

ผลของวัสดุเพาะกล้าต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ในระบบเกษตรอินทรีย์

Effects of Seedling Substrate on Germination and Growth of Butterhead Lettuce in an Organic Farming System

วีระยุทธ เงินเจริญ¹, ลือพงษ์ ลือนาม¹ และปัญญา หมั่นเก็บ^{1*}

Weerayut Ngenjaroen¹, Luepong Luenam¹ and Panya Mankeb^{1*}

Received date: 25 ก.พ. 68 Revised date: 13 ส.ค. 68 Accepted date: 4 ก.ย. 68

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2026.265585>

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักสลัดบัตเตอร์เฮดเพื่อทดแทนการใช้พีทมอสในระบบเกษตรอินทรีย์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำ กรรมวิธีที่ 1 คือ T1 (พีทมอส) T2 (ปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าว และเหินแดง อัตราส่วน 1:1:1) T3 (ปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว เหินแดง อัตราส่วน 1:1:1:1) T4 (ปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว เหินแดง อัตราส่วน 1:2:1:1) T5 (ปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว เหินแดง อัตราส่วน 1:1:2:1) และ T7 (ปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว เหินแดง อัตราส่วน 2:1:1:1) ผลการทดลองพบว่า T1 (พีทมอส) ให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด (98.39%) และดัชนีการงอกสูง (50.89) แต่ใช้เวลางอกเฉลี่ยนานที่สุด (3.94 วัน) รองลงมา T4 โดยให้เปอร์เซ็นต์การงอก 83.65% และดัชนีการงอก 43.05 ในขณะที่ T3 มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำที่สุด (55.44%) และมีระยะเวลาการงอกสั้นที่สุด (2.18 วัน) สำหรับลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าพบว่า T4 ให้ความสูงต้นกล้าสูงที่สุด (7.27 ซม.) ขณะที่ T6 ให้ค่าน้ำหนักสด (28.42 กรัม) และความกว้างใบ (3.37 ซม.) สูงที่สุด ส่วน T7 มีขนาดทรงพุ่มกว้างที่สุด (8.18 ซม.) ในขณะที่กรรมวิธีควบคุม (T1) ให้ผลต่ำที่สุดในทุกตัวชี้วัดด้านการเจริญเติบโต โดยสรุป แม้พีทมอสจะให้ผลดีด้านการงอกสูงที่สุด แต่วัสดุเพาะกล้าโดยเฉพาะกรรมวิธี T4 มีศักยภาพสูงในการใช้ทดแทนพีทมอส ทั้งในด้านประสิทธิภาพการงอกและคุณภาพต้นกล้า จึงเป็นทางเลือกเพื่อสนับสนุนการใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นวัสดุเพาะกล้าสำหรับเกษตรกรในระบบเกษตรอินทรีย์ ต่อไป

คำสำคัญ: วัสดุเพาะกล้า ปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว เหินแดง

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of different seedling substrates on the germination and growth of Butterhead lettuce as an alternative to peat in organic farming systems. The experiment was conducted using a completely randomized design (CRD) with seven treatments and three replications. The treatments were as follows: T1 (Peat moss (control)), T2 (compost, coconut coir dust and azolla in a ratio of 1:1:1) T3 (compost, vermicompost, coconut coir dust and azolla in a ratio of 1:1:1:1), T4 (compost, vermicompost, coconut coir dust and azolla in a ratio of 1:2:1:1), T5 (compost, vermicompost, coconut coir dust, and azolla in a ratio of 1:1:2:1), T6 (compost, vermicompost, coconut coir dust, and azolla in a ratio of 1:1:1:2) and T7 (compost, vermicompost, coconut dust, and azolla in a ratio of 2:1:1:1). The experimental results revealed that T1 (peat moss) achieved the highest germination percentage (98.39%) and germination index (50.89); however, it also required the longest average germination time (3.94 days). Following this, T4 exhibited a germination percentage of 83.65% and a germination index of 43.05. Conversely, T3 demonstrated the lowest germination percentage (55.44%) and the shortest germination duration (2.18 days). In terms of seedling growth, T4 produced the tallest seedlings (7.27 cm), while T6 achieved the highest fresh weight (28.42 g) and leaf width (3.37 cm). T7 resulted in the widest canopy spread (8.18 cm). By comparison, the control treatment (T1) consistently recorded the lowest values across all growth parameters. Overall, while peat moss (T1) yielded superior germination performance, the seedling substrate in T4 demonstrated considerable potential as a viable peat moss

¹ สำนักงานบริหารหลักสูตรสหวิทยาการเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Office of Administrative Interdisciplinary Program on Agricultural Technology (OAIPAT), School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

* Corresponding author: panya.ma@kmitl.ac.th

alternative, offering competitive germination efficiency and improved seedling growth quality. These results highlight the feasibility of utilizing locally sourced materials as seedling substrates, particularly for organic farming systems.

Keywords: seedling substrate, compost, vermicompost, coconut dust, azolla

คำนำ

ปัจจุบันกระแสความตระหนักด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมกำลังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกษตรกรอินทรีย์กลายเป็นรูปแบบการเกษตรที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคและสังคมในวงกว้าง การทำเกษตรอินทรีย์เน้นลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ควบคู่ไปกับการรักษาสสมดุลของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ (Olaria et al., 2016) ไม่เพียงช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังสร้างผลผลิตที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคและเสริมสร้างความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ (Office of the Permanent Secretary for Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2021; Olaria et al., 2016)

จากผลสำรวจผู้บริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์จำนวน 3,356 คนทั่วประเทศ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกซื้อผักสดมากที่สุด (46%) รองลงมาคือผลไม้ (26%) ข้าว (21%) ธัญพืชและสมุนไพร (4%) เนื้อสัตว์และไข่ (2%) และอื่น ๆ (1%) ซึ่งสะท้อนถึงความต้องการที่เพิ่มขึ้นของผู้บริโภคที่ใส่ใจต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (Office of Agricultural Economics Region 9, 2018) ในช่วงเวลาที่ผู้บริโภคตระหนักถึงความสำคัญของอาหารปลอดภัยและคุณภาพชีวิต เกษตรอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกสำคัญที่ช่วยลดผลกระทบจากการเกษตรเคมีที่เน้นผลผลิตสูง แต่สร้างปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ (Lorio and Asis, 2021)

ผักสลัดบัตเตอร์เฮด (*Lactuca sativa* L.) เป็นผักสลัดอีกชนิดหนึ่งที่มีความนิยมในระบบเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากมีใบที่หวาน กรอบ และนุ่ม เหมาะสำหรับการบริโภคสด อีกทั้งยังเป็นแหล่งสารอาหารที่สำคัญ เช่น ไฟเบอร์ วิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งช่วยเสริมสุขภาพและบำรุงร่างกาย แม้จะได้รับความนิยม แต่กระบวนการผลิตยังเผชิญปัญหาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น อุณหภูมิสูงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด โดย Sakornwas and Nathewaet (2016) รายงานว่า อุณหภูมิสูง 39°C/29°C ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซและกระบวนการสังเคราะห์แสงของผักกาดหอมในกลุ่มไฮโดรโปนิคส์และกลุ่มบัตเตอร์เฮดลดลง ส่งผลให้มวลน้ำหนักแห้งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

การผลิตต้นกล้าที่มีคุณภาพเป็นขั้นตอนสำคัญซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสำเร็จของการปลูกพืชผักและผลผลิตสุดท้าย โดยเฉพาะในระบบเกษตรอินทรีย์ซึ่งมีข้อจำกัดในการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีทางการเกษตร ต้นกล้าที่แข็งแรงและสมบูรณ์สามารถตั้งตัวได้เร็ว ทนทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช รวมทั้งสามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ส่งผลให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ (Sterrett, 2001; Olaria et al., 2016) ดังนั้น การคัดเลือกและเตรียมวัสดุเพาะกล้าที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพาะกล้าอย่างมีประสิทธิภาพ พีทมอส (peat moss) เป็นวัสดุเพาะกล้าที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เอื้อต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า ได้แก่ ความหนาแน่นรวมต่ำ ความพรุนรวมสูง และความสามารถในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารสูง ส่งผลให้สามารถอุ้มน้ำได้ดีและช่วยให้เมล็ดงอกได้อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ (Abad et al., 2001) อย่างไรก็ตาม พีทมอสเป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นใหม่ได้ช้า (slowly renewable natural resource) เกิดจากการย่อยสลายของพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งเป็นระบบนิเวศที่เปราะบางและมีคุณค่าทางนิเวศวิทยาสูง (Bustamante et al., 2008) การเก็บเกี่ยวพีทมอสอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบนิเวศ การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Olaria et al., 2016; Harenda et al., 2017) นอกจากนี้ พีทมอสยังมีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น

เพื่อลดการพึ่งพาพีทมอสและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีการศึกษาการใช้วัสดุเพาะกล้าในท้องถิ่นที่มีราคาถูกและหาได้ง่าย เช่น ขุยมะพร้าว แกลบดำ ปุ๋ยหมัก และแหนแดง ซึ่งมีศักยภาพในการใช้ทดแทนพีทมอสได้ จากรายงานของ Wannakroiro et al. (2019) พบว่าส่วนผสมของขุยมะพร้าว แกลบ และปุ๋ยหมักในอัตราส่วน 1:1:1 สามารถใช้แทนพีทมอสในการเพาะกล้าผักได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การเลือกวัสดุเพาะกล้าที่เหมาะสมมีความสำคัญคิดเป็นร้อยละ 60 ของความสำเร็จในการเพาะต้นกล้า (Netrphakdee, 2021) เนื่องจากต้นกล้าที่แข็งแรงจะส่งผลโดยตรงต่ออัตราการรอดตายและคุณภาพผลผลิตเมื่อนำไปปลูกในสภาพแปลงจริง

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุเพาะกล้าหลากหลายชนิดในพืชชนิดอื่นๆ แต่การศึกษาเกี่ยวกับผลของวัสดุเพาะกล้าต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักสลัดบัตเตอร์เฮดในระบบเกษตรอินทรีย์ยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงเป็นประเด็นที่ต้องการวิจัยเพิ่มเติม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวัสดุเพาะกล้าชนิดต่าง ๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักสลัดบัตเตอร์เฮดภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อหาทางเลือกที่ยั่งยืนและลดการใช้พีทมอสในการเพาะกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮดและผักชนิดอื่นๆ ต่อไป

วิธีการศึกษา

สถานที่ทดลองและการวางแผนการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการทดลองที่ฟาร์ม A Little Farmer Organic Farm เลขที่ 88/18 หมู่ 1 ตำบลดอนยายหอม อำเภอเมือง นครปฐม จังหวัดนครปฐม พิกัดทางภูมิศาสตร์ 13°42'46.4" ละติจูดเหนือ 100°04'41.2" ลองจิจูดตะวันออก ดำเนินการทดลอง ระหว่างวันที่ 27 พฤษภาคม 2567 ถึง 13 กันยายน 2567 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี (Treatment) 3 ซ้ำ (Replication) ซ้ำละ 104 เมล็ด รายละเอียดแต่ละกรรมวิธีมีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เพาะกล้าด้วยพีทมอส (Control)

กรรมวิธีที่ 2 เพาะกล้าด้วยปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าว แหนแดง อัตราส่วน 1:1:1

กรรมวิธีที่ 3 เพาะกล้าด้วยปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว แหนแดง อัตราส่วน 1:1:1:1

กรรมวิธีที่ 4 เพาะกล้าด้วยปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว แหนแดง อัตราส่วน 1:2:1:1

กรรมวิธีที่ 5 เพาะกล้าด้วยปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว แหนแดง อัตราส่วน 1:1:2:1

กรรมวิธีที่ 6 เพาะกล้าด้วยปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว แหนแดง อัตราส่วน 1:1:1:2

กรรมวิธีที่ 7 เพาะกล้าด้วยปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว แหนแดง อัตราส่วน 2:1:1:1

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีบางประการในวัสดุปลูก มีรายละเอียด ดังนี้ (Table 1)

วิธีการ

การเตรียมปุ๋ยหมักแบบไม่กลับกอง โดยมีขั้นตอนการทำตามวิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของสูตร “วิศกรรมแม่โจ้ 1 (Rojanapornphithip, 2024) เริ่มต้นด้วยการนำเศษฟางข้าว เศษวัชพืช และเศษผักต่างๆ 4 ส่วน วางเป็นชั้น บาง ๆ แต่ละชั้นสูงประมาณ 10 เซนติเมตร และมีฐานกว้างประมาณ 2.5 เมตร โดยไม่ต้องเหยียบ โปรยทับด้วยมูลสัตว์ 1 ส่วนแล้ว รดน้ำ ทำเช่นนี้จนได้จำนวน 10-15 ชั้น รดน้ำแต่ละชั้นให้ความชื้น โดยกองปุ๋ยหมักจะเป็นรูปทรงสามเหลี่ยมสูงประมาณ 1.5 เมตร ความยาวขึ้นอยู่กับปริมาณวัตถุดิบ เพื่อสนับสนุนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งต้องการธาตุคาร์บอนจากเศษพืชและธาตุ ไนโตรเจนจากมูลสัตว์ ควบคุมความชื้นในกองปุ๋ยที่ 60-70% โดยรดน้ำวันละ 1-2 ครั้ง หลังจากครบ 10 วัน ให้ใช้ไม้แทงรูในกอง ปุ๋ยและกรอกน้ำลงไปในระยะห่างประมาณ 40 เซนติเมตร ทำซ้ำ 5 ครั้ง โดยเว้นระยะห่าง 10 วันต่อครั้ง ในช่วง 5 วันแรก อุณหภูมิ ภายในกองปุ๋ยหมักจะสูงถึง 70 องศาเซลเซียส จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ และจะค่อย ๆ ลดลงจนเข้าสู่ภาวะปกติภายใน 60 วัน เมื่อครบกำหนด ควรหยุดการให้น้ำเพื่อให้ปุ๋ยเข้าสู่ระยะการทำแห้ง โดยสามารถปล่อยทิ้งไว้ในกองประมาณ 1 เดือน หรือนำไปแผ่กระจายในความหนา 20-30 เซนติเมตร ซึ่งจะทำให้แห้งภายใน 3-4 วัน

การเตรียมมูลไส้เดือน การเตรียมมูลไส้เดือนเริ่มต้นด้วยการเจาะรูขนาดเล็กรูทั่วกะละมังที่ใช้เลี้ยงไส้เดือน เพื่อให้สามารถระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและป้องกันการเกิดน้ำขัง จากนั้นให้เตรียมมูลวัวโดยการแช่ในน้ำเป็นระยะเวลา 1-2 สัปดาห์ เพื่อลดแก๊สที่ไม่พึงประสงค์และลดอุณหภูมิ เมื่อแช่มูลวัวครบตามระยะเวลาที่กำหนด ให้นำไปใส่ในกะละมังจนถึงระดับสองในสามของ กะละมัง จากนั้นให้ใส่ไส้เดือนลงไปโดยไม่ต้องกลบ เพราะไส้เดือนสามารถเคลื่อนตัวลงไปได้เอง ควรรดน้ำเพิ่มความชื้นประมาณ 1 ครั้งทุก 3-4 วัน หลังจากเลี้ยงไส้เดือนได้ประมาณ 1 เดือน สามารถร่อนมูลไส้เดือนเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไปได้

การเตรียมแหนแดง เริ่มต้นด้วยการจัดเตรียมบ่อเพาะเลี้ยงขนาดกว้าง 1.20 เมตร และยาว 8 เมตร พร้อมติดตั้งสแลน กรองแสงในอัตราส่วน 50% จากนั้นให้นำมูลวัวแห้งจำนวน 1 กระสอบใส่ลงในบ่อและเติมน้ำให้สูงประมาณ 15 เซนติเมตร ทิ้งไว้ เป็นเวลา 1 คืน เมื่อครบกำหนดให้ช้อนเศษฟางที่ลอยอยู่บนผิวน้ำออก และเติมแหนแดงในปริมาณ 1 กิโลกรัมลงในบ่อ เมื่อแหนแดงเจริญเติบโตจนเต็มพื้นที่แล้ว ให้นำไปตากแดดเป็นระยะเวลา 4-5 วันจนแห้งสนิท จากนั้นจึงบดเพื่อใช้เป็นวัสดุเพาะกล้าต่อไป

การเตรียมขุยมะพร้าว นำขุยมะพร้าวแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 3-5 วัน โดยจะมีการเปลี่ยนน้ำทุกๆ วัน เพื่อล้างสารแทนนินที่เป็นพิษต่อพืช โดยจะสังเกตได้ว่าน้ำมีสีน้ำตาลแดง (สารแทนนิน) ในน้ำจะค่อย ๆ จางและลดลง จนน้ำใสขึ้นเรื่อย ๆ จึงนำมาใช้ได้ เนื่องจากสารแทนนินจะเป็นพิษต่อต้นกล้า (Phimsuwan, 2012) การดำเนินการดังกล่าวนี้จะช่วยลดระดับสารพิษในขุยมะพร้าว ทำให้สามารถใช้เป็นวัสดุปลูกได้อย่างปลอดภัย

การเตรียมวัสดุเพาะเมล็ดผักสลัดบัตเตอร์เฮด เริ่มต้นด้วยการร่อนปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว และแหนแดง ด้วยตะแกรงเพื่อให้ได้วัสดุที่ละเอียด จากนั้นนำวัสดุที่ร่อนแล้วมาผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดในแผนการทดลอง โดยบรรจุวัสดุที่ ผสมลงในถาดเพาะขนาด 104 หลุม ซึ่งประกอบด้วย 7 กรรมวิธี (Treatment) และ 3 ซ้ำ (Replication) โดยแต่ละซ้ำใช้เมล็ด 104 เมล็ด สำหรับการเพาะเมล็ดผักสลัดบัตเตอร์เฮด โดยหยอดเมล็ดลงในหลุม ๆ ละ 1 เมล็ด แล้วนำถาดเพาะไปวางในโรงเรือนเพาะ กล้าและรดน้ำทุกวัน เช้าและเย็น เพื่อรักษาความชื้นให้เหมาะสม

Table 1 Some physical and chemical properties of the material for use as a seedling substrate

Material	Physical properties	Chemical properties	Source
Compost	good water retention, coarse structure	pH 6.9, CE 0.2 dSm ⁻¹ , N 2.22%, P 1.27%, K 0.61%, Ca 3.21%, Mg 0.21% Pb: 12 mg.kg ⁻¹ , Cu: 43.23 mg.kg ⁻¹ , Zn: 170.8 mg.kg ⁻¹ , Cd: 0.19 mg.kg ⁻¹ , Fe: 3177.3 mg.kg ⁻¹ , Mn: 360.5 mg.kg ⁻¹	Angelova, et al. (2013); Sornsawan and Tawinteung (2019)
Peat moss	High water retention capacity, lightweight, highly porous	pH 3.9-6.08, EC 0.20-0.21 dS/m, N: 0.48-0.80%, P: 0.16-0.27%, K: 0.36-0.4%	Carlile, et al. (2015); Wannakroiro, et al. (2019)
Vermicompost	Balanced texture, good moisture retention, fully decomposed organic matter, high in NPK	pH 7.5, EC 2.2 dSm ⁻¹ , N: 1.57%, P: 1.02%, K: 1.05%, Ca: 3.18%, Mg: 0.78%, Pb: 32.3 mg.kg ⁻¹ , Cu: 53.3 mg.kg ⁻¹ , Zn: 270.3 mg.kg ⁻¹ , Cd: 0.69 mg.kg ⁻¹ , Fe: 11814 mg.kg ⁻¹ , Mn: 423.3 mg.kg ⁻¹	Angelova et al. (2013)
Coconut coir dust	Good aeration, dense texture	pH 6.2-6.78, EC 0.51-0.9 dSm ⁻¹ , N: 0.31-0.45%, P: 0.05-0.3%, K: 0.55-0.71%,	Carlile et al. (2015); Wannakroiro et al. (2019)
Azolla	Good water retention and release	pH 5.9, EC 1.0-2.0 dSm ⁻¹ N: 4.69-4.81%, P: 0.33-0.65%, K: 1.17-5.08%, Ca: 1.88-2.59%, Mg: 0.39-3.37%, Fe: 0.20%, Cu: 13.76 mg.kg ⁻¹ Zn: 59.66 mg.kg ⁻¹ Mn: 0.18%	Kaewsuralikhit et al. (2020); Wimoonchart (2020); Intana et al. (2023)

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

จัดบันทึกข้อมูลความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮด ดังต่อไปนี้

ความงอก โดยการนับจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอก จากสูตรเปอร์เซ็นต์การงอก (%) = (จำนวนต้นที่งอก × 100) ÷ (จำนวนเมล็ดที่เพาะ)

ดัชนีความงอก (germination index : GI) คือ เป็นการวัดความเร็วในการงอกของเมล็ดโดยนับต้นกล้าปกติทุกวัน แล้วคำนวณค่าดัชนีความงอกจากสูตร ดัชนีความงอกของเมล็ด (GI) = ผลรวมของจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติในแต่ละวัน ÷ จำนวนวันหลังเพาะ

ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time : MGT) คือ การตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกทุกวันหลังการเพาะเมล็ด คำนวณจากสูตร ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) = ผลรวมของ (จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน × จำนวนวันที่นับหลังจากเพาะเมล็ด) / จำนวนต้นกล้าที่งอกปกติทั้งหมด

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยใช้ต้นกล้าอายุ 21 วัน จำนวนซ้ำละ 10 ต้น (Chittawanij et al., 2020)

ความสูง (เซนติเมตร) โดยวัดจากโคนถึงปลายใบที่ยาวที่สุด

ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) โดยวัดจากด้านหนึ่งของทรงพุ่มไปยังอีกด้านหนึ่งของทรงพุ่ม

น้ำหนักสดต้นและราก (กรัม)

ความยาวราก (เซนติเมตร) โดยวัดจากโคนถึงปลายรากที่ยาวที่สุด

ความกว้างใบ (เซนติเมตร) โดยวัดจากกึ่งกลางของใบที่กว้างที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IBM SPSS Statistics version 29

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การงอกของต้นกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮดในวัสดุเพาะกล้าสูตรต่าง ๆ

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอก (%) ดัชนีการงอก (GI) และระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ปลูกในวัสดุเพาะกล้าสูตรต่าง ๆ ภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ ดังแสดงใน Table 2

เปอร์เซ็นต์การงอก:

พบว่าวัสดุเพาะกล้าสูตร T1 (พีทมอส, Control) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดที่ 98.39% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กับวัสดุเพาะกล้าสูตรอื่น ๆ รองลงมา T4 และ T5 มีเปอร์เซ็นต์การงอก 83.65% และ 72.11% ตามลำดับ ขณะที่ T3 มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำที่สุดที่ 55.44%

ดัชนีการงอก (GI):

ดัชนีการงอกมีแนวโน้มคล้ายกับเปอร์เซ็นต์การงอก โดยวัสดุ T1 (พีทมอส, Control) มีค่า GI สูงที่สุดที่ 50.89 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) กับวัสดุเพาะกล้าสูตรอื่น ๆ รองลงมา T4 และ T5 มีค่า GI ที่ 43.05 และ 33.80 ตามลำดับ ขณะที่ T3 มีค่า GI ต่ำที่สุดที่ 28.30

ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT):

พบว่าวัสดุเพาะกล้าสูตร T1 (พีทมอส, Control) มีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกนานที่สุดที่ 3.94 วัน ซึ่งแสดงถึงการงอกที่ช้ากว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่ T3 (ปุ๋ยหมัก: มูลไส้เดือน: ขุยมะพร้าว: แหนแดง ในอัตราส่วน 1:1:1:1) มีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกสั้นที่สุดที่ 2.18 วัน

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวัสดุเพาะกล้าสูตร T1 (พีทมอส, Control) เป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับการงอกของต้นกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮดในระบบเกษตรอินทรีย์ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากคุณสมบัติเด่นของพีทมอส เช่น ความสามารถในการเก็บน้ำสูง ความพรุนที่ดี และการมีธาตุอาหารเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Edwards and Neuhauser, 1988)

ในขณะเดียวกัน T3 ซึ่งมีผลการทดลองต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธี (Treatment) อาจเกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหารในวัสดุเพาะกล้าหรือการระบายอากาศที่ไม่ดี โดยวัสดุอย่างมูลไส้เดือนและขุยมะพร้าวอาจมีความชื้นสูงเกินไป ทำให้ออกซิเจนที่จำเป็นสำหรับการงอกลดลง (Edwards and Batey, 1992; Orozco et al., 1996)

สำหรับวัสดุเพาะกล้าสูตรที่ใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับส่วนผสมอื่น ๆ (T4–T7) พบว่าแม้ว่าการปรับสัดส่วนของมูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว และแหนแดงอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการงอกของต้นกล้า แต่ผลที่ได้ยังไม่สามารถเทียบเท่ากับวัสดุเพาะกล้าพีทมอส

นอกจากนี้ ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกที่นานกว่าในสูตร T2 แสดงถึงกระบวนการงอกที่ค่อยเป็นค่อยไปและสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีสำหรับการเตรียมต้นกล้าเพื่อย้ายปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์ ขณะที่สูตร T3 มีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกที่สั้นกว่า อาจบ่งชี้ถึงการงอกที่รวดเร็วแต่มีความไม่สม่ำเสมอและคุณภาพต้นกล้าที่ต่ำกว่า

จากผลการศึกษาถึงแม้พีทมอสจะเป็นวัสดุเพาะกล้าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เนื่องจากพีทมอสมีราคาสูง จำเป็นต้องมีการพัฒนาสูตรวัสดุเพาะกล้าทางเลือกโดยใช้ปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว และแหนแดงเพื่อให้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับพีทมอส และลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่จำกัด

ดังนั้นสูตรวัสดุเพาะกล้า จากผลการศึกษาที่สามารถจะทดแทนพีทมอสคือ T4 (ปุ๋ยหมัก: มูลไส้เดือน: ขุยมะพร้าว: แหนแดง ในอัตราส่วน 1:2:1:1) และ T5 (ปุ๋ยหมัก: มูลไส้เดือน: ขุยมะพร้าว: แหนแดง ในอัตราส่วน 1:1:2:1) มีศักยภาพที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานในระบบเกษตรอินทรีย์ ทั้งสองสูตรมีความแตกต่างในด้านเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีการงอก (GI) และระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ดังนี้:

T4: มีเปอร์เซ็นต์การงอก 83.65%, GI เท่ากับ 43.05 และ MGT เท่ากับ 3.31 วัน

T5: เปอร์เซ็นต์การงอก 72.11%, GI เท่ากับ 36.63 และ MGT เท่ากับ 2.82 วัน

โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้

1) หากมุ่งเน้นการเพาะกล้าที่มี เปอร์เซ็นต์การงอกสูงและมีความสม่ำเสมอ สูตร T4 จะเหมาะสมกว่า เนื่องจากให้เปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกที่สูง ซึ่งช่วยลดการสูญเสียต้นกล้าและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

2) หากมุ่งเน้นการ ผลิตต้นกล้าที่งอกเร็ว และลดเวลาในกระบวนการเพาะกล้า สูตร T5 อาจเหมาะสมกว่า เนื่องจากมีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกที่สั้น

3) สูตร T4 ใช้มูลไส้เดือนในอัตราส่วนที่สูงกว่า (1:2:1:1) ซึ่งอาจเพิ่มต้นทุนหรือความยุ่งยากในการเตรียมวัสดุเพาะ หากทรัพยากรจำกัด สูตร T5 (1:1:2:1) อาจเป็นทางเลือกที่คุ้มค่ากว่า

4) แม้ T4 จะใช้เวลางอกนานกว่าเล็กน้อย (3.31 วัน) แต่เปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีการงอกที่สูงกว่าอาจบ่งชี้ถึงคุณภาพต้นกล้าที่ดีกว่า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตในระยะย้ายปลูก

Table 2 Germination percentage, germination index (GI), and mean germination time (MGT) of butterhead lettuce in organic farming

Treatment	Germination (%)	GI	MGT
T1. Peat moss (Control)	98.39±1.10 ^{a1/}	50.89±0.89 ^a	3.94±0.09 ^a
T2. Compost: Coconut coir dust: azolla (1:1:1)	60.25±2.42 ^e	30.44±0.91 ^f	2.34±0.08 ^e
T3. Compost: vermicompost: Coconut coir dust: azolla (1:1:1:1)	55.44±1.47 ^f	28.30±1.06 ^g	2.18±0.08 ^f
T4. Compost: vermicompost: Coconut coir dust: azolla (1:2:1:1)	83.65±1.66 ^b	43.05±0.96 ^b	3.31±0.08 ^b
T5. Compost: vermicompost: Coconut coir dust: azolla (1:1:2:1)	72.11±1.92 ^c	36.63±0.80 ^c	2.82±0.07 ^c
T6. Compost: vermicompost: Coconut coir dust: azolla (1:1:1:2)	66.34±0.96 ^d	33.80±0.89 ^d	2.60±0.08 ^d
T7. Compost: vermicompost: Coconut coir dust: azolla (2:1:1:1)	63.78±1.46 ^d	32.13±0.91 ^e	2.50±0.09 ^d
F-test	**	**	**
CV(%)	2.29	2.53	2.96

^{1/}Within a column, means followed by different letters are significant at p<0.01 (DMRT).

**Significantly different at p<0.01.

การเจริญเติบโตของต้นกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮด

การศึกษามูลของวัสดุเพาะกล้าสูตรต่าง ๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮด ได้แก่ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสด ความยาวราก และความกว้างใบ ผลการทดลองสรุปไว้ใน Table 3 ดังนี้:

1) ความสูง (ซม.)

ความสูงของต้นกล้ามากที่สุดพบในสูตร T4 (ปุ๋ยหมัก:มูลไส้เดือน:ขุยมะพร้าว:แหนแดง อัตรา 1:2:1:1) เท่ากับ 7.27 ซม. ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนความสูงต่ำที่สุดพบในสูตร T1 (ฟิทมอส, Control) เท่ากับ 5.30 ซม. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัสดุเพาะสูตร T4 ที่ประกอบด้วยปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว และแหนแดง อัตราส่วน 1:2:1:1 มีปริมาณธาตุอาหารและคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า

2) ความกว้างของทรงพุ่ม (ซม.)

สูตร T7 (ปุ๋ยหมัก:มูลไส้เดือน:ขุยมะพร้าว:แหนแดง อัตรา 2:1:1:1) ให้ทรงพุ่มกว้างที่สุดที่ 8.18 ซม. ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) กับกรรมวิธีอื่น ๆ ขณะที่ทรงพุ่มแคบที่สุดพบในสูตร T1 เท่ากับ 6.06 ซม. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสูตร T7 สนับสนุนการเจริญเติบโตด้านข้างได้ดี อาจเนื่องมาจากความสามารถในการเก็บกักน้ำและการระบายอากาศที่ดี

3) น้ำหนักสด (กรัม)

สูตร T6 (ปุ๋ยหมัก:มูลไส้เดือน:ขุยมะพร้าว:แหนแดง อัตรา 1:1:1:2) ให้ผลน้ำหนักสดมากที่สุดที่ 28.42 กรัม รองลงมาคือ T7 (23.47 กรัม) และ T5 (23.26 กรัม) ขณะที่น้ำหนักสดต่ำที่สุดพบใน T1 เท่ากับ 15.67 กรัม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของวัสดุเพาะที่มีความสมดุลในด้านธาตุอาหารสำหรับการสะสมมวลชีวภาพ

4) ความยาวของราก (ซม.)

สูตร T2 (ปุ๋ยหมัก:ขุยมะพร้าว:แหนแดง อัตรา 1:1:1) ให้รากยาว 11.59 ซม. ส่วนรากสั้นที่สุดพบในสูตร T1 เท่ากับ 9.31 ซม. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสูตร T2 ที่ประกอบด้วยปุ๋ยหมัก ขุยมะพร้าว และแหนแดง มีคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของราก

5) ความกว้างของใบ (ซม.)

สูตร T6 ให้ความกว้างของใบมากที่สุดที่ (3.37 ซม.) รองลงมาคือ T5 (3.20 ซม.) ขณะที่ความกว้างของใบแคบที่สุดพบใน T1 (2.38 ซม.) ซึ่งเน้นย้ำถึงบทบาทของวัสดุเพาะที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการสนับสนุนการขยายใบที่สำคัญต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโต

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าส่วนผสมของวัสดุเพาะกล้าส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮด ดังนี้

1. ฟิทมอส (T1) (สูตรควบคุม)

ฟิทมอสแสดงผลการเจริญเติบโตต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธี ซึ่งบ่งชี้ว่าถึงแม้ฟิทมอสจะเป็นวัสดุที่นิยมใช้เป็นวัสดุเพาะกล้า แต่ก็อาจไม่เพียงพอในการให้ธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตที่เหมาะสม

2. การผสมปุ๋ยหมักและมูลไส้เดือน (T3-T7):

สูตรที่มีการผสมปุ๋ยหมักและมูลไส้เดือนแสดงผลการเจริญเติบโตอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากธาตุอาหารและคุณสมบัติการอุ้มน้ำที่ดีขึ้น (Edwards and Bate, 1992) โดยเฉพาะ T6 และ T7 ที่แสดงผลลัพธ์ที่ดีเด่นในด้านน้ำหนักสดและความกว้างของทรงพุ่มตามลำดับ

3. สูตร T4 (1:2:1:1)

สูตร T4 ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในด้านความสูงของต้นกล้า ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสัดส่วนมูลไส้เดือนที่เพิ่มขึ้นอาจช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตในแนวตั้งได้อย่างเหมาะสม

4. น้ำหนักสดและความกว้างของใบ

สูตร T6 ให้น้ำหนักสดและความกว้างของใบมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของแหนแดงที่เพิ่มขึ้นช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบได้ดีขึ้น อันเนื่องมาจากความเข้มข้นของไนโตรเจนสูง นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น (Tangsombatvichit et al., 2020; Kaewsuralikhit et al., 2020; Wimonchart 2020; Intana et al., 2023) และมีวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามิน A, วิตามิน B-12 และ เบต้าแคโรทีน โดยมีสัดส่วนโปรตีนของแหนแดงประมาณ 25-35% ตามน้ำหนักแห้ง (Singh and Subudhi, 1978)

5. ความยาวราก

สูตร T2 ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในด้านความยาวของราก ซึ่งอาจเกิดจากโครงสร้างที่โปร่งของขุยมะพร้าวที่ช่วยให้รากแผ่ขยายได้ดีและส่งเสริมการยืดยาวของราก

จากผลการวิจัย ชี้ให้เห็นว่าวัสดุเพาะกล้าที่มีการผสมปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน และแหนแดงในสัดส่วนต่าง ๆ สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮดได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับพีทมอส สำหรับการเลือกใช้วัสดุเพาะกล้า แนะนำให้ใช้ T6 (อัตรา 1:1:1:2) หรือ T4 (อัตรา 1:2:1:1) ขึ้นอยู่กับว่าจะเน้นน้ำหนักสดหรือความสูงเป็นลำดับแรก

ส่วนสำหรับเกษตรกร สูตร T6 (ปุ๋ยหมัก:มูลไส้เดือน:ขุยมะพร้าว:แหนแดง อัตรา 1:1:1:2) เป็นวัสดุเพาะกล้าที่เหมาะสมที่สุด เพราะช่วยเพิ่มคุณภาพต้นกล้าในด้านน้ำหนักสดและความกว้างของใบได้ดีสุด

Table 3 Effect of seedling media on height, canopy width, fresh weight, root length, and leaf width of butterhead lettuce seedlings

Treatment	Height (cm)	Canopy width (cm)	Fresh weight (g)	Root length (cm)	Leaf width (cm)
T1. Peat (Control)	5.30±0.20 ^{e1/}	6.06±0.34 ^d	15.67±0.23 ^f	9.31±0.17 ^d	2.38±0.01 ^f
T2. Compost: Coconut dust: azolla (1:1:1)	6.39±0.02 ^{cd}	6.69±0.28 ^{b^c}	19.48±0.38 ^e	11.59±0.03 ^a	2.92±0.05 ^{cd}
T3. Compost: vermicompost: Coconut dust: azolla (1:1:1:1)	6.34±0.20 ^{cd}	6.50±0.18 ^c	20.71±0.15 ^c	10.48±0.28 ^c	2.79±0.18 ^{cd}
T4. Compost: vermicompost: Coconut dust: azolla (1:2:1:1)	7.27±0.04 ^a	7.11±0.06 ^b	20.21±0.10 ^d	11.44±0.15 ^{ab}	2.77±0.06 ^e
T5. Compost: vermicompost: Coconut dust: azolla (1:1:2:1)	6.93±0.09 ^b	6.48±0.28 ^c	23.26±0.17 ^b	10.32±0.11 ^c	3.2±0.03 ^b
T6. Compost: vermicompost: Coconut dust: azolla (1:1:1:2)	6.27±0.03 ^d	6.55±0.07 ^c	28.42±0.29 ^a	11.16±0.28 ^b	3.37±0.07 ^a
T7. Compost: vermicompost: Coconut dust: azolla (2:1:1:1)	6.53±0.10 ^c	8.18±0.26 ^a	23.47±0.14 ^b	10.30±0.31 ^c	2.99±0.04 ^c
F-test	**	**	**	**	**
CV(%)	1.90	3.51	1.07	2.03	2.86

^{1/}Within a column, means followed by different letters are significant at p<0.01 (DMRT)

**Significantly different at p<0.01

สรุปผลการศึกษา

การศึกษารองและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักสลัดบัตเตอร์เฮดในวัสดุเพาะสูตรต่าง ๆ ภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ พบว่าวัสดุเพาะที่ประกอบด้วยปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือน ขุยมะพร้าว และแหนแดงในสัดส่วนต่างกัน ส่งผลต่อการงอกและลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ผลการศึกษาพบว่าสูตร T4 (1:2:1:1) ให้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งด้านเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีการงอก และการเจริญเติบโตในภาพรวม จึงเหมาะสมต่อการแนะนำให้เกษตรกรใช้เป็นวัสดุเพาะกล้าสำหรับผักสลัดบัตเตอร์เฮด รวมถึงผักสลัดชนิดอื่นและพืชผักใบเขียวทั่วไป การใช้สูตรดังกล่าวยังเป็นการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นที่หาได้ง่าย มีต้นทุนต่ำ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อันจะช่วยลดการพึ่งพาพิทมอสจากต่างประเทศ และส่งเสริมการผลิตผักในระบบเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณสาริส นามสิน เจ้าของฟาร์ม และ คุณยุทธชัย กริแสง ผู้จัดการฟาร์ม ที่อำนวยความสะดวกและสนับสนุนด้านสถานที่ ตลอดทั้งวัสดุอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนของรับรองว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ผู้เขียนความคิดริเริ่มงานวิจัย กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัย ออกแบบการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลผลและวิจารณ์ผลการทดลอง วิจารณ์บท เงินเจริญ ลือพงษ์ ลือนาม และปัญญา ห่มนึ่งเก็บ.

เอกสารอ้างอิง

- Abad, M., Noguera, P., & Bures, S. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77(2), 197-200.
- Angelova, V. R., Akova, V. I., Artinova, N. S., & Ivanov, K. I. (2013). The effect of organic amendments on soil chemical characteristics. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(5), 958-971.
- Bustamante, M. A., Paredes, C., Moral, R., Agulló, E., Pérez-Murcia, M. D., & Abad, M. (2008). Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(5), 792-799.
- Carlile, W. R., Cattivello, C., & Zaccheo, P. (2015). Organic growing media: Constituents and properties. *Vadose Zone Journal*, 14(6), vzj2014-09.
- Chittawanij, A., Pornsuriya, P., & Yemor, T. (2020). Mixed medias for growing red oak lettuce. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 48(Suppl 1), 1093-1100. (in Thai).
- Edwards, C. A., & Bater, J. E. (1992). The use of earthworms in environmental management. *Soil Biology and Biochemistry*, 24(12), 1683-1689.
- Edwards, C. A., & Neuhauser, E. F. (1988). *Earthworms in Waste and Environmental Management*. SPB Academic Publ. Retrieved from: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19891352736>.
- Harenda, K. M., Lamentowicz, M., Samson, M., & Chojnicki, B. H. (2017). The role of peatlands and their carbon storage function in the context of climate change. In *Interdisciplinary approaches for Sustainable Development Goals: Economic Growth, Social Inclusion and Environmental Protection*, pp. 169-187. Springer International Publishing.
- Intana, W., Khomphet, T., Srichai, N., Bundit, N., & Islam, S. S. (2023). Application of azolla spp. as a growing medium component for melon grown in a soilless culture system. *Applied Sciences*, 13(18), 10288.
- Kaewsuralikhit, S., Namwong, P., Thongra-ar, P., Thaweenut, N., & Chatchaisiri, K. (2020). Mineralization and chemical properties changes in soil amended with azolla. *Thai Agricultural Research Journal*, 38(2), 139-149. (in Thai).
- Lorio, J., & Asis, G. (2021). Effects of organic soil amendments for growth, yield, and fruit contents of hot pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Agrikultura Cri Journal*, 1(1), 1-11.
- Netrphakdee, M. (2021). *My Little Farm VOL. 8: Easy-to-Grow Salad Greens*. Baan Lae Suan. (in Thai).
- Office of Agricultural Economics Region 9. (2018). *Consumer Behavior towards Organic Agricultural Products*. Retrieved from: <https://www.tcijthai.com/news/2018/09/scoop/8477>. (in Thai).
- Office of the Permanent Secretary for Ministry of Agriculture and Cooperatives (OPSMOAC). (2021). *How to Practice Organic Agriculture and How It Differs from Conventional Agriculture*. Retrieved from: <https://www.opsmoac.go.th/datacenter-wb-topic-402791791793>. (in Thai).
- Olaria, M., Nebot, J. F., Molina, H., Troncho, P., Lapeña, L., & Llorens, E. (2016). Effect of different substrates for organic agriculture in seedling development of traditional species of Solanaceae. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(1), e0801.
- Orozco, F. H., Cegarra, J., Trujillo, L. M., & Roig, A. (1996). Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*, 22(1), 162-166.
- Phimsuwan, S. (2012). *Effect of Various Types of Growing Media on the Growth of Venus Flytrap (Dionaea muscipula)*. Research Project, Plant Production Technology and Landscape Department, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai).
- Rojanapornphithip, J. (2024). *Method for Producing the Organic Fertilizer "Maejo Engineering 1" Formula in only 60 days - No Need to Turn the Pile, but with Five Precautions to Watch Out for*. Retrieved from: https://www.khaosod.co.th/technologychaoban/featured/article_127626. (in Thai).
- Sakornwas, S., & Nathewaet, P. (2016). *Developing Method for Using Physiological Index for Evaluating Heat Tolerance in Plant*. Faculty of Agricultural Production, Maejo University. (in Thai).
- Singh, P. K., & Subudhi, B. P. R. (1978). Utilize azolla in poultry feed. *Indian Farming*, 27(10), 37-39. Retrieved from: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19781470074>.
- Sornsawan, K., & Tawintung, N. (2019). Influenced of composting time to chemical properties changes of municipal solid waste by earthworms (*Eudrilus eugeniae*). *Thai Journal of Soils and Fertilizers*, 41(1), 59-68. (in Thai).
- Sterrett, S. B. (2001). Compost as horticultural substrates for vegetable transplant production. In StoVella, P. J., & Kahn, B. A. (Eds.), *Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems*, pp. 227-240. Lewis Publication.

- Tangsombatvichit, P., Suksaard, P., Buranasaksee, U., & Boonlerthirun, K. (2020). Effects of vermicompost and water fern (*Azolla pinnata*) on growth of green oak lettuce (*Lactuca sativa*). *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, 13(2), 343-356. (in Thai).
- Wannakroiro, P., Julka, P., Noonang, W., & Samokorn, J. (2019). Peat moss-substituted media for nursing stage of potted *Nepenthes ampullaria* plants production. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(1), 141-150. <https://doi.org/10.14456/kaj.2019.15> (in Thai).
- Wimoonchart, P. (2020). *Azolla Microphylla Production for Agriculture*. Master's Thesis. Thammasat University.