ผลของมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเบบี้ฮ่องเต้

Effects of vermicompost on growth and yield of baby pak choi

เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช[1*], ประสิทธิ์ ชุติชูเดช[1], Kong Sela[2]

Benjawan Chutichudet[1*], Prasit Chutichudet[1], Kong Sela[2]

Received: 17 Appil 2019 ; Revised: 27 August 2019 ; Accepted: 16 September 2019

บทคัดย่อ

จากกระแสความนิยมบริโภคผักที่ปลอดภัยต่อสุขภาพในปัจจุบัน ทำให้มีการนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ในกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะมูลไส้เดือน การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการให้มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ระดับ ได้แก่ 1000 2000 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ให้มูลไส้เดือน) และการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ในการผลิตผักเบบี้ฮ่องเต้ มูลไส้เดือนจะถูกแบ่งใส่เป็น 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ผสมกับวัสดุก่อนปลูก อีก 2 ครั้งที่เหลือจะใส่ให้กับต้นเบบี้ฮ่องเต้ขณะต้นอายุ 10 และ 20 วันหลังย้ายปลูก ขณะที่กรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยเคมีจะแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือใส่เป็นปุ๋ยรองก้นหลุม และใส่หลังจากย้ายปลูก 10 วัน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น ทำการทดลองระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม 2561 ณ แปลงทดลองเกษตร และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผลการทดลองพบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ที่ได้รับมูลไส้เดือนดินอัตรา 3000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลการทดลองใกล้เคียงกันกับกรรมวิธีให้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ และน้ำหนักสดต่อต้นมากที่สุด ($P < 0.01$)

คำสำคัญ: มูลไส้เดือนดิน เบบี้ฮ่องเต้ การเจริญเติบโต ผลผลิต

Abstract

The popular trend for consuming vegetables that are safe for health has increased leading to the introduction of organic fertilizers in vegetable production, especially vermicompost. The aim of this experiment was to assess the response of vermicompost application of *Eudrilus eugeniae* at four levels: 1000, 2000, 3000 and 4000 kg per rai compared with control (without vermicompost application) and 12-8-8 chemical fertilizer at rate of 75 kg per rai for baby pak choi production. Vermicomposts were applied three times, the first was mixed with planting material. The other two times were applied to baby pak choi at 10 and 20 days after transplanting, whereas chemical fertilizer was applied two times,- a basal application and another 10 days after transplanting. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design, with four replicates, ten plants per replication. The experiment was conducted during January to March, 2018 at experimental field of the Agricultural Technology Department, Faculty of Technology, Mahasarakham University. The results showed that baby pak choi grown in mixtures of planting material with 3000 kg per rai vermicompost had the maximal characteristics of plant height, stem diameter, leaf number and fresh weight per plant, close to a level similar to those grown in mixtures of soil with 12-8-8 chemical fertilizer at 75 kg per rai ($P < 0.01$).

Key words: Vermicompost, baby pak choi, growth, yield

---

[1] อาจารย์, [2] นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1] Lecturer, [2] Undergraduate student, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

** Corresponding author: Benjawan Chutichudet , Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.*

บทนำ

ปัจจุบันเบบี้ฮ่องเต้ (*Brassica campestris* L. var. chinensis) เป็นพืชผักในวงศ์ Brassicaceae ที่กำลังได้รับความนิยมนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากมีก้านใบหนาขนาดใหญ่ สีเขียวอ่อน ต้นมีขนาดเล็กเหมาะสำหรับใช้บริโภค ซึ่งสามารถนำมาใช้บริโภคได้ทั้งส่วนของใบและลำต้นโดยเฉพาะเป็นแหล่งให้คุณค่าทางอาหารในปริมาณสูงหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินซี ธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และให้ปริมาณเยื่อใยสูง เมื่อนำมาประกอบอาหารจะมีรสชาติหวานกรอบ[1] ในประเทศไทยสามารถปลูกผักเบบี้ฮ่องเต้ได้ตลอดปี โดยมีอายุเก็บเกี่ยวภายหลังปลูกประมาณ 30-45 วันเนื่องจากเป็นพืชผักที่สามารถทนต่อสภาพอากาศร้อนในช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส ทำให้มีการส่งเสริมให้ปลูกผักเบบี้ฮ่องเต้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดที่มีปริมาณสูงตลอดปี ทั้งช่องทางการจำหน่ายในประเทศและตลาดเพื่อการส่งออก[2] อย่างไรก็ตามการผลิตผักเบบี้ฮ่องเต้ในบางพื้นที่ เกษตรกรยังนิยมนำปุ๋ยเคมีมาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อส่งเสริมผลผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค จากปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตที่สูงเพิ่มขึ้น และก่อให้เกิดปัญหาในด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพของทั้งเกษตรกรผู้ผลิตและผู้บริโภค เนื่องจากพบการปนเปื้อนสารเคมีที่ติดมากับผลผลิต ขณะที่ในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาให้ความสนใจและใส่ใจในการดูแลสุขภาพของตัวเองมากขึ้นโดยเฉพาะการบริโภคอาหารที่ได้จากการผลิตในรูปแบบอินทรีย์ เพราะจะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี ไม่มีสารพิษตกค้าง ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและส่งเสริมสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น การผลิตด้วยวิธีดังกล่าวจึงนิยมนำปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี[3] มูลไส้เดือนจัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างไส้เดือนดินกับจุลินทรีย์[4] มีงานวิจัยที่รายงานว่ามูลไส้เดือนสามารถนำมาใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตพืชหลายชนิด[5] จึงทำให้มูลไส้เดือนดินถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรโดยเฉพาะการผลิตผักอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองนำมูลไส้เดือนดินมาผสมลงในวัสดุปลูกเบบี้ฮ่องเต้ เพื่อศึกษาผลของมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเบบี้ฮ่องเต้ในสภาพแปลงปลูกที่แปลงทดลองเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยดินในแปลงทดลองมีเนื้อดินอยู่ในชุดดินกันทรวิชัย (Kantara Wichai series:Ka)

วิธีการดำเนินงานวิจัย

เพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* ในกะละมังพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 43 เซนติเมตร บริเวณก้นภาชนะเจาะรูขนาด 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 10 รู วัสดุที่อยู่ (Bedding) ของไส้เดือนได้จากมูลวัวนมแห้งที่ผ่านการแช่และเปลี่ยนถ่ายน้ำ เพื่อให้มูลวัวมีความชื้นเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน โดยใส่มูลวัวน้ำหนัก 5 กิโลกรัมในภาชนะเลี้ยงให้มีความสูงหนา 6 นิ้ว แล้วใส่ไส้เดือนดินพันธุ์ AF (African Night Crawler) ขนาดตัวเต็มวัย จำนวน 50 ตัวต่อ 1 ภาชนะ นำภาชนะเลี้ยงไว้ในบริเวณที่ไม่มีแสงแดดไม่โดนฝน อากาศถ่ายเทได้สะดวก อาหารที่ใช้เลี้ยงจะนำเศษผักผลไม้น้ำหนัก 120 กรัม เพื่อเป็นอาหารให้กับไส้เดือนดิน โดยจะให้อาหารแก่ไส้เดือนดินทุก 3 วัน เก็บรวบรวมมูลไส้เดือนดินบริเวณผิวด้านบนภาชนะ นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร เพื่อแยกมูลไส้เดือนดินออกจากมูลวัวสำหรับนำไปใช้ในงานทดลอง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น โดยให้มูลไส้เดือนดินในอัตราที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1000 2000 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ให้มูลไส้เดือนดิน) และปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่มูลไส้เดือนดินแต่ละกรรมวิธีเป็น 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ผสมกับดินก่อนปลูก อีก 2 ครั้งที่เหลือจะใส่ให้กับผักเบบี้ฮ่องเต้ที่อายุ 10 และ 20 วันหลังย้ายปลูก ขณะที่ปุ๋ยเคมีจะแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือใส่เป็นปุ๋ยรองก้นหลุม และใส่หลังย้ายปลูก 10 วัน ประกอบด้วยกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ให้มูลไส้เดือนและไม่ใส่ปุ๋ยเคมี)
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธีที่ 3 ให้มูลไส้เดือนดินอัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธีที่ 4 ให้มูลไส้เดือนดินอัตรา 2000 กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธีที่ 5 ให้มูลไส้เดือนดินอัตรา 3000 กิโลกรัมต่อไร่
กรรมวิธีที่ 6 ให้มูลไส้เดือนดินอัตรา 4000 กิโลกรัมต่อไร่

นำเมล็ดผักเบบี้ฮ่องเต้ ตราเครื่องบินของบริษัท เจียไต๋ เพาะในถาดหลุม แล้วคัดเลือกต้นกล้าที่มีความแข็งแรงปลูกในถุงพลาสติกขนาด 5 x 8 นิ้ว ที่ใส่วัสดุปลูกประกอบด้วยดิน:แกลบดิบอัตราส่วน 3:2 แล้วนำมาผสมกับมูลไส้เดือนดินตามอัตราต่างๆ ของแต่ละกรรมวิธี ผสมให้เข้ากันแล้วกรอกวัสดุที่ผสมแล้วใส่ถุงปลูก รดน้ำทุกวันอย่างสม่ำเสมอ ถอนกำจัดวัชพืชด้วยมือ บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นเบบี้

ฮ่องเต้ทุก 4 วันดังนี้ ความสูงต้น ความกว้างใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น ในวันเก็บเกี่ยวผลผลิตขณะต้นอายุ 28 วันหลังย้ายปลูก บันทึกข้อมูลน้ำหนักสดต่อต้นมวลชีวภาพตามวิธีของ Kira and Shidei (1967)[6] ค่าความเขียวของใบ โดยใช้ SPAD chlorophyll meter SCMR) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ ตามวิธีของ Procter (1981)[7] ขณะที่ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุปลูกของแต่ละกรรมวิธีในระยะก่อนปลูกและภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่เป็นประโยชน์ (Available P) โดยใช้ Bray 2 เป็นสารสกัดตามวิธีการของ Murphy and Railey ปริมาณโพแทสเซียมส่วนที่เป็นประโยชน์ (Available K) โดยใช้ NH_4OAc ความเข้มข้น 1 normal ทำหน้าที่เป็นสารสกัด และปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter; OM) โดยวิธี Wallkey-Black Method

นำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการใส่มูลไส้เดือนดินแต่ละกรรมวิธีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเบบี้ฮ่องเต้ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Significant Differended (LSD) โดยใช้โปรแกรม Statistix 9 กำหนดความเชื่อมั่นทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การเจริญเติบโตของต้นเบบี้ฮ่องเต้ภายหลังได้รับมูลไส้เดือนดินที่อัตราแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1000 2000 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ใส่มูลไส้เดือน) และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลการทดลองดังนี้

ความสูงต้น

ภายหลังการย้ายปลูก 4 8 และ 12 วัน พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้มีความสูงต้นเฉลี่ยในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.08-2.44 2.82-3.63 และ 3.48-5.01 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่ภายหลังย้ายปลูกตั้งแต่วันที่ 16 เป็นต้นไปจนถึงวันที่ 28 พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ในกรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 2000 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงต้นมากที่สุดและกรรมวิธีทั้งหมดดังกล่าวข้างต้นมีความสูงต้นที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) ขณะที่ Control และกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่มีความสูงต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่มูลไส้เดือนดินที่อัตรา 2000 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเบบี้ฮ่องเต้ในด้านความสูงต้นใกล้เคียงกันกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาดาและคณะ (2557)[8] ที่ศึกษาผลของมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน พบว่าการให้มูลไส้เดือนดินที่อัตรา 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ต้นผักบุ้งจีนมีความสูงใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมี เพราะมูลไส้เดือนจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชปลูก โดยเฉพาะธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปที่ต้นพืชสามารถพร้อมนำไปใช้ได้ มีส่วนประกอบของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเกือบทุกชนิดที่พืชต้องการมีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืชให้เกิดขึ้นได้อย่างปกติ[9] (Edwards and Burrows, 1988)

ความกว้างใบ

ขณะต้นเบบี้ฮ่องเต้อายุ 4 และ 8 วันหลังย้ายปลูก พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ในทุกกรรมวิธีมีความกว้างใบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีความกว้างใบเฉลี่ยอยู่ที่ 0.74-0.87 และ 0.95-1.20 เซนติเมตร ตามลำดับ ต่อมาเมื่อต้นเบบี้ฮ่องเต้มีอายุ 12 วันหลังย้ายปลูก พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ในกรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.95 3.09 3.78 3.99 และ 4.18 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุม (ไม่ให้มูลไส้เดือน) มีความกว้างใบเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.27 1.76 2.11 2.27 และ 2.24 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น

ภายหลังย้ายปลูก 16 วัน เริ่มทำการเก็บบันทึกข้อมูลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ในทุกกรรมวิธีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.28-0.37 เซนติเมตร ต่อมาในวันที่ 20 24 และ 28 หลังย้ายปลูก พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 0.49 0.55 และ 0.58 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่ต้นเบบี้ฮ่องเต้ในกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนดินที่อัตรา 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ ในวันที่ 28 หลังย้ายปลูกเท่ากับ 0.50 และ 0.52 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3)

จำนวนใบต่อต้น

ภายหลัง 4 และ 8 วันหลังย้ายปลูก พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ในทุกกรรมวิธีมีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 2.19-2.44 2.91-3.19 และ 4.52-5.67 ใบ ตามลำดับ เมื่อต้นเบบี้ฮ่องเต้มีอายุ 12 16 20 และ 28 วันหลังย้ายปลูก พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 2000 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด ขณะที่ต้นเบบี้ฮ่องเต้ในชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) และกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุด (Table 4) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 2000 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเบบี้ฮ่องเต้ในด้านจำนวนใบต่อต้นใกล้เคียงกันกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาดาและคณะ (2557)[8] ที่รายงานว่าการใช้มูลไส้เดือนดินสามารถใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้กับพืชที่มีอายุสั้นได้ ขณะที่อัญชลี และคณะ (2555)[10] ศึกษาผลของมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์ Iceberg ที่ปลูกในสภาพโรงเรือน พบว่าวัสดุปลูกที่ใส่มูลไส้เดือน *E. euginiae* อัตรา 2,000 และ 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าเฉลี่ยในด้านความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสดใบและราก น้ำหนักแห้งใบและรากมากที่สุด

Table 1 Plant height of pak choi after applying vermicompost and chemical fertilizer

Treatment	Plant height (cm) at different days after transplanting						
	4 d	8 d	12 d	16 d	20 d	24 d	28 d
Control	2.08	2.82	3.48	4.59b	5.21b	5.96c	5.81b
12-8-8 chemical fertilizer 75 kg.rai^{-1}	2.44	3.63	5.01	6.79a	8.51a	9.16a	8.90a
Vermicompost 1000 kg.rai^{-1}	2.20	2.92	3.59	4.49b	5.24b	6.43bc	6.18b
Vermicompost 2000 kg.rai^{-1}	2.28	3.07	4.22	5.62ab	6.88ab	8.17ab	7.62a
Vermicompost 3000 kg.rai^{-1}	2.33	3.14	4.42	5.72ab	6.88ab	7.61abc	8.07a
Vermicompost 4000 kg.rai^{-1}	2.42	3.27	4.48	6.08a	7.23a	8.29ab	8.63a
F-test	ns	ns	ns	*	**	*	**
LSD	-	-	-	1.4581	1.7474	1.9179	1.4404
C.V. (%)	9.45	12.73	17.28	17.7	17.67	16.98	12.87

[1/]All data are means of four replicates, means followed by different letters within the same column are significantly different at probability, *P < 0.05, **P < 0.01, ns = non significant

Table 2 Leaf width of pak choi after applying vermicompost and chemical fertilizer

Treatment	Leaf width (cm) at different days after transplanting						
	4 d	8 d	12 d	16 d	20 d	24 d	28 d
Control	0.74	0.95	1.27b	1.76c	2.11c	2.27d	2.24d
12-8-8 chemical fertilizer 75 kg.rai^{-1}	0.87	1.20	1.95a	3.09a	3.78a	3.99a	4.18a
Vermicompost 1000 kg.rai^{-1}	0.75	0.98	1.29b	1.92bc	2.15c	2.49cd	2.56cd
Vermicompost 2000 kg.rai^{-1}	0.79	1.04	1.54ab	2.35bc	2.77bc	2.91bc	3.06bc
Vermicompost 3000 kg.rai^{-1}	0.77	0.98	1.57ab	2.39bc	2.92b	3.11b	3.30b
Vermicompost 4000 kg.rai^{-1}	0.83	1.11	1.67ab	2.46ab	3.00b	3.25b	3.44b
F-test	ns	ns	*	**	**	**	**
LSD	-	-	0.4171	0.6361	0.687	0.6165	0.6132
C.V. (%)	10.66	13.29	18.15	18.39	16.59	13.82	13.20

[1/]All data are means of four replicates, means followed by different letters within the same column are significantly different at probability, *P < 0.05, **P < 0.01, ns = non significant

Table 3 Stem diameter of pak choi after applying vermicompost and chemical fertilizer

Treatment	Stem diameter (cm) at different days after transplanting			
	16 d	20 d	24 d	28 d
Control	0.28	0.29c	0.34d	0.38c
12-8-8 chemical fertilizer 75 kg.rai^{-1}	0.37	0.49a	0.55a	0.58a
Vermicompost 1000 kg.rai^{-1}	0.30	0.31bc	0.37cd	0.40c
Vermicompost 2000 kg.rai^{-1}	0.31	0.35b	0.44bc	0.45bc
Vermicompost 3000 kg.rai^{-1}	0.31	0.36b	0.45bc	0.50ab
Vermicompost 4000 kg.rai^{-1}	0.34	0.37b	0.51ab	0.52ab
F-test	ns	**	**	**
LSD	-	0.0647	0.0898	0.0911
C.V. (%)	14.87	12.06	13.66	13.09

[1/]All data are means of four replicates, means followed by different letters within the same column are significantly different at probability, **P < 0.01, ns = non significant

Table 4 Number of leaf per plant of pak choi after applying vermicompost and chemical fertilizer

Treatment	Number of leaf at different days after transplanting						
	4 d	8 d	12 d	16 d	20 d	24 d	28 d
Control	2.19	3.19	3.65c	4.42b	4.71c	4.52	4.27b
12-8-8 chemical fertilizer 75 kg.rai^{-1}	2.44	3.19	4.17a	5.11a	5.89a	5.63	6.29a
Vermicompost 1000 kg.rai^{-1}	2.35	3.19	3.75bc	4.51b	5.02bc	4.97	4.53b
Vermicompost 2000 kg.rai^{-1}	2.29	3.13	3.92abc	4.90a	5.50ab	5.45	5.73a
Vermicompost 3000 kg.rai^{-1}	2.36	3.02	4.06ab	5.06a	5.75a	5.29	5.95a
Vermicompost 4000 kg.rai^{-1}	2.39	2.91	3.98ab	5.00a	5.79a	5.67	6.28a
F-test	ns	ns	*	**	**	ns	**
LSD	-	-	0.318	0.3195	0.6127	-	1.0189
C.V. (%)	10.24	9.64	5.46	4.45	7.58	11.34	11.34

[1/]All data are means of four replicates, means followed by different letters within the same column are significantly different at probability, *P < 0.05, **P < 0.01, ns = non significant

ด้านปริมาณผลผลิต เก็บเกี่ยวต้นเบบี้ฮ่องเต้ขณะอายุ 28 วันหลังย้ายปลูก ผลการทดลองพบว่า

น้ำหนักสดต่อต้น

ต้นเบบี้ฮ่องเต้ที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนอัตรา 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักสดต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 7.21 5.77 และ 5.85 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ขณะที่ต้นเบบี้ฮ่องเต้ในชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) และกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักสดต่อต้นน้อยที่สุดเพียง 1.72 และ 1.75 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 5) แสดงให้เห็นว่าการใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 3000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถ

ช่วยเพิ่มผลผลิตเบบี้ฮ่องเต้ในด้านน้ำหนักสดต่อต้นใกล้เคียงกันกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการทดลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Devi *et al.* (2017)[11] ที่ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพต่อผลผลิตและคุณภาพของกะหล่ำปลี (*Brassica oleracea* var. capitate) พบว่าน้ำหนักหัวกะหล่ำปลีจากกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 8.5 ตันต่อเฮกตาร์มีน้ำหนักต่อหัวมากที่สุดเท่ากับ 868 กรัม เนื่องจากมูลไส้เดือนดินสามารถช่วยเพิ่มกิจกรรมของแบคทีเรียที่ช่วยตรึงไนโตรเจน รักษาความชื้นในดิน รวมทั้งยังปลดปล่อยธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ จึงช่วยส่งเสริมการใช้ธาตุอาหารในดิน ส่งผลให้ผลผลิตกะหล่ำปลีมีน้ำหนักที่สูงขึ้น

มวลชีวภาพ

ในวันเก็บเกี่ยวต้นเบบี้ฮ่องเต้ที่อายุ 28 วันหลังย้ายปลูก พบว่าต้นเบบี้ฮ่องเต้ในกรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนอัตรา 4000 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพมากที่สุดเท่ากับ 3.78 และ 3.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ต้นเบบี้ฮ่องเต้ในชุดควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) และกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่มีค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพน้อยที่สุดเพียง 0.91 และ 0.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 5) ทั้งนี้การให้มูลไส้เดือนในดินปลูกจะช่วยเพิ่มปริมาณการดูดซึมธาตุไนโตรเจน[12] น้ำหนักแห้ง[13] และผลผลิตพืช[14,15] ในสตรอเบอรี่ Arancon *et al.*(2004)[16]รายงานว่าการให้มูลไส้เดือนช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นสตรอเบอรี่ รวมถึงการเพิ่มขนาดพื้นที่ใบ 37 เปอร์เซ็นต์ มวลชีวภาพในส่วนยอด 37เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักผลสด 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการตอบสนองเหล่านี้ไม่ขึ้นกับระดับความเข้มข้นของมูลไส้เดือนที่ให้ นอกจากนี้มูลไส้เดือนยังจัดเป็นวัสดุปรับปรุงดิน จากการที่มีลักษณะความโปร่งพรุนสูง มีการระบายอากาศดี ระบายน้ำดี สามารถเก็บกักน้ำ และช่วยเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน[9,17] ทั้งนี้ในมูลไส้เดือนยังประกอบด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดโดยเฉพาะไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน และออกซินที่ผลิตโดยไส้เดือนดิน[18] และจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อต้นพืช เช่น ราและแอคติโนมัยซิสในดิน[19,20] ทำให้ช่วยเพิ่มจำนวนประชากรกลุ่มจุลินทรีย์เหล่านี้ในดินปลูก[21]ขณะเดียวกันก็ลดจำนวนประชากรของแบคทีเรียซึ่งก่อให้เกิดโรคกับพืชที่ปลูกในดินลง[22] ซึ่ง Lv and Ma (2005)[23] รายงานว่าจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในดินที่มีการให้มูลไส้เดือนจะเพิ่มขึ้นถึง 108.2 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่มูลไส้เดือน จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในดินเหล่านี้จึงส่งผลต่ออัตราการหมุนเวียนของธาตุอาหารพืชในดิน และการเสริมสร้างความต้านทานต่อโรคพืช[5] จึงทำให้มูลไส้เดือนมีบทบาทช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกและการเจริญเติบโตของต้นพืช[24]

Table 5 Fresh weight and biomass of pak choi after applying vermicompost and chemical fertilizer after 28 days of transplanting

Treatment	Fresh weight (g.plant^{-1})	Biomass (%)
Control	1.72c	0.91c
12-8-8 chemical fertilizer 75 kg.rai^{-1}	7.21a	3.78a
vermicompost 1000 kg.rai^{-1}	1.75c	0.94c
vermicompost 2000 kg.rai^{-1}	5.22b	2.73b
vermicompost 3000 kg.rai^{-1}	5.77ab	3.01b
vermicompost 4000 kg.rai^{-1}	5.85ab	3.10ab
F-test	**	**
LSD	1.4643	0.7364
C.V. (%)	21.49	20.56

[1/]All data are means of four replicates, means followed by different letters within the same column are significantly different at probability, **P < 0.01

ค่าความเขียวของใบ

ค่าความเขียวจากใบต้นเบบี้ฮ่องเต้ขณะอายุ 28 วันหลังปลูกจากทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.83-31.83 SPAD unit (Table 6) จากผลการทดลองที่ได้พบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของอัญชลีและคณะ (2555)[10] ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์ Iceberg ที่ปลูกในสภาพโรงเรือน พบว่าวัสดุปลูกที่ใส่มูลไส้เดือน *E. euginiae* และ *P. peguana* อัตรา 1,000, 2,000 และ 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ต้นผักกาดหอมมีความเข้มสีใบที่ใกล้เคียงกัน

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเบบี้ฮ่องเต้ที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่าคลอโรฟิลล์ของต้นเบบี้ฮ่องเต้ในทุกกรรมวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์เฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 421.74-452.68 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร (Table 6) จากการวิเคราะห์วัสดุปลูกในแต่ละกรรมวิธีทั้งในระยะก่อนปลูกและภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้ผลการทดลองดังนี้

Table 6 Leaf greenness and chlorophyll contents of pak choi after applying vermicompost and chemical fertilizer after 28 days of transplanting

Treatment	Leaf greenness (SPAD unit)	Chlorophyll contents ($mg.cm^{-2}$)
Control	24.90	430.81
12-8-8 chemical fertilizer 75 $kg.rai^{-1}$	29.78	452.68
vermicompost 1000 $kg.rai^{-1}$	24.83	421.74
vermicompost 2000 $kg.rai^{-1}$	28.20	426.27
vermicompost 3000 $kg.rai^{-1}$	28.65	441.45
vermicompost 4000 $kg.rai^{-1}$	31.83	445.88
F-test	ns	ns
C.V. (%)	13.60	3.43

ns = non significant

ฟอสฟอรัสส่วนที่เป็นประโยชน์ (Available P)

ผลการทดลองพบว่าวัสดุก่อนปลูก (ดิน:แกลบดิบอัตรา 3:2) มีปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพียง 1.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งจากกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนที่อัตรา 2000 และ 4000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดเท่ากับ 9.46 และ 9.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมาเป็นกรรมวิธีที่ใส่มูลไส้เดือนที่อัตรา 3000 1000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 6.71 5.96 และ 2.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 7) จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้พบว่ามีความสอดคล้องกับงานทดลองของสุลีลักและสุชาดา (2557)[25] ที่ศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ร่วมกับการให้น้ำหมักมูลไส้เดือนดินที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวหอมมะลิ 105 ผลการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในวัสดุปลูกที่ให้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและอินทรียวัตถุในดินน้อยที่สุด ขณะที่การให้มูลไส้เดือนดินอัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการให้น้ำหมักมูลไส้เดือนมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและอินทรียวัตถุในดินมากที่สุด เนื่องจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น คือทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย รากพืชสามารถชอนไชและแพร่กระจาย นอกจากนี้จุลินทรีย์ดินที่ปนออกมากับมูลของไส้เดือนดินยังสามารถสร้างเอนไซม์ฟอสฟาเตสได้อีกด้วย ซึ่งมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินให้สูงขึ้น[26] นอกจากนี้ Chasavathi *et al.* (2001)[27] ศึกษาการปลูกมะขามโดยใช้มูลไส้เดือนในชุดดินน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินที่ปลูกมะขามและในดินบริเวณรอบๆ ผลการศึกษาพบว่าดินที่ได้รับมูลไส้เดือนดินมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าดินที่ไม่มีมูลไส้เดือนดินถึง 7 เท่า

สอดคล้องกับYang *et al*. (2015)[28] รายงานว่ามูลไส้เดือนจะช่วยเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ phosphatase ในดิน จึงทำให้ดินปลูกมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (exchangeable phosphorus) ต่อพืชเพิ่มมากขึ้น

โพแทสเซียมส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K)

จากการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในวัสดุก่อนปลูกเมื่อได้รับการใส่มูลไส้เดือนดินอัตราแตกต่างกัน พบว่าวัสดุก่อนปลูกมีปริมาณโพแทสเซียมส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดเท่ากับ 1174 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งจากวัสดุปลูกที่ใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 3000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามีโพแทสเซียมส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในปริมาณต่ำที่สุดเท่ากับ 756 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 7) ผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ramnarain *et al*. (2017)[29] ที่ทดลองให้มูลไส้เดือนดินในการผลิตกวางตุ้งฮ่องเต้ (*Brassica rapa* var. chinensis) โดยใส่มูลไส้เดือนดินอัตรา 100 กรัมต่อต้น ผลการทดลองพบว่ามูลไส้เดือนดินที่ใส่ให้ในดินทำหน้าที่ช่วยเปลี่ยนโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ให้เป็นโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ในดิน ส่งผลทำให้ต้นพืชสามารถดูดโพแทสเซียมจากดินได้มากขึ้น วัสดุปลูกจึงตรวจวิเคราะห์พบโพแทสเซียมในดินมีปริมาณที่ลดลง

ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)

ผลการทดลองพบว่าในวัสดุก่อนปลูกมีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 1.77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกันกับวัสดุก่อนปลูกที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ และวัสดุก่อนปลูกที่ได้รับมูลไส้เดือนดินที่อัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่ เท่ากับ 1.72 และ 1.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งจากวัสดุก่อนปลูกที่ใส่มูลไส้เดือนดินที่อัตรา 4000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.89 เปอร์เซ็นต์ (Table 7) สอดคล้องกับ Chaoui *et al*. (2003)[30] รายงานว่ามูลไส้เดือนจะแตกต่างจากปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ตรงที่อินทรียวัตถุที่ได้จากมูลไส้เดือนจะผ่านระบบกระบวนการย่อยของไส้เดือนดินมาแล้ว ซึ่งอินทรียวัตถุเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพิ่มความอุดมสมบูรณ์และลักษณะทางกายภาพของดินปลูกได้

Table 7 Phosphorus, potassium and organic matter contents in planting material of all the treatments before planting

Treatment	Phosphorus content ($mg.kg^{-1}$)	Potassium content ($mg.kg^{-1}$)	Organic matter (%)
Control	1.76e	1174a	1.77c
12-8-8 chemical fertilizer 75 $kg.rai^{-1}$	2.67d	1109c	1.72c
vermicompost 1000 $kg.rai^{-1}$	5.96c	1138b	1.57c
vermicompost 2000 $kg.rai^{-1}$	9.46a	918d	2.49b
vermicompost 3000 $kg.rai^{-1}$	6.71b	756f	2.18b
vermicompost 4000 $kg.rai^{-1}$	9.54a	867e	2.89a
F-test	**	**	**
LSD	0.6729	12.3	0.3647
C.V. (%)	6.29	0.70	9.75

[1/]All data are means of four replicates, means followed by different letters within the same column are significantly different at probability, **P < 0.01

สรุปผล

จากการศึกษาผลของการให้มูลไส้เดือนดินที่อัตราแตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักเบบี้ฮ่องเต้ พบว่าการให้มูลไส้เดือนดินที่อัตรา 3000 กิโลกรัมต่อไร่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นเบบี้ฮ่องเต้ในด้านความสูงต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น และน้ำหนักสดต่อต้นได้ใกล้เคียงกับการให้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-8-8 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การให้มูลไส้เดือนดินอัตรา 4000 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยเพิ่มมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและอินทรียวัตถุ ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่ามูลไส้เดือนมีศักยภาพสำหรับนำมาใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตผักเบบี้ฮ่องเต้ได้

เอกสารอ้างอิง

1. อนันต์ ธรรมวงค์ ศีลวัต พัฒโนดม ศิริลักษณ์ ศิริกุล นาวิน สุขเลิศ ประไพพรรณ ขันแก้ว วิลาวรรณ ขอมา นาถยา คิดคำส่วน และสุพรรณี ขอดเผือ. คู่มือการปลูกผัก. พิมพ์ครั้งที่ 1 เชียงใหม่: สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน); 2559
2. Dixon, GR. Vegetables and related crucifers. , UK: Colums design Ltd. Reading; 2007.
3. บัญชา รัตนีทู. ปุ๋ยอินทรีย์ฟื้นฟูสภาพดิน. Princess of Naradhiwas University Journal 2552;1(2): 1-16
4. Hu Y, Sun Z, Wang D, Sun Y. Analysis of antagomistic microorganism in vermicompost. Chin.J.Appl. Environ.Biol 2004; 10(1): 99-103
5. Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P. Influ ences of vermicomposts on field strawberries: Part 2 Effects on soil microbiological and chemical properties. Bioresour. Technol 2006; 97: 831-840
6. Kira T, Shidei T. Primary production and turnover to organic matter in different forest ecosystems of the western pacific. Japanese Journal of Ecology 1967; 17:70-87
7. Procter JTA. Stomatal conductance changes in leaves of McIntosh apple trees before and after fruit removal. Canadian Journal of Botany 1981; 59: 50-53
8. สุชาดา สานุสันต์ ศรายุทธ ชุลีกรกูล และภิญโญ มีแก้ว. การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนที่ปลูกโดยใช้มูลไส้เดือนดิน. วารสารเกษตรราชพฤกษ์ 2557; 1:29-36
9. Edwards, CA, Burrows I. The potential of earthworm composts as plant growth media. In: Edwards C.A., Neuhauser EF. editors. Earthworms in Environmental and Waste Management. The Netherlands: SPB Acad Publ.; 1988. P.211-220.
10. อัญชลี จาละ อภิสิทธิ์ ชิตวณิช สมชาย ชคตระการ. ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 2 ชนิดที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมใบ. Thai Journal of Science and Technology 2555; 1(1): 20-24
11. Devi S, Choudhary M, Jat PK, Singh SP, Rolaniya MK. Influenced of organic and biofertilizers on yield and quality of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). International Journal of Chemical Studies 2017; 5(4): 818-820
12. Tomati U, Grapelli A, Galli E. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. Biol. Fertil. Soils 1987; 5: 288-294
13. Edwards CA. Historical overview of vermicom posting. Biocycle 1995; 36: 56-58
14. Edwards CA, Dominguez J, Arancon NQ. The Influence of Vermicomposts on Plant Growth and Pest Incidence. In: Mikhail WZA, Shakir SH. editors. Soil Animals and Sustainable Development. Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st Century; 2004. P. 397-420.
15. Edwards CA, Arancon NQ. Interactions Among Organic Matter, Earthworms and Microorganisms in Promoting Plant Growth. In: Edwards CA, Neuhauser EF. editors. Advances in Agroecology 2004; 20042043: 327-376.
16. Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P,' Welch C, Metzger JD. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 2004; 93(2): 145-153
17. Orozco FH, Cegarry J, Trrujillo LM, Roig A. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm Eisenia fetida: effects on C and N contents and the availability of nutrients. Biol. Fertil. Soils 1996; 22: 162-166
18. Krishnamoorthy, RV, Vajrabhiah SN. Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promoter levels in casts. Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Animal Science) 1986; 95: 341-351

19. Grappelli A, Galli E, Tomati U. Earthworm casting effect on Agaricus bisporus fructification. Agrochimica 1987; 21: 457-462
20. Tomati U, Grapelli A, Galli E. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. Biol. Fertil. Soils 1987; 5: 288-294
21. Cai F, Liao Z, Zhang J, Kong W, He C. . Effect of ecological organic fertilizer on tomato bacterial wilt and soil microbial diversities. Chin. J. Appl. Ecol. 2003; 14(3): 349-353
22. Yang L, Zhao F, Chang Q, Li T, Li F. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. Agricultural Water Management 2015; 160: 98-105
23. Lv Z, Ma Y. Effect of vermicompost on soil fertility and cabbage growth and quality. Chin. Agric. Sci. Bull. 2005; 12: 236-240
24. Zhang J, Xu Y, Liu Z. Study of the alleviate of earthworm manure on continuous cropping obstacle of cucumber growth in plastic greenhouse. North Hortic. 2010; 4: 58-60
25. สุลีลัก อารักษณ์ธรรม และสุชาดา สานุสันต์. อิทธิพลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากไส้เดือนดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์ดินและการปรับปรุงโครงสร้างของดิน. ใน รายงานผลการวิจัยเรื่อง ศักยภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินท้องถิ่นไทยที่ผลิตจากขยะอินทรีย์ต่อระบบการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2557.
26. Edwards, C. A., P. J. Bohlen. Biology and ecology of earthworms. 3rd ed London: Chapman and Hall; 1996.
27. Chasavathi T, Treloges V, Ruaysoongnen S. Earthworm casts (*Pheretema sp.*) nutrient contents of Nampong soi series (Ustoxic Quartzipsamment) in Northeast Thailand. Pakistan Journal of Biological Sciences 2001; 4: 973-976
28. Yang L, Zhao F, Chang Q, Li T, Li F. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. Agricultural Water Management 2015; 160: 98-105
29. Ramnarain YI, Ori L, Ansari AA. Evaluation of the use of vermicompost on the crop production of two varieties of Pak choi (*Brassica rapa var. chinensis*) and on the soil structure in Suriname. Asian Journal of Agriculture 2017; 1(2): 73-79
30. Chaoui HI, Zibilske LM, Ohno T. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. Soil Biology and Biochemistry 2003; 35(2):295-302