

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของรากหญ้าแฝกกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน
และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชุดดินพัทลุง

Vetiver Root Biomass with Soil Organic Carbon and CO₂ Emission in Phatthalung Soil
Series

กมลภา วัฒนประพัฒน์ กำชัย กาญจนธนเศรษฐ์ อิศริยา มีสิงห์ ภรภัทร นพมาลัย และอนิชา เทพสุภรณ์กุล

K. Wattanaprat, K. Kanjanathanaset, I. Meesing, P. Nopmalai, and A. Thepsupornkul

กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

Office of Research and Development for Land Management, Land Development Department

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของรากหญ้าแฝกกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดำเนินการทดลองในชุดดินพัทลุง เนื้อดินร่วนละเอียด ณ สถานีพัฒนาที่ดิน สุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2554 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของรากหญ้าแฝก 6 พันธุ์ กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากผิวดิน และประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการกักเก็บคาร์บอนในดิน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 7 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ คือ แปลงควบคุม (ไม่ปลูกหญ้าแฝก) เปรียบเทียบกับแปลงปลูกหญ้าแฝก 6 พันธุ์; พันธุ์ศรีลังกา สุราษฎร์ธานี สงขลา 3 พระราชทาน ประจวบคีรีขันธ์ และร้อยเอ็ด ผลการศึกษา พบว่าความยาวของรากหญ้าแฝกทั้ง 6 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดช่วงอายุ 24 เดือนของการทดลอง ความยาวรากเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 54.06 - 58.60 เซนติเมตร การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพของราก เป็นไปในทางเดียวกับความยาวราก คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยในราก มีค่าระหว่าง 3.98 - 5.16 ตันต่อเฮกตาร์ และหญ้าแฝกพันธุ์พระราชทานมีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 5.16 ตันต่อเฮกตาร์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของรากหญ้าแฝกอายุ 8 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างหญ้าแฝก 6 พันธุ์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันที่หญ้าแฝกอายุ 12 16 20 และ 24 เดือน ส่วนความหนาแน่นของดินมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดิน (15-50 เซนติเมตร) เมื่อดินมีความลึกเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของดินก็เพิ่มขึ้น ซึ่งการปลูกหญ้าแฝกมีผลทำให้ดินมีความหนาแน่นลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าความหนาแน่นของดินมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับมวลชีวภาพของราก ($Y = -1.629X + 2.774$; ค่า $R^2 = 0.770$) ความหนาแน่นของดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะควบคุมความยาวและมวลชีวภาพของรากหญ้าแฝก และพบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นผิวดิน (0-15 เซนติเมตร) มีปริมาณสูงกว่าในชั้นดินลึก การปลูกหญ้าแฝกมีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะที่ระดับความลึกของดิน 15-30 และ 30-50 เซนติเมตร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก ($Y = 329.2X + 92.06$; ค่า $R^2 = 0.734$) พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของรากและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พบว่ามีสัมพันธ์ในเชิง

บวกร่วมกัน (Y = 30.36X+276.0; ค่า R² = 0.736) สำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในดินที่ปลูกหญ้าแฝก 6 พันธุ์ เปรียบเทียบกับแปลงควบคุม พบว่าในแปลงควบคุมมีการสูญเสียคาร์บอนออกจากดินในปริมาณ 4.19 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่แปลงปลูกหญ้าแฝกมีการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้น มีค่าระหว่าง 2.44 - 6.38 ตันต่อเฮกตาร์ โดยหญ้าแฝกพันธุ์พระราชทานมีการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงสุดเท่ากับ 6.38 ตันต่อเฮกตาร์ และยังพบว่ามวลชีวภาพของรากและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินมีความสัมพันธ์อย่างสูงในเชิงบวก (Y = 0.703X + 2.641; ค่า R² = 0.832)

คำสำคัญ: หญ้าแฝก มวลชีวภาพของราก อินทรีย์คาร์บอนในดิน การกักเก็บคาร์บอนในดิน การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ABSTRACT

The relationship and correlation of vetiver root biomass with soil organic carbon and CO₂ emission in Phatthalung Soil Series was studied and carried out at the Land Development Station, Surat Thani province in 2008 - 2010. The objectives of this experiment are compare root growth and biomass of 6 ecotypes of vetiver grass, changes in soil organic carbon and CO₂ emissions from the soil surface, and estimate the correlation between such factors to study changes of soil carbon stock. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) consisting of a control (no vetiver planted) compared with 4 ecotypes of *Chrysopogon zizanioides* and 2 ecotypes of *C.nemoralis*. The result showed that the vetiver root length of the 6 ecotypes were not different and had an average root length of 54.06 - 58.60 cm. The root length remained constant between 8 months and 24 months during this experiment. The root biomass changes followed a similar pattern to that of root length with no significant differences between 8 and 24 months. The average organic carbon content in the roots is in range of 3.98 - 5.16 t ha⁻¹, and Prarat Chatan ecotype has the highest average organic carbon content at 5.16 t ha⁻¹. The organic carbon content in the roots at 8 months are significantly different between the 6 ecotypes, but are not different at 12, 16, 20 and 24 month time periods. Soil bulk density increases with the depth of the soil from 15 to 50 cm. This means that soil compaction increases as soil depth increases. Vetiver planting in the soil clearly promotes bulk density decreases, and soil bulk density is highly correlated with root biomass. This negative relationship is Y = -1.629X+2.774 (R² = 0.77). Additionally soil bulk density is the one factor to regulate root length and biomass because of soil compaction. The soil organic carbon content in the soil surface layer (0 - 15 cm) is higher than in the deeper layer of this soil. Planting vetiver clearly encourages increases in soil organic carbon, especially in subsoil levels 15-30 and 30-50 cm. The correlation between soil organic carbon with CO₂ emissions from the soil surface is positive as Y = 329.2X + 92.06 (R² = 0.734). This relationship shows that increasing amounts of soil organic carbon promotes CO₂

emission from the soil surface. Moreover, the correlation between root biomass and CO₂ emission is $Y = 30.36 + 276.0 (R^2 = 0.736)$. Assessment of carbon stocks in the soil where the six vetiver ecotypes were planted versus the control with no vetiver planted, shows that the amount of soil carbon stock is lost in the control plot equal to -4.19 t ha^{-1} . But in the vetiver plots, the amount of carbon stock increased by $+2.44$ to $+6.38 \text{ t ha}^{-1}$, especially under the Prarat Chatan ecotype treatment that has the highest soil carbon stock increase at 6.38 t ha^{-1} . The high correlation between root biomass with the amount of carbon stock is positive as $Y = 0.703X + 2.641 (R^2 = 0.832)$.

Keywords: Vetiver grass, root biomass, soil organic carbon, soil carbon stock, CO₂ emission

คำนำ

การจัดการดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่เหมาะสมมีผลกระทบอย่างมากต่อการกักเก็บคาร์บอนในดินและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดิน การกักเก็บคาร์บอนในดินอาศัยพืชเป็นปัจจัยสำคัญ กล่าวคือพืชใช้กระบวนการสังเคราะห์แสงในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาสร้างและกักเก็บเป็นคาร์บอนสะสมในส่วนของเนื้อเยื่อพืช เมื่อพืชเหล่านี้ตายลงเกษตรกรไถกลบหรือทิ้งเศษซากพืชทับถมอยู่ในพื้นที่ ซากพืชเหล่านี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และปลดปล่อยคาร์บอนออกมาสู่ดิน บางส่วนที่ย่อยสลายยากก็จะถูกเก็บสะสมในดินในรูปอินทรีย์วัตถุ ดังนั้นพืชจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สามารถกักเก็บคาร์บอนลงดินได้

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในดินของหญ้าแฝก เนื่องจากหญ้าแฝกมีลักษณะเด่น คือเป็นพืชอายุยืน มีใบยาว และเมื่อตัดใบแล้วสามารถแตกใบใหม่ได้ง่าย มีการขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ การตัดใบคลุมดินทุก 3 - 4 เดือนจะช่วยกระตุ้นให้มีการแตกหน่อใหม่เพิ่มขึ้นอยู่เสมอ ดังนั้นในรอบ 1 ปี มีการตัดใบคลุมดินประมาณ 3 ครั้ง ปริมาณมวลชีวภาพรวมตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตจึงสูง ใบมีความแข็งแรง ทนทานต่อการย่อยสลาย และมีระบบรากที่ยาวและสานกันแน่นหนาที่เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้หญ้าแฝกเป็นพืชที่สามารถกักเก็บคาร์บอนลงดินได้มาก นอกจากนี้หญ้าแฝกยังเป็นพืชที่กรมพัฒนาที่ดินได้รณรงค์ส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปปลูกเพื่อช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยปลูกในพื้นที่สูงชันทั้งในพื้นที่ทำการเกษตรและนอกพื้นที่ทำการเกษตร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของรากหญ้าแฝก 6 พันธุ์ กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดิน และประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการกักเก็บคาร์บอนในดิน โดยดำเนินการทดลองที่สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2551 - 2554

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาค้นคว้าดำเนินการในพื้นที่สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ.2551-2554 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 7 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ

ดำเนินการทดลองที่ 1	แปลงควบคุม (ไม่มีการปลูกหญ้าแฝก)
ดำเนินการทดลองที่ 2	หญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา
ดำเนินการทดลองที่ 3	หญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี
ดำเนินการทดลองที่ 4	หญ้าแฝกพันธุ์สงขลา3
ดำเนินการทดลองที่ 5	หญ้าแฝกพันธุ์พระราชทาน
ดำเนินการทดลองที่ 6	หญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์
ดำเนินการทดลองที่ 7	หญ้าแฝกพันธุ์ร้อยเอ็ด

ดำเนินการทดลองที่สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี ในพื้นที่แปลงย่อยขนาด 4 x 6 เมตร ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร ไม่มีการใส่ปุ๋ย และมีการตัดใบหญ้าแฝกคลุมดินทุกๆ 4 เดือน โดยเริ่มตัดใบคลุมดินครั้งแรกเมื่อหญ้าแฝกอายุ 8 เดือน

การเก็บข้อมูล

ดิน การเก็บตัวอย่างดินใช้วิธีสุ่มเก็บตัวอย่างแบบ Composite Sampling ในแต่ละแปลงทดลองที่ระดับความลึก 3 ระดับ ดังนี้ 0 - 15 15 - 30 และ 30 - 50 เซนติเมตร โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนการตัดใบคลุมดินแต่ละครั้ง ในช่วงก่อนการทดลอง และทุกๆ 4 เดือน จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน และความหนาแน่นรวมของดิน

หญ้าแฝก สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งต้นและรากหญ้าแฝกจำนวน 1 กอต่อแปลง วัดความยาวราก และมวลชีวภาพ นำมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จำนวน 24 - 72 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ หลังจากอบจนแห้งนำมาชั่งบันทึกน้ำหนักแห้ง

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ วัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกจากผิวดินทุกเดือน โดยการติดตั้งท่อเก็บตัวอย่างแบบปิด โดยทำจากท่อพีวีซีพร้อมฝาปิด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ความสูง 25 เซนติเมตร ส่วนของท่อฝังลึกลงในดิน 5 - 10 เซนติเมตร ทำการวัดโดยเครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ชนิดพกพา (carbon dioxide meter รุ่น GM70) การวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่ละครั้งใช้เวลา 15 นาทีต่อครั้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์



Figure1 Soil profile of Phatthalung soil series

ข้อมูลทั่วไป ชุดดินที่ทำการศึกษาคือ ชุดดินพัทลุง เป็นดินร่วนละเอียด มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วน (PtI-fl) มีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก (Phatthalung-fine loamy, loam, 0-2% slopes, deep) มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็วถึงเร็ว ความสามารถให้น้ำซึมผ่านช้า และการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ดินบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร ดินล่างบริเวณตอนล่างเนื้อดินเป็นดินร่วนถึงร่วนเหนียว การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตลอดจนชั้นดิน (0 - 75 เซนติเมตร) ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติระดับต่ำ และระดับความอุดมสมบูรณ์มีแนวโน้มลดลงตามความลึก (Soil survey staff, 2006)

1. ความยาวราก

ความยาวรากของหญ้าแฝก 6 พันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินพัทลุงเนื้อดินร่วนละเอียด ที่สถานีพัฒนาที่ดินสุราษฎร์ธานี ตลอดช่วงอายุที่ทำการศึกษาคือ อายุ 8 12 16 20 และ 24 เดือน พบว่า ความยาวรากของหญ้าแฝกแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความยาวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 54.06 - 58.60 เซนติเมตร และมีแนวโน้มว่าพันธุ์สงขลา 3 มีความยาวสูงสุด 58.60 เซนติเมตร ที่หญ้าแฝกอายุ 8 เดือน พบว่าความยาวรากมีการเจริญเติบโตสูงสุด (Table 1)

Table 1 Vetiver root length (cm) at 8, 12, 16, 20 and 24 months

Ecotype	Time (month)					average
	8	12	16	20	24	
Sri Lanka	70.3	54.3	48.3	52.7	48.3	54.78
Surat Thani	57.3	57.7	53.3	51.3	50.7	54.06
Songkla 3	71.0	55.3	59.0	54.7	53.0	58.60
Prarat Chatam	59.0	59.7	53.0	53.3	51.0	55.20
Prachuab Khirikhan	61.0	59.7	44.7	57.7	49.3	54.48
Roi Et	61.3	61.0	58.0	58.0	46.0	56.86
F test	ns	ns	ns	ns	ns	-

ns = non significant

2. มวลชีวภาพและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในรากของหญ้าแฝก

2.1 มวลชีวภาพราก (น้ำหนักแห้งราก) พบว่า เมื่อหญ้าแฝกอายุ 8 เดือน พันธุ์พระราชทานมีมวลชีวภาพสูงสุด 15.71 ต้นต่อเฮกแตร์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากพันธุ์อื่นๆ และพันธุ์ลุ่ม ได้แก่ พันธุ์ศรีลังกา สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 มีมวลชีวภาพของรากอยู่ระหว่าง 9.98 - 11.32 ต้นต่อเฮกแตร์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าพันธุ์คอนคือ พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และร้อยเอ็ด ที่มีมวลชีวภาพของรากค่อนข้างต่ำคือ 9.11 และ 6.24 ต้นต่อเฮกแตร์ตามลำดับ สำหรับหญ้าแฝกอายุ 12 เดือน พบว่า การสะสมมวลชีวภาพรากของหญ้าแฝก แต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมวลชีวภาพรากมีค่าอยู่ในช่วง 7.63 - 11.07 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีแนวโน้มว่าพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 มีมวลชีวภาพสูงกว่าพันธุ์พระราชทาน ศรีลังกาและร้อยเอ็ด เมื่อหญ้าแฝกอายุ 16 20 และ 24 เดือน พบว่า ทุกพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุมีมวลชีวภาพรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 9.23 - 14.22 7.68 - 11.05 และ 7.87 - 11.07 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ โดยหญ้าแฝกอายุ 16 เดือน พบว่า พันธุ์ร้อยเอ็ดมีมวลชีวภาพสูงสุด และพันธุ์สุราษฎร์ธานีมีมวลชีวภาพต่ำที่สุดในขณะที่หญ้าแฝกอายุ 20 เดือน พบว่า พันธุ์พระราชทานมีมวลชีวภาพสูงสุด และพันธุ์สงขลา 3 มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด และหญ้าแฝกอายุ 24 เดือน มีแนวโน้มว่าพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี สงขลา 3 และพระราชทาน มีมวลชีวภาพสูงใกล้เคียงกัน ส่วนพันธุ์ศรีลังกามีมวลชีวภาพต่ำที่สุด (Table 2)

Table 2 Biomass of vetiver grasses root 8,12,16,20 and 24 months after planting (t ha⁻¹)

Ecotype	Time (month)					average
	8	12	16	20	24	
Sri Lanka	11.32 b	7.63	10.09	8.86	7.87	9.15
Surat Thani	9.98 bc	10.73	9.23	8.24	10.73	9.78
Songkla 3	10.16 b	10.65	11.39	7.68	10.65	10.11
Prarat Chatarn	15.71 a	9.58	11.78	11.05	9.82	11.59
Prachuab Khirikhan	9.11 bc	11.07	10.83	7.88	11.07	9.99
Roi Et	6.24 c	8.73	14.22	9.48	8.73	9.48
F test	**	ns	ns	ns	ns	-

ns = non significant

** Significant at p < 0.01

2.2 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในรากของหญ้าแฝก ทั้ง 6 พันธุ์ พบว่า เมื่อหญ้าแฝกอายุ 8 เดือน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในรากมีค่าอยู่ระหว่าง 2.63 - 7.00 ตันต่อเฮกแตร์ โดยพันธุ์พระราชทาน มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในรากสูงสุดเท่ากับ 7.00 ตันต่อเฮกแตร์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติจากพันธุ์อื่นๆ รองลงมาคือ พันธุ์ศรีลังกา สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 4.92 4.63 และ 4.59 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าหญ้าแฝกอายุ 8 เดือน รากของหญ้าแฝกพันธุ์ลุ่มมีการสะสมปริมาณคาร์บอนสูงกว่าหญ้าแฝกดอน เมื่อหญ้าแฝกอายุ 12 16 20 และ 24 เดือน พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในรากแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.32 - 5.08 4.28 - 6.01 3.47-4.92 และ 3.42 - 5.08 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในรากผันแปรไปตามมวลชีวภาพของรากหญ้าแฝก กล่าวคือถ้ามวลชีวภาพรากมากก็มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมาก และพบว่าพันธุ์พระราชทานมีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยสูงสุด 5.16 ตันต่อเฮกแตร์ (Table 3)

Table 3 Organic carbon (OC) of vetiver grasses root 8,12,16,20 and 24 months after planting (t ha⁻¹)

Ecotype	Time (month)					average
	8	12	16	20	24	
Sri Lanka	4.92 b	3.32	4.39	3.85	3.42	3.98
Surat Thani	4.63 b	4.98	4.28	3.82	4.98	4.54
Songkla 3	4.59 b	4.82	5.15	3.47	4.82	4.57
Prarat Chatarn	7.00 a	4.26	5.25	4.92	4.37	5.16
Prachuab Khirikhan	4.17 bc	5.08	4.96	3.61	5.08	4.58
Roi Et	2.63 c	3.69	6.01	4.00	3.69	4.00
F test	**	ns	ns	ns	ns	-

ns = non significant

** Significant at p < 0.01

3. การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

3.1 ความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-15, 15-30 และ 30-50 เซนติเมตร จากผิวดิน ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.59 - 1.68 1.50 - 1.64 และ 1.64 - 1.71 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีการเปลี่ยนแปลงไป ดินที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝกไม่ค่อยเห็นการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าใน 3 ระดับความลึก เท่ากับ 1.60 1.65 และ 1.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย (0 - 50 เซนติเมตร จากผิวดิน) เท่ากับ 1.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนดินที่ปลูกหญ้าแฝกระยะเวลา 2 ปี พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลอง และดินที่ไม่ปลูกหญ้าแฝก โดยเฉพาะในดินที่ระดับความลึก 0 - 15 และ 15 - 30 เซนติเมตร สามารถเห็นความแตกต่างค่อนข้างชัดเจนโดยดินในแปลงที่ปลูกหญ้าแฝกมีความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในช่วง 1.42 - 1.48 และ 1.39 - 1.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร มีความหนาแน่นรวมของดินลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 1.47 - 1.66 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับแปลงควบคุม (Table 4)

Table 4 Soil bulk density (g cm^{-3}) in each experimental plot of planting vetiver plot and control plot

Ecotype	Before experiment				After experiment			
	0-15 cm	15-30 cm	30-50 cm	average	0-15 cm	15-30 cm	30-50 cm	average
Control	1.60	1.64	1.65	1.63	1.60 a	1.65 a	1.60	1.62
Sri Lanka	1.64	1.59	1.69	1.64	1.48 b	1.52 b	1.51	1.50
Surat Thani	1.61	1.50	1.71	1.61	1.44 b	1.44 bc	1.66	1.51
Songkla 3	1.68	1.58	1.68	1.64	1.42 b	1.48 bc	1.61	1.50
Prarat Chatam	1.61	1.59	1.67	1.62	1.47 b	1.45 bc	1.47	1.46
Prachuab Khirikhan	1.59	1.54	1.64	1.59	1.45 b	1.39 c	1.53	1.46
Roi Et	1.64	1.60	1.71	1.65	1.45 b	1.52 b	1.54	1.51
F-test	ns	ns	ns	-	*	**	ns	-

ns = non significant

* significant at $p < 0.05$

** significant at $p < 0.01$

เมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดินและน้ำหนักรากของหญ้าแฝก (figure 2) พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักรากของหญ้าแฝกค่อนข้างสูง ($R^2 = 0.77$) กล่าวคือการชอนไชของรากทำให้ดินมีช่องว่างเกิดขึ้น การเจริญเติบโตของรากหญ้าแฝกช่วยลดความหนาแน่นรวมของดิน ในทางกลับกันสามารถอธิบายได้ว่าดินที่มีความหนาแน่นรวมสูง ทำให้การเจริญเติบโตของรากพืชถูกจำกัด ซึ่งจากมวลชีวภาพของรากที่วัดได้โดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.15 - 11.59 ตันต่อเฮกแตร์ ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าแตกต่างกันไปตามชนิด

ของเนื้อดิน ดินเหนียวมีความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าดินทรายและดินร่วน ดินที่ถูกกดทับจากน้ำหนักของเครื่องมือที่ใช้ทำการเกษตรและการเหยียบย่ำของมนุษย์ หรือสัตว์ในขณะที่ทำการเพาะปลูกทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมสูง ส่งผลให้รากมีการเจริญเติบโตน้อยซึ่งมวลชีวภาพหรือน้ำหนักของรากหญ้าแฝกมีค่าน้อย) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของภรภัทร และคณะ (2557) ซึ่งปลูกหญ้าแฝกในชุดดินหนองมด (Nong Mot series:Nm) ซึ่งเนื้อดินเป็นดินร่วน มีความหนาแน่นรวมของดินอยู่ที่ 1.49 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มวลชีวภาพของรากหญ้าแฝกจะมีปริมาณมากกว่าการทดลองนี้ 3 เท่า

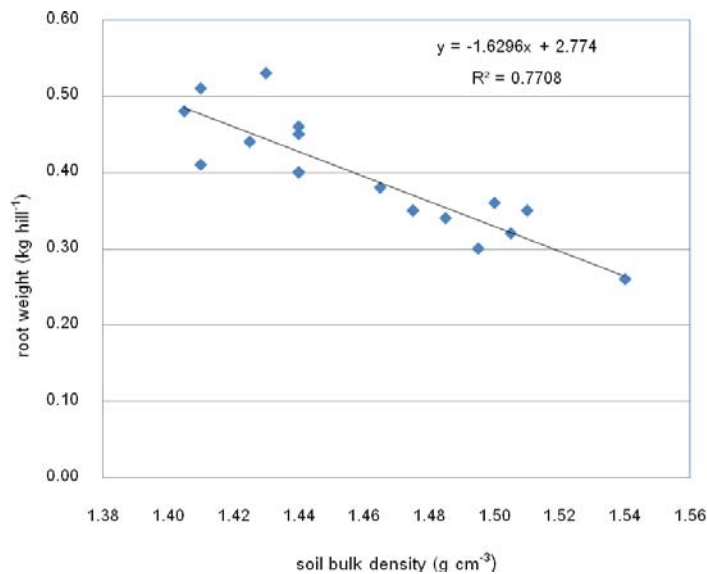


Figure 2 Correlation between soil bulk density and vetiver root weight at 24 month

3.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินก่อนการทดลองที่ความลึก 0-15, 15-30 และ 30-50 เซนติเมตร จากผิวดิน มีปริมาณอยู่ระหว่าง 29.80 - 32.10 17.00 - 19.10 และ 21.10 - 23.00 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ปลูกและไม่ปลูกหญ้าแฝกมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร ดินที่ไม่ปลูกหญ้าแฝกมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลงเหลือ 27.30 ตันต่อเฮกแตร์ ในขณะที่ดินที่ปลูกหญ้าแฝกมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้นโดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 31.20-34.40 ตันต่อเฮกแตร์ สำหรับปริมาณคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 15-30 และ 30-50 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ แปลงที่ไม่ปลูกหญ้าแฝกมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนใกล้เคียงกับก่อนการทดลองคือ มีปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 18.80 และ 26.80 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ปลูกหญ้าแฝก ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีปริมาณอยู่ในช่วง 19.20-21.00 และ 25.10-29.30 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ โดยดินที่ปลูกหญ้าแฝกพันธุ์ร้อยเอ็ดและประจวบคีรีขันธ์ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด (Table 5)

Table 5 Soil organic carbon content (t ha⁻¹) at before and after planting of this experiment

Ecotypes	Before experiment			After experiment		
	0-15 cm	15-30 cm	30-50 cm	0-15 cm	15-30 cm	30-50 cm
Control	31.6	18.7	22.2	27.3 c	18.8	26.8
Sri Lanka	32.1	19.1	22.8	34.4 a	19.2	25.1
Surat Thani	29.8	18.1	22.3	32.6 ab	20.0	28.8
Songkla 3	30.8	17.0	21.1	31.2 b	20.2	26.8
Prarat Chatarn	31.0	17.3	21.9	34.4 a	20.3	25.4
Prachuab Khirikhan	29.9	17.5	21.6	31.7 b	20.7	29.3
Roi Et	30.8	17.6	23.0	31.7 b	21.0	28.3
F-test	ns	ns	ns	**	ns	ns

ns = non significant

** significant at p < 0.01

3.3 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากผิวดิน

เมื่อนำปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากผิวดิน มาคำนวณ คิดเป็นปริมาณคาร์บอนที่มีการสูญเสียในแต่ละตำรับการทดลองเฉลี่ย 2 ปี พบว่า แปลงที่ปลูกหญ้าแฝกกลุ่มทั้ง 4 พันธุ์ มีปริมาณการสูญเสียคาร์บอนอยู่ระหว่าง 1.26-1.35 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี โดยพันธุ์พระราชทานสูญเสียคาร์บอนสูงสุดคือ 1.35 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี และพันธุ์ดอน ได้แก่ พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และร้อยเอ็ด มีปริมาณการสูญเสียคาร์บอน 1.24 และ 1.19 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบแปลงที่มีการปลูกหญ้าแฝกกับแปลงที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝก พบว่า แปลงที่ปลูกหญ้าแฝกจะมีอัตราการสูญเสียคาร์บอนสุทธิ อยู่ระหว่าง 0.24-0.40 ส่วนแปลงที่ไม่ปลูกหญ้าแฝกมีการสูญเสียคาร์บอนเฉลี่ย 0.95 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี (Table 6) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดิน พบว่ามวลชีวภาพที่ไถคืนกลับลงดิน และอินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดิน โดยในแปลงที่ปลูกหญ้าแฝกและตัดใบคลุมดินเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าดินที่ไม่ปลูกและไม่มีการคลุมดินด้วยหญ้าแฝก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภรภัทรและคณะ (2556)

Table 6 Carbon content loss from the soil (kg C m⁻² y⁻¹)

Ecotypes	year 1	year 2	Average	Net
Control	1.00	0.90	0.95	0
Sri Lanka	1.30	1.22	1.26	0.31
Surat Thani	1.34	1.20	1.27	0.32
Songkla 3	1.36	1.18	1.27	0.32
Prarat Chatarn	1.43	1.27	1.35	0.40
Prachuab Khirikhan	1.30	1.17	1.24	0.29
Roi Et	1.22	1.16	1.19	0.24

นอกจากปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดิน ความชื้นในดิน และเนื้อดินก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณน้ำฝน ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมาก มีค่าการปลดปล่อยก๊าซสูง คือในช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 100 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 263-505 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ส่วนเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนสูงกว่า 100 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 470-800 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริกานดา (2551) ศึกษาสมดุลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินที่ปลูกสับปะรด โดยพบว่าในช่วงฤดูฝน (เดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน) การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน) ประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วนุษา (2543) พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าชายเลนในช่วงฤดูฝนสูงกว่าช่วงฤดูแล้งถึง 73 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง ในกรณีที่ลดลงเนื่องจากสิ่งมีชีวิตในดินมีกิจกรรมย่อยสลายคาร์บอนในดินและปลดปล่อยออกมาในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินจึงลดลง ในกรณีที่จะทำให้คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นจึงต้องใส่อินทรีย์วัตถุเพิ่มลงดินในปริมาณที่มากกว่าการสูญเสียไปจากดิน

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าดินหลังการทดลองที่ไม่ปลูกหญ้าแฝกมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลง เนื่องจากเป็นแปลงควบคุมไม่มีการใส่อินทรีย์วัตถุหรือคาร์บอนลงดินเพิ่มเติม ประกอบกับอินทรีย์คาร์บอนสูญเสียไปในรูปแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการวิจัยพบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียคาร์บอนในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูง ($R^2 = 0.734$) กล่าวคือ เมื่อดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมาก การสูญเสียคาร์บอนไปจากดินในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็มากตามกัน (Figure 3)

ซึ่งหากไม่มีการเพิ่มคาร์บอนให้กับดิน ดินก็จะขาดความอุดมสมบูรณ์ในที่สุด ดังนั้นจึงควรเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดินอย่างเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพรากกับการสูญเสียคาร์บอนในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูงเช่นกัน ($R^2 = 0.734$) กล่าวคือ หากเพิ่มมวลชีวภาพรากหญ้าแฝกมากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากผิวดินนั้นจะมากเช่นกัน (Figure 4)

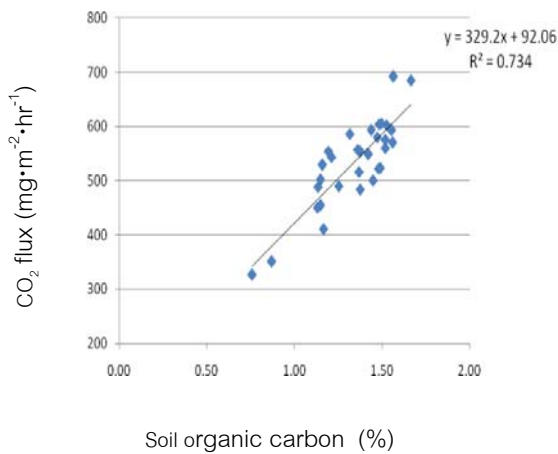


Figure 3 Correlation between soil organic carbon content and amount of CO₂ emission from soil surface

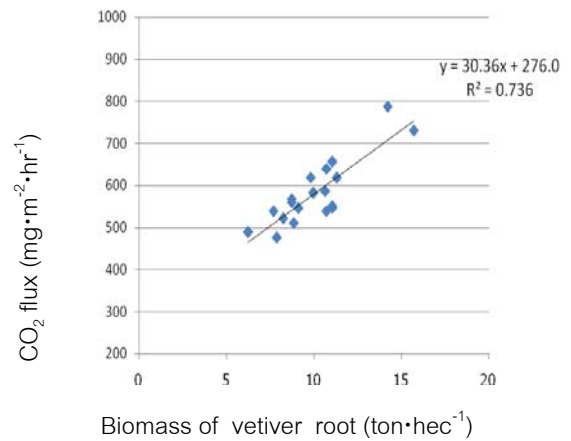


Figure 4 Correlation between vetiver root biomass and amount of CO₂ emission from soil surface for 2 years

4. การกักเก็บคาร์บอนในดิน

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินเฉลี่ยระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ที่ปลูกและไม่ปลูกหญ้าแฝกมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยดินที่ปลูกหญ้าแฝกมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมลงดินเพิ่มขึ้นในช่วง 2.44-6.38 ตันต่อเฮกแตร์ โดยมีแนวโน้มว่าดินที่ปลูกหญ้าแฝกพันธุ์พระราชทานมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมลงดินสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ศรีลังกามีการสะสมคาร์บอนลงดินน้อยที่สุด สำหรับดินที่ไม่ปลูกหญ้าแฝกมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลง 4.19 ตันต่อเฮกแตร์ ตามที่แสดงในตารางที่ 6

Table 7 Soil carbon stock at 0-30 cm soil depth before and after the experiment (t·ha⁻¹)

Ecotypes	Before experiment	After experiment	Change in soil carbon stock
control	50.31	46.13	-4.19
Sri Lanka	51.19	53.63	+2.44
Surat Thani	47.88	52.63	+4.75
Songkla 3	47.81	51.38	+3.56
Prarat Chatarn	48.31	54.69	+6.38
Prachuab Khirikhan	47.38	52.38	+5.00
Roi Et	48.38	52.69	+4.31

Remark : - means organic carbon lost from soil

+ means organic carbon storage into soil

สำหรับการปลูกหญ้าแฝกช่วยให้ดินมีการสะสมคาร์บอนลงดินมากกว่าดินที่ไม่ปลูกหญ้าแฝก ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าแฝกมีลักษณะเด่นในเรื่องของระบบราก รากของหญ้าแฝกสามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินได้ระหว่าง 2.44-6.38 ตันต่อเฮกแตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพรากของหญ้าแฝกและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในดิน ($R^2 = 0.832$) (Figure 5) จะเห็นได้ว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในดินมีผลมาจากมวลชีวภาพของรากหญ้าแฝก ซึ่งถ้ามีมวลชีวภาพมากปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินก็จะมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ หญ้าแฝกจัดว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพในการเพิ่มคาร์บอนให้แก่ดินสูง Lal (1999) พบว่าการจัดการดินโดยการทำฟุ้งหญ้าและปลูกพืชคลุมดินมีการกักเก็บคาร์บอนลงดิน 0.016-0.032 และ 0.016-0.048 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ อานาจและณัฐพล (2548) รายงานผลการใช้กระถินเทพาฟืนฟืนที่เกษตรกรตลอดอายุการปลูก 16 ปี สามารถเพิ่มคาร์บอนให้แก่ดินตลอดความลึก 50 เซนติเมตร ได้ 9 ตันต่อเฮกแตร์ (0.09 ตันต่อไร่ต่อปี)

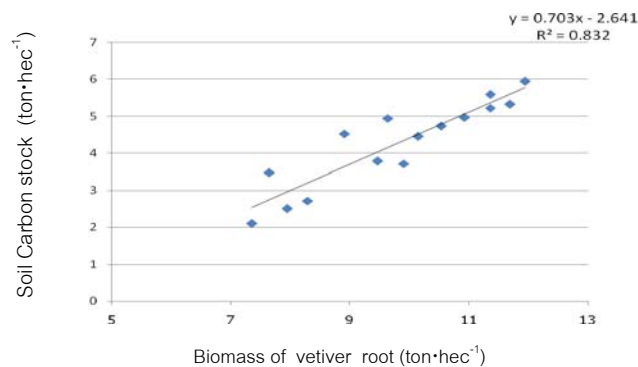


Figure 5 Correlation between root biomass and amount of soil carbon stock

สรุป

ความยาวของรากหญ้าแฝก 6 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดช่วงอายุ 24 เดือนของการทดลอง ความยาวรากเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 54.06 - 58.60 เซนติเมตร การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพของราก พบว่ามีรูปแบบคล้ายกับความยาวราก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความหนาแน่นของดินมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดิน เมื่อดินมีความลึกเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของดินก็เพิ่มขึ้น ซึ่งการปลูกหญ้าแฝกมีผลทำให้ดินมีความหนาแน่นลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าความหนาแน่นของดินมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับมวลชีวภาพของราก ($Y = -1.629X + 2.774$; ค่า $R^2 = 0.770$) ความหนาแน่นของดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะควบคุมความยาวและมวลชีวภาพของรากหญ้าแฝก และพบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในชั้นผิวดิน (0 - 15 เซนติเมตร) มีปริมาณสูงกว่าในชั้นดินลึก การปลูกหญ้าแฝกมีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะที่ระดับความลึกของดิน 15 - 30 และ 30 - 50 เซนติเมตร สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก ($Y = 329.2X + 92.06$; ค่า $R^2 = 0.734$) พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของรากและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกเช่นเดียวกัน ($Y = 30.36X + 276.0$; ค่า $R^2 = 0.736$) สำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในดินที่ปลูกหญ้าแฝก 6 พันธุ์ เปรียบเทียบกับแปลงควบคุม พบว่าในแปลงควบคุมมีการสูญเสียคาร์บอนออกจากดินในปริมาณ 4.19 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่แปลงปลูกหญ้าแฝกมีการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้น มีค่าระหว่าง 2.44 - 6.38 ตันต่อเฮกตาร์ โดยหญ้าแฝกพันธุ์พระราชทานมีการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงสุดเท่ากับ 6.38 ตันต่อเฮกตาร์

เอกสารอ้างอิง

- ภรภัทร นพมาลัย อาทิตย์ ศุภเกษม กมลภา วัฒนประพัฒน์ อิศรียา มีสิงห์ และประภา ธารเนตร. 2556. ศึกษาอัตราการสะสมคาร์บอนและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ปลูกหญ้าแฝกบางพันธุ์ในภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่). หน้า 150-160. ใน เอกสารการประชุมวิชาการกึ่งศตวรรษกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2556 เล่ม 2 ในวันที่ 7-9 สิงหาคม 2556 ณ โรงแรมสีดา รีสอร์ท อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก.
- วนบุษปี เสือดี. 2543. อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลนปลูกบางชนิดที่อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 79 หน้า.
- สิริกานดา วัชรชาติ. 2551. การศึกษาสมมูลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินสนุ่นดำที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 49 หน้า.
- อำนาจ ชิดไธสง และณัฐพล ลิไชยกุล. 2548. การกักเก็บคาร์บอนและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดินป่าดิบแล้งดินป่าปลูก และดินทำการเกษตร. หน้า 95-105. ใน รายงานการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศทางด้านป่าไม้: ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต ในวันที่ 4-5 สิงหาคม 2548 ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ.

- Bharat, M.S. 2007. Land use and land use changes effects on organic carbon pools, soil aggregate associated carbon and soil organic matter quality in a watershed of Nepal. Ph.D. Thesis, Norwegian University of Life Sciences. 119 p.
- Hutchinson, G.L. and A.R. Mosier. 1981. Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:311-316.
- Lal, R. 1999. Global carbon pools and fluxes and the impact of agricultural intensification and judicious land use. pp. 45-52. **In** Prevention of land degradation, enhancement of carbon sequestration and conservation of biodiversity through land use change and sustainable land management with a focus on Latin America and the Caribbean. World Soil Resources Report 86. FAO, Rome.
- Soil survey staff. 2006. Key to soil taxonomy. Tenth Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C. 332 p.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37(1): 29-37.