บทความวิจัย

ผลกระทบของการใช้ถ่านชีวภาพต่อการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินพันธุ์ African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*)

เสาวคนธ์ เหมวงษ์* และ อธิคม สุวรรณการ
สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09 6897 4154 อีเมล: saowakon@hotmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.04.007
รับเมื่อ 16 เมษายน 2563 แก้ไขเมื่อ 16 ธันวาคม 2563 ตอบรับเมื่อ 23 ธันวาคม 2563 เผยแพร่ออนไลน์ 28 เมษายน 2565
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การผลิตเกษตรอินทรีย์โดยใช้ทรัพยากรที่มีในชุมชนให้เกิดประโยชน์ เช่น การใช้ถ่านชีวภาพซึ่งมีคุณสมบัติช่วยในการปรับปรุงคุณภาพดิน และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตในดิน โดยเฉพาะไส้เดือนดินซึ่งงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของถ่านชีวภาพแต่ละชนิดต่อการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินพันธุ์ African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*) จำนวน 30 ตัวต่อกรรมวิธี โดยวางแผนการทดลองแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้ 1) มูลวัว 2) มูลวัว + ถ่านแกลบ 3) มูลวัว + ถ่านฟางข้าว และ 4) มูลวัว + ถ่านกระดูกหมู ผลการศึกษา พบว่า การเจริญเติบโตของไส้เดือนพันธุ์ African Night Crawler เริ่มมีการตายตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 หลังการเพาะเลี้ยง โดยอัตราการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตตลอดระยะเวลาการศึกษา 6 สัปดาห์ของการเพาะเลี้ยง พบว่า ในกรรมวิธีที่ใส่มูลวัว + ถ่านฟางข้าว มีจำนวนไส้เดือนที่รอดสูงสุด 21 ตัว คิดเป็นอัตราการรอด เท่ากับ 71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีมูลวัวอย่างเดียว (15 ตัว คิดเป็นอัตราการรอด เท่ากับ 48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตาม เจริญเติบโตของไส้เดือนดินไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับการใส่มูลวัวอย่างเดียว ในขณะที่กรรมวิธีมูลวัว + ถ่านกระดูกหมู พบว่า อัตราการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของไส้เดือนต่ำที่สุด ดังนั้น การใช้ถ่านฟางข้าวร่วมกับมูลวัวในสัดส่วน 1 : 1 ในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินพันธุ์ African Night Crawler ช่วยให้ไส้เดือนมีการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านชีวภาพชนิดอื่นๆ

คำสำคัญ: ไส้เดือนดิน ถ่านชีวภาพ ประชากร ความมีชีวิต การเจริญเติบโต

การอ้างอิงบทความ: เสาวคนธ์ เหมวงษ์ และ อธิคม สุวรรณการ, "ผลกระทบของการใช้ถ่านชีวภาพต่อการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินพันธุ์ African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*)," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 32, ฉบับที่ 4, หน้า 1025–1032, ต.ค.–ธ.ค. 2565.

Research Article

Impact of Biochar Application on Earthworm Survivor and Growth of African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*) Species

Saowakon Hemwong* and Atikom Suwannakan
Program of Plant Science, Department of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09 6897 4154, E–mail: saowakon@hotmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.04.007
Received 16 April 2020; Revised 18 December 2020; Accepted 23 December 2020; Published online: 28 April 2022
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Organic agriculture production focuses on efficient use of locally available resources, such as biochar application, which helps improve soil quality and uncover a positive effect on plant growth and soil living organisms, especially earthworms. The objective of this research was to study the impact of different biochar types on the viability and growth of African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*) earthworms (30 samples per treatment group). The experiment was established in the CRD model, consisting of 4 treatments with 4 replications, i.e., 1) cow manure, 2) cow manure + rice husk biochar, 3) cow manure + rice straw biochar and 4) cow manure + pig bone biochar. The results found that African Night Crawlers died starting from the first week after culture. At 6 weeks after culture, the treatment group using cow manure + rice straw biochar showed the highest number of survival (21 surviving worms or 71 percent survival rate), which proved to be higher than the cow manure alone treatment (15 surviving worms or 48 percent survival rate). However, the growth of earthworms was not statistically different when compared with the cow manure alone treatment. The cow manure + pig bone biochar treatment contributed to the lowest survival and growth rates among the species. In comparison with different types of biochar, the application of the combination of rice straw biochar and cow manure in a 1 : 1 ratio exposed the greatest positive effect on earthworm survival and growth.

Keywords: Earthworm, Biochar, Population, Viability, Growth

Please cite this article as: S. Hemwong and A. Suwannakan, "Impact of biochar application on earthworm survivor and growth of African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*) species," *The Journal of KMUTNB*, vol. 32, no. 4, pp. 1025–1032, Oct.–Dec. 2022 (in Thai).

1. บทนำ

การมุ่งเน้นพัฒนาเกษตรอินทรีย์ให้เกิดความยั่งยืนบนพื้นฐานความพอเพียงทำให้มีการคิดค้น และวิจัยเทคโนโลยีที่เกษตรกรสามารถผลิตได้ง่าย และสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนมาใช้ประโยชน์สูงสุด โดยเฉพาะการใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในครัวเรือนและชุมชน (Zero Waste) รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่ควบคู่กับวิถีชีวิตของชุมชน ซึ่งถ่านชีวภาพ (Biochar) เป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านซึ่งมีบทบาทสำคัญในการลดความหนาแน่นของดิน และเพิ่มความจุในการอุ้มน้ำของดิน (Water Holding Capacity) นอกจากนี้ ถ่านชีวภาพยังมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity; CEC) สูง [1] จึงส่งผลทำให้เพิ่มความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารจากปุ๋ยหรือจากการย่อยสลายของซากพืชได้ดี โดยเฉพาะเพิ่มระดับของความสามารถในการแลกเปลี่ยนโพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) [2] คุณสมบัติเหล่านี้ของถ่านชีวภาพไม่ได้มีประโยชน์เฉพาะการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินเท่านั้น ยังใช้เป็นอาหารให้สำหรับระบบจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งถ่านชีวภาพช่วยเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และโครงสร้างสังคมของจุลินทรีย์ (Microbial Community Structure) ได้แก่ Arbuscular mycorrhiza Fluorescent pseudomonads *Flavobacterium* spp. และกลุ่มที่ย่อยสลายไคติน (Chitin) และเซลลูโลส (Cellulose) [3]–[5] แต่ถ่านชีวภาพส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่บริเวณรากพืชซึ่งทำให้ความสามารถในการปรับปรุงดินได้ไม่ดีเท่าที่ควร การใช้ไส้เดือนดิน (Earthworm) เป็นสัตว์ในดินขนาดใหญ่ (Macrofauna) ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของดินโดยการกัดแทะ (Grazing) การพรวนดิน (Burrowing) และการแตกกระจาย (Dispersal) มาใช้ในการนำพาถ่านชีวภาพเคลื่อนย้ายลงไปในชั้นดินที่ลึกขึ้นน่าจะปรับปรุงโครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดินได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังขาดผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ถ่านชีวภาพแต่ละชนิดที่แตกต่างกันที่มีผลกระทบต่อการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน ดังนั้น เพื่อให้ทราบว่าถ่านแต่ละชนิดมีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของไส้เดือนดิน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของถ่านชีวภาพแต่ละชนิดต่อการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้ 1) มูลวัว (ชุดควบคุม) 2) มูลวัวและถ่านแกลบ 3) มูลวัวและถ่านฟางข้าว และ 4) มูลวัวและถ่านกระดูกหมู

2.1 การเตรียมถ่านแกลบ ถ่านฟางข้าว ถ่านกระดูกหมู

ถ่านที่ใช้ศึกษา (ถ่านแกลบ ถ่านฟางข้าว ถ่านกระดูกหมู) ทำการผลิตโดยวิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ การเผาแบบเตาปี๊บ (แบบดั้งเดิม) สำหรับเผาถ่านแกลบ และวิธีการเผาแบบเตาเผาสองชั้นสำหรับการเตรียมถ่านฟางข้าว และถ่านกระดูกหมู

การเผาถ่านแกลบโดยวิธีดั้งเดิมนั้นเตาทำมาจากปี๊บ ซึ่งเจาะรูทั้งสี่ด้าน ด้านละ 15 รู เปิดฝาปี๊บออก 1 ด้าน และเจาะรูขนาดใหญ่เพื่อเป็นช่องที่ใส่ท่อสังกะสีสำหรับระบายควัน นำฟางข้าวใส่ในปี๊บจนแน่น จุดไฟที่ฟางข้าว แล้วตั้งปี๊บให้อยู่ในแนวตรง นำแกลบดิบมาเทกลบปี๊บจนเต็ม เมื่อแกลบดิบเริ่มมีลักษณะไหม้เป็นสีดำให้นำพลั่ว หรือจอบพลิกกลับด้านแกลบที่ยังไม่ดำให้เข้าไปด้านในจนกว่าแกลบจะไหม้ และเป็นสีดำทั้งหมด เอาปี๊บออกแล้วทำการเกลี่ยและรดน้ำให้เย็นลง ปล่อยไว้จนแห้ง และนำไปใช้ในการศึกษา

การเผาถ่านฟางข้าว หรือกระดูกหมูโดยใช้เตาแบบสองชั้นมีขั้นตอนดังนี้ ตั้งเตาเผาให้ยกสูงจากพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร นำฟางข้าวหรือกระดูกหมูที่แห้งใส่ลงในถังชั้นในขนาด 100 ลิตร จากนั้นปิดฝาถังชั้นใน นำถังชั้นนอกขนาด 200 ลิตร ที่เปิดฝาหัวท้ายมาครอบ และนำเศษไม้ที่แห้งใส่ตามช่องระหว่างถังชั้นในและถังชั้นนอกให้เต็ม และด้านบนของถังชั้นในจุดไฟให้เชื้อเพลิงติด ปิดฝาถังด้านนอกที่มีปล่องระบายควัน ใช้เวลาประมาณ 2–4 ชั่วโมง (รูปที่ 1) ทิ้งไว้ให้เตาเผาเย็นตัวลงแล้วนำถ่านฟางข้าวหรือถ่านกระดูกหมูมาบดให้

รูปที่ 1 ถ่านที่ใช้ในการศึกษา (ก) ถ่านแกลบ (ข) ถ่านฟางข้าว และ (ค) ถ่านกระดูกหมู

มีขนาดเล็กประมาณ 1–2 เซนติเมตร เพื่อเตรียมสำหรับใช้เพาะเลี้ยงไส้เดือนร่วมกับมูลวัวเนื่องจากมูลวัวเป็นปุ๋ยคอกที่เกษตรกรนิยมเลือกใช้ในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน เพราะมีราคาถูก โดยนำแช่น้ำทิ้งไว้ 14 วัน แล้วนำมาตากให้แห้งเตรียมเพื่อใช้เพาะเลี้ยงไส้เดือน ซึ่งค่า pH (1 : 25 H_2O) ของมูลวัว ถ่านแกลบ ถ่านฟางข้าว และถ่านกระดูกหมู ก่อนการทดลอง เท่ากับ 7.87, 9.07, 9.06 และ 9.80 ตามลำดับ ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity; EC) (1 : 50 H_2O) มีค่าเท่ากับ 1.56, 0.28, 0.83 และ 0.28 ไมโครวินาที ตามลำดับ

2.2 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงไส้เดือน

ไส้เดือนที่ใช้ในการศึกษา คือพันธุ์ African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*) โดยการนำถังที่มีขนาด 5 ลิตร (กว้าง 16 เซนติเมตร สูง 32 เซนติเมตร) เจาะรูที่ก้นถังให้ขนาดรู 1 เซนติเมตร รอบก้นถังจำนวน 9 รูต่อถัง จากนั้นนำถ่านแต่ละชนิดผสมกับมูลวัวหมัก อัตราส่วน 1 : 1 ตามกรรมวิธีดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 มูลวัว (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 มูลวัวและถ่านแกลบ
กรรมวิธีที่ 3 มูลวัวและถ่านฟางข้าว
กรรมวิธีที่ 4 มูลวัวและถ่านกระดูกหมู

ใส่วัสดุเพาะเลี้ยงลงในถังที่เตรียมไว้ให้มีปริมาตรต่ำจากขอบถัง 15 เซนติเมตร ทำการคัดเลือกไส้เดือนที่เจริญเติบโตสมบูรณ์ขนาดความยาว 7–10 เซนติเมตร ใส่ลงในถังที่เตรียมไว้ในแต่ละกรรมวิธี จำนวน 30 ตัวต่อถัง โดยมีน้ำหนักไส้เดือนทั้งหมด 8 กรัมต่อถัง หลังจากนั้น ให้อาหารกับไส้เดือนโดยใช้ผักบุ้งสดสับขนาด 1 เซนติเมตร น้ำหนัก 70 กรัมต่อถัง จำนวนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และให้น้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1 ลิตรต่อถัง

2.3 การเก็บข้อมูล

วัดการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน จำนวน 3 ครั้ง คือ เมื่อ 1, 3 และ 6 สัปดาห์ หลังเพาะเลี้ยง โดยนับจำนวนไส้เดือนที่เหลือ (ตัว) ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (เซนติเมตรต่อตัว) น้ำหนักไส้เดือนทั้งหมดที่เหลือของไส้เดือน (กรัม) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เหลืออยู่ของไส้เดือน และอัตราการรอดของไส้เดือน ตามสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เหลืออยู่ของไส้เดือน (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}) \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \quad (1)$$

$$\text{อัตราการรอดของไส้เดือน (ตัว)} = \frac{\text{จำนวนไส้เดือนที่เหลือ}}{\text{จำนวนไส้เดือนเริ่มต้น}} \quad (2)$$

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนและแปลผลที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 (Significant Difference) โดยใช้แผนการทดลองแบบแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) และวิธี Duncan Grouping ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม Statistix 8

3. ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของไส้เดือนพันธุ์ African Night Crawler เมื่ออายุ 1 สัปดาห์ หลังการเพาะเลี้ยงพบว่า จำนวนไส้เดือนที่เหลือ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เหลืออยู่ในกรรมวิธีที่ใส่มูลวัวและถ่านฟางข้าวมีจำนวนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) คือ 29 ตัว มีน้ำหนักที่เหลืออยู่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 72 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเริ่มต้น ในขณะที่กรรมวิธีที่ใส่มูลวัวและถ่านกระดูกหมูพบว่า มีจำนวนไส้เดือนที่เหลือ (12 ตัว) น้ำหนักทั้งหมดของไส้เดือนทั้งหมด (1.68

กรัม) ความยาวของไส้เดือนเฉลี่ย (4.20 เซนติเมตร) และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไส้เดือนที่เหลือ (21 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเริ่มต้น) มีค่าต่ำสุด ดังแสดงในตารางที่ 1

การเจริญเติบโตเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ หลังเพาะเลี้ยงพบว่า กรรมวิธีมูลวัวและถ่านฟางข้าวมีผลทำให้จำนวนไส้เดือนที่เหลืออยู่ (27 ตัว) และน้ำหนักไส้เดือนทั้งหมด (4.55 กรัม) สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 2) ในขณะที่กรรมวิธีที่ใส่มูลวัวและถ่านกระดูกหมูพบว่า มีไส้เดือนเหลือเพียงจำนวน 7 ตัว และมีน้ำหนักไส้เดือนทั้งหมด 1.38 กรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของไส้เดือนที่เหลือ 17 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเริ่มต้น รวมถึงมีความยาวของไส้เดือนเฉลี่ยต่ำที่สุด (3.00 เซนติเมตร)

การเจริญเติบโตเมื่ออายุ 6 สัปดาห์ หลังเพาะเลี้ยงพบว่า จำนวนของไส้เดือนในกรรมวิธีมูลวัวและถ่านฟางข้าว มีจำนวนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือ 21 ตัว อย่างไรก็ตาม น้ำหนักไส้เดือนทั้งหมด ความยาวของไส้เดือน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไส้เดือนที่เหลือมีค่าใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ใส่มูลวัวอย่างเดียว แต่ในขณะที่กรรมวิธีมูลวัวและถ่านกระดูกหมูพบว่า จำนวนของไส้เดือน น้ำหนักไส้เดือนทั้งหมด ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไส้เดือนที่เหลือมีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 3) อัตราการรอดของไส้เดือนพบว่า ไส้เดือนในกรรมวิธีที่ใส่มูลวัวและถ่านฟางข้าวมีอัตราการรอดทั้งสัปดาห์ที่ 1, 3 และ 6 หลังเพาะเลี้ยงสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งในสัปดาห์ที่ 6 มีอัตราการรอด เท่ากับ 0.71 ในขณะที่กรรมวิธีที่ใส่มูลวัวและถ่านกระดูกหมูมีอัตราการรอดต่ำสุด เท่ากับ 0.03 ดังแสดงในรูปที่ 2

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของไส้เดือนเมื่ออายุ 1 สัปดาห์ หลังเพาะเลี้ยง

กรรมวิธี	จำนวนไส้เดือนที่เหลือ (ตัว)	น้ำหนักไส้เดือนทั้งหมด (กรัม)	ความยาวของไส้เดือนเฉลี่ย (เซนติเมตร)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไส้เดือนที่เหลือ (%)
มูลวัว	20 b	5.44 ab	7.50 a	68 ab
มูลวัว + ถ่านแกลบ	19 bc	3.96 b	6.50 a	50 b
มูลวัว + ถ่านฟางข้าว	29 a	5.77 a	6.00 a	72 a
มูลวัว + ถ่านกระดูกหมู	12 c	1.68 c	4.20 b	21 c
$LSD_{.05}$	7.20**	1.52**	1.59**	19.01**
C.V. (%)	23.51	23.44	17.00	23.44

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.01$ อักษร a b c ab และ bc ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ C.V. = ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของไส้เดือนเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ หลังเพาะเลี้ยง

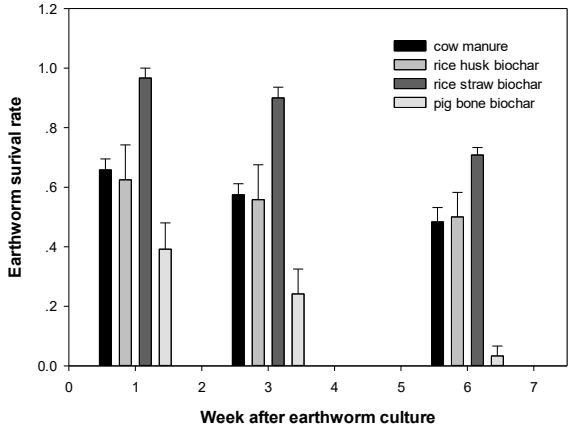
กรรมวิธี	จำนวนไส้เดือนที่เหลือ (ตัว)	น้ำหนักไส้เดือนทั้งหมด (กรัม)	ความยาวของไส้เดือนเฉลี่ย (เซนติเมตร)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไส้เดือนที่เหลือ (%)
มูลวัว	17 b	2.65 b	7.50 a	33 b
มูลวัว + ถ่านแกลบ	17 b	1.97 c	6.50 a	26 b
มูลวัว + ถ่านฟางข้าว	27 a	4.55 a	6.00 a	57 a
มูลวัว + ถ่านกระดูกหมู	7 c	1.38 c	3.00 b	17 c
$LSD_{.05}$	7.06**	0.67**	2.19**	8.51**
C.V. (%)	26.87	16.64	24.60	16.16

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.01$ อักษร a b และ c ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ C.V. = ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของไส้เดือนเมื่ออายุ 6 สัปดาห์ หลังเพาะเลี้ยง

กรรมวิธี	จำนวนไส้เดือนที่เหลือ (ตัว)	น้ำหนักไส้เดือนทั้งหมด (กรัม)	ความยาวของไส้เดือนเฉลี่ย (เซนติเมตร)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไส้เดือนที่เหลือ (%)
มูลวัว	15 b	3.44 a	7.50 a	43 a
มูลวัว + ถ่านแกลบ	15 b	2.02 b	6.50 a	25 b
มูลวัว + ถ่านฟางข้าว	21 a	2.89 a	6.00 a	36 a
มูลวัว + ถ่านกระดูกหมู	1 c	0.09 c	1.25 b	1 c
$LSD_{.05}$	4.82**	0.64**	2.38**	8.11**
C.V. (%)	24.21	19.94	29.14	19.95

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.01$ อักษร a b และ c ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ C.V. = ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)



รูปที่ 2 อัตราการรอดของไส้เดือนเมื่ออายุ 1, 3 และ 6 สัปดาห์หลังเพาะเลี้ยง

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษาเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธีพบว่า การเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิตของไส้เดือนพันธุ์ African Night Crawler ตลอดช่วงอายุตั้งแต่ 1–6 สัปดาห์ หลังเพาะเลี้ยง การใส่มูลวัวอย่างเดียว และการใส่มูลวัวร่วมกับถ่านทุกชนิดเริ่มมีการตายของไส้เดือนตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 หลังเพาะเลี้ยง อาจเนื่องจากผลกระทบของปริมาณแอมโมเนียที่ลงเหลืออยู่ในมูลวัวทำให้เกิดการเป็นพิษต่อไส้เดือน [6] โดยการใส่มูลวัวกับถ่านฟางข้าวทำให้ไส้เดือนมีอัตราการรอดสูงสุด อาจเนื่องจากถ่านฟางข้าวมีปริมาตรที่สูงกว่าถ่านชนิดอื่นๆ เนื่องจากน้ำหนักเบาส่งผลทำให้ช่วยลดอุณหภูมิ และรักษาความชื้นของวัสดุเพาะเลี้ยงเหมาะสมในการรอดชีวิตมากกว่า โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงในช่วงฤดูร้อน ซึ่งปริมาณความชื้นมีอิทธิพลต่อจำนวนและน้ำหนักตัวของไส้เดือนดิน เนื่องจากไส้เดือนดินจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงถึง 70–80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว [7] นอกจากนี้ [8] รายงานว่า การใส่ถ่านลงไปในดินเป็นการช่วยรักษาความชื้นของดิน เพราะถ่านมีคุณสมบัติการดูดซับน้ำ (Hydrophobicity) และยังหมุนเวียนน้ำในดิน (Soil Water Retention) แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า การใส่มูลวัวร่วมกับถ่านฟางข้าวทำให้การเจริญเติบโตของไส้เดือนต่ำกว่าการใส่มูลวัวอย่างเดียวเมื่อ 6 สัปดาห์หลังเพาะเลี้ยง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งด้านน้ำหนักที่เหลืออยู่ และความยาวของไส้เดือน (ตารางที่ 3) การที่อัตราการรอดชีวิตของไส้เดือนสูงแต่การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต่ำกว่า อาจเนื่องจากถ่านชีวภาพมีคุณสมบัติทางเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น ค่า pH ที่สูง ซึ่งถ่านกระดูกหมูพบว่า มีค่า pH เท่ากับ 9.80 สูงกว่าถ่านแกลบและถ่านฟางข้าว (9.07 และ 9.06 ตามลำดับ) อาจจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ [9] พบว่า การใส่ถ่านจากมูลไก่และถ่านขี้เลื่อยทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อไส้เดือนดินอัตราการรอดและเจริญเติบโตลดลง และลดลงมากเมื่ออัตราการใส่ถ่านลงไปในดินที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ มีงานวิจัยรายงานว่าถ่านชีวภาพจากไม้เนื้อแข็งมีผลทำให้ไส้เดือนน้ำหนักลดลง เนื่องจากมีการปนเปื้อนของสารประกอบ Polycyclic Aromatic

และ Hydrocarbon (PAHs) [10], [11] ได้แบ่งผลของถ่านชีวภาพต่อไส้เดือนดินออกเป็นด้านบวก (Positive) และด้านลบ (Negative) เนื่องจาก 1) ผลกระทบจากลักษณะของถ่านชีวภาพ และ 2) ผลทางอ้อม เช่น pH และการหมุนเวียนน้ำ ของที่อยู่อาศัยของไส้เดือนดิน [12] ได้ทำการทดสอบการหลีกเลี่ยงถ่านชีวภาพของไส้เดือนดินโดยพบว่า ถ่านชีวภาพจากไม้เนื้ออ่อนมีผลทำให้ไส้เดือนดินหลีกเลี่ยงเมื่อ 14 วัน ในขณะที่ [13] พบว่า ไส้เดือนดินมีการหลีกเลี่ยงถ่านชีวภาพเมื่อมีการใส่ในอัตราที่สูง (100 ตันต่อเฮกตาร์) เพียงวันที่ 2 ของการใส่ นี้อาจเป็นการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นประโยชน์ของน้ำหรือการกำจัดคุณสมบัติต่างๆ อย่างไรก็ตาม [14] ได้รายงานว่าการใส่ถ่านชีวภาพมีผลด้านบวกต่อจำนวนประชากรของไส้เดือนดินเมื่อใส่ถ่านชีวภาพที่อัตรา 3.9 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่ [13] ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของไส้เดือนดินในการศึกษาแปลงทดลองภายหลังการใส่ถ่านชีวภาพ 6 เดือน ซึ่งคัดแย้งกับผลการศึกษานี้ที่พบว่า จำนวนประชากรของไส้เดือนลดลงทั้งการใส่มูลวัวอย่างเดียวซึ่งเป็นชุดควบคุม รวมถึงการใส่ถ่านแกลบ ถ่านฟางข้าว และถ่านกระดูกหมู อาจเนื่องจากงานการศึกษานี้ไม่ได้ทำในสภาพแปลงทดลอง หรือไม่ได้ใช้ดินเป็นส่วนผสมร่วมด้วย ซึ่งจะมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินมาเกี่ยวข้องน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ศึกษาในสภาพแปลงทดลอง ซึ่งจะมีกิจกรรมของจุลินทรีย์มากทำให้มีกระบวนการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร (Mineralization) และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน อย่างไรก็ตาม การตอบสนองของไส้เดือนต่อถ่านชีวภาพมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ไส้เดือนดิน และชนิดของถ่านชีวภาพ รวมทั้งกระบวนการเผาถ่านชีวภาพเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิที่ใช้ระหว่างกระบวนการเผามีผลต่อปริมาณสารระเหย (Volatile Matter) โครงสร้างของรูพรุน (Pore Structure) พื้นที่ผิว (Surface Area) และความสามารถในการดูดซับ (Adsorption Capability) ที่แตกต่างกัน [15] ดังนั้น จากการศึกษาการใช้ถ่านชีวภาพในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินพันธุ์ African Night Crawler ที่เหมาะสมในการเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของไส้เดือนดิน คือ ถ่านฟางข้าว อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาหาปริมาณถ่านชีวภาพที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงไส้เดือน รวมทั้งควรพิจารณาสายพันธุ์ไส้เดือนที่เหมาะกับการเพาะเลี้ยงด้วยถ่านชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Hemwong, “Effects of bamboo and rice husk biochars on yield and nitrogen use efficiency of Chainat 1 rice variety,” *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University*, vol. 16, no. 1, pp. 69–75, 2014 (in Thai).

[2] Food and Fertilizer Technology Center. (2001). Application of Rice Husk Charcoal. FFTC. Taipei, Taiwan. [Online]. Available: https://www.fftc.org.tw/htmlarea_file/library/20110716181529/pt2001004.pdf

[3] W. H. Elmer and J. J. Pignatello, “Effect of biochar amendment on arbuscular mycorrhizae and Fusarium crown and root rot of asparagus in replant soils,” *Plant Disease*, vol. 95, pp. 960–966, 2011.

[4] Y. M. Harel, Y. Elad, D. Rav-David, M. Borenstein, R. Shulchani, B. Lew, and E.R. Graber, “Biochar mediates systemic response of strawberry to foliar fungai pathogens,” *Plant and Soil*, vol. 100, no.9, pp. 913–920, 2011.

[5] M. Kolton, Y. M. Harel, Z. Pasternak, E. R. Graber, Y. Elad, and E. Cytryn, “Impact of biochar application to soil on the root-associated bacterial community structure of fully developed greenhouse pepper plants,” *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 77, no. 14, pp. 4924–4930, 2011.

[6] J. P. Curry, “Factors affecting the abundance of earthworms in soils,” in *Earthworm Ecology*, Boca Raton: CRC Press, 2004, pp. 91–114.

[7] A. Tanco, *Earthworm*. National Science and Technology Development, Phathum Thani, 2007 (in Thai).

[8] S. Hemwong and S. Chualsuna, "Using of charcoal to improve soil fertility for sweet waxy corn production," *Journal of Agriculture*, vol. 27, no. 3, pp. 259–266, 2011 (in Thai).

[9] A. M. Liesch, S. L. Weyer, J. W. Gaskin, and K. C. Das, "Impact of two different biochars on earthwarm growth and survival," *Annals of Environmental Science*, vol. 4, pp. 1–9, 2010.

[10] J. L. Gomez-Eyles, T. Sizmur, C. D. Collins, and M. E. Hodson, "Effects of biochar and the earthworm Eisenia fetida on the bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons and potentially toxic elements," *Environmental Pollution*, vol. 152, pp. 616–622, 2011.

[11] S. Abel, A. Peters, S. Trinks, H. Schonsky, M. Facklam, and G. Weesolek, "Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil," *Geoderma*, vol. 202–203, pp. 183–191, 2013.

[12] P. Tammeorg, T. Parviainen, V. Nuutinen, A. Simojoki, E. Vaara, and J. Helenius, "Effects of biochar on earthworms in arable soil: Avoidance test and field trial in boreal loamy sand," *Agriculture Ecosystem and Environment*, vol. 191, pp. 150–157, 2014.

[13] M. Hagner, R. Kemppainen, L. Jauhiainen, K. Tiilikkala, and H. Setälä, "The effects of birch (*Betula* spp.) biochar and pyrolysis temperature on soil properties and plant growth," *Soil and Tillage Research*, vol. 163, pp. 224–234, 2016.

[14] B. Husk and J. Major. (2010, Mar.). Commercial scale agricultural biochar field trial in Québec, Canada over two years: Effects of biochar on soil fertility, biology and crop productivity. *Blueleaf Biochar Field Trial*. [online]. Available: http://www.Researchgate.net/publication/273467636

[15] M. J. Jr Antal and M. Gronli, "The art, science, and technology of charcoal production," *Industrial and Engineering Chemistry Research*, vol. 42, no. 8, pp. 1619–1640.