

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากทะลายปาล์มน้ำมันร่วมกับปุ๋ยคอกของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

นรนนท์ ขำมณี^{1*} เกียรติยศ ฐปสวัสดิ์² และอินธิรา อาวุธ²

¹สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100

*Corresponding author: e-mail naranun.kma@sru.ac.th

(Received: August 10, 2025; Revised: September 16, 2025; Accepted: September 18, 2025)

บทคัดย่อ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของภาคใต้มีพื้นที่ปลูกปาล์มกว่า 1.16 ล้านไร่ การจัดการเผาวัสดุเหลือทิ้งส่งผลให้เกิดมลพิษทางอากาศและสภาวะโลกร้อน การผลิตปุ๋ยอินทรีย์เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม นอกจากนี้ยังมีเศษเหลือทิ้งจากก้อนเห็ดเก่า และมูลสัตว์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าได้ วางแผนการทดสอบโดยใช้การทดลองที่มีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) โดยแบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ทรีตเมนต์ที่ 1 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อมูลเป็ด สัดส่วน 1:1 (T1) ทรีตเมนต์ที่ 2 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อมูลไก่ สัดส่วน 1:1 (T2) ทรีตเมนต์ที่ 3 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อทะลายปาล์มต่อมูลเป็ด สัดส่วน 1:1:1 (T3) และทรีตเมนต์ที่ 4 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อทะลายปาล์มต่อมูลไก่ สัดส่วน 1:1:1 (T4) วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อผลิตและวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือทิ้งของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิการหมักในทุกทรีตเมนต์ (T1 – T4) อยู่ในช่วง 30 - 31 °C ค่า pH อยู่ในช่วง 6.6 - 7.13 ส่วนค่า EC อยู่ในช่วง 0.11 – 2.13 dS/m ตลอดการหมัก 90 วัน ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุโพแทสเซียม และปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด มีค่าสูงสุดพบในปุ๋ยอินทรีย์ทรีตเมนต์ T3 เท่ากับร้อยละ 0.29 ± 0.01 ร้อยละ 0.59 ± 0.08 และ ร้อยละ 4.80 ± 0.04 ตามลำดับ ปุ๋ยอินทรีย์ทุกทรีตเมนต์มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (เกรด 2) ของพรบ.ปุ๋ย (2550) (แก้ไขเพิ่มเติม พรบ.ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2518) พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ pH, EC, N, K และ Ca ทรีตเมนต์ T4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.53 ± 0.15 , 2.63 ± 0.06 dS/m, ร้อยละ 5.66 ± 0.12 , ร้อยละ 0.59 ± 0.08 และ ร้อยละ 1.22 ± 0.02 ตามลำดับ ให้การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ดีที่สุดที่สุด โดยมีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนใบเท่ากับ 9.25 ± 1.06 , 18.50 ± 2.14 , 12.25 ± 1.00 , 4.75 ± 0.35 ซม. และ 8.50 ± 0.75 ใบ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส และอินทรีย์วัตถุในดิน แสดงถึงประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตอย่างเห็นได้ชัด แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > .05$)

คำสำคัญ: กองเห็ดเก่า; วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร; ทะลายปาล์ม; โรงงานอุตสาหกรรม; ย่อยสลายได้

The Production of Organic Fertilizer from Empty Fruit Bunch Combined with Manure of Suratthani Province

Naranun Khammanee^{1*}, Kiattiyout Thupsawat² and Ainthira Arwut²

¹Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Mueang Suratthani District, Surat Thani Province 84100, Thailand

²Department of Environmental Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Mueang Suratthani District, Surat Thani Province 84100, Thailand

*Corresponding author: e-mail naranun.kma@sru.ac.th

(Received: August 10, 2025; Revised: September 16, 2025; Accepted: September 18, 2025)

Abstract

Oil palm is a major economic crop in the southern region, with a cultivation area up to than 1.16 million rai. The open burning of oil palm residues contributes to air pollution and global warming. Producing organic fertilizer offers an environmentally friendly alternative for managing waste from the palm oil production process. In addition, other agricultural residues, such as a ratio of spent mushroom substrate, duck manure, and chicken manure, can also be utilized to increase their economic value. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments, each consisting of three replicates. Treatment 1 (T1) consisted of spent mushroom substrate and duck manure (1:1). Treatment 2 (T2) consisted of spent mushroom substrate and chicken manure (1:1). Treatment 3 (T3) consisted of spent mushroom substrate, oil palm empty fruit bunches (EFB), and duck manure (1:1:1). Treatment 4 (T4) consisted of spent mushroom substrate, oil palm empty fruit bunches, and chicken manure (1:1:1). The objective of this study was to produce and analyze the properties of organic fertilizer derived from agricultural residues in Surat Thani Province, Thailand. The results showed that during the 90-day composting period, the temperature of all treatments (T1 to T4) ranged between 30 to 31 °C, the pH ranged from 6.6 to 7.13, and the EC (Electrical Conductivity) ranged from 0.11 to 2.13 dS/m. The highest levels of phosphorus (P), potassium (K), and total organic carbon (TOC) were observed in treatment T3, with values of $0.29 \pm 0.01\%$, $0.59 \pm 0.08\%$, and $4.80 \pm 0.04\%$, respectively. All treatments met the requirements of the Grade 2 organic fertilizer standard specified by the Fertilizer Act (2007) and its amendment

under the Fertilizer Act (1975). Considering the mean values of pH, EC, N, K, and Ca, treatment T4 showed average values of 7.53 ± 0.15 , 2.63 ± 0.06 dS/m, $5.66 \pm 0.12\%$, $0.59 \pm 0.08\%$, and $1.22 \pm 0.02\%$, respectively. For plant growth, treatment T4 produced the best growth performance of Chinese cabbage (*Brassica rapa* var. *parachinensis*), with plant height, canopy width, leaf length, leaf width, and number of leaves recorded as 9.25 ± 1.06 cm, 18.50 ± 2.14 cm, 12.25 ± 1.00 cm, 4.75 ± 0.35 cm, and 8.50 ± 0.75 leaves, respectively. The increased levels of phosphorus and organic matter in the soil indicated an efficiency of soil fertility and plant growth. However, there was no statistically significant difference among treatments ($P > .05$).

Keywords: Spent mushroom; Agricultural waste; Palm empty fruit bunch; Industrial factories; Bio-degradable

บทนำ

ทะลายปาล์มเปล่า (Empty Fruit Bunch: EFB) เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันในกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมัน โดยในประเทศไทยมีการประเมินว่ามีทะลายปาล์มเปล่ามากกว่า 5 ล้านตันต่อปี (สถาบันปาล์มน้ำมันและน้ำมันพืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2565) ก่อนที่จะนำวัตถุดิบมาทำปุ๋ยอินทรีย์ ทางชุมชนนำทิ้งโดยไม่เกิดประโยชน์ หากไม่มีการจัดการที่เหมาะสม อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การสะสมของสารอินทรีย์ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการปนเปื้อนในดินและแหล่งน้ำ วัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากมีองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) และธาตุอาหารพืชจำเป็น เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยในระดับอุตสาหกรรม การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือทิ้งต้องอาศัยกระบวนการหมัก (Composting) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ อีกทั้งช่วยลดความเป็นพิษและกลิ่นเหม็นจากของเสีย นอกจากนี้ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20:1 ซึ่งเหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหาร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) และมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ เช่น *Trichoderma* spp. หรือ *Bacillus* spp. ช่วยยับยั้งเชื้อโรคหรือเพิ่มการละลายธาตุอาหารในดิน (ปิ่นณวิชญ์ และคณะ, 2561; Lim et al., 2016) ซึ่งการประเมินคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ สร้างแนวทางการจัดการของเสียอย่างยั่งยืน ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันในประเทศไทยงานวิจัยของ จรตกร และคณะ (2568) ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนทะลายปาล์มเปล่าต่อกากสลัดจ์หมักต่อกากสลัดจ์สดต่อเปลือกปาล์ม (5:2:2:1) โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.12 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับร้อยละ 3.76 dS/m ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 3.36 ฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 1.18 โพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 2.32 โซเดียมทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 0.08 และมีปริมาณโลหะหนักไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ที่ประกาศไว้โดยกรมวิชาการเกษตร (2550) และงานวิจัยของสมชาย และคณะ (2558) ทดสอบปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้ พบว่าใช้วัตถุดิบจากฟัทมอส โดยมีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนใบเท่ากับ 8.26 ± 0.70 , 1.80 ± 0.148 , 3.83 ± 0.40 , 2.03 ± 0.23 ซม. และ 1.70 ± 0.22 ตามลำดับ และงานวิจัยของ บัญชา (2565) วัตถุดิบจาก FEB พบว่ามีความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่ม เท่ากับ 15.25 และ 16.25 ซม. ตามลำดับ ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาศักยภาพในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษเหลือทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน โดยเน้นการปรับปรุงสูตรและกระบวนการหมักเพื่อให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ เพื่อผลิตและวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือทิ้งของจังหวัดสุราษฎร์ธานี



อุปกรณ์และวิธีการ

1. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยอินทรีย์

วัสดุหลักที่ใช้ในการทดลอง ทะลายปาล์มน้ำมัน ก่อนเห็ดนางฟ้าเก่าได้รับความอนุเคราะห์ จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยทรายในพื้นที่อำเภอบ้านนาเดิม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มูลเป็ดและมูลไก่จากฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่และมูลเป็ดจากฟาร์มเลี้ยงเป็ดในพื้นที่อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

การวางแผนการทดลองแบบการสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ ได้แก่ ทรีตเมนต์ควบคุม ดินธรรมชาติ แทน Control ทรีตเมนต์ที่ 1 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อมูลเป็ด สัดส่วน 1:1 แทน T1 ทรีตเมนต์ที่ 2 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อมูลไก่ สัดส่วน 1:1 แทน T2 ทรีตเมนต์ที่ 3 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อทะลายปาล์มต่อมูลเป็ด สัดส่วน 1:1:1 แทน T3 และทรีตเมนต์ที่ 4 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อทะลายปาล์มต่อมูลไก่ สัดส่วน 1:1:1 แทน T4 กระบวนการหมักปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกอง ระยะเวลาการหมักเป็นเวลา 90 วัน ตั้งขนาดกองให้มีความกว้าง 2.5 เมตร สูง 1.5 เมตร รักษาความชื้นของกองหมักให้อยู่ในช่วงร้อยละ 60 - 70 โดยน้ำหนัก โดยการรดน้ำ 1 ครั้งต่อวัน ปิดกองปุ๋ยด้วยผ้าพลาสติกสีดำเพื่อรักษาความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิภายในกอง หมักจนกระทั่งการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ซึ่งสังเกตวัสดุหมักเปลี่ยนสีเป็นน้ำตาลเข้มหรือดำ อุณหภูมิลดใกล้เคียงกับภายนอกกองปุ๋ย จากนั้นทำให้ปุ๋ยหมักแห้งโดยเกลี่ยกอง และสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักเพื่อวิเคราะห์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture, 2008) ปุ๋ยอินทรีย์ด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงเพื่อเร่งกระบวนการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ ทำการตรวจสอบความชื้นและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยการวัดค่า EC และอุณหภูมิ ทุกๆ 7 วัน จนครบ 90 วัน และเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ (EC และอุณหภูมิ) และการวิเคราะห์ทางเคมี (pH, N, P, K, Ca, Na และ OM) ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งธาตุอาหารรองช่วยดูดซึมธาตุอาหารของพืช

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์

อุณหภูมิใช้ thermometer ความชื้นโดยใช้ Oven-drying method ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter (E.O. Mclean, 1983) ค่าการนำไฟฟ้าด้วย EC meter วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยวิธีของ Walkley and Black ไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N) โดยวิธี Kjeldahl method ทำการย่อยตัวอย่างด้วยกรด HCl : HNO₃ สัดส่วน 3:1 ก่อนทำการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P₂O₅) ด้วยวิธี Spectrophotometric Molybdovanadophosphate method และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K₂O) ส่วนธาตุอาหารรอง (Ca และ Na) วัดค่าด้วย Flame photometer (AOAC, 2000; Official Methods of Analysis of Fertilizers, 1987 and OMAF, 1987) เปรียบเทียบค่ารับทดลองตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรประเทศไทย (Thai Agriculture Standard : TAS 9503 – 2005)

การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของการปลูกผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ผักกรีนคอส และผักฟิลเลย์

โดยใช้วัสดุเพาะที่มีส่วนผสมของดินปลูกต่อปุ๋ยอินทรีย์ สัดส่วน 2:1 เติมวัสดุเพาะลงในถาดเพาะหยอดเมล็ดผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ผักกรีนคอส และผักฟิลเลย์ ลงในแต่ละหลุม หลุมละ 1 - 2 เมล็ด กลบเมล็ดด้วยวัสดุเพาะบางๆ และรดน้ำให้ชุ่ม คลุมด้วยพลาสติกใสประมาณ 1-2 วันเพื่อรักษาความชื้น เมื่อต้นกล้าเริ่มงอกภายใน 2-3 วัน เลือกต้นกล้าที่มีความสมบูรณ์ โดยปลูกในภาชนะถุงปลูกชนิด HDPE ขนาด 5 x 11 เซนติเมตร และวางต้นกล้าไว้ในที่มีแสงรำไร รดน้ำวันละ 1-2 ครั้ง ขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุปลูก สังเกตการเจริญเติบโตจนถึงอายุ 30 วัน ทุก ๆ 7 วันเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์โดยพิจารณาจากความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนใบ และนำตัวอย่างปุ๋ยที่ผ่านกระบวนการหมักสมบูรณ์แล้วไปทดสอบการเจริญเติบโตของกวางตุ้งฮ่องเต้ ผักสลัดชนิดกรีนคอสและฟิลเลย์ ทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างพืชจำนวน 5 ซ้ำต่อทรีตเมนต์ ทุก ๆ 7 วัน จนกระทั่งถึงช่วงระยะโตเต็มที่จนครบ 30 วัน โดยมีรายละเอียดการบันทึกผลดังนี้

- (1) ความสูงต้น วัดจากโคนต้นถึงปลายยอด (เซนติเมตร)
- (2) ความกว้างทรงพุ่ม วัดความกว้างทั้งสองด้านแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
- (3) ความยาวใบวัดจากโคนใบ (จุดที่ก้านใบติดกับลำต้น) ไปจนถึงปลายใบ ตามแนวเส้นกลางใบ (midrib)
- (4) จำนวนใบ นับจำนวนใบที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ (ใบ)
- (5) ความกว้างใบวัดจากการวัดตั้งฉากกับเส้นกลางใบ (midrib)

อัตราการงอกของเมล็ดผักในจานเพาะ (AOAC, 2000; Official Methods of Analysis of Fertilizers, 1987) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากทำการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์กับพืชทดลอง ในถาดเพาะกล้าเป็นระยะเวลา 30 วัน จะเกิดข้อจำกัดการเจริญเติบโตของรากพืช เปรียบเทียบตำรับทดลองตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรประเทศไทย (Thai Agriculture Standard : TAS 9503 – 2005) การทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ดเป็นเกณฑ์การวัดความสมบูรณ์ของการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์โดยนำเมล็ดผักกวางตุ้งฮ่องเต้

ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อหาค่า F-test และ เปรียบเทียบ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยอินทรีย์

อุณหภูมิของการหมักระยะเวลา 90 วัน พบว่า ทั้ง 4 ทรีตเมนต์ มีค่าใกล้เคียงกัน ทรีตเมนต์ T1 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อมูลเป็ด สัดส่วน 1:1 (T1) อุณหภูมิมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 29 °C อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 34 °C ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 30 °C ทรีตเมนต์ T2 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อมูลไก่ สัดส่วน 1:1 (T2) มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 29 °C อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 34 °C ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ เท่ากับ 30 °C ทรีตเมนต์ T3 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อทะลายปาล์มต่อมูลเป็ด สัดส่วน 1:1:1 (T3) มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 28 °C อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 33°C ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 30 °C ทรีตเมนต์ T4 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อทะลายปาล์มต่อมูลไก่ สัดส่วน 1:1:1 (T4) มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 28 °C อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 33°C ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 31 °C ตามลำดับ

ค่า pH ของการหมักระยะเวลา 90 วัน พบว่า ทั้ง 4 ทรีตเมนต์ มีค่าเป็นกลางและอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน ทรีตเมนต์ T1 ช่วงระหว่าง 6.6 - 6.90 ทรีตเมนต์ T2 มีค่า pH ช่วงระหว่าง 7.03 - 7.13 ทรีตเมนต์ T3 มีค่า pH ระยะเวลาหมักช่วงระหว่าง 6.84 - 7.01 ทรีตเมนต์ T4 มีค่า pH ระยะเวลาหมักช่วงระหว่าง 6.85 - 7.00 เห็นได้ว่า ช่วงเดือนแรกมีค่าเป็นกรดเล็กน้อยและช่วงเดือนที่ 2 - 3 มีค่าเป็นกลางซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชโดยไม่ต้องปรับสภาพใดๆ (Table 1)

ค่าการนำไฟฟ้า ของการหมักระยะเวลา 90 วัน พบว่า ทั้ง 4 ทรีตเมนต์ มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าอยู่ในช่วง 0.110 - 2.13 dS/m ค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 0.735 dS/m ทรีตเมนต์ T1 มีค่าการนำไฟฟ้าช่วงระหว่าง 0.45 - 0.94 dS/m ทรีตเมนต์ T2 มีค่าการนำไฟฟ้าช่วงระหว่าง 0.30 - 1.23 dS/m ทรีตเมนต์ T3 มีค่าการนำไฟฟ้าช่วงระหว่าง 0.11 - 0.73 dS/m ทรีตเมนต์ T4 มีค่าการนำไฟฟ้าช่วงระหว่าง 0.13 - 0.46 dS/m ซึ่งค่าที่ได้ในช่วงเดือนที่ 1 อยู่ในระหว่าง 0.45 - 1.23 dS/m เดือนที่ 2 อยู่ในระหว่าง 0.14 - 1.03 dS/m เดือนที่ 3 อยู่ในระหว่าง 0.11 - 0.89 dS/m มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

ธาตุอาหารหลักของไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์พบว่า ทรีตเมนต์ T1 มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 6.12 เนื่องจากค่าไนโตรเจนของน้ำหมักจากปลา อยู่ระหว่างร้อยละ 0.32 - 2.00 (ราชา, 2559) ปริมาณไนโตรเจนของก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งเท่ากับร้อยละ 1.12 (ศรีอุบล และคณะ, 2563) และค่าเฉลี่ยไนโตรเจนของมูลเป็ดเท่ากับ 2.15 (นงลักษณ์, 2557) โดยขึ้นอยู่กับสัดส่วน และส่วนผสมของวัสดุในการหมักปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้รวม ซึ่งมีค่าสูงกว่างานวิจัยของ Bastida et al. (2008) พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับร้อยละ 1.25 จากปุ๋ยหมักทะลายปาล์มเมือง Alicante ประเทศสเปน ทรีตเมนต์ T3 พบธาตุฟอสฟอรัสมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 0.29 ± 0.01 ซึ่งมีค่าสูงกว่างานวิจัยของ Yu et al. (2015) พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัส 14.20 มก./กก.หลังจากใช้ปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยของเมือง Guangdong ประเทศจีน ทรีตเมนต์ T3 พบธาตุโพแทสเซียมสูงสุดเท่ากับร้อยละ 0.59 ซึ่งมีค่าต่ำกว่างานวิจัยของ Adesodun et al. (2010) พบว่าธาตุโพแทสเซียมเท่ากับร้อยละ 1.93 ด้วยวัตถุดิบปุ๋ยหมักจากน้ำเสียโรงสกัดน้ำมันปาล์ม (POME) ของเมือง tropical ประเทศไนจีเรีย ผลการศึกษา

พบว่าทรีตเมนต์ T3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับร้อยละ 4.80 ซึ่งมีค่าสูงกว่างานวิจัยของวัชร และคณะ (2566) ที่รายงานค่าอินทรีย์วัตถุร้อยละ 4.30 จากการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ทะลายปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุหลัก ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดจากชนิดและสัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต รวมถึงสภาวะการหมัก เช่น อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และระยะเวลาการหมัก ซึ่งมีผลต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยตรง นอกจากนี้ การเปรียบเทียบค่าธาตุอาหารหลัก (N, P, K) พบว่าทรีตเมนต์ T3 มีแนวโน้มให้ธาตุอาหารสูงกว่า โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงสูตรปุ๋ยอินทรีย์ด้วยการผสมวัตถุดิบที่เหมาะสมสามารถเพิ่มคุณภาพทั้งในด้านปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหาร จากทรีตเมนต์ T3 มีค่าสูงกว่างานวิจัยของนรนนท์ และคณะ (2565) ในทรีตเมนต์ T2 อัตราส่วนของก้อนเห็ดเก่า 4 ต่อมูลไก่ผสมแกลบ 1 (รดปุ๋ย EM ผสมน้ำหมักปลา) ผ่านการหมักระยะเวลา 3 เดือน มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับร้อยละ 2.19, 2.24 และ 4.09 โดยภาพรวมปุ๋ยอินทรีย์ของทรีตเมนต์ T3 เป็นปุ๋ยที่มีเกรดสูงเนื่องจากค่าธาตุอาหารหลักและอินทรีย์วัตถุสูง (Table 1)

จากการศึกษาพบว่าทรีตเมนต์ T1, T2, T3 และ T4 ผลการศึกษาค่า pH เท่ากับ 6.07 ± 0.11^d , 7.00 ± 0.10^b , 7.53 ± 0.15^a และ 6.60 ± 0.10^c ตามลำดับ ซึ่งค่า pH มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน อยู่ในช่วง 5.5 - 10 เป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ บัญชา (2565) พบว่าค่า pH วัตถุดิบจากตะกอนปาล์มน้ำมันมีค่า 6.2 ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยของ EC (dS/m) ของทรีตเมนต์ T1 ถึง T4 มีค่าเท่ากับ 2.52 ± 0.11^a , 1.68 ± 0.05^b , 2.63 ± 0.06^a และ 1.79 ± 0.06^b ตามลำดับ ซึ่งค่า EC มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ไม่เกิน 15 dS/m เป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ นฤมล และคณะ (2561) พบว่าวัตถุดิบจากทะลายปาล์ม และกากปาล์ม มีค่าเฉลี่ยของ EC เท่ากับ 0.83 dS/m ผลการศึกษาร้อยละของไนโตรเจน (N) ของทรีตเมนต์ T1 ถึง T4 มีค่าเท่ากับ 6.11 ± 0.01^a , 6.12 ± 0.01^a , 5.66 ± 0.12^b และ 5.22 ± 0.01^c ตามลำดับ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ของน้ำหนัก เทียบเท่ากับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ซึ่งมีค่าสูงกว่างานวิจัยของ Zhang et al. (2017) พบว่าวัตถุดิบจากเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร อยู่ในช่วงร้อยละ 1.23 - 1.72 ผลการศึกษาร้อยละของฟอสฟอรัส (P) ของทรีตเมนต์ T1 ถึง T4 มีค่าเท่ากับ 0.26 ± 0.01^b , 0.29 ± 0.01^a , 0.29 ± 0.01^a และ 0.30 ± 0.10^a ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก เทียบเท่ากับปุ๋ยอินทรีย์ เกรด 2 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ซึ่งมีค่าสูงกว่างานวิจัยของ Adesodun et al. (2010) พบว่าปุ๋ยหมักจากน้ำเสียโรงผลิตน้ำมันปาล์ม อยู่ในช่วงร้อยละ 0.20 - 0.48 ผลการศึกษาร้อยละของโพแทสเซียม (K) ของทรีตเมนต์ T1 ถึง T4 มีค่าเท่ากับ 0.58 ± 0.07^a , 0.50 ± 0.05^b , 0.59 ± 0.02^a และ 0.60 ± 0.00^a ตามลำดับ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก เทียบเท่ากับปุ๋ยอินทรีย์ เกรด 2 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bastida et al. (2008) พบว่าวัตถุดิบจากผลปาล์มน้ำมัน อยู่ช่วงร้อยละ 1.97 - 2.62

**Table 1.** Average $\pm$ standard deviation of the physical and chemical properties of the four treatments after 90-day fermentation period

Treatments	Temperature (°C)	pH	EC (dS/m)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Na (%)	OC (%)
1	30.00 $\pm$ 1.35 ^a	6.07 $\pm$ 0.11 ^d	2.52 $\pm$ 0.11 ^a	6.11 $\pm$ 0.01 ^a	0.26 $\pm$ 0.01 ^b	0.58 $\pm$ 0.07 ^a	1.17 $\pm$ 0.01 ^a	0.19 $\pm$ 0.01 ^a	4.20 $\pm$ 0.14 ^{ab}
2	30.00 $\pm$ 1.47 ^a	7.00 $\pm$ 0.10 ^b	1.68 $\pm$ 0.05 ^b	6.12 $\pm$ 0.01 ^a	0.29 $\pm$ 0.01 ^a	0.50 $\pm$ 0.05 ^b	0.88 $\pm$ 0.02 ^c	0.10 $\pm$ 0.00 ^c	3.87 $\pm$ 0.64 ^b
3	30.00 $\pm$ 1.80 ^a	7.53 $\pm$ 0.15 ^a	2.63 $\pm$ 0.06 ^a	5.66 $\pm$ 0.12 ^b	0.29 $\pm$ 0.01 ^a	0.59 $\pm$ 0.08 ^a	1.22 $\pm$ 0.02 ^a	0.05 $\pm$ 0.01 ^d	4.80 $\pm$ 0.04 ^a
4	31.00 $\pm$ 1.38 ^a	6.60 $\pm$ 0.10 ^c	1.79 $\pm$ 0.06 ^b	5.22 $\pm$ 0.01 ^c	0.30 $\pm$ 0.1 ^a	0.60 $\pm$ 0.00 ^a	1.07 $\pm$ 0.06 ^b	0.15 $\pm$ 0.00 ^b	4.27 $\pm$ 0.55 ^{ab}
F - test	ns	*	*	*	ns	ns	*	*	ns
C.V. (%)	3.66	1.99	14.18	6.66	0.02	9.73	12.00	14.00	11.84

Note: means with difference letters within the same column represent significant differences at $p < 0.05$ by DMRT means comparison method,

* (significant)

ns (non-significant)

ผลการศึกษาร้อยละของแคลเซียม (Ca) ของทรีตเมนต์ T1 ถึง T4 มีค่าเท่ากับ 1.17 ± 0.01^a , 0.88 ± 0.02^c , 1.22 ± 0.02^a และ 1.07 ± 0.06^b ตามลำดับมีค่าต่ำกว่างานวิจัยของ Bastida et al. (2008) พบว่าปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบปาล์ม อยู่ในช่วงร้อยละ 1.50 – 3.20 ผลการศึกษาร้อยละของโซเดียม (Na) ของทรีตเมนต์ T1 ถึง T4 มีค่าเท่ากับ 0.19 ± 0.01^a , 0.10 ± 0.00^c , 0.05 ± 0.01^d และ 0.15 ± 0.00^b ตามลำดับ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง งานวิจัยของ กัญญิกา และคณะ (2562) พบว่ากากตะกอนปาล์ม ร้อยละ 0.08 ผลการศึกษาร้อยละของอินทรีย์คาร์บอน (OC) ของ ทรีตเมนต์ T1 ถึง T4 มีค่าเท่ากับ 4.20 ± 0.14^{ab} , 3.87 ± 0.64^b , 4.80 ± 0.04^a และ 4.27 ± 0.55^{ab} ตามลำดับ ซึ่งร้อยละของอินทรีย์วัตถุ และงานวิจัยของ ทวีศักดิ์ และคณะ (2560) พบว่าวัตถุดิบจากจากทะลายปาล์มน้ำมัน (EFB) ร้อยละ 3.6 ซึ่งการวิเคราะห์ค่า OM เป็นตัวชี้วัดสำคัญในการประเมินคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ งานวิจัยหลายฉบับชี้ให้เห็นว่า มูลเป็ดเป็นแหล่งอินทรีย์วัตถุที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสำหรับการผลิตปุ๋ยหมัก (Sari et al., 2020) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Adam et al. (2016) พบว่ามูลเป็ดมีค่า OM ก่อนการหมักระหว่างร้อยละ 32–38 เนื่องจากเกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์และการสูญเสียคาร์บอนในรูป CO₂ กระบวนการนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ปุ๋ยหมักมีความสมบูรณ์และปลอดภัยสำหรับพืช (Sari et al., 2020) การหมักมูลเป็ดร่วมกับวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ เช่น ชี้น้ำหรือขยะอินทรีย์ สามารถเพิ่มปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมักได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งช่วยให้ปุ๋ยหมักมีคุณสมบัติทั้ง คาร์บอนสูง และ ธาตุอาหารครบถ้วน เหมาะสำหรับการปรับปรุงคุณภาพดินและเพิ่มผลผลิตพืช (Rahman et al., 2018)

การทดสอบคุณสมบัติทางชีวภาพจากการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ผักกรีนคอส และผักพินเลย์ การตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์โดยการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) โดยใช้เมล็ดกวางตุ้งเพื่อทดสอบทั้ง 4 ทรีตเมนต์ที่ผ่านการหมักระยะเวลา 90 วัน มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 106 – 117 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของ T1, T2, T3 และ T4 เท่ากับร้อยละ 110, 111, 106, และ 117 ตามลำดับ แตกต่างจากตัวควบคุม (ร้อยละ 25) อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่กำหนดไว้ว่าค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืช ไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 80 (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2005) ส่วนเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของ (California Composting Quality Council, 2001) กำหนดว่า ปุ๋ยหมักที่มีการย่อยสลายสมบูรณ์ควรมีค่า GI มากกว่าร้อยละ 90

การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์ด้วยพืช

ผลการศึกษาพบว่าทรีตเมนต์ T3 และ T4 แสดงการเจริญเติบโตที่ดีทุกพารามิเตอร์ในแง่ของความสูง ต้นและความกว้างของพุ่มที่บ่งชี้ถึงการเจริญเติบโตของลำต้นและความสมบูรณ์ของพุ่มใบ ทรีตเมนต์ T4 ให้การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ดีที่สุดที่สุด โดยมีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนใบเท่ากับ 9.25 ± 1.06 , 18.50 ± 2.14 , 12.25 ± 1.00 , 4.75 ± 0.35 ซม. และ 8.50 ± 0.75 ใบ ตามลำดับ รองลงมาคือ T3 ให้การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ดีที่สุดที่สุด โดยมีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนใบเท่ากับ 9.63 ± 1.76 , 14.88 ± 3.39 , 11.00 ± 0.75 , 4.63 ± 0.46

ชม. และ 9.00 ± 0.00 ใบ ตามลำดับ แสดงถึงความสมบูรณ์ของพืชที่สามารถพัฒนาส่วนที่เป็นใบได้มาก ในทางตรงกันข้าม ทริตเมนต์ T1 มีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนใบต่ำ ที่สุดอย่างชัดเจนมีค่าเท่ากับ 4.25 ± 0.32 , 7.25 ± 1.75 , 4.50 ± 0.71 , 1.90 ± 0.17 ซม. และ 6.00 ± 0.00 ใบ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสูตรหรือการจัดการในกลุ่มนี้ไม่เหมาะสมหรือส่งผลต่อการเจริญเติบโตของ ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ซึ่งบ่งชี้ถึงความไม่สม่ำเสมอของผลลัพธ์ในกลุ่มนี้ อาจเป็นเพราะปัจจัยภายนอก เช่น การกระจายปุ๋ย หรือคุณภาพของวัตถุดิบ ซึ่งผลการศึกษาทริตเมนต์ T4 ค่าความสูงของต้น ความกว้างใบ และจำนวนใบ มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ชินกร (2566) พบว่าต้นผักกวางตุ้งฮ่องเต้ที่ช่วงอายุ 30 วันมีความสูง ต้น ความกว้างใบ และจำนวนใบเท่ากับ 8.04, 9.73 เซนติเมตร และ 5.85 ใบ ตามลำดับ ซึ่งช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ได้อย่างชัดเจน



Figure 1. The growth of plant

การเจริญเติบโตของผักกรีนคอส พบว่าทริตเมนต์ T2 เมื่อพิจารณาทุกพารามิเตอร์ของการ เจริญเติบโตของผักกรีนคอสของทริตเมนต์ T2 มีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและ จำนวนใบ มีค่าเท่ากับ 4.75 ± 1.19 , 5.35 ± 1.10 , 4.75 ± 0.64 , 1.95 ± 0.17 ซม. และ 6.00 ± 0.50 ใบ ตามลำดับ แสดงถึงความสมบูรณ์ของพืชที่สามารถพัฒนาส่วนที่เป็นใบได้มาก ลงมาทริตเมนต์ T1 โดยมีค่า ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนใบเท่ากับ 4.25 ± 0.32 , 5.00 ± 0.00 , 4.50 ± 0.70 , 1.95 ± 0.07 ซม. และ 7.00 ± 0.00 ใบ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสูตรหรือการจัดการในกลุ่มนี้ เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกรีนคอส ค่าที่วัดได้อยู่ในระดับใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ทริตเมนต์หรือการจัดการในแต่ละทริตเมนต์ไม่ได้มีผลแตกต่างกันอย่างชัดเจนต่อการเจริญเติบโต ของผักชนิดนี้ โดยทริตเมนต์ แต่ความแตกต่างนี้อยู่ในขอบเขตที่ไม่ส่งผลเชิงนัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยของ ชิน กร (2566) พบว่าต้นผักกรีนคอสที่ช่วงอายุ 30 วันมีความสูงต้น ความกว้างใบ และจำนวนใบเท่ากับ 8.04, 9.73 ซม. และ 5.85 ใบ ตามลำดับ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของผัก กรีนคอส ได้อย่างชัดเจน

ซึ่งผลการศึกษาทริตเมนต์ T4 ค่าความสูงของต้นให้ค่าต่ำกว่างานวิจัยของ กชพรรณ (2568) พบว่าทริตเมนต์ที่มีอัตราส่วนดินต่อแกลบดำ สัดส่วน 1 : 1 ค่าเฉลี่ยความสูงต้นเฉลี่ยของกรีนคอสเท่ากับ 10.84 ± 2.78 ซม. งานวิจัยนี้ใช้วัสดุชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างเหมาะสมซึ่งช่วยปรับปรุงโครงสร้างและธาตุอาหารของปุ๋ย

ในส่วนของการผักพินเลย์ ผลการศึกษพบว่าทริตเมนต์ T2 ให้การเจริญเติบโตของผักพินเลย์สูงที่สุดโดยมีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนใบเท่ากับ 7.38 ± 2.21 , 10.63 ± 2.09 , 4.75 ± 0.86 , 4.50 ± 0.40 ซม. และ 6.00 ± 0.00 ใบ ตามลำดับ แสดงถึงความสมบูรณ์ของพืชที่สามารถพัฒนาส่วนที่เป็นใบได้มาก แสดงให้เห็นว่าสูตรหรือการจัดการในกลุ่มนี้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักพินเลย์ รองลงมาทริตเมนต์ T4 มีการเติบโตอยู่ในระดับกลางแต่มีความแปรปรวนสูง มีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบและจำนวนใบมีค่าเท่ากับ 6.00 ± 0.75 , 6.25 ± 2.45 , 2.40 ± 0.10 , 4.50 ± 0.40 ซม. และ 4.00 ± 0.00 ตามลำดับ ซึ่งบ่งชี้ถึงความไม่สม่ำเสมอของผลลัพธ์ในกลุ่มนี้ อาจเกิดจากสภาพภูมิอากาศแปรปรวน ซึ่งมีความกว้างใบสูงกว่างานวิจัยของ ราเมธ (2566) พบว่า ทริตเมนต์ (T2) น้ำสกัดเนื้อมะพร้าวร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงสัดส่วนเท่ากับ 60:60 มีผลให้ค่าความสูงต้น ความกว้างใบ และจำนวนใบของผักพินเลย์เท่ากับ 11.47, 3.79 ซม. และ 8.70 ใบ ตามลำดับ งานวิจัยนี้ใช้วัสดุชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างเหมาะสมซึ่งช่วยปรับปรุงโครงสร้างและธาตุอาหารของปุ๋ย ทั้งนี้ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Zhang et al. (2022) ที่ระบุว่าการจัดการสัดส่วนธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์อย่างเหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของผักใบภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ หากมีการควบคุมระบบการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จะส่งผลต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น โดยผลที่สังเกตได้อย่างเด่นชัดเกิดขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 3-4 ซึ่งเป็นระยะวิกฤตของการสะสมชีวมวลและการพัฒนาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยา ปุ๋ยอินทรีย์ทริตเมนต์ T4 แสดงผลเด่นชัดต่อผักกาดฮ่องเต้และกรีนคอสในทุกตัวแปรที่วัดได้ ได้แก่ ความสูง ความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนใบ ซึ่งบ่งชี้ถึงการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมต่อการสร้างมวลพืช ขณะที่ทริตเมนต์ T2 ให้ผลดีที่สุดกับผักกรีนคอส และผักพินเลย์ โดยเฉพาะในด้านความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ และจำนวนใบ ซึ่งสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (Table 2)

สรุป

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพ (เกรด 2) พิจารณาคุณสมบัติค่า pH, EC, N, K และ Ca ในทริตเมนต์ที่ 4 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อทะเลสาบปาล์มต่อมูลไก่ สัดส่วน 1:1:1 (T4) มีค่าเท่ากับ 7.53 ± 0.15 , 2.63 ± 0.06 , 5.66 ± 0.12 , 0.59 ± 0.08 และ 1.22 ± 0.02 ตามลำดับ ให้ผลดีที่สุดเมื่อเทียบกับทริตเมนต์อื่น และมีศักยภาพสูงในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ (*Brassica rapa* var. *pekinensis*) มีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนใบเท่ากับ 9.25 ± 1.06 , 18.50 ± 2.14 , 12.25 ± 1.00 , 4.75 ± 0.35 ซม. และ 8.50 ± 0.75 ใบ ตามลำดับ ในขณะที่ทริตเมนต์ที่ 2 อัตราส่วนก้อนเห็ดเก่าต่อ

Table 2. Average $\pm$ standard deviation of the plant morphology of all 4 treatments after 30-day cultivation period of Pak Choi, Cos Lettuce and Frillice

The experiment	Average (cm)				
	Vegetable height (cm)	Vegetable canopy (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves
<i>Pak Choi (Brassica rapa var. pekinensis)</i>					
Control	4.25 $\pm$ 0.32	8.25 $\pm$ 1.04	8.25 $\pm$ 0.35	2.75 $\pm$ 0.30	7.00 $\pm$ 0.00
T1	4.25 $\pm$ 0.32	7.25 $\pm$ 1.75	4.50 $\pm$ 0.71	1.90 $\pm$ 0.17	6.00 $\pm$ 0.00
T2	7.70 $\pm$ 2.49	11.50 $\pm$ 5.40	7.13 $\pm$ 3.50	3.48 $\pm$ 1.70	7.00 $\pm$ 1.45
T3	9.63 $\pm$ 1.76	14.88 $\pm$ 3.39	11.00 $\pm$ 0.75	4.63 $\pm$ 0.46	9.00 $\pm$ 0.00
T4	9.25 $\pm$ 1.06	18.50 $\pm$ 2.14	12.25 $\pm$ 1.00	4.75 $\pm$ 0.35	8.50 $\pm$ 0.75
<i>Cos Lettuce (Lactuca sativa var. longifolia)</i>					
Control	5.00 $\pm$ 1.44	6.25 $\pm$ 0.35	5.25 $\pm$ 0.32	1.95 $\pm$ 0.42	6.00 $\pm$ 0.00
T1	4.25 $\pm$ 0.32	5.00 $\pm$ 0.00	4.50 $\pm$ 0.70	1.95 $\pm$ 0.07	7.00 $\pm$ 0.00
T2	5.20 $\pm$ 0.38	5.88 $\pm$ 0.62	4.83 $\pm$ 0.83	2.13 $\pm$ 0.47	5.00 $\pm$ 1.41
T3	4.75 $\pm$ 1.19	5.35 $\pm$ 1.10	4.75 $\pm$ 0.64	1.95 $\pm$ 0.17	6.00 $\pm$ 0.50
T4	5.25 $\pm$ 0.34	3.80 $\pm$ 1.15	4.5 $\pm$ 0.75	1.95 $\pm$ 0.035	6.00 $\pm$ 0.00
<i>Frillice (Lactuca sativa var. capitata)</i>					
Control	5.85 $\pm$ 1.92	6.00 $\pm$ 1.48	2.45 $\pm$ 0.10	2.25 $\pm$ 0.30	6.00 $\pm$ 0.00
T1	5.00 $\pm$ 0.00	5.50 $\pm$ 0.76	2.00 $\pm$ 1.42	2.25 $\pm$ 0.31	4.00 $\pm$ 0.00
T2	7.375 $\pm$ 2.21	10.63 $\pm$ 2.09	4.75 $\pm$ 0.86	4.50 $\pm$ 0.40	6.00 $\pm$ 0.00
T3	5.80 $\pm$ 0.15	5.75 $\pm$ 1.50	2.575 $\pm$ 0.29	2.38 $\pm$ 0.25	4.00 $\pm$ 0.00
T4	6.00 $\pm$ 0.75	6.25 $\pm$ 2.45	2.40 $\pm$ 0.10	2.25 $\pm$ 0.35	4.00 $\pm$ 0.00

มุลไก่ สัดส่วน 1:1 (T2) และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดสายพันธุ์พินเลย์ (*Lactuca sativa* var. *capitata*) ดีที่สุดพบว่ามีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนใบเท่ากับ 7.38 $\pm$ 2.21, 10.63 $\pm$ 2.09, 4.75 $\pm$ 0.86, 4.50 $\pm$ 0.40 เซนติเมตร และ 6 ใบ ตามลำดับ เช่นเดียวกับผักสลัดสายพันธุ์คออส (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) มีค่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนใบเท่ากับ 4.75 $\pm$ 1.19, 5.35 $\pm$ 1.10, 4.75 $\pm$ 0.64, 1.95 $\pm$ 0.17 เซนติเมตรและ 6.00 $\pm$ 0.50 ใบ

ตามลำดับ ดังนั้น ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่นที่ศึกษานำไปผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และสามารถประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มรายได้กับพืชเศรษฐกิจ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประจำปีงบประมาณ 2568 และทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประจำปีงบประมาณ 2565 และสนับสนุนวัตถุดิบจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยทรายในพื้นที่ อำเภอบ้านนาเดิม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ ฟาร์มเลี้ยงเป็ดในพื้นที่อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

เอกสารอ้างอิง

- กชพรรณ รุ่งรัก และปณณพร พรหมแจ่ม. (n.d.). การศึกษาการยับยั้ง *Cercospora lactucae-sativae* ด้วย *Bacillus amyloliquefaciens* และ *Trichoderma* sp. สำหรับต้นกรีนคอส (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) ในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมต่างกัน. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ การพัฒนาอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 1 (น. 22). มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กัญญิกา ยังมณี, ภัทรรัตน์ เทียมเก่า และอรพิน หนูทอง. (2562). การใช้เถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มร่วมกับมูลสัตว์ในการผลิตปุ๋ยหมัก. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 37(4), 604–611.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2550). มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง). กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. (2557). ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. (2563). คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักจากเศษเหลือทิ้งของปาล์มน้ำมัน. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3.
- จรรตกร ชยุต, พิเชษฐ์ ธนโชติ และกมล ศรีประเสริฐ. (2025). ผลการทดลองตำรับปุ๋ยอินทรีย์จากทะลายปาล์ม เปล่าและกากสลัดจ์หมัก: การประเมินคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 12(1), 45–58.
- จิตติมา ยถาฐานนท์, พีรพงษ์ เชาวนพงษ์, ศรีสุดา รื่นเจริญ, รัฐกร สืบคำ และทิวาพร ผดุง. (2565). ศึกษาเทคนิคการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ [รายงานการทดลอง]. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมีและกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา, กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (กปผ.).
- ชินกร จิรจรจรัฏกุล. (2566). ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักจากมูลวัวและมูลแพะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดขาวตั้งฮ่อเต้. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระราชูปถัมภ์, 18(12), 1–2.

- ทวีศักดิ์ สวัสดิ์ผล, วราภรณ์ อุ่นใจ และกนกพร แซ่ลิ้ม. (2560). ผลของการใช้ปุ๋ยหมักจากทะลายปาล์มน้ำมัน ต่อสมบัติดินและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน. *วารสารสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรไทย*, 12(2), 32-42.
- นงลักษณ์ ปูระณะพงษ์. (2557). *การปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในดินที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- นรนนท์ ขำมณี, วชิร รวยรื่น, ฉันทน อุดมลาภ และวิโรจน์ เชาว์วิเศษ. (2565). ปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดของจังหวัดสุราษฎร์ธานี. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 7* (น. 78-79). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นฤมล แซ่ตัน, พิมลศิริ กิตติวรารพ และณัฐภา อู่สวัสดิ์. (2561). ผลของปุ๋ยหมักทะลายปาล์มต่อคุณสมบัติดินในสวนปาล์มน้ำมัน. *วารสารสงขลานครินทร์วิจัยและพัฒนา*, 35(2), 47-54.
- บัญชา รัตน์ท. (2565). ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเป็นวัสดุในการปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า. *แก่นเกษตร*, 49(Suppl. 1), 888-893.
- ปณณวิทย์ เย็นจิตต์, ธิดา เดชฮวบ และวาริน อินทนา. (2561). การประยุกต์ใช้ร่วมกันของผงเชื้อ *Trichoderma* sp. และ *Bacillus* sp. ต่อการควบคุมโรคเมล็ดต่างที่เกิดจาก *Bipolaris oryzae* ในข้าว. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(1), 15-26. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/ASJ/article/view/246503>
- ราเมธ อ่ำสกุล. (2566). *การศึกษาการใช้สารอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงในการปลูกผักสลัดแบบไฮโดรโปนิคส์*. สำนักนวัตกรรมการเกษตรเศรษฐกิจพอเพียง.
- วชิร รวยรื่น, นรนนท์ ขำมณี และพงษ์ศักดิ์ นพรัตน์. (2566). การผลิตและคุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุเหลือทิ้งในสวนวนเกษตร. *Science, Technology, and Social Sciences Procedia*, 2022(4), rspg028. <https://wjst.wu.ac.th/index.php/stssp/article/view/25728>
- ศรีอุบล ทองประดิษฐ์, ชีระพงศ์ หมวดศรี และ อุดลย์สมาน สุขแก้ว. (2563). ผลของสูตรปุ๋ยอินทรีย์จากก้อนเห็ดนางฟ้าเหลือทิ้งต่อธาตุอาหาร. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 12(1), 61-71.
- สถาบันปาล์มน้ำมันและน้ำมันพืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2565). *รายงานสถานการณ์ทะลายปาล์มเปล่าในประเทศไทย ปี 2565*. สงขลา: สถาบันปาล์มน้ำมันและน้ำมันพืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สมชาย ชดตระการ และอัญชลี จาละ. (2558). การเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้งดอกบนวัสดุปลูกที่เติมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน. *Thai Journal of Science and Technology*, 4(3), 236-243. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjst/article/view/39688>
- Adam, S. A., Mohd Noor, M., & Hassan, M. (2016). Effects of biological mordant on composting process of duck manure. *Materials Science and Engineering*, 518, 3335-3340.

- Adesodun, J.K., Mbagwu, J. S. C., Oti, N. N., & Agbim, N. N. (2010). Changes in soil properties following amendment with composted palm oil mill effluent. *Soil Biology & Biochemistry*, 42(9), 1534–1539.
- AOAC International. (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (17th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.
- Bastida, F., Zsolnay, A., Hernández, T., & García, C. (2008). Past, present and future of soil quality indices: A biological perspective. *Geoderma*, 147(3–4), 159–171.
- California Compost Quality Council. (2001). *Compost maturity index*. Nevada City, CA: California Compost Quality Council.
- Lim, S. L., Lee, H. L., & Wu, Y. T. (2016). Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: Recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. *Journal of Cleaner Production*, 111, 262–278. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.083>
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2005). *TAS 9503-2005: Thai agriculture commodity and food standard: Compost*. Bangkok: National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- Rahman, M., Alam, S., & Karim, M. (2018). Nutrient dynamics and organic matter changes in duck manure composting. *Waste Management & Research*, 36(10), 912–920.
- Sari, D. R., Hidayat, A., & Nugroho, S. (2020). Optimization of duck manure composting using organic additives. *Journal of Organic Agriculture Research*, 12(3), 45–55.
- Yu, H., Zhou, S., Chen, H., & Li, J. (2015). Effects of municipal solid waste compost on soil nutrients and heavy metals in Guangdong, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(14), 10755–10764.
- Zhang, L., Sun, X., & Tian, Y. (2017). Composting of agricultural waste: Nitrogen transformation and soil quality evaluation. *Bioresource Technology*, 241, 250–258.
- Zhang, Y., Liu, H., Wang, X., Chen, J., & Li, M. (2022). Effect of organic fertilizer composition on the growth and physiological responses of leafy vegetables under controlled environments. *Journal of Organic Agriculture Research*, 15(3), 211–225.