0.362 respectively. In addition, there was significant linear relationship between total carbon contents and soil properties at three different depths (0-25 cm, 25-50 cm and 50-100 cm) with coefficient of determination (R^2) were 0.823, 0.665 and 0.935 respectively.

Keywords: carbon storage, total carbon, saline soil, Nong Bo reservoir, Maha Sarakham province

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

บทนำ

โลกตั้งแต่เริ่มมีการปฏิวัติด้านอุตสาหกรรมจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีการนำเชื้อเพลิงธรรมชาติ (เชื้อเพลิงจากฟอสซิส ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ) มาใช้อย่างมหาศาล และส่งผลให้มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศจำนวนมากเช่นกัน ทำให้ในปัจจุบันทั่วโลกได้รับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน โดยทั่วไปโลกสามารถแบ่งแหล่งสะสมคาร์บอนออกเป็น 5 แหล่ง ได้แก่ มหาสมุทรเป็นแหล่งที่มีการสะสมคาร์บอนมากที่สุด (38,000 เพตะกรัม) (Houghton, 2007) และมีอัตราการสะสมเพิ่มขึ้นประมาณ 2.3 เพตะกรัมคาร์บอนต่อปี (Lal, 2008) เชื้อเพลิงฟอสซิลมีการสะสมคาร์บอนประมาณ 4,130 เพตะกรัม ซึ่งประกอบด้วยถ่านหิน น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ ร้อยละ 85, 5.5 และ 3.3 ตามลำดับ (Schrag, 2007; Lal, 2008) พื้นดินมีการสะสมคาร์บอนประมาณ 2,500 เพตะกรัม (อินทรีย์คาร์บอน 1,550 เพตะกรัม และอนินทรียคาร์บอน 950 เพตะกรัม) (Batjes, 1996) อากาศมีการสะสมคาร์บอนประมาณ 760 เพตะกรัม มีอัตราการสะสมเพิ่มขึ้นประมาณ 3.5 เพตะกรัมคาร์บอนต่อปีหรือคิดเป็นร้อยละ 0.46 ต่อปี และสิ่งมีชีวิตมีการสะสมคาร์บอนประมาณ 560 เพตะกรัม (Lal, 2008)

ดินเค็มเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วโลก (Vijayvargiya and Kumar, 2011) สามารถพบได้ทั้งในเขตร้อนและเขตแห้งแล้ง ดินเค็มมีผลกระทบต่อภาคการเกษตรและส่งผลให้ศักยภาพการผลิตทางการเกษตรลดลง (Shrivastava and Kumar, 2015) โดยปกติดินเค็มจะมีค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้จากสารละลายที่สกัดได้จากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำที่มีค่ามากกว่า 4 เดซิซีเมนต่อเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (Richards, 1954) แต่ค่าที่นิยมใช้กันทั่วโลกโดยสมาคมวิทยาศาสตร์ทางดินสหรัฐอเมริกาคือ 2 เดซิซีเมนต่อเมตร ที่ 25 องศาเซลเซียส (United States Soil Salinity Laboratory Staff, 1954) ในปัจจุบันสารละลายของเกลือส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์และซัลเฟตของโซเดียม แคลเซียมและแมกนีเซียม (Abrol *et al*., 1988) จากรายงานของ FAO คาดว่าทั่วโลกมีพื้นที่ดินเค็มประมาณ 397 ล้านเฮกตาร์ และดินโซดิกประมาณ 434 ล้านเฮกตาร์ โดยทั่วโลกมีพื้นที่เขตชลประทานประมาณ 230 ล้านเฮกตาร์ ซึ่งพบพื้นที่ดินเค็มที่อยู่ในเขตชลประทานประมาณ 45 ล้านเฮกตาร์ (ร้อยละ 19.5) และพื้นที่เกษตรในเขตแห้งแล้งประมาณ 1,500 ล้านเฮกตาร์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากดินเค็มประมาณ 32 ล้านเฮกตาร์ (ร้อยละ 2.1) (FAO, 2016)

อ่างเก็บน้ำหนองบ่อตั้งอยู่ในอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม เป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญแหล่งหนึ่งของจังหวัดมหาสารคาม นอกจากนี้ยังถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของผู้คนในระดับท้องถิ่นและบริเวณใกล้เคียงในด้านแหล่งอาหาร การเกษตรและสถานที่ท่องเที่ยว ยิ่งไปกว่านั้น ถ้าพื้นที่ถูกรบกวนหรือมีการเปลี่ยนแปลงอาจส่งผลกระทบต่อสมดุลทางนิเวศวิทยา รวมถึงปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดินและสมบัติของดิน วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อประเมินปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดิน สมบัติของดินและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินกับสมบัติดินบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม และจัดทำเป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับดินเพื่อใช้การประเมินและพัฒนาดินอย่างยั่งยืนสืบต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาในเขตพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปของอ่างเก็บน้ำหนองบ่อมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มรองรับปริมาณน้ำฝนและน้ำจากชุมชน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 160-200 เมตร (สำนักงานเกษตรอำเภอบรบือ, 2555) และดินมีสภาพเป็นดินเค็ม

2. วิธีการเก็บตัวอย่างดินและการเตรียมตัวอย่างดิน

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในช่วงฤดูแล้งจำนวนทั้งหมด 30 แปลง ที่ระดับความลึก 0-25, 25-50 และ 50-100 เซนติเมตร (ตามหลักเกณฑ์ในการประเมินปริมาณการเก็บกักคาร์บอนของ พจนีย์และทวีศักดิ์ (2544) ในแต่ละแปลงทำการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง (disturbed) ด้วยสว่านเจาะดิน (soil auger) จำนวน

3 หลุม จากนั้นทำตัวอย่างดินให้เป็นตัวอย่างผสม (composite sample) ทำตัวอย่างดินให้แห้งโดยการผึ่งตัวอย่างในที่ร่ม และร่อนด้วยตะแกร่งขนาด 2.0 มิลลิเมตร และเก็บตัวอย่างในภาชนะปิดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สมบัติดินต่อไป

3. การวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและเคมีบางประการ

ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้นในดิน (soil moisture) ด้วยวิธี Gravimetric with oven drying (Gardner, 1965) ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ด้วยวิธี Core method (Blake and Hartge, 1986) เนื้อดิน (soil texture) ด้วยวิธี hydrometer (soil survey staff, 1996) สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้ Electrical conductivity meter ในอัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:5 (Jackson, 1967) ค่าปฏิกิริยาดิน (soil reaction) โดยใช้ pH meter ในอัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 (Soil survey staff, 1996) ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดิน (total carbon contents) ด้วยวิธี Dry combustion (USDA, 1996)

4. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนในดินทั้งหมด

คำนวณหาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดิน โดยสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้ (Batjes, 1996)

Carbon contents (gC m^{-2}) = bulk density (gsoil m^{-3}) x soil carbon content (gC $gsoil^{-1}$) x depth (m)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดิน (Total carbon) ในแต่ละระดับความลึกโดยใช้การวิเคราะห์ one way-ANOVA ด้วยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินกับสมบัติดินโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple linear regression) โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือ สมบัติต่างๆ ของดิน และตัวแปรตาม (dependent variable) คือปริมาณคาร์บอนในดินทั้งหมด และเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (stepwise) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p=0.05)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินและสมบัติดินต่าง ๆ

ปริมาณการสะสมของคาร์บอนทั้งหมดในดินบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $2.39x10^{-4}$ ตันต่อเฮกตาร์ ชั้นที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดินมากที่สุดคือ ดินชั้นล่าง (50-100 เซนติเมตร) มีค่าเท่ากับ $4.74x10^{-4}$ ตันต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือ ดินชั้นกลาง (25-50 เซนติเมตร) และดินชั้นบน (0-25 เซนติเมตร) มีค่าเท่ากับ $1.59x10^{-4}$ และ $8.40x10^{-5}$ ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสะสมปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินและระดับความเค็มของดินทั้งสาม ชั้นพบว่า ดินชั้นบนและดินชั้นกลางมีความสามารถในการสะสมปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินและมีระดับความเค็มของดินแตกต่างกันกับดินชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2, Figure 1) จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ วรรณชัย และภูวดล (2559) พบว่าการกักเก็บคาร์บอนในดินเค็มน้อย เค็มปานกลางและเค็มจัด ลุ่มน้ำชีตอนกลาง จังหวัดมหาสารคาม ที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ $1.44x10^{-4}$ $0.99x10^{-4}$ และ $0.63x10^{-4}$ ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือกับพื้นที่อื่นๆ บนโลกพบว่าอ่างเก็บน้ำหนองบ่อมีปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินต่ำมาก เนื่องจากพื้นที่ทำการศึกษาครั้งนี้อยู่ในดินเขตร้อนทำให้อัตราการย่อยสลายของอินทรีย์คาร์บอนสูง (อภิศักดิ์, 2543) ส่งผลให้เกิดการสูญเสียและปลดปล่อยคาร์บอนจากดินกลับสู่ชั้นบรรยากาศได้มากกว่าพื้นที่อื่นๆ

Table 1 The total carbon content and soil properties in Nong Bo reservoir, Maha Sarakham province.

Depth (cm)	ECe (dS/m)	pH	Moisture (% by weight)	Bulk density (g/cm^3)	Total carbon contents (t/ha)	Clay (%)	Sand (%)	Silt (%)	Texture
0-25	2.52-10.78	6.46-8.06	5.32-114.74	0.92-2.16	$8.40\pm5.70\times10^{-5}$	9.13±4.90	79.41±7.11	11.46±3.78	Sandy loam
25-50	0.78-8.80	4.48-8.63	5.95-48.97	0.95-2.00	$1.59\pm0.97\times10^{-4}$	9.51±3.91	78.72±6.16	11.77±3.18	Sandy loam
50-100	0.78-11.90	4.32-8.72	7.86-23.51	1.29-2.65	$4.74\pm3.22\times10^{-4}$	10.92±6.65	77.86±9.54	11.23±3.99	Sandy loam

Table 2 Soil properties of difference in Nong Bo reservoir, Maha Sarakham province.

Depth (cm)	ECe (dS/m)	pH	Moisture (% by weight)	Bulk density (g/cm^3)	Total carbon contents (t/ha)	Clay (%)	Sand (%)	Silt (%)
0-25	2.52-10.78[a]	6.46-8.06[a]	5.32-114.74[a]	0.92-2.16[a]	$8.40\pm5.70\times10^{-5}$[a]	9.13±4.90[a]	79.41±7.11[a]	11.46±3.78[a]
25-50	0.78-8.80[a]	4.48-8.63[a]	5.95-48.97[a]	0.95-2.00[a]	$1.59\pm0.97\times10^{-4}$[a]	9.51±3.91[a]	78.72±6.16[a]	11.77±3.18[a]
50-100	0.78-11.90[b]	4.32-8.72[a]	7.86-23.51[a]	1.29-2.65[a]	$4.74\pm3.22\times10^{-4}$[b]	10.92±6.65[a]	77.86±9.54[a]	11.23±3.99[a]

The different letters (a and b) within the same column indicate significant differences ($p<0.05$)

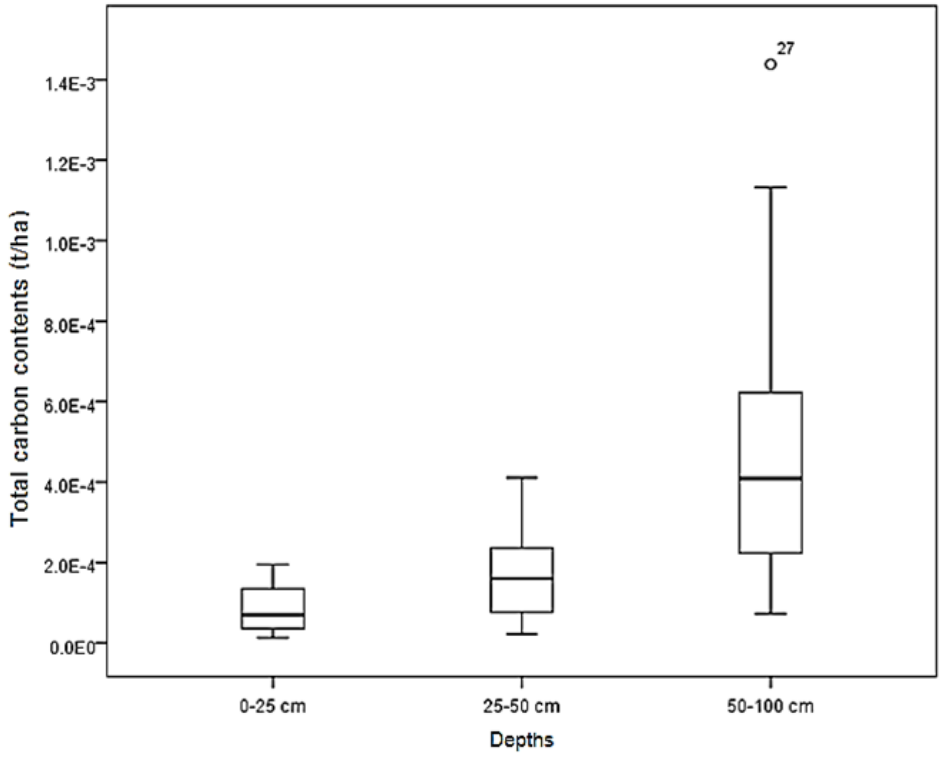

Figure 1 Comparison total carbon contents of Nong Bo reservoir in the 0-25 cm 25-50 cm and 50-100 cm depths.

2. เนื้อดิน

ดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ ที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร ประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายและอนุภาคทรายแป้งร้อยละ 9.13±4.90 79.41±7.11 และ 11.46±3.78 ตามลำดับ ที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร ประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายและอนุภาคทรายแป้งร้อยละ 9.51±3.91 78.72±6.16 และ 11.77±3.18 ตามลำดับ และที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร ประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายและอนุภาคทรายแป้งร้อยละ 10.92±6.65 77.86±9.54 และ 11.23±3.99 ตามลำดับ (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอนุภาคดินเหนียว ทรายและทรายแป้งทั้งสามชั้นความลึก พบว่าอนุภาคดินเหนียว ทรายและทรายแป้งทั้งสามชั้นความลึกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2)

3. ระดับความเค็มของดิน

ระดับความเค็มของดินเป็นสมบัติทางเคมีของดิน ซึ่งดินแต่ละพื้นที่จะมีระดับความเค็มที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของเกลือที่สามารถละลายอยู่ในดินได้ (สมศรี, 2539) และในการศึกษาระดับความเค็มของดินในครั้งนี้ใช้เกณฑ์ตามสมาคมวิทยาศาสตร์ทางดินสหรัฐอเมริกาคือดินที่มีค่าความเค็มมากกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร ที่ 25 องศาเซลเซียสถือว่าเป็นดินเค็ม (United States Soil Salinity Laboratory Staff, 1954) ซึ่งจากการศึกษาระดับความเค็มของดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ พบว่าดินที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร มีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 2.52-10.78 เดซิซีเมนต่อเมตร (ดินเค็มเล็กน้อย-ดินเค็มจัด) ที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร มีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.78-8.80 เดซิซีเมนต่อเมตร (ดินไม่เค็ม-ดินเค็มจัด) และที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร มีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.78-11.90 เดซิซีเมนต่อเมตร (ดินไม่เค็ม-ดินเค็มจัด) (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง

ระดับความเค็มของดินทั้งสามชั้นความลึก พบว่าระดับความเค็มของดินที่ระดับความลึก 0-25 และ 25-50 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันกับระดับความเค็มของดินที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Table 2)

4. ค่าปฏิกิริยาของดิน

การศึกษาค่าปฏิกิริยาของดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ ใช้เกณฑ์วัดค่าปฏิกิริยาของดินตามคู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดินของ คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2554) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 6.46-8.06 (กรดเล็กน้อย-ด่างปานกลาง) ที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 4.48-8.63 (กรดจัด-ด่างแก่) และที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 4.32-8.72 (กรดจัดมาก-ด่างแก่) (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าปฏิกิริยาของดินทั้งสามชั้นความลึก พบว่าค่าปฏิกิริยาของดินทั้งสามชั้นความลึกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)(Table 2)

5. ความชื้นในดิน

ความชื้นในดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ โดยใช้วิธี Gravimetric with oven drying (Gardner, 1965) ผลการศึกษาพบว่าที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร มีปริมาณความชื้นในดินร้อยละ 5.32-114.74 โดยน้ำหนัก ที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร มีปริมาณความชื้นในดินร้อยละ 5.95-48.97 โดยน้ำหนัก และที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร มีปริมาณความชื้นในดินร้อยละ 7.86-23.51 โดยน้ำหนัก (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความชื้นในดินทั้งสามชั้นความลึก พบว่าความชื้นในดินทั้งสามชั้นความลึกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)(Table 2)

6. ความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ โดยใช้วิธี Core method (Blake and Hartge, 1986) ผลการศึกษาพบว่าที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร ความหนาแน่นรวมดินมีค่าเท่ากับ 0.92-2.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 25-50 เซนติเมตร ความหนาแน่นรวมดินมีค่าเท่ากับ 0.95-2.00 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร ความหนาแน่นรวมดินมีค่าเท่ากับ 1.29-2.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยดินทั้ง 3 ชั้นเป็นดินร่วนปนทราย (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นรวมของดินทั้งสามชั้นความลึก พบว่าความหนาแน่นรวมของดินทั้งสามชั้นความลึกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)(Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ อภิศักดิ์ (2543) พบว่าดินที่มีความหนาแน่นสูงส่วนใหญ่พบในเนื้อดินที่เป็นดินร่วน ดินร่วนปนทรายและดินทราย

7. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินกับสมบัติดิน

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินกับสมบัติดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ โดยใช้วิธีทางสถิติ Pearson's correlation ผลการศึกษาจาก Table 3 พบว่าปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินมีความสัมพันธ์กับสมบัติเชิงบวกคือ ค่าปฏิกิริยาของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน อนุภาคทรายดินเหนียวและอนุภาคทรายแป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$ และ $p<0.01$) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการรายงานปริมาณอินทรีย์คาร์บอนตาม particle size classes ของพจนีย์ และทวีศักดิ์ (2554) และ Ruehlmann and Körschens (2009) ดินที่มีเนื้อดินละเอียดจะมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์คาร์บอนสูง รองลงมาคือดินที่มีเนื้อดินปานกลางและดินที่มีเนื้อดินหยาบจะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินต่ำ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการรายงานของ Siqueira Neto *et al.* (2010) พบว่าอนุภาคดินเหนียวมีศักยภาพในการสะสมและรักษาคาร์บอนในดินได้มากกว่าอนุภาคทราย มีความสัมพันธ์กับสมบัติเชิงลบคือ อนุภาคทรายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

Table 3 Pearson's correlation coefficient (*r*) between total carbon contents and soil properties (0-100 cm).

Soil properties	Total carbon contents (t/ha)	ECe (dS/m)	pH	Moisture (% By weight)	Bulk density (g/cm^3)	Clay (%)	Sand (%)	Silt (%)
Total carbon contents (t/ha)	1	-	-	-	-	-	-	-
ECe (dS/m)	NS	1	-	-	-	-	-	-
pH	.212*	-.322**	1	-	-	-	-	-
Moisture (% by weight)	NS	NS	NS	1	-	-	-	-
Bulk density (g/cm^3)	.312**	NS	NS	-.593**	1	-	-	-
Clay (%)	.710**	NS	.300**	NS	NS	1	-	-
Sand (%)	-.659**	NS	-.257*	NS	NS	-.908**	1	-
Silt (%)	.362**	NS	NS	NS	NS	.469**	-.795**	1

NS: not significant, * Significant at $p<0.05$, ** Significant at $p<0.01$.

จาก Table 4 พบว่าพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดินที่แตกต่างกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ที่แตกต่างกันในระดับความลึกที่แตกต่างกัน ทั้งหมดพบว่า มีสมบัติดิน 3 ประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนในดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน อนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทราย โดยสมบัติดินที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินชั้นบนพบ 1 ประการ ได้แก่ อนุภาคดินเหนียว โดยมีอิทธิผลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดิน 82.3 % (R^2 = 0.823) ดินชั้นกลางมีสมบัติดิน 2 ประการ ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดินได้แก่ อนุภาคดินเหนียวและความหนาแน่นรวมของดิน โดยมีอิทธิผลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดิน 66.5 % (R^2 = 0.665) ดินชั้นล่างมีสมบัติดิน 3 ประการ ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดิน ได้แก่ อนุภาคทราย อนุภาคดินเหนียว ความหนาแน่นรวมของดินและระดับความเค็มของดิน โดยมีอิทธิผลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดิน 93.5 % (R^2 = 0.935) นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยการถูกรบกวนจากการกัดเซาะและการชะล้างหน้าดินก็ส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดิน (Matson *et al.,* 1997)

Table 4 Relationship between total carbon contents and soil properties.

Depth (cm)	Variables		Equation		R2
	Independent	Dependent			
0-25	ECe, pH,	Total Carbon contents	$Y = -0.00001 + 0.00001X_5$	Eq. 1	0.823
25-50	Moist, BD,		$Y = -0.00020 + 0.00002X_5 + 0.00010X_4$	Eq. 2	0.665
50-100	Clay, Sand and Silt		$Y = 0.00110 - 0.00001X_6 + 0.00024X_4 + 0.00002X_5$	Eq. 3	0.935

Y = Total Carbon contents (t/ha), X_1 = ECe (dS/m), X_2 = pH, X_3 = Moisture (% by weight) X_4 = BD (g/cm3), X_5 = Clay (%), X_6 = Sand (%) and X_7 = silt (%)

นอกจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินกับสมบัติดินแล้ว การศึกษาในครั้งนี้ยังได้มีการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม กับพื้นที่ดินเค็มอื่นๆ (Table 5) เช่น ทุ่งหญ้าที่มีการสะสมของเกลือ (Pan *et al*., 2013) พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือ (Isla*m et al*., 2014) ผลการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนกับพื้นที่อื่นๆ พบว่าปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม มีปริมาณคาร์บอนน้อยกว่าพื้นที่อื่นๆ เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพของดินซึ่งมีองค์ประกอบของอนุภาคทรายสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ สอดคล้องกับการรายงานของ อภิศักดิ์ (2543) ดินที่มีเนื้อดินละเอียด (ดินเหนียว) จะมีการสะสมของอินทรีย์คาร์บอนในดินสูงกว่าดินเนื้อหยาบ (ดินทราย) รวมถึงพื้นที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ในดินเขตร้อนยิ่งส่งผลให้อัตราการย่อยสลายของอินทรีย์คาร์บอนสูง ยิ่งทำให้ปริมาณการสะสมของคาร์บอนในดินต่ำ ในขณะเดียวกันการสะสมคาร์บอนในพื้นที่ดินเค็มยิ่งมีปริมาณต่ำอยู่แล้ว เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของพืชน้อย (Setia *et al*., 2011)

Table 5 Comparison total carbon contents of Nong Bo reservoir with other saline areas.

Country	Area	Depth (cm)	Carbon content (t/ha)	Clay (%)	Sand (%)	Silt (%)	Reference
Chaina	Grassland Salinization						
	Lightly	30	47.00	0.40	14.20	85.40	Pan *et al*., (2013)
	Moderately	30	32.40	0.40	26.20	73.40	Pan *et al.,* (2013)
	Heavily	30	17.30	0.00	29.20	70.80	Pan *et al.,* (2013)
	Severely	30	13.10	0.00	33.30	66.70	Pan *et al.,* (2013)
Thailand	Ban Nong Suang	60	4.71	12.00	76.60	11.40	Islam *et al.,* (2014)
Thailand	Nong Bo reservoir	0-25	8.40x10-5	9.13	79.41	11.46	This study
		25-50	1.59x10-4	9.51	78.72	11.77	This study
		50-100	4.54x10-4	10.92	77.86	11.23	This study

สรุป

ปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบ่อ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่ระดับความลึกทั้ง 3 ชั้น มีความแตกต่างกัน โดยดินชั้นล่างมีปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดินสูงที่สุดรองลงมาคือ ดินชั้นกลางและชั้นบน ตามลำดับ สมบัติดินที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินได้แก่ ปฏิกิริยาของดิน ความหนาแน่นรวม อนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายแป้งและอนุภาคทราย โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดินสูงที่สุด คือ อนุภาคดินเหนียว รองลงมาคือ อนุภาคทรายแป้ง ความหนาแน่นรวมของดิน ค่าปฏิกิริยาของดินและอนุภาคทราย ตามลำดับ ปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุภาคทรายที่อาจจะส่งผลกระทบต่ออัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดินซึ่งเป็นแหล่งสะสมของคาร์บอนในดิน นอกจากสมบัติของดินที่มีผลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดินแล้ว ยังพบว่าปัจจัยการถูกรบกวนจากการกัดเซาะและการชะล้างหน้าดินก็ส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดในดิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ (ทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย) และทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนานิสิตระดับบัณฑิตศึกษา งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2557 จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2554. คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย. กรุงเทพฯ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วรรณชัย วรรณสิงห์ และภูวดลโกมณเฑียร. 2559. การกักเก็บคาร์บอนในดินเค็มในลุ่มน้ำชีตอนกลาง จังหวัดมหาสารคาม. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 34(1):68-78.

สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 251 น.

สำนักงานเกษตรอำเภอบรบือ. 2555. แผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบลปี 2556-2558. ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น. 2543. ดินเขตร้อน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 206 น.

Abrol, I. P., J.S.P. Yadav, F. I. Massoud. 1988. Salt-affected soils and their management. FAO Soil Bull. 39, FAO, Rome. 131 p.

Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density. In A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1-Physical and Mineralogical Methods Second Edition. American Society of Agronomy, Madison WI.

FAO. 2016. Management of some problem soils. [online]. Available from: http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/salt-affected-soils/more-information-on-salt-affected-soils/en/[cited 31 March 2016].

Gardner, W.H. 1965. Water content. In C.A. Black (ed.) Methods of Soil Analysis, part 1. Agronomy No. 9. Am. Soc. Of Agron. Madisson, Wisconsin. pp. 92-127.

Houghton, R.A. 2007. Balancing the global carbon budget. Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 35(1):313-347.

Islam, K. K., S. Anusontpornperm, I. Kheoruenromne and S. Thanachit. 2014. Relationship between carbon sequestration and physico-chemical properties of soils in salt-affected areas, Northeast Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 48:560-576.

Jackson, M.L. 1967. Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi. 498 p.Lal, R. 2008. Carbon sequestration. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 363:815-830.

Matson, P.A., W.J. Parton, A.G. Power and M.J. Swift. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. Science. 277:504-509.

Pan, C., H. Zhao, X. Zhao, H. Han, Y. Wang and J. Li. 2013. Biophysical properties as determinants for soil organic carbon and total nitrogen in grassland salinization. PLoS ONE. 8(1):e54827.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvements of Saline and Alkali Soils. USDA. Agriculture Handbook 60.160 p.

Ruehlmann, J. and M, Körschens. 2009. Calculating the effect of soil organic matter concentration on soil bulk density. Soil Science Society of America Journal. 73:876-885.

Schrag, D. P. 2007. Preparing to capture carbon. Science. 315:812-813.

Setia, R., P. Marschner, J. Baldock, D. Chittleborough, P. Smith and J. Smith. 2011. Salinity effects on carbon mineralization in soils of varying texture. Soil Biology & Biochemistry. 43:1908-1916.

Shrivastava, P. and R. Kumar. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi Journal of Biological Sciences. 22:123-131.

Siqueira Neto, M., E. Scopel, M. Corbeels, A. Nunes Cardoso, J.M. Douzet, C. Feller, M.C. Piccolo, C.C. Cerri, M. Bernoux. 2010. Soil carbon stocks under no-tillage mulch-based cropping systems in the Brazilian Cerrado: an on-farm synchronic assessment. Soil & Tillage Research. 110:187-195.

Soil Survey Staff. 1996. Soil survey laboratory methods manual version No. 3.0. USDA NRCS.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Natl. Soil Surv. Cent., SSIR 42.

United States Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. Agriculture Handbook No. 60. United States Department of Agriculture. 160 p.

Vijayvargiya, S. and A. Kumar. 2011. Inluence of Salinity Stress on Plant Growth and Productivity:salinity Stress Influences on Plant Growth. Germany.Lap Lambert Academic Publishers.170 p.