

ผลของถ่านไม้มะม่วงชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียว

EFFECT OF MANGO WOOD BIOCHAR IN PLANTING MATERIAL ON GROWTH AND YIELDS OF WAXY CORN

เยาวพล ชุมพล* และ โฉมยง ไชยอุบล

Yaovapol Choompol and Chomyong Chaiubon

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Plant Production Technology, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University

Received: 24 November 2020

Accepted: 17 March 2021

บทคัดย่อ

ถ่านชีวภาพได้รับความสนใจในการนำมาใช้ในการปรับปรุงดิน เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความพรุนสูงสามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดี วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนของถ่านไม้มะม่วงชีวภาพต่อดินที่เหมาะสมให้เป็นวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมสายพันธุ์เหนียวมณี แบ่งการศึกษออกเป็น 4 ทริตเมนต์ ในแต่ละทริตเมนต์ผสมถ่านชีวภาพในอัตราส่วนผสมร้อยละของถ่านชีวภาพต่อดิน 4 อัตราดังนี้ อัตรา 100:0 อัตรา 75:25 อัตรา 50:50 และอัตรา 25:75 ผลการศึกษาพบว่าค่าความเป็นกรดเบสของดินลดลงตามอัตราส่วนของถ่านชีวภาพในวัสดุปลูกที่ลดลง อัตราส่วนของถ่านชีวภาพต่อดินในวัสดุปลูกข้าวโพดมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยอัตราส่วนของถ่านชีวภาพในวัสดุปลูกมีแนวโน้มการตอบสนองต่อความสูงของลำต้นข้าวโพดแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($P < 0.01$) ส่วนความกว้างของใบมีแนวโน้มการตอบสนองแบบเส้นตรง ($P < 0.01$) โดยพบว่าเมื่ออัตราส่วนของถ่านชีวภาพในวัสดุปลูกลดลงมีผลทำให้ความกว้างของใบลดลง อัตราส่วนของถ่านชีวภาพในวัสดุปลูกที่ลดลงมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักฝัก ความกว้าง

* ผู้ประสานงาน: เยาวพล ชุมพล

อีเมลล์: yaovapol.ch@udru.ac.th

และความยาวของฝักข้าวโพด ลดลงแบบเส้นตรง ($P < 0.05$) สรุปได้ว่าอัตราส่วนของถ่านไม้มะม่วงชีวภาพในวัสดุปลูกที่ลดลงมีแนวโน้มการตอบสนองต่อความสูงของลำต้น ความกว้างของใบ ผลผลิตน้ำหนักฝัก ความกว้างของฝัก และความยาวของฝักข้าวโพดที่ลดลง ในการศึกษาครั้งนี้ อัตราส่วนผสมร้อยละของถ่านชีวภาพต่อดินในวัสดุปลูก ที่ระดับ 75:25 มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเหนียวชนิดที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: ถ่านไม้มะม่วงชีวภาพ, ข้าวโพดข้าวเหนียว

Abstract

Biochar has been interested in soil improvement due to its property in high porosity and ability in water and nutrient absorption. The objective of this research was to investigate the effects of the suitable ratio of mango wood biochar to the soil as planting material on the growth of the “Niaw manee” waxy corn. The study was divided into 4 different treatments. In each treatment, the biochar was mixed per soil mixtures at four different ratios: 100: 0, 75:25, 50:50 and 25:75. The results of the research show that the pH of the soil decreased according to the ratio portion of the biochar in the planting material. The ratio of biochar in the planting material influenced the growth of corn. The ratio of biochar in planting materials was likely to respond to the height of the corn stem in quadratics ($P < 0.01$), while the width of the leaves tended to respond linearly ($P < 0.01$). It was found that when the ratio of biochar in the planting material decreased, the width of the leaves decreased. Reducing the ratio of the biochar in planting material tended downward the weight of the corn pods, the width of the corn pods, and the length of corn pods (linear; $P < 0.05$). It can be concluded that reduction of mango wood biochar portion in planting material tended to decrease the growth parameters i.e. height of stem, width of leaves, weight of the corn pods, width of the corn pods, and length of corn

Pods. In this research, the percentage ratio mixture of biochar and soil at 75:25 showed the best result, and the biochar influenced the growth and production of waxy corn.

Keywords: Mango Wood Biochar, Waxy Corn

บทนำ

ปัจจุบันนี้มีการนำถ่านชีวภาพ (Biochar) ที่ผลิตจากมวลชีวภาพ เศษใบไม้ หรือเศษวัสดุทางการเกษตร ที่ผ่านกระบวนการเผาไหม้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและอากาศมาใช้ประโยชน์หลายด้าน ดังนี้ ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศลดคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศระยะยาว ช่วยในกระบวนการจัดการของเสียประเภทอินทรีย์วัตถุ และใช้ในทางการเกษตร เนื่องจากถ่านชีวภาพมีความเหมาะสมหลายอย่าง มีค่า pH 7.76 มีโซเดียม โปแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม มีปริมาณคาร์บอน ร้อยละ 52.77 ไนโตรเจน ร้อยละ 1.09 ซัลเฟอร์ ร้อยละ 0.049 และมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) 48.41 นอกจากนี้ ถ่านชีวภาพยังช่วยปรับปรุงดิน และเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เพราะลักษณะความเป็นรูพรุนทำให้กักเก็บน้ำ เป็นที่อยู่ให้กับจุลินทรีย์สำหรับทำกิจกรรมเพื่อสร้างอาหารให้ดิน (พินิจภณ ปิตุยะ และอนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์, 2560) ได้มีการนำถ่านชีวภาพมาใช้กับพืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพด ถั่วเหลือง และใช้กับพืชผักสวนครัว เป็นต้น ใช้เป็นวัสดุสำหรับเพาะต้นกล้าช่วยให้เติบโตได้ดี เช่น ส่วนผสมถ่านชีวภาพกับเปลือกกาแฟใช้เพาะต้นกล้วย ส่วนผสมถ่านชีวภาพกับแกลบใช้เพาะผักและผักสลัด หรือใช้ดินปลูกผสมถ่านชีวภาพเพื่อช่วยร่นระยะเวลาผลผลิต เช่น การปลูกดอกแค และกระเจี๊ยบ นอกจากนี้ ยังมีการนำไปใช้เพื่อลดต้นทุนการทำเกษตร ใช้เพียงดินปลูกผสมถ่านชีวภาพตามสูตรแม่โจ้สามารถให้ผลผลิตพืชผลทางการเกษตร เช่น ผักสลัด ผักสวนครัว โดยที่ไม่ต้องใช้ปุ๋ยเพิ่มเติม ช่วยลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกร (ธนศิษฐ์ วงศ์ศิริอำนวย, 2562) ถ่านชีวภาพจากแกลบมีผลต่อสภาพการละลายของจุลธาตุอาหารพืชและการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกในดินเนื้อปูน ซึ่งถ่านชีวภาพช่วยส่งเสริมการเป็นประโยชน์ของจุลธาตุอาหารพืช และยังช่วยเพิ่มความสูง น้ำหนักแห้งฟาง และร้อยละเมล็ดข้าวได้ดี (ภราภรณ์ เหล็กสูงเนิน และคณะ, 2560) สำหรับการใช้ถ่านปรับปรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน จะใช้ดินผสมถ่านเป็นวัสดุปลูกซึ่งให้

ค่าผลผลิตสูงสุดเมื่อเจริญเติบโตมีอายุ 60 วัน สูงกว่าดินผสมปุ๋ยไนโตรเจน (เสาวคนธ์ เหมวงษ์ และศศิธร เชื้อกฤษ, 2554) มีรายงานการใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพในการนำมาใช้ปลูกผักนั้น การใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ พด. 12 ในแปลงปลูกคะน้าจะทำให้ผักคะน้ามีผลผลิตรวมสูงที่สุด 1,900 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ดินมีการอิมมัตด้วยน้ำ ปฏิกริยาของดิน ปริมาณฟอสฟอรัส และแคลเซียมในดินสูงที่สุด 8.50 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ทำให้ความชื้นในดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด ร้อยละ 18.60 (เกศศิริรินทร์ แสงมณี และคณะ, 2557) อัตราส่วนผสมของดินต่อถ่านชีวภาพจากเงาะ ร้อยละ 10:2 จะทำให้ต้นคะน้าฮ่องกงมีความสูงมากที่สุด 20.42 เซนติเมตร และมีจำนวนใบมากที่สุด 6.17 รองลงมาคือ ดินต่อแกลบ 19.37 เซนติเมตร 5.85 ใบ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเข้าไปจะทำให้มีการเจริญเติบโตของคะน้าฮ่องกงได้ดียิ่งขึ้น (Mai Vu Thi et., al, 2013) การใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุปรับปรุงดินในข้าวนาหว่านน้ำตม ซึ่งถ่านชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน การเจริญเติบโตของข้าวในระยะ แรกหรือระยะต้นกล้าที่อายุ 30 และ 45 วันหลังหว่านข้าว ทำให้ข้าวมีความสูงจำนวนหน่อต่อต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงกว่าไม่ใส่ถ่านชีวภาพแต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในระยะต่อมา (จาวภา มะนาวนอก และคณะ, 2560)

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดจำนวนมาก การปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดไร่แบบอาศัยน้ำฝน ซึ่งสภาพพื้นที่ควรเป็นที่ดอนมีการระบายน้ำได้ดี โดยเจริญเติบโตได้ดีในลักษณะดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชสูงพอสมควร ดินมีค่า pH ประมาณ 5.5-8.0 ค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อยจะเหมาะสมที่สุด และข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นชนิดหนึ่งที่เหมาะปลูกเพื่อการค้าและบริโภคในครัวเรือน เนื่องจากเจริญเติบโตได้ง่ายและมีอายุสั้นเพียงฤดูเดียว มีคุณค่าทางโภชนาการ ช่วยควบคุมคอเลสเตอรอล ลดความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ ยังนิยมใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม (พัชรรัตน์ อมรชรร, 2552) อย่างไรก็ตาม สภาพดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะเป็นดินร่วนทราย ซึ่งทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาความชื้นในดินได้ นอกจากนั้น ยังมีการสะสมของแร่ธาตุสารอาหารสำหรับข้าวโพดที่น้อยไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดี ดังนั้น จากคุณสมบัติของถ่านชีวภาพจากไม้มะม่วงมืองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และมีความคงตัวสลายได้ช้ามีอายุการใช้งานได้ยาวนานพร้อมกับมีพื้นที่ผิวจำนวนมากช่วยในการดูดซับธาตุอาหารได้แต่ยังไม่ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ปลูกข้าวโพด ดังนั้น จากคุณสมบัติของถ่านชีวภาพที่กล่าวมาจึงจำเป็นต้อง ศึกษาอัตราส่วนของ

ถ่านชีวภาพที่เหมาะสมในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมสายพันธุ์เหนียวมณี

วิธีการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการทดลองนี้ทำในแปลงเพาะปลูก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ระหว่างวันที่ 1 กันยายน - 31 ตุลาคม 2563 ในสภาพแปลงปลูก พื้นที่มีลักษณะดินร่วนปนทราย (sandy loam) ซึ่งนำมาใช้เป็น ส่วนผสมกับถ่านชีวภาพเพื่อเป็นวัสดุปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมสายพันธุ์เหนียวมณี โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ทำการขุดหลุมกว้าง ยาวและลึก ขนาด 30x30x30 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างหลุม 40 เซนติเมตร และระยะระหว่างแถว 80 เซนติเมตร จำนวน 4 แถว ๆ ละ 4 หลุม ทั้งหมด 16 หลุม ในแต่ละหลุมเสริมวัสดุปลูก หลุมละ 12.5 กิโลกรัม เตรียมวัสดุปลูกหรือทรีตเมนต์โดยผสมถ่านชีวภาพและดินใน 4 อัตราส่วน (ตารางที่ 1) ดังนี้

- ทรีตเมนต์ที่ 1 (กลุ่มควบคุม) วัสดุปลูกผสมถ่านชีวภาพต่อดิน ในอัตราส่วน 100:0
- ทรีตเมนต์ที่ 2 วัสดุปลูกผสมถ่านชีวภาพต่อดิน ในอัตราส่วน 75:25
- ทรีตเมนต์ที่ 3 วัสดุปลูกผสมถ่านชีวภาพต่อดิน ในอัตราส่วน 50:50
- ทรีตเมนต์ที่ 4 วัสดุปลูกผสมถ่านชีวภาพต่อดิน ในอัตราส่วน 25:75

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบวัสดุปลูกในแต่ละทรีตเมนต์

ส่วนประกอบวัสดุปลูก	ทรีตเมนต์	ทรีตเมนต์	ทรีตเมนต์	ทรีตเมนต์
	ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3	ที่ 4
ถ่านชีวภาพ (กิโลกรัม)	50	37.5	25	12.5
ดิน (กิโลกรัม)	0	12.5	25	37.5
ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ 15 (กิโลกรัม)	0.07	0.07	0.07	0.07
ปุ๋ยคอก (กิโลกรัม)	0.62	0.62	0.62	0.62
รวม	50.69	50.69	50.69	50.69

1. การเตรียมถ่านชีวภาพ กระบวนการผลิตถ่านชีวภาพของการศึกษาครั้งนี้ ได้จากการเผาถ่านกิ่งมะม่วง มีกระบวนการผลิตที่เริ่มต้นด้วยการเตรียมกิ่งมะม่วงนำมาเผามีกระบวนการเผาถ่านชีวภาพแบบเตา 200 ลิตร โดยดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การไล่ความชื้น ใช้เวลา 1.19 ชั่วโมง มีอุณหภูมิปากปล่อง 80 องศาเซลเซียส ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการไม้เริ่มเป็นถ่าน โดยปล่อยให้ไฟที่หน้าเตาติดไฟต่อไปเรื่อย ๆ อุณหภูมิที่ปากปล่องสูงขึ้นระหว่าง 80-103 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 19.27 ชั่วโมง สังเกตจากการรวมตัวของควันกันหนาแน่นพุ่งขึ้นสีขาวขุ่น มีกลิ่นเหม็นฉุนอย่างรุนแรง ขั้นตอนที่ 3 การทำให้ถ่านบริสุทธิ์ ใช้เวลา 11.53 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ปากปล่องสูงถึง 130 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิที่ปากปล่องลดลงเรื่อย ๆ ถึง 55 องศาเซลเซียส จึงปิดหน้าเตาและปากปล่องไฟให้สนิท ขั้นตอนที่ 4 การทำให้เตาเผาเย็น โดยทิ้งไว้ 3 วัน จึงได้นำถ่านชีวภาพออกจากเตาเผา ทำการบดถ่านให้มีขนาดเล็กละเอียดร่อนผ่านตะแกรง รุกกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตรแล้วนำไปใช้ผสมกับวัสดุปลูกตามแผนการทดลอง

2. วิธีการปลูก นำเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมสายพันธุ์เหนียวเมล็ดลงในหลุมปลูกหลุมละ 2 เมล็ด โดยปลูกลึกลงในดินประมาณ 5 เซนติเมตร ทุกหลุม จำนวน 16 หลุม แล้วรดน้ำให้ชุ่มพอประมาณ คลุมหลุมปลูกด้วยฟางข้าวเพื่อป้องกันแสงแดดและช่วยกักเก็บความชื้นในดิน จากนั้นเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังปลูก ทริตเมนต์ละ 1 ตัวอย่าง ๆ ละ 10 กรัมต่อทริตเมนต์ นำไปวิเคราะห์ค่า pH ของดินก่อนและหลังปลูก ดูแลให้น้ำต้นข้าวโพดตามระยะเวลา ตรวจวัดการเจริญเติบโตของข้าวโพดพร้อมบันทึกผลการทดลองที่ได้ ดังนี้

2.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพด วัดความกว้างและความสูงของลำต้น ใบ ดอก และฝัก โดยความสูงจะวัดจากโคนต้นจนถึงปลายยอดอ่อนของระยะการเจริญเติบโตในสัปดาห์แรก วัดความสูงหลังจากปลูกข้าวโพดออกดอกทุกสัปดาห์ จนถึงระยะดอกตัวผู้เริ่มออกดอกได้ ร้อยละ 50 ของข้าวโพดทั้งหมด (เซนติเมตร) วัดความสูงช่อดอกตัวผู้ที่ออกดอกจากโคนต้นจนถึงก้านชูดอกตัวผู้ (เซนติเมตร) วัดความสูงตำแหน่งที่มีการออกฝัก จากโคนต้นจนถึงข้อปล้องที่ออกฝักข้าวโพด (เซนติเมตร) และวัดความกว้างของใบข้าวโพด ซึ่งจะเลือกวัดใบที่สมบูรณ์ที่สุดของต้น (เซนติเมตร)

2.2 ผลผลิตของข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว วัดความกว้างของฝักข้าวโพดก่อนปอกและหลังปอกเปลือก โดยเลือกวัดจุดที่สมบูรณ์ที่สุดของฝักข้าวโพด (เซนติเมตร) วัดความยาวของฝักข้าวโพดก่อนและหลังปอกเปลือกจากโคนฝักจนถึงปลายของฝัก (เซนติเมตร)

ซังน้ำหนักฝักข้าวโพดก่อนปอกและหลังปอกเปลือก (กรัม) และวัดค่าความหวานของผลผลิต เมล็ดข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว ($^{\circ}$ brix)

3. การวิเคราะห์ดิน ทำการวิเคราะห์เฉพาะค่า pH และปฏิกิริยาของดินหรือระดับ ความรุนแรงค่า pH ของดิน (soil reaction) (Peech, 1965) โดยใช้อัตราส่วนดิน: น้ำ (1:1) ทำการชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ลงในปิกรเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที นำสารละลายดินที่ได้ไปวัดค่า pH ตัวอย่างสารละลายดินละ 5 ครั้ง

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ มัลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูก ในแต่ละทรีตเมนต์ นำมาคำนวณค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทำการ เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ของแต่ละทรีตเมนต์ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ด้วยโปรแกรม Statistix 10 โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทาง สถิติที่น้อยกว่า 0.05 ($P < 0.05$) และวิเคราะห์แนวโน้มการตอบสนองของอัตราส่วนถ่านชีวภาพ ในวัสดุปลูก ด้วยวิธี Orthogonal Polynomial Contrast

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการวิจัย

1.1 ค่าความเป็นกรดต่างของวัสดุปลูก (pH) ถ่านชีวภาพที่ได้จากไม้มะม่วงมีความ เป็นต่าง ผลการวิเคราะห์ค่า pH ของวัสดุปลูกก่อนปลูก พบค่า pH ลดลงตามอัตราส่วนถ่าน ชีวภาพในวัสดุปลูก โดยทรีตเมนต์ที่ 1 (100:0) มีค่า pH ก่อนปลูกสูงสุด ในขณะที่ ทรีตเมนต์ที่ 4 (25:75) มีค่า pH ก่อนปลูก ต่ำสุด (8.22 และ 7.86 ตามลำดับ) ค่า pH ของวัสดุปลูกหลัง การปลูกข้าวโพด พบว่ามีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่า pH ของวัสดุปลูกก่อนการปลูก ข้าวโพด โดยมีค่า pH ระหว่าง 7.13-7.19 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่า pH ของวัสดุปลูกก่อนและหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	ค่า pH	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก
Biochar 100%: soil 0%	8.22	7.19
Biochar 75%: soil 25%	8.12	7.13
Biochar 50%: soil 50%	8.05	7.14
Biochar 25%: soil 75%	7.86	7.14

1.2 ด้านการเจริญเติบโต อัตราส่วนของถ่านชีวภาพที่ผสมในวัสดุปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดในด้านความสูงของลำต้น ในทุกสัปดาห์ (ตารางที่3) ยกเว้นสัปดาห์ที่ 2 โดยข้าวโพดที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมถ่านชีวภาพต่อดิน ในอัตราส่วน 50:50 (ทรีตเมนต์ที่ 3) มีค่าเฉลี่ยด้านความสูง สูงที่สุด ในขณะที่วัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนผสมของถ่านชีวภาพต่อดิน 25:75 (ทรีตเมนต์ที่ 4) มีค่าเฉลี่ยความสูงต่ำสุด

ตารางที่ 3 ผลของถ่านชีวภาพต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นข้าวโพด

Treatment	ความสูง (เซนติเมตร)					
	สัปดาห์ที่					
	1	2	3	4	5	6
Biochar 100%: soil 0%	9.0 ^a	12.3	19.5 ^b	36.0 ^{ab}	49.0 ^{ab}	87.7 ^b
Biochar 75%: soil 25%	6.3 ^b	11.0	19.2 ^b	36.5 ^{ab}	48.2 ^{ab}	85.5 ^b
Biochar 50%: soil 50%	7.5 ^{ab}	14.0	26.7 ^a	43.7 ^a	62.0 ^a	101.0 ^a
Biochar 25%: soil 75%	8.0 ^{ab}	12.0	21.5 ^{ab}	33.7 ^b	44.0 ^b	73.5 ^c
F-test	*	ns	*	*	*	**
C.V. (%)	19.42	23.84	16.93	13.84	17.98	8.47

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

*, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันเพียงตัวเดียวในคอลัมน์เดียวถือว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อัตราส่วนถ่านชีวภาพในวัสดุปลูก มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความกว้างของใบ ข้าวโพด ความสูงตำแหน่งเกสรตัวผู้ ความสูงตำแหน่งเกิดฝักข้าวโพด(ตารางที่4) โดยข้าวโพด ที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมถ่านชีวภาพต่อดินในทรีตเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่วัสดุปลูกในทรีตเมนต์ที่ 4 (อัตราส่วนผสมของถ่านชีวภาพต่อดิน 25:75) มีค่าเฉลี่ยด้านความกว้างของใบข้าวโพด ความสูงตำแหน่งเกสรตัวผู้ ความสูงตำแหน่งเกิดฝักข้าวโพดต่ำสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ ทรีตเมนต์ที่ 1, 2 และ 3

ตารางที่ 4 ผลของถ่านชีวภาพต่อการเจริญเติบโตด้านความกว้างของใบข้าวโพด ความสูง ตำแหน่งเกสรตัวผู้ ความสูงตำแหน่งเกิดฝักข้าวโพด

Treatment	ความกว้างใบ	ความสูงตำแหน่ง	ความสูงตำแหน่ง
	ข้าวโพด (ชม./ต้น)	เกสรตัวผู้ (ชม./ต้น)	เกิดฝัก (ชม./ต้น)
Biochar 100%: soil 0%	7.8 ^a	152.0 ^{ab}	72.7 ^{ab}
Biochar 75%: soil 25%	7.7 ^a	162.2 ^a	80.7 ^a
Biochar 50%: soil 50%	7.3 ^a	150.7 ^{ab}	69.2 ^{ab}
Biochar 25%: soil 75%	6.1 ^b	129.2 ^c	62.5 ^b
F-test	**	*	*
C.V. (%)	6.6	12.37	11.66

หมายเหตุ: *, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันเพียงตัวเดียวในคอลัมน์เดียวถือว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.3 ด้านผลผลิตข้าวโพด อัตราส่วนถ่านชีวภาพในวัสดุปลูก มีผลต่อผลผลิต น้ำหนักฝัก ความกว้างของฝัก และความยาวของฝักทั้งก่อนปอกเปลือกและหลังหลังปอกเปลือก ข้าวโพด(ตารางที่ 5) โดยข้าวโพดที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมถ่านชีวภาพต่อดินในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 มีผลผลิตน้ำหนักฝัก ความกว้างของฝัก และความยาวของฝักทั้งก่อนปอกเปลือกและ หลังหลังปอกเปลือกข้าวโพดดีที่สุดในขณะที่ข้าวโพดที่ปลูกในวัสดุปลูกในทรีตเมนต์ที่ 4

มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝัก ความกว้างของฝัก และความยาวของฝักทั้งก่อนปอกเปลือกและหลัง
หลังปอกเปลือก ข้าวโพดต่ำสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ
กับทรีตเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 อัตราที่ดีที่สุดคือถ่านอัตราส่วน 100:0 และ 75:25 เท่านั้นที่ทำให้
ให้ผลผลิตความกว้างฝัก และความยาวฝักดีที่สุด

ตารางที่ 5 ผลของถ่านชีวภาพต่อน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือก ความกว้าง
ของฝักก่อนปอก เปลือกและหลังปอกเปลือก ความยาวของฝักก่อนปอกเปลือก
และหลังปอกเปลือกข้าวโพด

Treatment	น้ำหนักฝัก (กรัม/ฝัก)		ความกว้างฝัก (ซม./ฝัก)		ความยาวฝัก (ซม./ฝัก)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
	ปอกเปลือก	ปอกเปลือก	ปอกเปลือก	ปอกเปลือก	ปอกเปลือก	ปอกเปลือก
Biochar 100%: soil 0%	175.2 ^{ab}	167.3 ^{ab}	4.8 ^a	4.4 ^{ab}	29.3 ^a	18.2 ^{ab}
Biochar 75%: soil 25%	207.9 ^a	173.4 ^a	4.8 ^a	4.4 ^a	29 ^a	18.5 ^a
Biochar 50%: soil 50%	162.5 ^{ab}	131.1 ^{bc}	4.5 ^a	4.0 ^{bc}	25 ^b	16.0 ^b
Biochar 25%: soil 75%	120.8 ^b	102.0 ^c	4.0 ^b	3.0 ^c	24 ^b	15.0 ^c
F-test	*	**	**	**	**	**
C.V. (%)	26.38	16.09	5.81	6.42	4.08	6.23

หมายเหตุ: *, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันเพียงตัวเดียวในคอลัมน์เดียวถือว่าไม่แตกต่าง
กันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.4 ค่าความหวานเมล็ดข้าวโพด อัตราส่วนถ่านชีวภาพในวัสดุปลูกไม่มีผลต่อค่า
ความหวานของเมล็ดข้าวโพด โดยพบว่าในทุกทรีตเมนต์ เมล็ดข้าวโพดมีค่าความหวานเท่ากันที่
15 brix

2. อภิปรายผล

ถ่านชีวภาพมีผลทำให้ค่า pH ของวัสดุปลูกเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของถ่านชีวภาพใน
วัสดุปลูก โดยพบว่าค่า pH ของถ่านชีวภาพไม่ระมัดระวังที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่า เท่ากับ
8.22 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างปานกลาง เมื่อผสมลงไปวัสดุปลูกที่มีผลทำให้ค่า pH ของวัสดุ

ปลูกเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของรัตถชล อ่างมณี และคณะ (2560) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพมีค่า pH อยู่ในช่วง 7.76 และมีพื้นที่ผิวและรูพรุน 93.36 ตารางเมตร/กรัม ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถดูดซับน้ำในดินเพื่อความชื้นในดินได้และยังมีศักยภาพเป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี ค่า pH ของวัสดุปลูกหลังการปลูกข้าวโพด พบว่าสภาพวัสดุปลูกมีการดูดซึมแร่ธาตุต่าง ๆ ในวัสดุปลูกเพื่อไปใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้น หลังปลูกจึงพบว่าระดับค่า pH ของทุกทริตเมนต์มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 7.13-7.19 จัดอยู่ในระดับเป็นกลาง เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (จาวภามะนาวนอก และคณะ, 2560)

จากผลการวิเคราะห์แนวโน้มการตอบสนองของระดับถ่านชีวภาพในวัสดุปลูก ด้วยวิธี Orthogonal Polynomial Contrast พบว่า อัตราส่วนของถ่านชีวภาพต่อดินในวัสดุปลูกข้าวโพดข้าวเหนียว มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยในสัปดาห์ที่ 6 หลังการปลูก อัตราส่วนของถ่านชีวภาพในวัสดุปลูกมีแนวโน้มการตอบสนองต่อความสูงของลำต้นข้าวโพดแบบ เส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic; $P < 0.01$) โดยพบว่า ข้าวโพดที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนผสมของถ่านชีวภาพและดินในอัตราส่วน 50:50 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงสูงสุด ส่วนความกว้างของใบมีแนวโน้มการตอบสนองแบบเส้นตรง (Linear; $P < 0.01$) โดยพบว่าเมื่ออัตราส่วนของถ่านชีวภาพในวัสดุปลูกลดลงมีผลทำให้ความกว้างของใบลดลง สอดคล้องกับผลผลิตข้าวโพด โดยพบว่าอัตราส่วนของถ่านชีวภาพในวัสดุปลูกที่ลดลงมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักฝัก ความกว้างและความยาวของฝักข้าวโพด ลดลงแบบเส้นตรง (Linear; $P < 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก คุณสมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพมีพื้นที่ผิวและรูพรุน สามารถดูดซับน้ำในดิน ทำให้ความชุ่มชื้นในดินเพิ่มขึ้น เป็นที่อยู่ให้กับจุลินทรีย์สำหรับทำกิจกรรมเพื่อสร้างอาหารให้ดิน และดินอุดมสมบูรณ์ขึ้น ปรับสภาพความเป็นกรดเบสของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด นอกจากนี้ ยังมีแร่ธาตุที่สำคัญในการเจริญเติบโตของข้าวโพดได้ดี มีศักยภาพเป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี (รัตถชล อ่างมณี และคณะ, 2560) สอดคล้องกับการศึกษาของศิริลักษณ์ ศิริสิงห์และอรสา สุกสว่าง (2556) ได้ทำการทดลองการประเมินผลการประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินเพื่อทดแทนปุ๋ยคอกในบางส่วนซึ่งสามารถทดแทนได้เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนปุ๋ยคอกต่อถ่านชีวภาพพบว่าอัตราส่วน 25:75 ทำให้ผลผลิตฝักค่อน้ำมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

สรุปผลการวิจัย

อัตราส่วนของถ่านไม้มะม่วงชีวภาพในวัสดุปลูกที่ลดลงมีแนวโน้มการตอบสนองต่อความสูงของลำต้น ความกว้างของใบ ผลผลิตต้นน้ำหนักฝัก ความกว้างของฝัก และความยาวของฝักข้าวโพดที่ลดลง โดยที่อัตราส่วนผสมของถ่านชีวภาพต่อดินในวัสดุปลูกที่อัตราส่วน 75:25 มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์ลูกผสมเหนียวมณีดีที่สุด อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบของถ่านชีวภาพที่ใช้ในพื้นที่เพาะปลูกพืชในระยะยาว และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกพืชแต่ละชนิดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่สนับสนุนสถานที่ทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- เกศศิริรินทร์ แสงมณี, ชัยนาม ดิสถาพร และ สุรัชย์ สุวรรณชาติ. (2557). การจัดการดินด้วยเทคโนโลยีชีวภาพในการผลิตค่น้ำในดินทราย. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 45(พิเศษ2), 605-608.
- จาวภา มะนาวนอก, สันติเมตรี ก้อนคำดี, เกษสุตา เดชภิมล และ วรณวิภา แก้วประดิษฐ์พลพินิจ. (2560). ถ่านชีวภาพ: ผลต่อคุณสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวนาหว่านตม (การทดสอบในสภาพกระถาง). *แก่นเกษตร*, 45(2), 209-220.
- ธนศิษฐ์ วงศ์ศิริอำนวย. (2562). *การผลิตถ่านชีวภาพและแนวทางการใช้ประโยชน์*. สืบค้นเมื่อ วันที่ 29 มีนาคม 2563 จาก <https://www.erp.mju.ac.th/>.
- พัทธิรัตน์ อมรชร. (2552). *การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดหวานจำแนกโดยลักษณะสัญญาณวิทยาและการตอบสนองต่อโรคราน้ำค้าง*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- พินิจภณ ปิตุยะ และ อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์. (2560). การพัฒนาและฟื้นฟูดินทรายในเขตเงาฝนด้วยถ่านชีวภาพ. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 12(3), 27-38.

- ภราภรณ์ เหล็กสูงเนิน, วรชาติ วิศว์พัฒน์ และ ดาวจรัส เกตุโรจน์. (2560). ผลการใช้ถ่านชีวภาพจากแกลบต่อสภาพการละลายธาตุอาหารพืชและการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกในดินเหนียว. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 4(3), 65-74.
- เสาวคนธ์ เหมวงษ์ และ ศศิธร เชื้อกฤษณะ. (2554). การใช้ถ่านปรับปรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน. *วารสารเกษตร*, 27(3), 259-266.
- ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์ และ อรสา สุกสว่าง. (2556). การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 39(2), 212-225.
- รัตถชล อ่างมณี, กัญจน์นรี ช่างฉ่ำ และ อรรณพ หอมจันทร์, 2560. สมบัติของไบโอชาร์ที่ผลิตจากเศษข้าวโพด และศักยภาพในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์* 56, 12(1), 53-63.
- Thi, M. V., Chulaka, P., Kasem, S., & Kaewsorn, P. (2013). Effects of Bio-charcoal and Organic Fertilizer on the Growth of Mini Chinese Kale. *Agricultural Sci. J*, 44(Suppl.2), 648-656.
- Peech, M. 1965. *Hydrogen-Ion Activity*. In *Methods of soil Analysis Part 2*. C.A. Black (ed.) American society of Agronomy, Inc, Publisher. USA. pp. 914-926.