

การใช้ถ่านปรับปรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน

Using of Charcoal to Improve Soil Fertility for Sweet Waxy Corn Production

เสาวคนธ์ เหมวงศ์^{1/} และ ศศิธร เชื้อกณะ^{1/}

Saowakon Hemwong^{1/} and Sasithorn Chualsuna^{1/}

Abstract: Charcoal is organic matter which is plant nutrition source and C storage in the soil. This experiment studied effect of charcoal application on soil fertility growth and yield of sweet corn variety Dokkoon 49 (KJ 49). They included 4 treatments: 1) soil alone, 2) soil+charcoal, 3) soil+N fertilizer and 4) soil+charcoal+N fertilizer. The results showed that soil moisture contents under soil+charcoal and soil+charcoal+N fertilizer treatments were higher than soil+N fertilizer and soil alone treatments. In soil chemical properties after sweet corn harvest, pH, E.C., soil organic matter and total N were not significantly different. However, total N tended to increase although the amounts of soil organic matter did not change, this probably due to short-term experiment (3 months). The change of soil organic matter by charcoal application must be long-term effects. At 60 day after planting, dry weight and N content were not significantly different between treatments. At final harvest, however, ear fresh weights were significantly different among treatments at 99% confidence in which soil+charcoal treatment gave the highest yield (383 g/stem) and the lowest was in soil+N fertilizer treatment (148 g/stem). In addition, stem and cob dry weight were not significantly different among treatments. Soil + charcoal treatment gave the highest stem (530 g/stem) and cob dry weight (0.21 g/stem). Soil+charcoal+N fertilizer treatment had ear yield (160 g/stem) lower than soil+charcoal treatment, this might due to N fertilizer added was absorbed by charcoal and may be released for the next crop. However, the amount of charcoal used in this experiment was rather high rate (5% of soil dry weight). The next study should focus on long-term impact and reduce the rate of charcoal application in the soil.

Keywords: Charcoal, sweet corn, soil fertility

^{1/} สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม จ.นครพนม 48000

^{1/} Section of Plant Science, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom 48000, Thailand

บทคัดย่อ: ถ่านซึ่งเป็นอินทรีย์วัตถุชนิดหนึ่งที่เป็นแหล่งธาตุอาหาร และช่วยเก็บกักคาร์บอนไว้ในดิน การศึกษาผลของการใส่ถ่านต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพด พันธุ์ดอกคูณ 49 โดยมีกรรมวิธีจำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ดินอย่างเดียว (กรรมวิธีควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 ดิน+ถ่าน กรรมวิธีที่ 3 ดิน+ปุ๋ยไนโตรเจน และกรรมวิธีที่ 4 ดิน+ถ่าน+ปุ๋ยเคมี ผลการศึกษาพบว่า กรรมวิธี ดิน+ถ่าน และดิน+ถ่าน+ปุ๋ยไนโตรเจน มีความชื้นสูงกว่า กรรมวิธีดิน+ปุ๋ยไนโตรเจน และดินอย่างเดียว ดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพด พบว่า pH, Electrical Conductivity, อินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งอาจเป็นเพราะเป็นการศึกษาระยะสั้น (3 เดือน) การเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุจากการใส่ถ่านลงไปต้องใช้เวลานาน การเจริญเติบโตของข้าวโพดเมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทั้งน้ำหนักแห้ง และปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพด อย่างไรก็ตาม น้ำหนักผลผลิตฝักสดข้าวโพดเมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยว พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยกรรมวิธี ดิน+ถ่าน ให้ผลผลิตฝักสดสูงสุด (383 กรัมต่อต้น) และกรรมวิธี ดิน+ปุ๋ยไนโตรเจน ให้ผลผลิตฝักสดต่ำสุด (148 กรัมต่อต้น) อย่างไรก็ตาม น้ำหนักแห้งต้น และชั่งข้าวโพดเมื่ออายุเก็บเกี่ยว พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยกรรมวิธี ดิน+ถ่าน ให้น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดสูงสุด คือ 530 กรัมต่อต้น และในกรรมวิธี ดิน+ถ่าน ให้น้ำหนักแห้งชั่งสูงสุด (0.21 กรัมต่อต้น) โดยกรรมวิธีดิน+ถ่าน+ปุ๋ยไนโตรเจน (160 กรัมต่อต้น) ให้ผลผลิตฝักสดต่ำกว่าการใส่ถ่านเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องมาจาก ไนโตรเจนที่ใส่ลงไปอาจถูกถ่านดูดซับไว้ และอาจค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมาหากทำการเพาะปลูกในปีถัดไป แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณของถ่านที่ใช้ในการทดลองนี้มีอัตราค่อนข้างสูง คือ 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักดินแห้ง การศึกษาครั้งถัดไปควรทำการศึกษาผลกระทบในระยะยาวและลดอัตราการใช้ถ่านให้น้อยลง

คำสำคัญ: ถ่าน ข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

คำนำ

ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พืชที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีผลผลิตต่ำ ถ่าน (Charcoal) เป็นวัสดุที่เผาในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ จึงแหล่งสะสมคาร์บอน และมีความเสถียรสูงสามารถเก็บรักษาไว้ในดินได้นานถึง 5000 ปี (Panya and Lovelance, 1988) นอกจากนั้น การสะสมถ่านในดินยังเป็นการลดคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศซึ่งเป็นสาเหตุทำให้โลกร้อนได้ อย่างไรก็ตาม ถ้าป่าถูกเผาซึ่งเป็นการเผาแบบระบบเปิดมีปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือผิวดินเหลือเพียง 2-3 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเกิดเป็นการเผาแบบสมบูรณ์มีปริมาณอุณหภูมิการเผา ประมาณ 300°C และมีปริมาณออกซิเจนสูงทำให้มีปริมาณถ่าน และปริมาณคาร์บอนน้อยกว่าการเผาระบบปิด แต่มีปริมาณถ่านมากกว่า Hemwong *et al.* (2008) รายงานว่า ปริมาณธาตุอาหารที่เหลือจากการเผาแบบระบบเปิดมีปริมาณคาร์บอน

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม เหลือประมาณ 58, 0.96, 1.12 และ 2.4 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในทางกลับกัน ถ่านที่ได้จากการผลิตในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำหรือสภาพควบคุมอุณหภูมิ (ระบบปิด) มีปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือผิวดินเหลืออยู่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (Feamside *et al.*, 2001) โดยถ่านที่เผาในระบบปิดซึ่งมีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 400 - 600°C มีปริมาณผลผลิตถ่าน และปริมาณคาร์บอนที่เสถียร (stable carbon) 82-97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการเผาแบบระบบเปิด (< 66 เปอร์เซ็นต์) (Bruun *et al.*, 2011) อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์บอนในถ่านขึ้นอยู่กับ ชนิดของซากพืช และอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา ในสภาพที่ค่อนข้างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้นถ้าหากมีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุหรืออัตราการย่อยสลายลดลง (Sauerbeck, 2001) การมีซากพืชสะสมไว้ในแปลงหลังการเก็บเกี่ยวอาจมีปัญหาในเรื่องการจัดการพืชปลูกได้ ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่า การเผามีประโยชน์มากกว่าการไถกลบซากพืชลงไปในดิน ซึ่งปัจจุบันทั่วโลกมีการปลดปล่อยคาร์บอนจากการเผาประมาณ

4-7 Gt C/y ซึ่งมีปริมาณมากพอ ๆ กับอัตราการเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิง (ประมาณ 6 Gt/y ในปี 1990) (Goudriaan, 1995) การใช้ถ่านซึ่งเผาในระบบที่มีปริมาณ ออกซิเจนต่ำในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการ ปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมี ทางชีวภาพ และทางกายภาพ นอกจากนี้ ถ่านยังเพิ่มการเจริญเติบโตและธาตุอาหารพืช (Lehmann *et al.*, 2003) Lehmann *et al.* (2003) และ Steiner *et al.* (2008) พบว่า ถ่านในดินช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจน และช่วยเพิ่มมวลชีวภาพจุลินทรีย์ในดิน (microbial biomass) (Steiner *et al.*, 2004; Glaser *et al.*, 2001) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใส่ ถ่านลงไปดินเพิ่มอัตราการสร้างโคไลนของเชื้อราไมโคไรซา (Warnock *et al.*, 2007) อย่างไรก็ตาม จาก คุณสมบัติดังที่กล่าวจึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษา อิทธิพลของถ่านต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการ เจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวหวานซึ่งเป็นพืช เศรษฐกิจชนิดหนึ่งและมีความต้องการในปริมาณมาก และยังมีข้อมูลการศึกษาน้อย ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ ถ่านที่ทำการเผาในระบบปิด (close system) ซึ่งมีปริมาณ ออกซิเจนต่ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของ ถ่านต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน

อุปกรณ์และวิธีการ

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ซึ่งเก็บจากแปลงทดลองของวิทยาลัย เกษตรและเทคโนโลยีนครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่ ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากระดับผิวดิน นำมา ตากแดด คลุกให้เข้ากันและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร บรรจุในถุงปลูกปริมาณ 15 กิโลกรัมต่อถุง (น้ำหนักดินแห้ง) โดยดินที่ใช้ในการทดลองมีค่าความชื้น 6 เปอร์เซ็นต์ pH เท่ากับ 4.56 ปริมาณอินทรีย์วัตถุและ ไนโตรเจน เท่ากับ 1.55 และ 0.075 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กรรมวิธีในการทดลองประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ดิน อย่างเดียว 2) ดิน + ปุ๋ยไนโตรเจน 3) ดิน + ถ่าน และ 4)

ดิน + ปุ๋ยไนโตรเจน + ถ่าน จัดแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยถ่านที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นถ่านที่ซื้อจาก ชาวบ้านซึ่งเป็นไม้ผสมชนิดที่เผาแบบระบบปิดโดยใช้ถัง น้ำมันขนาด 200 ลิตร นำมาบดให้มีขนาดเล็ก (ประมาณ 1-2 เซนติเมตร) ใส่ลงไปในดินด้วยอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ ของ น้ำหนักดินแห้ง (750 กรัมต่อถุง) ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียว หวาน พันธุ์ ดอกคูณ 49 ปลูกในถุงปลูกจำนวน 2 หลุมต่อ ถุง หลุมละ 2 เมล็ด เมื่ออายุ 10 วันทำการถอนแยกให้ เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ดังนั้น มี 2 ต้นต่อถุง เพื่อทำการเก็บ ข้อมูลที่อายุ 60 วันหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ทำการให้ น้ำทุกวันเพื่อรักษาระดับความชื้นที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ของ ความจุสนาม (Field capacity: FC) ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ย ไนโตรเจนใช้ปุ๋ยในรูปของยูเรีย อัตรา 1 กรัมต่อถุง โดยทำ การแบ่งใส่สองครั้ง คือ พร้อมปลูก และ top dressing เมื่อ อายุ 20 วันหลังปลูก และกำจัดวัชพืชตามความ เหมาะสม เมื่อข้าวโพดอายุ 60 วันหลังปลูก ทำการเก็บ ตัวอย่างต้นข้าวโพดจำนวน 1 ต้นต่อถุง ซึ่งน้ำหนักและ นำเข้าไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักแห้ง และนำไปบดเพื่อวิเคราะห์ หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธี micro-kjeldahl และทำการวัดด้วยเครื่อง Flow Injection Analyzer (FIA) เมื่อข้าวโพดอายุ 100 วัน ทำการเก็บเกี่ยว ผลผลิตเพื่อวัดหาน้ำหนักสดฝัก+เมล็ด, น้ำหนักแห้งต้น และชั่ง และนำไปบดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมด ในส่วนของดินทำการเก็บตัวอย่างดิน ก่อนและหลังทำการปลูกข้าวโพดเพื่อทำการวัดหา ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (soil organic matter) โดยวิธี Walkley and Black ปริมาณไนโตรเจนในดิน ความเป็น กรดด่างของดิน (soil pH, 1:2.5 น้ำ) และความชื้นของ ดิน (soil moisture)

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ค่า ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Statistix 8 (Analytical software, 2008) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ ค่า Least Significant Difference (LSD) เปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่างกรรมวิธี

ผลการทดลอง

ความชื้น และความอุดมสมบูรณ์ของดิน

จากการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใส่ถ่าน และปุ๋ยไนโตรเจนต่อความชื้นดินเมื่อข้าวโพดอายุ 20 วัน หลังปลูก พบว่า ในดินที่ใส่ถ่านอย่างเดียว (9.50 เปอร์เซ็นต์) และดินที่ได้รับทั้งถ่านและปุ๋ยไนโตรเจน (10.31 เปอร์เซ็นต์) มีความชื้นสูงกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อย่างเดียว (5.57 เปอร์เซ็นต์) และดินที่ไม่ใส่อะไรเลย (7.17 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 1)

ผลของคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการ เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก พบว่า pH, E.C., อินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดใน ดิน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพด

การเจริญเติบโตของข้าวโพดเมื่ออายุ 60 วันหลัง ปลูก พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทั้งน้ำหนักแห้ง และปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพด (ตารางที่ 3)

เมื่ออายุเก็บเกี่ยว พบว่า น้ำหนักฝักสดข้าวโพด มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยกรรมวิธี ดิน+ถ่าน ให้ผลผลิตฝักสดสูงสุด คือ 383 กรัมต่อต้น และกรรมวิธี ดิน+ปุ๋ยไนโตรเจน ให้ ผลผลิตฝักสดต่ำสุด คือ 148 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 4) อย่างไรก็ตาม น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดไม่มีความ แตกต่างทางสถิติ โดยในกรรมวิธี ดิน+ถ่าน มีค่าสูงสุด คือ 530 กรัมต่อต้น และกรรมวิธี ดิน+ปุ๋ยไนโตรเจน มีค่า ต่ำสุด คือ 410 กรัมต่อต้น ส่วนน้ำหนักแห้งชั่งข้าวโพด เมื่ออายุเก็บเกี่ยว พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติที่

Table 1 Soil moisture content under different soil amendments at 20 days after emergence

Treatment	Soil moisture content (%)
1) Soil alone (control)	7.17
2) Soil + N fertilizer	5.57
3) Soil + Charcoal	9.50
4) Soil+ N fertilizer + Charcoal	10.31
F-test	*
C.V. (%)	24.01
LSD _{0.05}	1.38

* = Significantly different at $P \leq 0.05$

Table 2 Soil chemical properties after sweet waxy corn harvest

Treatment	pH (1:2.5 H ₂ O)	E.C. (mS/cm)	Organic matter (%)	Total N (%)
1) Soil alone (control)	4.64	0.030	1.37	0.084
2) Soil + N fertilizer	4.49	0.043	1.44	0.088
3) Soil + Charcoal	4.61	0.040	1.41	0.087
4) Soil+ N fertilizer + Charcoal	4.57	0.034	1.55	0.093
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.95	28.90	13.03	10.72

ns = not significantly different

Table 3 Sweet waxy corn dry weight and N content at 60 day after planting (DAP)

Treatment	Dry weight (g/stem)	N content (g N/stem)
1) Soil alone (control)	25	0.55
2) Soil + N fertilizer	30	0.38
3) Soil + Charcoal	31	0.67
4) Soil+ N fertilizer + Charcoal	30	0.50
F-test	ns	ns
C.V. (%)	35.11	30.52

ns = not significantly different

Table 4 Ears fresh weight, stem and cob dry weight and N content of sweet waxy corn at final harvest

Treatment	Ears	Stem		Cob		Stem+Ears	
	(g/stem)	(g/stem)		(g/stem)		(g/stem)	
	FW	DW	N	DW	N	DW	N
1) Soil alone (control)	218	430	0.012	0.17	0.001	649	0.184
2) Soil+ N fertilizer	148	480	0.005	0.11	0.0003	628	0.080
3) Soil + Charcoal	383	530	0.008	0.21	0.001	912	0.179
4) Soil+ N fertilizer + Charcoal	160	410	0.009	0.16	0.001	570	0.147
F-test	**	ns	ns	#	ns	ns	ns
C.V. (%)	31.55	27	47.72	27.63	39.61	26	43.13
LSD _{.05}	115	-	-	0.07	-	-	-

** = significantly different at $P \leq 0.01$, # = significantly different at $P \leq 0.10$

ns = not significantly different

ระดับความชื้น 90 เปอร์เซ็นต์ โดยกรรมวิธีที่ ดิน+ปุ๋ยไนโตรเจน ให้น้ำหนักแห้งต่ำสุด คือ 0.11 กรัมต่อต้น และในกรรมวิธี ดิน+ถ่าน ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด (0.21 กรัมต่อต้น) ปริมาณไนโตรเจนในต้น ชั่ง และไนโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพดเมื่ออายุเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

วิจารณ์

การใส่ถ่านลงไปดินเป็นการช่วยรักษาความชื้นของดินซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Tryon (1948) ซึ่งได้ทำการศึกษาอิทธิพลของถ่านต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน พบว่า ดินทราย

ความชื้นที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น (available moisture) เมื่อเพิ่มถ่านลงไปดิน ส่วนในดินร่วน พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง และในดินเหนียวความชื้นที่เป็นประโยชน์ลดลงเมื่อเพิ่มถ่านลงไปซึ่งอาจเป็นเพราะคุณสมบัติการดูดซับน้ำ (hydrophobicity) ของถ่าน นอกจากนี้ถ่านยังเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำในดิน (soil water retention) โดยเฉพาะในดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soil) หรือดินที่มีช่องว่างขนาดใหญ่ (macropores) การช่วยปรับปรุงเม็ดดิน (soil aggregation) หรือโครงสร้างดิน (soil structure) (Verheijen *et al.*, 2010) ถ่านมีผลต่อการเกิดเม็ดดินเนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุในดิน ธาตุอาหาร และจุลินทรีย์ดิน ลักษณะของปุ๋ยที่พื้นผิวดินซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาต้องใช้เวลานานในการวัดผลกระทบที่มีต่อการเกิดเม็ดดิน โดยถ่านที่ผ่านการย่อยสลายมานานมีค่า C.E.C สูงทำให้มีศักยภาพในการเป็นสารยึดกับอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารเพิ่มขึ้น (Mbagwu and Piccolo, 1997) อย่างไรก็ตาม การใส่ถ่านทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งอาจเป็นเพราะเป็นการศึกษาระยะสั้น (3 เดือน) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุจากการใส่ถ่านลงไปต้องใช้เวลานานมากกว่า 5 ปีขึ้นไป Fontaine *et al.* (2004) ได้รายงานผลการทดลองไว้ว่า ถ่านเกิดการย่อยสลายได้ช้า โดยอัตราการย่อยสลายอยู่ระหว่าง 0.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อปี และสรุปว่าถ่านซึ่งถือว่าเป็นอินทรีย์คาร์บอนตัวหนึ่งสามารถถูกกักเก็บไว้ในดินได้นานถึง 2,000 ปี นอกจากนี้จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวหวานที่ใส่ถ่านไม่มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เช่นเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพดที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการใส่ถ่านและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ตารางที่ 4) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไปดินอาจทำให้เกิดการสูญเสียจากกระบวนการ denitrification หรือ volatilization ทำให้ปุ๋ยไนโตรเจนไม่ได้ถูกใช้ในการเจริญเติบโตของข้าวโพดทั้งหมด ในขณะที่ถ่านซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับธาตุอาหาร เนื่องจากมีค่า C.E.C สูง ช่วยดูดซับไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินไว้และค่อยปลดปล่อยออกมาให้พืชได้นำไปใช้ในการเจริญเติบโตทำ

ให้ปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดินระหว่างกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและกรรมวิธีที่ใส่ถ่านไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของถ่านยังขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านคุณภาพของวัสดุ ความชื้นของวัสดุ และวิธีการเผา Masiello (2004) และ Chotikhun and Laemsak (2009) ได้รายงานว่าการเผาถ่านในสภาพทั่วไปมีปริมาณคาร์บอนน้อยกว่าการเผาระบบปิดซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิให้สูงและมีการเผาอย่างสม่ำเสมอทั่วไปถึงกัน นอกจากนี้ถ่านที่เผาในระบบปิดมีปริมาณสารระเหย (volatile matter) ต่ำกว่าการเผาแบบทั่วไป ซึ่งสารดังกล่าวจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากไปกระตุ้นการเจริญเติบโต และกิจกรรมของจุลินทรีย์ซึ่งมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนในดินซึ่งทำให้เกิดกระบวนการ immobilization ส่งผลให้พืชแสดงอาการขาดไนโตรเจนได้ (Deenik *et al.*, 2010)

ปริมาณผลผลิตผักสดข้าวโพดมีความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ดิน+ ถ่านให้ผลผลิตสูงสุด (383 กรัมต่อต้น) ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ เช่นเดียวกันกับ Ueno *et al.* (2007) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของ radish โดยการเปรียบเทียบระหว่างการใส่ถ่าน และไม่ใส่ถ่านในดิน พบว่าในปีแรกของการปลูกการเจริญเติบโตของ radish ไม่แปลงที่ใส่ถ่านต่ำกว่าแปลงที่ไม่ได้ใส่ถ่าน แต่ในปีที่สอง และสามผลผลิตเพิ่มขึ้นตามเวลา และสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ใส่ถ่าน ในขณะที่ผลการทดลอง พบว่า การที่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรวมกับการใส่ถ่าน (160 กรัมต่อต้น) ให้ผลผลิตผักสดต่ำกว่ากรรมวิธีที่ใส่ถ่านเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องมาจาก ไนโตรเจนที่ใส่ลงไปแล้วถูกถ่านดูดซับไว้ในช่วงการปลูกปีแรก และค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมาหากทำการเพาะปลูกในปีถัดไปซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (N use efficiency) ของพืชสูงขึ้น (Ueno *et al.*, 2007; Verheijen *et al.*, 2010) Masulliti *et al.* (2010) รายงานว่า การใส่ถ่านกลับช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวที่ปลูกในดินกรดได้ดีกว่าการใส่กลับปกติ

จากการศึกษาการใส่ถ่านลงไปดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานมีความแตกต่างมากระหว่างการดินที่ไม่ได้ใส่ถ่านและดินที่ใส่ถ่าน อย่างไรก็ตาม ด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินยังพบว่ายังไม่พบความแตกต่าง

เนื่องจากเป็นการศึกษาในช่วงระยะเวลาอันสั้น (3 เดือน) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางด้านอินทรีย์วัตถุ และส่งผลไปยังการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นของพืชนั้นต้องใช้ระยะเวลามากกว่า 5 ปี ขึ้นไปทำให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน ยิ่งไปกว่านั้น การเผาถ่านระบบปิดจะช่วยลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน และช่วยดูดซับธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนได้ดีขึ้นทำให้ลดการสูญเสียโดยการชะล้างของดิน รวมถึงการสูญเสียในรูปของก๊าซ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการเผาถ่านแบบระบบปิดเป็นที่นิยม เนื่องจากได้ถ่านที่มีคุณภาพ และปริมาณมากกว่าการเผาแบบระบบเปิด และเป็นสิ่งที่มีอยู่ทุกครัวเรือนสามารถหาได้ง่ายหากนำมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชได้เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมี และยังเป็นการลดผลตกค้างของสารเคมีในดิน รวมถึงการทำให้ดินมีคุณสมบัติทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมีดีขึ้นสามารถใช้เพาะปลูกพืชได้อย่างยั่งยืน ปริมาณของถ่านที่ใช้ในการทดลองนี้มีอัตราค่อนข้างสูง คือ 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักดินแห้ง การศึกษาครั้งถัดไปควรทำการศึกษาลักษณะในระยะยาวและลดอัตราการใส่เพื่อให้ลดต้นทุนให้ต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และเกษตรกรสามารถนำเอาไปใช้ได้จริง

สรุป

การใส่ถ่านทำให้ความชื้นของดินสูงกว่าการไม่ใส่ถ่านลงในดิน ซึ่งส่งผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของพืช โดยน้ำหนักผลผลิตฝักสดข้าวโพดเมื่ออายุเก็บเกี่ยวที่ใส่ถ่าน ให้ผลผลิตฝักสดสูงกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเดียว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนส่งเสริมการวิจัย วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม มหาวิทยาลัยนครพนมงบประมาณ 2553 ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัย และ น.ส. วรัญญา คำสุข และ น.ส. กานต์วลี พลเยี่ยม นักศึกษาผู้ช่วยงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Analytical Software. 2003. User's Manual. Analytical Software, Tallahassee, FL. 396 p.
- Bruun, E.W., H. Hauggaard-Nielsen, N. Ibrahim, H. Egsgaard, P. Ambus, P.A. Jensen and K. Dam-Johansen. 2011. Influence of fast pyrolysis temperature on biochar labile fraction and short-term carbon loss in a loamy soil. *Biomass and Bioenergy* 35: 1182-1189.
- Chotikhun, A. and N. Laemsak. 2009. Effects of various carbonization temperatures for closing wood-charcoal kiln on charcoal properties. *Thai J. For.* 28(2): 73-80.
- Deenik, J.L., T. McClellan, G. Uehara, M.J. Antal, Jr. and S. Campbell. 2010. Charcoal volatile matter content influences plant growth and soil Nitrogen transformations. *Soil Fert. Plant Nut.* 74(4): 1259-1270.
- Feamside, P. M., P.M. Lima, A. Graca and F.J.A. Rodrigus. 2001. Burning of Amazonian rainforests: burning efficiency and charcoal formation in forest cleared for cattle pasture near Manus, Brazil. *Forest Ecol Management* 146: 115-128.
- Fontaine, S., G. Bardoux, L. Abbadie and A. Mariotti. 2004. Carbon input to soil may decrease soil carbon content. *Ecology Letters* 7(4): 314-320.
- Glaser, B., L. Haumaier, G. Guggenberger and W. Zech. 2001. The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften* 88: 37-41.
- Goudriaan, J. 1995. Optimization of nitrogen distribution and of leaf area index for maximum canopy assimilation rate. pp. 85-97. In: T.M. Thiyagarajan, H.F.H. ten Berge,

- M.C.S. Wopereis (eds.). Nitrogen Management Studies in Irrigated Rice. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.
- Hemwong, S., G. Cadisch, B. Toomsan, V. Limpinuntana, P. Vityakon and A. Patanothai. 2008. Dynamics of residue decomposition and N₂ fixation of grain legumes upon sugarcane residue retention as an alternative to burning. *Soil Till.* 99: 84-97.
- Lehmann, J., J.P. da Silva Jr., C. Steiner, T. Nehls, W. Zech and B. Glaser. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthroisol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant Soil* 249: 343-357.
- Masiello, C.A. 2004. New directions in black carbon organic geochemistry. *Marine Chemistry* 92: 201-213.
- Masulili, A., W.H. Utomo and M.S. Syechfani. 2010. Rice husk biochar for rice based cropping system in acid soil 1. The characteristics of rice husk biochar and its influence on the properties of acid sulfate soils and rice growth in West Kalimantan, Indonesia. *Journal of Agricultural Science* 2(1): 39-47.
- Mbagwu, J.S.C. and A. Piccolo. 1997. Effects of humic substances from 149 oxidized coal on soil chemical properties and maize yield. pp 921-925. In: J. Drozd, S.S. Gonet, N. Senesi, and J. Weber (eds.). *The Role of Humic Substances in the Ecosystems and in Environmental Protection*. Polish Society of Humic Substances, Poland.
- Panya, O. and G.W. Lovelace. 1988. Charcoal making in rural Northeast Thailand: rapid rural appraisal of a wood-based, small-scale enterprise. Research Report. KRU-FORD Rural Systems. Khon Kaen University. 81 p.
- Sauerbeck, D.R. 2001. CO₂ emissions and C sequestration by agriculture - perspectives and limitations. *Nutr. Cycl. Agroeco.* 60: 253-266.
- Steiner, C., W. G. Teixeira, J. Lehmann and W. Zech. 2004. Microbial response to charcoal amendments of highly weathered soils and amazonian dark earths in central Amazonia—preliminary results. pp. 195-212. In: B. Glaser and W. I. Woods (eds.). *Amazonian Dark Earths: Explorations in Space and Time*. Springer Verlag, Heidelberg.
- Steiner, C., B. Glaser, W.G. Teixeira, J. Lehmann, W.E.H. Blum and W. Zech. 2008. Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central Amazonian Ferralsol amended with compost and charcoal. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171: 893-899.
- Tryon, E.H. 1948. Effect of charcoal on certain physical, chemical and biological properties of forest soils. *Ecol. Monogr.* 18: 81-115.
- Ueno, H., Y. Gomi, N. Asagi and T. Tsurumi. 2007. Effect of charcoal application on radish growth and N uptake estimated by 15N method. *Proceedings of ASA-CSSA-SSSA*, Louisiana, 4-8 November 2007. pp. 194.
- Verheijen, F.G.A., S. Jeffery, A.C. Bastos, M. van der Velde and I. Diafas. 2010. *Biochar Application to Soils: A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions*. Italy: European Communities.
- Warnock, D.D., J. Lehmann, T. Kuyper and M. Rillig. 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil – concepts and mechanisms. *Plant Soil* 300: 9-20.