ผลของปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพจากฟางข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค

Effect of Using Manure and Biochar from Rice Straw on Growth and Yield of Green Oak (*Lactuca sativa* L.)

เยาวมาลย์ เขียวสอาด[1*] ฐิรารัตน์ แก้วจำนง[1] และสมรักษ์ รอดเจริญ[1]
Yaowamarn Keawsaard[1*] Thirarat Kaewchamnong[1] and Somrak Rodjaroan[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค ดำเนินการศึกษา ณ แปลงเกษตรพอเพียง ศูนย์เด็กเล็กนาทราย อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 4 แปลง ประกอบด้วย 1) ไม่ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพ (ชุดควบคุม) 2) ใส่ปุ๋ยคอกปริมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 1,500:500 กิโลกรัมต่อไร่ และ 4) ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 40 วัน หลังปลูก โดยใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนการปลูกโดยใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวราก และน้ำหนักสดต่อต้นของผักสลัดกรีนโอ๊คมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 28.12 43.38 69.25 50.38 เซนติเมตร และ 189.57 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สรุปการใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คและทดแทนปุ๋ยเคมีได้

คำสำคัญ: ปุ๋ยคอก ถ่านชีวภาพ การเจริญเติบโต ผลผลิต ผักสลัดกรีนโอ๊ค

[1] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[*] Corresponding author e-mail: yaowamarn@hotmail.com
DOI: https://doi.org/10.65217/wichchajnstru.2024.v43i1.257823

Received: 2 February 2023, Revised: 18 May 2023, Accepted: 21 June 2023

Abstract

This research aimed to study the appropriate ratio of manure and biochar in the growth and yield of Green Oak. The field experiment had been done at Na Sai Subdistrict Child Development Center Mueang district, Nakhon Si Thammarat province from September 2021 to January 2022. The complete randomized design (CRD) was adopted which resulted in 4 different treatments: (T1) no application of biochar and manure, (T2) manure only (2,000 kilogram (kg) per rai), (T3) biochar combined with manure (1500:500 kg/rai), and (T4) biochar combined with manure (500:1500 kg/rai). The result showed that the use of manure and biochar in different ratios after being transplanted for 40 days had a statistically significant ($p \leq 0.01$). With T2, the parameters of stem diameter, plant height, canopy root length, and the fresh weight per plant was higher than those of other treatments, at 28.12 centimeter (cm), 43.38 cm, 69.25 cm, 50.38 cm, and 189.57 gram per plant, respectively. It can be concluded that the use of chemical fertilizer can be replaced by the use of biochar combined with manure at the rate of 500:1500 kg/rai in growing Green Oak.

Keywords: Manure, Biochar, Growth, Yield, Green oak

บทนำ

ปัจจุบันการปลูกผักของเกษตรกรในประเทศไทยนิยมใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับเป็นธาตุอาหารพืช และมีแนวโน้มในการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงขึ้น รวมถึงการปลูกผักชนิดเดิมในพื้นที่เดิมติดต่อกันเป็นเวลานานซึ่งทำให้ดินจับตัวเป็นก้อนแข็งเมื่อแห้ง ดินที่แน่นทึบจะมีผลต่อการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศของดินทำให้การถ่ายเทอากาศไม่ดีและรากพืชหาอาหารได้ยาก ทำให้พืชไม่สามารถเติบโตได้ดีเท่าที่ควร การใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีไม่ใช่วิธีการปรับปรุงโครงสร้างดิน แต่เป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช โดยไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดิน การใส่ปุ๋ยยูเรียหรือปุ๋ยแอมโมเนียทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น ปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้มีฟอสเฟตตกค้างในดิน ดังนั้นก่อนที่จะทำการเพาะปลูกผักจึงจำเป็นต้องมีการแก้ไขปัญหาของดินโดยทำได้หลายวิธี เช่น การเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินโดยการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก เป็นต้น เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินก่อนปลูก (Whalen *et al*., 2000) นอกจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดินก่อนการปลูกผักแล้ว ยังมีวัสดุที่ใช้สำหรับปรับปรุงดินที่ได้รับความนิยม คือ ถ่านชีวภาพ (biochar) เป็นวัสดุที่มีคาร์บอนสูง เกิดจากการแปรสภาพด้วยกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนหรือไพโรไลซิส (pyrolysis) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก มี 2 วิธีหลัก ๆ คือ การแยกสลายอย่างเร็ว (fast pyrolysis) และการแยกสลายอย่างช้า (slow pyrolysis) ซึ่งองค์ประกอบที่ได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของมวลชีวภาพและวิธีการแยกสลาย

(pyrolysis condition) (Manya *et al*., 2012; Sohi, 2012) ถ่านชีวภาพประกอบด้วยคาร์บอนประมาณ 77 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

ถ่านชีวภาพไม่ใช่ปุ๋ยแต่เป็นวัสดุที่มีความพรุนสูงและพื้นผิวมาก (Sun *et al*., 2022) จึงช่วยดูดซับความชื้นในดินได้ดี ช่วยเก็บธาตุอาหารจากปุ๋ย เป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์และช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชและลดความหนาแน่นของดินเพื่อเพิ่มอัตราการแทรกซึมน้ำ และการอุ้มน้ำ (Glaser *et al*., 2002) และทำให้อนุภาคดินจับกลุ่มกันเกิดเป็นเม็ดดิน (Brodowski *et al*., 2006) ช่วยลดการชะล้างไนโตรเจน แคลเซียมและแมกนีเซียมที่อยู่ในดิน (Lehmann *et al.,* 2003) เมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อย่างปุ๋ยคอกที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น จะยิ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (ศิริลักษณ์ และอรสา, 2556) จึงมีการศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุปรับปรุงดินโดยการใส่ลงไปในดินโดยตรงโดยเฉพาะดินกรดหรือผสมกับดินและหมักดินก่อนปลูกพืช หลังจากนั้นศึกษาการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืช เช่น ข้าว คะน้า ผักสลัด (เสาวคนธ์, 2557; เกศศิรินทร์ และคณะ, 2557) รวมถึงมีการศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพในการแก้ปัญหาดินทราย งานวิจัยของพินิจภณ และอนัญญา (2560) ศึกษาการพัฒนาและฟื้นฟูดินทรายโดยการใช้ปุ๋ยหมักผสมถ่านชีวภาพจากฝักหางนกยูงสามารถปรับปรุงดินทราย เนื่องจากมีพื้นที่จำเพาะและรูพรุนจำนวนมากสามารถกักเก็บธาตุอาหารและเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์กับพืช นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากแสดงถึงข้อดีของการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ของดิน (Wang *et al*., 2013; Sun and Lu, 2014) ผักสลัดเป็นอาหารสุขภาพและนิยมรับประทานสด ประกอบกับผู้บริโภคในปัจจุบันที่เลือกรับประทานผักเพื่อสุขภาพมากขึ้น ทำให้ผักสลัดเป็นที่ต้องการของตลาดสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วย แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และวิตามินชนิดต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (ฉัตรชัย, 2547) และที่สำคัญสามารถปลูกได้ทุกฤดูและทั่วทุกภาคของประเทศไทย เป็นผักที่ให้ผลผลิตเร็วและมีอายุเก็บเกี่ยว 45-50 วัน (ช่อทิพย์ และคณะ, 2559) และถ่านชีวภาพจากธรรมชาติสามารถผลิตเป็นเชื้อเพลิงถ่านชีวมวลอัดแท่ง เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสามารถลดปัญหาขยะในทางเกษตรและครัวเรือน (นัฐวุฒิ และคณะ, 2566)

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค ซึ่งเป็นรูปแบบเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชที่ยั่งยืน เพราะเป็นการนำเศษเหลือของพืชกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปของถ่านชีวภาพสำหรับเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพ ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้การตรวจวัดด้วยเครื่อง Sartorius model DOCU-pH+ pH-meter ปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจนและกำมะถัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง elemental analyzer LECO CHNS-932 and VTF-900 ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และฟอสฟอรัส (ตารางที่ 1) โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรมิเตอร์ (atomic absorption spectroscopy: AAS) ด้วยเครื่อง Perkin-Elmer analyst 800

การทดลองปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คด้วยดินที่มีส่วนผสมของถ่านชีวภาพที่ได้จากการเผาฟางด้วยเตาเผาถ่านชีวภาพแนวตั้งที่ทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตรแบบชาวบ้าน มีสมบัติเป็นด่าง ปริมาณธาตุอันตรายต่ำ และเกษตรกรสามารถผลิตได้เอง (อัจจิมา, 2559) โดยถ่านชีวภาพที่ใช้ในการทดลองนี้ผลิตขึ้นเองจากการการนำเศษฟางในนาข้าวของเกษตรกรมาเผาด้วยเตาเผาถ่านชีวภาพที่คณะผู้วิจัยดัดแปลงมาจากต้นแบบเตาแบบแอนิลา (anila stove) ใช้หลักความร้อนไล่ความชื้นในเศษฟางที่อยู่ในเตาทำให้ฟางกลายเป็นถ่านชีวภาพ อุณหภูมิในการเผาอยู่ในช่วง 300-400 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการเผาหลังจากอุณหภูมิอยู่ในช่วง 300-400 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง ทำการศึกษา ณ แปลงเกษตรพอเพียงศูนย์เด็กเล็กนาทราย อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design: CRD) ประกอบด้วย แปลงสาธิต 4 แปลง โดยแต่ละแปลงมีพื้นที่เพาะปลูก 2 ตารางเมตร กว้าง 1 เมตร และยาว 2 เมตร กำหนดให้แปลงที่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพ (ชุดควบคุม) 2) ใส่ปุ๋ยคอกปริมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 1,500:500 กิโลกรัมต่อไร่ และ 4) ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ การเตรียมเพาะเมล็ดผักสลัดกรีนโอ๊ค โดยเพาะเมล็ดผักสลัดกรีนโอ๊คลูกผสมชั่วที่ 1 ของบริษัท อีสเวส ซีดท์ จำกัด ในถาดเพาะเมล็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร บรรจุวัสดุปลูกถ่านชีวภาพแล้วหยอดเมล็ดผักสลัดกรีนโอ๊คลงไปหลุม หลุมละ 1 เมล็ด รดน้ำให้ชุ่มทุกวันเช้า-เย็น แล้วนำถาดเพาะไปวางในที่ร่มที่มีแสงแดด 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 14 วัน ซึ่งเป็นระยะที่พืชมีใบจริง 2-3 ใบ ความสูง 5 เซนติเมตร ทำการย้ายปลูกลงในแปลงที่เตรียมไว้ โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถว 25x30 เซนติเมตร

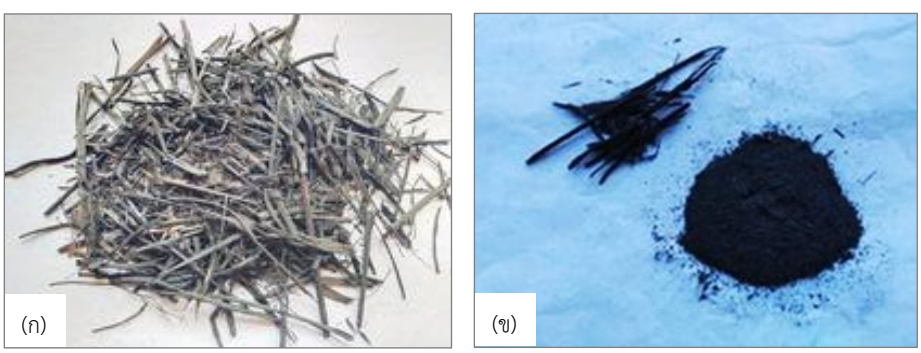
การเตรียมดินสำหรับการย้ายปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คโดยผสมหน้าดินกับถ่านชีวภาพและปุ๋ยคอกในอัตราส่วนตามสิ่งทดลองข้างต้น และหมักดินที่ผสมไว้เป็นเวลา 15 วัน เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างของถ่านชีวภาพ รดน้ำเพื่อให้เมล็ดหญ้าในแปลงงอกและกำจัดทิ้ง จากนั้นย้ายต้นกล้ามาปลูก โดยต้นกล้าอายุ 14 วัน โดยคัดเลือกต้นกล้าที่มีความแข็งแรงและมีขนาดใกล้เคียงกัน การย้ายกล้าจะถอนต้นกล้าให้มีวัสดุปลูกเดิมติดมาด้วยและปลูกความลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร หลังจากย้ายปลูกกดดินบริเวณรอบลำต้นให้แน่น เพื่อพยุงต้นและให้ต้นสลัดตั้งตรง หลังจากนั้นรดน้ำทุกวัน

การบันทึกข้อมูล จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงของต้นผักสลัดกรีนโอ๊ค (โดยรวบต้นผักสลัดกรีนโอ๊คและวัดจากพื้นดินให้ถึงปลายยอด) ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวรากของผักสลัดกรีนโอ๊ค หลังปลูก 20 วัน และ 40 วัน และชั่งน้ำหนักสดของผักสลัดกรีนโอ๊ค บันทึกข้อมูลน้ำหนักผักสลัดกรีนโอ๊ค เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยชั่งน้ำหนัก 20 ต้น ในแต่ละชุดการทดลอง โดยคัดเลือกเฉพาะต้นที่อยู่ตรงกลางของแปลงปลูก การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินำข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้ analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี least significant difference (LSD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป statistical tool for agricultural research 2.0.1 (STAR 2.0.1)

ผลการวิจัย

1. สมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพจากฟางข้าว

ถ่านชีวภาพจากฟางข้าว (ภาพที่ 1) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 10.55 จัดว่าเป็นด่างปานกลาง มีอินทรียวัตถุ 21.36 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารพืชหลักและธาตุอาหารพืชรอง ดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2.43 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด 1.06 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด 3.07 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด 1.05 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด 1.08 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกำมะถันทั้งหมด 0.30 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์บอนสูงมากเท่ากับ 52.77 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 ถ่านชีวภาพจากฟางข้าว (ก) และถ่านชีวภาพจากฟางข้าวที่ผ่านการบดละเอียดสำหรับนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี (ข)

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพจากฟางข้าว

พารามิเตอร์	ถ่านชีวภาพ
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	10.55
อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	21.36
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) (เปอร์เซ็นต์)	2.43
ปริมาณฟอสฟอรัสที่นำไปใช้ได้ (total P_2O_5) (เปอร์เซ็นต์)	1.06
ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) (เปอร์เซ็นต์)	3.07
ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด (total Ca) (เปอร์เซ็นต์)	1.05
ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด (total Mg) (เปอร์เซ็นต์)	1.08
ปริมาณกำมะถันทั้งหมด (total S) (เปอร์เซ็นต์)	0.30
ปริมาณคาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	52.77

2. การเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าจำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 20 วัน หลังปลูก โดยผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 1,500:500

กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด 9.75 ใบต่อต้น ในขณะที่จำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 40 วัน หลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 1,500:500 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยคอกปริมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนใบสูงสุด 13.50 ใบต่อต้น และ 13.00 ใบต่อต้น ตามลำดับ ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 20 และ 40 วัน หลังปลูก พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 20 วัน หลังปลูก ที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยคอกปริมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของผักสลัดกรีนโอ๊คมากที่สุด 15.88 เซนติเมตร และที่อายุ 40 วัน หลังปลูก ที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของผักสลัดกรีนโอ๊คมากที่สุด 28.12 เซนติเมตร ความสูงของต้นผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 20 วัน หลังปลูก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการปลูกโดยใส่ปุ๋ยคอกปริมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด 29.75 เซนติเมตร ในขณะที่ความสูงของผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 40 วัน หลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการปลูกโดยใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด 43.38 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของการใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อจำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงของผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 20 และ 40 วัน หลังปลูก

สิ่งทดลอง	จำนวนใบต่อต้น		เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)		ความสูง (เซนติเมตร)	
	20 วัน	40 วัน	20 วัน	40 วัน	20 วัน	40 วัน
1. ไม่ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพ (ชุดควบคุม)	8.50	10.38^{c}	11.75^{b}	15.75^{b}	26.88	31.69^{b}
2. ใส่ปุ๋ยคอก 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่	8.38	13.00^{ab}	15.88^{a}	26.50^{a}	29.75	35.88^{b}
3. ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 1,500:500 กิโลกรัมต่อไร่	9.75	13.50^{a}	15.04^{a}	28.00^{a}	28.44	33.81^{b}
4. ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่	8.25	11.25^{bc}	14.62^{a}	28.12^{a}	27.81	43.38^{a}
mean	8.72	12.03	14.32	24.59	28.22	36.19
F-test	ns	*	*	**	ns	**
CV (%)	15.96	15.88	16.67	8.62	11.70	11.87

หมายเหตุ: - ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
- * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
- ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ด้านความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊คพบว่าการปลูกโดยใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 20 วัน หลังปลูก ที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 1,500:500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด 46.12 เซนติเมตร และผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 40 วัน หลังปลูก ที่ปลูกโดยใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด 69.25 เซนติเมตร ด้านความยาวรากวัดเมื่อผักสลัดกรีนโอ๊คอายุ 45 วัน หลังปลูก ซึ่งครบอายุเก็บเกี่ยว พบว่าความยาวรากของผักสลัดกรีนโอ๊คมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกโดยการใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยความยาวรากมากที่สุด คือ 50.38 เซนติเมตรต่อต้น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของการใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อความกว้างทรงพุ่มและความยาวรากของผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 20 และ 40 วัน หลังปลูก

สิ่งทดลอง	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		ความยาวราก (เซนติเมตร)
	20 วัน	40 วัน	45 วัน
1. ไม่ใส่ปุ๋ยคอกและถ่าน ชีวภาพ (ชุดควบคุม)	30.12^{c}	41.25^{d}	34.88^{c}
2. ใส่ปุ๋ยคอกปริมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่	43.19^{ab}	57.62^{b}	42.38^{b}
3. ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 1,500:500 กิโลกรัมต่อไร่	46.12^{a}	52.75^{c}	42.88^{b}
4. ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่	41.50^{b}	69.25^{a}	50.38^{a}
mean	40.23	55.22	42.12
F-test	**	**	**
CV (%)	9.21	5.41	16.97

หมายเหตุ: - ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

3. ผลผลิตของผักสลัดกรีนโอ๊ค

ผลของการใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เมื่อผักสลัดกรีนโอ๊คมีอายุ 40 วันหลังปลูก ถอนต้นแล้วล้างรากให้สะอาด ชั่งน้ำหนักสด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักเฉลี่ยของผักสลัดกรีนโอ๊คมากที่สุด 189.57 กรัมต่อต้น และการไม่ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพให้น้ำหนักเฉลี่ยของผักสลัดกรีนโอ๊คน้อยที่สุด 52.33 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลของการใช้ปุ๋ยคอกต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักสดทั้งต้น (รวมราก) ของผักสลัดกรีนโอ๊คที่อายุ 40 วัน หลังปลูก

สิ่งทดลอง	น้ำหนักสดทั้งต้น (รวมราก) ที่อายุ 40 วัน (กรัมต่อต้น)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยคอกและถ่าน ชีวภาพ (ชุดควบคุม)	52.33[c]
2. ใส่ปุ๋ยคอก 2,000 กิโลกรัมต่อไร่	164.78[b]
3. ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 1,500:500 กิโลกรัมต่อไร่	159.14[b]
4. ใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่	189.57[a]
mean	141.46
F-test	**
CV (%)	26.11

หมายเหตุ: - ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

การอภิปรายผลการวิจัย

ถ่านชีวภาพมีสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น ความพรุนเป็นที่อยู่ของน้ำและจุลินทรีย์ มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง (Lehmann and Joseph, 2009) มีความเป็นด่าง (Wang *et al.*, 2013) สามารถดูดจับธาตุอาหารในดินได้ (Sun and Lu, 2014) และเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (Case *et al.*, 2012) จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้ผสมกับปุ๋ยคอกในการปลูกผัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lehmann *et al*. (2003) พบว่าการใช้ถ่านชีวภาพผสมกับปุ๋ยคอกสามารถเพิ่มผลผลิตของพืช และการศึกษาของเกศศิรินทร์ และคณะ (2557) พบว่าการใส่ถ่านชีวภาพในดินเพิ่มขึ้นจาก 400 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 800 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้คะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Carter *et al.* (2013) ที่ได้ศึกษาผลของถ่านชีวภาพจากแกลบเผาต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมและกะหล่ำปลีที่ปลูกในดินทรายของประเทศกัมพูชา พบว่าการใส่ถ่านชีวภาพปริมาณ 25 50 และ 150 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม กับพืช โดยเฉพาะการใส่ถ่านชีวภาพ 150 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ทำให้ผักกาดหอมและกะล่ำปลีมีความยาวราก จำนวนใบ ความสูง และน้ำหนักต้นสูงสุด และการศึกษาของเกศศิรินทร์ และคณะ (2558) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยคอกปริมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ถ่านชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ไม่พบความแตกต่างในลักษณะความสูง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น และผลผลิตต่อพื้นที่ แต่พบว่าหลังจากใส่ถ่านชีวภาพทำให้สมบัติทางเคมีของดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งถ่านชีวภาพปริมาณ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ดินมีค่าอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นก่อนการทดลอง เพราะถ่านชีวภาพมีรูพรุนสูงสามารถดูดยึดประจุบวกของโพแทสเซียมไอออน (K^+) แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ได้มากขึ้น และรูพรุนในถ่านชีวภาพยังเป็นที่อยู่ของน้ำ อากาศ และจุลินทรีย์ในดิน ส่งผลต่อกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น (Lehmann and Rondon, 2006) และเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการเพาะปลูกพืชจึงเริ่มได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การใช้ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกันส่งผลให้ผักสลัดกรีนโอ๊คให้ผลผลิตแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 500:1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตต่อต้นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 189.57 กรัม ซึ่งการใช้ปุ๋ยคอกผสมกับถ่านชีวภาพสามารถเพิ่มความสมบูรณ์ดินให้เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของถ่านชีวภาพในการเป็นวัสดุปรับปรุงดินหรือใช้ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักหรือพืชอื่น ส่วนใหญ่ดำเนินการศึกษาระยะสั้นหรือทดลองในกระถาง ทำให้ผลการทดลองที่ได้ยังไม่ตอบวัตถุประสงค์ของการศึกษา เพราะการศึกษาประสิทธิภาพของการปลูกพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ต้องมีระยะเวลาการศึกษาไม่น้อยกว่าสามปี เนื่องจากการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอกและถ่านชีวภาพต้องใช้เวลาในการฟื้นฟู และปรับสภาพจากเคมีเป็นอินทรีย์ มีการปรับปรุงดินอย่างต่อเนื่อง ควบคู่กับการจัดการศัตรูพืชแบบชีวภาพ จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ขอขอบคุณหน่วยบริหารและจัดการทุนวิจัยด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) ที่ให้ทุนในการทำวิจัย และเทศบาลตำบลนาทราย อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช สำหรับสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เกศศิรินทร์ แสงมณี ชัยนาม ดิสถาพร และสุรชัย สุวรรณชาติ. (2557). การจัดการดินด้วยเทคโนโลยีชีวภาพและถ่านชีวภาพในการผลิตผักคะน้าในดินทราย. ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนองานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 8* (หน้า 70). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้า.

เกศศิรินทร์ แสงมณี ธีระรัตน์ ชิณแสน และณัฐพงษ์ พันธุภา. (2558). ผลของการใช้แหนแดง ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ไข่มดริ้น. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53* (หน้า 746-752). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉัตรชัย กิตติไพศาล. (2547). *ผลของไนโตรเจนที่ใช้โดยเกษตรกรต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของผักกวางตุ้ง.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ช่อทิพย์ อังศุนิตย์ลาภา คริษฐ์สพล หนูพรหม และอมรรัตน์ ชุมทอง. (2559). ผลของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งในฤดูแล้งของจังหวัดสงขลา ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6* (หน้า 888-893). เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

นัฐวุฒิ เพ็ชรชาติ พิมพ์ชนก ธาตรีวิจิตร หนึ่งหทัย ธราพร ศราวุฒิ ชูโลก และนวรัตน์ สีตะพงษ์. (2566). สมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของชีวมวลอัดแท่งและถ่านชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกกระท้อนและเปลือกมังคุด. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช,* 42(1), 39-49, doi: https://doi.org/10.65217/wichchajnstru.2023.v42i1.254379.

พินิจภณ ปิตุยะ และอนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์. (2560). การพัฒนาและฟื้นฟูดินทรายในเขตเงาฝนด้วยถ่านชีวภาพ. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 2(3), 27-38.

ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์ และอรสา สุกสว่าง. (2556). การประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 39(2), 212-225.

เสาวคนธ์ เหมวงษ์. (2557). ผลของถ่านชีวภาพจากไม้ไผ่ และแกลบต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจน ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 16(1), 69-75.

อัจจิมา ควรสงวน. (2559). *ผลของการใช้วัสดุปูนและถ่านแกลบไบโอชาร์ต่อผลผลิตข้าว การเปลี่ยนแปลง ปริมาณของธาตุฟอสฟอรัส อะลูมินัม และจุลธาตุในดินนากรดจัด.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Brodowski, S., John, B., Flessa, H. and Amelung, W. (2006). Aggregate-occluded black carbon in soil. *European Journal of Soil Science,* 57(4), 539-546, doi: https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2006.00807.x.

Carter, S., Shackley, S., Sohi, S.T., Boun, S. and Haefele, S. (2013). The impact of biochar application on soil properties and plant growth of pot grown lettuce *(Lactuca sativa*) and Cabbage (*Brassica chinensis*). *Agronomy*, 3(2), 404-418, doi: https://doi.org/10.3390/agronomy3020404.

Case, S.D.C., McNamara, N.P., Reay, D.S. and Whitaker, J. (2012). The effect of biochar addition on N_2O and CO_2 emissions from a sandy loam soil the role of soil aeration. *Soil Biology and Biochemistry*, 51, 125-134, doi: https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.03.017.

Glaser, B., Lehmann, J. and Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal-a review. *Biology and Fertility of Soils*, 35(4), 219-230, doi: https://doi.org/10.1007/s00374-002-0466-4.

Lehmann, J. and Joseph, S. (2009). Biochar for environmental management: An introduction. In Lehmann, J., and Joseph, S. (Eds.). *Biochar for environmental management: Science technology and implementation*, pp. 1-12. London: Taylor & Francis Group.

Lehmann, J. and Rondon, M. (2006). Bio-char soil management in highly weathered soils in the humid tropics. In Uphoff, N., Ball. A.S., Palm, C., Fernandes, E., and Thies, J. (Eds.). *Biological approaches to sustainable soil systems,* pp. 517-530. London: Taylor & Francis Group.

Lehmann, J., Silva, D.A., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. and Glaser, B. (2003). Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendment. *Plant and Soil*, 249(2), 343-357, doi: https://doi.org/10.1023/A:1022833116184.

Manya, J.J. (2012). Pyrolysis for biochar purposes: A review to establish current knowledge gaps and research needs. *Environment Science Technology*, 46(15), 7939-7954, doi: https://doi.org/10.1021/es301029g.

Sohi, S.P. (2012). Carbon storage with benefit. *Science,* 338(6110), 1034-1035, doi: https://doi.org/10.1126/science.1225987.

Sun, F. and Lu, S. (2014). Biochars improve aggregate stability, water retention and pore space properties of clayey soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177(1), 26-33, doi: https://doi.org/10.1002/jpln.201200639.

Sun, Z., Hu, Y., Shi, L., Li, G., Pang, Z., Liu, S., Chen, Y. and Jia, B. (2022). Effects of biochar on soil chemical properties: A global meta-analysis of agricultural soil. *Plant, Soil and Environment*, 68(6), 272-289, doi: https://doi.org/10.17221/522/2021-PSE.

Wang, Y., Hu, Y., Zhao, X., Wang, S. and Xing, G. (2013). Comparisons of biochar properties from wood material and crop residues at different temperatures and residence times. *Energy & Fuels*, 27(10), 5890-5899, doi: https://doi.org/10.1021/ef400972z.

Whalen, J.K., Chang, C., Clayton, G.W. and Carefoot, J.P. (2000). Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. *Soil Science Society of America Journal*, 64(3), 962-966, doi: https://doi.org/10.2136/sssaj2000.643962x.