

ผลของถ่านแกลบ และหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และรากของยางพาราที่ปลูกใหม่

Effects of Rice Husk Charcoal and Rock Phosphate on Shoot and Root Growth of New Planting Para-Rubber

เสาวकर्ณ์ เหมวงษ์¹

Saowakon Hemwong¹

Received: 4 September 2015; Accepted: 26 December 2015

บทคัดย่อ

พื้นที่ปลูกยางพาราภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักประสบกับปัญหาการขาดน้ำและดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำทำให้ต้นกล้ายางพาราที่เพิ่งปลูกตายจำนวนมาก การใช้ถ่านในการปรับปรุงดินกำลังได้รับความสนใจในการช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดินและเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช งานวิจัยนี้ดำเนินการในเรือนทดลองสาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ คือ 1) ไม่ใส่ถ่านและหินฟอสเฟต (กรรมวิธีควบคุม) 2) ใส่หินฟอสเฟตอย่างเดียว 3) ใส่ถ่านอย่างเดียว และ 4) ใส่ถ่านและหินฟอสเฟต จากการศึกษ พบว่า การใส่ถ่านแกลบอย่างเดียวในช่วง 1 เดือนแรกของการย้ายปลูก จะเพิ่มการเจริญเติบโตทางลำต้น (9.2 กรัมต่อต้น) และราก (6.56 กรัมต่อต้น) ได้ดีกว่าการใส่หินฟอสเฟตอย่างเดียว (5.63 และ 4.84 กรัมต่อต้น) และใส่ถ่านร่วมกับหินฟอสเฟต (6.67 และ 4.95 กรัมต่อต้น) อย่างไรก็ตาม เมื่อยางพาราอายุ 3 และ 6 เดือนหลังย้ายปลูก การใส่ถ่านและหินฟอสเฟตกระตุ้นการเจริญเติบโตทางลำต้น และรากยางพารา ซึ่งเห็นว่า การใส่หินฟอสเฟตร่วมกับการถ่าน หินฟอสเฟตเป็นประโยชน์มากขึ้น รากพืชมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น รวมทั้งถ่านซึ่งมีคุณสมบัติช่วยดูดซับธาตุอาหารไว้และปลดปล่อยให้พืชได้ใช้ในการเจริญเติบโตดีกว่าการใส่ถ่านหรือหินฟอสเฟตอย่างเดียว

คำสำคัญ: ถ่านแกลบ หินฟอสเฟต ยางพารา การเจริญเติบโต

Abstract

Para-rubber plantation areas in the Northeast of Thailand often suffer from the problems of lack of water and low soil fertility resulting in the death of young para-rubber trees. Using charcoals in the soil to improve soil properties and increase plant growths was proposed. The experiment was conducted at a greenhouse at Plant Science, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University. The experiment design was CRD with 3 replications included 1) no charcoal and rock phosphate (control), 2) rock phosphate alone, 3) charcoal alone and 4) charcoal and rock phosphate. The results showed that during 1 month of transplanting, rice husk charcoal alone increased shoot growth (9.2 g stem⁻¹) and root (6.56 g stem⁻¹) than the rock phosphate alone (5.63 and 4.84 g stem⁻¹) and combine charcoal and rock phosphate (6.67 and 4.95 g stem⁻¹). At 3 and 6 months of transplanting, however, charcoal and rock phosphate applications induced shoot growth and root of Para-rubber. This indicated that combinations of charcoal and rock phosphate applications increase available rock phosphate and induce root and shoot growth. Moreover, the properties of charcoal help to adsorb and release nutrients for plant growth better than charcoal or rock phosphate alone.

Keywords: Rice husk charcoal Rock phosphate Para-rubber Growth

¹ สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม

¹ Section of Plant Science, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University

^{*} Corresponding author e-mail :Saowakon Hemwong, Section of Plant Science, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom 48000. Tel.+6688-5721525 E-mail: saowakon@hotmail.com

บทนำ

พื้นที่ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักประสบปัญหาการขาดน้ำ ฝนทิ้งช่วงทำให้ต้นกล้ายางพาราที่เพิ่งปลูกใหม่ตายจำนวนมาก โดยเฉพาะการปลูกที่ใช้ต้นกล้าแบบชำถุง คือ การถอนต้นกล้าที่ติดตาแล้วจากแปลง มาตัดรากแก้ว และรากแขนงออกหมด เพื่อนำมาชำถุงใหม่จึงทำให้มีระบบรากแก้ว และรากแขนงจำนวนน้อยทำให้อัตราการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตต่ำกว่า ประกอบกับวิธีการปลูกต้องตัดรากบางส่วนออกบริเวณตั้งแต่ก้นถุงสูงขึ้นไปประมาณ 5 เซนติเมตร พบว่า ต้นกล้ายางพาราตายจำนวนมากกว่า 10-50 เปอร์เซ็นต์ การที่ต้นกล้ามีปริมาณรากที่น้อยทำให้ระบบการดูดน้ำและธาตุอาหารลดลง เมื่อเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงทำให้ต้นกล้าตายเป็นจำนวนมาก ปัญหาเหล่านี้มักพบกับเกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากลักษณะดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายและดินลูกรัง มีความสามารถอุ้มน้ำและดูดซับธาตุอาหารได้ต่ำ มีปริมาณน้ำฝนตกน้อยกว่าภาคใต้ ทำให้ความชื้นในดินต่ำ เกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีปริมาณมากเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของยางพารา แต่ไม่คำนึงถึงความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร และปริมาณความต้องการของต้นยางพาราทำให้เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต รวมทั้งธาตุอาหารที่ใส่ลงไปดินอาจจะสูญเสียโดยกระบวนการชะล้าง (leaching) การไหลบ่า (run off) และการสูญเสียในรูปของก๊าซ (denitrification) พิบูลย์¹ รายงานว่า ประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินมากน้อยต่างกันในแต่ละธาตุโดยประสิทธิภาพการดูดซับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากปุ๋ยเคมีอยู่ระหว่าง 30-50 10-30 และ 20-40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหน่วยงานต่างๆ ได้แนะนำเทคโนโลยีสูตรปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมแต่ขาดการพิจารณาด้านคุณสมบัติของดิน หากดินมีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตก็จะทำให้ปุ๋ยที่ใส่ลงไปไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช หรือพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ ดังนั้น การปลูกยางพาราในพื้นที่นี้บางพื้นที่จึงมักขาดน้ำและธาตุอาหารอย่างรุนแรง ถ้าหากมีการคิดค้นเทคโนโลยีที่สามารถเพิ่ม และพัฒนาระบบรากของต้นยางพาราปลูกใหม่ และช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินจะช่วยทำให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตได้

ถ่าน (charcoal) เป็นสารอินทรีย์คาร์บอนอีกชนิดหนึ่งซึ่งได้รับความสนใจในการใช้เป็นสารปรับปรุงดิน โดยเฉพาะในแง่ของการเป็นตัวกักเก็บคาร์บอนในดิน (carbon sequester)² ถ่านสามารถเก็บรักษาความชื้น และปรับปรุงความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินโดยเกิดการสูญเสียธาตุอาหารน้อย และพืชดูดไปใช้ประโยชน์มากขึ้น รวมทั้งถ่านมีค่า

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity: CEC) สูงจะช่วยให้การดูดซับธาตุอาหารหรือปุ๋ยไม่สูญเสียไปในรูปของก๊าซหรือการชะล้างลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดถ่านแกลบ และหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโต และระบบรากของยางพาราที่ปลูกใหม่

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในสภาพเรือนทดลองโดยใช้ดินที่ได้จากแปลงยางพาราที่กำลังปลูกของสาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้ เป็นชุดดินร่วน เนื้อดินร่วนปนทราย (sandy loam) มีค่า pH เป็นกรด (4.56) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.77 และ 0.056 % ตามลำดับ ค่าสัดส่วน C/N เท่ากับ 80 และค่า CEC เท่ากับ 3.84 cmol/kg นำดินมาตากแดด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรคลุกให้เข้ากัน ซึ่งใส่กระถางขนาดต่างกันตามอายุของต้นยางพาราที่เก็บตัวอย่าง (เก็บตัวอย่างยางพาราที่อายุ 1 3 และ 6 เดือน ตามลำดับ) กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ไม่ใส่ถ่าน และหินฟอสเฟต (กรรมวิธีควบคุม) 2) ใส่หินฟอสเฟตอย่างเดียว (200 กรัมต่อกระถาง) 3) ใส่ถ่านอย่างเดียว (100 กรัมต่อกระถาง) และ 4) ใส่ถ่านและหินฟอสเฟต (100 และ 200 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ) จัดแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ถ่านที่ใช้เป็นถ่านแกลบซึ่งเผาด้วยวิธีของเกษตรกร โดยใช้บั้งที่บรรจุเศษฟางข้าวภายใน จุดไฟให้ฟางข้าวติดไฟแล้วคว่ำลงนำแกลบมากองทับบั้งจนได้ปริมาณที่ต้องการ ความร้อนด้านในกระจายออกด้านนอกโดยใช้กระบอกลูกยางเป็นที่ระบายความร้อนจนกระทั่งแกลบเริ่มเป็นถ่านเกือบทั้งหมด หยิบบั้งออกแล้วใช้น้ำรดเพื่อลดความร้อนภายในกองถ่านแกลบ นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (pH, Organic carbon, Total N และ Cation exchange capacity) ใส่ถ่านแกลบอัตรา 100 กรัมต่อกระถาง และหินฟอสเฟตอัตรา 200 กรัมต่อกระถาง ลงในดินตามกรรมวิธี พร้อมใส่ปุ๋ยคอก (มูลวัว) ทุกกระถาง อัตรา 1 กิโลกรัมต่อกระถาง คลุกเคล้าให้เข้ากันกับดินแล้วจึงนำต้นกล้ายางพาราปลูกโดยการตัดก้นถุงให้สูงขึ้นมาประมาณ 5 เซนติเมตร และกรีดถุงเป็นแนวยาวและนำต้นกล้ายางพาราปลูกลงในกระถางที่มีดินที่ผสมไว้แล้ว จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง กลบโคน ให้น้ำทุกวัน และกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทางลำต้น และรากยางพาราเมื่ออายุ 1 3 และ 6 เดือนหลังย้ายปลูก จำนวน 1 ต้นต่อ

กระถาง จำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตของยางพารา โดยการเก็บข้อมูลรากจะทำโดยการล้างรากเอาส่วนของดินออกด้วยน้ำเปล่าผ่านตะขாயที่มีรูขนาดเล็ก นำไปชั่งน้ำหนักสด และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้ง ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยค่า Least Significant Difference (LSD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธี ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม Statistix 8³

ผลการศึกษา

ถ่านแกลบที่ใช้ในการศึกษาซึ่งถูกเผาด้วยอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 80 องศาเซลเซียส พบว่า มีค่า pH 6.70 ปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 308 11.41 และ 0.24 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ค่าสัดส่วน C/N เท่ากับ 27 และค่า CEC เท่ากับ 23.37 cmol/kg ปุ๋ยหิน

ฟอสเฟตที่ใช้ในการศึกษา น้ำหนัก 1 กิโลกรัมมีปริมาณฟอสเฟตที่ใช้ประโยชน์ได้ 0.03% P₂O₅ และปริมาณของแร่ธาตุอื่นๆ ปะปนอยู่ เช่น แคลเซียม ฟลูออรีน คลอรีน และซิลิกอน การเจริญเติบโตของยางพาราเมื่ออายุ 1 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ถ่านอย่างเดียวยังมีความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งทั้งหมดของยางพาราสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 1) การพัฒนาของรากยางพารา พบว่า รากยางพาราส่วนใหญ่ในระยะนี้เป็นรากที่เกิดจากต้นยางพาราเดิม และมีส่วนรากอ่อนที่เกิดขึ้นใหม่จำนวนไม่มาก กรรมวิธีที่ใส่ถ่านไม่ใส่หินฟอสเฟตมีน้ำหนักรากแห้ง (15.76 กรัมต่อต้น) สูงกว่าการใส่ถ่านอย่างเดียว (10.47 กรัมต่อต้น) และการใส่ถ่านและหินฟอสเฟต (11.62 กรัมต่อต้น) อย่างไรก็ตาม พบว่าไม่มีความแตกต่างของสัดส่วนค่า root/shoot ในแต่ละกรรมวิธี ($p > 0.05$)

Table 1 Growth of para-rubber at 1 month after transplanting

Treatment	Height (cm)	Stem DW	Leaves DW	Root DW	Root/Shoot ratio	Total DW
Control	30.83 b	1.92 b	2.72 b	4.29 b	0.92 a	8.32 c
Rock phosphate	44.70 a	2.21 b	3.42 b	4.84 b	0.86 a	10.47 b
Charcoal	47.16 a	3.70 a	5.50 a	6.56 a	0.71 a	15.76 a
Charcoal + rock phosphate	46.00 a	3.17 a	3.50 b	4.95 b	0.74 a	11.62 b
LSD _{.05}	7.50**	0.67*	0.94*	1.22*	0.5 ^{ns}	1.23**
C.V.(%)	9.45	13.05	13.41	12.61	14.40	6.20

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.01$ และ * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$ ns= ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

ยางพาราเมื่ออายุ 3 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่า ความสูงของต้นยางพาราไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่กรรมวิธีที่ใส่ถ่านและหินฟอสเฟตให้น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักราก และน้ำหนักแห้งทั้งหมดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมากกว่าการใส่ถ่านอย่างเดียว (Table 2) เช่นเดียวกันกับ ยางพาราเมื่ออายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่า ความสูง น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งทั้งหมดของกรรมวิธีใส่ถ่านและหินฟอสเฟต และใส่ถ่านอย่างเดียวยังสูงกว่ากรรมวิธีใส่หินฟอสเฟตอย่างเดียวยังมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะ สัดส่วนน้ำหนักราก/น้ำหนักต้น ในกรรมวิธีที่ใส่หินฟอสเฟตมีค่าต่ำสุด (0.55) ดังแสดงใน (Table 3)

วิจารณ์และสรุปผล

ถ่านแกลบเผาโดยใช้วิธีการสุ่มไฟภายในและกระจายออกด้านนอกซึ่งใช้อุณหภูมิสูงสุด 85 องศาเซลเซียส ทำให้ pH เป็นกลาง เนื่องจากอุณหภูมิของการเผาต่ำจึงมีผลทำให้ pH ต่ำกว่าการที่เผาด้วยอุณหภูมิที่สูงกว่า สอดคล้องกับ Sohi และคณะ⁵ ได้รายงานว่าถ่านชีวภาพที่ผลิตจาก bagasse เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการเผาจาก 310 เป็น 850 องศาเซลเซียส ทำให้ pH เพิ่มขึ้นจาก 7.6 เป็น 9.7 นอกจากนี้ การเผาที่อุณหภูมิสูงมีปริมาณของธาตุเพิ่มขึ้นซึ่งองค์ประกอบในถ่านส่วนใหญ่เป็น แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) เป็นส่วนใหญ่ หลังจากที่ได้รับธาตุอาหารคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และไนโตรเจน (N) จะระเหยในระหว่างการเผา⁴ อย่างไรก็ตาม คุณภาพของถ่านนอกจากจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เผาแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบด้วย^{6,7}

Table 2 Growth of para-rubber at 3 months after transplanting

Treatment	Height (cm)	Stem DW	Leaves DW	Root DW	Root/Shoot ratio	Total DW
Control	49.00	3.75 b	4.80 b	7.51 b	0.88 a	16.06 b
Rock phosphate	52.50	4.94 a	5.08 a	8.95 a	0.89 a	18.97 a
Charcoal	49.00	4.63 a	4.02 c	8.30 a	0.96 a	16.95 b
Charcoal + rock phosphate	48.50	5.19 a	6.75 a	9.40 a	0.79 a	21.34 a
LSD _{.05}	10.42 ^{ns}	0.91 ^{**}	1.27 [*]	1.60 [*]	0.32 ^{ns}	3.04 ^{**}
C.V.(%)	11.12	10.15	13.06	9.98	12.45	8.51

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.01$ และ * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

Table 3 Growth of para-rubber at 6 months after transplanting

Treatment	Height (cm)	Stem DW	Leaves DW	Root DW	Root/Shoot Ratio	Total DW
Control	46.00 b	4.56 b	8.41 c	9.58 b	0.74 a	22.55 c
Rock phosphate	55.50 ab	5.33 b	13.23 a	10.29 ab	0.55 b	28.85 bc
Charcoal	64.00 a	5.46 b	11.45 b	16.24 a	0.96 a	33.15 ab
Charcoal + rock phosphate	69.66 a	7.80 a	14.23 a	16.59 a	0.75 a	38.62 a
LSD _{.05}	11.44 [*]	0.90 ^{**}	1.50 [*]	3.06 [*]	0.35 [*]	8.47 [*]
C.V.(%)	10.65	8.28	11.62	12.36	13.67	12.29

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.01$ และ * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

ชนิดของถ่านเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณสมบัติของถ่าน⁹ โดยถ่านที่ผลิตจากวัตถุดิบสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม⁹ ได้แก่วัตถุดิบที่ได้จากต้นไม้และวัตถุดิบที่ได้จากการเกษตร อย่างไรก็ตาม ถ่านแกลบมีค่าปริมาณไนโตรเจนที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับถ่านชนิดอื่นๆ เช่น ถ่านไม้ไผ่ซึ่งมีค่าปริมาณไนโตรเจน 8.9 กรัมต่อกิโลกรัม¹⁰ ซึ่งทำให้ถ่านแกลบมีค่าสัดส่วน C/N ต่ำ เมื่อใส่ถ่านแกลบลงไปในดินจึงช่วยเพิ่มความชื้นของธาตุอาหาร และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน และยังลดการเกิดกระบวนการ immobilization¹¹ นอกจากนี้ การที่ถ่านแกลบมีค่า CEC สูง (23.37 cmol/kg) ช่วยดูดซับธาตุอาหาร โดยเฉพาะปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินในช่วงที่รากพืชยังดูดใช้ธาตุอาหารได้ไม่เต็มที่ Lehmann¹¹ พบว่า ค่า CEC ของถ่านที่เผาที่อุณหภูมิต่ำจะมีค่าสูงกว่าที่เผาในสภาพที่อุณหภูมิสูง อย่างไรก็ตามถ่านสามารถใช้ในการปรับปรุงดินได้อย่างดีเนื่องจากมีคุณสมบัติโดยทั่วไป pH อยู่ระหว่าง 4 – 12 ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา^{8,9}

ดินที่เพาะปลูกยางพาราส่วนใหญ่ทำเป็นพื้นที่ที่เคยปลูกยางพารา อ้อย มันสำปะหลัง หรือพืชอื่นๆ เช่น ข้าว ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกัน เนื่องจากมีการจัดการที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใส่ถ่านลงในดินไม่ได้เป็นเพียงเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน แต่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น การกักเก็บน้ำ (water retention) และการรวมตัวของเม็ดดิน (soil aggregate)¹² จากผลการศึกษา พบว่า ในช่วงแรกของการย้ายปลูก (เมื่ออายุ 1 เดือน) การใส่ถ่านแกลบช่วยให้การเจริญเติบโตของยางพาราเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ถ่านแกลบ แสดงให้เห็นว่า ในช่วงแรกของการย้ายปลูกยางพาราการใส่ถ่านแกลบจะช่วยให้อุดมสมบูรณ์และปลดปล่อยออกมาให้ยางพาราได้ดูดใช้ เนื่องจากถ่านแกลบมีค่า CEC สูง รวมทั้งมีค่าสัดส่วน C/N (27) ไม่สูงนัก ทำให้กระบวนการ immobilization เกิดขึ้นน้อย และจะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารที่ดูดซับไว้ออกมาเป็นประโยชน์ต่อการ

เจริญเติบโตของยางพารา นอกจากนี้ การใส่ถ่านยังเพิ่มการเจริญเติบโตของรากมากกว่าการไม่ใส่ถ่าน (Table 1) หากมีการใส่หินฟอสเฟตร่วมด้วยจะทำให้การเจริญเติบโตของยางพาราลดลง อาจเนื่องจากในช่วงแรกของการปลูกมีการให้น้ำแก่ยางพาราแต่ยังไม่เพียงพอทำให้หินฟอสเฟตละลายออกมาให้พืชได้ดูดใช้ได้ อย่างไรก็ตาม การใส่ถ่านไม่ว่าจะใส่หรือไม่ใส่หินฟอสเฟตทำให้การเจริญเติบโตของรากดีกว่าการไม่ใส่ถ่าน ซึ่งให้เห็นว่าถ่านช่วยกระตุ้นการเกิดรากช่วงแรกของการย้ายปลูก การตอบสนองของการใส่ถ่านลงในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างอนุภาคถ่าน และรากพืช รากขนาดเล็ก รากขนอ่อน หรือเส้นใยของไมโครไรซาอาจจะดูดธาตุอาหาร น้ำจากพื้นผิวหรือจากภายในช่องว่างของถ่าน¹³ Joseph และคณะ¹⁴ และ Lehmann และคณะ¹⁵ พบว่า ความสัมพันธ์โดยตรงที่ได้จากการสังเกตของอนุภาคถ่านที่เกาะกลุ่มและหุ้มที่ราก และรากขนอ่อนหรือเส้นใยของเชื้อรา ความสัมพันธ์ทางอ้อมระหว่างถ่านกับรากพืชพัฒนาจากผลของชีวธรณีเคมี (biogeochemistry) ได้แก่ pH ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร การระบายอากาศ หรือความสามารถในการอุ้มน้ำ¹⁴ ในขณะที่งานวิจัยรายงานว่า ในสภาพที่ดินขาดฟอสฟอรัส และเมื่อใส่ถ่านลงในดินจะทำให้มีการเจริญเติบโตของรากพืชสูงกว่าการใส่ถ่านร่วมกับฟอสฟอรัส¹¹ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยพบว่า ในช่วงยางพาราอายุ 1 เดือนหลังย้ายปลูก น้ำหนักแห้งรากของการใส่ถ่านไม่ใส่หินฟอสเฟต (6.56 กรัมต่อต้น) สูงกว่าการใส่ถ่านใส่หินฟอสเฟต (4.95 กรัมต่อต้น)

เมื่อยางพาราอายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก การใส่ถ่านแกลบร่วมกับหินฟอสเฟตมีการเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ และรากสูงกว่าการใส่ถ่านแกลบอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่าฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟตเริ่มเป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโตของรากยางพาราเมื่อเทียบกับช่วงแรกเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนความชื้นในอากาศสูงทำให้ความชื้นของดินในกระถางสูงส่งผลให้หินฟอสเฟตมีการละลาย และยางพาราสามารถดูดไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการใส่ถ่านแกลบอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ถ่านมีองค์ประกอบของเถ้า การใส่เถ้าลงในดินจะช่วยปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และชีวภาพของดิน สอดคล้องกับ Singh และ Singh¹⁷ รายงานว่า เมื่อใส่เถ้า 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม และผลผลิตฝ้าย และข้าวสาลีเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ Malewar และคณะ¹⁸ พบว่าน้ำหนักแห้งของหญ้าไรย์ มะเขือเทศ และผักโขมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใส่เถ้าลงในดินที่เป็นกรด รวมทั้งยังเป็นการลดการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และปุ๋ยโปตัสเซียมและเพิ่ม

การเจริญเติบโตของต้น clover¹⁹ กษมา และคณะ²⁰ ได้รายงานว่ารากจากต้นกล้าอายุ 6 เดือน ซึ่งเป็นต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดมีระบบรากแก้วสมบูรณ์ต่างจากต้นที่ปลูกจากต้นตอตาหรือยางชำถุงที่มีการตัดรากแก้วหลังจากการติดตาปกติหากมีการตัดรากแก้วจะเกิดรากแขนงบริเวณรอยตัดหรือใกล้รอยตัดจึงทำให้รากส่วนใหญ่ที่แตกใหม่อยู่ใกล้บริเวณผิวดินมากกว่า²¹

การเพาะปลูกยางพาราตามคำแนะนำปัจจุบัน คือการใส่ปุ๋ยคอก และหินฟอสเฟตรองพื้นก่อนซึ่งเหมาะสำหรับการปลูกยางพาราในช่วงต้นฤดูฝน เนื่องจาก ปุ๋ยคอกต้องเกิดกระบวนการย่อยสลายจึงจะปลดปล่อยธาตุอาหาร อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยคอกรองพื้นปลูกยางพาราด้วยจะช่วยในการเป็นแหล่งสำรองธาตุอาหารที่ค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาให้ต้นยางพาราได้ใช้ประโยชน์ซึ่งจะมีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าในถ่าน ซึ่งถ่านจะธาตุอาหารส่วนใหญ่จะหายไปในช่วงกระบวนการเผา ในขณะที่หินฟอสเฟตต้องอาศัยความชื้นในการละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่า กรรมวิธีที่ใส่หินฟอสเฟตอย่างเดียวการเจริญเติบโตของรากต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้พบว่าการปลูกยางพาราในช่วงที่มีความชื้นในอากาศต่ำ (ฤดูร้อน) ทำให้ต้นกล้าพาราซึ่งย้ายปลูกมีการเจริญเติบโตได้ช้า และมีอัตราการตายสูง เนื่องจาก ระบบรากของยางพาราถูกทำลายไปส่วนหนึ่งทำให้การดูดน้ำและธาตุอาหารเกิดขึ้นได้น้อย ประกอบกับการรองพื้นด้วยปุ๋ยคอก และหินฟอสเฟตซึ่งต้องการความชื้นในการย่อยสลายหรือละลายจึงจะเป็นประโยชน์ เมื่อความชื้นในอากาศต่ำทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยคอก และหินฟอสเฟตจึงลดลงด้วย ดังนั้น การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ควรจะใส่ในรูปที่ละลายง่ายร่วมด้วย ธาตุฟอสฟอรัสประเภทละลายเร็วนั้นจะปลดปล่อยธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ให้กับยางพาราในระยะแรกได้มากกว่า²² การใส่ปุ๋ยพืชสดโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วโดยการปลูกและไถกลบพืชตระกูลถั่วก่อนปลูกยางพาราจะช่วยทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารฟอสฟอรัสในดินเพิ่มมากขึ้นเมื่อธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินนั้นเป็นธาตุฟอสฟอรัสประเภทละลายต่ำ²² ในทำนองเดียวกันกับ Nuruzzaman และคณะ²³ รายงานว่าการไถกลบพืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดทำให้ข้าวสาลีที่ปลูกตามจะเจริญเติบโตดีขึ้นจากการดูดซับฟอสฟอรัสในดินขึ้นไปใช้ได้เพิ่มขึ้น Major และคณะ²⁴ ได้ทำการศึกษาในไรข้าวโพดโดยการใส่ถ่านทุกๆปีเป็นเวลา 4 ปี พบว่าปีแรกของการใส่ถ่านไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพดในขณะที่ปีที่สองสามและสี่ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นถึง 28, 30 และ 140 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับสอดคล้องกับ Solaiman และคณะ²⁵

รายงานว่าการใส่ถ่านอัตรา 6 ตันต่อเฮกตาร์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยละลายง่ายที่อัตราครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ (30 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) ในดินกรด (acidic soil) และมีค่า CEC ต่ำมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 18 เปอร์เซ็นต์ซึ่งให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยละลายง่ายตามอัตราแนะนำมีงานวิจัยจำนวนมากรายงานถึงการใช้ถ่านในการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตโดยเฉพาะการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี¹⁰หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เช่นปุ๋ยคอก²⁶ในทางตรงกันข้ามยังมีรายงานการวิจัยจำนวนมากพบว่าการใช้ถ่านทำให้การเจริญเติบโตลดลงโดยเฉพาะถ่านที่ผลิตใหม่จะทำให้ระดับของ pH สารที่เคลื่อนย้ายได้ (tars, resins และสารอื่นๆที่เปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาสั้นๆ) และธาตุอาหารไม่อยู่ในสภาวะสมดุล (imbalance)⁹ เนื่องจากสารพวก tars และ resins ในถ่านที่ผลิตใหม่จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้^{8,27} อย่างไรก็ตามการใส่ถ่านเพื่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชโดยการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานโดยการใส่อย่างต่อเนื่องทุก ๆ ปีเช่นเดียวกับกับการใส่ถ่านในพืชอื่น

ถ่านแกลบสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตทางลำต้นและรากของพาราที่ปลูกใหม่ได้โดยใส่ร่วมกับหินฟอสเฟตเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของราก การปลูกพาราโดยการใส่ถ่านร่วมกับหินฟอสเฟตเหมาะสำหรับปลูกช่วงต้นฤดูฝน อย่างไรก็ตาม หากปลูกช่วงฤดูร้อนควรใส่ถ่านร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ละลายง่ายและหินฟอสเฟตเพื่อให้สามารถซ่อมแซมรากที่ถูกตัดไปบางส่วนช่วงย้ายปลูก การศึกษาผลของถ่านแกลบต่อการเจริญเติบโต และระบบรากของพาราควรทำการศึกษาระยะยาว โดยเน้นการใส่ในปริมาณไม่มากเป็นเวลาต่อเนื่องเพื่อช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดิน รวมทั้งควรมีการศึกษาผลของถ่านต่อปริมาณ และคุณภาพของน้ำยางพาราต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนา มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. พิบูลย์ กังแฮ. ไขข้อข้องใจ. วารสารดินและปุ๋ย 2553; 32(1):74-75.
2. เสาวคนธ์ เหมวงษ์. ถ่านชีวภาพ : การกักเก็บคาร์บอนและความอุดมสมบูรณ์ของดิน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2556; 31(1):104-113.
3. Analytical Software. User's Manual. Tallahassee:

Software Analytical; 2008.

4. Joseph S, Peacocke C, Lehmann J, Munroe P. Developing a biochar classification and test methods. United Kingdom: Earthscan; 2009. p. 107-126.
5. Sohi SP, Krull E, Lopez-Capel E, Bol R. Chapter 2—A review of biochar and its use and function in soil. *Advances in Agronomy* 2010; 105:47–82.
6. Bagreev A, Bandosz TJ, Locke DC. Pore structure and surface chemistry of adsorbents obtained by pyrolysis of sewage sludge-derived fertilizer. *Carbon* 2001; 39:1971–1979.
7. Lehmann J. A handful of carbon. *Nature* 2007; 447:143–144.
8. McClellan T, Deenik J, Uehara G, Antal M. Effects of flashed carbonized macadamia nutshell charcoal on plant growth and soil chemical properties. *ASA-CSSA-SSA International* [serial online] 2007Nov; Available from: <http://a-c-s.confex.com/crops/2007am/techprogram/P35834.HTM>. Accessed May 28, 2015.
9. FAO. Industrial charcoal marking. *FAO Forestry Paper* 63 [serial online] 1985; Available from: <http://www.fao.org/docrep/x5555e/x5555e00.htm>. Accessed May 26, 2015.
10. เสาวคนธ์ เหมวงษ์. ผลของถ่านชีวภาพจากไม้ไผ่และแกลบต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 2557; 16(1):69-75.
11. Lehmann J, de Silva Jr, Rondon M, Steiner C, Nehls T, Zech W, et al. Nutrient availability and leaching in an archaeological anthrosol and ferralsol of Central Amazon Basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil* 2002; 249:343-357.
12. Piccolo A, Mbagwu JSC. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. *Plant and Soil* 1990; 123:27-37.
13. Prendergast-Miller MT, Duvall M, Sohi SP. Biochar-root interactions are mediated by biochar nutrient content and impacts on soil nutrient availability 64:173-185.
14. Joseph SD, Camps-Arbestain M, Lin Y, Munroe P, Chia CH, Hook J. An investigation into the reactions

- of biochar in soil. Australian Journal of Soil Research 2010; 48:501-515.
15. Lehmann J, Rillig MC, Thies J, Masiello CA, Hockaday WC, Crowley D. Biochar effects on soil biota – A review. Soil Biology and Biochemistry 2011; 43:1812-1836.
 16. Jones DL, Rousk J, Edwards-Jones G, DeLucaTH, MurphyDV. Biochar-mediated changes in soil quality and plant growth in a three year field trial. Soil Biology and Biochemistry 2012; 45:113-124.
 17. Singh NB, Singh M. Effects of fly ash application on saline soil and on yield components and uptake of NPK of rice and wheat at varying fertility levels. Annals of Agricultural research 19867(2):245-257.
 18. Malewar GU, Adsul PB, Ismail S. Growth parameters in tomato and spinach as influenced by fly ash, soil and their combination. Journal of Soils and Crops 2013; 9(1):30-33.
 19. Summers GT, Quadri SJ, Dhoble MV. Western Australian fly ash on sandy for clover production. Community Soil Science Plant Analysis 2014; 29(17-18):2757-2767.
 20. กษมา เริงฉลาด, จรัสศรี นवलศรี, สายัณห์ สดุดี. ศึกษาการเจริญเติบโตของรากต้นกล้วยพาราฟืนธุ์ดั้งเดิมเพื่อใช้เป็นต้นตอด้วยเทคนิคไรโซทรอน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2555; 30(3):78-86.
 21. Thaler P, Pages L. Competition within the root system of rubber seedlings (*Hevea brasiliensis*) studied by root pruning and blockage. Journal of experimental Botany 1997; 48:1451-1459.
 22. สุขุม โชติช่วงมณีรัตน์, ปวีณา ทองเหลือง. บทบาทของหินฟอสเฟต (Phosphate Rock, PR) ในการผลิตข้าวโพดแบบอินทรีย์. ใน: เอกสารการประชุมปฏิบัติการงานวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่างเพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2558. หน้า 139-148.
 23. Nuruzzaman M, Lambers H, Bolland MDA, Eril K, Venellass EJ. Phosphorus uptake by grain legumes and subsequently grown wheat at different levels of residual phosphorus fertilizer. Australian Journal of Agricultural Research 2005; 56(10):1041-1047.
 24. Major J, Lehmann J, RondonM, Goodale C. Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. Global Change Biology 2010; 16(4):1366–1379.
 25. Solaiman ZM, Blackwell P, Abbott LK, Storer P. Direct and residual effect of biochar application on mycorrhizal root colonization, growth and nutrition of wheat. Australian Journal of Soil Research 2010; 48:546-554.
 26. Blackwell P, Riethmuller G, Collins M. Biochar application to soil. United Kingdom: Earthscan; 2009. p. 207-226.
 27. McLaughlin H, Anderson PS, Shields FE, Reed TB. All biochars are not created equal, and how to tell them apart. Proceedings of North American Biochar Conference [serial online] 2009 Aug; Available from:www.biochar-international.org/sites/default/files/All-Biochars--Versions--Oct2009.pdf. Accessed Jan 5, 2015.