

ผลของรอบการปลูกยางพาราต่อสมบัติบางประการของดินและปริมาณคาร์บอนในดิน

Effect of crop rotation in rubber plantations on some soil properties and carbon content

พันธุ์ทิพย์ ปานกลาง^{1,2}, ระวี เจียรวิภา^{1*}, สายัณห์ สดุดี¹, Alexis Thoumazeau³ และ Alain Brauman⁴

Phantip Panklang^{1,2}, Rawee Chiarawipa^{1*}, Sayan Sdoodee¹, Alexis Thoumazeau³ and Alain Brauman⁴

¹ สาขาวิชาวนวัฒนวิทยาและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา 90112

² Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112

³ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 กรมพัฒนาที่ดิน จ.สงขลา 90100

⁴ Land Development Regional office 12, Land Development Department, Songkhla 90100

⁵ CIRAD, UPR Systèmes de Pérennes, Montpellier, France

⁶ IRD, UMR ECO&SOLS, Montpellier, France

บทคัดย่อ: ศึกษาอิทธิพลของรอบการปลูกและอายุของยางพาราต่อสมบัติดินและปริมาณคาร์บอนในดินในพื้นที่อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ 7 ดำรับการทดลอง ประกอบด้วย 1) พื้นที่ป่า (F) 2) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 1 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีด (R1y) 3) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 1 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R1o) 4) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 2 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีด (R2y) 5) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 2 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R2o) 6) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีด (R3y) และ 7) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R3o) พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ดินในพื้นที่ป่า (F) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.79%, 99.56 และ 108.86 มก./กก. ตามลำดับ เช่นเดียวกับการสะสมของคาร์บอนในดินซึ่งมีค่าสูงสุดในพื้นที่ป่า (F) ที่ 17.25 ตัน/เฮกตาร์ ในขณะที่ความหนาแน่นรวมของดินในพื้นที่ป่า (F) มีค่าน้อยที่สุดที่ 1.12 กรัม/ซม.³ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความเป็นกรดเป็นด่างของดินในทุกการทดลอง อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช รวมทั้งการสะสมของคาร์บอนในดินจะลดลงในแปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 (R3) โดยยางพาราช่วงอายุก่อนเปิดกรีดมีแนวโน้มว่าจะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินมากกว่าแปลงปลูกยางพาราช่วงอายุหลังเปิดกรีด ในขณะที่ยางพาราช่วงอายุหลังเปิดกรีดจะมีการสะสมของคาร์บอนในดินมากกว่าช่วงอายุก่อนเปิดกรีด และพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-10 และ 10-30 ซม. แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความลึก 30-50 ซม.

คำสำคัญ: ยางพารา; พืชเชิงเดี่ยว; อินทรีย์คาร์บอนในดิน; ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ABSTRACT: The study aimed to determine the effect of rotation and age of rubber plantation on soil properties and carbon content in Ban Nasan district, Suratthani province. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with 3 replications conducted with 7 treatments: 1) Forest (F) 2) 1st rotation at the young stage (R1y) 3) 1st rotation at the old stage (R1o) 4) 2nd rotation at the young stage (R2y) 5) 2nd rotation at the old stage (R2o) 6) 3rd rotation at the young stage (R3y) and 7) 3rd rotation at the old stage (R3o). It was observed that at 0-10

* Corresponding author: rawee.c@psu.ac.th

cm depth of soil, the forest (F) contributed the highest values in the total nitrogen of 1.79% and available potassium and magnesium of 99.56 and 108.86 mg/kg, respectively. The soil carbon stock was the highest at 17.25 t/ha, with the lowest bulk density value of 1.12 g/cm³ under the forest (F). However, there was no statistically significant difference in soil pH among the treatments. In the 3rd rotation of rubber plantation (R3), the total nitrogen, available phosphorus, potassium, magnesium and soil carbon stock were resulted in decreasing. Although, the young rubber plantation had better soil fertility, their soil carbon stocks were less than the old rubber plantation. The results also showed a significant difference in soil organic carbon content in the soil depths of 0-5, 5-10 and 10- 30 cm but no significant difference in 30-50 cm depth.

Keywords: rubber plantation; monocropping; soil organic carbon; soil fertility

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562) พบว่าภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพาราเฉพาะพื้นที่ที่สามารถกรีดยางได้รวมทั้งสิ้นประมาณ 60% ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งประเทศ โดยมีการปลูกยางพาราครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2444 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) และยังคงมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นในทุกปี อันเป็นสาเหตุให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่า ส่งผลกระทบต่อการเกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม (Lawrence et al., 2007) เนื่องจากการไถนถางป่าอย่างรุนแรงส่งผลกระทบโดยตรงต่อโครงสร้างดินและสมบัติทางกายภาพของดิน (Solgi and Najafi, 2014) อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน (Kucuker et al., 2015) แม้ว่า ยางพาราจะเป็นพืชยืนต้นที่มีการผลัดใบในช่วงฤดูแล้งของทุกปี ทำให้เกิดการร่วงหล่นของใบยางพาราและเศษซากพืชอื่นซึ่งจะย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุและเกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน (FAO, 2013) ทั้งนี้ จากปัญหาความผันผวนของราคาผลผลิต เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราจึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อทดแทนปริมาณธาตุอาหารในดินที่สูญเสียไปจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งในการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง 1 ตัน จะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม เท่ากับ 20, 5, 25 และ 5 กก. ตามลำดับ (สถาบันวิจัยยาง, 2550) ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของดินจากการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างต่อเนื่อง

การวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปลูกยางพาราเป็นพืชเชิงเดี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน เพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจากปริมาณธาตุอาหารในดินที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังการปลูกยางพาราเป็นพืชเชิงเดี่ยวจำนวน 3 รอบการปลูก รวมทั้งศึกษาปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในดิน ตลอดจนปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการพื้นที่ปลูกยางพาราเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีการศึกษา

วิธีดำเนินงานวิจัย

ศึกษาแปลงปลูกยางพาราในพื้นที่อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างละติจูดที่ 8.91364 ถึง 8.93089 และลองจิจูดที่ 99.42738 ถึง 99.46824 ที่มีการปลูกยางพาราเป็นพืชเชิงเดี่ยวจำนวน 3 รอบการปลูก (รอบการปลูกที่ 1, 2 และ 3) โดยศึกษาเปรียบเทียบในแปลงยางพาราก่อนเปิดกรีต (อายุ 3-6 ปี) และยางพาราที่เปิดกรีตแล้ว (อายุ 18-22 ปี) เปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าในเขตอุทยานแห่งชาติใต้ร่มเย็น รวมทั้งสิ้น 7 ตำบลการทดลอง ได้แก่ 1) พื้นที่ป่า (F) 2) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 1 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีต (R1y) 3) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 1 ช่วงอายุหลังเปิดกรีต (R1o) 4) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 2 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีต (R2y) 5) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 2 ช่วงอายุหลังเปิดกรีต (R2o) 6) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีต (R3y) และ 7) แปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 ช่วงอายุหลังเปิดกรีต (R3o) โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ รวม 21 แปลง

การเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินในเดือนกันยายน 2558 สุ่มเก็บตัวอย่างดินแปลงละ 3 จุด ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้างดิน (disturbed sample) ที่ระดับความลึก 0-10 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1:1 (w/w) (Peech, 1965) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ด้วยวิธี Kjeldahl method (Bremner, 1965) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) (Bray II and Kurtz, 1945) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium) ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (available magnesium) (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) และวิเคราะห์อนุภาคดินด้วยวิธี pipette method (Kilmer and Alexander, 1949)

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-10, 10-30 และ 30-50 ซม. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (soil organic carbon) ด้วยวิธี wet oxidation (Walkley and Black, 1934) เก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน (undisturbed sample) ด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (core sample) (Back and Hartge, 1986) ที่ระดับความลึก 0-10 ซม. เพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณคาร์บอนในดิน (Batjes, 1996) จากสมการ carbon contents (gC/m^2) = bulk density (gsoil/m^3) x soil carbon content (gC/gsoil) x depth (m)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทดสอบความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD รวมทั้งวิเคราะห์สัดส่วนความแปรปรวนของตัวแปรโดยวิธี Redundancy analysis (RDA) และวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลโดยวิธี between class analysis (BCA) โดยใช้โปรแกรม R-stat

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ลักษณะเนื้อดินของแปลงวิจัย

จากการตรวจสอบลักษณะดินในเบื้องต้น พบว่า แปลงทดลองมีเนื้อดิน (soil texture) ที่แตกต่างกัน โดยพบความแตกต่างทางสถิติในเนื้อดินทรายแป้ง (silt) กล่าวคือ แปลงปลูกยางพารารอบที่ 1 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R1o) มีเนื้อดินทรายแป้งมากที่สุด คือ 17.75% ในขณะที่แปลงปลูกยางพารารอบที่ 2 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R2o) และแปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R3o) มีเนื้อดินทรายแป้งน้อยที่สุด คือ 8.57 และ 8.72% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเนื้อดินทราย (sand) และเนื้อดินเหนียว (clay) โดยในทุกตำรับการทดลองมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ยกเว้นแปลงปลูกยางพารา รอบที่ 2 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R2o) ที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) (Table 1) ซึ่งความแตกต่างของลักษณะเนื้อดินนี้อาจส่งผลต่อสมบัติอื่นของดินได้ เนื่องจากเนื้อดินที่ต่างกันย่อมส่งผลต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุซึ่งจะส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดิน (Sakin, 2012) โดยเฉพาะเนื้อดินเหนียวซึ่งเป็นอนุภาคดินที่มีความสามารถในการดูดซับอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด (พจนิย และทวีศักดิ์, 2544) จึงได้ทำการทดสอบความแปรปรวนจากความแตกต่างของลักษณะเนื้อดินที่ต่างกัน ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินด้วยวิธี Redundancy analysis (RDA) พบว่า 64.00% ของค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินเกิดจากอิทธิพลของตำรับการทดลอง โดยพบว่า มีเพียง 4.02% เกิดจากลักษณะเนื้อดินที่ต่างกัน ในขณะที่ 3.29% เกิดจากอิทธิพลร่วมระหว่างตำรับการทดลองและลักษณะเนื้อดินที่ต่างกัน และ 28.69% เกิดจากปัจจัยอื่น (Figure 1)

Table 1 Particle size distribution (%) of topsoil sample (0-10 cm) and soil texture class

Treatment ^{1/}	Particle size distribution (%)			Soil texture
	Sand	Silt	Clay	
F	77.11±0.72	10.62±0.42 ^{bc}	12.27±1.07	Sandy loam
R1y	78.50±1.78	10.23±1.42 ^{bc}	11.27±0.82	Sandy loam
R1o	71.18±2.57	17.75±1.96 ^a	11.06±2.55	Sandy loam
R2y	73.85±1.71	15.25±1.03 ^{ab}	10.90±0.68	Sandy loam
R2o	82.00±7.61	8.57±3.75 ^c	9.44±3.91	Loamy sand
R3y	77.23±6.23	10.48±4.00 ^{bc}	12.30±2.28	Sandy loam
R3o	80.20±0.51	8.72±0.69 ^c	11.09±1.20	Sandy loam
F-test ^{2/}	ns	**	ns	

^{1/}F = Forest, R1y = 1st rotation at the young stage, R1o = 1st rotation at the old stage, R2y = 2nd rotation at the young stage, R2o = 2nd rotation at the old stage, R3y = 3rd rotation at the young stage and R3o = 3rd rotation at the old stage

^{2/}** = significantly different at P < 0.01, ns = non-significance. The different letters within the same column indicate significant differences. The number followed ± sign indicates standard deviation

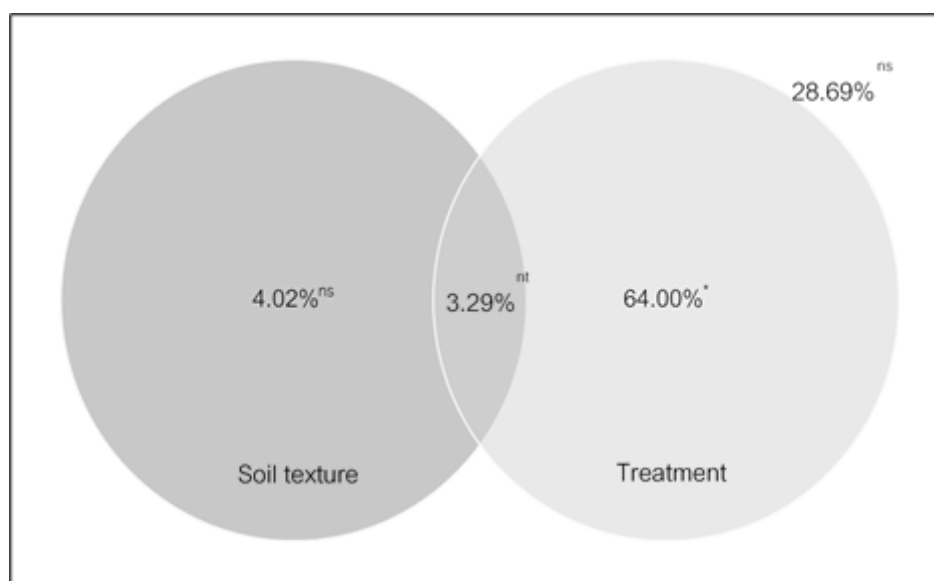


Figure 1 Redundancy analysis (RDA) of the variance in physical and chemical properties into the contributions of soil texture, treatment, their interaction and residual variance

** = significantly different at P < 0.05, ns = non-significance and nt = not testable

สมบัติบางประการของดิน

จากการศึกษาสมบัติบางประการของดินที่ระดับความลึก 0-10 ซม. พบว่า ดินในพื้นที่ป่า (F) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงที่สุด คือ 1.79±0.12% โดยมีความแตกต่างทางสถิติกับพื้นที่ปลูกยางพาราทุกตำรับการทดลองยกเว้นแปลงปลูกยางพารารอบที่ 1 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีด (R1y) สอดคล้องกับ Karthikakuttyamma et al. (1998) ซึ่งพบว่า การปลูกยางพาราดัดต่อกันในพื้นที่เดิมจะทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินลดลง เช่นเดียวกับปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชซึ่งมีค่าสูงสุดในพื้นที่ป่า (F) เท่ากับ 99.56±11.02 และ 108.86±5.18 mg/kg ตามลำดับ และลดลงภายหลังการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าเป็นแปลงปลูกยางพารา ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่าสูงสุดในแปลงปลูกยางพารารอบที่ 1 ช่วงอายุก่อนเปิด

กรีด (R1y) ที่ 22.43 ± 11.88 mg/kg อย่างไรก็ตาม แม้จะไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความเป็นกรดเป็นด่างของดินในทุกตำรับการทดลอง แต่พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินลดลงอยู่ในระดับที่เป็นกรดจัดมากในแปลงปลูกยางพารารอบที่ 2 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R2o) และแปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 (R3y และ R3o) สอดคล้องกับ Eticha et al. (2016) ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่ามาทำการเกษตร ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุและความสามารถในการต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยเฉพาะการไถพรวนเพื่อเตรียมพื้นที่ซึ่งส่งผลต่อการลดลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุในดินยังส่งผลต่อโครงสร้างดิน ดังจะเห็นได้จากพื้นที่ป่า (F) มีความหนาแน่นรวมของดินน้อยที่สุด คือ 1.12 ± 0.04 กรัม/ซม.³ และเพิ่มขึ้นในแปลงปลูกยางพารา โดยพบว่า ทุกตำรับการทดลองมีความหนาแน่นรวมของดินน้อยกว่าค่าวิกฤติที่ 1.7 กรัม/ซม.³ (Daddow and Warrington, 1983) แสดงว่า ดินในแปลงทดลองมีความหนาแน่นของดินอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลต่อการงอกของรากพืช ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดลงอย่างเห็นได้ชัดในแปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 (R3y และ R3o) (Table 2)

Table 2 Comparison of pH, total nitrogen, available P, K and Mg and bulk density

Treatment ^{1/}	pH (soil: H ₂ O;1:1)	Total nitrogen (%)	Available P (mg/kg)	Available K (mg/kg)	Available Mg (mg/kg)	Bulk density (g/cm ³)
F	5.49±0.52	1.79±0.12 ^a	7.36±1.35 ^{ab}	99.56±11.02 ^a	108.86±5.18 ^a	1.12±0.04 ^c
R1y	5.53±0.36	1.34±0.19 ^{ab}	22.43±11.88 ^a	72.00±19.39 ^a	47.50±12.99 ^b	1.31±0.04 ^{ab}
R1o	5.44±0.02	1.28±0.11 ^{bc}	3.96±0.78 ^b	66.50±20.27 ^a	47.33±1.00 ^b	1.24±0.05 ^{abc}
R2y	5.41±0.46	0.90±0.31 ^{bcd}	21.26±7.73 ^a	85.22±45.65 ^a	36.06±4.70 ^b	1.33±0.05 ^{ab}
R2o	4.91±0.19	0.89±0.24 ^{bcd}	5.32±4.46 ^b	49.89±46.59 ^{ab}	21.61±2.50 ^c	1.19±0.13 ^{bc}
R3y	5.09±0.29	0.53±0.09 ^d	3.98±2.51 ^b	18.22±4.27 ^b	13.36±1.20 ^d	1.39±0.11 ^a
R3o	4.77±0.12	0.78±0.06 ^{cd}	3.81±0.97 ^b	15.61±4.43 ^b	12.11±2.99 ^d	1.34±0.03 ^{ab}
F-test ^{2/}	ns	**	**	**	**	**

^{1/}F = Forest, R1y = 1st rotation at the young stage, R1o = 1st rotation at the old stage, R2y = 2nd rotation at the young stage, R2o = 2nd rotation at the old stage, R3y = 3rd rotation at the young stage and R3o = 3rd rotation at the old stage

^{2/}** = significantly different at P < 0.01, ns = non-significance. The different letters within the same column indicate significant differences. The number followed ± sign indicates standard deviation

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสมบัติบางประการของดินโดยวิธี between class analysis (BCA) พบว่า สามารถแบ่งกลุ่มของแปลงทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) พื้นที่ป่า (F) 2) แปลงปลูกยางพารารอบการปลูกที่ 1 และ 2 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีด (R1y และ R2y) 3) แปลงปลูกยางพารารอบการปลูกที่ 1 และ 2 ช่วงอายุหลังเปิดกรีด (R1o และ R2o) และ 4) แปลงปลูกยางพารารอบการปลูกที่ 3 ทั้งช่วงอายุก่อนเปิดกรีดและหลังเปิดกรีด (R3y และ R3o) (Figure 2) แสดงให้เห็นว่า สมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลงทันทีภายหลังการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าเป็นแปลงปลูกยางพารา สอดคล้องกับ Cheng et al. (2007) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์ของดินจากการปลูกยางพาราในพื้นที่ป่าเขตร้อนในประเทศจีน และพบว่า สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจะมีค่าลดลงภายหลังการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่จากป่าเป็นการปลูกยางพารา โดยยางพาราช่วงอายุก่อนเปิดกรีดมีแนวโน้มว่าจะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินมากกว่าแปลงปลูกยางพาราช่วงอายุหลังเปิดกรีด ทั้งนี้ อาจเกิดจากการสูญเสียธาตุอาหารดินไปกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางพาราหลังเปิดกรีด (นุชนารถ, 2554) ในขณะที่ Yasin et al. (2011) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าเปรียบเทียบกับยางพาราใน 4 ช่วงอายุ คือ 1, 5, 10, 15 และ 20 ปี และพบว่า เมื่อยางพารามีอายุ 20 ปี จะสามารถฟื้นฟูสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินให้กลับมาใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าได้ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินจะลดลงอีกครั้งในรอบการปลูกที่ 3 โดยมีความอุดมสมบูรณ์ของดินใกล้เคียงกันทั้งช่วงก่อนเปิดกรีดและหลังเปิดกรีด

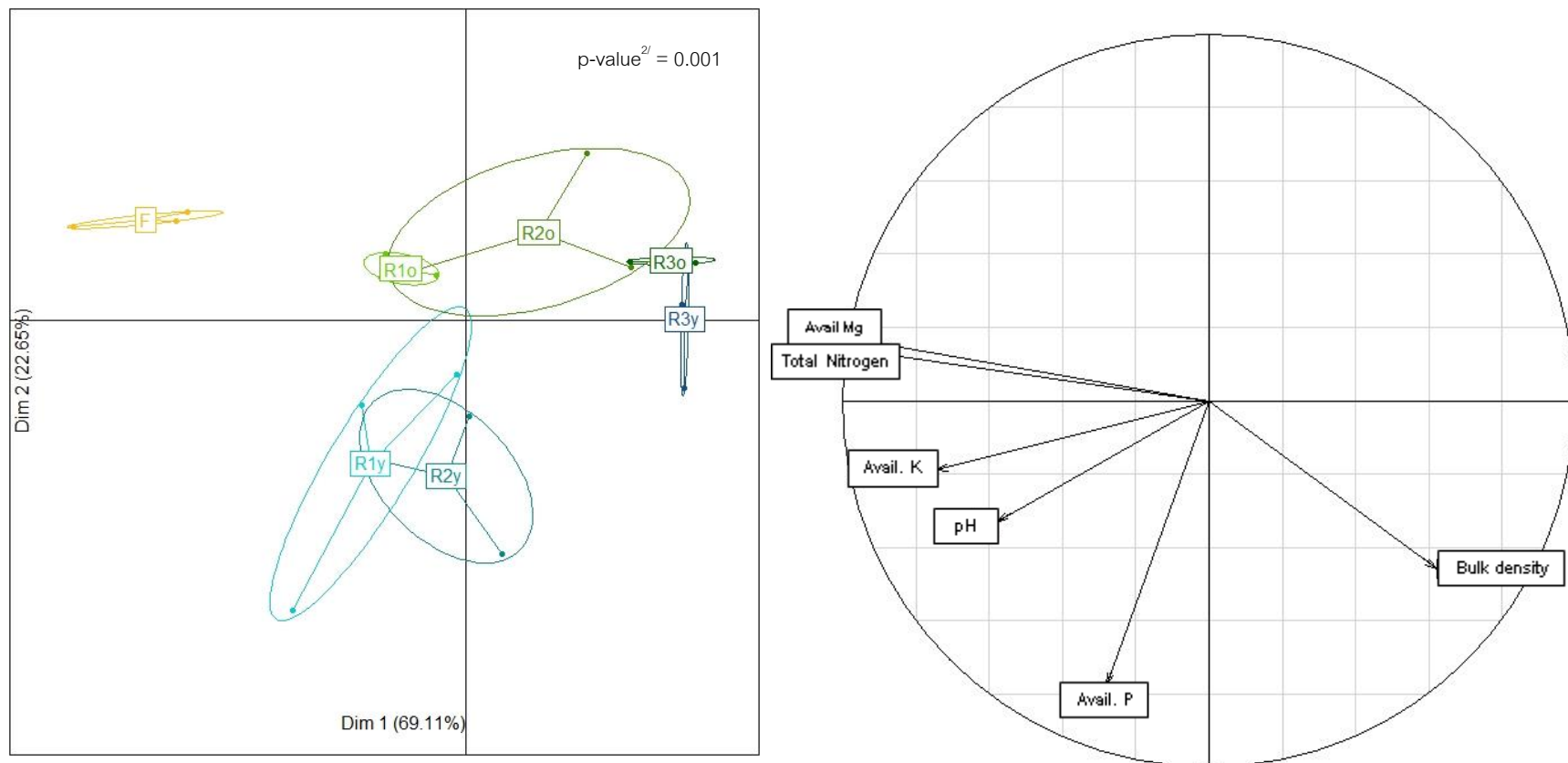


Figure 2 Between class analysis (BCA) on some soil properties of the experiment

¹F = Forest, R1y = 1st rotation at the young stage, R1o = 1st rotation at the old stage, R2y = 2nd rotation at the young stage, R2o = 2nd rotation at the old stage, R3y = 3rd rotation at the young stage and R3o = 3rd rotation at the old stage

²P values indicate the effect of plantations based on permutation test (Monte-Carlo test between-groups inertia; 999 permutations)

การกักเก็บคาร์บอนในดิน

การสะสมของคาร์บอนในดินในพื้นที่ป่า (F) มีปริมาณมากที่สุด คือ 17.25 ± 2.38 ตัน/เฮกตาร์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลงยางพาราในทุกตำรับการทดลอง โดยแปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีด (R3y) จะมีปริมาณคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-10 ซม. น้อยที่สุด คือ 9.10 ± 1.05 ตัน/เฮกตาร์ แต่ไม่พบว่ามีแตกต่างทางสถิติกับแปลงยางพาราในตำรับการทดลองอื่น แม้จะพบแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินในยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว (อายุ 18-22 ปี) (Figure 3) สอดคล้องกับ Maggiorotto et al. (2014) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบการสะสมของคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 60 ซม. และพบว่าในแปลงปลูกยางพาราที่มีอายุ 15 ปี มีปริมาณการสะสมของคาร์บอนในดินมากกว่าแปลงปลูกยางพาราอายุ 4 ปี ในขณะที่ Liu et al. (2017) พบว่า การกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด (ทั้งปริมาณคาร์บอนส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินและคาร์บอนที่สะสมอยู่ในดิน) ในแปลงยางพาราที่มีอายุ 22 ปี จะมีปริมาณเทียบเท่ากับพื้นที่ป่าและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อยางพารามีอายุมากขึ้น ทั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า การยืดอายุการตัดโค่นยางพาราก่อนการปลูกทดแทนจะส่งผลให้การสะสมของคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น แต่หากพิจารณาถึงต้นทุน รายได้ และอัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายในการจัดการสวนยางพารา สุครัตน์ (2542) แนะนำว่า อายุที่เหมาะสมในการปลูกทดแทนยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ คือ 22 ปี

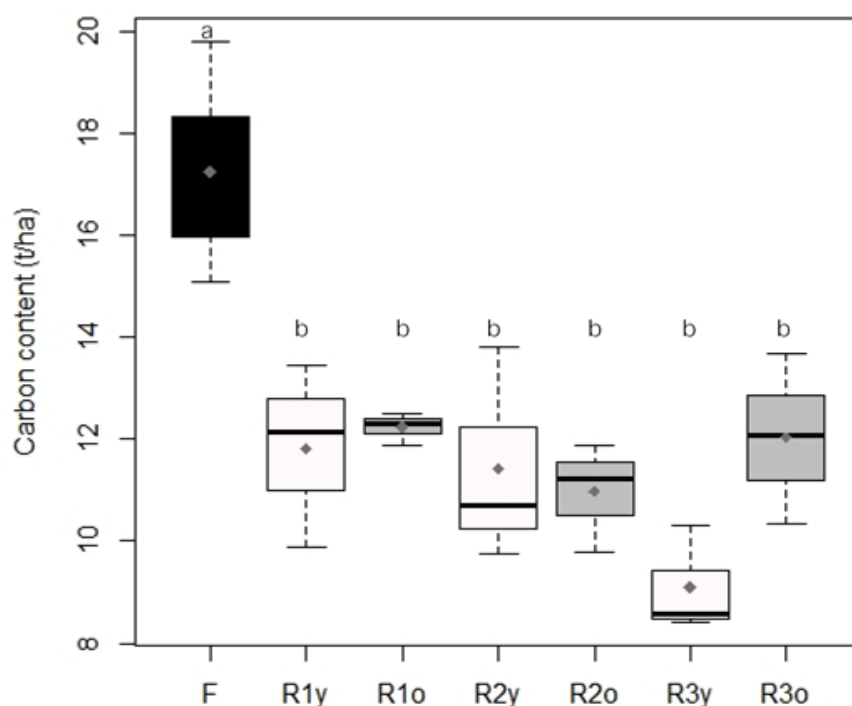


Figure 3 Mean value and standard deviation of soil carbon content (t/ha) at 0-10 cm depth of each treatment

¹F = Forest, R1y = 1st rotation at the young stage, R1o = 1st rotation at the old stage, R2y = 2nd rotation at the young stage, R2o = 2nd rotation at the old stage, R3y = 3rd rotation at the young stage and R3o = 3rd rotation at the old stage

²The different letters indicate significant differences at $P < 0.01$

อินทรีย์คาร์บอนในดิน

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-10 และ 10-30 ซม. โดยมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินสูงสุดในพื้นที่ป่า (F) เท่ากับ 1.68 ± 0.22 , 1.40 ± 1.31 และ $0.86 \pm 0.08\%$ ตามลำดับ และมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินต่ำสุดในแปลงปลูกยางพารารอบที่ 3 ช่วงอายุก่อนเปิดกรีด (R3y) คือ 0.67 ± 0.03 , 0.64 ± 0.05 และ $0.56 \pm 0.06\%$ ตามลำดับ (Table 3) สอดคล้องกับ Clemont-Dauphin et al. (2004) ซึ่งพบว่า การไถพรวนพื้นที่เพื่อเตรียมการปลูกกล้วยเป็นพืชเชิงเดี่ยวส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลง ทั้งนี้มีแนวโน้มว่า ในแปลงยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว (อายุ 18-22 ปี) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินสูงกว่าแปลงยางพาราก่อนเปิดกรีด (อายุ 3-6 ปี) โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 0-5 และ 5-10 ซม. โดยการ

สะสมของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่อยู่ลึกลงไปใต้ดินจะเพิ่มขึ้นได้หากมีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดินเพิ่มขึ้น (Lorenz and Lal, 2005) ดังนั้น แปลงปลูกยางพาราที่เปิดกรีดแล้วซึ่งมีปริมาณเศษซากพืชในดินที่เกิดจากการร่วงหล่นของชิ้นส่วนของต้นยางพารามากกว่าแปลงปลูกยางพาราก่อนเปิดกรีดจึงมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินสูงกว่า เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณเศษซากพืชส่งผลต่อกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน (Abraham and Chudek, 2007) ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 30-50 ซม.

Table 3 Organic carbon content at 4 different soil depths

Plantation	Organic carbon content (%)			
	0-5 cm	5-10 cm	10-30 cm	30-50 cm
F	1.68±0.22 ^a	1.40±1.31 ^a	0.86±0.08 ^a	0.50±0.07
R1y	1.01±0.18 ^{bc}	0.79±0.11 ^b	0.72±0.13 ^{ab}	0.41±0.12
R1o	1.09±0.02 ^b	0.88±0.07 ^b	0.72±0.02 ^{ab}	0.40±0.09
R2y	0.98±0.16 ^{bc}	0.75±0.22 ^b	0.66±0.16 ^{ab}	0.43±0.09
R2o	1.04±0.14 ^b	0.82±0.22 ^b	0.56±0.07 ^b	0.38±0.11
R3y	0.67±0.03 ^c	0.64±0.05 ^b	0.56±0.06 ^b	0.43±0.08
R3o	0.94±0.13 ^{bc}	0.86±0.19 ^b	0.73±0.10 ^{ab}	0.46±0.02
F-test	**	**	*	ns

¹/F = Forest, R1y = 1st rotation at the young stage, R1o = 1st rotation at the old stage, R2y = 2nd rotation at the young stage, R2o = 2nd rotation at the old stage, R3y = 3rd rotation at the young stage and R3o = 3rd rotation at the old stage

²/** = significantly different at P < 0.01, ns = non-significance. The different letters within the same column indicate significant differences. The number followed ± sign indicates standard deviation

สรุป

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากป่าเป็นการปลูกยางพาราส่งผลกระทบต่อสมบัติดินและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในทันที ทั้งนี้ การปลูกยางพาราเป็นพืชเชิงเดี่ยวเป็นเวลานานจะส่งผลกระทบต่อลดลงของความอุดมสมบูรณ์ของดินรวมทั้งการสะสมของปริมาณคาร์บอนอย่างชัดเจนในรอบการปลูกที่ 3 โดยยางพาราที่เปิดกรีดแล้วจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลงจากช่วงอายุก่อนเปิดกรีด เนื่องจากการสูญเสียธาตุอาหารดินไปกับผลผลิตน้ำยางที่ถูกเก็บเกี่ยวไปโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยกลับคืนสู่ดินให้เพียงพอกับการหมุนเวียนของธาตุอาหารพืชในดิน ในขณะที่ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินกลับเพิ่มขึ้นในแปลงยางพาราช่วงอายุหลังเปิดกรีด เนื่องจากปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในสวนยางพาราที่เพิ่มขึ้นตามอายุของต้นยางพารา

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้จากบัณฑิตวิทยาลัยและสถาบันวิจัยและพัฒนานวัตกรรมยางพารา สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ NAT590338S ประจำปีงบประมาณ 2559-2561 ร่วมกับการสนับสนุนของกรมพัฒนาที่ดิน สถาบัน IRD และ CIRAD สาธารณรัฐฝรั่งเศส

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. ยางพารา. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- นุชนารถ กังพิศดาร. 2554. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยยางพารา. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- พนันย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียนศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2550. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2561. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่ม 1. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- สุดารัตน์ แซ่ฮ้อย. 2542. การวิเคราะห์อายุที่เหมาะสมในการปลูกทดแทนยางพาราในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Abraham, J., and J.A. Chudek. 2007. Studies on litter characterization using ^{13}C NMR and assessment of microbial activity in natural forest and plantation crops' (teak and rubber) soil ecosystems of Kerala, India. *Plant and Soil*. 303: 265-267.
- Back, G.R., and K.H. Hartge. 1986. Bulk density. P. 363-375. In: A. Klute. *Methods of Soil Analysis Part 1*. American Society of Agronomy, WI.
- Batjes, N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*. 47: 151-163.
- Bray II, R.H., and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*. 59: 39-45.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen. P. 1149-1237. In: C.A. Black. *Method of Soil Analysis Part 2*. American Society of Agronomy, WI.
- Cheng C., R. Wang, and J. Jiang. 2007. Variation of soil fertility and carbon sequestration by planting *Hevea brasiliensis* in Hainan Island, China. *Journal of Environmental Sciences*. 19: 348-352.
- Clemont-Dauphin, C., Y.M. Cabidoche, and J.M. Meynard. 2004. Effects of intensive monocropping of bananas on properties of volcanic soils in the uplands of the French West Indies. *Soil Use and management*. 20: 1-9.
- Daddow, R.L., and G.E. Warrington. 1983. Growth-limiting Soil Bulk Densities as Influenced by Soil Texture. USDA-Forest Service, Colorado.
- FAO. 2013. The State of Food and Agriculture 2013. Available: <http://www.fao.org/publications/sofa/2013/en>. Accessed May 1, 2020.
- Iticha, B., M. Mohammed, and K. Kibret. 2016. Impact of deforestation and subsequent cultivation on soil fertility in Komto, Western Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. 7: 212-221.
- Karthikakuttyamma, M., P.R. Suresh, P. Prasannakumari, V. George, and R.S. Aiyer. 1998. Effect of continuous cultivation of rubber (*Hevea brasiliensis*) on morphological features and organic carbon, total nitrogen, phosphorous and potassium contents of soil. *Indian Journal of Natural Rubber Research*. 11: 73-79.
- Kilmer, V.J., and L.T. Alexander. 1949. Methods of making mechanical analysis of soils. *Soil Science*. 68: 15-24.
- Kucuker, M.A., M. Guney, H.V. Oral, N.K. Coptu, and T.T. Onay. 2015. Impact of deforestation on soil carbon stock and its spatial distribution in the Western Black Sea Region of Turkey. *Journal of Environmental Management*. 147: 227-235.

- Lawrence, D., P. D'Odorico, L. Diekmann, M. DeLonge, R. Das, and J. Eaton. 2007. Ecological feedbacks following deforestation create the potential for a catastrophic ecosystem shift in tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 104: 20696-20701.
- Liu, C., J. Pang, M.R. Jepsen, X. Lu, and J. Tang. 2017. Carbon stock across a fifty year chronosequence of rubber plantations in tropical China. Available: <https://www.mdpi.com/1999-4907/8/6/209/htm>. Accessed May 1, 2020.
- Lorenz, K., and R. Lal. 2005. The depth distribution of soil organic carbon in relation to land use and management and the potential of carbon sequestration in subsoil horizons. *Advances in Agronomy*. 88: 35-66.
- Maggiotto, S.R., D.D. Oliverira, C.J. Marur, S.M.S Stivari, M. Leclerc, and C. Wagner-Riddle, 2014. Potential carbon sequestration in rubber tree plantations in the northwestern region of the Parana State, Brazil. *Acta Scientiarum Agronomy*. 36: 239-245.
- Peech, M. 1965. Hydrogen Ion Activity. P. 914-926. In: C.A. Black. *Methods of Soil Analysis Part 2*. American Society of Agronomy, WI.
- Sakin, E. 2012. Relationships between of carbon, nitrogen stocks and texture of the Harran Plain soils in southeastern Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 18: 626-634.
- Solji, A., and A. Najafi. 2014. The impacts of ground-based logging equipment on forest soil. *Journal of Forest Science*. 60: 28-34.
- Walkley, A., and A. Black. 1934. An examination of the Degiareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37: 29-28.
- Yasin, S., A. Junaidi, E. Wahyudi, S. Herlena, and K.K. Darmawan. 2011. Changes of soil properties on various ages of rubber trees in Dhamasraya, West Sumatra, Indonesia. *Journal of Tropical Soils*. 15: 221-227.