

ST-015

การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการเพาะเห็ดสกุลนางรม Utilization of Agricultural Wastes in Oyster Mushroom Cultivation

สุพรรณิการ์ สมใจเพ็ง^{1,*} และพัชรภา แซ่ลี²

Supunnika Somjaipeng^{1,*} and Phatcharapa Sae-Lee²

^{1,2}สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

^{1,2}Division of Agricultural Technology, Faculty of Science and Arts, Burapha University,
Chanthaburi Campus,

*Corresponding author's e-mail: supunnika@buu.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาวัสดุเพาะจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการเพาะเห็ดในสกุลนางรม 3 ชนิดได้แก่ เห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดนางรมทอง และเห็ดนางรมขาว โดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ต้นกล้วย ฟางข้าว และผักตบชวา จากการทดลองพบว่าน้ำหนักดอกเฉลี่ยของเห็ดนางฟ้าภูฐานมากที่สุดเท่ากับ 40.24 ± 3.81 กรัม/ก้อน ($P > 0.05$) เมื่อใช้ต้นกล้วย:ขี้เลื่อย (50:50) เป็นวัสดุเพาะในขณะที่การใช้ฟางข้าว:ขี้เลื่อย (50:50) ให้น้ำหนักดอกเฉลี่ยของเห็ดนางรมทองมากที่สุดเท่ากับ 36.46 ± 8.25 กรัม/ก้อน ($P > 0.05$) และการใช้ฟางข้าว:ขี้เลื่อย (75:25) ให้น้ำหนักดอกเฉลี่ยของเห็ดนางรมขาวมากที่สุดเท่ากับ 34.08 ± 1.11 กรัม/ก้อน ($P < 0.05$) นอกจากนี้ค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา พบว่าการใช้วัสดุเพาะฟางข้าว:ขี้เลื่อย (50:50) ในการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานมีค่าสูงสุดเท่ากับ 29.11 ± 0.45 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) วัสดุเพาะต้นกล้วย:ขี้เลื่อย (25:75) ในการเพาะเห็ดนางรมทองมี ค่าสูงสุดเท่ากับ 19.50 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ และในการเพาะเห็ดนางรมขาววัสดุเพาะต้นกล้วย:ขี้เลื่อย (100%) มีค่าสูงสุด เท่ากับ 30.47 ± 0.10 เปอร์เซ็นต์ ผลการค้นพบนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินศักยภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นประเภทต่าง ๆ เพื่อการประยุกต์ใช้เพิ่มเติมในการเพาะเห็ดสกุลนางรม

คำสำคัญ: เห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดนางรมทอง, เห็ดนางรมขาว, วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร, การเพาะเลี้ยงเห็ด

ABSTRACT

The aim of this research is to compare the three different local agricultural wastes including rice straw, banana stem and water hyacinth stem for the cultivation of three types of oyster mushrooms: *Pleurotus sojour-caju* (grey oyster mushroom), *P. citrinipileatus* (golden

oyster mushroom) and *P. djamor*; pink oyster mushroom). The results showed that the grey oyster mushroom cultivated using a mixture of banana stem and rubberwood sawdust (at ratio 50:50) yielded the highest average weight of 40.24 ± 3.81 g per 600 g bag of substrate ($P > 0.05$). The golden oyster mushroom, when cultivated on a substrate consisting of a mixture of rice straw and rubberwood sawdust in a ratio 50:50, yielded the maximum mushroom weight of 36.46 ± 8.25 g per bag ($P > 0.05$). A combination of rice straw and rubberwood sawdust (75:25) resulted in the highest mushroom weight of 34.08 ± 1.11 g per bag for the pink oyster mushroom ($P < 0.05$). The rice straw-rubberwood sawdust mixture (50:50) provided the highest biological efficiency of $29.17 \pm 0.45\%$ for grey oyster mushrooms ($P < 0.05$). The mixture of banana stem and rubberwood sawdust (25:75) yielded the highest biological efficiency of $19.50 \pm 0.02\%$ for golden oyster mushrooms. In contrast, using banana stems alone as a substrate for pink oyster mushrooms resulted in the highest biological efficiency, reaching $30.47 \pm 0.10\%$. This finding will be beneficial in evaluating the potential of various types of local agricultural waste for further application in oyster mushroom cultivation.

Keywords: *Pleurotus Sojor-caju*, *P. citrinipileatus*, *P. djamor*, Agricultural Wastes, Mushroom Cultivation

บทนำ

เห็ดสกุลนางรม (*Pleurotus* spp.) เป็นเห็ดเศรษฐกิจที่มีการเพาะเลี้ยงทั้งในประเทศและต่างประเทศ จัดเป็น Lignocellulolytic mushroom หรือเป็นเห็ดที่สามารถย่อยสลาย lignocellulose ที่พบได้ในพืชและเศษซากอินทรีย์อื่น สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิห้องขึ้นตั้งแต่ 16 - 32 องศาเซลเซียส มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเนื่องจากมีโปรตีนและเส้นใยมากในขณะที่มีปริมาณไขมันต่ำทำให้เป็นที่นิยมในการบริโภค นอกจากนี้จะมีคุณค่าทางอาหารยังมีสรรพคุณทางยาด้วย ตัวอย่างของเห็ดในสกุลนี้ได้แก่ เห็ดนางฟ้าภูฐาน (gray oyster mushroom หรือ *Pleurotus sajor-caju*) เห็ดนางรมทอง (golden oyster mushroom หรือ *P. citrinipileatus*) และเห็ดนางรม (Pink oyster mushroom หรือ *P. djamor*) เป็นต้น เห็ดสกุลนางรมส่วนมากมีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลาย lignin cellulose และ hemicellulose ทำให้สามารถใช้วัสดุทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรได้หลายชนิดในการเพาะเลี้ยง เช่น ขี้เลื่อยไม้ ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด ต้นกล้วย เปลือกกล้วย เปลือกมะพร้าว ชานอ้อย เปลือกมันสำปะหลัง และเปลือก-กากกาแฟ เป็นต้น (Philippoussis et al., 2001; Ma et al., 2010; Chakravarty, 2011; Shah et al., 2011;

Nasir et al., 2012; Bellettini et al., 2019) เนื่องจากเห็ดสกุลนางรมเป็นเห็ดที่สามารถเพาะได้ง่าย และได้รับความนิยมในการบริโภค สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างต่อเนื่องได้จากแนวโน้มมูลค่าของการผลิตเห็ดในประเทศไทยที่เพิ่มขึ้นทุกปี (สวทช., 2564) โดยทั่วไปมักใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุเพาะ เมื่อมีความต้องการในการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องปัญหาที่เกษตรกรพบคือขี้เลื่อยมีการปรับราคาสูงขึ้นในบางพื้นที่ ราคาไม่แน่นอนและหายาก ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดได้ การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหรืออุตสาหกรรมเกษตรเพื่อเป็นวัสดุทดแทนหรือเสริมจึงเป็นแนวทางในการช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น และยังช่วยเพิ่มทางเลือกให้กับเกษตรกรในบางพื้นที่ที่สามารถหาวัสดุเหลือทิ้งทางเกษตรได้ง่าย ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาอื่นๆเกี่ยวกับการใช้วัสดุทดแทนในการเพาะเลี้ยงเห็ดสกุลนางรม แต่ผู้วิจัยยังพบว่ามีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดสกุลนางรมสายพันธุ์อื่นอยู่น้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จะสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานเพิ่มเติมในการเลือกใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการเพาะเห็ดสกุลนางรมได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นเป็นวัสดุเพาะเห็ดสกุลนางรมทดแทนการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา

กรอบแนวคิดการวิจัย

ขี้เลื่อยไม้ยางพาราจัดเป็นวัสดุเพาะที่นิยมใช้ในการเพาะเห็ดตะกูลนางรมเช่น เห็ดนางฟ้า แต่ปัญหาที่ผู้เพาะเลี้ยงเห็ดมักพบอยู่เสมอคือ การขาดแคลนวัตถุดิบและในบางพื้นที่มีราคาสูงหาซื้อได้ยาก รวมทั้งมีค่าขนส่งเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้แก่ ฟางข้าว ต้นกล้วย และผักตบชวา มาใช้เป็นวัสดุเพาะทดแทนการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดสกุลนางรม

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัสดุเพาะ

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่นำมาศึกษามีทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ฟางข้าวต้นกล้วย และผักตบชวา ได้จากพื้นที่ในจังหวัดชลบุรี และจันทบุรี นำส่วนลำต้นของผักตบชวาและต้นกล้วยมาทำความสะอาดและบด เพื่อให้มีขนาดเล็กลงด้วยเครื่องบดกิ่งไม้ หลังจากนั้นนำมาตากแดดประมาณ 3-5 วัน ให้วัสดุแห้ง

การเตรียมก้อนเห็ด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ตามอัตราส่วนของวัสดุหลักได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ฟางข้าว ต้นกล้วยและผักตบชวา จำนวน 14 กลุ่ม 5 ซ้ำดังนี้ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา อัตราส่วน 100:0 (ชุดควบคุม), ฟางข้าว 100:0, ฟางข้าว:ขี้เลื่อย 75:25, ฟางข้าว:ขี้เลื่อย 50:50,

พางข้าว:ซีเลื้อย 25:75, ผักตบชวา 100:0, ผักตบชวา:ซีเลื้อย 75:25, ผักตบชวา:ซีเลื้อย 50:50, ผักตบชวา:ซีเลื้อย 25:75, ต้นกล้วย 100:0, ต้นกล้วย:ซีเลื้อย 75:25, ต้นกล้วย:ซีเลื้อย 50:50 และต้นกล้วย:ซีเลื้อย 25:75 ทุกอัตราส่วนเติมรำละเอียด 5 กิโลกรัม กระถินปน 1 กิโลกรัม โดโลไมต์ 1 กิโลกรัม ยิปซัม 1 กิโลกรัม ภูไมท์ ซัลเฟต 2 กิโลกรัม ปุ๋ยเคมี (สูตร 2-0-0) 200 กรัม ดี เกลือ 200 กรัม กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม/วัสดุเพาะหลัก 100 กิโลกรัม ผสมให้วัสดุเพาะมีความชื้นประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ นำส่วนผสมที่ได้บรรจุใส่ถุงพลาสติกขนาด 6½x9 นิ้ว น้ำหนักประมาณ 600 กรัมต่อถุง อัดก้อนให้แน่นใส่คอกขุยมะพร้าวพลาสติก นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเตาตั้งฆ่า เชื้อก้อนเห็ดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปหยอดเชื้อ

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของเส้นใยและผลผลิต

ในการศึกษาครั้งนี้เชื้อเห็ดทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดนางฟ้าภูฐาน, เห็ดนางรมทอง และเห็ดนางนวล หลังจากหยอดเชื้อ วางก้อนเห็ดไว้ในร่มอากาศถ่ายเทสะดวกและมีอุณหภูมิไม่สูง เก็บข้อมูลการเจริญของเส้นใยวัดความยาวเส้นใยเห็ดบนก้อนทุก 3, 6, 9, 12, 15, 18 และ 21 คำนวณหาอัตราการเจริญของเส้นใย เมื่อเปิดดอกเห็ดทำการเก็บผลผลิต บันทึกน้ำหนักสด ขนาดดอก และประสิทธิภาพทางชีวภาพของวัสดุเพาะ (Biological efficiency; BE)

$$\text{ค่าประสิทธิภาพทางชีวภาพ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสดดอกเห็ด}}{\text{น้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะ}} \times 100$$

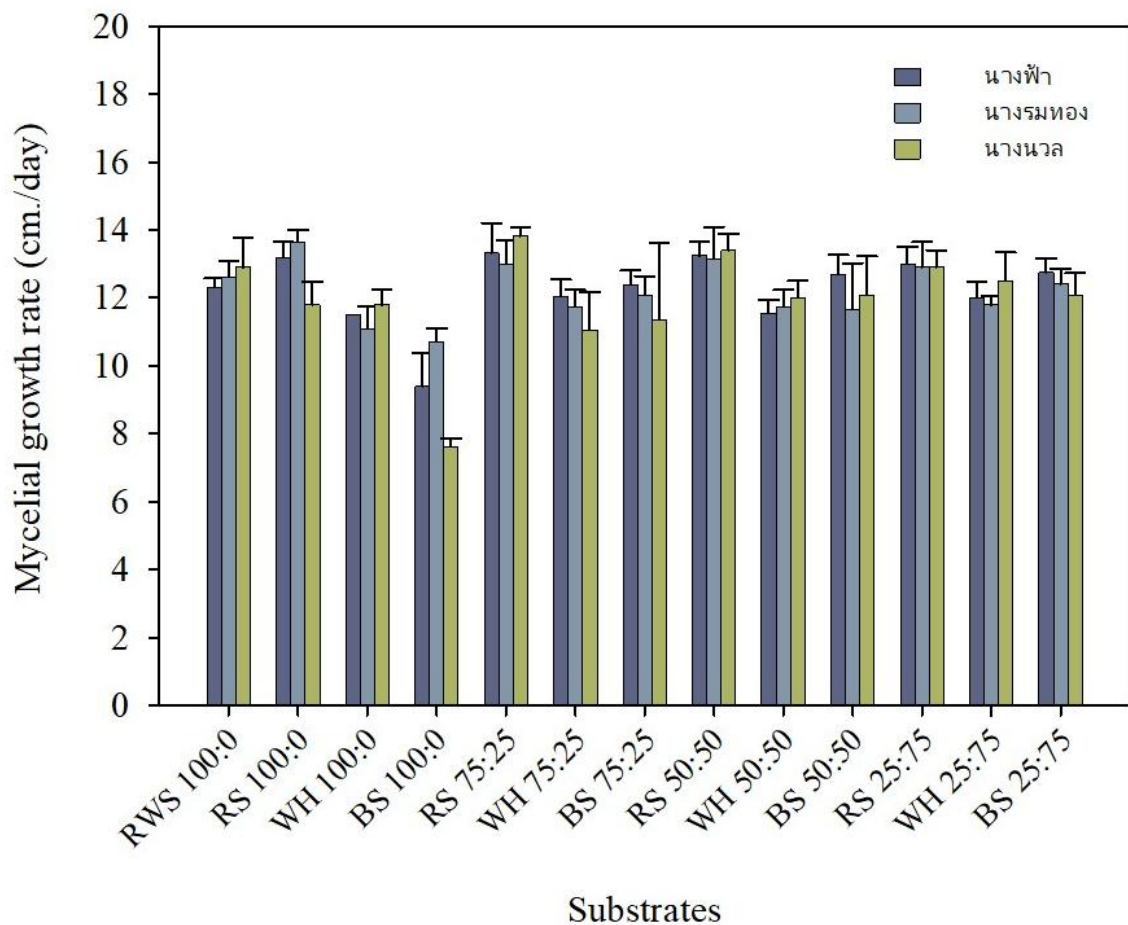
แผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) เมื่อข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีการกระจายของข้อมูลแบบปกติจะทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และใช้วิธีทดสอบแบบ Tukey multiple comparisons test ($P < 0.05$) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab 16 (Minitab, Inc., USA)

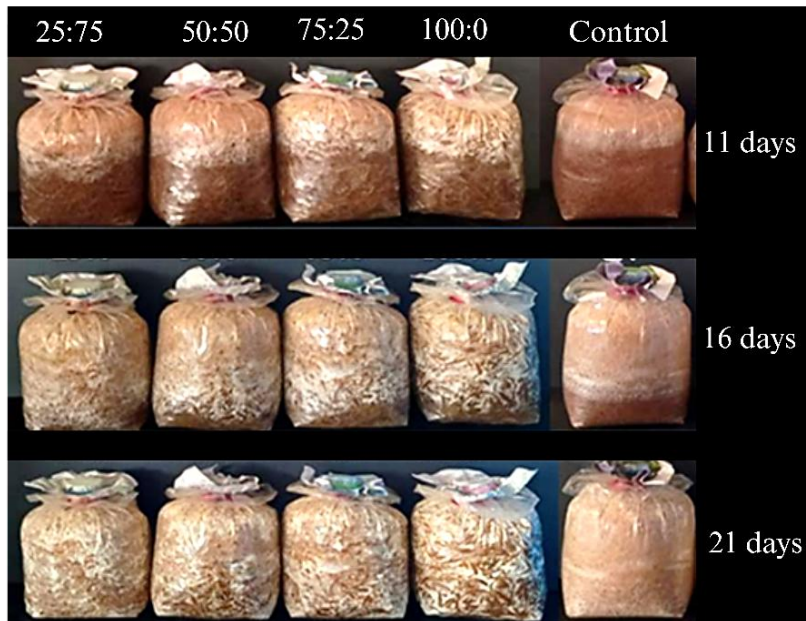
สรุปผลการวิจัย

หลังจากบ่มก้อนเห็ดเป็นเวลา 21 วันพบว่าอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดทั้ง 3 ชนิดบนวัสดุทดสอบทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อใช้พางข้าวอัตราส่วน 75:25 เป็นวัสดุเพาะ เห็ดทั้ง 3 ชนิดมีอัตราการเจริญของเส้นใยเฉลี่ยมากที่สุด ($P > 0.05$) ทั้งนี้ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ซีเลื้อยไม่ยางพาราที่อัตราส่วน 100:0 (ชุดควบคุม) ในขณะที่การใช้ต้นกล้วยอัตราส่วน 50:50 เป็นวัสดุเพาะมีอัตราการเจริญของเส้นใยเฉลี่ยน้อยที่สุด ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาตามชนิดเห็ดพบว่าเห็ดนางฟ้ามีอัตราการเจริญของเส้นใยมากที่สุดเมื่อใช้พางข้าวที่อัตราส่วน 75:25 ($P < 0.05$) โดยมีอัตราการเจริญของเส้นใยเท่ากับ 13.33 ± 0.87

เซนติเมตร/วัน ในขณะที่การใช้ฟางข้าวอัตราส่วน 100:0 เป็นวัสดุเพาะทำให้เห็ดนางรมทองมีอัตราการเจริญของเส้นใยมากที่สุด ($P < 0.05$) มีอัตราการเจริญของเส้นใยเท่ากับ 13.64 ± 0.37 เซนติเมตร/วัน สำหรับการทดสอบวัสดุเพาะกับเห็ดนางรมพบว่าอัตราการเจริญของเส้นใยสูงสุดเมื่อใช้ฟางข้าวที่อัตราส่วน 75:25 ($P < 0.05$) โดยอัตราการเจริญของเส้นใยเท่ากับ 13.83 ± 0.25 เซนติเมตร/วัน (ภาพที่ 1,2)



ภาพที่ 1 อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดสกุลนางรมทั้ง 3 ชนิดบนวัสดุเพาะทดสอบที่อัตราส่วนต่าง ๆ
ระยะเวลาในการบ่มก่อน 21 วัน เมื่อ RWS = ขี้เลื่อยไม้ยางพารา, RS = ฟางข้าว, WH = ผักตบชวา และ
BS = ต้นกล้วย อัตราส่วนที่แสดงในกราฟหมายถึง วัสดุเพาะทดสอบ: ขี้เลื่อย



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการเจริญของเส้นใยของเห็ดนางฟ้าเมื่อทดสอบการใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุเพาะ
ที่อัตราส่วนต่าง ๆ ที่ 11, 16 และ 21 วัน เมื่อชุดควบคุมเท่ากับซีลี้อย่างพารอัตราส่วน 100:0
อัตราส่วนที่แสดงในภาพหมายถึง วัสดุเพาะทดสอบ:ซีลี้อย

หลังจากเส้นใยเห็ดมีการเจริญเติบโตเต็มวัสดุเพาะแล้วนำเข้าโรงเรือนเพื่อเปิดดอก จากการทดลองพบว่าดอกเห็ดนางฟ้าที่ใช้วัสดุเพาะต้นกล้วยผสมกับซีลี้อย (50:50) มีน้ำหนักดอกเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 40.24 ± 3.81 กรัม/ก้อน ($P > 0.05$) ในขณะที่การใช้วัสดุเพาะฟางข้าวผสมซีลี้อย (50:50) ดอกเห็ดนางฟารวมตอมน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 36.46 ± 8.25 กรัม/ก้อน ($P > 0.05$) ส่วนการใช้วัสดุเพาะฟางข้าวผสมซีลี้อย (75:25) ทำให้น้ำหนักดอกเฉลี่ยเห็ดนางฟารวมตอมน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 34.08 ± 1.11 กรัม/ก้อน ($P > 0.05$) (ตารางที่ 1, ภาพที่ 2) จากการคำนวณค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency: B.E.) พบว่าการใช้วัสดุเพาะฟางข้าวผสมซีลี้อย (50:50) ในการเพาะเห็ดนางฟ้ามีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 29.17 ± 0.45 ($P > 0.05$) ส่วนการใช้ต้นกล้วยผสมซีลี้อย (25:75) เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางฟารวมตอมน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 19.50 ± 0.02 ($P > 0.05$) ในขณะที่การใช้วัสดุเพาะเป็นต้นกล้วยเพียงอย่างเดียวในการเพาะเห็ดนางฟารวมตอมน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 30.47 ± 0.10 ($P > 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 น้ำหนักดอกเห็ดเฉลี่ยเห็ดสกุลนางรมทั้ง 3 ชนิดเมื่อเปิดดอกเป็นระยะเวลา 43 วัน

น้ำหนักดอกเห็ดเฉลี่ยต่อก้อน (กรัม)				
อัตราส่วน	วัสดุเพาะ	เห็ดนางฟ้าภูฐาน	เห็ดนางรมทอง	เห็ดนางรม
(วัสดุเพาะ:ขี้เลื่อย)				
ชุดควบคุม	ขี้เลื่อย	33.71±3.15b	29.31±11.73b	29.85±2.89ab
100:00	ฟางข้าว	29.42±5.41abcd	18.65±10.07bc	30.34±3.08ab
	ผักตบชวา	3.69±2.10e	-	8.88±9.79d
	ต้นกล้วย	9.88±4.51e	24.75±7.10abc	33.89±1.88ab
75:25	ฟางข้าว	34.39±3.56ab	24.77±2.88abc	34.08±1.11a
	ผักตบชวา	14.09±7.07cde	7.33±9.66c	24.26±4.04bc
	ต้นกล้วย	35.39±5.64ab	26.67±7.15abc	32.99±4.14ab
50:50	ฟางข้าว	37.30±8.32a	36.46±8.25a	31.80±2.94ab
	ผักตบชวา	26.04±6.03bcd	23.49±9.65abc	28.31±0.79ab
	ต้นกล้วย	40.24±3.81a	30.14±6.06abc	33.24±4.12ab
25:75	ฟางข้าว	39.79±9.70ab	28.29±17.38abc	32.14±0.31ab
	ผักตบชวา	33.27±2.15b	25.67±0.84abc	30.26±1.50ab
	ต้นกล้วย	35.65±6.23ab	33.90±1.13a	30.38±2.46ab

หมายเหตุ (ตัวอักษร a-j บนกราฟแท่งหมายถึงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแยกตามชนิดเห็ด)

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา (%) จากการศึกษการใช้วัสดุเพาะเห็ดชนิดต่าง ๆ
เมื่อเปิดดอกเป็นระยะเวลา 43 วัน

ค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา (%)				
อัตราส่วน	วัสดุเพาะ	เห็ดนางฟ้าภูฐาน	เห็ดนางรมทอง	เห็ดนางรม
(วัสดุเพาะ:ขี้เลื่อย)				
ชุดควบคุม	ขี้เลื่อย	22.43±0.20ab	16.27±0.93abc	23.39±0.27abc
100:00	ฟางข้าว	19.40±1.64abc	8.50±0.48bc	27.08±0.10abc
	ผักตบชวา	-	-	5.43±0.81e
	ต้นกล้วย	3.81±0.17d	11.62±0.58abc	30.47±0.10a
75:25	ฟางข้าว	26.66±0.59ab	12.91±0.07abc	29.76±0.16a
	ผักตบชวา	7.81±0.15cd	4.20±0.66c	18.20±0.15cd
	ต้นกล้วย	24.61±0.17ab	12.77±0.52abc	25.53±0.12abc

ตารางที่ 2 (ต่อ)

อัตราส่วน (วัสดุเพาะ:ขี้เลื่อย)	วัสดุเพาะ	ค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา (%)		
		เห็ดนางฟ้าภูฐาน	เห็ดนางรมทอง	เห็ดนางรม
50:50	ฟางข้าว	29.17±0.45a	18.26±0.62ab	28.17±0.82ab
	ผักตบชวา	15.57±1.59bcd	9.77±0.06bc	25.22±0.09abc
	ต้นกล้วย	26.25±0.83ab	12.00±1.53abc	21.35±0.37abcd
25:75	ฟางข้าว	25.39±0.36ab	13.31±0.60abc	26.47±0.01ab
	ผักตบชวา	20.47±0.10ab	14.01±0.03abc	20.12±0.05bcd
	ต้นกล้วย	24.10±0.39ab	19.50±0.02a	21.78±0.17abc

หมายเหตุ (ตัวอักษร a-j บนกราฟแท่งหมายถึงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแยกตามชนิดเห็ด)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างดอกเห็ดสกุลนางรมที่ได้จากการใช้วัสดุเพาะชนิดต่างๆ ที่อัตราส่วนผสมวัสดุเพาะ 75:25
เมื่อ RS = ฟางข้าว, WH = ผักตบชวา และ BS = ต้นกล้วย อัตราส่วนที่แสดงในภาพหมายถึง วัสดุเพาะทดสอ:ขี้เลื่อย

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการใช้วัสดุชนิดต่าง ๆ ที่มีการผสมรวมกับขี้เลื่อยที่อัตราส่วนที่แตกต่างกันในการเพาะเห็ดสกุลนางรมทั้ง 3 ชนิดได้แก่ เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรมทอง และเห็ดนางรมขาว พบว่าให้ผลการทดลองที่แตกต่างกัน โดยรวมเห็ดทั้งสามชนิดสามารถใช้วัสดุชนิดอื่นเป็นวัสดุเพาะรวมกับการใช้ขี้เลื่อยได้ จากการศึกษาอัตราการเจริญของเส้นใยพบว่าเชื้อเห็ดแต่ละชนิดมีอัตราการเจริญที่แตกต่างกันเมื่อใช้วัสดุเพาะที่ต่างกันและอัตราส่วนผสมที่ต่างกัน ถึงแม้ว่าวัสดุเพาะบางชนิดจะให้อัตราการเจริญของเส้นใยมาก แต่การสร้างดอกและผลผลิตดอกเห็ดที่ได้ไม่ได้สอดคล้องกัน แสดงให้เห็นว่าสภาวะในการเจริญของเส้นใยเห็ดและการสร้างดอกเป็นสภาวะที่มีความต้องการแตกต่างกัน อาจเป็นไปได้ทั้งจากโครงสร้างของวัสดุ องค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งปริมาณสารอาหารที่ต่างกัน เช่นการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากกาแพเป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรม (*Pleurotus species*) ที่มีระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยแตกต่างกันเปรียบเทียบระหว่างการใช้เปลือกกาแพและเมล็ดกาแพแห้ง โดยเส้นใยเห็ด *P. eryngii* ใช้เวลาในการเจริญของเส้นใยสั้นเมื่อเพาะเลี้ยงในเมล็ดกาแพแห้ง (19 ± 1 วัน) แต่ใช้เวลาในการสร้างดอกเห็ดนาน (28 ± 1 วัน) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เปลือกกาแพที่ใช้ระยะเวลาในการสร้างดอกสั้นกว่า (26 ± 1 วัน) (Dissasa, 2022) เช่นเดียวกับการศึกษาการใช้ขี้เลื่อยและฟางข้าวเป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรม *P. eryngii* อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดเมื่อใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุเพาะ (0.57 ± 0.02 เซนติเมตร/วัน) เร็วกว่าการใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุเพาะ (0.30 ± 0.02 เซนติเมตร/วัน) ในขณะที่ระยะแรกของการสร้างดอกเห็ดการใช้ฟางข้าว (11.25 ± 1.1 วัน) เป็นวัสดุเพาะให้เวลาล้นกว่าการใช้ขี้เลื่อย (17.0 ± 0.5 วัน) (Moonmoom et al., 2010) เห็ดสกุลนางรมเป็นเชื้อราที่สามารถผลิตเอนไซม์ทั้งชนิดเอนไซม์ภายในเซลล์ (intracellular enzyme) และเอนไซม์ภายนอกเซลล์ (extracellular enzymes) ที่ย่อยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีองค์ประกอบที่ซับซ้อนให้กลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำและมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (Evans et al., 1994) โดยเอนไซม์ที่ผลิตขึ้นสามารถย่อยสารประกอบที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกันได้หลายชนิด วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรรวมทั้งจากอุตสาหกรรมเกษตรจัดเป็นวัสดุที่มีคาร์บอน (carbon):ไนโตรเจน (nitrogen) หรือ C:N ratio ที่แตกต่างกัน เช่นต้นกล้วยแห้ง (banana straw) มีค่า C:N ratio เท่ากับ 40:1 ในขณะที่ฟางข้าวมีค่า C:N ratio เท่ากับ 35-72:1 ขี้เลื่อยไม้ยางพารามีค่า C:N ratio เท่ากับ 177:1 และผักตบชวามีค่า C:N ratio เท่ากับ 11:1 (Silveira et al., 2008; El-Tayeb et al., 2012; Limayema and Ricke, 2012; Chuayplod and Aht-ong, 2018; Grimm and Wösten, 2018) ในการเพาะเห็ดมีปัจจัยในการเจริญและการออกดอกหลายปัจจัย ค่า C:N ratio จัดเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและมีผลต่ออัตราการเจริญของเส้นใย ความแข็งแรงของเส้นใย ผลผลิตของดอกเห็ด รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการของผลผลิตที่ได้ โดยเห็ดแต่ละชนิดมีความต้องการ C:N ratios เฉพาะที่ต่างกันเพื่อให้เส้นใยมีการเจริญและได้ผลผลิตสูงสุด (Lechner and Alberto, 2011; Han et al., 2024) ในการเพาะเลี้ยงเห็ดสกุลนางรม ค่า C:N ratio ค่อนข้างกว้างประมาณ 80:1 – 100:1 เมื่อเพาะเลี้ยงในสภาพธรรมชาติ (Eira and Minihoni,

1997) และมีค่าแคบกว่าเมื่อเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับค่า C:N ratio ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเห็ดสกุลนางรมพบว่าค่าประมาณ 28:1 – 30:1 เป็นค่าที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญของเส้นใย (Koutrotsios et al., 2022) วัสดุเพาะที่มีปริมาณคาร์บอนสูงจะได้ผลผลิตมากกว่าและมีค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยามากกว่า (Shah et al., 2004; Rani et al., 2008) แต่อย่างไรก็ตามในการพัฒนาสูตรหรืออัตราส่วนของวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเห็ดสกุลนางรมยังต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุเพาะด้วย เช่น ฟางข้าวมีส่วนประกอบหลักได้แก่ เซลลูโลส 32-47 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 19-27 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 5-24 เปอร์เซ็นต์ (Tufail et al., 2018) ในขณะที่ผักตบชวา มีปริมาณเซลลูโลส 25 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 33 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 10 เปอร์เซ็นต์ (Istirokhatun et al., 2015) และต้นกล้วยมีปริมาณเซลลูโลส 30 - 63 % เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 28-36 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 6-20 เปอร์เซ็นต์ (Mustofa, 2018; Li et al., 2025) ทั้งนี้มีปริมาณแตกต่างกันตามแต่สายพันธุ์พืช จากข้อมูลดังกล่าวอาจเป็นคำอธิบายเพิ่มเติมในการเลือกใช้เป็นวัสดุเพาะเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น นอกจากนี้ยังรวมถึงขนาดของวัสดุเพาะ ปริมาณความชื้น ปริมาณสารอาหารและชนิดของสายพันธุ์เห็ดที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยและการออกดอก (Ban et al., 2010; Zou et al., 2020) จากการศึกษาชนิดของวัสดุเพาะในการเพาะเลี้ยงเห็ดสกุลนางรมที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการใช้วัสดุเพาะที่มีค่า C:N ratio อัตราส่วนผสม ความสามารถในการอุ้มน้ำและสายพันธุ์เห็ดที่แตกต่างกัน รวมทั้งการมีลักษณะทางกายภาพและเคมีของวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การเจริญของเส้นใย และผลผลิตที่ได้แตกต่างกันในเห็ดแต่ละสายพันธุ์ ดังนั้นการปรับค่า C:N ratio ของวัสดุเพาะให้มีความเหมาะสมกับเห็ดแต่ละสายพันธุ์จะช่วยส่งเสริมการเจริญและผลผลิตของเห็ดได้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นวัสดุผสมหรือทดแทนการใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพารในการเพาะเห็ดสกุลนางรม พบว่าวัสดุที่เลือกมาศึกษาได้แก่ ฟางข้าว ต้นกล้วย และผักตบชวาสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะได้เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนวัสดุเพาะ แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสูตรผสมของวัสดุเพาะที่เหมาะสมรวมทั้งสภาวะที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

สวทช. (2564, กุมภาพันธ์). การรวบรวมข้อมูลการผลิตและการตลาดเห็ดเศรษฐกิจและเห็ดป่ากินได้ในประเทศไทย. <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2021/20210817-economic-mushroom-market.pdf>

- Ban, L., Han, Z., & Huang, L. (2010). Effects of Different Carbon Nitrogen Ratio in the Training Materials on the Quality of *Pleurotus eryngii*. North. *Hortic*, 8, 201-203.
- Bellettini, M. B., Fiorda, F. A., Maieves, H. A., Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Júnior, A. M., & Ribani, R. H. (2019). Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4), 633-646.
- Chakravarty, B. (2011). Trends in mushroom cultivation and breeding. *Australian Journal of Agricultural Engineering*, 2(4), 102-109.
- Chuayplod, P., & Aht-Ong, D. (2018). A study of microcrystalline cellulose prepared from parawood (*Hevea brasiliensis*) sawdust waste using different acid types. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 28(2), 106-114.
- Dissasa, G. (2022). Cultivation of different oyster mushroom (*Pleurotus* species) on coffee waste and determination of their relative biological efficiency and pectinase enzyme production, Ethiopia. *International Journal of Microbiology*, 2022(1), 5219939.
- Eira, A., & Minhoni, M. (1997). *Manual de cultivo do hiratake e shimeji (Pleurotus spp)*. UNESP/FEPAF.
- El-Tayeb, T., Abdelhafez, A., Ali, S., & Ramadan, E. (2012). Effect of acid hydrolysis and fungal biotreatment on agro-industrial wastes for obtainment of free sugars for bioethanol production. *Brazilian Journal of Microbiology*, 43, 1523-1535.
- Evans, C. S., Dutton, M. V., Guillén, F., & Veness, R. G. (1994). Enzymes and small molecular mass agents involved with lignocellulose degradation. *FEMS Microbiology Reviews*, 13(2-3), 235-239.
- Grimm, D., & Wösten, H. A. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied microbiology and biotechnology*, 102, 7795-7803.
- Han, J., Sun, R., Huang, C., Xie, H., Gao, X., Yao, Q., Yang, P., Li, J., & Gong, Z. (2024). Effects of Different Carbon and Nitrogen Ratios on Yield, Nutritional Value, and Amino Acid Contents of *Flammulina velutipes*. *Life*, 14(5), 598. <https://www.mdpi.com/2075-1729/14/5/598>

- Istirokhatun, T., Rokhati, N., Rachmawaty, R., Meriyani, M., Priyanto, S., & Susanto, H. (2015). Cellulose isolation from tropical water hyacinth for membrane preparation. *Procedia Environmental Sciences*, 23, 274-281.
- Koutrotsios, G., Tagkouli, D., Bekiaris, G., Kaliora, A., Tsiaka, T., Tsiantas, K., Chatzipavlidis, I., Zoumpoulakis, P., Kalogeropoulos, N., & Zervakis, G. I. (2022). Enhancing the nutritional and functional properties of *Pleurotus citrinopileatus* mushrooms through the exploitation of winery and olive mill wastes. *Food Chemistry*, 370, 131022.
- Lechner, B. E., & Albertó, E. (2011). Search for new naturally occurring strains of *Pleurotus* to improve yields. *Pleurotus albidus* as a novel proposed species for mushroom production. *Revista Iberoamericana de micologia*, 28(4), 148-154.
- Li, C., Liu, G., Nges, I. A., Deng, L., Nistor, M., & Liu, J. (2016). Fresh banana pseudo-stems as a tropical lignocellulosic feedstock for methane production. *Energy, Sustainability and Society*, 6, 1-9.
- Limayem, A., & Riche, S. C. (2012). Lignocellulosic biomass for bioethanol production: current perspectives, potential issues and future prospects. *Progress in energy and combustion science*, 38(4), 449-467.
- Ma, F., Yang, N., Xu, C., Yu, H., Wu, J., & Zhang, X. (2010). Combination of biological pretreatment with mild acid pretreatment for enzymatic hydrolysis and ethanol production from water hyacinth. *Bioresource technology*, 101(24), 9600-9604.
- Moonmoon, M., Uddin, M. N., Ahmed, S., Shelly, N. J., & Khan, M. A. (2010). Cultivation of different strains of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on saw dust and rice straw in Bangladesh. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17(4), 341-345.
- Mustofa, A. (2018). Bioethanol production from banana stem by using simultaneous saccharification and fermentation (SSF). IOP conference series: materials science and engineering, 1-7.
- Nasir, A., Ajmal, M., Inam, U., Nazir, J., Asif, M., Rana, B., & Sajid, A. (2012). Impact of sawdust using various woods for effective cultivation of oyster mushroom. *Pakistan Journal of Botany*, 44(1), 399-402.

- Philippoussis, A., Zervakis, G., & Diamantopoulou, P. (2001). Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus* spp. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 17, 191-200.
- Rani, P., Kalyani, N., & Prathiba, K. (2008). Evaluation of lignocellulosic wastes for production of edible mushrooms. *Applied biochemistry and biotechnology*, 151, 151-159.
- Shah, F., Khan, S., Khan, M., & Tanveer, A. (2011). Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* on wheat straw, water hyacinth and their combinations. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 1(3), 56-59.
- Shah, Z., Ashraf, M., & Ishtiaq, M. (2004). Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates (wheat straw, leaves, saw dust). *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(3), 158-160.
- Silveira, M. L. L., Furlan, S. A., & Ninow, J. L. (2008). Development of an alternative technology for the oyster mushroom production using liquid inoculum. *Food Science and Technology*, 28, 858-862.
- Tufail, T., Saeed, F., Imran, M., Arshad, M. U., Anjum, F. M., Afzaal, M., Bader Ul Ain, H., Shahbaz, M., Gondal, T. A., & Hussain, S. (2018). Biochemical characterization of wheat straw cell wall with special reference to bioactive profile. *International journal of food properties*, 21(1), 1303-1310.
- Zied, D. C., Pardo-Giménez, A., de Almeida Minihoni, M., Boas, R. V., Alvarez-Orti, M., & Pardo-González, J. (2012). Characterization, feasibility and optimization of *Agaricus subrufescens* growth based on chemical elements on casing layer. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19(3), 343-347.
- Zou, Y., Du, F., Hu, Q., Yuan, X., Dai, D., & Zhu, M. (2020). Integration of *Pleurotus tuoliensis* cultivation and biogas production for utilization of lignocellulosic biomass as well as its benefit evaluation. *Bioresource technology*, 317, 124042.