



ผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า

The Effects of Using Vermicompost and Photosynthetic Bacteria on Growth and Yield of Chinese Kale

ธนกร วังสว่าง, สุมนา วังสว่าง*

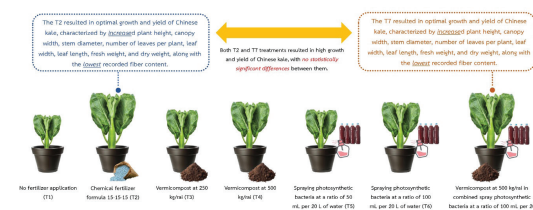
สำนักวิชาการ วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก 26120

Thanakorn Wangsawang, Sumana Wangsawang*

Office of Academic Affairs, College of Creative Agriculture for Society, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok 26120

Received 3 July 2024; Received in revised 23 January 2025; Accepted 28 January 2025

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect of using vermicompost and photosynthetic bacteria on the growth and yield of Chinese kale (*Brassica oleracea* var. Alboglabra). The experiment was conducted using a completely randomized design with seven treatments and four replications. The treatments included: no fertilizer application as the control (T1); application of chemical fertilizer formula 15-15-15 (T2); application of vermicompost at 250 kg/rai (T3); vermicompost at 500 kg/rai (T4); foliar spray of photosynthetic bacteria at a ratio of 50 mL

per 20 L of water (T5); foliar spray of photosynthetic bacteria at a ratio of 100 mL per 20 L of water (T6); and vermicompost at 500 kg/rai combined with foliar spray of photosynthetic bacteria at a ratio of 100 mL per 20 L of water (T7). The results showed that at the time of harvest, 50 days after transplanting, treatment 2 (chemical fertilizer 15-15-15) produced the highest growth and yield of Chinese kale. However, this was not statistically different from T7, where vermicompost at 500 kg/rai was combined with a foliar spray of photosynthetic bacteria at a ratio of 100 mL per 20 L of water. This study concluded that using vermicompost at 500 kg/rai in combination with photosynthetic bacteria spray at 100 mL per 20 L of water can serve as an effective alternative to chemical fertilizers in Chinese kale production. The findings provide a model for organic farming that promotes quality of life, better health through a cleaner environment, increased product value, and economic sustainability for farmers. However, further field trials and on-farm research should be conducted before promoting widespread adoption of these results.

คำสำคัญ

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน;
จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง;
คะน้า;
การเจริญเติบโต;
ผลผลิต

Keywords

Vermicompost;
Photosynthetic bacteria;
Chinese kale;
Growth; Yield

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ มี 7 กรรมวิธีทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยไม่ใส่ปุ๋ยเป็นชุดควบคุม (T1) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (T2) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 250 กิโลกรัม/ไร่ (T3) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ (T4) ฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (T5) ฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (T6) และใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง (T7) ผลการทดลองพบว่าเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 50 วันหลังย้ายปลูก กรรมวิธีที่ 2 ซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ส่งผลให้คะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูง อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างกันทางสถิติจากกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมีในการผลิตคะน้าได้ ข้อมูลจากงานวิจัยนี้เป็นอีกหนึ่งต้นแบบของการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ในคะน้า เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิต สุขภาพจากการอยู่อาศัยในสิ่งแวดล้อมที่ดี เพิ่มมูลค่าสินค้า และสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกร ทั้งนี้ควรทำการวิจัยในแปลงเปิดของสถานีทดลองและแปลงเกษตรกรอีกครั้ง ก่อนนำผลจากงานวิจัยชิ้นนี้ไปส่งเสริมให้ใช้จริง

1. บทนำ

ค่าน้ำเป็นผักที่ได้รับความนิยมบริโภคเป็นอย่างมากในประเทศไทย เนื่องจากอุดมไปด้วยสารอาหารสำคัญหลายชนิด เช่น เส้นใย วิตามิน โปรตีน แคลเซียม เหล็ก และสารประกอบเชิงซ้อนกลุ่มสารพฤกษเคมี [1,2,3] พื้นที่เพาะปลูกค่าน้ำในประเทศไทยมีประมาณ 55,000 ไร่ นอกจากนี้มีอัตราการส่งออกค่าน้ำประมาณ 63,941 กิโลกรัม/ปี หรือคิดเป็นมูลค่า 2,230,186 บาท/ปี [4] ค่าน้ำมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน จัดเป็นผักเศรษฐกิจที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี [5, 6] อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้ปลูกนิยมใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีเพื่อเร่งการเจริญเติบโตสำหรับการปลูกและการดูแลรักษาค่าน้ำ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผักชนิดนี้มีปัญหาสารเคมีตกค้าง [7] จากการตรวจสอบตัวอย่างผักค่าน้ำ 10 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 11 ตัวอย่าง พบว่ามีสารพิษตกค้าง และมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดเอาไว้ [8] มาจากผลของการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีทำให้เกษตรกรผู้ผลิตมีต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น อีกทั้งยังกระทบต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ทำให้มีความเสื่อมถอยลงอีกด้วยเนื่องจากการปนเปื้อนของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม การทำเกษตรแบบอินทรีย์จึงเป็นทางออกที่สำคัญที่รัฐบาลให้ความสำคัญเพื่อทำให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและสอดคล้องกับนโยบายขององค์การสหประชาชาติเรื่องการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development goals; SDGs) ของตัวชี้วัดด้านการจัดการความยากจนทุกรูปแบบในทุกพื้นที่ สร้างหลักประกันให้คนมีชีวิตที่มีคุณภาพ และส่งเสริมสุขภาพที่ดีของคนทุกเพศทุกวัย อีกทั้งจัดการความหิวโหยเกิดความมั่นคงทางอาหาร และสนับสนุนเกษตรกรที่ยั่งยืน จึงเกิดการรณรงค์และเลิกใช้สารเคมีในการผลิตพืช เปลี่ยนมาเป็นรูปแบบการผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ดังนั้นภาครัฐและเอกชนจึงได้ส่งเสริมการนำเอาวัสดุที่มีอยู่ในธรรมชาติมาผลิตเป็นปุ๋ยเพื่อใช้ในการผลิตพืช

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost) คือ เศษซากอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ดิน และจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไป แล้วผ่านกระบวนการภายในลำไส้ของไส้เดือนดินย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเหล่านั้นแล้วขับถ่ายออกมาเป็นมูล โดยมูลที่ได้จะมีลักษณะเม็ดสีดำ มีธาตุอาหารอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ในปริมาณที่สูง และมีจำนวนจุลินทรีย์มาก ภายหลังจากการย่อยของไส้เดือนดินจะได้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีธาตุไนโตรเจนรูปที่เป็นประโยชน์ (Available nitrogen) ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) และโพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium) เพิ่มขึ้น [9] นอกจากนี้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีปริมาณฮิวมัสที่สูงมาก [10] การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินโดยเพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้น และเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกทำได้โดยการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ส่วนคุณสมบัติทางเคมีของดินนั้นการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารเสริมบางชนิด นอกจากนี้ยังทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินสูงขึ้น [11] การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยกระตุ้นการเจริญเติบโตของลำต้นและราก เพิ่มจำนวนและน้ำหนักของดอก รวมทั้งเพิ่มผลผลิตสามารถทำได้โดยการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน [12] ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีองค์ประกอบธาตุอาหารสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไนโตรเจน (N) 1.5-2.5%, ฟอสฟอรัส (P) 1.0-1.5%, และโพแทสเซียม (K) 1.0-1.2% รวมถึงมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่า 30% ซึ่งช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ และเสริมความหลากหลายของจุลินทรีย์ในดิน [13] เพียงใจ และพัฒนา [9] รายงานว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากผักตบชวา 500 กิโลกรัม/ไร่ร่วมกับการใช้ปุ๋ย 46-0-0 ทำให้ข้าวพันธุ์ กข41 มีจำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และผลผลิตสูงที่สุด

จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthetic bacteria; PSB) คือ แบคทีเรียที่พบอยู่ตามธรรมชาติทั้ง

ในดินและในน้ำ สามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบไปด้วย กลุ่มที่ไม่สะสมกัมมะถันและกลุ่มที่สะสมกัมมะถัน โดยกลุ่มที่ไม่สะสมกัมมะถันเรียกว่าแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมกัมมะถัน เมื่อนำมาเพาะจะมีสีแดงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน ซึ่งสามารถใช้ได้กับทั้งสัตว์ พืช และบำบัดน้ำเสีย การนำมาใช้ประโยชน์กับพืชสามารถช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้กับพืชได้ เพิ่มแร่ธาตุในดินและย่อยสลายแร่ธาตุในดินให้พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทำให้พืชโตเร็วขึ้นโดยการกำจัดแก๊สไนโตรเจนซัลไฟในดินจากกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่เป็นพิษต่อรากพืช ทำให้พืชใบเขียว นานและไม่เหี่ยวง่ายเนื่องจากเป็นตัวทำกระบวนการรีไซเคิลให้กับคาร์บอน ไนโตรเจน และสารประกอบจำพวกซัลเฟอร์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งรวมแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อพืช เช่น กรดนิวคลีอิก กรดแอมิโน โพลีแซคคาไรด์ และสารประกอบทางกายภาพ ทำให้พืชสามารถติดดอกได้มากขึ้น มีผลที่สมบูรณ์ และมีรสชาติดี [14, 15] ในพืชสวนมีการนำจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงฉีดลงดินขณะเตรียมปลูกหรือฉีดทางลำต้นและรากทุก ๆ 7-10 วัน ในปริมาณ 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร [16] จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มธาตุอาหารในดิน โดยมีการศึกษารายงานว่าจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงสามารถเพิ่มฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินได้สูงถึง 15-25 มิลลิกรัมต่อลิตร และช่วยเพิ่มโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ถึง 10-15 มิลลิกรัมต่อลิตร [17] นอกจากนี้จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงยังผลิตสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน และไซโตไคนิน

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าในระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ โดยเปรียบเทียบกับ การปลูกแบบใช้สารเคมีตามวิธีการดั้งเดิมที่เกษตรกรใช้ ซึ่งข้อมูลจากงานวิจัยนี้จะเป็นอย่างอื่นหนึ่งต้นแบบของการทำเกษตรแบบอินทรีย์ในคะน้า เพื่อส่ง

เสริมคุณภาพชีวิต สุขภาวะจากการอยู่อาศัยในสิ่งแวดล้อมที่ดี เพิ่มมูลค่าสินค้า และสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกร

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) มี 7 กรรมวิธีทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 กระถาง ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 (Treatment 1: T1) ไม่ใส่ปุ๋ย

กรรมวิธีที่ 2 (Treatment 2: T2) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15

กรรมวิธีที่ 3 (Treatment 3: T3) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 250 กิโลกรัม/ไร่

กรรมวิธีที่ 4 (Treatment 4: T4) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่

กรรมวิธีที่ 5 (Treatment 5: T5) ฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 (Treatment 6: T6) ฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 7 (Treatment 7: T7) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 ถึงมกราคม พ.ศ. 2567 ณ โรงเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี และห้องปฏิบัติการวิจัย วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดนครนายก

2.2 การเตรียมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

นำมูลวัวผสมเศษผักอัตราส่วน 3:1 (โดยน้ำหนัก) โดยเน้นเป็นเศษผักที่มีเส้นใยไม่มากและง่ายต่อการย่อย

เช่น ผักกาดขาว คื่นช่าย กวางตุ้ง เป็นต้น หมักเป็นระยะเวลา 1 เดือน สำหรับเตรียมเป็นวัสดุเลี้ยงไส้เดือนหรือที่อยู่ของไส้เดือน (Bedding) จากนั้นนำวัสดุเลี้ยงไส้เดือนหรือที่อยู่ของไส้เดือนใส่ในกะละมังขนาด 39.5 x 13.5 เซนติเมตร ที่เจาะรูจำนวน 20 รู (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร) นำตัวไส้เดือนพันธุ์ *Eudilus eugeniae* ชื่อสามัญ African night crawler (AF) จำนวน 100 กรัม ปล่อยลงเลี้ยงในกะละมังที่เตรียมไว้ ตั้งไว้ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทสะดวก ดูแลรดน้ำตามความเหมาะสมเป็นเวลา 2 เดือน คัดแยกและเก็บมูลไส้เดือนดินตากลมเป็นเวลา 2 วัน แล้วนำไปใช้เป็นปุ๋ย วิเคราะห์ค่า pH (อัตราส่วนปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2.5) และการนำไฟฟ้า (อัตราส่วนปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2.5) รวมทั้งไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด ในปุ๋ยอินทรีย์ตามวิธีการของ [18]

2.3 การเตรียมจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง

บรรจุน้ำสะอาดปราศจากคลอรีนใส่ขวดน้ำดื่มใส ขนาด 5 ลิตร โดยให้เหลือพื้นที่ประมาณ 4-5 นิ้ว จากด้านบนของปากขวด จากนั้นเติมไข่ไก่ที่ปั่นทิ้งเปลือกปริมาณ 10 มิลลิลิตร และผงชูรส 5 กรัม เขย่าส่วนผสมให้เข้ากัน น้ำจืดเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงลงไป 100 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดให้หลวม ๆ นำขวดไปวางตั้งไว้ในที่มีแสงแดดส่องทั้งวัน เขย่าขวด หากมีแก๊สในขวดมากเกินไปให้เปิดฝาเพื่อระบายออก ตั้งไว้ 7-10 วัน ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงและอุณหภูมิในระหว่างการเลี้ยง โดยในสภาพแสงแดดที่เหมาะสมจะใช้เวลา 7 วัน หากแสงแดดไม่เพียงพอ อาจใช้เวลาถึง 10 วัน เพื่อให้ได้สารละลายจุลินทรีย์ที่มีสีเข้มซึ่งแสดงถึงความหนาแน่นของเซลล์จุลินทรีย์ในระดับที่พร้อมใช้งาน

2.4 การวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูก

เก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย ตำบลหนองหมากฝ้าย อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ผึ่งดินให้แห้งในที่ร่มเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และร่อนดินผ่านตะแกรงเส้นผ่าน

ศูนย์กลางขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับใช้ในการวิเคราะห์อนุภาคของดิน (Soil particle) ความเป็นกรด-ด่าง (pH, อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2.5) การนำไฟฟ้า (อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2.5) อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในดินก่อนปลูกคื่นช่าย ตามวิธีการของ [19]

2.5 การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของคื่นช่าย

ทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์คื่นช่ายเพื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงมาใช้ในการทดลองเพาะต้นกล้าในดินที่ได้จากแปลงปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย ที่ผ่านการผึ่งดินให้แห้งและร่อนดินมาแล้ว รดน้ำทุกวันเช้าและเย็น วางไว้ในที่ร่มที่มีการพรางแสง เมื่อต้นกล้าอายุ 10 วัน คัดเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์โดยพิจารณาจากความสูงและขนาดของลำต้นที่ใกล้เคียงกันและมีจำนวนใบเท่ากันกระถางละ 1 ต้น ย้ายมาปลูกในกระถางพลาสติกสีดำขนาด 10 นิ้ว ที่ใส่ดินที่เตรียมไว้จากตัวอย่างข้างต้น โดยดินถูกเติมลงในกระถางจนมีปริมาณประมาณ 2 ใน 3 ของความจุของกระถาง เพื่อให้เหลือพื้นที่เพียงพอสำหรับการเติบโตของรากและการระบายน้ำที่เหมาะสม วางกระถางทดลองในโรงเรือนตามแผนการทดลอง (Figure 1) และรักษาความชื้นของหน่วยทดลองให้สม่ำเสมอตลอดระยะเวลาปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยกรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการใส่ปุ๋ยตลอดระยะเวลาปลูก กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ (1.75 กรัมต่อกระถาง) จำนวน 3 ครั้ง คือ เมื่ออายุของคื่นช่ายได้ 15 30 และ 45 วันหลังย้ายปลูก กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 250 กิโลกรัม/ไร่ (10.90 กรัมต่อกระถาง) และกรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 500 กิโลกรัม/ไร่ (21.80 กรัมต่อกระถาง) จำนวน 3 ครั้ง คือ เมื่ออายุของคื่นช่ายได้ 15 30 และ 45 วันหลังย้ายปลูก กรรมวิธีที่ 5 ฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงบริเวณใบลำต้น และดินอัตราส่วน 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีที่ 6 ฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงบริเวณใบลำต้น และดินอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

จำนวน 4 ครั้ง คือ เมื่ออายุของคะน้าได้ 10 20 30 และ 40 วันหลังย้ายปลูก โดยกรรมวิธีที่ 5 และ 6 ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 7 ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 500 กิโลกรัม/ไร่ (21.80 กรัมต่อกระถาง) จำนวน 3 ครั้ง คือ เมื่ออายุของคะน้าได้ 15 30 และ 45 วันหลังย้ายปลูก ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงบริเวณใบ ลำต้น และดินอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 4 ครั้ง คือ เมื่ออายุของคะน้าได้ 10 20 30 และ 40 วันหลังย้ายปลูก หากพบว่าเกิดโรค แมลง หนอน หรือศัตรูพืชอื่น ๆ ใช้สารชีวภัณฑ์กำจัดตามความเหมาะสมตามหลักวิชาการ

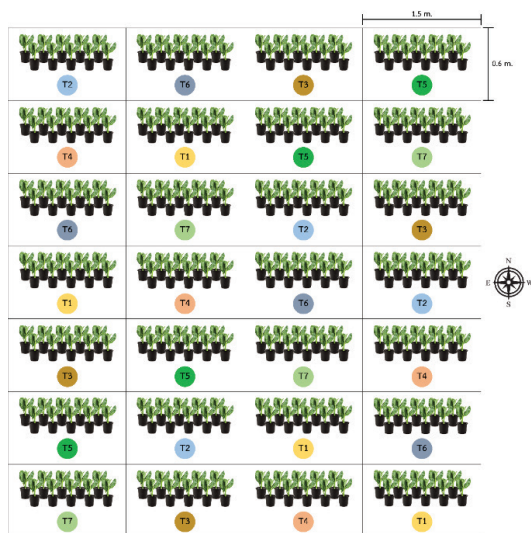


Figure 1 Experimental design for studying the efficiency of using vermicompost and photosynthetic bacteria on the growth and yield of Chinese kale

2.6 การเก็บตัวอย่างและข้อมูล

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของคะน้าทุก ๆ 20 30 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก โดยวัดความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นโดยใช้ตลับเมตร จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และเก็บข้อมูลผลผลิตเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยวที่อายุ 50 วัน ตัดส่วนเหนือดินของคะน้า ได้แก่ ลำต้นและใบ ชั่งน้ำ

หนักสดและนำไปอบแห้ง ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง และปริมาณเส้นใย ตามวิธีการของ [20] การเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ไม่ได้ดำเนินการในวันที่ 10 หลังย้ายปลูก เนื่องจากในช่วงดังกล่าวต้นคะน้าอยู่ในระยะเจริญเติบโตเริ่มต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพอาจยังไม่มี ความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างกรรมวิธีต่าง ๆ การเก็บข้อมูลในช่วงนี้จึงอาจไม่สะท้อนผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงที่ใช้ได้อย่างชัดเจน

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's multiple range test เมื่อมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3. ผลการวิจัย

ดินจากแปลงปลูกพืชแบบเกษตรอินทรีย์ วิทยาลัยโพรวิซาลัย ตำบลหนองหมากฝ้าย อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว เป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) ประกอบไปด้วยทราย 63.4% ทรายแป้ง 26.1% และดินเหนียว 10.5% มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.73 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1.24 เดซิซีเมน/เมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 1.73% ไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 16.30% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 4.79 ppm และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 34.42 ppm โดยดินที่ใช้ในการศึกษานี้มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ แต่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง และไม่เป็นดินเค็ม (Table 1) ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.86 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.48 เดซิซีเมน/เมตร ไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.72% ฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 2.59% และโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 2.47% (Table 2)

Table 1 Some soil properties before the study

Parameters	Values	Criteria
Sand (%)	63.4	-
Silt (%)	26.1	-
Clay (%)	10.5	-
Soil texture	Sandy loam	-
pH	6.73	Neutral ^[21, 22]
Electrical conductivity (dS/m)	1.24	Non-saline ^[23]
Organic matter (%)	1.73	Medium ^[24]
Total nitrogen (%)	16.30	Low ^[25]
Available phosphorus (ppm)	4.79	Low ^[24]
Available Potassium (ppm)	34.42	Low ^[26]

Table 2 Some properties of vermicompost

Parameters	Values
pH	7.86
Electrical conductivity (dS/m)	3.48
Total nitrogen (%)	2.72
Total phosphorus (%)	2.59
Total potassium (%)	2.47

ระยะเวลาปลูกที่เพิ่มขึ้นเป็น 20 30 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก พบว่าความสูงของคะน้ำเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาปลูกเช่นกัน วันที่ 20 30 และ 40 วันหลังย้ายปลูกพบว่าคะน้ำกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีความสูงมากที่สุด คือ 7.52 13.03 และ 20.96 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 โดยมีความสูงเท่ากับ 7.31 12.06 และ 20.09 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความสูงต่ำที่สุดเท่ากับ

5.51 7.22 และ 12.45 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 50 วัน พบว่าคะน้ำกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ยังคงมีความสูงต้นที่สูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 โดยมีความสูงเท่ากับ 32.82 และ 32.17 เซนติเมตรตามลำดับ นอกจากนี้กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความสูงต่ำที่สุดเท่ากับ 19.10 เซนติเมตร (Table 3)

Table 3 Height of plant at 20-50 days after transplanting of Chinese kale

Treatment	Height of plant (cm)			
	20 DAT ^{1/}	30 DAT	40 DAT	50 DAT
T1	5.51g ± 0.07	7.22g ± 0.13	12.45g ± 0.18	19.10d ± 0.08
T2	7.31b ± 0.05	12.60b ± 0.17	20.09b ± 0.27	32.17a ± 0.12
T3	6.44e ± 0.04	9.23e ± 0.12	15.50e ± 0.15	24.26bc ± 0.12
T4	6.83c ± 0.02	10.65c ± 0.12	17.52c ± 0.14	30.07a ± 2.42
T5	6.19f ± 0.05	8.58f ± 0.12	13.44f ± 0.19	22.44c ± 0.04
T6	6.67d ± 0.07	9.64d ± 0.10	16.48d ± 0.11	25.60b ± 0.09
T7	7.52a ± 0.04	13.03a ± 0.13	20.96a ± 0.16	32.82a ± 0.11
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	6.54	7.52	7.12	11.91

^{1/}DAT = Days after transplanting

** = Significance at 0.01 probability levels. Means within each column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

เมื่อคะนามีอายุ 20 30 และ 50 วันหลังย้ายปลูก พบว่าความกว้างทรงพุ่มกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูงที่สุดเท่ากับ 4.89 7.76 และ 26.64 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 4.83 7.67 และ 26.48 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อ คะนามีอายุ 40 วันหลังย้ายปลูก พบว่าความกว้างทรง

พุ่มกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูงที่สุดเท่ากับ 16.76 เซนติเมตร รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 16.32 เซนติเมตร โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างทรงพุ่มต่ำที่สุดเท่ากับ 3.90 6.09 11.45 และ 20.07 เซนติเมตร เมื่อมีอายุ 20 30 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Width of canopy at 20-50 days after transplanting of Chinese kale

Treatment	Width of canopy (cm)			
	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
T1	3.90f ± 0.02	6.09e ± 0.07	11.45f ± 0.13	20.07f ± 0.13
T2	4.89a ± 0.03	7.76a ± 0.09	16.76a ± 0.09	26.64a ± 0.09
T3	4.61c ± 0.03	7.14c ± 0.04	13.66d ± 0.12	23.30d ± 0.08
T4	4.71b ± 0.03	7.35b ± 0.06	14.44c ± 0.09	24.32b ± 0.13
T5	4.21e ± 0.03	6.48d ± 0.04	12.26e ± 0.10	21.50e ± 0.15
T6	4.51d ± 0.02	7.10c ± 0.02	13.53d ± 0.15	23.80c ± 0.12
T7	4.83a ± 0.02	7.67a ± 0.12	16.32b ± 0.06	26.48a ± 0.11
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	6.21	6.93	6.56	6.00

** = Significance at 0.01 probability levels. Means within each column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

เมื่อคะน้ำมีอายุ 20 30 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูงที่สุดเท่ากับ 2.90 4.22 5.33 และ 6.39 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง

อัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 2.86 4.16 5.23 และ 6.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นต่ำที่สุดเท่ากับ 1.74 2.42 3.16 และ 4.07 มิลลิเมตร เมื่อมีอายุ 20 30 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Diameters of stem at 20-50 days after transplanting of Chinese kale

Treatment	Diameters of stem (mm)			
	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
T1	1.74f ± 0.02	2.42f ± 0.04	3.16f ± 0.03	4.07e ± 0.06
T2	2.90a ± 0.03	4.22a ± 0.03	5.33a ± 0.04	6.39a ± 0.02
T3	2.23c ± 0.04	3.48c ± 0.01	4.46c ± 0.05	5.33c ± 0.05
T4	2.51b ± 0.03	3.80b ± 0.02	4.73b ± 0.04	5.83b ± 0.03
T5	1.89e ± 0.03	2.82e ± 0.04	3.72e ± 0.04	4.78d ± 0.06
T6	2.11d ± 0.04	3.26d ± 0.05	4.18d ± 0.05	5.28c ± 0.06
T7	2.86a ± 0.02	4.16a ± 0.04	5.23a ± 0.06	6.35a ± 0.03
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	7.53	7.07	7.05	6.73

** = Significance at at 0.01 probability levels. Means within each column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

เมื่อคะนามีอายุ 20 30 และ 40 วันหลังย้ายปลูก พบว่าจำนวนใบต่อต้นกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 มากที่สุดเท่ากับ 2.38 3.54 และ 6.87 ใบ ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีจำนวนใบต่อต้นเท่ากับ 2.36 3.48 และ 6.69 ใบ ตามลำดับ และเมื่อคะนามีอายุ 50 วันหลังย้ายปลูก พบว่าจำนวนใบต่อ

ต้นกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 มากที่สุดเท่ากับ 7.97 ใบ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยที่มีจำนวนใบต่อต้นเท่ากับ 7.85 ใบ โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 2.02 2.62 4.14 และ 5.11 ใบ เมื่อมีอายุ 20 30 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ (Table 6)

Table 6 Numbers of leaves per plant at 20-50 days after transplanting of Chinese kale

Treatment	Numbers of leaves per plant			
	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
T1	2.02g ± 0.00	2.62f ± 0.01	4.14g ± 0.01	5.11f ± 0.07
T2	2.38a ± 0.00	3.54a ± 0.02	6.87a ± 0.03	7.97a ± 0.07
T3	2.18d ± 0.00	3.09d ± 0.01	5.78d ± 0.03	6.66c ± 0.07
T4	2.26c ± 0.00	3.22c ± 0.03	6.12c ± 0.07	7.18b ± 0.05
T5	2.08f ± 0.00	2.78e ± 0.01	4.75f ± 0.08	5.83e ± 0.04
T6	2.14e ± 0.00	3.04d ± 0.01	5.50e ± 0.06	6.32d ± 0.05
T7	2.36b ± 0.01	3.48b ± 0.02	6.69b ± 0.07	7.85a ± 0.06
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	5.42	6.10	6.98	6.80

** = Significance at 0.01 probability levels. Means within each column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

เมื่อคะนามีอายุ 20 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก พบว่าความกว้างใบกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูงที่สุดเท่ากับ 4.70 7.35 และ 8.55 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีความกว้างใบเท่ากับ 4.65 7.55 และ 8.50 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อคะนามีอายุ 30 วัน

หลังย้ายปลูก พบว่าความกว้างใบกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูงที่สุดเท่ากับ 5.78 เซนติเมตร รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีความกว้างใบเท่ากับ 5.72 เซนติเมตร โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างใบต่ำที่สุดเท่ากับ 2.13 3.19 4.73 และ 5.29 เซนติเมตร เมื่อมีอายุ 20 30 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ (Table 7)

Table 7 Width of leaves at 20-50 days after transplanting of Chinese kale

Treatment	Width of leaves (cm)			
	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
T1	2.13f ± 0.02	3.19g ± 0.02	4.73e ± 0.02	5.29f ± 0.02
T2	4.70a ± 0.01	5.78a ± 0.02	7.35a ± 0.05	8.55a ± 0.02
T3	3.87c ± 0.03	5.14d ± 0.02	6.44c ± 0.02	7.27c ± 0.02
T4	4.18b ± 0.02	5.24c ± 0.01	6.91b ± 0.01	7.85b ± 0.02
T5	2.87e ± 0.03	3.88f ± 0.01	5.22d ± 0.01	6.47e ± 0.03
T6	3.53d ± 0.02	4.81e ± 0.02	6.35c ± 0.01	7.15d ± 0.01
T7	4.65a ± 0.01	5.72b ± 0.01	7.55a ± 0.04	8.50a ± 0.01
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	6.08	5.64	8.08	5.49

** = Significance at 0.01 probability levels. Means within each column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

เมื่อคะนามีอายุ 20 และ 50 วันหลังย้ายปลูก พบว่าความยาวใบกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูงที่สุดเท่ากับ 5.91 และ 12.86 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีความยาวใบเท่ากับ 5.82 และ 12.59 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อคะนามีอายุ 30 และ 40 วันหลังย้ายปลูก พบว่าความยาวใบกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร

15-15-15 สูงที่สุดเท่ากับ 7.48 และ 8.21 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีความยาวใบเท่ากับ 7.31 และ 8.11 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความยาวใบต่ำที่สุดเท่ากับ 2.85 3.34 5.16 และ 8.11 เซนติเมตร เมื่อมีอายุ 20 30 40 และ 50 วันหลังย้ายปลูก ตามลำดับ (Table 8)

Table 8 Length of leaves at 20-50 days after transplanting of Chinese kale

Treatment	Length of leaves (cm)			
	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
T1	2.85f ± 0.05	3.34g ± 0.04	5.16g ± 0.03	8.11f ± 0.02
T2	5.91a ± 0.02	7.48a ± 0.04	8.21a ± 0.01	12.86a ± 0.05
T3	4.15c ± 0.03	6.05d ± 0.03	6.60d ± 0.01	10.42c ± 0.04
T4	4.66b ± 0.04	6.63c ± 0.06	7.08c ± 0.02	10.99b ± 0.04
T5	3.24e ± 0.03	4.41f ± 0.04	5.83f ± 0.06	8.81fe ± 0.04
T6	3.72d ± 0.07	5.68e ± 0.08	6.36e ± 0.02	9.81d ± 0.06
T7	5.82a ± 0.01	7.31b ± 0.03	8.11b ± 0.01	12.59a ± 0.07
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	11.10	6.66	5.90	5.96

** = Significance at 0.01 probability levels. Means within each column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

เก็บเกี่ยวคะน้าที่อายุ 50 วันหลังย้ายปลูก โดยการตัดที่โคนต้นแล้วนำไปชั่งน้ำหนักสด พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 มีน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุดเท่ากับ 34.04 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีน้ำหนักสดต่อต้นเท่ากับ 33.76 กรัม และน้ำหนักแห้งให้ผลเช่นเดียวกัน คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 มีน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงที่สุดเท่ากับ 3.52 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง

อัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีน้ำหนักแห้งต่อต้นเท่ากับ 3.48 กรัม โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อต้นต่ำที่สุดเท่ากับ 10.76 และ 1.03 กรัม ตามลำดับ ปริมาณเส้นใยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.32 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 มีปริมาณเส้นใยต่ำที่สุดเท่ากับ 4.14 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีปริมาณเส้นใยเท่ากับ 4.20 กรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (Table 9)

Table 9 Shoot fresh and dry weight and fiber content at 50 days after transplanting of Chinese kale

Treatments	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)	Fiber content (g/100 g fresh weight)
T1	10.76f ± 0.05	1.03f ± 0.02	6.32a ± 0.06
T2	34.04a ± 0.08	3.52a ± 0.01	4.14e ± 0.03
T3	23.54c ± 0.07	2.29c ± 0.06	5.30c ± 0.03
T4	25.83b ± 0.06	2.61b ± 0.05	4.85d ± 0.06
T5	17.66e ± 0.05	1.63e ± 0.04	5.95b ± 0.03
T6	20.10d ± 0.03	2.03d ± 0.04	5.43c ± 0.02
T7	33.76a ± 0.11	3.48a ± 0.01	4.20e ± 0.02
F-test	**	**	**
C.V. (%)	15.19	15.20	17.97

** = Significance at 0.01 probability levels. Means within each column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

4. วิจารณ์

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 250 กิโลกรัม/ไร่ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อดัน ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของกรรมวิธีใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ สูง รองลงมาคือ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 250 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยให้ค่าต่ำ Edwards and burrows (1988) [27] กล่าวว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ โดยมีส่วนประกอบของธาตุอาหารรอง เช่น แมกนีเซียม (Mg) และธาตุอาหารเสริม เช่น เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) โบรอน (Bo) และทองแดง (Cu) ตามที่พืชต้องการ นอกจากนี้ยังมีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น จิบเบอเรลลิน (Gibberellins) และไซโตไคนิน (Cytokinins) ซึ่งจะช่วยให้เสริมสร้างการเจริญให้พืชเติบโตได้อย่างปกติ เศษผลไม้ ผัก และขยะอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายในลำไส้

ของไส้เดือนดินจะเป็นมูลไส้เดือนดินที่มีธาตุอาหารในปริมาณสูง โดยธาตุอาหารเหล่านี้อยู่ในรูปที่พร้อมใช้ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชได้เป็นอย่างดี [28, 29] ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในปริมาณที่เหมาะสมลงไประหว่างการเจริญของคะน้าจึงส่งผลให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาผลของการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า เมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ร่วมกับกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าความสูง ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อดัน ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของกรรมวิธีฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สูง รองลงมาคือ กรรมวิธีฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยให้ค่าต่ำ มีรายงานว่า การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงจะมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อเซลล์จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงย่อยสลายจนเกิดการปลดปล่อยธาตุ

อาหารหลักออกมากซึ่งเป็นองค์ประกอบของเซลล์ โดยปริมาณธาตุอาหารหลักมีอยู่ปริมาณสูง และเป็นประโยชน์ต่อพืชเนื่องจากธาตุอาหารจะเหล่านี้นี้เกิดการปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ (Slow-release pattern) ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต [30, 31] ด้วยเหตุนี้การฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงในปริมาณที่เหมาะสมไปยังบริเวณใบ ลำต้น และดิน จะส่งเสริมให้คณามีการเจริญเติบโตและผลผลิตมากขึ้น

จากการศึกษานี้พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของคณาส่งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ใส่ลงไปดินสามารถช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน อินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน [32] Sakarika et.al (2019) [31] พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินและกระตุ้นกิจกรรมทางชีวภาพในดิน ส่งผลให้เกิดความหลากหลายเชิงนิเวศและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน นอกจากนี้การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงยังช่วยส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารเนื่องจากกิจกรรมทางชีวภาพ เช่น การตรึงไนโตรเจนและการละลายฟอสฟอรัส ในการวิจัยนี้ได้ปลูกคณานในดินร่วนปนทราย (Sandy loam) ที่ประกอบไปด้วยทราย 63.4% ทรายแป้ง 26.1% และดินเหนียว 10.5% ซึ่งมีโครงสร้างของดินไม่ดี พร้อมทั้งมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำและความสามารถในการอุ้มน้ำยังต่ำอีกด้วยเช่นกัน จะเห็นได้ว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินค่อนข้างมาก โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูก [27] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Banchara and Siranee (2018) [33] ที่รายงานว่าปริมาณของธาตุอาหารพืชที่เพิ่มขึ้นในดินหลังปลูกเป็นผลโดยตรงจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้

ดังนั้นการเลือกชนิดของปุ๋ยอินทรีย์และระยะเวลาการใส่ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารหลักของพืชในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการหมุนเวียนให้พืชสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ดียิ่งขึ้นในการปลูกพืชแบบต่อเนื่อง ผลการศึกษาพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชสูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเพียงอย่างเดียวหรือการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นถึงการเสริมฤทธิ์ระหว่างปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น การเพิ่มช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและการระบายอากาศ นอกจากนี้ยังเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน ในขณะที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศ เพิ่มแร่ธาตุในดิน และกระตุ้นกระบวนการละลายธาตุอาหารที่อยู่ในรูปสารอนินทรีย์ให้กลายเป็นรูปที่พืชสามารถดูดซึมได้ง่ายขึ้น การรวมกันของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงจึงช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในดิน กระตุ้นกิจกรรมทางชีวภาพ เช่น การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ และการปลดปล่อยธาตุอาหารในลักษณะ Slow-release ซึ่งช่วยให้พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้อย่างต่อเนื่องตลอดการเจริญเติบโต การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูงในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ โดยเฉพาะในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ยืนยันถึงประโยชน์ของการใช้วัสดุอินทรีย์และจุลินทรีย์ในการปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืชอย่างยั่งยืน

การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าในระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงเปรียบเทียบกับ การปลูกแบบใช้สารเคมีตามวิธีการดั้งเดิมที่เกษตรกรใช้ พบว่าเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 50 วันหลังย้ายปลูก กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ส่งผลให้คะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิต ได้แก่ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูง ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติจากกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร นอกจากนี้กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยส่งผลให้คะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิต ได้แก่ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งน้อย Lazcano et al.(2011) [12] กล่าวว่า การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยกระตุ้นการเจริญเติบโตของลำต้นและราก เพิ่มจำนวนและน้ำหนักของดอก และเพิ่มผลผลิต ทำได้โดยการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน Sulilak, A et al.(2014) [34] ศึกษาการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนทำให้ข้าวมีผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติจากการใช้ปุ๋ยเคมี ในขณะที่ Taheri et al.(2017) [35] พบว่ามีการเพิ่มขึ้นขององค์ประกอบผลผลิตของข้าว ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง และผลผลิตข้าว มาจากการใช้มูลวัว 10 ตัน/เฮกตาร์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน 30 ตัน/เฮกตาร์ จากกรณีศึกษาในข้าวของ Sakarika et al. (2019) [31] พบว่าการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงทำให้ไนโตรเจนบริเวณรากข้าวเพิ่มขึ้น 50-65% ในฟางข้าวมีไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น 9.2% จากการเคลือบเมล็ดข้าวด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้ในเมล็ดข้าวมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 7.1% เมื่อใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงร่วมกับปุ๋ยเคมี อีกทั้งช่วยลดต้นทุนและปริมาณ

ปุ๋ยที่ต้องใช้ลงได้สูงถึง 50% มากไปกว่านี้ Sakarika et al.(2019) [31] ยังพบว่าจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงสามารถละลายฟอสเฟตที่อยู่ในรูปสารอนินทรีย์ได้นอกจากเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสแล้วยังช่วยละลาย Ca^{2+} Mg^{2+} และ Zn^{2+} โดยไม่มีการปลดปล่อยโลหะหนักที่เป็นพิษออกมาด้วย นอกจากนี้กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีปริมาณเส้นใยต่ำที่สุด ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณเส้นใยมากที่สุด เนื่องจากคะน้าที่ได้รับปริมาณไนโตรเจนสูงจะส่งผลให้ใบพืชอวบน้ำ มีปริมาณเส้นใยน้อย และมีน้ำหนักสูง [36] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jigme et al. (2015) [37] รายงานว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินสามารถนำมาปลูกผักกาดขาวปลีได้เนื่องจากให้ความสูงของต้น จำนวนใบ และพื้นที่ใบมากกว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง นับเป็นปุ๋ยอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับใช้เพื่อลดหรือทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีทางการเกษตรสำหรับการปลูกคะน้าหรือทำการเกษตรอินทรีย์แบบอื่น ๆ ซึ่งปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีเกษตรกรจำนวนไม่น้อยที่ตระหนักและให้ความสนใจในการทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพงขึ้น ทำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถผลิตได้เองจากวัสดุเหลือใช้ทางภาคเกษตรที่มีอยู่จำนวนมาก เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ซึ่งนอกจากจะช่วยฟื้นฟูปุ๋ยทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เกษตรแล้วการทำเกษตรอินทรีย์ยังช่วยลดการเกิดภาวะโลกร้อนได้เนื่องจากวิธีปฏิบัติของการทำเกษตรอินทรีย์สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปสู่ชั้นบรรยากาศ อีกทั้งส่งผลให้เกษตรกรและผู้บริโภคมีคุณภาพชีวิตและสุขภาวะจากการอยู่อาศัยในสิ่งแวดล้อมที่ดีอีกด้วย

5. สรุป

การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้าในระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สรุปได้ว่า เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 50 วันหลังย้ายปลูก กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ส่งผลให้คะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิต ได้แก่ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งดีที่สุด และมีปริมาณเส้นใยต่ำที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติจาก กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร นอกจากนี้กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยส่งผลให้ให้คะน้ามีการเจริญเติบโตและผลผลิต ได้แก่ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด และมีปริมาณเส้นใยมากที่สุด ผลการศึกษาสรุปได้ว่าสามารถใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน 500 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับฉีดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงอัตราส่วน 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมีในการผลิตคะน้าแบบอินทรีย์ได้ โดยใช้ร่วมกับสารชีวภัณฑ์กำจัดโรค แมลง หนอน หรือศัตรูพืชอื่น ๆ ตามความเหมาะสมตามหลักวิชาการ การผลิตคะน้าแบบอินทรีย์จะเป็นทางออกที่ดีของเกษตรกรและช่วยฟื้นฟูคุณภาพชีวิต ทรัพยากรดิน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ นอกจากนี้ผู้ที่นำผลจากงานวิจัยขึ้นไปต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ต่อควรทำการศึกษาอีกครั้งเนื่องจากสมบัติของดิน การเตรียมปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน การเตรียมจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง สถานะที่ปลูก ช่วงเดือนปลูก ที่แตกต่างกันอาจส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ามีความแตกต่างกันได้

6. References

- [1] Acikgoz, F.E., 2011, Mineral, vitamin C and crude protein contents in kale (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) at different harvesting stages, *Afr. J. Biotechnol.* 10(75): 17170-17174.
- [2] Acikgoz, F.E. and Deveci, A., 2011, Comparative analysis of vitamin C, crude protein, elemental nitrogen and mineral content of canola greens (*Brassica napus* L.) and kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*), *Afr. J. Biotechnol.* 10(83): 19385-19391.
- [3] Zhang, Y., Ji, J., Song, S., Su, W. and Liu, H., 2020, Growth, nutritional quality and health-promoting compounds in Chinese kale grown under different ratios of red:blue LED lights, *Agronomy.* 10(9): 1248.
- [4] Department of Agricultural Extension, 2018, Information on Exports of Fresh Vegetables Abroad in 2018, Available Source: <http://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/10/ข้อมูลการส่งออก-ผักสด-ไป-ต่างประเทศ-ปี-2561-รายชนิด.pdf>, September 28, 2023. (in Thai)
- [5] Pattanachatchai, N., Sumhirun, S., Promatar, P. and Sompen, N., 2021, Effects of cultivated practices on the growth, phenolic content, antioxidant activity and Ca content of Chinese kale

- (*Brassica oleracea* L. var. *alboglabra*), Int. J. Agri. Tech. 17(3): 1015-1026.
- [6] Lesing, S. and Anugoolprasert, O., 2016, Efficacy of high-quality organic fertilizer on growth and yield of Chinese kale, J. Sci. Technol. 24(2): 320-332.
- [7] Jarupong, P., Suwit, L., Arunee, P. and Chuleemas, B.I., 2019, Risk assessment of pesticide residues in soil to health of Chinese kale growers in Khon Kaen Province, Northeast Thailand, Thai J. Agric. Sci. 37(3): 272-285. (in Thai)
- [8] Thailand Pesticide Alert Network 2016, Report from Result of Toxic Residue in Vegetables and Fruits, Available Source: <http://www.thaipan.org/node/847>, December 22, 2023.
- [9] Peangjai, J. and Pattana, S., 2021, Efficiency of vermicompost from water hyacinth on growth, yield and yield component of rice var. RD41, Khon Kaen Agr. J. Suppl. 1: 949-955. (in Thai)
- [10] Arnat, T., 2020, Garbage disposal with earthworm at Maejo University, J. Agric. Prod. 2(1): 1-10. (in Thai)
- [11] Manivannan, R. and Srivamachandsekharan, M.V., 2009, Response of lowland rice to addition organic and mineral N grown on Typic Haplusterts soil, J. Appl. Sci. Res. 5: 1988-1991.
- [12] Lazcano, C.A., Gómez-Brandón, M. and Dominguez, J., 2011, Comparison of the effectiveness of composting for the biological stabilization of cattle manure, Chemosphere. 72: 1013-1019.
- [13] Edwards, C.A., and Burrows, I., 1988, The Potential of Earthworm Composts as Plant Growth Media. In C.A. Edwards & E.F. Neuhauser (Eds.), Earthworms in Waste and Environmental Management pp. 211-220. SPB Academic Publishing.
- [14] Kaenjampa, P. and Tengjaroenkul, B., 2017, Photosynthetic bacteria, Khon Kaen Agr. J. 2(4): 1-15.
- [15] Theerak, W., Sumranram, W. and Rattanakaew, T., 2020, Effects of photosynthetic bacteria and bio extract on growth and yield of RD43 rice cultivated in organic systems, J. Agric. Res. Ext. 37(2): 25-35.
- [16] Kanokkorn, S., 2020, Agricultural benefits of photosynthetic bacteria, Kasetapirom. 30(6): 16-19. (in Thai)
- [17] Sakarika, M., Spanoghe, J., Sui, Y., Haesaert, G., and Spiller, M., 2019, Purple phototrophic bacteria and plant production: Benefits for fertilizer practice, Microb. Biotechnol. 12(3): 484-487.
- [18] Rayment, G.E. and Higginson, F.R., 1992, Australian Soil and Land Survey Handbook, Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods, Inkata Press, Australia, 330 p.
- [19] Benjapon, K., 2018, Laboratory Manual for the Subject Soil Fertility and Fertilizer, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Maha Sarakham University, Maha Sarakham, 85 p. (in Thai)

- [20] Raksika, C., Thararat, I., Preeyaporn, M. and Supawat, W., 2015, Analysis of Protein and Fiber Content of Local Rice, Ban Muang Noi, Pai, Mae Hong Son, pp. 636-639, In: 2nd National Academic Conference of the Research and Development Institute, Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet. (in Thai)
- [21] Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973, Soil Interpretation Handbook for Thailand, Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, 206 p.
- [22] Soil Survey Division Staff, 1993, Key to Soil Survey Manual, U.S. Department of Agriculture, Printing Office, Washington D.C., 468 p.
- [23] Land Development Department, 2010, Manual for the Soil Chemical Analysis Process: Methods for Analyzing the Cation Exchange Capacity of Soil, Available Source: <http://www.ddd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf>, August 10, 2023. (in Thai)
- [24] Piya, D., 1995, Principles and Methods for Using Chemical Fertilizers, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 237 p. (in Thai)
- [25] Landon, J.R., 1991, Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics, Harlow, Essex, England, 530 p.
- [26] Apiradee, I., 1999, Guidelines for improving the chemical quality of soil in Thailand, Land Dev. J. 36(372): 24-36. (in Thai)
- [27] Edwards, C.A. and Burrows, I., 1988, The Potential of Earthworm's Composts as Plant Growth Media, pp. 59-98, In: Edward, C.A. and E.F. Neuhauser. Eds., 'Earthworms in Waste and Environmental Management', SPB Academic Publishing, The Hague.
- [28] Jeerawat, N., 2008, A Comparative Study of the Speed and Quality of Vermicompost Production from the Decomposition of Various Types of Organic Waste by Commercial and Local Earthworm Species, Master Thesis, Maejo University, Chiang Mai, 96 p. (in Thai)
- [29] Chattrakul, A., 2012, Research Report of Development of Compost Products from Tamarind Waste, Faculty of Agricultural Technology, Petchabun Rajabhat University, Petchabun, 47 p. (in Thai)
- [30] Praphan, K. and Bandit, T., 2017, Photosynthetic bacteria, KKU Success. 2(4): 15-18. (in Thai)
- [31] Sakarika, M., Spanoghe, J., Sui, Y., Wambacq, E., Grunert, O., Haesaert, G., Spiller, M. and Siegfried, E.V., 2019, Purple non-sulphur bacteria and plant production: benefits for fertilization, stress resistance and the environment, Microb. Biotechnol. 13: 1336-1365.

- [32] Patma, V., 2004, Advanced Soil Fertility Teaching Document, 2nd Printing (Revised Edition), Department of Land and environmental Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 67 p. (in Thai)
- [33] Bancha, R. and Siranee, W., 2018, Effects of organic agriculture wastes for soil improvement on growth and yield of Hom Kradungnga rice (Southern local rice varieties), Khon Kaen Agr. J. Suppl. 46: 463-467. (in Thai)
- [34] Sulilak, A. and Suchada, S., 2014, Influence of Vermicompost from Earthworms on Changes in Soil Physical Properties and Improvement of Soil Structure, Research Report, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, 62 p. (in Thai)
- [35] Taheri, R.E., Ansari, M.H. and Razavinematollahi, A., 2017, Influence of cow manure and its vermicomposting on the improvement of grain yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.) in field condition, Appl. Ecol. Environ. Res. 16(1):97-110.
- [36] Sorenson, J.N., 1984, Dietary fiber and ascorbic acid in white cabbage as affected by fertilization, Acta Hort. 163: 221-230.
- [37] Jigme, J., Sutigoolabud, N., Inthasan, P. and Sakhonwasee, S., 2015, The effect of organic fertilizers on growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica Plenck cv. Top Green), J. Org. Syst. 10(1): 9-14.