

การใช้กากกาแฟร่วมกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา  
เพื่อเป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมทอง

USE OF COFFEE GROUND WASTE WITH RUBBER WOOD  
SAWDUST FOR GOLDEN OYSTER MUSHROOM (*PLEUROTUS  
CITRINOPILEATUS* SINGER) CULTIVATION MATERIAL

ชญารัตน์ คำเสน<sup>1</sup> พีรนาฏ คิตดี<sup>1\*</sup> และ ปรีศนา วงศ์ล้อม<sup>2</sup>

Tanyarat Kamsan<sup>1\*</sup>, Peeranart Kiddee<sup>1\*</sup>, and Prisana Wonglom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

<sup>2</sup>สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

<sup>1</sup>Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung Campus

<sup>2</sup>Department of Plant Science, Faculty of Technology Community Development, Thaksin University, Phatthalung Campus

\*corresponding author e-mail: peeranart@tsu.ac.th

(Received: 25 January 2021; Revised: 6 May 2021; Accepted: 11 May 2021)

**บทคัดย่อ**

การศึกษาการใช้กากกาแฟร่วมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนในการเพาะเห็ดนางรมทอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพทางชีววิทยา และปริมาณโปรตีนของเห็ดนางรมทอง การวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มีจำนวน 6 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ โดยทดลองเพาะเห็ดนางรมทองด้วยกากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 20% 40% 60% 80% และ 100% และใช้ขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียว (อัตราส่วนทดแทน 0%) เป็นชุดควบคุม ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนทดแทนขี้เลื่อย 20% มีจำนวนเฉลี่ยของดอกเห็ดมากที่สุด  $60.42 \pm 0.46$  ดอก และอัตราส่วนทดแทนขี้เลื่อย 40% มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอก และน้ำหนักผลผลิตเห็ดสดมากที่สุด  $5.14 \pm 0.02$  ซม. และ  $36.28 \pm 0.42$  กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตเห็ดจากค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา พบว่า อัตราส่วนทดแทนขี้เลื่อย 40% มีค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยาสูงที่สุด 42.68% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับปริมาณโปรตีน พบว่า อัตราส่วนทดแทนขี้เลื่อย 60% มีปริมาณโปรตีนสูงสุด รองลงมา คือ อัตราส่วนทดแทนขี้เลื่อย 40% มีค่า  $37.15 \pm 0.11$  และ  $36.67 \pm 0.14$  กรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้จึงอาจกล่าวได้ว่ากากกาแฟสามารถใช้เป็นวัสดุที่สามารถทดแทนขี้เลื่อยในการเพาะเห็ดนางรมทองได้

**คำสำคัญ:** เห็ดนางรมทอง กากกาแฟ ชี้เสื่อย วัสดุปลูก

### Abstract

The study of using coffee ground waste with rubber wood sawdust for golden oyster mushroom (*Pleurotus citrinopileatus* Singer) cultivation material was examined. The objectives of this research were to study the growth of gold oyster mushroom and to investigate biological efficiency (% B.E.) and protein of golden oyster mushroom. The experimental design of this research was a completely randomized design (CRD) with 6 treatments and 3 replicates per treatment. The experimental replacement of coffee ground waste with rubber wood sawdust ratios were 20%, 40%, 60%, 80% and 100% and using sawdust only as a control (0% replacement). The results found that the replacement of coffee ground waste with rubber wood sawdust ratio of 20% were the highest number of mushroom ( $60.42 \pm 0.46$  unit) and 40% had the most width and wet weight of mushrooms as  $5.14 \pm 0.02$  cm. and  $36.28 \pm 0.42$  g, respectively at the statistically significant level of  $p < 0.05$ . The comparison of % B.E. with the control found that the replacement of rubber wood sawdust ratio of 40% was the highest 42.68% at the statistically significant level of  $p < 0.05$ . The results of protein of golden oyster mushroom which the replacement of rubber wood sawdust ratio of 60% and 40% were height  $37.15 \pm 0.11$  and  $36.67 \pm 0.14$  g/100 g at the statistically significant level of  $p < 0.05$ . Thus, it can be concluded that coffee ground waste can instead of rubber wood sawdust for golden oyster mushroom cultivation.

**Keywords:** Golden oyster mushroom, Coffee ground waste, Sawdust, Cultivation material

### บทนำ

เห็ดนางรมทอง เป็นเห็ดที่ได้รับความนิยมเพาะปลูก เนื่องจากมีรูปร่าง สีสัณที่แปลกตา ดึงดูดผู้บริโภค ประกอบกับเมื่อนำมาปรุงอาหารมีรสชาติอร่อย หอมหวาน เนื้อนุ่ม มีสรรพคุณทางยา การยับยั้งเนื้องอก (Antitumer) ยับยั้งความเป็นพิษกับยีน (Antigenotoxicity) ช่วยชะลอวัย (Lin et al., 2015) และที่สำคัญ คือ เห็ดนางรมทองมีคุณค่าทางอาหารสูง มีโปรตีน และเยื่อใย ร้อยละ 22.10 และ 20.78 เกือบแร่ ได้แก่ โพแทสเซียม ทองแดง สังกะสี และเหล็ก และวิตามิน ได้แก่ วิตามินบี3 (Nicotinia acid) วิตามินบี12 (Cyanocobalamin) และวิตามินเอ (Retinol) (Musieba et al., 2013) ซึ่งในเห็ดนางรมทอง (*Pleurotus citrinopileatus*) มีปริมาณโปรตีนสกัดหยาบสูงกว่าในเห็ด

นางรม (*Pleurotus pulmonarius*) ที่เพาะจากฟางข้าวและผักตบชวา (Khutun et al., 2015) อีกทั้งการเพาะเห็ดนางรมทองในถุงพลาสติกเป็นรูปแบบการผลิตเห็ดที่ได้รับความนิยม (ชาญยุทธ์, 2551) ปัจจุบันการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกถือเป็นอาชีพที่สำคัญทางเศรษฐกิจอาชีพหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ซึ่งเหมาะสมสำหรับเพาะเป็นการค้าและตลาดมีความต้องการสามารถทำเป็นอาชีพเสริมได้เป็นอย่างดี แต่ละรอบเก็บเกี่ยวใช้ระยะเวลาเพียง 15–30 วัน ไม่ต้องลงทุนสูงมาก และสามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง ประมาณ 3–4 เดือน ขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด (ชมรมนักเพาะเห็ดประเทศไทย, 2552) ซึ่งวัสดุหลักในการเพาะเห็ดในถุงส่วนใหญ่เป็นขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน โดยนิยมใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา แต่ปัญหาสำคัญของการผลิตเห็ดในถุงพลาสติกที่เกิดขึ้นปัจจุบัน คือ การขาดแคลนวัตถุดิบ เนื่องจากขี้เลื่อยไม้ยางพารามีราคาแพงขึ้นมากและมีแนวโน้มที่ราคาจะขยับตัวสูงขึ้นในแต่ละปี ปัจจุบันราคากิโลกรัมละ 4 บาท หรือตันละ 3,200 บาท ราคาของขี้เลื่อยในแต่ละพื้นที่จะต่างกันไปตามระยะทางที่ขนส่ง สาเหตุสำคัญที่ทำให้ขี้เลื่อยมีราคาแพงขึ้นเกิดจากพื้นที่ปลูกยางพาราลดลง และการนำขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ทำให้เจ้าของฟาร์มเห็ดต้องพยายามหาทางออกด้วยการใช้วัสดุการเกษตรอื่นๆ เช่น ฟางข้าว กากถั่วต่างๆ ปาล์ม หญ้า รวมถึงกากกาแฟมาใช้แทนวัสดุประเภทขี้เลื่อย (บุษบา, 2553)

กาแฟ เป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายไปทั่วโลก และมีแนวโน้มการบริโภคสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีปริมาณของเหลือจากการบริโภคกาแฟ คือ กากกาแฟ ซึ่งกากกาแฟเป็นเศษผงของกาแฟคั่วบดที่เหลือจากการนำไปคั้นเอาน้ำไว้จิบ จากการที่ผู้วิจัยได้สำรวจร้านสะดวกซื้อเซเว่นอีเลฟเว่นขนาดกลาง และขนาดใหญ่ในจังหวัดพัทลุง ขนาดละ 5 สาขา พบว่า ปริมาณกากกาแฟที่เหลือทิ้งในแต่ละสาขาเฉลี่ย 3–4 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณมากและไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ นอกจากนี้กากกาแฟมีไนโตรเจนประมาณ 2% โดยปริมาตร มี pH 6.5–6.8 และมีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน 11 : 1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช (ปริญานุช, พิจิตรา และปนัดดา, 2557) ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนการเพาะเห็ด

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กากกาแฟร่วมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนในการเพาะเห็ดนางรมทอง ซึ่งคาดว่ากากกาแฟสามารถเป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมทอง อีกทั้งยังเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายจากร้านกาแฟหรือร้านสะดวกซื้อที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในปัจจุบัน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้กากกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าที่เหลือทิ้งจากร้านสะดวกซื้อมาใช้เป็นวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดนางรมทอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency; % B.E.) และปริมาณโปรตีนในเห็ดนางรมทองที่เพาะจากกากกาแฟที่เป็นวัสดุทดแทนขี้เลื่อย ซึ่งคาดว่าจะงานวิจัยนี้สามารถทำให้เกิดทางเลือกใหม่

กับเกษตรกรผู้ผลิตเห็ด โดยจะช่วยลดต้นทุนการผลิตเห็ด สามารถเพิ่มผลตอบแทนโดยใช้  
ทรัพยากรอย่างมีคุณค่า ตลอดจนเป็นการนำขยะกากกาแฟกลับมาใช้ประโยชน์สูงสุดได้อีกด้วย

### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการใช้กากกาแฟร่วมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนในการเพาะ  
เห็ดนางรมทองมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

#### 1. การวางแผนการทดลอง

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบการทดลอง (Experimental research) โดยการวางแผน  
การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design; CRD มีจำนวน 6 ชุดการทดลองๆ ละ  
3 ซ้ำ คือ อัตราส่วนผสมระหว่างกากกาแฟและขี้เลื่อย 0% 20% 40% 60% 80% และ 100%

#### 2. การเตรียมวัสดุเพาะ

นำกากกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าที่เหลือทิ้งจากร้านสะดวกซื้อ มาอบที่อุณหภูมิ  
50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปผสมกับขี้เลื่อย จำนวน 6 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 กากกาแฟ 0% : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100% (0 : 100) (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 กากกาแฟ 20% : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 80% (20 : 80)

ชุดการทดลองที่ 3 กากกาแฟ 40% : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 60% (40 : 60)

ชุดการทดลองที่ 4 กากกาแฟ 60% : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 40% (60 : 40)

ชุดการทดลองที่ 5 กากกาแฟ 80% : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 20% (20 : 80)

ชุดการทดลองที่ 6 กากกาแฟ 100% : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 0% (100 : 0)

นำส่วนผสมในแต่ละชุดการทดลองๆ ละ 500 กรัม โดยมีส่วนผสมของรำละเอียด  
18.2 กรัม ปูนขาว 4.5 กรัม ยิปซั่ม 22.7 กรัม ดีเกลือ 0.5 กรัม ปลายข้าว 2.3 กรัม ภูไมท์ 9.1 กรัม  
และน้ำให้มีความชื้น 60–70% แล้วนำวัสดุเพาะที่ทำการผสมบรรจุลง นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ  
90–100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

#### 3. การเพาะเลี้ยงเห็ด

ทำการการเพาะเลี้ยงเห็ดโดยใส่เชื้อเห็ดนางรมทอง ได้รับเชื้อเห็ดจากสาขาการจัดการ  
ศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) ในปริมาณ 20 เมล็ด (14 วัน  
หลังใส่เชื้อ) ลงในถุงก้อนเห็ดที่จัดเตรียม นำก้อนเชื้อเข้าบ่มในชั้นวางที่มีแสงสว่าง และการถ่ายเท  
อากาศ เป็นเวลา 20–30 วัน หรือจนกว่าเชื้อจะเดินเต็มถุง เมื่อเส้นใยเดินเต็มก้อนนำไปเปิดดอก  
ในโรงเรือน รดน้ำให้มีความชื้นประมาณ 70–80% ได้รับแสงสว่างอย่างน้อยวันละ 15–20 นาที  
และมีการถ่ายเทอากาศ (ชำนาญ, 2553)

#### 4. การเก็บข้อมูลการเจริญของเห็ด

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญของเห็ดเป็นระยะเวลา 1 เดือน ดังนี้

4.1 ชั่งน้ำหนัก โดยจะชั่งน้ำหนักเป็นก้อนต่อกรัม ในแต่ละรอบการออกดอก และเปรียบเทียบน้ำหนักของแต่ละลัดส่วน

4.2 นับจำนวนดอก โดยจะนับทุกดอก และวัดขนาดของดอกที่เก็บได้ การวัดขนาดดอก จะทำการวัดความกว้างของดอก และความยาวของก้านดอก และวัดขนาดของดอกเห็ดโดยขนาดเล็กมีความกว้าง-ยาว ในช่วง 0–1.9 เซนติเมตร ขนาดกลางอยู่ในช่วง 2–3.9 เซนติเมตร และขนาดใหญ่อยู่ในช่วง 4 เซนติเมตรขึ้นไป (วันทนา, 2556)

#### 5. การศึกษาประสิทธิภาพทางชีววิทยาของเห็ด

การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของเห็ดโดยเปรียบเทียบผลการทดลองจากประสิทธิภาพการผลิตเห็ดด้วยการวิเคราะห์ค่า % Biological Efficiency (%B.E.) (นันทินี และศิริกานต์, 2554) ดังสมการที่ 1

$$\% \text{ B.E.} = \frac{\text{น้ำหนักเห็ดสด} \times 100}{\text{น้ำหนักวัสดุแห้งที่ใช้เพาะ}} \quad (1)$$

เมื่อ น้ำหนักเห็ดสด หมายถึง น้ำหนักเห็ดนางรมทองสด (กรัม)

น้ำหนักวัสดุแห้งที่ใช้เพาะ หมายถึง น้ำหนักวัสดุเพาะจากกากกาแฟกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา (กรัม)

#### 6. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของเห็ดสด

ปริมาณโปรตีนวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl method โดยมีขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ การย่อย การกลั่น และการไตเตรท ปริมาณโปรตีนที่ได้จากการวิเคราะห์ คือ Crude protein หรือโปรตีนหยาบ (Thiex and Manson, 2002; Thiex et al., 2002)

#### 7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ One way analysis of variance; ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองด้วย Duncan's new multiple range test; DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

### ผลการวิจัย

#### 1. น้ำหนักผลผลิตของเห็ดนางรมทองสด

ผลผลิตน้ำหนักสดเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตเห็ดสดแต่ละลัดส่วน พบว่ากากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 40% มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของผลผลิตเห็ดหนักมากที่สุดเท่ากับ 145.12 กรัม ดังตารางที่ 1

## 2. จำนวนดอกของเห็ดนางรมทอง

ผลผลิตของเห็ดที่วัดได้จากจำนวนดอก พบว่า อัตราส่วนกากกาแพทแทนซีเล็กน้อยที่มีจำนวนดอกมากที่สุด คือ กากกาแพทแทนซีเล็กน้อยในอัตราส่วน 20% มีจำนวนดอกรวม  $60.42 \pm 0.46$  ดอก และเมื่อแยกแต่ละขนาด ซึ่งดอกเห็ดขนาดเล็กมีจำนวนดอกเท่ากับ  $51.40 \pm 0.46$  ดอก ขนาดกลางเท่ากับ  $7.30 \pm 0.04$  ดอก และขนาดใหญ่เท่ากับ  $1.73 \pm 0.04$  ดอก ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำหนักผลผลิตเห็ดสดและจำนวนดอกเห็ดนางรมทอง

กากกาแพ : ซีเล็กน้อยไม้ยางพารา	น้ำหนักผลผลิตเห็ดสด (กรัม/ก้อน*)	จำนวนเฉลี่ยของดอกขนาดต่าง ๆ (ดอก)		
		เล็ก	กลาง	ใหญ่
0:100 (ชุดควบคุม)	$97.04 \pm 0.32^c$	$41.67 \pm 0.57^c$	$8.73 \pm 0.25^d$	$2.67 \pm 0.03^c$
20:80	$125.44 \pm 0.74^d$	$51.40 \pm 0.46^e$	$7.30 \pm 0.04^c$	$1.73 \pm 0.04^b$
40:60	$145.12 \pm 0.42^e$	$44.03 \pm 0.45^d$	$3.19 \pm 0.04^a$	$2.87 \pm 0.02^d$
60:40	$99.36 \pm 0.32^c$	$30.65 \pm 0.74^c$	$14.3 \pm 0.20^e$	$0.00^a$
80:20	$86.96 \pm 0.79^b$	$23.88 \pm 0.80^b$	$8.47 \pm 0.46^d$	$0.00^a$
100:0	$76.68 \pm 0.51^d$	$21.75 \pm 0.36^a$	$5.89 \pm 0.56^b$	$0.00^a$

หมายเหตุ \* 1 ก้อน = 500 กรัม

ที่มา : ดัดแปลงจาก วันทนา (2556)

1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามวิธี Duncan new multiple range test

2. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างในแต่ละสดมภ์ หมายถึง ความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามวิธี Duncan new multiple range test

3. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มากกว่า 1 ตัว ในแต่ละสดมภ์เช่น bc หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างจาก b และ c อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามวิธี Duncan new multiple range test



ภาพที่ 1 ดอกเห็ดนางรมทองจากก้อนเชื้อที่ใช้กากกาแพร่วมกับซีเล็กน้อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุเพาะเปิดดอกภายในโรงเรือน

### 3. ขนาดของเห็ดนางรมทอง

ภาพที่ 2 ซึ่งแสดงขนาดความกว้างของดอกเห็ด โดยพิจารณาจากเส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกเห็ด พบว่า อัตราส่วนที่มีความกว้างของดอกเห็ดมากที่สุด คือ กากกาแพทแทนซีเล็กน้อย ในอัตราส่วน 40% ซึ่งดอกเห็ดขนาดใหญ่มีความกว้างสูงสุดเท่ากับ  $5.14 \pm 0.02$  เซนติเมตร ขนาดกลางเท่ากับ  $3.17 \pm 0.04$  เซนติเมตร และขนาดเล็กเท่ากับ  $1.08 \pm 0.04$  เซนติเมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ขนาดของดอกเห็ดนางรมทองที่ใช้กากกาแพทร่วมกับซีเล็กน้อยไม้อย่างพาราเพื่อใช้เป็นวัสดุเพาะเลี้ยงจากขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก

### 4. ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตเห็ดนางรมทอง

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการให้ผลผลิตเห็ดด้วยการวิเคราะห์ค่า % B.E. ซึ่งเป็นดัชนีแสดงถึงความสามารถทางชีวภาพของวัสดุเพาะ พบว่า การใช้กากกาแพทแทนซีเล็กน้อย ในอัตราส่วน 40% จะมีค่าประสิทธิภาพการผลิตเห็ดในรูปของ % B.E. เท่ากับ 42.68% ซึ่งสูงกว่าการเพาะเห็ดโดยใช้ไม้อย่างพาราเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตและปริมาณโปรตีนของเห็ดนางรมทอง

กากกาแพ : ซีเล็กน้อยไม้อย่างพารา	% B.E.	ปริมาณโปรตีน (กรัม/100 กรัม)
0:100 (Control)	28.54% <sup>c</sup>	29.84±0.13 <sup>a</sup>
20:80	36.89% <sup>d</sup>	34.48 ± 0.58 <sup>b</sup>
40:60	42.68% <sup>e</sup>	36.67 ± 0.14 <sup>c</sup>
60:40	29.22% <sup>c</sup>	37.15 ± 0.11 <sup>c</sup>
80:20	25.58% <sup>b</sup>	34.40 ± 0.14 <sup>b</sup>
100:0	22.55% <sup>a</sup>	34.00 ± 0.20 <sup>b</sup>

- หมายเหตุ 1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามวิธี Duncan new multiple range test
2. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างในแต่ละสดมภ์ หมายถึง ความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามวิธี Duncan new multiple range test
3. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มากกว่า 1 ตัว ในแต่ละสดมภ์ เช่น bc หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่าง จาก b และ c อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามวิธี Duncan new multiple range test

## 5. ปริมาณโปรตีนของเห็ดนางรมทอง

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเห็ดสดที่ได้จากการใช้กากกาแฟร่วมกับขี้เลื่อย ไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทน พบว่า การใช้กากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 60% มีปริมาณโปรตีนสูงสุด  $37.15 \pm 0.11$  กรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา คือ การใช้กากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 40% มีปริมาณโปรตีน  $36.67 \pm 0.14$  กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมีคุณค่าทางอาหาร ในรูปของโปรตีนสูงกว่าเห็ดที่เพาะโดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพียงอย่างเดียว

## อภิปรายผล

การศึกษาการใช้กากกาแฟร่วมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนนั้น การใช้กากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 40% เป็นอัตราส่วนที่ให้น้ำหนักผลผลิตเห็ดสดได้ดี แต่เมื่อใช้อัตราส่วนกากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยสูงขึ้นไปทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักเห็ดสดต่ำลง และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Musieba et al. (2012) ที่เพาะเห็ดนางรมทองบนวัสดุเพาะ ได้แก่ ชังข้าวโพด ใบกล้วย ฟางข้าวสาลี ชานอ้อย ฟางข้าว และกากถั่ว ซึ่งให้น้ำหนักผลผลิตเห็ดสด คือ 14.14 30.63 54.80 88.57 106.81 และ 198.86 กรัม ตามลำดับ ซึ่งพบว่าวัสดุเพาะเห็ดส่วนใหญ่ให้น้ำหนักผลผลิตน้อยกว่าการใช้กากกาแฟ ยกเว้นการใช้กากถั่วเป็นวัสดุเพาะที่ให้ น้ำหนักเห็ดมากกว่า สำหรับขนาดความกว้างของดอกเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ อูราภรณ์ และคณะ (2552) ซึ่งเพาะเห็ดนางรมทองด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พบว่าเห็ดนางรมทอง จัดอยู่ในกลุ่มเห็ดที่มีดอกขนาดค่อนข้างเล็ก การทดลองดังกล่าวคัดขนาดเห็ดนางรมทองเป็น 2 ขนาด คือ ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเห็ดเป็นเกณฑ์ ซึ่งเห็ดนางรมทองที่มีขนาดเล็ก <2.5 เซนติเมตร และขนาดใหญ่ 2.5–4.0 เซนติเมตร ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ว่าเห็ดนางรมทองที่เพาะด้วยกากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 40% มีขนาด ความกว้างของดอกใหญ่กว่าจากการเพาะด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สำหรับประสิทธิภาพ การให้ผลผลิต ค่า % B.E. ซึ่งเป็นค่าที่มีประโยชน์ต่อผู้เพาะเห็ด โดยสามารถนำมาพิจารณาเลือก วัสดุที่จะนำมาเพาะและเทียบกับต้นทุนที่ต้องใช้ในการจัดหาวัสดุอื่นๆ โดยมีหลักเกณฑ์ คือ เลือก วัสดุ %B.E. สูงแต่มีต้นทุนต่ำหรือเลือกวัสดุที่มีความคุ้มทุนหรือมีประโยชน์สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบ

กับงานวิจัย Musieba et al. (2012) ที่เพาะเห็ดนางรมทองบนวัสดุเพาะ ได้แก่ ชั่งข้าวโพด ใบกล้วย ฟางข้าวสาลี ชานอ้อย ฟางข้าว และกากถั่ว พบว่ามีค่า % B.E. เท่ากับ 5.17% 16.89% 41.11% 78.66% 98.88% และ 148.78% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้กากกาแพทแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 40% จะมีค่าประสิทธิภาพการผลิตเห็ดปานกลาง

สำหรับปริมาณโปรตีนในเห็ดสด เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ณัฐวรา และคณะ (2562) ที่เพาะเห็ดนางรมทองบนวัสดุเพาะกระดาษลังและขี้เลื่อยไผ่ยางพาราสดส่วน 25 : 75 โดยน้ำหนัก พบว่า วัสดุเพาะดังกล่าวมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือ 18 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้กากกาแพทแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 60% และ 40% มีปริมาณโปรตีนมากกว่าการเพาะด้วยกระดาษลังและขี้เลื่อยไผ่ยางพาราสดส่วน 25 : 75 จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเห็ดนางรมทองที่เพาะด้วยกากกาแพทมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะโปรตีนในกากกาแพทมีองค์ประกอบของคาร์บอนต่อไนโตรเจน 11 มีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยซึ่งมีสัดส่วนในช่วง 600–700 ประกอบกับในกากกาแพทมีธาตุอาหาร แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม เหล็ก ทองแดง สังกะสี และ แมงกานีส รวมไปถึงกรดไขมัน (Pujol et al. 2013) ทำให้ผลผลิตเห็ด และปริมาณโปรตีนสูงกว่าการเพาะโดยใช้ขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามกลุ่มของธาตุอาหารถ้ามีในปริมาณมากเกินไปจะส่งผลให้เห็ดเจริญเติบโตน้อยลงดังผลแสดงในชุดการทดลองที่มีปริมาณกากกาแพทมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในเห็ดนางรมทองกับเห็ดนางรมจากงานวิจัยของอามิเนาะ (2556) เห็ดนางรมฮังการีจากงานวิจัยของ วันทนา (2556) เห็ดนางฟ้าภูฐานจากงานวิจัยของ สุพัตรา และคณะ (2554) และเห็ดหอมจากงานวิจัยของ Pasakawee et al. (2018) พบว่า เห็ดนางรมทองมีปริมาณโปรตีน 37.15 กรัมต่อ 100 กรัม เห็ดนางรมมีปริมาณโปรตีน 35.75 กรัมต่อ 100 กรัม เห็ดนางรมฮังการีมีปริมาณโปรตีน 32.3 กรัม/100 กรัม เห็ดนางฟ้าภูฐานมีปริมาณโปรตีน 30.18 กรัมต่อ 100 กรัม และเห็ดหอมมีปริมาณโปรตีน 38.68 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งจากงานวิจัยนี้เห็ดนางรมทองมีปริมาณโปรตีนมากกว่าเห็ดนางรม เห็ดนางรมฮังการี และเห็ดนางฟ้าภูฐาน แต่มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าเห็ดหอม นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในเห็ดนางรมทองกับเนื้อไก่ เนื้อวัว และเนื้อปลา ซึ่งมีปริมาณโปรตีน 23 22 และ 13 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2560) ซึ่งโดยส่วนมากเห็ดจะมีโปรตีนสูงกว่าเนื้อสัตว์ สำหรับพืชตระกูลถั่ว ถั่วลูกไก่ ถั่วเลนทิล ถั่วปากอ้า และถั่วลูนมีปริมาณโปรตีน 17–22 23.86–29.2 26.6 และ 29.33–39.71 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ (Bessada, Barreira & Oliveira, (2019) ซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงเช่นเดียวกับเห็ดนางรมทอง โดยปริมาณโปรตีนในเห็ดขึ้นอยู่กัขนาดของหมวกดอกเห็ด ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และชนิดของเห็ด โปรตีนในเห็ดทั่วไปอยู่ที่ประมาณร้อยละ 18–37 ของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง เห็ดหลายชนิดที่นำมาบริโภคบางชนิดให้ปริมาณโปรตีนสูง

## สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการใช้กากกาแฟร่วมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนในการเพาะเห็ดนางรมทอง กากกาแฟจะถูกนำมาทดแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วนผสมระหว่างกากกาแฟและขี้เลื่อย 0% 20% 40% 60% 80% และ 100% ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตสดของเห็ด จำนวนดอก ขนาดต่างๆ และความกว้างของดอก การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ากากกาแฟสามารถนำมาทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดนางรมทองได้ โดยใช้กากกาแฟทดแทนขี้เลื่อยในอัตราส่วน 40% ได้น้ำหนักผลผลิตสดของเห็ดสูง มีความกว้างของดอกเห็ดมาก มีค่า % B.E. สูง และมีปริมาณโปรตีนสูง อีกทั้งงานวิจัยนี้ทำให้เกิดทางเลือกใหม่กับเกษตรกรผู้ผลิตเห็ด สามารถเพิ่มผลตอบแทนโดยใช้ทรัพยากรอย่างมีคุณค่า ตลอดจนเป็นการนำขยะกากกาแฟกลับมาใช้ประโยชน์สูงสุด อีกทั้งสามารถนำไปต่อยอดในการเพาะเห็ดชนิดอื่นๆ เพื่อรองรับกับปริมาณกากกาแฟที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากโครงการวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อีกทั้งขอขอบคุณ คุณชามาตา ชัยเจริญ และบุคลากรคณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ที่อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่สำหรับการทดลอง

## เอกสารอ้างอิง

- ชมรมนักเพาะเห็ดประเทศไทย. (2552). **คู่มือธุรกิจฟาร์มเพาะเห็ด**. กรุงเทพฯ: เกษตรการพิมพ์.
- ชาญยุทธ์ ภาณุทัต. (2551). **เทคนิคการเพาะเห็ดฟาง**. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชำนาญ พิทักษ์ทอง. (2553). **เห็ดเศรษฐกิจ**. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์.
- ณัฐวรา กิจธรรมรัตน์, ภัทรพร เอี่ยมศิริกิจ, ศศธร ศิริกุลสถิตย์, บัณฑิต พ่ายเยื่อ และภัทรญา กลิ่นทอง. (2562). การพัฒนาวัสดุเพาะเห็ดนางรมทองจากกระดาดขี้เหล็ก และเปลือกผลไม้เพื่อเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. **วารสารสิ่งแวดล้อม**, 23(2), 1–9.
- นันทินี ศรีจุมปา, และศิริกานต์ ชัยนการ. (2554). การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อผลิตเห็ด. **วารสารวิชาการเกษตร**, 29(2), 108–118.
- บุษบา ล้อประเสริฐ. (2553). **เห็ดหลินจือ**. กรุงเทพฯ: เอเชียการพิมพ์.
- ปริญญช จุลกะ, พิจิตรา แก้วสอน, และปนัดดา จีนประสม. (2557). ผลของการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการออกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 45(2 พิเศษ), 349–352.

- วันทนา นาดีลินธ์. (2556). **การใช้กากกาแฟทดแทนขี้เสี้ยนในการเพาะเห็ดนางรมฮังการี**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.
- ศูนย์ลูกค้าสัมพันธ์ธุรกิจแฟรนไชส์. (2552). **เซเว่น-อีเลฟเว่น**. สืบค้น 22 กันยายน 2562, จาก <http://www.smesreport.com/7-ELEVEN>.
- สุพัศตรา เปี่ยมวารีย์, สรวิต แจ่มจำรูญ, วันทนา สะสมทรัพย์, ธนภักษ์ อिनยอด, และสุริวิภา สังขาร. (2554). การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดนางฟ้าภูฐาน *Pleurotus eous* อบแห้ง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 42(2 พิเศษ), 9–12.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2560). **ปริมาณโปรตีนในอาหาร**. สืบค้น 12 ตุลาคม 2562, จาก <http://www.thaihealth.or.th>.
- อามีเนาะ อาแย. (2556). **การใช้ประโยชน์ของภาชนะบรรจุกระดาษเหลือทิ้งในการเพาะเห็ดตระกูลนางรมที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม.
- อุราภรณ์ สอาดสุด, วิชชา สอาดสุด, ธวัช ทะพิงค์แก, ศิริพร หัสสร้างสี, นภาพรณ ไข่มืดเรืองชัย, อรอนงค์ อารีศิริ, เพ็ญศิริ ศรีบุรี, และสุรพันธ์ กาญจนวงศ์. (2552). **การควบคุมคุณภาพและยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดสกุลนางรม** (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Bessada, S.M.F., Barreira, J.C.M., & Oliveira, M.B.P.P. (2019). Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties, **Trends in Food Science and Technology**, 93, 53–68.
- Khatun, S., Islam, A., Cakicioglu, U., Perihan Guler, & Chatterjee, N. C. (2015). Nutritional qualities and antioxidant activity of three edible oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.). **NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences**, 72–73, 1–5.
- Lin, S.Y., Chien S. C., Wang, S.Y., & Jeng–Leun M. (2015). Submerged cultivation of mycelium with high ergothioneine content from the culinary–medicinal golden oyster mushroom, *Pleurotus citrinopileatus* (Higher basidiomycetes). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, 17(8), 749–761.
- Musieba, F., Okoth, S., Mibey, R.K., Wanjiku, S., & Morra, K. (2012). Suitability of locally available substrates for cultivation of the Kenyan indigenous golden oyster mushroom (*Pleurotus citrinopileatus* Singer), **American Journal of Food Technology**, 7(10), 650–655.
- Musieba, F., Okoth, S., Richard M., K., Wanjiku, & Knight M. (2013). Proximate composition, amino acids and vitamins profile of *Pleurotus citrinopileatus* Singer: An indigenous mushroom in Kenya. **American Journal of Food Technology**, 8, 200–206.
- Pasakawee, K., Banionsinsiri, P., Donrung, N., & Satiangkomsorakrai, J. (2018). Nutritional and antioxidant properties of selected–commercial mushroom in Thailand. **Journal of Food Science and Agricultural Technology**, 4 (Spcl.Iss), 36–40.

- Pujol, D., Liu C., Gominho, J., Olivella, M.À., Fiol, N., Villaescusa, I., & Pereira, H. (2013). The chemical composition of exhausted coffee waste. **Industrial Crops and Products**, **50**, 423– 429.
- Thiex, J.N., & Manson, H. (2002). New AOAC standard for crude protein determinations in animal feed, forage, grain and oilseed using tecatorkjeltec equipment. **In Focus**, **26(2)**, 10–12.
- Thiex, J.N., Manson, H., Anderson, S., & Persson, J.(2002). Determination of crude protein in animal feed, forage, grain, and oilseeds by using block digestion with a copper catalyst and steam distillation into boric acid: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, **85(2)**, 309–317.