

ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นวัสดุเพาะกล้าพริกขี้หนู Feasibility Study on Utilizing Spent Mushroom Substrate as a Growing Medium for Chili Seedlings

ศิริพร นามเต๑, วรณยุพา จุฑศรี๑, สุภาพันธ์ สังข์คร๒ และกรรณิกา อัมพู๑*

Received date: 23 ธ.ค. 68 Revised date: 13 มี.ค. 69 Accepted date: 19 มี.ค. 69

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2026.270228>

บทคัดย่อ

ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเพาะเห็ดที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นวัสดุเพาะกล้าพริกขี้หนูพันธุ์ซูเปอร์ฮอต 2 เปรียบเทียบกับพีทมอสและดินผสม วัสดุเพาะ 9 กลุ่ม ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 7 แหล่งจากจังหวัดปทุมธานี ดินผสม และพีทมอส ได้รับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และปริมาณโลหะหนัก จากนั้นนำมาใช้ในการเพาะพริก เก็บข้อมูลอัตราการงอก ความยาวราก ความสูงต้น จำนวนใบ และน้ำหนักสด ผลการศึกษาพบว่า วัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับพีทมอส แต่มีค่า pH สูง (7.74-8.53) ปริมาณไนโตรเจนต่ำ (0.48-0.69 เปอร์เซ็นต์) และค่า C:N ratio สูง (58:1-124:1) อัตราการงอกของวัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าอยู่ในช่วง 78.3-95.0 เปอร์เซ็นต์ซึ่งต่ำกว่าพีทมอส (96.7 เปอร์เซ็นต์, $p < 0.05$) แต่ยังอยู่ในระดับยอมรับได้ ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้า (ความยาวราก 3.97-4.48 เซนติเมตร ความสูงต้น 3.86-4.60 เซนติเมตร จำนวนใบ 0.88-1.02 ใบ/ต้น และน้ำหนักสด 0.70-0.89 กรัม/20 ต้น) ต่ำกว่าพีทมอสอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากดินผสม ปริมาณโลหะหนักในวัสดุทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของประเทศไทย ผลการศึกษาแสดงว่า ก้อนเชื้อเห็ดเก่าจากจังหวัดปทุมธานีมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะกล้าพริกขี้หนูได้บางส่วน หากได้รับการปรับปรุงเพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางเคมี การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งนี้ไม่เพียงแต่ลดต้นทุนการผลิต แต่ยังสนับสนุนระบบเกษตรกรรมที่ยั่งยืน

คำสำคัญ: ก้อนเชื้อเห็ดเก่า วัสดุเพาะกล้าอินทรีย์ คุณสมบัติของวัสดุเพาะ กล้าพริกขี้หนู เกษตรกรรมยั่งยืน

Abstract

Spent mushroom substrate (SMS) is a waste material from the mushroom cultivation industry that increases annually. This study aimed to evaluate the feasibility of utilizing SMS from mushroom farms in Pathum Thani Province as a growing medium for chili (*Capsicum frutescens* L., cv. Super Hot 2) seedlings compared with peat moss and mixed soil. Nine growing media groups, including seven SMS samples from different farms in Pathum Thani Province, mixed soil, and peat moss, were analyzed for physical, chemical, biological properties, and heavy metal contents. These materials were then used to grow chili seedlings. Data on germination rate, root length, seedling height, number of leaves, and fresh weight were collected. Results showed that SMS had physical properties similar to peat moss but had higher pH (7.74-8.53), lower nitrogen content (0.48-0.69%), and higher C:N ratio (58:1-124:1) than peat moss. The germination rate of SMS-grown seedlings ranged from 78.3 - 95.0%, lower than peat moss (96.7%, $p < 0.05$) but still within acceptable levels. Seedling growth parameters (root length 3.97-4.48 cm, seedling height 3.86-4.60 cm, number of leaves 0.88-1.02 leaves/plant, and fresh weight 0.70-0.89 g/20 plants) were significantly lower than those of peat moss ($p < 0.05$) but did not differ from mixed soil. Heavy metal contents in all growing media were low compared with Thai soil standards. The findings demonstrate that SMS from Pathum Thani Province has potential as a component of growing media for chili seedlings with improvements in chemical properties. Utilizing this waste material could reduce production costs and support sustainable agriculture systems in the future.

Keywords: spent mushroom substrate, organic nursery substrate, properties of growing media, chili seedlings, sustainable agriculture

¹ สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

² ศูนย์วิจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม ปทุมธานี 12120

¹ Agriculture Program, Faculty of Agricultural Technology, Walaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani, 13180

² Climate Change and Environmental Research Center, Department of Climate Change and Environment, Pathum Thani, 12120

* Corresponding author: kannika.um@vru.ac.th

คำนำ

พริกเป็นพืชผักเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยซึ่งมีหลายชนิด เช่น พริกชี้หนูผลใหญ่ พริกชี้ผลเล็ก พริกใหญ่ พริกหยวก และ พริกผลิตเมล็ดพันธุ์ ในปี 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกทั้งหมด 167,443 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 343,566 ไร่ ผลผลิต 283,515 ตัน พริกที่ปลูกมากที่สุดคือพริกชี้หนูผลใหญ่ มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 145,929 ไร่ ผลผลิตรวม 127,295 ตัน คิดเป็นมูลค่า 5,036 ล้านบาท รองลงมาคือ พริกชี้หนูผลเล็ก มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 177,447 ไร่ ผลผลิตรวม 142,986 ตัน คิดเป็นมูลค่า 6,966 ล้านบาท (Horticultural Research Institute, 2020) สำหรับพริกชี้หนู (*Capsicum frutescens* L.) ที่นิยมในภาคกลางมีหลายพันธุ์ เช่น พริกจินดาผลมีลักษณะเรียวยาวชี้ขึ้น ทรงปานกลางความยาวเฉลี่ย 4–6 เซนติเมตร ผลแก่สีแดงสด ใช้ได้ทั้งสดและแห้ง พริกชี้หนูสวนเป็นพันธุ์ พันธุ์บ้านสูง 1–1.2 เมตร ผลเล็ก เผ็ดจัด ทรงตั้ง ผลผลิตต่อไร่สูง และพริกขูปเปอร์ฮอท 2 เป็นพันธุ์ลูกผสมผลยาว 5–7 เซนติเมตร ให้ผลดก ผลผลิตดี สีแดงสด สามารถเก็บเกี่ยวได้ใน 60–65 วัน ซึ่งนิยมมากในการผลิตพริกป่น และซอสพริก การเพาะพริกชี้หนูทำได้โดยใช้วัสดุเพาะคือดินผสมระหว่าง ดิน:แกลบดำ:ปุ๋ยคอก อัตรา 3:1:1 หลุมละ 1 เมล็ด หลังการเพาะรดน้ำอย่างสม่ำเสมอ เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 1 เดือนหรือมีใบจริง 3-4 ใบจึงย้ายลงแปลงปลูก (Horticultural Research Institute, 2020)

ในการเพาะกล้าพริกจำเป็นต้องใช้วัสดุเพาะที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อให้พริกมีการเจริญเติบโตที่ดีก่อนการย้ายลงแปลงปลูก วัสดุเพาะกล้าพริกเป็นที่ยู่ของรากพืชซึ่งอยู่รวมกันกับธาตุอาหารและอากาศ โดยต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช วัสดุเพาะกล้าที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสม คือ มีน้ำหนักเบา สะอาด ปราศจากเชื้อโรค อุดมด้วยและระบายอากาศได้ดี มีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต วัสดุที่นิยมนำมาใช้ผสมเป็นวัสดุปลูกได้แก่ พีทมอส เวอร์มิคูไลต์ ซึ่งเป็นวัสดุที่นำเข้ามาจากต่างประเทศและมีราคาสูง (Poonpakdee et al., 2024) ซึ่งพีทมอสเป็นวัสดุที่สะอาด มีน้ำหนักเบาสามารถอุ้มน้ำได้มากประมาณ 10-20 เท่า มีความเป็นกรดค่อนข้างสูงคือประมาณ 3.2-4.5 มีปริมาณไนโตรเจน 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมค่อนข้างน้อยหรือไม่เลย มีความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ อินทรีย์วัตถุ 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ทำให้มีคุณสมบัติโปร่ง ระบายน้ำและอากาศได้ดี แต่เป็นวัสดุที่นำเข้ามาจากต่างประเทศจึงมีราคาค่อนข้างแพง และมีอายุการใช้งานเพียง 2-3 ครั้ง (Chumpookam et al., 2016) การศึกษาของ Poonpakdee et al. (2024) พบว่า พีทมอส 100 ลิตร ราคาสูงถึง 400 บาทและการเลือกวัสดุทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ ทดแทนพีทมอสสามารถผลิตพืชได้โดยมีต้นทุนต่ำกว่าพีทมอสถึง 5 เท่า ปัจจุบันมีรายงานวิจัยที่ได้ศึกษาการใช้วัสดุอินทรีย์ทางการเกษตรเพื่อทดแทนพีทมอสและได้ผลดีในการเพาะกล้าพริกในประเทศไทย (Kaewpradub et al., 2020; Khumjing and Duangyai, 2022; Tanawirote et al., 2024)

ก่อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเพาะเห็ดที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่หลากหลายขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเห็ดที่ต้องการเพาะและวัสดุที่มีในท้องถิ่นนั้น แต่โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยแหล่งอาหารพลังงาน แร่ธาตุ และส่วนยึดเกาะของเส้นใยเห็ด ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน แกลบ รำละเอียด ตีเกลือ ปูนขาว และน้ำ เป็นต้น ก่อนเชื้อเห็ดแต่ละก้อนสามารถใช้ผลิตเห็ดได้ 2-3 รอบจากนั้นจึงเปลี่ยนก้อนเชื้อใหม่ ส่วนที่ทิ้งจะสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่น ทำดินปลูก ทำปุ๋ยหมัก (Phothitirat, 1989) หากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมอาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามก้อนเชื้อเห็ดเหล่านี้มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ในภาคการเกษตร ทั้งในฐานะวัสดุปรับปรุงดิน ปุ๋ยอินทรีย์ และวัสดุเพาะกล้าพืชต่าง ๆ เนื่องจากอุดมด้วยอินทรีย์วัตถุ แร่ธาตุ และมีโครงสร้างที่ช่วยให้อากาศถ่ายเทและอุ้มน้ำได้ดี (Moraes et al., 2020; Uansiri, 2025) ในประเทศไทยมีตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า เช่น ผสมเป็นดินปลูก (ดินปลูกชี้เห็ด) โดยเกษตรกรในพื้นที่ตำบลศาลาครุ จังหวัดปทุมธานี นำขี้เห็ดฟางผสมกับปุ๋ยคอก ปูนมาร์ล ขุยมะพร้าว ดินดำ และแกลบดิบนำมาบดรวมกันและนำไปใช้ในการบำรุงไม้กระถางได้ (Wankaew, 2022) ทำปุ๋ยหมัก โดยหมักร่วมกับวัสดุคอกต่าง ๆ เช่น มูลสัตว์ เศษผักผลไม้ หรือ หญ้า กากน้ำตาล ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เป็นต้น สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงพืชได้ เนื่องจากก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช ทั้งธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แมกนีเซียม แคลเซียม การนำมาผสมกับวัสดุคอกอื่นจะช่วยให้นำไปใช้ประโยชน์ได้ดียิ่งขึ้น (Phothitirat, 1989) งานวิจัยในต่างประเทศพบว่า การใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่าสามารถใช้เป็นวัสดุเพาะกล้าทดแทนพีทมอสได้บางส่วนหรือทั้งหมดในพืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ พริก พักทอง เมล่อน และผักใบเขียว โดยให้ผลการงอกและการเจริญเติบโตของกล้าพืชใกล้เคียงหรือไม่แตกต่างจากพีทมอส (Medina et al., 2009) อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของก้อนเชื้อเห็ดเก่าอาจแตกต่างกันไปตามชนิดเห็ดและวัสดุตั้งต้นที่ใช้เพาะเห็ด จึงควรมีการประเมินประสิทธิภาพในแต่ละพื้นที่และแต่ละชนิดพืชอย่างเป็นระบบ (Moraes et al., 2020)

ในประเทศไทยการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นวัสดุเพาะกล้ายังมีข้อมูลวิชาการจำกัด โดยเฉพาะในกลุ่มพืชเศรษฐกิจสำคัญของภาคกลาง จังหวัดปทุมธานีเป็นจังหวัดที่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจจำนวนมาก การเพาะเมล็ดพืชผักในปัจจุบันนิยมใช้พีทมอสซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติทางการค้าที่ได้รับความนิยมมาก แต่เนื่องจากเป็นวัสดุที่ต้องนำเข้าจึงเป็นการเพิ่มต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านการผลิตพืชของเกษตรกร ดังนั้น หากสามารถพัฒนาหรือปรับปรุงวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยเฉพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีเพื่อใช้ทดแทนพีทมอสน่าจะช่วยลดต้นทุนและช่วยนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ใหม่ได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นวัสดุเพาะกล้าพริกชี้หนูสายพันธุ์ขูปเปอร์ฮอท 2 โดยใช้วัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าในจังหวัดปทุมธานีเปรียบเทียบกับดินผสมและพีทมอส เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของเสียทางการเกษตร ลดต้นทุนการผลิต และสนับสนุนระบบเกษตรกรรมที่ยั่งยืนในอนาคต

วิธีการศึกษา

การเตรียมวัสดุเพาะ

เตรียมวัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าจากฟาร์มเห็ดที่มีการผลิตเห็ดครบวงจรและเป็นระบบปิด ไม่มีการใช้สารเคมีอันตรายในระบบการผลิตในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีได้ทั้งสิ้น 7 ฟาร์ม ใน 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง 1 ฟาร์ม อำเภอลาดหลุมแก้ว 2 ฟาร์ม อำเภอหนองเสือ 2 ฟาร์ม และอำเภอลองหลวง 2 ฟาร์ม เก็บตัวอย่างและคัดเลือกก้อนเชื้อเห็ดเก่าในลักษณะที่ไม่เน่าและจนเกินไป ไม่มีราสีดำ นำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาทุบให้ละเอียดและตากให้แห้งบนลานตากเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงหรือจนแห้งสนิท ก่อนนำไปใช้เป็นวัสดุเพาะ นำไปร่อนและผสมกับน้ำสะอาดและเชื้อไตรโคเดอร์มา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมและทำลายเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ติดมากับก้อนเชื้อเห็ด ในสัดส่วน 42.0, 56.0 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ตามลำดับ วัสดุเพาะกลุ่มที่ 8 ได้แก่ ดินผสมยี่ห้อดิน ลำดวนผสมขุยมะพร้าวในสัดส่วน 1:1 (v/v) ร่อนก่อนนำไปใช้ กลุ่มที่ 9 ได้แก่ พีทมอส ชนิด sphagnum peat moss ยี่ห้อคลาสแมน PotGrond H ซึ่งผู้ผลิตระบุว่ามีการเติมปุ๋ยตั้งต้นที่ปริมาณไนโตรเจนประมาณ 210 มก./ลิตร P_2O_5 150 มก./ลิตร และ K_2O 270 มก./ลิตร ปรับค่า pH ให้ที่ประมาณ 6.0 (Klasmann-Deilmann, 2018; 2023)

วัสดุทุกกลุ่มนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ด้วย pH meter อัตราส่วนวัสดุเพาะ:น้ำ 1:1 (v/v) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) สกัดด้วยน้ำอัตรา 1:5 (v/v) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ด้วยวิธี Walkley and Black ปริมาณไนโตรเจน โดย Kjeldahl method ฟอสฟอรัส (P_2O_5) โดย Bray II method โพแทสเซียม (K_2O) วิเคราะห์ด้วยวิธีสกัดด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต 1 นอร์มัล (1 N NH_4OAc) สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สังกะสี (Zn) แคดเมียม (Cd) โปรท (Hg) ตะกั่ว (Pb) โครเมียม (Cr) และทองแดง (Cu) ตามวิธีการของ Department of Land Development (2010) คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะ ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความพรุนรวม (total porosity) ความพรุนของช่องอากาศ (air-filled porosity) และความจุในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) โดยการกรองวัสดุให้น้ำไหลผ่านและวัดปริมาตรน้ำตามวิธีการของ Bodman and Sharman (1993) คุณสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยนำวัสดุเพาะมาทำเป็นสารละลายและเจือจางโดยที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แบบ serial dilution นำเชื้อมาเกลี่ยลงบนผิวอาหาร Plate Count Agar (PCA) จำนวน 3 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงเพื่อตรวจสอบโคโลนี และนับจำนวนเพื่อคำนวณหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดแล้วบันทึกข้อมูล เชื้อราเพาะเลี้ยงบนอาหาร Dichloran Rose Bengal Chloramphenical Agar (DRBC) บ่มนาน 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาทำ spread plate (Sutthisa et al., 2019)

การคัดเลือก การบ่ม และการเพาะเมล็ดพันธุ์พริกชี้หนู

ใช้เมล็ดพริกชี้หนูพันธุ์ลูกผสมซูเปอร์ฮอท 2 ยี่ห้อครแดง (*Capsicum frutescens* L.) นำเมล็ดไปแช่ในน้ำโดยเมล็ดที่เสียจะลอยน้ำขึ้นมาส่วนเมล็ดดีจะจมน้ำ คัดเลือกเมล็ดดีไว้ จากนั้นบ่มเมล็ดพันธุ์พริกชี้หนูด้วยผ้าชื้น (wet towel method) โดยการนำเมล็ดพริกชี้หนูแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง เตรียมผ้าขนหนูขนาดตามปริมาณของเมล็ด จำนวน 2 ผืน นำผ้าไปซักทำความสะอาดและแช่ในน้ำร้อนเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับผ้า นำผ้าทั้ง 2 ผืนมาบีบน้ำออกให้พอหมาด จากนั้นนำเมล็ดหวานให้ทั่วผ้าแล้วนำผ้าอีกผืนมาทับผ้าใส่ง่ล่องพลาสติกปิดฝาเก็บไว้ในที่ร่มรำไร (Highland Research and Development Institute, 2023) เตรียมถาดสำหรับการเพาะกล้าพริกชี้หนูโดยใส่วัสดุเพาะรดน้ำให้ชุ่ม จากนั้นหยอดเมล็ดพันธุ์พริกลงในถาดเพาะ 1 เมล็ด/หลุม จากนั้นโรยวัสดุเพาะกลบหลุมบาง ๆ และรดน้ำให้วัสดุเพาะมีความชื้นพอเหมาะนำไปวางไว้ในโรงเรือนในสภาพธรรมชาติที่แสงส่องถึงและสามารถป้องกันศัตรูพืชได้ ตรวจสอบความชื้นของวัสดุเพาะทุกเช้าเย็นหากพบกว่าผิวหน้าวัสดุแห้งจึงรดน้ำด้วยสเปรย์ฟั่นละอองฝอย

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต

บันทึกข้อมูลหลังจากการเพาะเมล็ดต้นกล้า 7 วัน โดยเก็บข้อมูลอัตราการงอกของเมล็ด คำนวณจาก (จำนวนต้นอ่อนปกติที่งอก $\times$ 100) $\div$ (จำนวนเมล็ดที่เพาะ) (Chumpookam et al., 2016) โดยกำหนดนับวันแรกที่ 7 วัน และนับวันสุดท้ายที่ 14 วัน หลังเพาะซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ครอบคลุมทั้งเมล็ดที่งอกเร็วและงอกช้าตามเกณฑ์การทดสอบเมล็ดของ ISTA (International Seed Testing Association, 2024) จากนั้นนำต้นกล้าพริกชี้หนูทั้งหมดมาล้างวัสดุเพาะออกจนหมดด้วยน้ำสะอาด และสั้มนต้นกล้าพริกชี้หนูจำนวน 20 ต้น/ซ้ำ เพื่อบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตได้แก่ความยาวราก ความสูงต้น โดยใช้ไม้บรรทัด จำนวนใบโดยการนับใบทั้งหมด และน้ำหนักสดทั้งต้น โดยนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลชนิดนิย 2 ตำแหน่ง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยมีวัสดุเพาะ 9 กลุ่ม แต่ละกลุ่มทดสอบด้วยการนำไปเพาะกล้าพริกชี้หนูพันธุ์ซูเปอร์ฮอท 2 จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด นำข้อมูลอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของกล้าพริกชี้หนูมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาและวิจารณ์

คุณสมบัติของวัสดุเพาะ

ความหนาแน่นรวม ความพรุนรวม และความพรุนช่องอากาศของวัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีค่าใกล้เคียงกับพีทมอส ในขณะที่ดินผสมมีความหนาแน่นสูงกว่า ความพรุนรวมต่ำกว่า ส่งผลให้มีค่าความจุในการอุ้มน้ำมากกว่า (Table 1) ค่าความจุในการอุ้มน้ำของวัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าสูงกว่าพีทมอสที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้ sphagnum peat มีค่าความจุในการอุ้มน้ำต่ำในช่วง 50–620 เปอร์เซ็นต์ขึ้นกับชนิดและแหล่งที่มาแต่หากเป็นพีทมอสปกติมีค่าในช่วง 600–800 เปอร์เซ็นต์ (Bethke, 2023) การศึกษาของ Ribas et al. (2009) และ Zhao et al. (2022) พบว่าเศษเหลือจากการเพาะเห็ดมีค่าความจุในการอุ้มน้ำสูงถึง 246 เปอร์เซ็นต์ หรือหากเป็นวัสดุอื่น เช่น กาบมะพร้าวสับมีค่าสูงถึง 1,000 เปอร์เซ็นต์ พีทมอสและดินผสมมีค่า pH อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ของธาตุอาหาร ในขณะที่วัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าทุกแหล่งมีค่า pH สูงกว่าหรือมีสถานะค่อนข้างเป็นด่าง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ว่าดินหรือวัสดุเพาะที่เป็นด่างจะลดความสามารถในการละลายของธาตุหลัก แมงกานีส และฟอสฟอรัส ทำให้พืชเสี่ยงต่อการขาดธาตุอาหาร (Department of Land Development, 2007) (Table 1) ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องจากส่วนประกอบพื้นฐานในการทำก้อนเชื้อเห็ดที่สำคัญ ได้แก่ ดิกลือ ($MgSO_4$) และปูนขาวมีค่า pH ในช่วง 5.0–8.0 ทำหน้าที่เพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเห็ดและการออกดอก ตลอดจนปรับสภาพ pH ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด (Phothitirat, 1989) เมื่อนำมาเป็นวัสดุเพาะจึงส่งผลให้ค่า pH สูงกว่าพีทมอสและดินผสม ผลการศึกษพบว่าค่า pH ของวัสดุเพาะอยู่ในช่วง 7.74–8.53 ซึ่งเป็นระดับด่างเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง วัสดุเพาะที่มีค่าความเป็นด่างสูงอาจทำให้ธาตุอาหารบางชนิด เช่น เหล็ก แมงกานีส และฟอสฟอรัสละลายน้ำได้ไม่ดี ส่งผลให้ต้นกล้าขาดธาตุอาหารที่จำเป็น (Department of Land Development, 2010) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินหรือวัสดุเพาะใช้เป็นค่าบ่งชี้ระดับความเค็ม (Department of Land Development, 2010) จากการศึกษาพบว่า วัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูงแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มาและสูตรผสมของก้อนเชื้อเห็ด (1.88–4.66 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่ามามีปริมาณเกลือ P_2O_5 และ K_2O ในระดับสูงเมื่อเทียบกับที่พบในพีทมอส (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Medina et al. (2009) และ Ribas et al. (2009) โดยการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาเป็นวัสดุเพาะกล้าพืชเช่นกัน โดยมีค่าการนำไฟฟ้าสูงในช่วง 2.5–3.4 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ในขณะที่ดินผสมและพีทมอสที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 1.84 และ 1.86 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เนื่องจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นหากค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุเพาะมีค่าสูงอาจเป็นอันตรายต่อพืชจากการที่มีเกลือละลายออกมามีผลให้การใช้น้ำและธาตุอาหารของพืชลดลง (Lhakchaiyagul, 1997)

Table 1 Physical and chemical properties of the spent mushroom substrates from various sources

Substrates	Bulk density (g/cm ³)	Total porosity (%)	Air-filled porosity (%)	Water holding capacity (% v/v)	pH 1:1	EC 1:5 (dS/m)	OM (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	C:N ratio
T1: MP	0.20	92.4	5.29	115	8.51	4.66	57.9	0.64	0.29	0.78	58
T2: KL1	0.22	91.6	3.05	120	8.44	2.27	80.9	0.61	0.20	0.43	74
T3: KL2	0.19	92.7	7.24	134	8.53	1.88	89.7	0.67	0.11	0.43	76
T4: NS1	0.21	91.9	4.60	108	7.92	2.38	91.8	0.48	0.12	0.43	124
T5: NS2	0.21	92.1	4.86	110	7.74	2.54	94.5	0.68	0.08	0.43	91
T6: LK1	0.19	92.7	6.17	148	8.05	3.09	90.3	0.69	0.21	0.49	81
T7: LK2	0.17	93.5	5.13	144	8.50	2.65	85.8	0.62	0.29	0.55	97
T8: MS	0.29	89.2	1.48	186	6.71	1.84	25.3	0.22	0.07	1.22	67
T9: PM	0.20	92.5	3.74	83.9	5.97	1.86	85.4	1.56	0.09	0.24	29

MP = Muang Pathum Thani, KL1 = Klong Luang 1, KL2 = Klong Luang 2, NS1 = Nong Suea 1, NS2 = Nong Suea 2

LK1 = Lat Lum Kaew 1, LK2 = Lat Lum Kaew 2, MS = Mixed soil, PM = Peat moss, OM = Organic matter (%)

pH (1:1) = Potential of Hydrogen ion : 4.5–5.0 = very strongly acid, 5.1–5.5 = strongly acid, 5.6–6.0 = moderately acid,

6.1–6.5 = slightly acid, 6.6–7.3 = neutral, 7.4–7.8 = slightly alkaline ,EC = Electrical Conductivity (dS/m) : 0–2 = non-saline, > 2 = very strongly saline

ผลการศึกษาพบว่า วัสดุเพาะกล้าทุกกลุ่มมีอินทรีย์วัตถุสูงมากยกเว้นดินผสมและวัสดุเพาะเมืองปทุมธานี ซึ่งช่วยปรับปรุงโครงสร้างวัสดุเพาะให้มีลักษณะร่วน โปร่ง และอุ้มน้ำ-อากาศได้สมดุลมากขึ้น เช่น วัสดุจากลาดหลุมแก้ว 1 ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความหนาแน่นรวมต่ำ ความพรุนรวมและความสามารถอุ้มน้ำสูง ช่วยให้โครงสร้างวัสดุเพาะมีความร่วนโปร่ง เหมาะต่อการเจริญของระบบรากกล้าพริกขี้หนู (Asadathorn et al., 2016; Bernal et al., 2009; Bethke, 2023; Osotsapa et al., 2011) แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณา C:N ratio พบว่าวัสดุจากหนองเสือ 1 แม้จะมีอินทรีย์วัตถุสูงแต่มีการสลายตัวช้าเนื่องจาก C:N ratio สูง (124:1) วัสดุเพาะโดยทั่วไปที่มีส่วนประกอบเป็นวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น ขุยมะพร้าว แกลบดิบ หรือแม้แต่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักมีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง ซึ่งเมื่อเกิดการย่อยสลายจะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชไปใช้ประโยชน์ได้และวัสดุอินทรีย์ยังมีประโยชน์ในด้านการเพิ่มช่องว่างของการระบายน้ำ ระบายอากาศและช่วยเก็บกักความชื้นได้ แต่การผสมวัสดุอินทรีย์จำเป็นต้องคำนึงถึงความสามารถในการเกาะยึดของรากพืชเนื่องจากหากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง การยึดเกาะของรากพืชอาจมีปัญหาเนื่องจากการหดและการพองตัวของวัสดุอินทรีย์จากการได้รับความชื้น ทำให้รากพืชมีการยึดเกาะได้ไม่มั่นคงทำให้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (Osotsapa et al., 2011) ผลจากการวิเคราะห์ที่แสดงใน Table 1 พบว่า พีทมอสมีค่า pH 5.97 ไนโตรเจน 1.56 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5 0.09 เปอร์เซ็นต์ และ K_2O 0.24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่า pH ที่วิเคราะห์ได้ (5.97) สอดคล้องกับค่าที่ผู้ผลิตระบุ (pH = 6.0) อย่างไรก็ตาม ค่าไนโตรเจนที่ตรวจวิเคราะห์ได้ในรูปเปอร์เซ็นต์มีค่าสูงกว่าธาตุอาหารที่มีอยู่ตามธรรมชาติในพีททั่วไป (0.5–1.0 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของผู้ผลิตที่ระบุว่ามีการเสริมไนโตรเจนไว้ในวัสดุเพาะ (Klasman-Deilmann, 2018; 2023) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมและฟอสฟอรัส จากการวิเคราะห์ในรูป P_2O_5 และ K_2O พบว่าพีทมอสมีปริมาณธาตุดังกล่าวค่อนข้างต่ำกว่าก่อนเชื้อเห็ดเก่า เนื่องจากในก้อนเชื้อเห็ดจะมีวัสดุตั้งต้น เช่น ดิกลือ ปูนขาว ฟาง ขี้เลื่อย หรือวัสดุเกษตรที่ใช้ในการเพาะเห็ดที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมตกค้างอยู่หลังการเก็บเกี่ยวเห็ด (Phothitirat, 1989) ซึ่งฟอสฟอรัสในก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีทั้งส่วนที่อยู่ในอินทรีย์วัตถุและส่วนที่อยู่ในรูปฟอสเฟตอินทรีย์ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต และฟอสเฟตที่ดูดซับบนคอลลอยด์อินทรีย์-ดิน ซึ่งเมื่อใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์จะค่อย ๆ ถูกจุลินทรีย์ปลดปล่อยออกมาเป็นฟอสเฟตที่พืชใช้ได้ และโพแทสเซียมส่วนใหญ่พบในรูปเกลืออนินทรีย์ที่ละลายน้ำได้สูง และในรูปของสารประกอบอินทรีย์เล็กน้อย ทำให้เมื่อสกัดด้วยน้ำหรือสารสกัดเกลืออนินทรีย์จะพบโพแทสเซียมในปริมาณสูง ซึ่งสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ที่สูงในก้อนเชื้อเห็ดเก่าหลายตัวอย่าง ธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกจุลินทรีย์ปลดปล่อยอย่างช้า ๆ เมื่อนำก้อนเชื้อเห็ดมาใช้เป็นวัสดุเพาะหรือปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ก้อนเชื้อเห็ดเก่ายังเป็นแหล่ง N-P-K ที่อุดมสมบูรณ์หลังการเก็บเกี่ยวเห็ด (Ahlawat and Sagar, 2007; Verma et al., 2017)

ผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ พบว่า พีทมอสที่ใช้มีค่า C:N ratio เท่ากับ 29:1 และมีไนโตรเจนรวม 1.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในช่วงที่เอื้อต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ เนื่องจากค่า C:N ratio ประมาณ 25-30:1 ถือเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ (Cornell Waste Management Institute, 1996) ทำให้ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรท (NO_3^-) ที่พืชดูดซึมได้ทันที ส่งผลให้พริกขี้หนูมีน้ำหนักสดสูงที่สุด ในขณะที่วัสดุเพาะจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งดินผสมมีค่า C:N ratio สูงกว่า 30:1 มากซึ่งมีผลต่อการดูดซึมธาตุไนโตรเจนของพืช รวมทั้งยังจัดเป็นกลุ่มวัสดุเพาะที่ย่อยสลายได้ช้า เนื่องจากจุลินทรีย์ขาดไนโตรเจนสำหรับสร้างเอนไซม์เซลลูเลส การปรับปรุงวัสดุที่มี C:N ratio สูงทำได้โดยการเติมปุ๋ยไนโตรเจน (ยูเรีย/ปุ๋ยคอก) เพื่อเร่งการย่อยสลาย เช่น วัสดุจากลาดหลุมแก้ว 2 (C:N 97:1) อาจปรับปรุงด้วยการผสมปุ๋ยคอกเพื่อลดอัตราส่วนให้ใกล้เคียง 30:1 ซึ่งค่า C:N ratio เป็นตัวชี้วัดความสมดุลระหว่างปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในวัสดุเพาะกล้าพืช และมีผลต่อกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพและการปลดปล่อยธาตุอาหาร กระบวนการทางชีวภาพจุลินทรีย์ในดินต้องการ C:N ratio ประมาณ 25:1 สำหรับการย่อยสลาย ถ้าวัสดุมี C:N ratio สูงกว่า 30:1 จะเกิดภาวะจุลินทรีย์แย่งไนโตรเจนจากพืช และหากค่า C:N ratio ต่ำ ($\leq 30:1$) จะเกิดการกระตุ้นการปลดปล่อยไนโตรเจนอิสระผ่านกระบวนการ mineralization วัสดุเพาะมาตรฐานควรมีค่า C:N ratio 20-30:1 (Asadathorn et al., 2016) วัสดุที่ย่อยสลายเร็วมีค่า C:N ratio ในช่วง 25-35:1 (Bernal et al., 2009)

ในด้านชีวภาพ วัสดุจากก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีจำนวนแบคทีเรียรวมและยีสต์-ราในระดับสูงกว่าพีทมอสและดินผสมอย่างชัดเจน โดยเฉพาะจากลาดหลุมแก้ว 1 ลาดหลุมแก้ว 2 และหนองเสือ 2 ซึ่งคาดว่ามาจากการเติมเชื้อไตรโคเดอร์มาในกระบวนการปรับปรุงก้อนเชื้อเห็ด และความแตกต่างของวัตถุดิบตั้งต้น ตลอดจนการจัดการโรงเพาะเห็ดในแต่ละแห่ง ลักษณะนี้สอดคล้องกับรายงานที่พบว่า ก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีความหลากหลายของจุลินทรีย์สูงและมีเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืชจำนวนมาก (Ribas et al., 2009; Moraes et al., 2020)

ในด้านปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนัก จากการวิเคราะห์ที่ได้แสดงใน Table 2 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแม้ว่าวัสดุเพาะทุกกลุ่มจะตรวจพบโลหะหนักหลายชนิด แต่ค่าความเข้มข้นที่วัดได้ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินสำหรับการเกษตรของประเทศไทยอย่างชัดเจน และต่ำกว่าระดับที่รายงานว่ามีพิษต่อการเจริญของพืชผัก (Long et al., 2003; National Environment Board, 2021; Ryzhenko et al., 2017) จึงสามารถสรุปได้ว่าวัสดุเพาะดังกล่าวยังอยู่ในเกณฑ์ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น สังกะสี (Zn) ในวัสดุเพาะมีค่าต่างกันมากตั้งแต่ 2.19-54.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งวัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าเมืองปทุมธานีมีค่าสังกะสีสูงสุดเท่ากับ 54.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่วัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าคลองหลวง 1 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.19 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สังกะสีมีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะในการสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์แต่หากสูงเกินไปอาจทำให้เกิดพิษต่อพืช ปริมาณแคดเมียม (Cd) โปรท (Hg) ทองแดง (Cu) โครเมียม (Cr) และตะกั่ว (Pb) โดยรวมอยู่ในระดับต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสำหรับปริมาณโลหะหนักในดินในประเทศไทยที่กำหนดไว้ (National Environment Board, 2021) ทั้งนี้มีการพบแคดเมียมสูงสุดในวัสดุเพาะจากเมืองปทุมธานี (0.51 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และตะกั่วในดินผสม (10.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยของประเทศไทย (National Environment Board, 2021)

Table 2 Biological properties and heavy metal contents in the spent mushroom substrates from various sources

Substrates	TBC (cfu/g)	Yeast and Mold (cfu/g)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)
T1: MP	7.0×10^5	1.6×10^4	54.4	0.51	0.01	5.10	5.30	7.20
T2: KL1	7.6×10^5	8.0×10^4	2.19	0.16	0.01	4.36	0.21	4.23
T3: KL2	5.8×10^5	6.8×10^4	35.8	0.25	0.01	3.31	4.60	4.03
T4: NS1	9.4×10^5	1.5×10^4	25.8	0.16	nd	6.68	4.15	3.71
T5: NS2	4.8×10^6	1.3×10^4	31.3	0.21	0.01	2.19	4.23	4.36
T6: LK1	4.7×10^6	1.2×10^4	35.1	0.27	0.01	3.48	4.64	4.17
T7: LK2	2.3×10^6	1.9×10^4	29.5	0.24	0.01	5.22	4.52	4.13
T8: MS	3.3×10^5	3.0×10^3	32.4	0.04	0.01	10.5	15.6	16.4
T9: PM	3.2×10^5	3.5×10^3	27.3	0.21	0.01	3.38	5.97	19.1

TBC = Total bacteria count, nd = not detected, MP = Muang Pathum Thani, KL1 = Klong Luang 1

KL2 = Klong Luang 2, NS1 = Nong Suea 1, NS2 = Nong Suea 2, LK1 = Lat Lum Kaew 1, LK2 = Lat Lum Kaew 2

MS = Mixed soil, PM = Peat moss

ผลของการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริก

พริกขี้หนูที่เพาะในพีทมอสมีอัตราการงอกสูงสุด (96.7 เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักสด 9.79 กรัม/20 ต้น สูงกว่าวัสดุอื่น 10 เท่า ทำให้ต้นพริกขี้หนูสูง 12.6 เซนติเมตร สูงกว่าวัสดุอื่น 3.26 เท่า (Table 3) ทั้งนี้แม้ว่าวัสดุเพาะกล้าจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าจะมีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับพีทมอส แต่กลับมีคุณสมบัติทางเคมีที่ด้อยกว่าและส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพริกขี้หนู คือมีค่า EC สูงและมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนต่ำกว่า (Table 1) นอกจากนั้นพีทมอสช่วยให้ความยาวรากของพริกขี้หนูยาว 11.5 เซนติเมตรสูงกว่าการใช้ดินผสมซึ่งมีความยาวราก 3.31 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากดินผสมมีอินทรีย์วัตถุต่ำมากและมีความพรุนน้อยกว่า ประกอบกับพีทมอสในงานวิจัยนี้มีไนโตรเจน 1.56 เปอร์เซ็นต์ และ C:N ratio อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและการปลดปล่อยไนโตรเจน พร้อมทั้งมีโครงสร้างร่วนโปร่งและความสามารถอุ้มน้ำ และระบายอากาศที่เหมาะสม ส่งผลให้ระบบรากกล้าพริกขี้หนูพัฒนาได้ดีกว่าวัสดุเพาะจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าและดินผสม สอดคล้องกับรายงานที่ระบุว่าพีทมอสหรือวัสดุเพาะที่มีสัดส่วนพีทมอสสูง ส่งเสริมให้การเจริญเติบโตของรากและต้นกล้าสูงกว่าสูตรที่ลดหรือตัดพีทมอสออก (Manal et al., 2024) สำหรับใบเป็นอวัยวะสำคัญในการสังเคราะห์แสง Taiz et al. (2015) ระบุว่าใบที่มากขึ้นช่วยเพิ่มพื้นที่รับแสงและอัตราการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้ต้นกล้าแข็งแรง โตเร็ว มีน้ำหนักสดมากเป็นต้นขี้ดสุขภาพของต้นกล้า พีทมอสให้ใบ 3.73 ใบ/ต้นมากกว่าวัสดุอื่น 3.6 ใบ พริกที่เพาะด้วยวัสดุเพาะจากคลองหลวง 1 มีค่าเฉลี่ยความยาวรากเท่ากับ 4.48 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าต้นกล้าที่มีรากยาวสามารถดูดซับสารอาหารและน้ำได้ดีกว่าซึ่งช่วยให้ต้นแข็งแรงหลังย้ายปลูก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Taiz et al. (2015) ที่พบว่าความยาวรากมีผลต่อความสามารถในการดูดซับน้ำและสารอาหาร และน้ำหนักสดที่เหมาะสมทำให้สามารถผลิตต้นกล้าที่มีคุณภาพและเจริญเติบโตได้ดีเมื่อย้ายปลูกต่อไป Asadathorn et al. (2016) รายงานว่าในประเทศไทยการใช้กากตะกอนและขี้เถ้าขานอ้อยซึ่งเป็นของเสียทางการเกษตรมาพัฒนาวัสดุปลูกสามารถทำได้จริง และส่งผลต่อความคงตัว ความพรุนรวม ความพรุนที่มีอากาศ และความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูก ซึ่งวัสดุปลูกที่พัฒนาขึ้นจากอัตราส่วนผสม 4:1 และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งทั้งน้ำหนักส่วนเหนือดินและน้ำหนักราก ส่วนการศึกษาในต่างประเทศของ Bernal et al. (2009) ระบุว่า C:N ratio 25-35:1 เพิ่มผลผลิตพืชได้ 45 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในส่วนของวัสดุเพาะกล้าพริกขี้หนูที่ได้จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า พบว่า วัสดุเพาะจากแหล่งคลองหลวง 2 และหนองเสือ 2 มีค่า pH 7.74–8.53 ซึ่งแม้จะสูงกว่าช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพริก (pH 6.0–6.5; Department of Agriculture, 2021) แต่ค่าจากหนองเสือ 2 (7.74) ยังอยู่ใกล้ขอบบนของช่วงที่รากพริกสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ สำหรับค่า EC ที่ 1.88–2.54 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จัดอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับกล้าพืชและพืชที่ไวต่อเกลือ (1.0–2.6 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร; Whipker et al., 2014) และต่ำกว่าระดับที่เริ่มส่งผลเสียต่อกล้าพริก (>3.5 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร; Pezo et al., 2020) จึงช่วยลดความเสี่ยงของความเครียดจากความเค็มได้ นอกจากนั้น ก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง (89.76–94.45 เปอร์เซ็นต์) ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของวัสดุเพาะให้อากาศถ่ายเทและเก็บกักน้ำได้ดีและมีธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน 0.67–0.68 เปอร์เซ็นต์, ฟอสฟอรัส 0.08–0.11 เปอร์เซ็นต์, โพแทสเซียม 0.43 เปอร์เซ็นต์) ที่สมดุลเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของกล้าพริกขี้หนู เนื่องจากในระยะ 14 วันแรก ต้นกล้าจะพึ่งพาธาตุอาหารที่สะสมในใบเลี้ยงเป็นหลัก (Angermann et al., 2025) การใช้วัสดุเพาะที่มีปริมาณธาตุอาหารในระดับต่ำถึงปานกลางจึงมีความเหมาะสมและปลอดภัย ช่วยป้องกันปัญหาความเครียดจากความเค็มที่ส่วนมากจะเกิดกับรากอ่อน (Medina et al., 2009; Sisaket Horticultural Research Center, 2022) โดยรวมวัสดุจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าทั้งสองแหล่งสามารถสนับสนุนการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้แต่ควรมีการปรับปรุงค่า EC ของวัสดุให้ลดลงก่อนนำมาใช้ประโยชน์รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอินทรีย์ทางการเกษตรที่มีความเป็นกรด และเพิ่มธาตุอาหาร เช่น ขุยมะพร้าว ปุ๋ยหมัก หรือมูลสัตว์ (Eudoxie and Alexander, 2011; Poonpakdee et al., 2024)

Table 3 Growth of chili seedlings grown in the spent mushroom substrates

Substrates	Germination rate (%± SD)	Root length (cm ± SD)	Plant height (cm ± SD)	Leaf number (no./seedling± SD)	Fresh weight (g/20 seedlings± SD)
T1: MP	90.7 ^{abc} ± 9.24	3.97 ^{bc} ± 0.10	4.60 ^b ± 0.51	1.02 ^b ± 0.03	0.79 ^b ± 0.29
T2: KL1	79.3 ^{bc} ± 16.8	4.48 ^b ± 0.31	4.34 ^b ± 0.67	0.97 ^b ± 0.08	0.87 ^b ± 0.11
T3: KL2	91.3 ^{abc} ± 4.16	4.01 ^{bc} ± 0.24	4.24 ^b ± 0.15	0.95 ^b ± 0.00	0.88 ^b ± 0.09
T4: NS1	84.3 ^{abc} ± 7.51	4.15 ^{bc} ± 0.03	3.86 ^b ± 0.53	0.85 ^b ± 0.13	0.89 ^b ± 0.02
T5: NS2	95.0 ^{ab} ± 3.00	3.97 ^{bc} ± 0.10	4.21 ^b ± 0.23	0.88 ^b ± 0.12	0.75 ^b ± 0.01
T6: LK1	86.0 ^{abc} ± 6.93	4.19 ^{bc} ± 0.21	4.40 ^b ± 0.35	0.87 ^b ± 0.10	0.70 ^b ± 0.02
T7: LK2	78.3 ^c ± 10.4	4.44 ^b ± 0.19	4.39 ^b ± 0.15	0.87 ^b ± 0.19	0.72 ^b ± 0.02
T8: MS	85.0 ^{abc} ± 0.00	3.31 ^c ± 0.33	4.08 ^b ± 0.20	0.82 ^b ± 0.88	0.91 ^b ± 0.05
T9: PM	96.7 ^a ± 5.77	11.5 ^a ± 0.99	12.6 ^a ± 0.82	3.73 ^a ± 0.23	9.79 ^a ± 0.25
F-test	**	**	**	**	**
cv, %	9.64	7.92	8.92	10.3	7.66

Values in the same column followed by the same letter are not significantly different at $p < 0.05$, MP = Muang Pathum Thani, KL1 = Klong Luang 1, KL2 = Klong Luang 2, NS1 = Nong Suea 1, NS2 = Nong Suea 2, LK1 = Lat Lum Kaew 1, LK2 = Lat Lum Kaew 2, MS = Mixed soil, PM = Peat moss

สรุปผลการศึกษา

การใช้อ่อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นวัสดุเพาะกล้าพริกขีหนูในงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถทดแทนพีทมอสได้ทั้งหมด แม้จะมีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกัน แต่ยังมีข้อจำกัดด้านเคมีบางประการ คือมีค่า EC (electrical conductivity) สูงและปริมาณธาตุอาหารหลักต่ำกว่าพีทมอส จึงควรมีการพัฒนากระบวนการปรับปรุง เช่น การล้างหรือลดค่า EC ก่อนใช้ การปรับลดค่า pH และการเสริมธาตุอาหารรองหรือจุลธาตุ รวมทั้งการผสมวัสดุอินทรีย์อื่นที่มีคุณสมบัติเสริมกัน เพื่อยกระดับให้อ่อนเชื้อเห็ดเก่ามีศักยภาพเหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุเพาะกล้าพริกขีหนูในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี (สัญญาเลขที่ VRU-FF67/001) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะที่ปรึกษาทางวิจัย ดร.วาลิกา เศวตโยธิน นายรัฐ เรืองโชติวิทย์ นางสาวกมล ลิมสอน สังกัดศูนย์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม และนางสาวณัฐชดา บุตรศรี ครู กศน.ตำบล สังกัดศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้ระดับอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ในการให้ความช่วยเหลือและประสานงานกับกลุ่มเกษตรกรเพาะเห็ดในจังหวัดปทุมธานี ตลอดจนเกษตรกรและชุมชนเพาะเห็ดทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ให้อ่อนเชื้อเห็ดเก่าจำนวนมากในการวิจัยครั้งนี้

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่ม และ สมมติฐาน: ศิริพร นามเทศ, วรณยุพา จัตุศรี, กรรณิกา อัมพูข. การปฏิบัติการวิจัย การมีส่วนร่วมในการออกแบบ การทดลอง การทดสอบ เครื่องมือวัด วิธีการเก็บข้อมูล และ criteria: ศิริพร นามเทศ, วรณยุพา จัตุศรี, สุภาพันธ์ สังข์คร, กรรณิกา อัมพูข. การจัดเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล: วรณยุพา จัตุศรี, กรรณิกา อัมพูข. การวิพากษ์วิจารณ์ผล การแสดง การเปรียบเทียบกับข้อสรุปหรือองค์ความรู้ หรือทฤษฎีเดิม: ศิริพร นามเทศ, กรรณิกา อัมพูข. การมีส่วนร่วมในการเขียนต้นฉบับบทความ: ศิริพร นามเทศ, กรรณิกา อัมพูข. การให้การสนับสนุนและประสานงานชุมชนเพาะเห็ดในจังหวัดปทุมธานี: สุภาพันธ์ สังข์คร.

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

เอกสารอ้างอิง

- Ahlawat, O. P., & Sagar, M. P. (2007). **Management of Spent Mushroom Substrate**. National Research Centre for Mushroom.
- Angermann, C., Heinemann, B., Nogueira, B. B., Mai, H. J., Bauer, P., & Hildebrandt, T. M. (2025). Balancing nutrient remobilization and photosynthesis: proteomic insights into the dual role of lupin cotyledons after germination. **The Plant Journal**, 123(2), e70357. <https://doi.org/10.1111/tpj.70357>.
- Asadathorn, P., Setthapun, W., Rakwichian, W., & Kusolsatit, T. (2016). Development of growing media from sugar industrial waste. **Journal of Applied Research on Science and Technology**, 15(2), 14–21.
- Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. **Bioresource Technology**, 100(22), 5444–5453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>.
- Bethke, C. (2023). **Water Efficiency in PittMoss®: A Review of Some Key Finding**. Retrieved from: <https://pittmoss.com/wp-content/uploads/2023/04/WATER-EFFICIENCY-IN-PITTMOSS-FINAL.pdf>.
- Bodman, K., & Sharman, K. V. (1993). **Container Media Management**. Queensland Department of Primary Industries.
- Chumpookam, J., Takaew, S., & Chanchula, N. (2016). Effect of growing media on the germination, survival and seedling growth of “Vietnam GQ2” mulberry. **Thai Journal of Science and Technology**, 5(3), 283–295. (in Thai). <https://doi.org/10.14456/tjst.2016.28>.
- Cornell Waste Management Institute. (1996). **Compost Chemistry**. Retrieved from: <https://www.css.cornell.edu/cwmi/compost/chemistry.html>.
- Department of Agriculture. (2021). **Chili Cultivation Guide**. Department of Agriculture. (in Thai).
- Department of Land Development. (2007). **Soil pH and Plant Growth**. Retrieved from: http://data101.ldd.go.th/web/data/Tank_Soilmanagement/Soil_49.pdf. (in Thai).
- Department of Land Development. (2010). **Soil Chemical Analysis Procedures Manual**. Department of Land Development. (in Thai).
- Eudoxie, G. D., & Alexander, I. A. (2011). Spent mushroom substrate as a transplant media replacement for commercial peat in tomato seedling production. **Journal of Agricultural Science**, 3(4), 41–49. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v3n4p41>.
- Highland Research and Development Institute. (2023). **Cultivating Quality Vegetable Seedlings**. Retrieved from: <https://hkm.hrdi.or.th/Knowledge/detail/635>. (in Thai).
- Horticultural Research Institute. (2020). **Chilli Production Situation Year 2020**. Retrieved from: https://www.doa.go.th/hort/?page_id=46177. (in Thai).
- International Seed Testing Association. (2024). **International Rules for Seed Testing**. International Seed Testing Association.
- Kaewpradub, T., Rungnirut, T., Apiratikorn, S., Kangkamanee, T., & Suksaro, W. (2020). Effects of growing media on physiological characteristics and growth of pre-nursery stage oil palm seedlings. **MaeJo Journal of Agricultural Production**, 2(3), 25–36. (in Thai). <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/japmju/article/view/248485>.
- Khumjing, C., & Duangyai, W. (2022). Effect of substrate media on pea sprouts production. **Agricultural Science and Management Journal**, 5(2), 48–55. (in Thai).
- Klasmann-Deilmann. (2018). **Our International Bestsellers: Easy Growing Substrates**. Klasmann-Deilmann GmbH.
- Klasmann-Deilmann. (2023). **Potgrond: Technical Information Sheet**. Klasmann-Deilmann GmbH.
- Lhakchaiyagul, A. (1997). **Study on Organic Materials for Soilless Culture**. Master’s Thesis. Kasetsart University. (in Thai).
- Long, X. X., Yang, X. E., Ni, W. Z., Ye, Z. Q., He, Z. L., Calvert, D. V., & Stoffella, J. P. (2003). Assessing zinc thresholds for phytotoxicity and potential dietary toxicity in selected vegetable crops. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 34(1–2), 145–160.
- Manal, M. H., Gad El-Moula, M. H., Hawash, A. M., & Ahmed, M. S. M. (2024). Comparative study between peat moss and peanut shell as a nursery media. **Journal of Wastes and Biomass Management**, 6(2), 104–110.
- Medina, E., Paredes, C., Pérez-Murcia, M. D., Bustamante, M. A., & Moral, R. (2009). Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. **Bioresource Technology**, 100(18), 4227–4232. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.03.055>.
- Moraes, T. S. J., Costa, L. M. A. S., Souza, T. P., Collola, C. F., & Dias E. S. (2020). Fungal and bacterial population from spent mushroom substrate. **Ciência e Agrotecnologia**, 44(1), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044010120>.
- National Environment Board. (2021). Notification of the national environment board: soil quality standards, B.E. 2564 (2021). **Royal Thai Government Gazette**, 138(Special Part 54), 20–24. (in Thai).
- Osotsapa, Y., Wongmaneeroj, A., & Hongprayoon, C. (2011). **Fertilizers for Sustainable Agriculture**. Kasetsart University. (in Thai).
- Pezo, C., Valdebenito, S., Flores, M. F., Oyanedel, E., Vidal, K., Neaman, A., & Peñaloza, P. (2020). Impact of mother plant saline stress on the agronomical quality of pepper seeds. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 20(4), 2600–2605. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00325-8>.
- Phothitirat, P. (1989). **Mushroom Cultivation Technology**. King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. (in Thai).
- Poonpakdee, C., Kitprasong, P., Onthong, J., & Nualsri, C. (2024). Value addition of local organic waste as growing media for cannabis production in greenhouse conditions in southern Thailand. **Khon Kaen Agriculture Journal**, 52(6), 1231–1241. (in Thai). <https://doi.org/10.14456/kaj.2024.89>.
- Ribas, L. C. C., de Mendonça, M.M., Camellini, C. M., & Soares, C. H. L. (2009). Use of spent mushroom substrates from *Agaricus subrufescens* (syn. *A. blazei*, *A. brasiliensis*) and *Lentinula edodes* productions in the enrichment of a soil-based

- potting media for lettuce (*Lactuca sativa*) cultivation: Growth promotion and soil bioremediation. **Bioresource Technology**, 100(20), 4750-4757. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.10.059>.
- Ryzhenko, N. O., Kavetsky, S. V., & Kavetsky, V. M. (2017). Cd, Zn, Cu, Pb, Co, Ni phytotoxicity assessment. **Polish Journal of Soil Science**, 50(2), 197–215. <https://doi.org/10.17951/pjss.2017.50.2.197>.
- Sisaket Horticultural Research Center. (2022). **Chili Seed Production Guide**. Department of Agriculture. (in Thai).
- Sutthisa, W., Sawatphanit, N., Noojit, S., & Phiwhkao, S. (2019). Diversity of soil microorganisms in mulberry root rot disease fields and detection of the disease pathogen by specific primer. **RMUTP Research Journal**, 13(1), 158–169. (in Thai).
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy A. (2015). Plant physiology and development. **Natural Science**, 8(5), 1-10.
- Tanawirote, P., Sumachit, T., Lahuna, P., Sennoi, R., Ruttanaprasert, R., & Puttha, R. (2024). Effect of sowing media from residual biomass of sugarcane and rice on growth and andrographolide content of Fa Thalai Chon (*Andrographis paniculata* (Burm. F) Nees) sprouts. **Journal of Agricultural Research and Extension**, 41(2), 14–25. (in Thai).
- Uansiri, S. (2025). Development and analysis of growing media for lettuce cultivating from used mushroom culture. **Burapha Science Journal**, 30(1), 25-37. (in Thai).
- Verma, S. Rana, R. S., Singh, J., & Singh, S. (2017). Quantification of physico-chemical composition of spent mushroom substrate. **Environment & Ecology**, 35(4), 2664-2668.
- Wankaew, L. (2022). **Mushroom Soil, a Formula for Nourishing Potted Plants**. Retrieved from: <https://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=3814&s=tblplant>. (in Thai).
- Whipker, B. E., Cavins, T. J., & Fonteno, W. C. (2014). **1, 2, 3's of PourThru**. Purdue Extension HO-237-W.
- Zhao, W., Wang, Y., Cao, W., Zhang, X., & Duan, W. (2022). Effect of substrate ratio on soil's water-holding capacity and shrinkage. **Polish Journal of Environmental Studies**, 31(6), 5461-5469. <https://doi.org/10.15244/pjoes/151645>.