การศึกษาประสิทธิผลของปุ๋ยหมักจากมูลช้างร่วมกับอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

A STUDY ON EFFECTIVENESS OF COMPOST FROM ELEPHANT DUNG WITH ORGANIC MATTER ON GREEN OAK LETTUCE GROWTH

ปุณณดา ทะรังศรี คงเดช พะสีนาม ชัชวินทร์ นวลศรี
ธันวมาส พะสีนาม สุภาวดี แหยมคง และจักรกฤช ศรีละออ*
Punnada Tharangsri, Khongdet Phasinam, Chatchawin Nualsri,
Thanwamas Phasinam, Supawadee Yamkhong and Chakkrit Sreela-or*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของปุ๋ยหมักจากมูลช้างร่วมกับอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค โดยใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 11 สิ่งทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สิ่งทดลองที่ 3-11 คือการใส่ปุ๋ยหมักที่มีการแปรผันอัตราส่วนของมูลช้าง : มูลจิ้งหรีด : ผักตบชวา : น้ำกากส่า : มูลค้างคาว สูตรที่ 1-9 ตามลำดับ ดำเนินการวิจัย ณ แปลงปฏิบัติการพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ผลการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 9 ที่มีองค์ประกอบของมูลช้าง มูลจิ้งหรีด ผักตบชวา น้ำกากส่า และมูลค้างคาว ในอัตราส่วน 40:30:20:10:0 ที่มีค่า pH 7.12 ความชื้น 29.23% อินทรียวัตถุ 40.72% ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 23.78, 16.63 และ 19.11 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี จึงสามารถนำผลจากงานวิจัยในครั้งนี้ไปเผยแพร่สู่สังคมโดยส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อผลิตปุ๋ยหมักทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการเพาะปลูกสูตรดังกล่าวใช้เอง และจัดจำหน่ายต่อยอดเป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยหมักทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรผู้เพาะปลูกผักกาดหอมกรีนโอ๊คได้

คำสำคัญ: ปุ๋ยหมัก มูลช้าง ผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000
Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok Province 65000
*corresponding author e-mail: chakkrit@psru.ac.th
Received: 2 February 2023; Revised: 8 May 2023; Accepted: 11 May 2023
DOI: https://doi.org/10.14456/lsej.2023.17

Abstract

This research aimed to study the effectiveness of compost from elephant dung with organic matter on green oak lettuce growth. The experimental design was a Completely Randomized Design (CRD) of 11 treatments with 3 replications; treatment 1; unfertilized (control), treatment 2; chemical fertilized (15-15-15) and treatment 3–11; compost from mixing ratio of elephant dung: cricket manure: water hyacinth: vinasse: bat manure compost formula 1–9, respectively. The experiment was conducted in the plant science field at the Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University. The result showed that the fertilizer formula 9 with the compositions of elephant dung, cricket manure, water hyacinth, vinasse and bat guano at the ratio of 40:30:20:10:0 with pH 7.12, moisture content 29.23%, organic matter content 40.72%, nitrogen, phosphorus and potassium doses of 23.78, 16.63 and 19.11 g/kg, respectively provided the highest growth and yield of green oak lettuce with similar qualities to that of chemical fertilizers. Therefore, the research findings can be disseminated to society and promoted the production and use of compost in agriculture instead of chemical fertilizers. The farmers have probably done more to further the distribution of the proper compost ratio among green oak lettuce growers.

Keywords: Compost, Elephant dung, Green oak lettuce

บทนำ

ผักกาดหอมกรีนโอ๊คเป็นผักในตระกูลผักสลัดที่ได้รับความนิยมในการนำมาบริโภค ซึ่งมีองค์ประกอบของโพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และซีลีเนียม ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการต่อผู้บริโภค (Kawashima & Soares, 2003) ในการผลิตผักสลัดในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิต เนื่องจากสะดวกในการใช้ หาซื้อง่าย และให้ผลการตอบสนองต่อปุ๋ยที่รวดเร็ว อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน โดยไม่มีการจัดการที่ดีจะส่งผลให้ดินเกิดความเสื่อมโทรม ทำให้โครงสร้างดินเสีย ขาดความอุดมสมบูรณ์ และส่งผลต่อความสมดุลในระบบนิเวศในดิน (Liu et al., 2014) รวมทั้งทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของพืชลดลง และเกิดปัญหามลพิษในสภาพแวดล้อม (Zhang et al., 2013) นอกจากนั้นยังเกิดการสิ้นเปลืองในการลงทุนเนื่องจากปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มว่าจะมีราคาที่เพิ่มสูงขึ้น และการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไปอาจส่งผลเสียแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภคในระยะยาว (Chang et al., 2010) เนื่องจากการตกค้างของสารเคมีในผลผลิต เช่น การตกค้างของไนเตรทในผักสลัด จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้มีการศึกษาวิจัยใน

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อที่จะนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการเพาะปลูกพืชจะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน (Hati et al., 2006) นอกจากนั้นปุ๋ยอินทรีย์ยังมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม อย่างไรก็ตามแม้ว่าปุ๋ยอินทรีย์จะมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างครบถ้วนแต่เมื่อวิเคราะห์จากปริมาณพบว่ามีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (Brady & Weil, 2004) โดยหากสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืช จะทำให้สามารถลดข้อด้อยของปุ๋ยอินทรีย์ในด้านที่มีปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

ที่ผ่านมามีผู้ศึกษาวิจัยนำวัตถุดิบชนิดต่างๆ มาเป็นองค์ประกอบในการผลิตปุ๋ยหมัก ได้แก่ มูลช้าง (Kedpimol et al., 2020) ในประเทศไทยมีจำนวนช้างประมาณ 3,800 เชือก โดยกระจายอยู่ตามปางช้างอยู่หลายแห่ง โดยในแต่ละวันจะมีมูลช้าง 30 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน จากข้อมูลดังกล่าวจะพบว่าจะมีมูลช้างในประเทศไทยเกิดขึ้นวันละ 114,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยมูลช้างจะมีธาตุอาหารหลักของพืชเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูงโดยเฉพาะฟอสฟอรัส (Abdulsalam & Yusuf, 2015) มูลจิ้งหรีดที่เป็นของเสียเหลือทิ้งจากกระบวนการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด (Bukari et al., 2021) ทีมีองค์ประกอบของไนโตรเจนในปริมาณที่สูง และมูลค้างคาว (Isareethika & Manisthawadee, 2018) ที่ใช้เป็นแหล่งของฟอสฟอรัส โดยจากงานวิจัยของ (Sreela-or et al., 2022) พบว่ามูลจิ้งหรีดมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบถึง 4.36% ในขณะที่มูลค้างคาวมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบถึง 8.30% และผักตบชวา (Akeem, 2010) ที่เป็นวัชพืชน้ำที่พบได้ตามแหล่งน้ำทั่วไปมีการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งหากมีการแพร่กระจายในแหล่งน้ำในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำ ที่ผ่านมามีการนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น กระเป๋า วัสดุกันกระแทก อย่างไรก็ตามผักตบชวายังมีผักตบชวาอีกจำนวนมากที่ไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นหากสามารถนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ให้มากขึ้นจะทำให้สามารถลดปริมาณของผักตบชวา และลดปัญหาที่มีสาเหตุมาจากผักตบชวาได้ (Tharungsri et al., 2022) โดยผักตบชวาจะมีธาตุอาหารหลักของพืชเป็นองค์ประกอบ ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (Polruksa et al., 2009) รวมทั้งการใช้น้ำกากส่าที่เป็นของเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตเอทานอล (Espana et al., 2011) ที่มีธาตุโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงสามารถใช้เป็นแหล่งโพแทสเซียมได้ นอกจากนั้นยังมีธาตุอาหารพืชอีกหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ไนโตรเจน แคลเซียม กำมะถัน แมกนีเซียม และจุลธาตุอาหาร (เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง) (Christofoletti et al., 2013) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีความสนใจที่จะนำวัตถุดิบที่มีองค์ประกอบในธาตุอาหารหลักของพืชในปริมาณที่สูงดังที่กล่าวมาข้างต้นมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักเพื่อศึกษาประสิทธิผลของปุ๋ยหมักจากมูลช้างร่วมกับอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 11 สิ่งทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) สิ่งทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สิ่งทดลองที่ 3-11 คือ การใส่ปุ๋ยหมักที่ได้จากการแปรผันอัตราส่วนของมูลช้าง:มูลจิ้งหรีด:ผักตบชวา:น้ำกากส่า:มูลค้างคาว ดังนี้ สิ่งทดลองที่ 3 30:20:20:20:10 สิ่งทดลองที่ 4 30:25:25:15:5 สิ่งทดลองที่ 5 30:30:30:10:0 สิ่งทดลองที่ 6 35:20:15:20:10 สิ่งทดลองที่ 7 35:25:20:15:5 สิ่งทดลองที่ 8 35:30:25:10:0 สิ่งทดลองที่ 9 40:20:10:20:10 สิ่งทดลองที่ 10 40:25:15:15:5 สิ่งทดลองที่ 11 40:30:20:10:0 ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 Mixing ratio of compost production from agricultural waste with elephant dung

Treatments	Mixing ratio (% v/v)				
	Elephant dung	Cricket manure	Water hyacinth	Vinasse	Bat manure
1 WF	-	-	-	-	-
2 CF	-	-	-	-	-
3 CPF 1	30	20	20	20	10
4 CPF 2	30	25	25	15	5
5 CPF 3	30	30	30	10	-
6 CPF 4	35	20	15	20	10
7 CPF 5	35	25	20	15	5
8 CPF 6	35	30	25	10	-
9 CPF 7	40	20	10	20	10
10 CPF 8	40	25	15	15	5
11 CPF 9	40	30	20	10	-

Remark WF = Without fertilizer, CF = Chemical fertilizer (15-15-15), CPF = Compost formula

2. การเตรียมปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง โดยการนำมูลช้างจากปางช้างแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ มาคัดแยกสิ่งเจือปน แล้วนำมาลดขนาดด้วยเครื่องบดสับวัชพืชและนำมาบรรจุลงในกระสอบ นำมูลจิ้งหรีดจากบริษัท ล้านฟาร์มฮัก จำกัด จังหวัดพิษณุโลก และมูลค้างคาวจากถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย มาคัดแยกสิ่งเจือปนและนำมาบรรจุลงในกระสอบ นำผักตบชวาจากอ่างเก็บน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม นำมาลดขนาดด้วยเครื่องบดสับวัชพืชและนำมาลดความชื้นด้วยการตากแดดเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาบรรจุลงในกระสอบ นำน้ำกากส่าจากบริษัท เอกรัฐพัฒนา จำกัด จังหวัดนครสวรรค์ มาบรรจุลงในขวดพลาสติกขนาด 5 ลิตร และนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เมื่อเตรียมวัตถุดิบครบถ้วนแล้วจึงนำมาผสมตามอัตราส่วนที่ได้ออกแบบการทดลองในแต่ละสิ่งทดลอง ทำการหมักในโรงเรือนเป็นระยะเวลา 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการหมักนำปุ๋ยหมักมาเกลี่ยและผึ่งในที่ร่มเป็นเวลา 3 วัน และนำมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมี ได้แก่ ค่า pH และปริมาณธาตุอาหารพืช

3. การเตรียมพืชทดลอง ใช้เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่รวบรวมมาจากประเทศเนเธอร์แลนด์ ตราศรแดง ขนาดบรรจุ 40 เมล็ดต่อซอง นำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมาเพาะกล้าในถาดเพาะ 1 เมล็ดต่อหลุม หลังจากนั้นนำถาดเพาะไปไว้ในโรงเรือนเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของศัตรูพืช ดำเนินการให้น้ำวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) และย้ายปลูกลงกระถางเมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 14 วัน โดยย้ายลงในในกระถางดินเผาที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่เตรียมไว้ 1 ต้นต่อหนึ่งกระถาง จำนวน 33 กระถาง รดน้ำวันละ 1 ครั้ง และทำการใส่ปุ๋ยเมื่อผักกาดหอมกรีนโอ๊คอายุได้ 10 วันหลังย้ายปลูก โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในสิ่งทดลองที่ 3-11 ในอัตรา 200 กรัมต่อกระถาง (คำนวณจากการใส่ปุ๋ยอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่) โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยชนิดอื่น ยกเว้นสิ่งทดลองควบคุมที่มีการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 3 กรัมต่อกระถาง (คำนวณจากการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่)

4. การทดสอบองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยหมักจากของเสียทางการเกษตรร่วมกับมูลช้างที่ใช้ในการทดลอง โดยการส่งตรวจวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุ ค่า pH ธาตุอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ โดยการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl method วิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมด้วยวิธี Wet digestion and spectrophotometer วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ด้วยวิธี Wet digestion and Atomic Absorption spectroscopy (Land Development Department, 2010)

5. การบันทึกผลการทดลองด้านการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คเมื่ออายุได้ 40 วันหลังย้ายปลูก ได้แก่ ความสูงต้น (เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) จำนวนใบ (ใบ) ความกว้างใบ (เซนติเมตร) ความยาวใบ (เซนติเมตร) และความยาวราก (เซนติเมตร) สำหรับการบันทึกผลด้านผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักสด (กรัม)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : Anova) และเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของแต่ละวิธีการ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test (DMRT) ที่ $p<0.01$

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลช้างร่วมกับอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางของวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลช้างร่วมกับอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค แสดงดังตารางที่ 2 (Table 2)

Table 2 Characteristic of raw material for compost production

Parameter	Elephant dung	Cricket manure	Water hyacinth	Vinasse	Bat manure
pH	7.61	7.18	7.84	5.87	7.15
Nitrogen (mg/kg)	15,098.31	49,059.12	12,276.18	1,498.05	30,664.98
Phosphorus (mg/kg)	21,948.22	24,761.19	5,984.20	348.92	74,190.81
Potassium (mg/kg)	13,407.95	31,077.26	21,120.54	7,450.88	5,326.44

จากตารางที่ 2 (Table 2) แสดงค่า pH และปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากวัตถุดิบแต่ละชนิด โดยจะเห็นได้ว่าเห็นว่าแหล่งไนโตรเจนในการผลิตปุ๋ยหมักมาจากมูลจิ้งหรีด และมูลค้างคาว แหล่งฟอสฟอรัสมาจากมูลค้างคาว มูลจิ้งหรีด และมูลช้างเป็นหลัก ส่วนแหล่งโพแทสเซียมมาจากมูลจิ้งหรีด และผักตบชวาเป็นหลัก สำหรับการนำน้ำกากส่ามาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักในครั้งนี้เพื่อเป็นแหล่งของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมให้กับผักกาดหอมกรีนโอ๊ค เนื่องจากในน้ำกากส่ามีองค์ประกอบของแคลเซียม กำมะถัน แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโตในปริมาณที่รองมาจากธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช (Christofoletti et al., 2013)

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากมูลช้างร่วมกับอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

การใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมักที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก การเจริญเติบโต และผลผลิตผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3-4 (Table 3-4)

Table 3 Characteristic of compost from agricultural waste with elephant dung

Treatments	Characteristic					
	pH	Moisture (%)	Organic matter (%)	Nutrient content (mg/kg)		
				Nitrogen	Phosphorus	Potassium
1 WF	-	-	-	-	-	-
2 CF	-	-	-	150,000.00	150,000.00	150,000.00
3 CPF 1	6.70	29.81	31.53	17,982.66	18,415.08	15,939.43
4 CPF 2	6.78	30.02	33.44	20,441.27	17,225.36	17,910.46
5 CPF 3	6.94	31.91	36.06	22,899.89	15,035.64	19,881.48
6 CPF 4	6.75	30.04	35.79	18,123.77	19,213.28	15,553.80
7 CPF 5	6.83	28.55	37.38	20,982.38	18,023.56	17,524.83
8 CPF 6	6.92	29.74	38.67	23,040.99	15,833.84	19,495.85
9 CPF 7	6.94	30.13	38.30	19,264.87	20,011.48	15,168.17
10 CPF 8	7.01	28.60	39.51	21,723.49	18,821.76	17,139.20
11 CPF 9	7.12	29.23	40.72	23,782.10	16,632.04	19,110.22

ผลวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากของเสียทางการเกษตรร่วมกับมูลช้าง พบว่าค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 6.70-7.12 ค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 28.55-31.91 ปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 34.06-38.79 ในด้านธาตุอาหารหลักของพืช พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 17,982.66-23,782.10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยปุ๋ยหมักสูตรที่ 9 มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 6 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 23,782.10, 22,899.89 และ 21,723.49 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักทั้ง 9 สูตร อยู่ระหว่าง 15,035.64-20,011.48 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยปุ๋ยหมักสูตรที่ 7 มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 20,011.48 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 4 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 8 มีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 19,213.28 และ 18,821.76 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่วิเคราะห์จากปุ๋ยหมักตามการทดลองอยู่ระหว่าง 15,168.17-19,881.48 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยปุ๋ยหมักที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่สูงที่สุดคือปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 6 และปุ๋ยหมักสูตรที่ 9 มีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 19,881.48, 19,495.85 และ 19,110.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

ผลวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมัก พบว่า คุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ (Table 3) มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ.2557 ตามประกาศกรมวิชาการเกษตรทั้งในด้านค่าความเป็นกรดด่าง (5.5–8.5) ค่าความชื้น (ไม่เกินร้อยละ 35) อินทรียวัตถุ (ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30) และปริมาณธาตุอาหารพืช (ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10,000 5,000 และ 5,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ)

ผลการทดสอบประสิทธิผลของปุ๋ยหมักจากมูลช้างร่วมกับอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค

จากการทดลองผลของปุ๋ยหมักจากของเสียทางการเกษตรร่วมกับมูลช้างต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค ดังตารางที่ 4 (Table 4)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่มีต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค พบว่า การเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค ได้แก่ ความสูงต้น (plant height) ความกว้างทรงพุ่ม (canopy width) จำนวนใบ (leaves number) ความกว้างใบ (leaves width) ความยาวใบ (leaves length) และความยาวราก (root length) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) โดยในด้านความสูงต้น พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักสูตรที่ 9 สามารถส่งผลให้ผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบ สูงที่สุด เท่ากับ 18.4, 20.1, 10.2, 10.8 เซนติเมตร และ 15.0 ใบ ตามลำดับ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 6 ให้การเจริญเติบโตด้านความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนใบ เท่ากับ 17.8, 19.5, 9.9, 10.6 เซนติเมตรและ 14.7 ใบ ตามลำดับ สำหรับการเจริญเติบโตด้านความยาวรากพบว่า ผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ได้รับปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 มีความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 13.1 เซนติเมตร รองลงมาคือการให้ปุ๋ยหมักสูตรที่ 6 และสูตรที่ 9

ส่งผลให้ความยาวรากของผักกาดหอมกรีนโอ๊คเท่ากับ 12.9 เซนติเมตร โดยสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้การเจริญเติบโตในทุกๆ ด้านต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีพบว่าผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ได้รับปุ๋ยเคมีสามารถให้การเจริญเติบโตทุกด้านสูงกว่าผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ได้รับปุ๋ยหมัก โดยผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีความสูงต้นเท่ากับ 20.5 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 21.2 เซนติเมตร ความกว้างใบเท่ากับ 11.5 เซนติเมตร ความยาวใบเท่ากับ 12.3 เซนติเมตร ความยาวรากเท่ากับ 13.5 เซนติเมตร และจำนวนใบเท่ากับ 15.7 ใบ

Table 4 Growth and yields attributed of green oak lettuce as influenced by various treatments

Treatments	Plant height (cm)	Canopy width (cm)	Leaves number (leaves)	Leaves width (cm)	Leaves length (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g)
1 WF	7.9±0.47^{f}	10.5±0.30^{g}	7.0±1.00^{d}	4.3±0.20^{h}	7.8±0.25^{i}	5.5±0.21^{f}	27.3±0.71^{h}
2 CF	17.9±0.65^{a}	21.2±0.21^{a}	15.7±0.58^{a}	11.5±0.06^{a}	12.3±0.21^{a}	13.5±0.30^{a}	120.7±2.11^{a}
3 CPF 1	13.1±0.40^{e}	17.2±0.35^{f}	13.3±0.58^{c}	7.9±0.35^{g}	8.6±0.35^{h}	10.7±0.15^{d}	95.3±1.33^{g}
4 CPF 2	14.6±0.47^{d}	18.8±0.31^{d}	13.7±0.58^{bc}	9.0±0.12^{e}	9.6±0.26^{ef}	12.8±0.15^{bc}	108.3±1.44^{d}
5 CPF 3	15.2±0.35^{cd}	19.4±0.50^{c}	14.7±0.58^{ab}	9.5±0.10^{d}	10.2±0.15^{cd}	13.1±0.21^{ab}	109.9±1.10^{d}
6 CPF 4	13.3±0.36^{e}	17.7±0.53^{e}	13.3±0.58^{c}	8.3±0.20^{f}	9.0±0.15^{g}	10.5±0.21^{de}	99.4±0.45^{f}
7 CPF 5	14.7±0.36^{d}	18.8±0.31^{d}	13.7±0.58^{bc}	9.0±0.15^{e}	9.8±0.15^{e}	12.4±0.10^{c}	108.5±0.26^{d}
8 CPF 6	15.3±0.35^{c}	19.5±0.51^{c}	14.7±0.58^{ab}	9.9±0.20^{c}	10.6±0.15^{bc}	12.9±0.15^{b}	113.8±0.30^{c}
9 CPF 7	13.5±0.35^{e}	17.7±0.51^{e}	13.3±0.58^{c}	8.5±0.06^{f}	9.3±0.15^{fg}	10.2±0.36^{e}	101.2±1.27^{e}
10 CPF 8	14.7±0.55^{d}	18.9±0.47^{d}	13.7±0.58^{bc}	9.3±0.31^{de}	10.0±0.21^{de}	12.3±0.38^{c}	109.0±0.31^{d}
11 CPF 9	16.3±0.21^{b}	20.1±0.38^{b}	15.0±1.00^{a}	10.2±0.15^{b}	10.8±0.35^{b}	12.9±0.21^{b}	115.9±0.45^{b}
CV (%)	2.31	1.18	4.91	1.82	2.45	2.14	1.02
F-Test	**	**	**	**	**	**	**

Remark **p<0.01, $^{a-i}$ Different superscripts within each column are significantly different (p<0.05)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่มีต่อผลผลิตผักกาดหอมกรีนโอ๊ค พบว่า ผลผลิตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) โดยสิ่งทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 9 ให้กับผักกาดหอมกรีนโอ๊คสามารถให้ผลผลิตด้านน้ำหนักสด (fresh weight) สูงที่สุดเท่ากับ 115.9 กรัม รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักสูตรที่ 6 และ 3 ส่งผลผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีน้ำหนักสด เท่ากับ 113.8 และ 109.9 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่สิ่งทดลองควบคุมส่งผลให้น้ำหนักสดของผักกาดหอมกรีนโอ๊คต่ำที่สุด เท่ากับ 27.3 กรัม และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีพบว่าผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ได้รับปุ๋ยเคมีสามารถให้น้ำหนักสดสูงกว่าผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่ได้รับปุ๋ยหมัก

อภิปรายผล

ปุ๋ยหมักทั้ง 9 สูตรที่ผลิตได้จากการวิจัยในครั้งนี้มีอัตราส่วนของวัตถุดิบที่แตกต่างกันส่งผลทำให้มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็น ค่า pH ความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีความสัมพันธ์กับของปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจน โดยเมื่อปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยหมักเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ผักกาดหอมกรีนโอ๊คมีการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และผลผลิตด้านน้ำหนักสดเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ainika et al. 2012 ที่พบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณของไนโตรเจนที่พืชได้รับ พืชที่ได้รับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้พืชนั้นมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ไนโตรเจนสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และใบของพืช โดยส่งเสริมให้เกิดการขยายขนาดเซลล์ และเพิ่มจำนวนเซลล์ ส่งผลให้พืชมีการยืดตัวของลำต้น และมีจำนวนใบที่เพิ่มขึ้น (Olaniyi et al., 2008) อย่างไรก็ตามปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณของไนโตรเจนไม่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตด้านความยาวรากของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค แต่พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยหมักมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตด้านความยาวรากของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค เมื่อปริมาณของฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นความยาวรากของผักกาดหอมกรีนโอ๊คก็เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของรากพืช ช่วยให้รากของพืชแข็งแรงสามารถแผ่กระจายได้รวดเร็วขึ้น (Veneklaas et al., 2012) เมื่อพืชได้รับปริมาณฟอสฟอรัสที่เหมาะสมจะทำให้รากของพืชมีการเจริญเติบโตที่ดีสามารถดูดน้ำดูดอาหารอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Gahoonia & Nielsen, 2003) และช่วยให้พืชดูดใช้ธาตุไนโตรเจนได้ดีขึ้น (Dobermann & Fairhurst, 2000) นอกจากไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่เป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญของพืชแล้ว โพแทสเซียมก็เป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญต่อพืชเช่นกัน โดยโพแทสเซียมทำหน้าที่รักษาสมดุลของเอนไซม์ และควบคุมแรงดันต่างๆ ในเซลล์พืช และที่สำคัญยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Marschner, 1995) โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมให้กับพืชสามารถเพิ่มผลผลิตพืชได้มากกว่าปุ๋ยที่มีแต่ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ (Zhang et al., 2010) นอกจากนั้นจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยหมักสูตรที่ 9 สามารถให้การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบใกล้เคียงกับตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารพืชทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง โดยแคลเซียมมีบทบาทในการแบ่งเซลล์ ขยายขนาดของเซลล์ เพิ่มความแข็งแรงให้ผนังเซลล์ และการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Osotspa, 2014) แมกนีเซียม และกำมะถันมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างคลอโรฟิลด์และการสังเคราะห์แสง และกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (Calcino et al., 2018) ในขณะที่ปุ๋ยเคมีมีเพียงธาตุอาหารหลักตาม

สูตรปุ๋ยเท่านั้น ดังนั้นเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นครบทุกธาตุจึงสามารถให้การเจริญเติบโตและผลผลิตได้ดี (Osotspa, 2014)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิผลของปุ๋ยหมักจากมูลช้างร่วมกับอินทรียวัตถุต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมกรีนโอ๊ค พบว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 9 ที่ประกอบด้วยมูลช้าง มูลจิ้งหรีด ผักตบชวา น้ำกากส่า และมูลค้างคาว ในอัตราส่วน 40:30:20:10:0 เป็นอัตราส่วนสูตรปุ๋ยหมักที่ดีที่สุดภายใต้การศึกษาครั้งนี้ซึ่งเหมาะสมสำหรับใช้ในการเพาะปลูกผักกาดหอมกรีนโอ๊คทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ โดยสามารถให้การเจริญเติบโต (ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และความยาวราก) และผลผลิต (น้ำหนักสด) ของผักกาดหอมกรีนโอ๊คที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี

กิตติกรรมประกาศ

การทดลองครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเพราะได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากกองทุนส่งเสริมและพัฒนานักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือสำหรับการตรวจวิเคราะห์ และสถานที่ในการทำวิจัย นอกจากนั้นยังมีบริษัท ชินะปุระ บูติกโฮเทล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์มูลช้างจากปางช้างแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งฟาร์มจิ้งหรีดชุติกาญจน์ จังหวัดสุโขทัย ที่สนับสนุนมูลจิ้งหรีดที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Abdulsalam S, Yusuf M. A Kinetic study of biogas produced from cow and elephant dungs using the residual substrate concentration approach. Chemical Engineering and Science 2015;3(1):7-11.

Ainika JN, Amans EB, Olonitola CO, Okutu PC, Dodo EY. Effect of organic and inorganic fertilizer on growth and yield of *Amaranthus caudatus* L. in northern Guinea savanna of Nigeria. World Journal of Engineering and Pure & Applied Sciences 2012;2(2):26-30.

Akeem OS. Digestibility Value and nutrient utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) meal as plant protein supplement in the diet of Clarias gariepinus (Burchell, 1822) Juveniles. American Eurasian. Journal of Agricultural & Environmental Sciences 2010;9(5):539-544.

Brady NC, Weil RR. Elements of the nature and properties of soils. San Francisco: Pearson Education; 2004.

Bukari NI, Ghani IA, Mustaffa M, Harun A, Abdullah HA, Abdullah HS, Basir S, Yusop RM, Muzamil MFM. The Effect of Cricket Frass on the Growth of Leafy Vegetables. ASM Science Journal 2021;14(1):175-181.

Calcino D, Schroeder B, Panitz J, Hurney A, Skocaj D, Wood A, Salter B. Australian sugarcane nutrition manual. Australia: Sugar Research Australia Limited; 2018.

Chang KH, Wu RY, Chuang KC, Hsieh TF, Chung RS. Effects of chemical and organic fertilizers on the growth, flower quality and nutrient uptake of Anthurium and reanum, cultivated for cut flower production. Scientia Horticulturae 2010;125(3):434-441.

Christofoletti CA, Escher JP, Correia JE, Marinho JF, Fontanetti CS. Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. Waste Management 2013;33:2752–2761.

Dobermann A, Fairhurst T. Rice: Nutrient disorders and nutrient management. Manila: Oxford Graphic Printers; 2000.

Espana GE, Mijangos CJ, Barahona PL, Dominguez MJ, Hernandez ZG, Alzate GL. Vinasses: characterization and treatments. Waste Management 2011;29:1235–1250.

Gahoonia TS, Nielsen NE. Phosphorus Uptake and Growth of a Root Hairless Barley Mutant (Bald Root Barley, BRB) and Wild Type in Low- and High-P Soils. Plant Cell Environment 2003;26:1759-1766.

Hati KM, Mandal KG, Misra AK, Ghosh PK, Bandyopadhyay KK. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. Bioresource Technology 2006;97: 2182-2188.

Isareethika J, Manisthawadee J. Bat Guano as the Component of Fertilizer or the Health Hazard?. The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health 2018;49(2):331-339.

Kawashima LM, Soares LMV. Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in Southern Brazil. Journal of Food Composition and Analysis 2003;16(5):605–611.

Kedpimol S, Pinphattanapong K, Rangsrisuriyachai T, Namsai P. Comparative study of phosphorus in anaerobic fermentation process with carbon dioxide addition. The 25th National Convention on Civil Engineering July 15-17, 2020, Chonburi, Thailand.

Polruksa S, Wibuloutai J, Nienvitoon T. The decomposting from water hyacinth mixed with manure dropping and bio-catalyst. Journal of Environmental Management 2009;6(1):97-108.

Land Development Department. Manual for analysis of plant fertilizer and soil amendment. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives; 2010.

Liu R, Kang Y, Zhang C. Chemical fertilizer pollution control using drip fertigation for conservation of water quality in Danjiangkou Reservoir. Nutrient Cycling in Agroecosystems 2014;98:295-307.

Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press; 1995.

Napier-Bax P, Sheldrick DLW. Some preliminary observations on the food of elephant in Tsavo National Park (East) of Kenya. Journal of the East African Wild Life Society 1963;1:40-53.

Olaniyi JO, Adelasoye KA, Jegede CO. Influence of nitrogen fertilizer on the growth, yield and quality of grain amaranth varieties, World Journal of Agricultural Sciences 2018;4(4):506-513.

Osotspa Y. Foliar Fertilizers. Bangkok: Faculty of Agriculture, Kasetsart University; 2014.

Tharungsri P, Nualsri C, Phasinam K, Kassanuk T, Sreela-or C. Optimum conditions of using bio-extract from urine with vinasse and manure affecting yields of Marigold. Life Sciences and Environment Journal 2022;23(1):196-207.

Sreela-or C, Tharungsri P, Yamkong S, Kotam P, Jaipong P. Optimum conditions of using bio-extract from urine with vinasse and manure affecting yields of Marigold. Life Sciences and Environment Journal 2022;23(1):196-207.

Veneklaas EJ, Lambers H, Bragg J, Finnegan PM, Lovelock CE, Plaxton WC, et al. Opportunities for improving phosphorus-use efficiency in crop plants. New Phytologist 2012;195:306–320.

Zhang H, Xu M, Shi X, Li Z, Huang Q, Wang X. Rice yield, potassium uptake and apparent balance under long-term fertilization in rice-based cropping systems in southern China. Nutrient Cycling Agroecosystem 2010;88:341-349.

Zhang XY, Xu ZW, Sun XM, Dong WY, Ballantine DJ. Nitrate in shallow groundwater in typical agro- and forest ecosystems in China, 2004-2010. Journal of Environmental Sciences 2013;25:1007-1014.