j 4427

ผลของถ่านชีวภาพจากไม้ไผ่ และแกลบต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

Effects of Bamboo and Rice Husk Biochars on Yield and Nitrogen use Efficiency of Chainat 1 Rice Variety

เสาวคนธ์ เหมวงษ์

สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม อ.เมือง จ.นครพนม 48000

E-mail: saowakon@hotmail.com

บทคัดย่อ

การใส่ถ่านชีวภาพลงในดินเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ได้รับความสนใจเพื่อปรับปรุงดินในนาข้าว การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ถ่านต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าว รวมทั้งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน โดยปลูกข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 ในเรือนทดลอง กรรมวิธีในการทดลองประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ดินอย่างเดียว, 2) ปุ๋ยเคมี, 3) ถ่านไม้ไผ่ และ4) ถ่านแกลบ จากการศึกษาพบว่า ถ่านไม้ไผ่มีค่า pH สูงกว่าถ่านแกลบแต่ค่า CEC ต่ำกว่าถ่านแกลบ เนื่องจากถูกเผาด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ข้าวเมื่ออายุ 30 วันหลังปักดำ พบว่า ถ่านแกลบให้น้ำหนักแห้งของข้าวสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี (P<0.01) เมื่ออายุ 60 วันหลังปักดำ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีมีความสูง จำนวนหน่อต่อกอ และน้ำหนักแห้งของข้าวสูงกว่าการใส่ถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวจะถูกใช้ช่วงหลังจาก 30 วันหลังปักดำ เมื่อระยะเก็บเกี่ยว พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักแห้งต้นข้าว และน้ำหนักแห้งทั้งหมดสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างของผลผลิตข้าวในระหว่างกรรมวิธี อย่างไรก็ตาม ค่า HI และ NUE ในกรรมวิธีการใส่ถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบ สูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (P<0.01) จากผลการศึกษานี้มีแนวโน้มให้เห็นว่า การใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และผลผลิตข้าวได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ ถ่านชีวภาพ ผลผลิตข้าว ประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจน

Abstract

Biochar application on the soil is a technology that is of interest for the improvement of paddy soil. The objective of this study was to investigate the effects of biochar on the yield and nitrogen use efficiency of the rice variety Chainat 1 grown in a greenhouse experiment. The experiment consisted of 4 treatments: 1) soil alone, 2) chemical fertilizer, 3) bamboo biochar, and 4) rice husk biochar. This study found that the soil treated with bamboo biochar had a higher pH value but a lower cation exchange capacity than that of rice husk biochar due to different pyrolysis temperature. At 30 days after transplanting, rice husk biochar treatment resulted in higher shoot dry weight than the chemical fertilizer treatment (P<0.01). At 60 days after transplanting, chemical fertilizer treatment results were higher in height, tiller number, and shoot dry weight than bamboo and rice husk biochar treatments. This showed the rice uptake of chemical fertilizer after 30 days after transplanting. At final harvest,

shoot dry weight and total dry weight as a result of the chemical fertilizer treatment were significantly higher than the bamboo and rice husk biochar treatments (P<0.01). There were no significant differences in the grain yield between the treatments. In addition, it was found that the harvest index and nitrogen use efficiency values in bamboo and rice husk biochar treatments were higher than the chemical fertilizer treatment (P<0.01). The results of this study indicated that the application of biochar with suitable chemical fertilizer increased the nitrogen use efficiency and rice yield more than chemical application alone.

Keywords: Biochar, Rice yield, Nitrogen use efficiency

บทนำ

ประเทศไทยมีมวลชีวภาพที่เหลือจากการทำการเกษตรหรือการใช้ประโยชน์จำนวนมากแต่เกษตรกรส่วนใหญ่มักจะทำการเผาถึงแม้หน่วยงานภาครัฐจะส่งเสริมให้ไถกลบหรือผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ใช้ในการเกษตร อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังถูกโจมตีจากต่างประเทศว่าเป็นแหล่งของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) ที่สำคัญแหล่งหนึ่งของโลกโดยเฉพาะในนาข้าว เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มผลผลิตเป็นจำนวนมากซึ่งในสภาพน้ำขัง ไนโตรเจนเป็นแหล่งของการปลดปล่อยก๊าซ N_2O และ CH_4 จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งอาจนำมาซึ่งการกีดกันทางการค้าว่าข้าวที่ผลิตจากประเทศไทยทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนมาก นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจำนวนมากกลับทำให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นไม่สอดคล้องกับปริมาณปุ๋ยที่ใส่ลงไป เนื่องมาจาก วิธีการใส่และช่วงเวลาของการใส่ปุ๋ยไม่ตรงกับความต้องการของข้าว ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องคิดค้นเทคโนโลยีที่สามารถปรับปรุงดิน และลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปสู่บรรยากาศ

การใช้ถ่านชีวภาพ (biochar) ซึ่งได้จากการเผามวลชีวภาพภายใต้สภาพมีออกซิเจนต่ำ [4] มาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบันโดยเฉพาะในแถบเอเชีย และอเมริกา ในแง่ของเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมในการปรับปรุงดินที่มีการผุพังสูง (highly weathered) หรือดินที่มีสภาพเสื่อมโทรมไปจากเดิม [8] เนื่องจากถ่านมีคุณสมบัติในการหมุนเวียนธาตุอาหาร และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และปรับปรุงคุณสมบัติทางชีวภาพของดินจึงส่งผลเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตพืช [8] [13] อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังขาดองค์ความรู้ในการใช้ถ่านชีวภาพโดยเฉพาะถ่านชีวภาพจากไม้ไผ่ และแกลบซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนจำนวนมาก ในการใช้เพื่อการผลิตพืช ถ่านชีวภาพจากวัตถุดิบแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันด้วย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าว รวมทั้งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนางานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและสามารถนำไปสู่การใช้ประโยชน์โดยเกษตรกรต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองนี้ทำในเรือนทดลองโดยดินที่ใช้ในการทดลองเป็นชุดดินเรณู เนื้อดินร่วนปนทราย (sandy loam) ซึ่งเก็บจากแปลงนาของคณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ระดับความลึก 0-15 cm จากระดับผิวดิน โดยมีค่า pH เท่ากับ 5.67, ค่า available P เท่ากับ 0.92 ppm, ค่า exchangeable K เท่ากับ 0.024 cmol kg^{-1}, ค่า CEC เท่ากับ และ0.99 cmol kg^{-1}, ปริมาณอินทรียวัตถุ และไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.40 และ 0.028% ตามลำดับ นำมาตากแดด คลุกให้เข้ากันและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร บรรจุดิน 6 กิโลกรัม (น้ำหนักดินแห้ง) ในถังพลาสติกซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร กรรมวิธีในการทดลอง

ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ดินอย่างเดียว 2) ปุ๋ยเคมี 3) ถ่านไม้ไผ่ และ 4) ถ่านแกลบ จัดแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ถ่านที่ใช้เป็นถ่านที่ผลิตจากไม้ไผ่ และถ่านแกลบ ซึ่งเผาด้วยเตาเผาที่ทำจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ที่อุณหภูมิ 440 และ 80 °C ตามลำดับ นำมาบด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 mm และนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (pH, Cation exchange capacity, Total C และ N) ทำการใส่ถ่านไม้ไผ่ หรือถ่านแกลบลงไปในดินอัตรา 60 กรัมต่อถัง (1% โดยน้ำหนัก) ตามกรรมวิธี และคลุกให้เข้ากับดินที่ระดับความลึกประมาณ 10 cm เติมน้ำให้มีความสูง 5 เซนติเมตร จากผิวดิน ทำการปลูกข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 โดยใช้ต้นกล้าอายุ 30 วัน ปักดำ 3 ต้นต่อถัง และให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 kg ต่อไร่ (0.106 กรัม N, 0.106 กรัม P_2O_5 และ 0.106 กรัม K_2O ต่อกระถาง) ในทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ 1 และเมื่อข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน (panicle initiation stage: PI) ในกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 25 kg ต่อไร่ (0.130 กรัม N ต่อกระถาง) รักษาระดับน้ำให้สม่ำเสมอจนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์ จึงปล่อยให้แห้ง และกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน เมื่อข้าวอายุ 30 และ 60 วันหลังปักดำ เมื่อระยะเก็บเกี่ยวข้าว (120 วันหลังปักดำ) เก็บตัวอย่างข้าวเพื่อประเมินผลผลิต และนำไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ด้วยเครื่อง Vario Max CN (Elecmentor, Germeny) ที่อุณหภูมิ 1200 °C ทำการคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (Nitrogen Use Efficiency: NUE) ตามสูตร [10], [11]

$$NUE = \frac{\text{น้ำหนักแห้งผลผลิตของข้าว}}{\text{ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของข้าว}}$$

ในส่วนของดินหลังทำการปลูกข้าว เพื่อวัดหาปริมาณคาร์บอน และไนโตรเจนทั้งหมดในดิน, ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil pH, 1:2.5 น้ำ), available P (Bray II), exchangeable K และ Cation exchange capacity (ammonium acetate, pH=7) ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Statistix 8 [2] และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่า t-value และ Least Significant Difference (LSD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรรมวิธี ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. คุณสมบัติทางเคมีของถ่าน

คุณสมบัติทางเคมีของถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบที่ใช้ในการทดลอง พบว่า ถ่านไม้ไผ่มีค่า pH สูงกว่าถ่านแกลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 1) แต่ค่า CEC ต่ำกว่าถ่านแกลบ ซึ่งอาจเกิดจากที่ถ่านไม้ไผ่ถูกเผาด้วยอุณหภูมิสูงจึงทำให้ค่า pH สูงกว่า และค่า CEC ต่ำกว่าถ่านแกลบ Lehmann *et al.* [9] ได้รายงานว่า การเพิ่มอุณหภูมิการเผาจาก 310 เป็น 850 °C ถ่านที่ผลิตจาก bagasse จะมี pH เพิ่มขึ้นจาก 7.6 เป็น 9.7 เช่นเดียวกันกับ Lehmann [6] ซึ่งพบว่า ถ่านที่ผลิตภายใต้สภาพอุณหภูมิต่ำมีค่า CEC สูงในขณะที่ถ่านที่ผลิตในสภาพอุณหภูมิสูง (> 600 °C) จะมีค่า CEC ต่ำหรือไม่มีเลย อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์บอน และไนโตรเจนทั้งหมด และสัดส่วน C/N ระหว่างถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ถ่านไม้ไผ่มีปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (545 g kg^{-1}) สูงกว่าถ่านแกลบ (307 g kg^{-1}) อย่างไรก็ตาม ค่าสัดส่วน C/N ของถ่านย่อมมีบทบาทต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน Lehmann *et al.* [7] รายงานว่าเมื่อมีการใส่ถ่านชีวภาพที่มีค่าสัดส่วน C/N สูงจะทำให้พืชจะดูดไนโตรเจนได้ลดลงซึ่งเป็นผลจากการเกิดกระบวนการ immobilization

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบ

Biochar type	pH	CEC	Total C	Total N	C/N
		cmol kg^{-1}	g kg^{-1}		
Bamboo	9.90 a	9.25 b	545	8.9	61.5
Rice husk	6.78 b	23.37 a	307	10.4	29.9
t value	7.41**	34.28*	ns	ns	ns

** = Significant differently at $P<0.01$, * = significant differently at $P<0.05$ and ns = not significantly at $P>0.05$.

2. การเจริญเติบโต ผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าว

การเจริญเติบโตของข้าวเมื่ออายุ 30 วันหลังปักดำ พบว่า น้ำหนักแห้งของข้าวเมื่อได้รับถ่านแกลบ (0.58 กรัมต่อกอ) สูงกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมี (0.26 กรัมต่อกอ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ในขณะที่ ความสูง และจำนวนหน่อต่อกอไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกรรมวิธี (ตารางที่ 2) อาจเนื่องมาจากถ่านแกลบถูกเผาด้วยอุณหภูมิไม่สูง จึงมีค่า C/N ratio ที่ต่ำกว่า (ตารางที่ 1) ทำให้มีส่วนที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ง่ายและค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งอาจเกิดการสูญเสียในรูปของก๊าซ ในขณะที่ระบบรากของต้นกล้ายังดูดไปใช้ประโยชน์ได้น้อย Lehmann *et al.* [9] ได้รายงานค่า C/N ratio และปริมาณของ aromatic C ในถ่านไม้โอ๊ค (oak wood) ถ่านจากต้นข้าวโพด และถ่านจากมูลสัตว์ปีก (poultry litter) ซึ่งถูกเผาที่อุณหภูมิ 60, 350 และ 600 °C โดยถ่านที่เผาที่อุณหภูมิต่ำจะมีค่า C/N ratio ที่ต่ำกว่าการเผาที่อุณหภูมิสูง ในขณะที่ปริมาณของ aromatic C มีค่าต่ำเมื่อเผาถ่านที่อุณหภูมิต่ำ

ข้าวเมื่ออายุ 60 วันหลังปักดำ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีมีความสูง จำนวนหน่อต่อกอ และน้ำหนักแห้งของข้าวสูงกว่าการใส่ถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ชี้ให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวจะถูกนำมาใช้ประโยชน์ใช้ช่วงหลังจาก 30 วันหลังปลูก เป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 2 ความสูง และน้ำหนักแห้งของข้าวที่ระยะ 30 และ 60 หลังปักดำ

Treatment	30 DAP			60 DAP		
	Height (cm)	Tiller number	Shoot DW (g $hill^{-1}$)	Height (cm)	Tiller number	Shoot DW (g $hill^{-1}$)
Soil	39	4	0.38 b	65 b	10 b	18.72 c
Chemical fertilizer	36	3	0.26 c	89 a	24 a	40.43 a
Bamboo biochar	38	3	0.51 a	66 b	13 b	26.85 b
Rice husk biochar	37	3	0.58 a	65 b	11 b	28.68 b
$LSD_{.05}$	ns	ns	0.12**	18*	3**	5.14**
C.V. (%)	7.98	12.77	17.69	16.02	12.34	11.20

** = Significant differently at $P<0.01$, * = significant differently at $P<0.05$ and ns = not significantly at $P>0.05$.

ดังนั้น จึงต้องทำการใส่ปุ๋ยเคมีในระยะใกล้แตกกอซึ่งมีระบบรากที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ข้าวสามารถใช้ประโยชน์ธาตุอาหารจากปุ๋ยได้เต็มที่ และลดการสูญเสียธาตุอาหารโดยการสูญเสียในรูปของก๊าซ (denitrification) ในระหว่างที่การปลูกข้าวด้วย [5]

เมื่อระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังปักดำ) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักแห้งต้นข้าว และน้ำหนักแห้งทั้งหมดสูงสุด (89 และ 104.80 กรัมต่อกอ ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างของผลผลิตข้าวในระหว่างกรรมวิธี (P>0.05) (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวส่วนใหญ่จะเน้นการเจริญเติบโตทางลำต้น และใบทำให้น้ำหนักแห้งของผลผลิตข้าวไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใส่ถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 1 ครั้ง ช่วง PI อาจเนื่องจากการใส่ถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบช่วยกักเก็บธาตุอาหารและปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ ตรงตามช่วงของความต้องการของข้าว สอดคล้องกับ Lehmann *et al.* [7] ซึ่งพบว่า การใส่ถ่านชีวภาพจะช่วยลดการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไป และช่วยให้สามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index: HI) และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen use efficiency: NUE) ในกรรมวิธีการใส่ถ่านไม้ไผ่ (23.05 กรัมน้ำหนักแห้งต่อกรัม N) และถ่านแกลบ (22.80 กรัมน้ำหนักแห้งต่อกรัม N) สูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (4.90 กรัมน้ำหนักแห้งต่อกรัมN) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ชี้ให้เห็นว่า การใส่ถ่านชีวภาพทั้งไม้ไผ่ และแกลบลงไปในดินที่ปลูกข้าวจะช่วยให้ข้าวมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ในช่วงข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน ได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวเพียงอย่างเดียว เพราะถ่านชีวภาพซึ่งมีค่า CEC ที่สูงซึ่งช่วยในการดูดซับไนโตรเจนไว้และค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาทำให้มีการสูญเสียในรูปของก๊าซได้น้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว สอดคล้องกับ Van Zwieten *et al.* [12] พบว่า ข้าวสาลีมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนลงไปในดิน ดังนั้น ถ่านชีวภาพสามารถเพิ่มผลผลิตพืชหลายๆ ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก [3] เนื่องจาก ถ่านมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น การมีรูพรุน และพื้นที่ผิวสัมผัสที่สูงทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารต่างๆ ได้มากกว่าสารอินทรีย์ทั่วไป โดยเฉพาะความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน นอกจากนี้ ถ่านชีวภาพยังเป็นแหล่งธาตุอาหาร และช่วยปรับปรุงสภาพแวดล้อมของดินทั้งด้านกายภาพ และชีวภาพทำให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน [1]

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ผลผลิต น้ำหนักแห้งทั้งหมด HI และ NUE ของข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว (120 วันหลังปักดำ)

Treatment	Shoot DW	Grain yield (g hill^{-1})	Total DW	HI	Total N (g N hill^{-1})	NUE g DW g^{-1}N
Soil	21.00 b	10.13	30.95 b	0.32 a	0.513 d	19.75 b
Chemical fertilizer	89.00 a	15.48	104.80 a	0.15 b	3.150 a	4.90 c
Bamboo biochar	24.25 b	14.93	39.14 b	0.40 a	0.648 b	23.05 a
Rice husk biochar	20.50 b	13.33	33.84 b	0.40 a	0.586 c	22.80 a
LSD_{05}	8.80**	ns	10.38**	0.10**	0.058**	1.91**
C.V. (%)	14.22	25.52	12.44	19.77	1.43	3.40

** = Significant differently at P<0.01 and ^{ns} = not significantly at P>0.05.

3. คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าว

ผลจากการศึกษาคุณสมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว พบว่า ค่า pH และ exchangeable K ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีที่ใส่ถ่านไม้ไผ่ และถ่านแกลบมีค่าอินทรียวัตถุ (Organic matter: OM) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) (ตารางที่ 4) นอกจากนี้ ถ่านไม้ไผ่ยังให้ค่า CEC ในดิน (6.70 cmol kg^{-1}) สูงกว่าถ่านแกลบ (3.60 cmol kg^{-1}) ชี้ให้เห็นว่า ถ่านไม้ไผ่มีค่าสัดส่วน C/N สูงกว่าทำให้มีความเสถียรทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดินมากกว่าถ่านแกลบซึ่งอาจมีส่วนของแกลบที่เผาไม่สมบูรณ์อยู่ด้วยทำให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ได้เร็วกว่าถ่านไม้ไผ่ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่า การใส่ถ่านชีวภาพทำให้ค่า C/N ratio ของดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (ตารางที่ 4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ถ่านชีวภาพช่วยชะลอการปลดปล่อยไนโตรเจนและธาตุอาหารอื่นๆ และช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารออกจากนาข้าวเนื่องจากย่อยสลายได้ช้ากว่า นอกจากนี้หากเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินก่อนปลูกและหลังปลูกจะพบว่า ดินหลังปลูกจะมีคุณสมบัติทางเคมีดีขึ้น โดยเฉพาะค่า total N, available P, exchangeable K และ CEC ถ่านชีวภาพโดยพื้นฐานเป็นอินทรียวัตถุชนิดหนึ่งซึ่งย่อยสลายอย่างช้าๆ ในดินซึ่งมีความแตกต่างจากอินทรีย์คาร์บอนแหล่งอื่นๆ แต่คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ (physicochemical properties) อาจจะเหมือนกับอินทรียวัตถุอื่นๆ เช่น ความคงทนของดิน (stabilisation) เป็นต้น [4] อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของถ่านชีวภาพจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบเริ่มต้นในการเผา ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบในเถ้า และการปลดปล่อยธาตุอาหารของถ่านชีวภาพ อาจเป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและจุลินทรีย์ในดิน

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว

Treatment	pH (soil: H_2O1:2.5)	OM (%)	Total N (%)	C/N ratio	Avail. P (ppm)	Exchang. K (cmol kg^{-1})	CEC (cmol kg^{-1})
Soil	5.18	0.12 b	0.53 c	7.60 c	7.80 c	0.017 b	1.85 c
Chemical fertilizer	4.59	0.08 c	0.39 d	8.12 c	83.18 a	0.016 b	4.42 b
Bamboo biochar	5.62	0.15 a	1.50 a	16.47 a	23.16 b	0.052 a	6.70 a
Rice husk biochar	5.55	0.16 a	0.96 b	10.33 b	11.50 c	0.024 ab	3.60 b
$LSD_{.05}$	ns	0.01**	0.05**	1.02**	10.65**	ns	1.54**
C.V. (%)	4.70	3.17	1.79	2.98	10.65	20.00	11.66

** = Significant differently at P<0.01 and ns = not significantly at P>0.05.

สรุป

การใส่ถ่านชีวภาพไม้ไผ่ และแกลบมีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน แต่มีผลต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากการศึกษาเป็นเป็นเพียงงานทดลองระยะสั้น (3 เดือน) จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงผลระยะยาว อย่างไรก็ตาม ถ่านชีวภาพเมื่อใส่ในดินนาเพื่อการปลูกข้าวควรทำการใส่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหรือปุ๋ยเคมี 1 ครั้ง คือ ระยะข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน จะช่วยทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น และผลผลิตข้าวเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง (ระยะปักดำ และระยะเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน) และส่งผลให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของถ่านชีวภาพขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ และสภาพแวดล้อมของการเผา เช่น อุณหภูมิในการเผา เป็นต้น

ประเทศไทยซึ่งมีการใช้ถ่านชีวภาพในการประกอบอาหารมาเป็นเวลานาน ดังนั้น จากงานวิจัยนี้เป็นพื้นฐานของการนำถ่านชีวภาพที่ได้จากการเผาโดยวิธีดั้งเดิมมาใช้ในการปรับปรุงดิน และเพิ่มผลผลิตพืชเพื่อสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเหมาะกับวิถีชีวิตของเกษตรกรไทย อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงอัตราของถ่านชีวภาพที่เหมาะสมในการผลิตพืชแต่ละชนิด และผลของการใช้ถ่านชีวภาพในแปลงของเกษตรกร รวมทั้งผลกระทบในระยะยาวต่อคุณภาพของดินและสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

[1] เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2556. "ถ่านชีวภาพ: การกักเก็บคาร์บอน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน". **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 31(1): 104-113.

[2] Analytical Software. 2008. **User's Manual**. Tallahassee: Software Analytical.

[3] Blackwell, P., Riethmuller, G. and Collins M. 2009. "Biochar Application to Soil" In **Biochar for Environmental Management**, edited by J. Lehmann and S. Joseph, Science and Technology, UK.

[4] Bruun, E.W. 2011. **Application of Fast Pyrolysis Biochar to a Loamy Soil- Effects on Carbon and Nitrogen and Potential for Carbon Sequestration**. Ph.D Thesis, The National Laboratory of Renewable Energy, Technical University of Denmark (RisØ-DTU).

[5] Duarah, I., Deka, M., Saikai, N. and Deka Boruah, H.P. 2011. Phosphate Solubilizers Enhance NPK Fertilizer Use Efficiency in Rice and Legume Cultivation. **3 Biotech** 1(4): 227-238.

[6] Lehmann, J. 2007. A handful of Carbon. **Nature** 447: 143–144.

[7] Lehmann, J., de Silva Jr., Rondon, M., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. and Glaser, B. 2002. Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthorosol and Ferralsol of Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. **Plant and Soil** 249: 343-357.

[8] Lehmann, J. and Rondon, M. 2006. "Biochar Soil Management on Highly Weathered Soils in the Humid Tropics" In **Biological Approaches to Sustainable Soil Systems**, edited by N. Uphoff, CRC Press, FL.

[9] Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C. and Crowley, D. 2011. Biochar Effects on Soil Biota – A Review. **Soil Biology and Biochemistry** 43(9): 1812-1836.

[10] Moll, R.H., Kamprath, E.J. and Jackson, W.A. 1982. Analysis and Interpretation of Factors which Contribute to Utilization. **Agronomy Journal** 74: 562–564.

[11] Svecnjak Z and Rengel, Z. 2006. Canola Cultivars Differ in Nitrogen Utilization Efficiency at Vegetative Stage. **Field Crops Research** 97: 221–226.

[12] Van Zwieten, L., Kimber, S., Downie, A., Morris, S., Petty, S., Rust, J. and Chan, K.Y. 2010. A Glasshouse Study on the Interaction of Low Mineral Ash Biochar with Nitrogen in a Sandy Soil. **Australian Journal of Soil Research** 48(6–7): 569–576.

[13] Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I. F., Anshori, S., and Ogawa, M. 2006. Effects of the Application of Charred Bark of *Acacia Mangium* on the Yield of Maize, Cowpea and Peanut, and Soil Chemical Properties in South Sumatra, Indonesia. **Soil Science and Plant Nutrition** 52: 489–495.