



ISSN 2985-0835

KOCH CHA SARN JOURNAL OF SCIENCE

Vol. 47 (1); January-June (2025), pp. 1-9

<https://science.srru.ac.th/kochasarn>

Research Article

Effects of Vermicompost Fertilizer Combined with Planting Materials on Growth Characteristics and Yield of Chinese Kale (*Brassica alboglabra* L.)

ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้าพันธุ์เห็ดหอม (*Brassica alboglabra* L.)

นภาพรณ นิมพานิช^{1*}, นภาพร จิตต์ศรีธธา¹, พิกุล นุชนวนรัตน์¹ และ ธนพล แพร่งกระโทก²

Napapan Nimpanich^{1*}, Napaporn Jitsatta¹, Phikun Nuchnuanrat¹ and Thanapon Prangkratok²

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี 41 หมู่ที่ 5 ถนนสุขุมวิท ต.ท่าช้าง อ. เมือง จ.จันทบุรี 22000

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี 172 ถนนอิสรภาพ แขวง วัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600

¹Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, 41 Moo 5, Sukhumvit Road, Mueang District, Chanthaburi, 22000.

²Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University, 172 Isaraphap Road, Wat Kalayanamitr Subdistrict, Thonburi District, Bangkok 10600.

Article Info

Received 21 October
2024

Revised 1 April 2025

Accepted 22 April 2025

Abstract

Vermicompost is effective for use in combination with planting materials in crop production. The objective of this research was to study the effect of vermicompost combined with planting materials on the growth characteristics and yield of Chinese kale. The experiment was done at Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University. A Completely Randomized Design (CRD) with 5 replications and 6 treatments, including: Treatment 1: Control (no chemical fertilizer), Treatment 2: growing medium 100% + 16-16-16 chemical fertilizer, Treatment 3: growing medium 25% + 25% vermicompost, Treatment 4: growing medium 75% + 50% vermicompost, Treatment 5: growing medium 25% + 75% vermicompost, Treatment 6: 100% vermicompost. Data on growth characteristics and yield were collected weekly after planting until the harvested. The data recorded included the plant height stem diameter number of leaves, leaf width, leaf length and leaf greenness and fresh weight/plant/pot and dry weight/plant/pot were collected at 45 days after transplant. The results showed that the growth characteristics of kale in Treatment 5 and Treatment 6 were significantly different ($p < 0.01$). The growth trend increased from the 2nd to 4th weeks after planting. Regarding yield at harvest age, fresh weight and dry weight were significantly different ($p < 0.01$). Treatment 6 resulted in the highest fresh and dry weights of kale, with values of 9.99 and 1.55 g./plant, respectively. The results of the experiment indicate that vermicompost has the potential to be used as a planting material in crop production.

Keywords: Chinese Kale, Vermicompost, Organic Fertilizer

บทคัดย่อ

ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ร่วมกับขุยมะพร้าวและกาบมะพร้าวสับในการผลิตพืช โดยวัตถุประสงค์งานวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าพันธุ์เห็ดหอม ทำการทดลองที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี วางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์

*Corresponding Author. Email: napapan.n@rbru.ac.th

Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ 6 ทรีตเมนต์ ประกอบด้วย ทรีตเมนต์ที่ 1 วัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ชุดควบคุม), ทรีตเมนต์ที่ 2 วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16, ทรีตเมนต์ที่ 3 วัสดุปลูก 75% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25%, ทรีตเมนต์ที่ 4 วัสดุปลูก 50 % + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 50%, ทรีตเมนต์ที่ 5 วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% และทรีตเมนต์ที่ 6 ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% เก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต โดยบันทึกผลการทดลองทุก ๆ สัปดาห์หลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และความเขียวใบ จนถึงอายุเก็บเกี่ยว บันทึกน้ำหนักสดต่อต้นต่อกระถาง และน้ำหนักแห้งต่อต้นต่อกระถาง ที่อายุ 45 วัน หลังการเก็บเกี่ยว จากผลการทดลอง พบว่าลักษณะการเจริญเติบโตของคะน้าพันธุ์เห็ดหอมในทรีตเมนต์ที่ 5 และ ทรีตเมนต์ที่ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) แนวโน้มลักษณะการเจริญเติบโตแต่ละลักษณะสูงเพิ่มขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2-4 หลังปลูก ส่วนลักษณะการให้ผลผลิตเมื่ออายุเก็บเกี่ยว พบว่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ทรีตเมนต์ที่ 6 ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของคะน้าพันธุ์เห็ดหอมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 9.99 และ 1.55 กรัมต่อต้น ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนสามารถนำมาใช้สำหรับเป็นวัสดุปลูกในการผลิตพืชได้

คำสำคัญ: คะน้าพันธุ์เห็ดหอม, ปุ๋ยมูลไส้เดือน, ปุ๋ยอินทรีย์

1. บทนำ

คะน้า (*Brassica alboglabra* L.) เป็นผักรับประทานใบที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจและคุณค่าทางอาหาร [1] ประชาชนไทยนิยมบริโภคคะน้ากันเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มูลค่าของคะน้าที่ใช้ในการประกอบอาหารเพื่อบริโภคเป็นเงินวันละหลายล้านบาท [2] ซึ่งคะน้ามีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แคลเซียม ไฟเบอร์ ฟอสฟอรัส เหล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน นอกจากนี้คะน้ายังช่วยป้องกันโรคหัวใจ โรคเบาหวาน และมีส่วนช่วยในการขับถ่าย [3-4] การปลูกคะน้ามีการใช้สารเคมีปริมาณมากทั้งในรูปของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี ซึ่งประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีรวมทุกประเภทมีการใช้เงินจำนวนมากในการนำเข้าปุ๋ยเคมี แนวทางในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีภายในประเทศ คือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งเกษตรกรสามารถผลิตเองได้ [5]

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้พัฒนามากขึ้น โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนก็จัดว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการผลิตอย่างแพร่หลายและจัดอยู่ในประเภทปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดชนิดหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ทั่วไป [6] ซึ่งจากกระแสสุขภาพที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผู้บริโภคหันมาสนใจรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพกันมากขึ้น และผักปลอดภัยจึงกลายเป็นความนิยมกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนอาจเป็นทางเลือกที่ดีเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้หากมีการใช้ปุ๋ยเคมีที่น้อยลงหรือมีการผลิตในด้านเกษตรอินทรีย์มากขึ้น ก็อาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

ปุ๋ยมูลไส้เดือน คือ เศษอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายของไส้เดือนขับถ่ายเป็นมูลออกมา ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดร่วนละเอียดมีสีดำออกน้ำตาล โปรงเบา มี

ความพรุน ระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก มีความจุความชื้นสูงและมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ในปริมาณที่สูง [7] มีการศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลายชนิด เช่น งานวิจัยของ [8] ที่ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักสลัดทั้ง 2 ชนิด มีการเจริญเติบโตในด้านความสูงของเรดโครอลและเรดโอ๊คมากที่สุดเท่ากับ 12.82 และ 12.55 เซนติเมตร ตามลำดับ

ผลการทดลองที่ได้ในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลที่ดีที่ใช้สำหรับในส่งเสริมความรู้ และสร้างทางเลือกการตัดสินใจในการเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ยังสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้กับการผลิตพืชผลของเกษตรกรอีกด้วย เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตให้อยู่บนพื้นฐานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปสร้างคุณค่าให้เกิดประโยชน์กับพืชผลทางการเกษตรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ไ้ร่วมกับวัสดุปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้าพันธุ์เห็ดหอม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1. สถานที่ดำเนินการทดลองและแผนการทดลอง

ดำเนินการทดลอง ณ แปลงทดลอง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น วัสดุปลูกที่ใช้ในทรีตเมนต์ต่าง ๆ คือ ขุยมะพร้าว + กาบมะพร้าว

สับ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- ทรีตเมนต์ที่ 1 วัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ชุดควบคุม)
- ทรีตเมนต์ที่ 2 วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16
- ทรีตเมนต์ที่ 3 วัสดุปลูก 75% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25%
- ทรีตเมนต์ที่ 4 วัสดุปลูก 50 % + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 50%
- ทรีตเมนต์ที่ 5 วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75%
- ทรีตเมนต์ที่ 6 ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100%

2.2 การปลูกและการดูแลรักษา

เพาะเมล็ดพันธุ์คะน้าเห็ดหอมในถาดเพาะ โดยใช้โฟลต์เป็นวัสดุเพาะกลารดน้ำทุก ๆ วัน จนกระทั่งต้นกล้าคะน้ามีอายุ 14 วัน หลังเพาะเมล็ด จากนั้นทำการย้ายปลูกลงในกระถางพลาสติกสีดำขนาด 8 นิ้ว จำนวน 3 ต้นต่อกระถาง โดยใช้ขุยมะพร้าว + กาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุปลูกจากนั้นผสมใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนในปริมาณต่าง ๆ ตามแผนการทดลองให้ครบในอัตราส่วน 100 % ซึ่งปริมาตรเท่ากับ 1 ลิตร หรือประมาณ 1 กิโลกรัมต่อกระถาง และรดน้ำทุกวัน วันละ 500 มิลลิลิตรต่อกระถาง เมื่อต้นกล้าอายุได้ 45 วัน จึงทำการเก็บเกี่ยว

2.3 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1) การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุปลูก

ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของวัสดุปลูก บันทึกค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าการนำไฟฟ้า ก่อนและหลังการปลูก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุปลูกแต่ละทรีตเมนต์มาชั่งให้ได้ 4 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 40 มิลลิลิตร ใส่ น้ำ 20 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วและทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที จึงนำไปวัดค่า EC โดยเครื่อง Electrical Conductivity meter ยี่ห้อ Mettler รุ่น Five Easay และวัดค่า pH โดยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ Mettler รุ่น Seven Compact [9]

2) การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต

ลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต บันทึกผลการทดลองทุก ๆ สัปดาห์หลังย้ายปลูก ประกอบด้วย ความสูงต้น (เซนติเมตร) วัดจากขอบวัสดุปลูกจนถึงยอด, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) วัดบริเวณรอยต่อของใบเลี้ยงด้วย vernier caliper, ค่าความเขียวใบ (SPAD unit) ยี่ห้อ Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 วัดความเขียวใบ 3 ตำแหน่ง บริเวณโคนใบ กลางใบ และปลายใบของใบที่สมบูรณ์ไม่มีความเสียหาย ส่วนความกว้างและความยาวใบ

(เซนติเมตร) จะใช้ไม้บรรทัดวัดความกว้างและความยาวของใบที่มีความสมบูรณ์ไม่เสียหาย และนับจำนวนใบ

น้ำหนักสดต่อต้นต่อกระถาง (กรัม) ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อคะน้าอายุ 45 วัน แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก ส่วนน้ำหนักแห้งต้นต่อต้นต่อกระถาง (กรัม) นำผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ไปอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของข้อมูลที่ได้บันทึกได้ทั้งหมดตามแผนการทดลอง โดยใช้โปรแกรม STAR (IRRI) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลของค่า EC และค่า pH ของปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุปลูก

จากการประเมินสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก (ขุยมะพร้าว + กาบมะพร้าวสับ) ทั้งก่อนและหลังปลูกในส่วนของการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity ; EC) ของทั้ง 6 ทรีตเมนต์ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูก ก่อนปลูกอยู่ระหว่าง 0.10-0.44 mS/cm (ตารางที่ 1) โดยจากการทดลองพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าก่อนปลูกของวัสดุปลูกร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดเท่ากับ 0.44 mS/cm และวัสดุปลูก (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี) มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.10 mS/cm และในส่วนของการนำไฟฟ้าหลังปลูก พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% มีค่าการนำไฟฟ้ามากที่สุดเท่ากับ 0.48 mS/cm และ วัสดุปลูก (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี) มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.10 mS/cm เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูก ทั้งก่อนและหลังปลูกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) อย่างไรก็ตามจากการประเมินสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก ในส่วนของการนำไฟฟ้าทั้งก่อนและหลังปลูกตลอดการทดลอง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.10–0.48 mS/cm วัสดุปลูกที่ผสมมูลไส้เดือนมีแนวโน้มให้ค่า EC สูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากมูลไส้เดือนมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างต่อเนื่อง ในทางกลับกัน วัสดุปลูกที่ใช้ปุ๋ยเคมีมักมีค่า EC สูงในช่วงแรก แต่ค่า EC ไม่เพิ่มขึ้นมากหลังการปลูก ซึ่งอาจเกิดจากการดูดซึมธาตุอาหารอย่างรวดเร็วของพืชหรือการสูญเสียธาตุอาหารไปในดิน [10]

ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของทั้ง 6 ทริตเมนต์ ทั้งก่อนปลูก และหลังปลูก พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง (ตารางที่ 1) โดยวัสดุปลูก ที่มีมูลไส้เดือนที่เพิ่มขึ้นจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เพิ่มขึ้น โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการปลูกคะน้ามีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5.5-6.8 [1] ทำให้ธาตุอาหารพืชไม่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วน วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง หลังปลูกน้อยที่สุดเท่ากับ 5.99 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อ่อน ๆ โดยก่อนปลูกจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 7.27 ซึ่งสอดคล้องกับ [11] ที่กล่าวว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับจะอยู่ในช่วง 6-7 ซึ่งวัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับจะไม่มีจุลธาตุ อาจส่งผลให้พืชเกิดการขาดธาตุอาหารในการเจริญเติบโต

3.2 ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุปลูกต่อลักษณะการ

เจริญเติบโตของคะน้า

1. ความสูงต้น

ความสูงต้น พบว่า ต้นคะน้าที่ปลูกปุ๋ยมูลไส้เดือน 100%, วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% และ วัสดุปลูก 50 % + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 50% มีความสูงของต้นมากที่สุดเท่ากับ 10.62, 9.72 และ 9.36 เซนติเมตร ตามลำดับ และพบว่าขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี) ส่งผลให้ความสูงต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 6.18 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1) สอดคล้องกับ อานันท์ ต้นโช [6] ที่ได้กล่าวว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% มีแนวโน้มต่อความสูงต้นมากที่สุด เนื่องจากในปุ๋ยมูลไส้เดือน มีปริมาณฮิวมัสมาก โปร่งร่วน เหมาะสำหรับการเพาะปลูกพืช

2. เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า การปลูกคะน้าในปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% มีแนวโน้มส่งผลให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 5.64 มิลลิเมตร รองลงมา คือ วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% มีค่าเท่ากับ 4.44 มิลลิเมตร และพบว่าวัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ขุตควบคุม) ส่งผลให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 3.30 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1)

3. จำนวนใบ

จำนวนใบ พบว่า การปลูกคะน้าในปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% ส่งผลให้มีจำนวนใบมากที่สุดเท่ากับ 5.74 ใบ รองลงมา คือ วัสดุปลูก 25% +

ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% เท่ากับ 5.52 ใบ ส่วน วัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ขุตควบคุม) มีจำนวนใบน้อยที่สุดเท่ากับ 2.94 ใบ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1) เนื่องจากใน วัสดุปลูกดังกล่าวเป็น (ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ) ที่มีปริมาณธาตุอาหารในปริมาณที่น้อย หรือยังไม่ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในปริมาณที่เพียงพอ จึงไม่ส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนใบของต้นคะน้า การปลูกคะน้าในวัสดุปลูก ร่วมกับปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มส่งผลให้ต้นคะน้ามีจำนวนใบเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีสารควบคุมการเจริญเติบโต หรือฮอร์โมนที่พืชต้องการ (PGRs) เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก วิตามินที่จำเป็น ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช [12]

4. ความกว้างและความยาวใบ

ความกว้างและความยาวใบ พบว่าต้นคะน้าที่ปลูกในปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% ส่งผลให้มีความกว้างใบ และความยาวใบมากที่สุดเท่ากับ 6.70 และ 8.30 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% ส่งผลให้มีความกว้าง และความยาวใบเท่ากับ 6.40 และ 7.80 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนวัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ไม่ส่งผลต่อความกว้างและความยาวของใบคะน้า เท่ากับ 4.74 และ 5.80 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1)

5. ความเขียวใบ

ความเขียวใบ พบว่าการปลูกคะน้าในปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% ส่งผลให้มีความเขียวใบ มากที่สุดเท่ากับ 36.50 รองลงมา คือ วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% มีความเขียวใบเท่ากับ 31.54 และ วัสดุปลูก 75% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25% ส่งผลให้มีจำนวนใบน้อยที่สุดเท่ากับ 28.06 เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 2) เนื่องจากในปุ๋ยมูลไส้เดือนมีธาตุอาหารไนโตรเจนที่ส่งผลให้ใบคะน้ามีสีเขียวเข้ม อีกทั้งธาตุอาหารไนโตรเจนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก [13] เนื่องจากข้อดีของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ คือ ช่วยปรับปรุงคุณภาพดินเมื่อดินมีความร่วนซุยจะช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำโดยเพิ่มรูพรุนของช่องอากาศในดินส่งผลให้ดินค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารสำหรับพืชออกมาอย่างช้า ๆ ทำให้ธาตุอาหารที่

อยู่ในดินนานส่งเสริมจุลินทรีย์ในดินในด้านด้านการทำงานได้ดีขึ้น [14] ซึ่งการศึกษามูลของปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโต จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ [15] ที่ได้ศึกษามูลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว พันธุ์ชัยนาท 84-1 และพันธุ์ชัยนาท 6 พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินทำให้ลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเช่นเดียวกับรายงาน [8] ที่ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโครอล และผักสลัดเรดโอ๊ค พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักสลัดทั้ง 2 ชนิด มีการเจริญเติบโตในด้านความสูงของเรดโครอลและเรดโอ๊คมากที่สุดเท่ากับ 12.82 และ 12.55 เซนติเมตร ตามลำดับ

ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม พบว่าปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือนในอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของเรดโครอล และเรดโอ๊คมากที่สุดเท่ากับ 20.16 และ 21.80 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ผลิตจากเศษผักจะให้ความสูงจำนวนใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ตลอดจนผลผลิตของผักบั้งจีน ได้เทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีโอกาสนำมาใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ในการผลิตพืชที่มีอายุสั้นได้ [16] เนื่องจากปุ๋ยมูลไส้เดือนจะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช รวมทั้งการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนผสมกับวัสดุปลูกยังส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น มีความโปร่ง ร่วนซุย รากพืชสามารถชอนไช และแพร่กระจายได้กว้าง [4] จึงส่งผลให้มีศักยภาพในการหาอาหารของรากพืชเพิ่มขึ้นอีกด้วย

3.3 ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับวัสดุปลูกต่อการให้ผลผลิตของคะน้า

1.) น้ำหนักสดต่อต้นและน้ำหนักสดต่อกระถาง

น้ำหนักสดต่อต้นและน้ำหนักสดต่อกระถาง พบว่า การปลูกคะน้าพันธุ์เห็ดหอมในปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% ส่งผลให้มีน้ำหนักสดต่อต้น และน้ำหนักสดต่อกระถางมากที่สุดเท่ากับ 9.99 และ 29.98 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% มีค่าเท่ากับ 8.23 และ 24.67 กรัม ตามลำดับ และวัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ชุดควบคุม) ส่งผลให้มีน้ำหนักสดต่อต้นและน้ำหนักสดต่อกระถางน้อยที่สุด เท่ากับ 2.05 และ 6.16 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) (ตารางที่ 3)

2.) น้ำหนักแห้งต่อต้นและน้ำหนักแห้งต่อกระถาง

น้ำหนักแห้งต่อต้นและน้ำหนักแห้งต่อกระถาง พบว่าการปลูกคะน้าพันธุ์เห็ดหอมในปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งต่อต้น และหนักแห้งต่อกระถาง มากที่สุดเท่ากับ 1.55 และ 4.65 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% มีค่าเท่ากับ 1.13 และ 3.38 กรัม ตามลำดับ และการปลูกใน วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16 ส่งผลให้มีน้ำหนักแห้งต่อต้น และน้ำหนักแห้งต่อกระถางน้อยที่สุดเท่ากับ 0.37 และ 1.13 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) (ตารางที่ 3) เนื่องจากการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนช่วยในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตเร็วสามารถดูดน้ำและธาตุอาหารได้ดี [17] จึงส่งผลให้ต้นคะน้า มีน้ำหนักสดที่มากขึ้น และประโยชน์หลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินนั้น คือ ได้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณสูง อาทิ เช่น N P และ K เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชได้อย่างชัดเจน [18] รวมไปถึง ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ยังคงมี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร อย่างไรก็ตาม เมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลง [19]

ตารางที่ 1 ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่างของ(ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ) ก่อนปลูก และระหว่างการ ปลูกของต้นคะน้าพันธุ์หัตถ์หอม

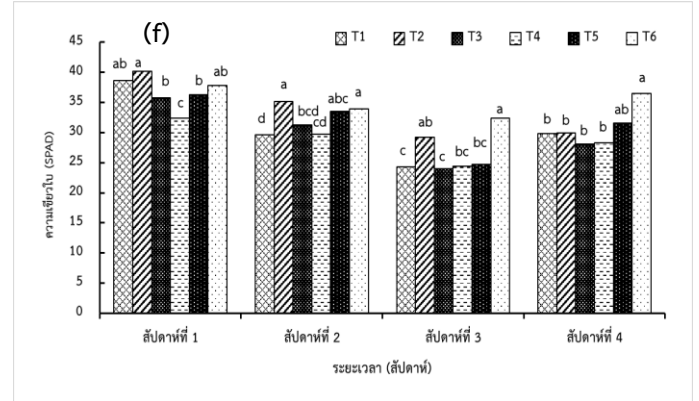
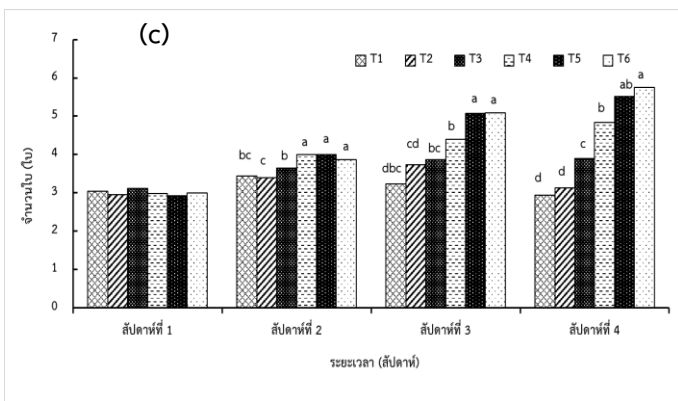
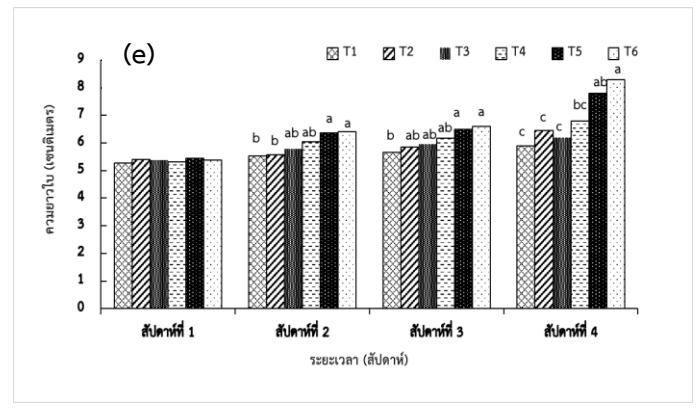
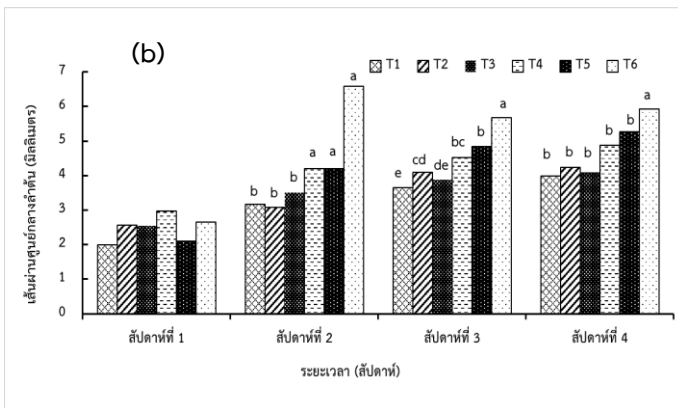
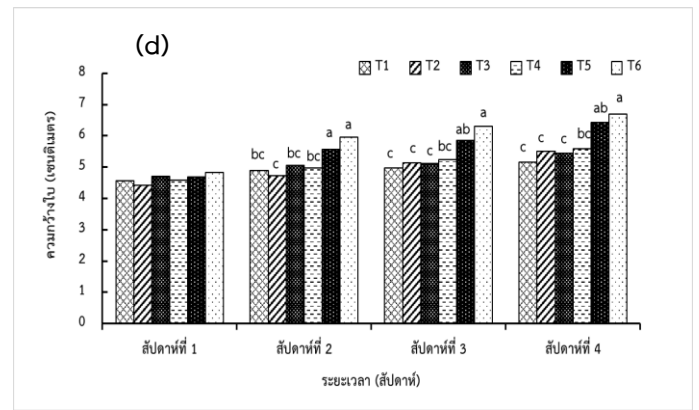
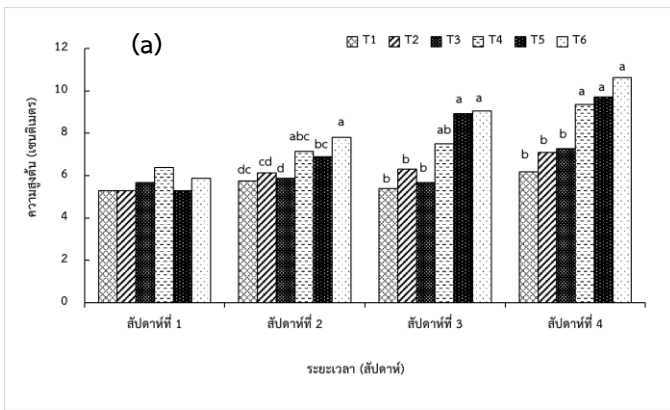
ทรีตเมนต์	ค่าการนำไฟฟ้า EC (mS/cm)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
ทรีตเมนต์ที่ 1 วัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ชุดควบคุม)	0.10 ^c	0.10 ^c	6.92 ^b	7.21 ^b
วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16	0.44 ^a	0.36 ^{ab}	7.27 ^{ab}	5.99 ^c
วัสดุปลูก 75% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25%	0.40 ^{ab}	0.28 ^b	7.36 ^{ab}	7.56 ^{ab}
วัสดุปลูก 50 % + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 50%	0.26 ^b	0.26 ^b	7.53 ^a	7.65 ^a
วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75%	0.26 ^b	0.24 ^{bc}	7.39 ^{ab}	7.67 ^a
ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100%	0.28 ^{ab}	0.48 ^a	7.26 ^{ab}	7.66 ^a
F-test	**	**	**	**
CV (%)	30.19	27.76	4.12	2.78

หมายเหตุ : ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ($p>0.01$) โดยวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT)

ตารางที่ 2 ผลของปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือนที่แตกต่างต่อการเจริญเติบโตของคะน้าพันธุ์หัตถ์หอมหลังปลูก ระยะเวลา 45 วัน

ทรีตเมนต์	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ลำต้น (มิลลิเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความเขียวใบ (SPAD)
วัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ชุดควบคุม)	6.18 ^b	3.30 ^b	2.94 ^d	4.74 ^c	5.80 ^c	29.80 ^b
วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16	7.10 ^b	3.44 ^b	3.10 ^d	4.74 ^c	5.66 ^c	29.92 ^b
วัสดุปลูก 75% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25%	7.26 ^b	3.60 ^b	3.90 ^c	5.30 ^c	6.10 ^c	28.06 ^b
วัสดุปลูก 50 % + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 50%	9.36 ^a	4.08 ^b	4.84 ^b	5.60 ^{bc}	6.80 ^{bc}	28.26 ^b
วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75%	9.72 ^a	4.44 ^{ab}	5.52 ^{ab}	6.40 ^{ab}	7.80 ^{ab}	31.54 ^{ab}
ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100%	10.62 ^a	5.64 ^a	5.74 ^a	6.70 ^a	8.30 ^a	36.50 ^a
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	12.98	12.42	9.05	8.84	9.13	11.17

หมายเหตุ : ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ($p>0.01$) โดยวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT)



ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของต้นคะน้าพันธุ์เห็ดหอมหลังปลูกเป็นระยะเวลา 45 วัน, T1 วัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ชุดควบคุม), T2 วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16, T3 วัสดุปลูก 75% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25%, T4 วัสดุปลูก 50 % + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 50%, T5 วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75%, T6 ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100%

(a) แสดงความสูงต้น (เซนติเมตร) (b) แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) (c) แสดงจำนวนใบ (ใบ) (d) แสดงความกว้างใบ (เซนติเมตร) (e) แสดงความยาวใบ (เซนติเมตร) (f) แสดงความเขียวใบ (SPAD)

ตารางที่ 3 ผลของปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือนต่อผลผลิตของคะน้าพันธุ์เห็ดหอมหลังปลูกระยะเวลา 45 วัน

ทรีตเมนต์	น้ำหนักสดต่อน้ำหนักสดต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักสดต่อกระถาง (กรัม)	น้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักแห้งต่อต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งต่อกระถาง (กรัม)
วัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ชุดควบคุม)	2.05 ^e	6.16 ^e	0.41 ^d	1.24 ^d
วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16	2.38 ^{de}	7.12 ^{de}	0.37 ^d	1.13 ^d
วัสดุปลูก 75% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25%	3.35 ^d	10.04 ^d	0.55 ^{cd}	1.65 ^{cd}
วัสดุปลูก 50 % + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 50%	5.44 ^c	16.31 ^c	0.81 ^c	2.43 ^c
วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75%	8.23 ^b	24.67 ^b	1.13 ^b	3.38 ^b
ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100%	9.99 ^a	29.98 ^a	1.55 ^a	4.65 ^a
F-test	**	**	**	**
CV (%)	14.84	14.84	26.38	26.45

หมายเหตุ : ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 99% ($p > 0.01$) โดยวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT)



ภาพที่ 2 วัสดุปลูกที่มีปริมาณของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่แตกต่างกัน และลักษณะผลผลิตของคะน้าพันธุ์เห็ดหอมเมื่ออายุ 45 วัน ได้แก่ (ก) วัสดุปลูก 100% + ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ชุดควบคุม) (ข) วัสดุปลูก 100% + ปุ๋ยเคมี 16-16-16 (ค) วัสดุปลูก 75% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25% (ง) วัสดุปลูก 50 % + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 50% (จ) วัสดุปลูก 25% + ปุ๋ยมูลไส้เดือน 75% (ฉ) ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100%

4. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของปุ๋ยไส้เดือนร่วมกับ วัสดุปลูกต่อลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า พบว่าลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) หลังย้ายปลูกทุกสัปดาห์ ส่วนการให้ผลผลิตของคะน้า พบว่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยแนวโน้มการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้าจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เพิ่มขึ้นต่อวัสดุปลูกและในทรีตเมนต์ที่ 6 การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน 100% ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของคะน้ามากที่สุด มีค่าเท่ากับ 9.99 และ 1.55 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ดำเนินแล้วเสร็จได้โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

1. สุนิสา ประไพตระกูล. (2551). *พืชตระกูลกะหล่ำ (คะน้า ผักกาด กวางตุ้ง) คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร*. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร.
2. กรมส่งเสริมการเกษตร. (2561). *พืชตระกูลกะหล่ำ* (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

- http://www.agriman.doe.go.th/home/t.n/t.n1/5vegetable_Requirement/02_Lettuce.pdf. 6 ตุลาคม 2567.
3. ยุวดี จอมพิทักษ์ และคนอื่น ๆ (2541). *ผัก อาหาร มีพลัง*. กรุงเทพฯ: รุ่งแสงการพิมพ์.
4. ระพีพรรณ ใจภักดี. (2544). *ผักใบ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดดเพื่อเด็ก.
5. กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์, ปิยรัตน์ เขียนมีสุข, สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น, อุทัย เกตุนุติ, อัจฉรา ตันติโชค และลักษณาวรรณภี. (2540). การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูหอมแดงโดยวิธีผสมผสาน. หน้า 85-90. ใน. *เอกสารวิชาการ การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน*. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.
6. อานัฐ ตันโซ. (2550). *ไส้เดือนดิน (Earthworm)*. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี. 259 น.
7. อภิชาติ ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน. (2553). *คู่มือการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนเงินล้าน*. กรุงเทพฯ: บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด.
8. วงศธร เผื่อนคำไฮ และ พิชณุ แก้วตะพาน. (2564). การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโครอลและผักสลัดเรดโอ๊ค. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 3 วันที่ 26 มีนาคม 2564*. (หน้า 510-516). เลย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
9. กรรณิการ์ วงศ์มุกดา สุพิณณญา เมาะราสี และปานใจ สือประเสริฐสิทธิ์. (2563). การผลิตเม็ดดินเผาน้ำหนักเบาจากดินตะกอนประปาและกากมันสำปะหลัง. *Production of Lightweight Expanded Clay Aggregate from Water Treatment Sludge and Cassava Sludge*. 39(4), 472-479.
10. พิชชากร จงณรงค์ชัย. (2566). *การพัฒนาวัสดุปลูกผสมมูลไส้เดือนสำหรับการผลิตผักสลัดกรีนโอ๊คและคะน้าใบ*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
11. อธิสุนทร นันทกิจ และคนอื่น ๆ. (2557). *โครงการฝึกอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (รุ่นที่16)*. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
12. Edwards, Arancon & Sherman. (2011). *Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes and environmental management*. The United States of America: Taylor and Francis Group.
13. ทิพย์วรรณ สะอาดเงิน. (2556). ผลของชนิดปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของคะน้า การชะละลายไนเตรต และปริมาณไนตริฟายอิงแบคทีเรียในดิน. *วารสารดินและปุ๋ย*. ปีที่ 35, 1-4.
14. โสฬส แซ่ลิ้ม. (2559). *ปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและพัฒนาการ จัดการอินทรีย์วัตถุ กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
15. ภารดี แซ่อึ้ง และ นาริภรณ์ สามภักดี. (2564) ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 84-1 และพันธุ์ชยันนาท 6. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*. ปีที่ 9(2), 127-138.
16. สุชาดา สานุสันต์, ศรายุทธ ชุสิกรกุล และภิญโญ มีแก้ว. (2557). *การเจริญเติบโตของผักบั้งจีนที่ปลูกโดยใช้มูลไส้เดือนดิน*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://dspace.bru.ac.th/xmlui/handle/123456789/2768>. 20 กันยายน 2566.
17. Edwards C.A. and Bohlen P.J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms*. 3rd London: Chapman & Hall.
18. พิชญ์ ตั้งสมบัติวิจิตร และอุทาน บุรณศักดิ์ศรี. (2562). ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน : เทคโนโลยีชีววิถีเพื่อการอนุรักษ์ดินและการจัดการขยะอินทรีย์ในประเทศไทย. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)* 14(2), 170-181.
19. ณัฐชยธร ชัตติยะพุดิเมธ และชูลีมาศ บุญไทย อิวาย. (2561). ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน. *วารสารดินและปุ๋ย*. ปีที่ 40(2), 31-38.